

**Fachliche Bewertung  
der Transportstudie Konrad 2010  
von der GRS**

Auftraggeber:

Stadt Salzgitter

Auftragnehmer:

***intac*** -

Beratung · Konzepte · Gutachten  
zu Technik und Umwelt GmbH

Hannover, November 2012

## **Bearbeiter**

Ing. grad. Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann

**intac** - Beratung · Konzepte · Gutachten  
zu Technik und Umwelt GmbH

Kleine Düwelstraße 21

30 171 Hannover

Tel.: 0511 / 85 30 55

Fax: 0511 / 85 30 62

e-mail: [WNeumann@intac-hannover.de](mailto:WNeumann@intac-hannover.de)

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung .....	5
1. Einleitung.....	10
2. Kurze Historie zum Endlager Konrad.....	12
2.1 Konrad und Abfälle.....	12
2.2 Konrad und Transporte .....	13
3. Transportstudie Konrad der GRS .....	15
3.1 Problemstellung und Zielsetzung .....	15
3.2 Untersuchungsmethodik.....	17
3.3 Bewertungsgrundlagen .....	20
3.4 Art und Volumen konradgängiger radioaktiver Abfälle .....	23
3.5 Radiologische Charakterisierung der Abfall- und Transportbehälter .....	25
3.6 Transportszenarien und Beförderungsmodalitäten .....	28
3.6.1 Transportszenarien.....	28
3.6.2 Beförderungsmodalitäten.....	31
3.7 Strahlenexposition der Bevölkerung und des Transportpersonals .....	34
3.8 Transportunfallrisiko.....	43
3.8.1 Generelle Vorgehensweise.....	43
3.8.2 Behälterversagen und Freisetzungverhalten.....	44
3.8.3 Unfallhäufigkeiten und Unfallschwere.....	48
3.8.4 Transportunfallsimulation - Quelltermbestimmung.....	52
3.8.5 Unfallhäufigkeiten mit Freisetzungen.....	54
3.8.6 Radiologische Unfallfolgen .....	55
3.8.7 Bewertung der Transportunfallrisiken .....	60
4. Einwirkungen Dritter auf Transporte .....	62
5. Literaturverzeichnis.....	64
Glossar.....	70
Anhang: Radiologische Grenzwerte bzw. höchst zulässige Strahlenexpositionen...72	

## Tabellenverzeichnis

	Seite
<b>Tabelle 1:</b> Personendosisgrenzwerte für Arbeitskräfte und Bevölkerung	20
<b>Tabelle 2:</b> Unfallhäufigkeiten pro Jahr für drei Anlieferungsszenarien mit Freisetzungen	53
<b>Tabelle 3:</b> Dosiswerte der Strahlenschutzverordnung [BMU 2008] für Personen aus der Bevölkerung und für strahlenexponiert beschäftigtes Personal	73
<b>Tabelle 4:</b> Dosisleistungsgrenzwerte aus der Gefahrgutverordnung und den Endlagerungsbedingungen.	74

## Zusammenfassung

Das Endlager Konrad soll frühestens 2019 in Betrieb gehen. Die Transporte der dann zur Endlagerung in Konrad vorgesehenen radioaktiven Abfälle erfolgen alle über das Gebiet der Stadt Salzgitter. Über mögliche Auswirkungen dieser Transporte wird seit der Durchführung des Planfeststellungsverfahrens zum Endlager Konrad kontrovers diskutiert. Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit hat Anfang 2010 eine Aktualisierung ihrer Transportstudie von 1991 vorgelegt. Die Ergebnisse dieser aktualisierten Transportstudie sollen in der hier vorgelegten Stellungnahme bewertet werden.

Die Transporte sind für die Stadt Salzgitter vorrangig im Hinblick auf die mögliche Betroffenheit kommunaler Einrichtungen an Transportstrecken, Daseinsvorsorge für die Bevölkerung, Nutzungsplanungen im Bereich der Transportstrecken sowie Ausstattung und Vorbereitung von Feuerwehr und Katastrophenschutz von Bedeutung. Vor diesem Hintergrund wird die Transportstudie bewertet. Wesentliche Ergebnisse dieser Prüfung sind:

### Untersuchungsmethodik

- ◆ Für die Ermittlung möglicher Auswirkungen von bestimmungsgemäßem Transport und Transportunfällen hat die GRS eine Erhebung zum aktuellen Abfallgebundezustand bei den Abfallerzeugern bzw. Abfalllieferern durchgeführt. Auf den erhaltenen Angaben baut sie die radiologische Charakterisierung der zu transportierenden Abfallgebunde auf. Diese hat das Ziel, möglichst realistische radiologische Bedingungen zu berücksichtigen. Dieses Ziel wird nicht erreicht. Aufgrund der Kostenoptimierungsbestrebungen der Abfallerzeuger ändert sich die radiologische Charakterisierung der Abfallgebunde durch neue Konditionierungs- bzw. Verpackungsmethoden ständig in Richtung Ausschöpfung der zulässigen Werte für Radioaktivitätsinventar in und Ortsdosisleistung an den Abfallgebunden. Deshalb ist für diese wichtige Grundlage der Bewertung der Transportsicherheit nur die Orientierung an den zulässigen Werten zielführend.
- ◆ Die in der GRS-Transportstudie verwendete Methodik zur Ermittlung der radiologischen Auswirkungen für Personen beim bestimmungsgemäßen Transport ist mit Ausnahme der radiologischen Charakterisierung und der daraus für die Ab-

fallgebundene abgeleiteten mittleren Radioaktivitätsinventaren und Dosisleistungen sachgerecht und üblich.

- ◆ Für die Bewertung der Strahlenbelastungen nach Transportunfällen hat die GRS den Ansatz der probabilistischen – also wahrscheinlichkeitsbasierten – Risikoanalyse gewählt. Dieser Ansatz ist zwar wissenschaftlich anspruchsvoll, führt aber nicht zu einem abdeckenden Bild für maximal plausible Strahlenbelastungen. Eine probabilistische Risikoanalyse bedingt die Aufteilung der Unfallabläufe in mehrere Schritte mit Wahrscheinlichkeitsangaben für den Eintritt bestimmter Ereignisse. Um die komplexen Datensätze handhabbar zu halten, müssen die Daten durch Zusammenfassung in Gruppen auf ein überschaubares Maß reduziert und auch Abschneidekriterien festgelegt werden. Durch die jeweilige Mittelwertbildung für die weitere Verarbeitung und die Abschneidekriterien besteht die Gefahr, seltene – aber mögliche – Ereignisse auszublenden.
- ◆ Die Annahmen der GRS zu möglicherweise auftretenden Behälterbelastungen, zur Festlegung der Radioaktivitätsinventare und zu Freisetzungsanteilen sind nicht durchgängig konservativ. Deshalb, und wegen der methodisch bedingten Ausblendung sehr schwerer Unfälle, werden die möglichen Strahlenbelastungen nach Transportunfällen durch die GRS-Transportstudie nicht aufgezeigt. Sie ist deshalb beispielsweise für von der Stadt Salzgitter zu treffende Entscheidungen zur Notfallschutzvorsorge nicht ausreichend geeignet.
- ◆ Die Strahlenbelastungen für Bevölkerung und Personal werden von der GRS sowohl für den bestimmungsgemäßen Transport als auch für Transportunfälle für drei Szenarien zur Anlieferung der Abfälle betrachtet (100% Schiene, 100% Straße und als realistisches Szenario 80 % Schiene / 20 % Straße). Diese Vorgehensweise ist grundsätzlich sinnvoll. Die Aufteilung 80/20 ist allerdings nach gegenwärtigen Erfahrungen eher nicht realistisch. Zum Beispiel zeigen Abfalltransporte von und zu bestimmten Anlagenstandorten in Deutschland einen höheren Anteil der LKW-Transporte. Mit einer entsprechenden Änderung des realistischen Anlieferungsszenarios würde sich das von der GRS für dieses Szenario ermittelte Transportunfallrisiko erhöhen.

#### Strahlenbelastungen durch bestimmungsgemäßigem Transport

- ◆ Für den bestimmungsgemäßen Transport wird nach den Ergebnissen der GRS der in der Transportstudie zur Bewertung herangezogene Grenzwert nach § 46 StrlSchV für die Strahlenbelastung der in unmittelbarer Nähe der Transportstre-

## Transportstudie Konrad

---

cken wohnende Bevölkerung und des Personals der Schlackenverwertung deutlich unterschritten.

Werden im Gegensatz zur GRS Dosisleistungen für die zu transportierenden Abfallgebinde unterstellt, die sich eher an den zulässigen Werten orientieren, wird der Grenzwert in größerem Maße ausgeschöpft. Es bleibt für Personen aus der Bevölkerung und des Personals der Schlackenverwertung aber trotzdem bei der Einhaltung des Grenzwertes, wenn mit Ausnahme der Dosisleistungen die übrigen Randbedingungen der GRS weiter berücksichtigt werden.

- ◆ In der GRS-Transportstudie werden keine Strahlenbelastungen für Personen aus der Bevölkerung betrachtet, die durch unplanmäßige längere Aufenthalte wie Staus, Streckensperrungen oder Blockaden verursacht werden. Hier vorgenommene Abschätzungen ergaben zwar, dass durch solche Aufenthalte kein Grenzwert überschritten wird, aber dass Vorsorgemaßnahmen zur Verringerung dieser Strahlenbelastungen diskutiert werden sollten.
- ◆ Für Personal des Übergabebahnhofs Beddingen wird der Grenzwert für Personen aus der Bevölkerung nach GRS zu einem Drittel ausgeschöpft. Bei Unterstellung von Ortsdosisleistungen für die zu transportierenden Abfallgebinden, die sich an den zulässigen Werten orientieren, wird der Grenzwert weitergehend ausgeschöpft. Für bestimmte Personen aus dem Personal des Übergabebahnhofs kann die Einhaltung des Grenzwertes unter diesen Bedingungen hier nicht mit Sicherheit garantiert werden. Mindestens in Bezug auf diese Personen sind Vorsorgemaßnahmen zur Verringerung der Strahlenbelastung erforderlich.
- ◆ Die GRS nimmt die Bewertung der Strahlenbelastungen von Personen aus der Bevölkerung isoliert in Bezug auf die Transportvorgänge vor. Dass zumindest ein Teil der betroffenen Personen gleichzeitig von anderen durch den Betrieb des Endlagers Konrad verursachte Strahlenbelastungen betroffen sein können wird von der GRS nicht berücksichtigt. Mit diesen Strahlenbelastungen könnte der von der GRS herangezogene Grenzwert bedenklich weitgehend ausgeschöpft werden.

### Auswirkungen von Transportunfällen

- ◆ Die GRS begrenzt ihre Aussagen zur Höhe von Strahlenbelastungen nach Transportunfällen auf deren Eintrittswahrscheinlichkeit von  $10^{-7}$  pro Jahr. Besonders schwere Unfälle werden durch möglicherweise nicht berücksichtigt. Von der

GRS werden für das „realistische“ Anlieferungsszenario 80 % Bahn und 20 % LKW potenzielle Strahlenbelastung bis zu 15 mSv für einen Säugling (in 250 m Entfernung vom Unfallort) und bis zu 8 mSv für Erwachsene (in 150 m Entfernung vom Unfallort) ermittelt. Die dabei berücksichtigten Belastungspfade sind vollständig.

- ◆ Würden ein tatsächlich abdeckendes Radioaktivitätsinventar und konservativ festgelegte Freisetzungsanteile berücksichtigt können, auch mit der Methodik der GRS und trotz der von GRS gewählten Beschränkung der Betrachtungen für Unfallabläufe auf eine Häufigkeit von mehr als  $10^{-7}$  pro Jahr, Strahlenbelastungen abgeschätzt werden, die den Störfallplanungswert der Strahlenschutzverordnung für ortsfeste Atomanlagen von 50 mSv überschreiten.
- ◆ Von den Auswirkungen nach Transportunfällen können bei Berücksichtigung der in der GRS-Transportstudie angegebenen höchsten Strahlenbelastungen von einigen Millisievert (mSv) je nach Unfallort größere Teile des bewohnten Stadtgebietes von Salzgitter in relevantem Umfang betroffen sein.
  - Bei einem Unfall mit der Bahn auf freier Strecke in der Nähe von Groß Gleidingen wäre das vor allem Üfingen, das allerdings in einer eher seltenen Windrichtung liegt. In Hauptwindrichtung befindet sich kein Stadtgebiet von Salzgitter.
  - Bei einem Unfall auf dem Übergabebahnhof Beddingen wären ebenfalls in seltenen Windrichtungen Steterburg und Üfingen am stärksten betroffen.
  - Beim Unfall eines LKW auf der Autobahn A 39 oder auf der Industriestraße Nord K 39 wären das je nach Unfallort für häufige Windrichtungen vor allem Lebenstedt, Üfingen, Beddingen, Bruchmachersen, Engelnstedt und Sauingen. In wenig häufiger Windrichtung wären hauptsächlich Lichtenberg, Salder, Steterburg, Sauingen und Bleckenstedt betroffen.
- ◆ In der GRS-Transportstudie und auch in der Literatur wurden keine Auswirkungen von möglichen terroristischen Angriffen auf Transporte von Abfällen zu einem Endlager betrachtet. Angriffe dieser Art sind aber durchaus möglich. Die Auswirkungen können größer sein als nach schweren Unfällen.

## Fazit

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass auf Grundlage der Transportstudie der GRS keine ausreichende Bewertung der Auswirkungen der Abfalltransporte zum geplanten Endlager Konrad möglich ist. Dies liegt vor allem an der angewendeten

Methodik und der zum Teil damit zusammenhängenden unzureichenden Konservativität bestimmter Annahmen und Randbedingungen.

Zielführend für eine Bewertung möglicher Strahlenbelastungen nach Unfällen und damit der Entscheidung über durch die Verwaltung der Stadt Salzgitter zu treffende Vorsorgemaßnahmen wäre die Anwendung der Methodik des „Maximal Credible Accident (MCA)“ (maximal plausibler Unfall). Mit dieser Methode können, unabhängig von der Eintrittswahrscheinlichkeit, abdeckende Auswirkungen von Transportunfällen ermittelt werden. Auf dieser Grundlage wären Entscheidungen über sinnvolle Vorsorgemaßnahmen durch die Stadt Salzgitter möglich.

## 1. Einleitung

Im März 2007 wurde der Planfeststellungsbeschluss für das geplante Endlager im Eisenerzbergwerk Konrad (Salzgitter) durch letztinstanzliches Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes rechtskräftig. Das Bergwerk befindet sich gegenwärtig im Umbau zum Endlagerbergwerk und soll nach gegenwärtigen Planungen des Genehmigungsinhabers Bundesamt für Strahlenschutz frühestens 2019 in Betrieb gehen.

Im Falle der Inbetriebnahme von Konrad würden alle Transporte von radioaktiven Abfällen zum Endlager über das Gebiet der Stadt Salzgitter erfolgen. Diese Transporte waren bereits während des Planfeststellungsverfahrens Gegenstand kontroverser Diskussionen. Die Stadt Salzgitter forderte deren Einbeziehung in das Planfeststellungsverfahren, wie es bei Verfahren dieser Art für andere raumbedeutsame Anlagen üblich ist. Dies wurde von der Planfeststellungsbehörde, dem Niedersächsischen Umweltministerium, auf Weisung des Bundesumweltministeriums abgelehnt. Die Klage der Stadt gegen die Nichtberücksichtigung der Transporte hatte keinen Erfolg, da die Gerichte die aufgrund der Weisung erfolgte Interpretation des Planfeststellungsbeschlusses als gebundene Genehmigung für zulässig hielten.

Außerhalb des Planfeststellungsverfahrens wurde 1991 im Auftrag des Bundesumweltministeriums von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH eine Studie zu den Transporten veröffentlicht [GRS 1991]. Die Ergebnisse der Studie wurden kontrovers diskutiert. Anfang 2010 wurde eine Aktualisierung dieser Studie durch die GRS veröffentlicht [GRS 2010].

Die Transporte sind für die Stadt Salzgitter zum Beispiel im Hinblick auf die mögliche Betroffenheit kommunaler Einrichtungen an Transportstrecken, Daseinsvorsorge für die Bevölkerung, Nutzungsplanungen im Bereich der Transportstrecken sowie Ausstattung und Vorbereitung von Feuerwehr und Katastrophenschutz nach wie vor von Bedeutung. Aus diesem Grund wurde die **intac** GmbH mit einer fachlichen Bewertung der aktualisierten Transportstudie der GRS beauftragt.

Diese Bewertung erfolgte in zwei Phasen. In Phase 1 wurde eine allgemeine Bewertung der GRS-Transportstudie vorgenommen und dabei besonders kritisch zu sehende Aspekte identifiziert. Die Ergebnisse der Phase 1 wurden am 31. März 2012 vorgelegt.

## Transportstudie Konrad

---

Für die hier vorgelegte zweite Phase sind die in Abstimmung mit den Behörden der Stadt Salzgitter als besonders kritisch festgelegte Aspekte vertieft betrachtet worden. Die Ergebnisse dieser Betrachtungen sind in die Bewertung der Phase 1 eingearbeitet worden.

## **2. Kurze Historie zum Endlager Konrad**

### **2.1 Konrad und Abfälle**

Das Entsorgungskonzept für radioaktive Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland sieht die Endlagerung aller Abfälle in tiefen geologischen Formationen vor. Dabei wird unterschieden in wärmeentwickelnde und vernachlässigbar bzw. gering wärmeentwickelnde Abfälle. Letztere sollen zum großen Teil in einem eigenen Endlager deponiert werden. Hierfür wurde von der Bundesregierung ohne Auswahlverfahren das ehemalige Eisenerzbergwerk Konrad auf dem Gebiet der Stadt Salzgitter festgelegt und 1982 ein Planfeststellungsverfahren nach § 9b Atomgesetz eingeleitet.

Das Planfeststellungsverfahren zeichnete sich durch eine sehr intensive Beteiligung der Bevölkerung und der Stadt Salzgitter sowie weiterer in der Nähe des Standortes befindlicher Kommunen aus. Wesentliche Diskussionspunkte waren die Langzeitsicherheit des Endlagers, die Radioaktivitätsabgaben mit Abluft und Abwasser im Normalbetrieb und nach Störfällen, die Einhaltung des Minimierungsgebots der Strahlenschutzverordnung, die Umweltverträglichkeitsprüfung einschließlich Planrechtfertigung und die Berücksichtigung der Transporte zum Endlager.

Der Planfeststellungsbeschluss wurde vom Niedersächsischen Umweltministerium im Mai 2002 erteilt und im März 2007 nach Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes rechtskräftig. Seit dem erfolgt der Umbau des Bergwerkes in ein Endlager.

In das Endlager Konrad dürfen laut Planfeststellungsbeschluss 303.000 m<sup>3</sup> gering wärmeentwickelnde Abfälle aus der Bundesrepublik Deutschland eingelagert werden. Es handelt sich um radioaktive Abfälle aus den Atomkraftwerken, der kerntechnischen Industrie, den kerntechnischen Anlagen und Forschungseinrichtungen der öffentlichen Hand, der Medizin und sonstiger Forschung und Industrie. Dabei wird der Anteil am Gesamtanfall bis 2080 aus Medizin, sonstiger Forschung und Industrie etwa 3,5 % betragen. Die restlichen 96,5 % werden im Zusammenhang mit der Atomenergienutzung zur Stromproduktion angefallen sein [BFS 2011].

An die Abfälle und ihre Verpackung werden für die Endlagerung bestimmte sicherheitstechnische Anforderungen gestellt. Diese sind in den Endlagerungsbedingungen mit gegenwärtigem Stand von Oktober 2010 aufgeführt [BFS 2010]. Zur Prüfung der Erfüllung dieser Anforderungen unterliegen die Abfallgebinde vor der Anlieferung zur

Endlagerung (i.d.R. schon während der Konditionierung durch kampagnenbezogene Verfahrensqualifikation) einer Produktkontrolle. Der Transport der radioaktiven Abfälle zum Endlagerstandort erfolgt in Behältern, in denen die Abfälle ohne weitere Behandlung auch endgelagert werden.

Nach gegenwärtigen Planungen für den Umbau des Bergwerkes kann das Endlager Konrad frühestens im Jahr 2019 in Betrieb gehen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt und auch in den nächsten Jahren in der Bundesrepublik keine ausreichende Zahl von endlagerfertigen Abfallgebinde zur Verfügung stehen würde, um einen regulären Endlagerbetrieb zu ermöglichen. Die Energieversorgungsunternehmen bzw. ihr Beauftragter Gesellschaft für Nuklearservice (GNS) mbH sowie die öffentliche Hand und ihr Beauftragter Energiewerke Nord GmbH (EWN) müssen zunächst die Konditionierungskapazitäten ausbauen und noch viele Behälterzulassungen erwirken, bevor überhaupt ein regulärer Einlagerungsbetrieb stattfinden kann.

## **2.2 Konrad und Transporte**

Wie bereits beschrieben, haben die Transporte der radioaktiven Abfälle zum Endlagerstandort im Planfeststellungsverfahren eine wichtige Rolle gespielt. Die Stadt Salzgitter hat bereits in einem frühen Verfahrensstadium die für Planfeststellungsverfahren zur Bewertung der Anlagenauswirkung übliche Einbeziehung der Transporte zum geplanten Endlager Konrad gefordert. Dies insbesondere auch deshalb, weil das Transportgut als gefährlicher Stoff im Sinne der Gefahrgutverordnung neben den konventionellen auch radiologische Belastungen hervorruft. Die Notwendigkeit der Betrachtung von Transporten im Rahmen der Planfeststellung wurde vor allem in Bezug auf folgende Punkte festgestellt:

- ◆ Nicht ausreichende Genehmigungsdichte durch das Transportrecht für sicherheitstechnische Belange in der Standortregion,
- ◆ Auswirkungen verkehrs-/gefahrenrechtlicher Vorschriften auf das Endlager,
- ◆ Eignung des Standortes unter Verkehrsgesichtspunkten bzw. erforderliche Maßnahmen in der Standortregion,
- ◆ Wahl der Verkehrsträger für die Transporte,
- ◆ Rückwirkungen von Einlagerungsstörungen auf Antransporte radioaktiver Abfälle,
- ◆ Einwirkungen Dritter.

Die Niedersächsische Landesregierung hat sich ebenfalls für eine generelle Einbeziehung der Transportfragen in das Planfeststellungsverfahren ausgesprochen. Im zuständigen Fachreferat des Niedersächsischen Umweltministeriums (NMU) wurden die Situation für Bahnübergänge in der weiteren Standortregion sowie die damals vorgesehenen Funktionen des Rangierbahnhofs Braunschweig und des Übergabebahnhofs Beddingen ermittelt. Mit einer Weisung vom 24. Januar 1991 hat jedoch das Bundesumweltministerium (BMU) die Einbeziehung der Transporte in das Planfeststellungsverfahren untersagt. Das NMU hat dagegen Anfechtungsklage vor dem Bundesverwaltungsgericht zur Prüfung der inhaltlichen Rechtmäßigkeit erhoben. Die Klage wurde jedoch nicht beschieden, da zuvor die Entscheidung des Bundesverfassungsgerichtes zur Weisungsberechtigung, unabhängig vom rechtlichen Inhalt der Weisung, verkündet wurde.

Als Folge der Weisung wurden die Transporte radioaktiver Abfälle im Planfeststellungsbeschluss nicht berücksichtigt. Wegen dieses und weiterer nicht ausreichend berücksichtigter Sachpunkte klagte unter anderem die Stadt Salzgitter gegen den Beschluss. Die Klage wurde im März 2006 vom Obergerverwaltungsgericht Lüneburg und im März 2007 vom Bundesverwaltungsgericht als unzulässig abgelehnt. Hinsichtlich der Transporte wurde von den Gerichten auf deren separate Genehmigung hingewiesen. Diesen Urteilen liegt die Auslegung des Planfeststellungsbeschlusses als gebundene Genehmigung zugrunde und es bleibt unberücksichtigt, dass im Transportrecht nur die Sicherheit für den beantragten Transport und nicht für mehrere Transporte verschiedener Herkunft über lange Zeiträume geprüft wird. Eine anschließende Verfassungsklage der Stadt Salzgitter wurde ebenfalls abgewiesen.

Außerhalb des Planfeststellungsverfahrens wurde 1991 im Auftrag des Bundesumweltministeriums von der Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH eine Studie zu den Transporten veröffentlicht [GRS 1991]. Die Ergebnisse der Studie wurden kontrovers diskutiert [BFK 1992], [GÖK 1993]. Anfang 2010 wurde eine Aktualisierung dieser Studie veröffentlicht [GRS 2010]. Diese aktualisierte Studie wird in den folgenden Kapiteln bewertet.

### **3. Transportstudie Konrad der GRS**

Die folgende Bewertung der im Jahr 2009 aktualisierten Transportstudie Konrad der GRS [GRS 2010] erfolgt entsprechend den Kapiteln der GRS-Studie. Die Unterkapitel entsprechen dabei jeweils den Hauptkapiteln der GRS-Studie. Es werden jeweils kurz die Ergebnisse der GRS-Transportstudie ausgeführt und dann die Bewertung vorgenommen.

#### **3.1 Problemstellung und Zielsetzung**

##### GRS-Transportstudie

Die GRS führt aus, dass die für die Beförderung radioaktiver Stoffe zu treffenden Schutz- und Vorsorgemaßnahmen insbesondere durch die Höhe und Wahrscheinlichkeit potenzieller Strahlenexpositionen oder Kontaminationen bestimmt werden. Die Hauptzielsetzungen der GRS-Studie sind daher

1. Ermittlung und Bewertung der mit der normalen (unfallfreien) Anlieferung radioaktiver Abfälle verbundenen Strahlenexpositionen der Bevölkerung und des Transportpersonals
2. Abschätzung und Bewertung des mit der Abfallanlieferung verbundenen Transportunfallrisikos in der Standortregion des Endlagers Konrad, d. h. die Ermittlung der Häufigkeit und potenziellen radiologischen Auswirkungen etwaiger Transportunfälle in der Region mit dem höchsten Abfallbeförderungs- und Verkehrsaufkommen.

Es werden die Transporte zum Endlager Konrad für die ersten 10 Jahre des Einlagebetriebs betrachtet. Dabei wird davon ausgegangen, dass in diesem Zeitraum die bis 2007 bereits angefallenen Abfälle eingelagert werden. Auf Grundlage von Aussagen der Abfallerzeuger zu diesen Abfällen werden die Anlieferungsszenarien bezüglich der auf die Abfallbinde bezogenen sicherheitstechnischen Aspekte entwickelt.

Für den Antransport der Abfälle werden bezüglich der Verkehrsträger drei Anlieferungsszenarien betrachtet. Ein Szenario soll die nach gegenwärtigen Informationen realistische Verteilung der Transporte auf Schiene und Straße berücksichtigen. Die beiden anderen Szenarien sind die „Extremszenarien“, bei denen nur auf der Schiene oder nur auf der Straße transportiert wird.

Die GRS-Untersuchungen konzentrieren sich auf die Standortregion.

### Bewertung

Dem Grundansatz der Herangehensweise der GRS, speziell den Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen, ist zu widersprechen. Die für den Transport der radioaktiven Abfälle zu treffenden Schutz- und Vorsorgemaßnahmen sind nach den möglichen Strahlenbelastungen oder Kontaminationen während des normalen Transportes bzw. nach Transportunfällen zu treffen. Die Wahrscheinlichkeiten ihres Auftretens sind dabei zweitrangig, solange dem Auftreten keine Naturgesetze entgegenstehen bzw. Abläufe, die zu Strahlenbelastungen oder Kontaminationen führen, nicht vorstellbar sind.

Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen können aber bei einer Systembewertung teilweise dazu dienen festzustellen, wo Maßnahmen am wirkungsvollsten sind. Aus den Ergebnissen der GRS-Transportstudie kann zum Beispiel entnommen werden, dass die Unfallwahrscheinlichkeit für den Straßentransport höher ist als für den Schienentransport. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens hätte sich daher angeboten, den Abfallablieferern soweit möglich den Schienentransport vorzugeben.

Im Gegensatz zum Umgang der GRS mit dem Wahrscheinlichkeitsansatz zur Ermittlung des Gefahrenpotenzials für die Standortregion sind die beiden Hauptzielsetzungen der GRS-Studie, nämlich die Ermittlung von potenziellen Strahlenbelastungen für den unfallfreien Transport und nach Transportunfällen, sinnvoll.

Die Entwicklung der Anlieferungsszenarien auf Grundlage der Aussagen der Abfallerzeuger zu den bis Ende 2007 existierenden Abfällen bzw. Abfallgebinden ist dagegen ebenso wenig sinnvoll wie die Beschränkung der Gültigkeit der Studienergebnisse auf die ersten 10 Betriebsjahre des Endlagers. Es müssen für die Betriebszeit des Endlagers abdeckende Anlieferungsszenarien entwickelt werden.

Auch zum Zeitpunkt der Erstellung der GRS-Transportstudie 2009 war bekannt, dass die Abfallerzeuger anstreben, die zulässigen Werte für die Ortsdosisleistung und das Radioaktivitätsinventar durch Weiterentwicklung der Konditionierungs- und Verpackungsmethoden so weit wie möglich auszuschöpfen. Ebenfalls war klar, dass die Inbetriebnahme des Endlagers – zum damaligen Zeitpunkt – in frühestens 5 Jahren erfolgen würde und die Abfälle erst zum Teil soweit konditioniert waren, dass die Abfallgebindekonstellation zur Endlagerung schon klar war. Deshalb war auch 2009 zu erwarten, dass der größte Teil der Abfallgebinde bei der Anlieferung zum Endla-

ger einige Jahre später andere radiologische Eigenschaften haben wird als zum Zeitpunkt der Erhebung der GRS bei den Abfallablieferern.

Die Anlieferungsszenarien müssen deshalb für die erforderlichen abdeckenden Betrachtungen auf Grundlage der maximal zulässigen Ortsdosisleistung für den bestimmungsgemäßen Transport und dem damit sowie den übrigen Vorschriften vereinbaren maximal zulässigen Radioaktivitätsinventar für die Abfallbinde entwickelt werden. Die Betrachtungen wären dann unter Berücksichtigung der Genehmigungsbedingungen auch für die gesamte Betriebszeit des Endlagers gültig.

Die Entwicklung von einem realistischen und zwei Extremszenarien in Bezug auf die Aufteilung der Transporte auf die Verkehrsträger ist sinnvoll.

Die hauptsächliche Betrachtung der Standortregion ist ebenfalls sinnvoll. Zur Bewertung, ob Wege in die Region sinnvoll gewählt und Strahlenbelastungen reduziert werden können, müssen die Transportwege aber bundesweit analysiert werden.

### **3.2 Untersuchungsmethodik**

#### GRS-Transportstudie, Untersuchungsmethodik unfallfreier Transport

Für den bestimmungsgemäßen Transport werden die Strahlenbelastungen für mit dem Umschlag oder der Transportabwicklung befasste Arbeitskräfte und für Anwohner oder Passanten in der Nähe der Transportstrecke und des Umschlagortes ermittelt. Dafür wurden Analysen des Transportablaufs durchgeführt und auf dieser Grundlage Dosisabschätzungen für repräsentative Personen und Personengruppen, die besonders exponiert sind, vorgenommen. Dabei wird laut GRS-Studie teilweise „in konservativ vereinfachender Weise“ vorgegangen.

Die für Personen oder Personengruppen ermittelten potenziellen Strahlenbelastungen werden mit Grenzwerten bzw. relevanten Richt- und Erfahrungswerten sowie Strahlenbelastungen anderer Herkunft, einschließlich derjenigen natürlichen Ursprungs, verglichen.

#### Bewertung

Die in diesem Kapitel von der GRS grob beschriebene Methodik zur Ermittlung der Strahlenbelastungen für den bestimmungsgemäßen Transport ist sachgerecht und üblich. Direkte Messungen für Belastungen können nicht vorgenommen werden, da es sich um Transporte in der Zukunft handelt.

Der Vergleich der ermittelten Strahlenbelastungen mit Grenzwerten bzw. relevanten Richt- und Erfahrungswerten ist ebenfalls zielführend. Allerdings muss zusätzlich das Minimierungsgebot nach § 6 StrlSchV zur Bewertung herangezogen werden.

Zusätzlich wird von der GRS ein Vergleich mit Strahlenbelastungen anderer Herkunft, auch natürlichen Ursprungs, durchgeführt. Ein Vergleich mit Strahlenbelastungen anderer Herkunft (sprich außerhalb des kerntechnischen Bereichs) ist wegen anders gegebener Voraussetzungen methodisch nicht zulässig. Diese Strahlenbelastungen werden freiwillig akzeptiert, wie beispielsweise auch bei den von der GRS herangezogenen Flugreisen. Hier kann jede Person individuell steuern, wie oft sie diese Belastungen auf sich nehmen will.

Mit dem Vergleich mit natürlicher Strahlenbelastung wird auch oft suggeriert, wenn die durch eine Tätigkeit ermittelte Strahlenbelastung geringer ist, sei sie vernachlässigbar. In der GRS-Transportstudie wird der Vergleich nicht begründet und auch keine Hintergründe dazu ausgeführt. Auch durch natürliche Strahlenbelastungen können Krankheiten ausgelöst werden. Als Beispiel sei hier die für Transporte allerdings nicht relevante Belastung durch Radon genannt<sup>1</sup>. Natürliches Radon in Wohnungen verursacht in Europa neun Prozent aller Lungenkrebs- und zwei Prozent aller Krebstodesfälle [DARBY 2005] und in der Bundesrepublik Deutschland ungefähr fünf Prozent aller Lungenkrebssterbefälle pro Jahr [MENZLER 2006].

Auch für den Fall, dass die durch Transporte verursachte Strahlenbelastung geringer als die natürliche Strahlenbelastung ist, wirkt sie zusätzlich. Sie erhöht also die Gesamtbelastung der Personen und damit auch die Gefahr zu erkranken.

#### GRS-Transportstudie, Untersuchungsmethodik Transportunfälle

Für die Bewertung von möglichen Strahlenbelastungen nach einem Unfall wird von der GRS eine probabilistische Unfallrisikoanalyse durchgeführt. Bei dieser Vorgehensweise werden eine Schadenswahrscheinlichkeit und ein Schadensausmaß ermittelt und zur Ergebnisdarstellung gewissermaßen miteinander multipliziert (hier Darstellung in Form von Häufigkeitsverteilungen von Strahlenbelastungen). Die für die Durchführung einer solchen Risikoanalyse erforderlichen Vereinfachungen, Kategorisierungen und Festlegungen erfolgen nach GRS in einer „vorsichtig-konservativen, aber noch realitätsnahen Art und Weise“.

---

<sup>1</sup> Für den Betrieb von Konrad ist die Belastung durch Radon höchst relevant, da außer aus einem Teil der Abfallgebinde auch gesteinsbedingt viel Radon natürlichen Ursprungs in die übertägige Umgebung freigesetzt wird.

## Bewertung

Außer der Feststellung, dass mit der Unfallrisikoanalyse neben dem Schadensausmaß auch die Schadenswahrscheinlichkeit abgeschätzt werden kann, enthält die GRS-Studie keine Begründung für die Anwendung dieser Methode. Es wird auch versäumt, auf andere mögliche Analysemethoden hinzuweisen. Als Beispiel sei hier die Methode des „Maximal Credible Accident“ (MCA) genannt. Bei dieser Methode werden zunächst Gefahrenpunkte für die Transportstrecke identifiziert. Für diese Gefahrenpunkte werden dann die grundsätzlich physikalisch möglichen Belastungs- und Freisetzungsszenarien analysiert und, soweit für den Unfallablauf plausibel darstellbar, berücksichtigt. Die durch die freigesetzten radioaktiven Stoffe möglichen Strahlenbelastungen und Kontaminationen werden dann mit im Strahlenschutz üblichen Berechnungsverfahren (besser Abschätzungen) ermittelt. Auf Grundlage dieser abdeckenden Ergebnisse lassen sich alle notwendigen Vorsorgemaßnahmen ableiten. Diese Methodik wurde vom Autor dieser Studie in der Vergangenheit wiederholt eingesetzt, siehe zum Beispiel [GÖK 1992].

Im Gegensatz dazu ist die Anwendung der Unfallrisikoanalyse für die Entscheidung über Vorsorgemaßnahmen (bspw. im Rahmen des Notfallschutzes) gegen die Auswirkungen von schweren Verkehrsunfällen unzureichend. Bei Anwendung dieser Methodik werden schwere Unfälle, die physikalisch und technisch durchaus möglich sind, aufgrund der Vorgehensweise bei der Risikoermittlung nicht bis zur Ermittlung von Auswirkungen berücksichtigt. Gerade diese Unfälle können aber zu größeren Freisetzungsraten für radioaktive Stoffe führen.

Unfallrisikoanalysen haben nur dann einen umfassenderen Informationswert, wenn sie für jeden durchgeführten Schritt der Wahrscheinlichkeitsermittlung über eine breite und belastbare Datenbasis verfügen (siehe hierzu Kapitel 3.8). Dies stößt vor allem für schwere Unfälle und für die Betrachtung kleinerer Regionen wegen geringer Fallzahlen tatsächlicher Vorkommnisse an Grenzen. Außerdem sind erhältliche Daten für bestimmte Teilbereiche der Risikoanalyse meist nicht für den speziellen Zweck zusammengestellt. Deshalb müssen häufig zusätzliche Annahmen und Vermutungen berücksichtigt werden, durch die die Aussagesicherheit verringert wird.

Davon abgesehen, hilft die Ermittlung von Unfall- und Freisetzungswahrscheinlichkeiten auch für den praktischen Umgang mit den Transporten nicht weiter. Auch bei sorgfältigster Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten auf solider Datenbasis lässt sich nicht ausschließen, dass ein unwahrscheinlicher Unfallablauf aktuell eintreten kann. Unfallrisikoanalysen dieser Art sind daher nur zur Optimierung von Transportabläufen

zum Beispiel hinsichtlich der zu benutzten Transportmittel, Transportbehälter und Transportstrecken geeignet.

Um den Gesamtumfang einer komplexen Risikoanalyse handhabbar zu halten, ist es auch bei zur Verfügung stehenden heutigen Computerkapazitäten erforderlich, vereinfachende Annahmen zu machen (expert judgement). Dadurch wird das Ergebnis subjektiv beeinflusst.

Die scheinbare mathematische Darstellbarkeit des Unfallrisikos im Sinne des Produktes aus Schadenswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß erlaubt nicht den Schluss, es handele sich hier um ein objektives Ergebnis. Wie auch in Kapitel 3.8 gezeigt wird, unterliegt das Ergebnis vielfachen subjektiven Einflüssen.

Auch ein Transportunfall ohne Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus den Abfällen ist aus Sicht der Stadt Salzgitter ein relevanter Unfall. Zunächst ist ja nicht klar, ob durch den Unfall radioaktive Stoffe freigesetzt werden oder worden sind. Bei Identifizierung der Warntafeln mit der UN-Nummer bzw. des entsprechenden Radioaktivitätszeichens muss die Feuerwehr zunächst davon ausgehen und kann erst nach Messungen Entwarnung für den Katastrophenschutz geben.

Die GRS betrachtet kein Schadensausmaß nach terroristischen Akten. Dies ist vor dem Hintergrund der Tätigkeiten von Terrorgruppen in Europa und der Bedrohungssituation auch für die Bundesrepublik Deutschland [ZIERCKE 2011] ein Versäumnis. Bei einer entsprechenden Betrachtung wäre allerdings ausschließlich eine deterministische Vorgehensweise möglich, weil menschengesteuerte Abläufe dieser Art keiner Wahrscheinlichkeitsbetrachtung zugänglich sind. Diesem Aspekt müsste mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Siehe hierzu Kapitel 4 dieser Stellungnahme.

### **3.3 Bewertungsgrundlagen**

#### GRS-Transportstudie, herangezogene Regelwerke

Als Bewertungsgrundlagen für die Durchführung der Transporte werden von der GRS die gefahrgutrechtlichen Transportvorschriften, die atomrechtlichen Transportvorschriften und die Endlagerungsbedingungen Konrad herangezogen. Darin sind Vorschriften für die Art der Verpackung, die Notwendigkeit der Transportgenehmigung und die Kontrolle der Einhaltung der Bedingungen der Genehmigung enthalten.

Außerdem enthalten die gefahrgutrechtlichen Vorschriften und die Endlagerungsbedingungen Konrad Grenzwerte für die Dosisleistung an der Oberfläche und in bestimmtem Abstand von Transportbehältern und Transportmittel.

### Bewertung

Mit den gefahrgut- und atomrechtlichen Vorschriften sowie den Endlagerbedingungen Konrad sind außerhalb des personenbezogenen Strahlenschutzes alle für den Transport radioaktiver Abfälle wesentlichen Regelwerke als Bewertungsgrundlage herangezogen.

### GRS-Transportstudie, Bewertungsgrundlage unfallfreier Transport

In Bezug auf Strahlenschutz enthalten die oben genannten Vorschriften keine personenbezogenen Grenzwerte. Deshalb war die Heranziehung weiterer, nicht nur transportbezogener Vorschriften, erforderlich. Für die Strahlenbelastungen von Personen während des bestimmungsgemäßen Transports bezieht sich die GRS auf die Basic Safety Standards der IAEA und auf die Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) und gibt folgende Werte an:

	Individualdosisgrenzwerte [mSv/a]	
	Arbeitskräfte	Bevölkerung
Effektive Dosis	20	1
Äquivalentdosis		
- Augenlinse	150	15
- Haut	500	50
- Extremitäten	500	-

**Tabelle 1:** Personendosisgrenzwerte für Arbeitskräfte und Bevölkerung [GRS 2010]

### Bewertung

Für den unfallfreien bzw. bestimmungsgemäßen Transport sind die von der GRS herangezogenen Grenzwerte für Personen unvollständig. Für die Festlegung des Bewertungsmaßstabes muss auch die Strahlenschutzverordnung herangezogen werden. Für Transporte darf kein geringerer Sicherheitsstandard gelten als für orts-

festen Anlagen. Außerdem werden die Randbedingungen für einige der Grenzwerte nicht vollständig genannt. Insgesamt ist folgendes zu kritisieren:

- ◆ Die IAEA-Empfehlungen enthalten einen Grenzwert für Beschäftigte in regelmäßig genutzten Arbeitsbereichen, der von GRS nicht berücksichtigt wird. Dieser Wert beträgt 5 mSv/a und muss mit konservativen Modellen abgeschätzt werden [IAEA 2005, Par. 563]. Das kann zum Beispiel für Rangierbahnhöfe relevant sein.
- ◆ Für die maximal zulässige Dosis für strahlenexponiert beschäftigte Arbeitskräfte von 20 mSv/a wird von GRS angegeben, dass es sich dabei um einen Mittelwert über 5 Jahre handle. Das trifft nach ICRP auch zu. Für Transporte in der Bundesrepublik muss hier aber die Strahlenschutzverordnung herangezogen werden. In § 55 Abs. 1 ist dort der Grenzwert von 20 mSv/a absolut festgelegt, von dem nur im Einzelfall nach Zulassung der zuständigen Behörde abgewichen werden darf [BMU 2008].
- ◆ Neben dem allgemeinen Grenzwert von 20 mSv/a enthält die Strahlenschutzverordnung in § 55 Abs. 3 einen Grenzwert für Arbeitskräfte unter 18 Jahren von 1 mSv/a [BMU 2008]. Auch dieser ist hier einschlägig.
- ◆ Neben den von der GRS nach ICRP genannten Grenzwerten für Organdosen bei Arbeitskräften schreibt die Strahlenschutzverordnung für weitere Organe einzuhalten Grenzwerte vor. Es hätte dargelegt werden müssen, warum diese nicht berücksichtigt werden.
- ◆ Der Grenzwert für die effektive Dosis bei Personen aus der Bevölkerung wird von GRS ohne weitere Hinweise mit 1 mSv/a angegeben. Damit wird nahegelegt, dass dieser Wert allein für Belastungen durch Transporte gilt. Dem ist jedoch nicht so. In den IAEA-Empfehlungen war bis 2003 ausdrücklich aufgeführt [IAEA 2003, Par. 306] und ab 2005 indirekt durch die konservativ zu unterstellenden Randbedingungen gefordert [IAEA 2005, Par. 563], Strahlenbelastungen auch aus anderen künstlichen Quellen zu berücksichtigen. Auch in der Strahlenschutzverordnung ist dies in § 46 Abs. 3, sinngemäß auf Transporte übertragbar, so festgelegt [BMU 2008].
- ◆ Völlig außer Acht lässt die GRS bei den Bewertungsmaßstäben das Minimierungsgebot nach § 6 StrlSchV. Danach müssen auch unterhalb der Grenzwerte Strahlenbelastungen so gering wie möglich gehalten werden [BMU 2008].

In Bezug auf den von der GRS herangezogenen Grenzwert von 1 mSv/a (§ 46 StrlSchV) für die Bewertung der Strahlenbelastungen durch die Transporte ist darauf hinzuweisen, dass damit eine höhere Strahlenbelastung als zulässig angese-

hen wird, als das für Anwohner ortsfester Anlagen mit 0,3 mSv/a (§ 47 StrlSchV) der Fall ist.

### GRS-Transportstudie, Bewertungsgrundlage Transportunfälle

In Bezug auf Unfälle während des Transportes zieht die GRS den Störfallplanungswert von 50 mSv aus § 49 StrlSchV als Bewertungsmaßstab heran.

### Bewertung

In den Vorschriften zu Transporten radioaktiver Stoffe gibt es weder national noch international die Festlegung eines Grenzwertes für Transportunfälle. Die GRS hat für die Bewertung der Auswirkungen von Transportunfällen als Bewertungsmaßstab die 50 mSv aus § 49 StrlSchV herangezogen. Dies ist aus rechtlicher Sicht grundsätzlich sachgerecht. Es soll hier aber darauf hingewiesen werden, dass dieser Wert bei der Novellierung der Strahlenschutzverordnung im Jahr 2001 zu hoch festgelegt wurde.

Der Wert von 50 mSv widerspricht der bisherigen Systematik von Grenzwerten in der Strahlenschutzverordnung (alt). Der Störfallplanungswert hat sich bisher an der zulässigen Jahresdosis für strahlenexponierte Beschäftigte orientiert. Da diese in der novellierten Strahlenschutzverordnung von 2001 wegen neuerer Erkenntnisse im Strahlenschutz von 50 mSv/a auf 20 mSv/a gesenkt wurde, hätte auch der Störfallplanungswert gesenkt werden müssen. Die damalige Bundesregierung hatte aus Vorsorgegründen auch einen Wert von 20 mSv/a vorgesehen [BMU 2000], konnte sich aber im Bundesrat im Rahmen des Gesetzgebungsverfahrens nicht durchsetzen.

Auch in Bezug auf Transportunfälle ist bezüglich der Strahlenbelastungen das Minimierungsgebot der Strahlenschutzverordnung heranzuziehen.

## **3.4 Art und Volumen konradgängiger radioaktiver Abfälle**

### GRS-Transportstudie

Nach GRS-Studie sollen laut Planung des Bundesamtes für Strahlenschutz (Genehmigungsinhaber Konrad) jährlich 2.300 Transporteinheiten mit einschichtigem Einlagerungsbetrieb in das Endlager eingelagert werden. Je nach den angelieferten Behältertypen entspricht das zwischen 10.000 m<sup>3</sup> und 12.000 m<sup>3</sup> Abfallgebinder Volumen. Bei 230 Betriebstagen im Jahr werden wöchentlich 50 Transporteinheiten angeliefert.

Es wird bis zum Jahr 2040 von einem endzulagernden Abfallvolumen von 280.000 m<sup>3</sup> ausgegangen. Ende 2007 lagen etwa 120.000 m<sup>3</sup> in allerdings noch nicht endlagerfähiger Form vor.

Bezüglich der Abfallarten und der Abfall- und Transportbehältertypen werden in der GRS-Studie auszugsweise die vorläufigen Endlagerungsbedingungen des BfS von 1995<sup>2</sup> dargestellt.

Die GRS führte bei den Abfallproduzenten eine Datenerhebung zum Abfallbestand in Deutschland 2007/8 durch. Dabei wurden die Abfallherkunft, die Abfallart, die Fixierungs- und Konditionierungsform, die Verpackungsform, Aktivitätsinventar und Nuklidzusammensetzung, die Masse des Abfallgebundes sowie die Ortsdosisleistung des Abfallgebundes erhoben.

Es wird ausgeführt, dass sich die Planung der Konditionierung und Verpackung zum Zeitpunkt der Erhebung in unterschiedlichen Stadien befand und nicht alle Abfallablieferungspflichtigen über bereits endlagergerechte Abfallgebunde verfügten. Die Abfälle befanden sich zum Teil im teilkonditionierten Zustand. Ggf. wurden von den Abfallablieferern eventuelle Absichten zur endgültigen Verpackung benannt. Auf dieser Grundlage wurden für diese Abfälle ergänzende Abschirmrechnungen durchgeführt und die Daten durch vergleichende Betrachtungen komplettiert. Die Angaben zum Radioaktivitätsinventar bezogen sich in der Regel auf den Zeitpunkt der Erfassung der Abfälle und sind damit wegen des Zerfalls abdeckend. Alle Daten wurden in einer Datenbank gesammelt und 153 sogenannte Referenzabfälle gebildet.

Zu den bereits existierenden Abfällen enthält die von der GRS aufgebaute Datenbank 20.400 Transporteinheiten. Diese wurden auf die jährlich vorgesehene Anlieferungszahl von 2.300 Transporteinheiten normiert und auf bestimmte Behältertypen bezogen.

### Bewertung

Art und Volumen der zu transportierenden radioaktiven Abfälle sind eine wichtige Grundlage für die Auswirkungen der Transporte im unfallfreien Verkehr und bei Unfällen.

Die Planungen des BfS zur Einlagerung und die vorläufigen Endlagerungsbedingungen sind in der GRS-Transportstudie richtig wiedergegeben.

---

<sup>2</sup> Hinweis: Diese Endlagerungsbedingungen wurden im Jahr 2011 neu veröffentlicht [BFS 2010]. Die Änderungen gegenüber 1995 sind für die Transportstudie aber nicht wesentlich.

Der Sinn der von der GRS durchgeführten Datenerhebung zu den Abfällen ergibt sich nur aus dem Ziel, eine probabilistische Unfallrisikoanalyse durchführen zu wollen. Für Analysen dieser Art wird nach Stand von Wissenschaft und Technik eine möglichst realistische Darstellung angestrebt. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung war jedoch bereits klar, dass nur ein Teil der Abfälle soweit konditioniert und verpackt ist, dass es sich bereits um den Zustand für die Endlageranlieferung handelt.

Die Aussage der GRS, „nicht alle Ablieferungspflichtigen verfügten über bereits endlagergerecht konditionierte und verpackte Abfälle“ ist zudem eher irreführend. Die Abfallproduzenten selbst haben zum Zeitpunkt der GRS-Erhebung öffentlich erklärt, dass sie kaum endlagergerecht konditionierte Abfälle besitzen [OEHMIGEN 2008]. Es ist sogar fraglich, inwieweit die von GRS erhobenen Daten bei der aus damaliger Sicht für 2014/15 vorgesehenen Inbetriebnahme des Endlagers noch als Grundlage für die Transportstudie geeignet waren. Der von der GRS berücksichtigte größte Abfallablieferer, das Forschungszentrum Karlsruhe bzw. HDB, verfügt auch 2012 noch nicht über endlagerfertig verpackte Abfälle. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch weitgehend konditionierte Abfälle zur Erfüllung der Endlagerungsbedingungen umgepackt werden müssen [BERTRAM 2012]. Nach Angaben der GNS existierten auch im Bereich der Energieversorgungsunternehmen 2010 nur relativ wenige Abfallgebände, die in ihrem Zustand unmittelbar endlagerungsfähig gewesen sind [JTK 2010]. Dies gilt im Jahr 2012 nach wie vor.

Das bedeutet, dass ein größerer Teil der Abfälle für die Endlagerung neu verpackt bzw. vielleicht sogar neu konditioniert wird. Damit verändern sich entscheidende Randbedingungen für den Integritätsverlust von Abfallbinden und damit für die Möglichkeit der Freisetzung. Auch die Strahlungsintensität an der Oberfläche der Behälter bzw. in deren Nähe kann sich deutlich verändern.

### **3.5 Radiologische Charakterisierung der Abfall- und Transportbehälter**

#### GRS-Transportstudie

Die in die Untersuchungen der GRS zum unfallfreien Transport und in die Unfallrisikoanalyse einfließenden radiologischen Daten (Radioaktivitätsinventar und Dosisleistung) wurden von der GRS ebenfalls im Rahmen der Datenabfrage bei den Abfallproduzenten erhoben.

Aus den Angaben wurde eine Häufigkeitsverteilung der mittleren Radioaktivität pro Transporteinheit gebildet. Der Variationsbereich für das mittlere Radioaktivitätsin-

ventar beträgt acht Größenordnungen. Von den auf 2.300 normierten Transporteinheiten enthielten 125 ein Radioaktivitätsinventar von mehr als  $1 \cdot 10^{13}$  Bq.

Aus den Angaben wurde auch eine Verteilung der Ortsdosisleistungen an der Oberfläche und in einem bestimmten Abstand von den Gebinden ermittelt. Von den ca. 27.000 Abfallbehältern erreichen 10 % eine Ortsdosisleistung in einem bestimmten Abstand, die den zulässigen Wert um mehr als die Hälfte ausschöpft. Beim Transport können sich die Ortsdosisleistungswerte zwar auf der einen Seite durch den Transport von mehreren Behältern auf einem Wagen leicht erhöhen. Andererseits sinken sie aber durch zusätzliche Abschirmung und/oder Entfernung auf dem Transportfahrzeug. Der von der GRS als Vergleich herangezogene Wert der natürlichen Umgebungsstrahlung kann noch in Entfernungen von 40 m überschritten werden.

#### Bewertung der Datenerhebung

Die Verarbeitung der bei den Abfallproduzenten erhobenen Daten kann mit den Angaben in der GRS-Studie nur begrenzt nachvollzogen werden. Es wird nicht deutlich, wie viele Daten auf Messungen an weitgehend konditionierten Abfallgebinden beruhen und wie viele Daten auf Abschätzungen mit fiktiv angenommener Verpackung beruhen. Im zweiten Fall wird die Angabe mit nicht unerheblicher Unsicherheit behaftet sein.

#### Bewertung zum Radioaktivitätsinventar

Die GRS gibt für das Radioaktivitätsinventar in den transportierten Abfallgebinden Mittelwerte an. Für einen Teil der Abfallgebinde bzw. Transporteinheiten ist das Inventar also bereits für die von der GRS auf Grundlage der Abfallabliefererangaben charakterisierten Abfallgebinde größer als die von ihr angegebenen Werte. Wie groß die maximalen von GRS ermittelten Radioaktivitätsinventare in welchen Behältertypen sind, lässt sich der GRS-Transportstudie nicht entnehmen. Es erfolgt auch keine Zuordnung von Abfallgebindeinventaren zu Behälter- bzw. Verpackungstypen.

Bis zur Inbetriebnahme von Konrad 2019 oder später wird die Ausschöpfung der für die Abfallgebinde zulässigen Radioaktivitätsinventare in den dann endgültig verpackten Gebinden weiter erhöht werden [BRODOCH 2011]. Dies wird durch geschickte Kombination von Abfällen und Behältern, andere Konditionierungs-/Verpackungsmethoden oder andere geometrische Anordnungen in den Behältern angestrebt. Die von der GRS erhobene Datenbasis wird damit in weiten Teilen nicht mehr zutreffend sein. Dadurch wird die bereits zur GRS-Transportstudie von 1991 während

## Transportstudie Konrad

---

des Erörterungstermins erfolgte Aussage bestätigt, dass die einzig sinnvolle Vorgehensweise für die Ermittlung möglicher Auswirkungen der Transporte zum Endlager die Unterstellung der zulässigen und physikalisch theoretisch möglichen Maximalwerte für das Radioaktivitätsinventar und für die Ortsdosisleistung der Abfallgebinde ist [INTAC 1997]. Das gilt auf jeden Fall bezüglich möglicher Auswirkungen von Transportunfällen, die Ausgangspunkt für vorsorglich zu planende Notfallmaßnahmen sein sollen.

In der Diskussion im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zu Konrad wurde für Unfallbetrachtungen ein Radionuklidinventar für einen bestimmten Abfallgebindetyp von  $1,9 \cdot 10^{12}$  Bq Cs-137 unterstellt [INTAC 1997].<sup>3</sup> Da in der GRS-Transportstudie keine konkreten Nuklidvektoren für die angegebenen mittleren Radioaktivitätsinventare genannt werden und auch keine Zuordnung der Inventare zu den von der GRS gebildeten Abfallgebindegruppen erfolgt, ist hier kein direkter Vergleich der unterstellten Inventare möglich. Es kann aber festgestellt werden, dass das oben genannte unterstellte Cs-Inventar bei den von der GRS angegebenen Mittelwerten in ca. 25 % der Abfallgebinde abgedeckt ist und noch Spielraum für in [INTAC 1997] nicht berücksichtigte andere Radionuklide bleibt.

Sogenannte realistische Betrachtungen unter Berücksichtigung von zum Zeitraum für Transporte tatsächlich vorhandenen Abfallgebinde können ergänzend durchgeführt werden. Dies ist vor allem sinnvoll, wenn mit der oben vorgeschlagenen abdeckenden Betrachtung mit Maximalwerten die herangezogenen Grenzwerte beim unfallfreien oder unfallbetroffenen Transport radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad weitgehend ausgeschöpft werden. Dann wäre eine Einschätzung des Sicherheitsabstandes zwischen Strahlenbelastungen bei Transporten mit aktuell realen Abfallgebinden und den Grenzwerten möglich. Daraus können weitere Schlussfolgerungen für zu treffende Vorsorgemaßnahmen gezogen werden.

Bei der Festlegung des Radioaktivitätsinventars der transportierten Abfallgebinde wird von der GRS offenbar nur das Radioaktivitätsinventar der Abfälle berücksichtigt. Die Abfallproduzenten haben jedoch das Ziel, radioaktiv kontaminierte Materialien zur Verfestigung von Abfällen und für Schüttgut zur Hohlraumverfüllung in den Abfallbehältern zu benutzen. Es gibt keine Hinweise darauf, dass dies in der GRS-Transportstudie berücksichtigt wurde. Ebenfalls von der GRS unberücksichtigt bleibt offenbar die beabsichtigte Nutzung von Gussbehältern, die aus kontaminierten/akti-

---

<sup>3</sup> Diese Betrachtung erfolgt hier im Hinblick auf die in Kapitel 3.8.4 behandelte Quelltermbestimmung für Unfälle.

vierten Metallen hergestellt werden. Der Beitrag dieser Radioaktivität zum Radioaktivitätsinventar eines Gebindes ist zwar vermutlich klein im Vergleich zu den Abfällen selbst, aber ohne weitere Ermittlung der entsprechenden Radioaktivitätswerte ist das nicht vernachlässigbar.

### Bewertung zu Ortsdosisleistungen

Durch die oben genannte zunehmende Ausschöpfung der zulässigen Werte für das Radioaktivitätsinventar werden auch teilweise die zulässigen Werte für die Ortsdosisleistungen an den Behälteroberflächen und in bestimmten Entfernungen von den Behältern weiter ausgeschöpft. Das bedeutet, dass die aus den unterstellten Ortsdosisleistungen ermittelten Strahlenbelastungen ebenfalls zunehmen. Deshalb gilt auch für die Ortsdosisleistungen, dass für die Betrachtungen zur Transportsicherheit eine Orientierung an den zulässigen Werten sinnvoll ist.

Bei der Festlegung der Ortsdosisleistung wurde das oben genannte zusätzliche Radioaktivitätsinventar durch radioaktive Verfestigungsmatrix, Schüttgut und Gussbehälter offenbar ebenfalls nicht berücksichtigt. Der Beitrag dieser Quellen zur Ortsdosisleistung eines Gebindes ist zwar vermutlich klein im Vergleich zu den Abfällen selbst, darf aber ebenfalls ohne Abschätzung der möglichen Dosisleistungswerten nicht vernachlässigt werden.

## **3.6 Transportszenarien und Beförderungsmodalitäten**

### **3.6.1 Transportszenarien**

#### GRS-Transportstudie

Für die Transportszenarien wird eine jährliche Anlieferung von 2.300 Transporteinheiten unterstellt. Deren Anlieferung erfolgt über die Schiene oder über die Straße. Nach den Auskünften der Abfallablieferer im Rahmen der Datenerhebung der GRS wird von einer Anlieferung von 80 % der Transporteinheiten mit der Bahn und 20 % mit dem LKW ausgegangen. Daraus folgen im Mittel pro Woche 40 Transporteinheiten über die Schiene und 10 Transporteinheiten über die Straße. Das entspricht wöchentlich etwa 8 Schienentransporten und maximal 10 Straßentransporten.

Zur Darstellung der Bandbreite werden von der GRS auch die Extremszenarien "vollständige Anlieferung über die Schiene" und "vollständige Anlieferung über die Straße" betrachtet. Es ergäben sich für den vollständigen Transport über die Schiene

etwa 10 Transporte und bei vollständigen Transport über die Straße maximal 50 Transporte pro Woche.

### Bewertung

Die Zugrundlegung von einem realistischen und zwei theoretischen, die Möglichkeiten begrenzenden Transportszenarien für die Anlieferung über Schiene und Straße ist sinnvoll. Ob das Szenario 80 % Schiene und 20 % Straße tatsächlich realistisch ist bzw. die Grundlage, auf der die GRS die Verkehrsträgeraufteilung festgelegt hat, belastbar ist, muss allerdings hinterfragt werden. Da die tatsächlichen Verkehrsträgeranteile für die angelieferten Transporteinheiten in der von der GRS angewendeten Methodik für die Wahrscheinlichkeit von Unfällen in der Region mit größeren Freisetzungen radioaktiver Stoffe relevant ist, wird die Aufteilung im Folgenden soweit möglich geprüft.

Die Verkehrsträgeraufteilung 80 % Schiene zu 20 % Straße wurde auch schon in der Transportstudie der GRS aus dem Jahr 1991 angegeben [GRS 1991]. Damals war noch die Anlieferung und Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle aus den Wiederaufarbeitungsanlagen im Ausland vorgesehen. Diese Abfälle hatten einen Anteil von etwa 50 % aller Transporteinheiten zum Endlager und sollten vollständig über die Schiene angeliefert werden [GRS 1991]. Seit einigen Jahren steht fest, dass diese Abfälle nicht mehr in die Bundesrepublik geliefert werden. Deshalb vergrößern sich die Anteile der deutschen Abfallablieferer.

Bei den Abfallablieferern auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vor 1990 hat sich bezüglich der Möglichkeit mit Bahn oder LKW zum Endlager zu transportieren grundsätzlich seit 1991 nicht viel verändert. Als großer Abfallablieferer mit Bahnanschluss ist aus den neuen Bundesländern die EWN GmbH in Greifswald hinzugekommen. Nach einer Abschätzung auf Grundlage von Angaben des BMU [BMU 2011] beträgt der Anteil von EWN am Gesamtanfall von radioaktivem Abfall aber deutlich weniger als 10 %. Das heißt, die mit der Bahn transportierten Abfälle aus Greifswald erreichen bei weitem nicht den Anteil, der 1991 für Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland prognostiziert wurde. Insofern müsste aus heutiger Sicht von einem höheren LKW-Anteil bei den Anlieferungen zum Endlager Konrad ausgegangen werden als das 1991 der Fall war.

Die von der GRS festgelegte Aufteilung wäre andererseits plausibel, wenn als Bewertungsgrundlage allein herangezogen wird, welche Anlagen der Abfallablieferer einen Schienenanschluss haben und aus diesen Anlagen dann auch ausschließlich

per Bahn transportiert wird. Es gibt aber keine vorgegebenen Randbedingungen für die Anlieferung der radioaktiven Abfälle (z.B. im Planfeststellungsbeschluss), in deren Rahmen die Nutzung eines bestimmten Verkehrsträgers vorgeschrieben ist. Die Wahl des Verkehrsträgers durch die Abfalllieferer wird deshalb von anderen logistischen und ökonomischen Aspekten beeinflusst. Deshalb ist die Aufteilung der Transporte auf die Verkehrsträger keinesfalls allein durch die Situation bestimmt, ob an einem Standort ein Schienenanschluss zur Verfügung steht oder nicht.

Als Grundlage für eine angenommene realistische Aufteilung zwischen Schiene und Straße eignet sich eher eine diesbezügliche Analyse von in den letzten 10 Jahren durchgeführten Transporten radioaktiver Abfälle und anderer nach § 16 StrlSchV in größerem Umfang transportierter radioaktiver Stoffe. Der GRS wäre als Auftragnehmer des Bundesumweltministeriums eine Erhebung der Aufteilung sicher möglich gewesen. Für nicht im Regierungs- oder Betreiberauftrag tätige Gutachter ist dies im erforderlichen Umfang nicht möglich. Die Informationen zu den Transporten sind nur in sehr beschränktem Umfang zugänglich [INTAC 2011]. Deshalb kann hier nur aufgrund von Indizien bewertet werden, ob die Aufteilung (80% Schiene / 20 % Straße) realistisch ist. Dazu wurden einige Beispiele recherchiert.

1. Beispiel: In Duisburg-Wannheim betreibt die Gesellschaft für Nuklear-Service (GNS) Konditionierungsanlagen und Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle. Dort werden Abfälle auch nach den Endlagerungsbedingungen Konrad konditioniert. Nach Angaben des Duisburger Stadtrates wurden laut einem Artikel der WAZ zwischen 2005 und März 2010 von 134 Transporten zur Anlieferung radioaktiver Abfälle 56 über die Schiene und 78 über die Straße durchgeführt. Von 223 Abtransporten mit überwiegend konditionierten radioaktiven Abfällen fanden 69 über die Schiene und 154 über die Straße statt [DUI 2010]. Mit diesen Informationen kompatibel ist auch die Angabe, dass in den letzten Jahren monatlich durchschnittlich 2 Transporte mit Zügen und 5 Transporte mit LKW stattgefunden haben [BEZD 2012a]. Nach einer Auskunft der Bezirksregierung Düsseldorf kann abgeschätzt werden, dass einem Zug durchschnittlich etwas mehr als 4 Transporteinheiten und einem LKW maximal 2 Transporteinheiten zugerechnet werden können [BEZD 2012b]. Daraus folgt ein Verhältnis der transportierten Einheiten über Schiene und Straße von ca. 50 % zu 50 % für diesen Standort.

2. Beispiel: Im Rahmen der Stilllegung des Atomkraftwerkes in Rheinsberg fanden bis 2010 259 Transporte radioaktiver Reststoffe und Abfälle nach Greifswald statt. Davon wurden 193 mit LKW und 66 mit der Bahn transportiert [BBG 2010]. Das ent-

spricht einem Verhältnis zwischen Schiene und Straße von ca. 25 % zu 75 % für diesen Standort.

3. Beispiel: In Baden-Württemberg wurden von oder zu den Standorten Karlsruhe, Neckarwestheim, Philippsburg und Obrigheim zwischen 2000 und 2010 insgesamt etwa 600 Transporte radioaktiver Abfälle durchgeführt. Davon wurde nur ein geringer Teil über die Schiene oder im Kombiverkehr absolviert [BA-WÜ 2010]. Die Standorte Karlsruhe, Philippsburg und Obrigheim verfügen über einen Schienenanschluss.

Die vorstehenden Beispiele zeigen, dass auch bei vorhandenen Schienenanschlüssen die Transporte keinesfalls überwiegend mit der Bahn stattfinden. Ein Vergleich des Verhältnisses von Schienen- zu Straßentransportzahl zwischen dem von GRS für die Konradanlieferung angenommenen und dem der Beispiele legt nahe, dass die Abfalltransporte zum Endlager in erheblich größeren Umfang über die Straße stattfinden könnten als es in der GRS-Transportstudie unterstellt ist. Dies hat Auswirkungen auf die Gesamtunfallwahrscheinlichkeit (siehe Kapitel 3.8.3) bzw. auf das von der GRS als Ergebnis ermittelte Gesamtrisiko (siehe Kapitel 3.8.6) für das „realistische“ Anlieferungsszenario.

### **3.6.2 Beförderungsmodalitäten**

#### GRS-Transportstudie, Beförderungsmodalitäten Bahn

Die GRS geht davon aus, dass die Anlieferung über die Schiene im Rahmen des Regelgüterverkehrs stattfindet und keine Ganzzüge (Züge nur mit radioaktiven Abfällen) eingesetzt werden. Durch den Transport von zwei Einheiten pro Eisenbahnwagen und die Unterstellung von 2 – 3 Wagons pro Zug ergeben sich etwa 8 Schienentransporte pro Woche.

Alle Abfallwagons werden zunächst vom Abfalllieferer über einen oder mehrere andere Rangierbahnhöfe zum Rangierbahnhof Seelze bei Hannover und von dort zum Übergabebahnhof Beddingen geführt. Von Seelze über Lehrte und Peine nach Beddingen verkehren täglich 5 Züge mit 30 bis 40 Wagons. Nach der Übernahme der Wagons durch die Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter AG in Beddingen wird ein Zug mit bis zu 8 Wagons zunächst zum Übergabegleis vor das übertägige Gelände von Schacht Konrad 2 und dann auf das Gelände selbst gefahren. Auf dem Übergabebahnhof und bis zum Endlagergelände ist die Geschwindigkeit der Züge auf 25 km/h begrenzt.

In der GRS-Studie werden die Abläufe auf dem Rangierbahnhof Seelze und dem Übergabebahnhof Beddingen beschrieben, die hier nicht im Einzelnen wiedergegeben werden sollen. Der Aufenthalt von Wagons wird für Seelze mit 3 – 6 Stunden angegeben. Für Beddingen wird von der GRS in diesem Kapitel keine Angabe gemacht. In einem späteren Kapitel werden ohne Spezifizierung 1 – 2 Stunden angegeben. Aufenthaltsdauern für das Übergabegleis werden ebenfalls nicht angegeben.

### Bewertung

Die GRS-Studie enthält keine Angaben, ob aus dem Osten oder Südosten kommende Züge die Standortregion bereits auf ihrem Weg nach Seelze durchfahren. Das kann immerhin zwei Abfalllieferer betreffen, von denen eine größere Zahl von Transporten zu erwarten ist, EWN in Greifswald und das Forschungszentrum in Rossendorf. Durch die Erhöhung der Streckenkilometer ergäbe sich auch eine Erhöhung der Unfallwahrscheinlichkeit. Es ist nicht klar, ob die Raillon AG dies nicht als mögliche Strecke angegeben hat oder ob dies von der GRS nicht berücksichtigt wurde.

Die für den Rangierbahnhof Seelze angegebene maximale Aufenthaltszeit für Wagons von 6 Stunden erscheint aufgrund früherer Erfahrungen und der geringen Zugfrequenz nach Beddingen nicht für jeden Fall abdeckend.<sup>4</sup> Für den Übergabebahnhof Beddingen macht die GRS in Kapitel 7.1 eine unspezifizierte Angabe über Standzeiten von 1 – 2 Stunden und für das Übergabegleis keine Angabe. Eine Überprüfung bzw. Feststellung der Standzeiten ist ohne Einsicht in die der GRS zur Verfügung stehenden Angaben der Raillon AG nicht möglich. Dies ist jedoch aufgrund früherer Erfahrungen nicht realisierbar.

Mit Ausnahme der beiden vorstehenden Aspekte sind die Angaben der GRS zu den Beförderungsmodalitäten nachvollziehbar.

### GRS-Transportstudie, Beförderungsmodalitäten LKW

Auf einem LKW können in Abhängigkeit vom Behältertyp 1 – 2 Transporteinheiten transportiert werden. Daraus ergeben sich für das „realistische“ Anlieferungsszenario maximal 10 LKW-Transporte pro Woche.

---

<sup>4</sup> In Kapitel 7.1 der GRS-Studie entsteht der Eindruck, dass für die Ermittlungen der Strahlenbelastungen durch den unfallfreien Transport sogar nur 1 – 2 Stunden berücksichtigt wurden. Dies wird in der hier vorgelegten Stellungnahme nicht weiter problematisiert, da sie sich auf die Belange von Salzgitter beschränkt.

Die Straßentransporte erfolgen über überörtliche Straßen wie Autobahnen und Bundesstraßen.

### Bewertung

Die Angaben der GRS zu den Beförderungsmodalitäten für LKW sind nachvollziehbar. Es fehlen jedoch konkrete Angaben über die möglichen Transportstrecken in der Region. Insbesondere hätten Ausweichmöglichkeiten für den Fall einer Sperrung der Autobahn A 39 in Bezug auf mögliche Gefahrenpunkte bewertet werden müssen.

In der GRS-Transportstudie fehlt auch eine Betrachtung der Situation, dass es zu Problemen bei der Abfertigung von LKW auf dem Schachtgelände kommt, durch die auch eine Verbringung der Abfallgebände in das Pufferlager nicht möglich ist. Da die LKW ca. 10 Stunden unterwegs sein können, ist eine rechtzeitige Unterbindung des Transportes nicht unbedingt möglich. Theoretisch wäre für diesen Fall ein längerer Aufenthalt auf der dem Abzweig Lebenstedt-Nord auf die K 39 nahe gelegenen (zurzeit noch in Bau befindlichen) Tank- und Rastanlage „Salzgitterhüttenblick“ möglich. Hierfür wäre zumindest eine kurze Gefahrenabschätzung sinnvoll gewesen.

### GRS-Transportstudie, Beförderungsmodalitäten allgemein

Die Anlieferung von Abfällen zum Endlager erfolgt nach Voranmeldung des Abfallablieferers und Abruf des Endlagerbetreibers.

Die Transporteinheiten dürfen ein jeweiliges Gesamtgewicht von 20 Mg nicht überschreiten. Es kann sich dabei um Container oder um Tausch- bzw. Transportpaletten mit ein bis zwei zylindrischen Behältern handeln.

Die GRS stellt fest, dass die Zahl der Transporte der radioaktiven Abfälle in der Standortregion im Vergleich zum übrigen Güterverkehr gering ist.

### Bewertung

Durch den vorgeschriebenen Abruf der Abfälle durch den Endlagerbetreiber zum Transport zum Endlager können größere „Staus“ von Abfalltransporten in der Endlagerregion in der Regel vermieden werden. Die Bereitstellung von Abfallgebänden beim Abfallablieferer, deren Abruf durch den Endlagerbetreiber und die Einlagerung unter Berücksichtigung der Einlagerungsbedingungen – zum Beispiel hinsichtlich Wärmeentwicklung, Spaltsoffinventar usw. – ist jedoch ein komplexer Vorgang bei dem Verzögerungen auftreten können. Dadurch und durch andere Annahmeprobleme auf dem Schachtgelände können längere als geplante Aufenthaltszeiten von

Wagons auf dem Übergabebahnhof Beddingen oder dem Übergabegleis vor dem Schachtgelände bzw. von LKW in der näheren Umgebung nicht ausgeschlossen werden.

Die Darstellungen der GRS zu den Transporteinheiten entsprechen den Angaben des BfS.

Die Zahl der Abfalltransporte zum Endlager wird in der stark durch Industrie geprägten Region im Vergleich zum übrigen Güterverkehr gering sein. Diese Feststellung darf jedoch nicht bedeuten, dass auf Vorsorgemaßnahmen in der Region deshalb sowieso verzichtet werden kann.

### **3.7 Strahlenexposition der Bevölkerung und des Transportpersonals**

Auf die in der GRS-Studie für den bestimmungsgemäßen Transport ermittelten Strahlenbelastungen für Personen aus der Bevölkerung außerhalb des Stadtgebietes von Salzgitter wird hier nicht eingegangen, da hier hauptsächlich die Belange der Stadt Salzgitter bewertet werden sollen. Es gibt allerdings aufgrund von nicht unmittelbar nachvollziehbaren Annahmen der GRS Hinweise, beispielsweise am Rangierbahnhof Seelze und am Übergabebahnhof Beddingen, dass die möglichen Strahlenbelastungen für Personen aus der Bevölkerung unterschätzt werden.

Auf Strahlenbelastungen für das Transportpersonal wird nur für den Übergabebahnhof Beddingen eingegangen. Der Bahnhof befindet sich zwar nicht auf dem Stadtgebiet von Salzgitter, es liegt aber nahe, dass zumindest ein Teil des Personals in Salzgitter wohnt.

Es sei aber auch in Bezug auf das Transportpersonal des Rangierbahnhofs Seelze und auf LKW-Fahrer darauf hingewiesen, dass nicht alle Annahmen der GRS hierzu unmittelbar plausibel sind.

#### GRS-Transportstudie zu Strahlenbelastungen

Die GRS weist in der Transportstudie darauf hin, dass bereits in einer Entfernung von 30 – 40 m vom Transportfahrzeug die Strahlenbelastung in der gleichen Höhe wie die Belastung durch die natürliche Umgebungsstrahlung sei.

Für Anwohner der Transportstrecken wurde bei der Ermittlung der Strahlenbelastung ständiger Aufenthalt der Person im Freien an einem fiktiven Ort im Abstand von 5 m bzw. 10 m von Straße oder Schiene unterstellt. Bei 5 % der passierenden Transporte

wurden verkehrsbedingte Haltezeiten von 2 Minuten (Straße) bzw. 5 Minuten (Schiene) angenommen. Für das nach GRS-Angaben realistische Transportszenario (80 % Schiene / 20 % Straße) hat die GRS eine Strahlenbelastung von maximal 0,02 mSv/a für Personen ermittelt. Bei den Anlieferungsszenarien 100 % Schiene und 100 % Straße wird jeweils ein Maximalwert von 0,025 mSv/a genannt.

Für Personal des Übergabebahnhofs Beddingen werden von der GRS für das 80 % / 20 % Szenario Strahlenbelastungen bis zu 0,32 mSv/a und für 100 % Schiene bis 0,4 mSv/a ermittelt.

Für die Arbeiter in der Schlackenverwertung wird bei einer Entfernung von 50 m und einer Aufenthaltszeit von weniger als 30 Minuten während eines Transportes eine Strahlenbelastung von 0,003 mSv/a angegeben. Dabei wird zusätzlich unterstellt, dass ein Arbeiter nur bei 10 % der Transporte belastet wird, da nicht während jedem Aufenthalt am betrachteten Ort ein Abfalltransport auf dem Übergabegleis vor der Einfahrt auf das Schachtgelände steht.

Die GRS geht bei allen Betrachtungen von einem Einschichtbetrieb für die Einlagerung von Abfällen in das Endlager aus.

### Bewertung allgemein

Der Hinweis der GRS, dass die Strahlenbelastung durch ein Transportfahrzeug mit radioaktiven Abfällen in 30 – 40 m Entfernung genauso groß sei wie die der natürlichen Umgebungsstrahlung, ist wenig hilfreich. Nach von internationalen Gremien wie zum Beispiel der ICRP und der IAEA anerkanntem Wissensstand zum Strahlenschutz gibt es für stochastische Schäden keine Schwellendosis. Das hat zur Folge, dass die Strahlenschäden im Niedrigdosisbereich nach dem linearen Strahlen-Wirkungs-Zusammenhang zwar gering sind, sich in einem Abstand von 40 m mit den Annahmen der GRS gegenüber der Situation ohne Transporte aber immerhin verdoppeln.

In der GRS-Transportstudie wird – wie bisher offiziell vom BfS angekündigt – von einem Einschichtbetrieb bei der Einlagerung in das Endlager ausgegangen. Der Planfeststellungsbeschluss gilt jedoch auch für einen Zweischichtbetrieb und es ist auch eine entsprechende Errichtung des Endlagers vorgesehen. Die ermittelten Strahlenbelastungen könnten sich im Falle eines Zweischichtbetriebes für alle im Folgenden betrachteten Betroffenen verdoppeln. Darauf hätte von der GRS zumindest hingewiesen werden müssen.

## Transportstudie Konrad

---

Von Seiten der Abfallablieferer (sowohl staatlichen Forschungszentren als auch den privaten EVU) wird großer Druck für eine Inbetriebnahme von Konrad so schnell wie möglich ausgeübt. Die vor allem von den EVU zusätzlich einzurichtenden Zwischenlagerkapazitäten sind vom Inbetriebnahmezeitpunkt für Konrad abhängig, da die existierenden Kapazitäten nicht für alle anfallenden Abfälle ausreichen [BRÖSKAMP 2012]. Überlegungen zu den Zeiträumen der bei Stilllegung anfallenden Abfälle sind in den Planfeststellungsunterlagen zu Konrad nicht enthalten und auch nicht öffentlich bekannt. Die Situation verschärft sich durch die parallele Stilllegung von acht Reaktoren und den damit gleichzeitig anfallenden großen Mengen radioaktiver Abfälle. Die großen Mengen fallen wahrscheinlich in den ersten 10 bis 15 geplanten Normalbetriebsjahren von Konrad an. Ein Zweischichtbetrieb kann zumindest in dieser Zeit nicht ausgeschlossen werden.

Für die durch die Transporte in der Umgebung von Konrad strahlenbelasteten Personen ist zu berücksichtigen, dass sie auch durch die radioaktiven Abgaben beim Betrieb des Endlagers betroffen sein können. Dadurch können sich insgesamt durchaus relevante Strahlenbelastungen ergeben. Für den von der GRS zur Bewertung der Strahlenbelastung durch die Transporte herangezogenen Wert von 1 mSv/a ist nach § 46 Abs. 1 StrlSchV die Berücksichtigung aller nach Atomgesetz und Strahlenschutzverordnung genehmigten Tätigkeiten erforderlich (§ 46 Abs. 3 StrlSchV). Darauf wird in der GRS-Transportstudie nicht eingegangen.

Zusätzlich zu den Strahlenbelastungen aus den Transportvorgängen sind deshalb nachstehend beschriebene Belastungen aus dem Betrieb von Konrad zu berücksichtigen. An der ungünstigsten Stelle beträgt die im Planfeststellungsverfahren vom Behördengutachter abgeschätzte potenzielle Strahlenbelastung für die Abluft während des Konradbetriebes bis zu 0,037 mSv/a durch Freisetzungen aus dem Abfall und bis zu 0,051 mSv/a bei Berücksichtigung aller anthropogen verursachten Abgaben aus Konrad. Für das Abwasser beträgt die potenzielle Strahlenbelastung bis zu 0,115 mSv/a durch Freisetzungen aus dem Abfall und bis zu 0,620 mSv/a mit Berücksichtigung aller anthropogen verursachten Abgaben. [NMU 2002]

### Bewertung bzgl. Transportstreckenbewohner

Die für Anwohner der Schienen-Transportstrecke von der GRS für 100 % Schienen-transport ermittelte Strahlenbelastung (0,025 mSv/a) beträgt etwas mehr als die Hälfte der 1991 ermittelten Strahlenbelastung für die gleiche Personengruppe (0,04 mSv/a). Der Rückgang dürfte weitgehend mit dem Rückgang der jährlich angelieferten Transporteinheiten von 3.400 auf 2.300 zusammenhängen. Nähere Ana-

lysen sind mit den Angaben in der GRS-Transportstudie nicht möglich. Warum in der GRS-Transportstudie ein Vergleich der Strahlenbelastung dieser Personengruppe mit der 1991 ermittelten Strahlenbelastung von 0,2 mSv/a für Anwohner des Rangierbahnhofs Braunschweig vorgenommen wurde, ist nicht nachvollziehbar. Es handelt sich um völlig unterschiedliche Belastungssituationen. Der Vergleich ist lediglich geeignet, eine starke Abnahme der möglichen Strahlenbelastung zu suggerieren.

Die von der GRS für den Straßentransport unterstellten Randbedingungen und deren Auswirkungen auf die Ergebnisse sind nicht alle plausibel. Die GRS-Annahme, dass nur 5 % der Straßentransporte von verkehrsbedingten Haltezeiten an Ampeln betroffen sind, ist nicht nachvollziehbar. Erfahrungsgemäß dürfte der Prozentsatz von LKW, die auf eine rote Ampel treffen, wesentlich höher sein.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Annahme des Aufenthalts eines Anwohners am fiktiven Ort bei jedem Transport zwar konservativ ist, aber mangels zu begründender realer Aufenthaltsdauer auch notwendig ist. Insofern entspricht diese Annahme der GRS lediglich den Forderungen der Strahlenschutzverordnung für ortsfeste Anlagen (§ 46 Abs. 3 StrlSchV) und ist keine zusätzliche Konservativität.

Für Personen aus der an der Transportstrecke wohnenden Bevölkerung ist mit der von GRS ermittelten Strahlenbelastung die Ausschöpfung des Grenzwertes nach § 46 Abs. 1 StrlSchV (1 mSv/a) sehr gering. Durch Berücksichtigung der oben benannten längeren Haltezeiten würde sich daran nichts wesentlich ändern.

Die Betrachtung der GRS zur Strahlenbelastung dürfte bei Berücksichtigung der von ihr unterstellten radiologischen Charakterisierung der Abfallgebinde und Beförderungsmodalitäten insgesamt abdeckend für Aufenthalte von Personen aus der Bevölkerung an der Transportstrecke sein. Aufgrund der möglichen Orte für arbeitsbedingten Aufenthalt und ihrer Entfernung vom Gleiskörper gilt das auch für Mitarbeiter des Güterverkehrszentrums nördlich von Beddingen und des VW-Werkes an der Industriestraße Nord (K 39) [ORT 2012].

Nach § 46 Abs. 3 StrlSchV müssen auch die oben genannten, aber von der GRS nicht beachteten Strahlenbelastungen durch die radioaktiven Abgaben während des Betriebes von Konrad berücksichtigt werden. Die Anwohner der Transportstrecken wohnen zwar nicht in der Hauptwindrichtung für die radioaktiven Abgaben mit der Luft, deshalb kann diese Belastung jedoch nicht völlig ausgeblendet werden. Das gilt auch, wenn mit den Abgaben über die Abluft der Grenzwert für Strahlenbelastungen von Personen noch nicht weitgehend ausgeschöpft wird. Sofern ein Anwohner von

## Transportstudie Konrad

---

den radioaktiven Abgaben mit dem Abwasser betroffen ist (und das ist bei allgemeinen Strahlenschutzbetrachtungen zu unterstellen) wird der Grenzwert durch diese potenzielle Strahlenbelastung mit bis zu 0,115 mSv/a durch Freisetzungen aus dem Abfall und bis zu 0,620 mSv/a bei Berücksichtigung aller anthropogen verursachten Abgaben weitergehend ausgeschöpft. Wenn hierzu die potenziellen Strahlenbelastungen durch die Transportvorgänge addiert werden bleibt der Wert zwar immer noch unterhalb des Grenzwertes, ist für die betroffenen Personen aber insgesamt schon bedenkenswert. Es sei aber darauf hingewiesen, dass es sich um eine hypothetische Strahlenbelastung handelt.

Im Rahmen des für diese Bewertung der GRS-Transportstudie gegebenen Auftragsumfangs können hier keine eigenen Erhebungen für Ortsdosisleistungen in unterschiedlichen Entfernungen von Behältern und keine Berechnungen der dadurch verursachten Strahlenbelastungen für Personen vorgenommen werden. Es können hier lediglich grob die zu erwartende Erhöhung der Strahlenbelastungen durch die weitergehende Ausschöpfung der Gefahrgutgrenzwerte angegeben werden.

Der GRS-Transportstudie ist nicht direkt zu entnehmen, ob es sich bei den Beispielen in den Abbildungen 5.6 und 5.7 für Verläufe der Ortsdosisleistung mit zunehmendem Abstand vom Transportfahrzeug um eher maximale, mittlere oder relativ geringe Ortsdosisleistungswerte für das von GRS erhobene Abfallgebindingespektrum handelt. In Verbindung mit anderen Abbildungen ist zu vermuten, dass es eher mittlere Werte sind. Da auch viele weitere Annahmen nicht in der Studie dokumentiert sind, die bei der Ermittlung der Strahlenbelastung für Personen von der GRS berücksichtigt wurden, ist es nur schwer möglich aus diesen Abbildungen Werte für relevante Entfernungen bei Abfallgebindingen mit einer Ausschöpfung der Gefahrgutgrenzwerte abzuleiten.

Abfallgebindinge, die den Grenzwert der Gefahrgutverordnung für die Dosisleistung in 2 m Abstand von der Außenfläche des Transportfahrzeuges knapp unterschreiten, halten in der Regel auch die entsprechenden Grenzwerte für die Oberfläche und in bestimmtem Abstand vom Behälter ein. Unter Berücksichtigung der von der GRS ermittelten Verläufe der Ortsdosisleistung in den Abbildungen 5.6 und 5.7 kann für den Fall der Ausschöpfung der Gefahrgutwerte durch die Abfallgebindinge in erster Näherung grob von einer Verdopplung der Strahlenbelastung am von der GRS unterstellten Aufenthaltsort für Anwohner an der Transportstrecke in 5 m Entfernung ausgegangen werden. Der Grenzwert nach § 46 StrlSchV würde durch die Transporte zwar mehr als vorher, aber immer noch in relativ geringem Umfang ausgeschöpft.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Grenzwert aus der Strahlenschutzverordnung für die Strahlenbelastung von Personen aus der Bevölkerung für Anwohner der Transportstrecken auch bei Berücksichtigung der vorstehenden Kritikpunkte klar unterschritten wird. Aber selbst die ohne Berücksichtigung des Abwasserpfades von Konrad relativ geringe Strahlenbelastung ist nicht generell unschädlich. Deshalb sollte der Aufenthalt an der Transportstrecke während des Vorbeifahrens von Zügen mit radioaktiven Abfällen möglichst vermieden werden.

#### Bewertung bzgl. Personen aus der Bevölkerung bei ungeplanten Aufenthalten

In der GRS-Studie werden während des Transportes kurze, verkehrsbedingte Aufenthalte der Fahrzeuge berücksichtigt (z.B. Ampel bei LKW-Verkehr oder Signal bei Bahnverkehr). Dabei wird für 5 % der Transporte ein Aufenthalt von 2 Minuten (Straße) bzw. 5 Minuten (Schiene) angenommen. Nicht betrachtet werden Situationen, in denen es zu längeren unplanmäßigen Aufenthalten kommt. Mögliche Situationen sind zum Beispiel:

- ◆ Staus wegen Überlastung der Strecken,
- ◆ Sperrung der Strecke wegen eines kurz vor Ankunft des Transportfahrzeuges geschehenen Unfalls unter Beteiligung anderer Fahrzeuge,
- ◆ Blockade des Transportes durch Demonstrationen.

*Stausituationen* wegen Überlastung der Strecken sind hauptsächlich beim Antransport per LKW möglich. Auf der Schiene dürfte dies – wenn überhaupt – nur auf der Hauptstrecke Hannover-Braunschweig möglich sein. Diese Strecke verläuft jedoch nördlich von Salzgitter, außerhalb des Stadtgebietes. Bei einem Stau im LKW-Verkehr wegen Überlastung der Straßen ist nicht von einer Aufenthaltsdauer von mehr als einer Stunde auszugehen.

In einer solchen Situation sind hauptsächlich die Personen betroffen, die in Fahrzeugen in unmittelbarer Nähe des Transportfahrzeuges zum Stehen kommen. Für eine mitfahrende Person in einem Kraftfahrzeug kann der Abstand zum auf dem LKW befindlichen Container mit radioaktiven Abfällen bei ungünstiger Konstellation ca. 2 m betragen. Bei Ausschöpfung der nach den Endlagerungsbedingungen für Konrad zulässigen Dosisleistung könnte die Strahlenbelastung beim Aufenthalt von einer Stunde (bei Berücksichtigung der Abschirmwirkung eines zusätzlichen Transportcontainers) knapp 0,1 mSv betragen. Unter Berücksichtigung des in Abbildung 5.7 der GRS-Transportstudie dargestellten Verlaufes der aufgrund der vorgenommenen radiologischen Charakterisierung der Abfallbinde unterstellten Dosisleistung in Ab-

hängigkeit vom Abstand [GRS 2010] wäre die Strahlenbelastung in 2 m Abstand ca. 0,023 mSv.

Diese Strahlenbelastungen sind im Vergleich zum von der GRS für die Bewertung herangezogenen Wert von 1 mSv/a relativ gering. Sie ist aber bereits über dem Wert von 0,01 mSv/a, der international – auch von offiziellen Gremien – nicht mehr als generell vernachlässigbar angesehen wird.

Die betroffenen Personen befinden sich zufällig zu dieser Zeit an diesem Ort und werden in der Regel keine weiteren Strahlenbelastungen aus dem Betrieb von Konrad (einschließlich Transporten) erhalten. Würde das Transportfahrzeug am von der GRS berücksichtigten Aufenthaltsort von Transportstreckenwohnern zum Stehen kommen, würde sich deren Strahlenbelastung einmalig um den genannten Wert erhöhen.

Die *Sperrung* einer Strecke wegen eines kurz zuvor erfolgten Unfalls könnte bis zu einigen Stunden dauern. Befinden sich Personen in der Nähe des Transportfahrzeuges ist davon auszugehen, dass der Zugführer bzw. der LKW-Fahrer die Polizei verständigt<sup>5</sup> und der Zugang zur näheren Umgebung des Transportfahrzeuges verhindert wird. In diesem Fall würde es zu einer Strahlenbelastung weit unter den bisher genannten Werten kommen. Sollten keine Absperurmaßnahmen stattfinden, so ist eine Strahlenbelastung bei einem Abstand von 2 m im Bereich der oben für den Stau genannten Dosis mal der Stundenzahl des Aufenthalts möglich. Bei 3 Stunden wären das im Falle der Ausschöpfung der Endlagerungsbedingungen Konrad durch das transportierte Abfallgebilde mehr als 0,2 mSv und bei Berücksichtigung der GRS-Annahmen (Abb. 5.7 in [GRS 2010]) ca. 0,07 mSv. Diese Strahlenbelastungen liegen noch unter dem von der GRS für die Bewertung herangezogenen Wert von 1 mSv/a, der wird aber zumindest bei Berücksichtigung der zulässigen Dosisleistungen bereits in nicht unerheblichem Umfang durch dieses singuläre Ereignis ausgeschöpft.

Die betroffenen Personen befinden sich auch hier zufällig zu dieser Zeit an diesem Ort und werden in der Regel keine weiteren Strahlenbelastungen aus dem Betrieb von Konrad (einschließlich Transporten) erhalten. Würde das Transportfahrzeug am von der GRS berücksichtigten Aufenthaltsort von Transportstreckenwohnern zum Stehen kommen, würde sich deren Strahlenbelastung einmalig um den genannten Wert erhöhen. Wären diese Anwohner zusätzlich von radioaktiven Abgaben aus dem

---

<sup>5</sup> Dies müsste allerdings in den Anweisungen für das Transportpersonal festgeschrieben sein.

Endlager betroffen, könnte deren gesamte Strahlenbelastung für das Jahr des Ereignisses in der Nähe des Grenzwertes von 1 mSv/a nach § 46 StrlSchV liegen.

Die Inbetriebnahme des Bergwerkes Konrad als Endlager für radioaktive Abfälle wird in der Region von einem großen Teil der Bevölkerung abgelehnt. Transporte von radioaktiven Stoffen werden bundesweit kontrovers diskutiert. Demonstrationen bis hin zu *Blockaden* von Transporten radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad wären deshalb nicht unerwartet. Wird eine solche Blockade unterstellt, ist ein längerer Aufenthalt von Personen in unmittelbarer Nähe des Transportfahrzeuges möglich. Solange keine Polizei vor Ort ist, kann der Abstand von Personen zum Transportfahrzeug 2 m oder weniger betragen. Nach erfolgter Absperrung durch die Polizei dürfte der Abstand auf jeden Fall mehr als 5 m betragen. Wird während der Blockade ein Aufenthalt von 3 Stunden in einem für diesen Zeitraum mittleren Abstand von 5 m unterstellt, so könnte die Strahlenbelastung bei die zulässigen Dosisleistungswerte ausschöpfende Abfallgebinden deutlich mehr als 0,1 mSv und bei den von der GRS unterstellten Bedingungen 0,018 mSv betragen.

Bei den Personen, die von dieser Strahlenbelastung betroffen sind, ist eher davon auszugehen, dass sie in Salzgitter wohnen und je nach Wohnort auch über einen anderen Pfad durch Konrad belastet werden. Allerdings handelt es sich bei Blockaden um selbst verursachte zusätzliche Strahlenbelastungen, die bei einem Vergleich mit Grenzwerten anders zu bewerten sind.

*Insgesamt* zeigt sich, dass durch ungeplante Transportunterbrechungen durchaus Strahlenbelastungen auftreten können, die nicht vernachlässigbar sind und teilweise Überlegungen zu Minimierungsmöglichkeiten erforderlich machen.

#### Bewertung bzgl. Personal Schlackenverwertung

Die von der GRS ermittelte Strahlenbelastung für in der Schlackenverwertung beschäftigte Personen ist mit 0,003 mSv/a sehr gering.

Fraglich ist jedoch die Annahme zum Abstand von 50 m zum Übergabegleis für arbeitende Personen. Das zur Schlackenverladung genutzte Anlagengelände befindet sich in einem Abstand von höchstens 20 m zum Übergabegleis. Da aber hier kein Aufenthalt bei jedem Transport zu unterstellen ist und die Entfernung vom Übergabegleis unter Berücksichtigung der Verringerung der Dosisleistung deutlich größer als die unterstellten 5 m für Anwohner ist, dürfte die Strahlenbelastung durch die Betrachtung zur anwohnenden Bevölkerung abgedeckt sein.

### Bewertung bzgl. Personal Übergabebahnhof Beddingen

Für Personal des Übergabebahnhofs Beddingen wurden von der GRS bereits mit den von ihr unterstellten Ortsdosisleistungswerten mögliche Strahlenbelastungen von 0,32 mSv/a für das 80/20-Szenario ermittelt. Dieser Wert schöpft die zulässige Strahlenbelastung für Personen aus der Bevölkerung von 1 mSv/a (§ 46 StrlSchV) bereits zu einem Drittel aus.

Die von der GRS ermittelte Strahlenbelastung von 0,32 mSv/a liegt über dem Grenzwert von 0,3 mSv/a nach § 47 StrlSchV für Anwohner von Atomanlagen durch Belastungen mit Abluft oder Abwasser. Das bedeutet, es handelt sich um eine unter Strahlenschutzaspekten sehr relevante Strahlenbelastung.

Zusätzlich ist die während des Betriebes von Konrad durch die radioaktiven Abgaben verursachte Strahlenbelastung zu berücksichtigen. Die oben genannten Werte für Abluft und Abwasser können nicht ohne Weiteres zu dem von der GRS für Personen des Personals vom Übergabebahnhof Beddingen addiert werden, da sich der Bahnhof nur selten in der Windrichtung von Konrad befindet und die Belastungswerte für die Abluft bei ganzjährigem Aufenthalt gelten. Wenn die Personen jedoch in der Nähe von Konrad wohnen, kann sich die Strahlenbelastung bei ungünstigen Annahmen dennoch in relevantem Umfang erhöhen.

Nicht relevant sind die Ausführungen der GRS, dass die ermittelte Strahlenbelastung unterhalb des nach § 55 StrlSchV zulässigen Wertes von 20 mSv/a für strahlenexponiert Beschäftigte liegt. Beim Personal des Übergabebahnhofs Beddingen soll es sich nach allen bisher bekannten Informationen nicht um strahlenexponiert Beschäftigte nach § 54 StrlSchV handeln, für die eine ständige Registrierung der Strahlenbelastung und medizinische Überwachung gefordert ist. Das Personal des Übergabebahnhofs Beddingen ist deshalb als Teilgruppe der allgemeinen Bevölkerung zu betrachten.

Die GRS hat für die Ermittlung der Strahlenbelastungen offenbar einen reibungslosen Ablauf im Übergabebahnhof Beddingen unterstellt. Das ist nicht konservativ. Es ist zwar unregelmäßig, aber doch mehrere Male im Jahr von unplanmäßig längeren Aufenthalten auszugehen. Dies kann beispielsweise durch Probleme bei der Abfertigung der ankommenden Wagons im übertägigen Bereich des Endlagers oder witterungsbedingt der Fall sein.

Die ohnehin schon relativ hohe von der GRS ermittelte Strahlenbelastung würde sich durch die notwendigen Konservativitäten bei der Festlegung der berücksichtigten Radioaktivitätsinventare für die Abfallgebinde und den damit verbundenen Dosisleistungen in der Nähe der Transportfahrzeuge weiter erhöhen. Damit wäre der Grenzwert von 1 mSv/a (§ 46 Abs. 1 StrlSchV) schon sehr weitgehend ausgeschöpft.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass nach § 6 StrlSchV bereits für die von der GRS ermittelte Strahlenbelastung Maßnahmen zur Minimierung der Belastung des Personals auf dem Übergabebahnhof Beddingen erfolgen müssen. Bei Berücksichtigung zusätzlicher Konservativitäten wegen der Unsicherheit bestimmter GRS-Annahmen sind entsprechende Vorsorgemaßnahmen umso mehr geboten.

### **3.8 Transportunfallrisiko**

#### **3.8.1 Generelle Vorgehensweise**

##### GRS-Transportstudie

Die GRS will das Spektrum unfallbedingter Strahlenbelastungen erfassen und gleichzeitig die Häufigkeit quantifizieren, mit der bestimmte radiologische Unfallauswirkungen auftreten. Die Häufigkeit hängt nach GRS insbesondere von

- ◆ der Häufigkeit, mit der Unfallbelastungen unterschiedlicher Art und Ausmaß auf Abfallgebinde einwirken,
- ◆ dem Verhalten eines Abfallbehälters und der darin befindlichen Abfallprodukte in Bezug auf das Freisetzungverhalten unter unfallbedingten Lasteinwirkungen,
- ◆ dem Aktivitätsinhalt und der Anzahl der betroffenen Abfallgebinde und
- ◆ der Häufigkeit, mit der unterschiedliche atmosphärische Ausbreitungs- und Ablagerungsbedingungen vorliegen, die ihrerseits die luftgetragenen und abgelagerten Schadstoffkonzentrationen und damit die potenziellen radiologischen Auswirkungen beeinflussen.

Darüber hinaus werden in diesem Kapitel weitere allgemeine Randbedingungen und Vorgehensweisen dargestellt.

## Bewertung

Inwieweit in der GRS- Transportstudie tatsächlich das mögliche Spektrum von Unfallauswirkungen aufgezeigt wird und welche Faktoren für die Eintrittshäufigkeit herangezogen werden, wird in den folgenden Unterkapiteln bewertet.

### **3.8.2 Behälterversagen und Freisetzungsverhalten**

#### GRS-Transportstudie zu Behälterbelastungen

Die Unfallbelastungen von Transportfahrzeugen und Transportbehälter werden in 9 Belastungsklassen eingeteilt, mit denen das Spektrum möglicher Unfallbelastungen „hinreichend“ erfasst wird. Drei der Klassen sind ausschließlich mit mechanischen Belastungen durch unterschiedliche Aufprallgeschwindigkeiten bis zu 110 km/h auf eine harte Fläche verbunden. Nach Meinung der GRS konservativ wird dabei für eine Belastungsklasse immer nur die obere Geschwindigkeit unterstellt und Verringerungen der Aufprallgeschwindigkeit durch das Verhalten und den Aufbau des Transportfahrzeuges vernachlässigt. Als ebenfalls konservativ wird von der GRS die Annahme der harten Fläche benannt.

In drei Klassen wird zusätzlich zu der mechanischen eine thermische Belastung durch ein Feuer bei 800°C über 0,5 Stunden und in drei weiteren Klassen zusätzlich zu der mechanischen eine thermische Belastung durch ein Feuer bei 800°C über 1 Stunde berücksichtigt. Dabei wird von vollständiger Umschließung des Abfallgebundes durch das Feuer ausgegangen. Unfälle, bei denen nur Brände auftreten, werden in die beiden unteren mechanischen Belastungsklassen eingeordnet.

## Bewertung

Die konservativen Annahmen der GRS bei der mechanischen Belastung sorgen zwar dafür, dass die Beschädigungen der Abfallgebunde bei einem Teil der Belastungskonfigurationen überschätzt werden. Andererseits sind diese Annahmen aber auch notwendig, um für die betrachteten Belastungsklassen überhaupt abdeckende Aussagen für Belastungen nach einem Aufprall zu bekommen. Deshalb können diese Konservativitäten auch nicht als Kompensation für einen Aufprall mit wesentlich höherer Geschwindigkeit angesehen werden.

Die von der GRS genannten weiteren Konservativitäten (Überschätzung der Aufprallgeschwindigkeit, Härte der Aufprallfläche, Vernachlässigung von Dämpfung) sind zwar für viele Unfallsituationen relevant, aber nicht für alle. Insofern ist die Argumen-

tation der GRS zwar für die von ihr angewendete Methodik plausibel, sie ist aber nicht zutreffend, wenn die Ermittlung von plausibel maximal möglichen Auswirkungen eines Unfalls das Ziel ist.

Für die mechanischen Belastungen wird von der GRS nur der Aufprall auf eine harte Fläche unterstellt. Der Aufprall auf dornartige Strukturen und Quetschbelastungen werden nicht problematisiert. Diese mechanischen Lasteinträge können aber schon bei erheblich geringeren Geschwindigkeiten zu einem Behälterversagen und damit auch zu Freisetzungen führen. Gerade bei Unfällen im Bahnverkehr sind solche Belastungen möglich. Die von der GRS angeführten Konservativitäten können hierfür keine Kompensation bieten.

Die für die Belastungsklassen mit Brand von der GRS angenommenen Randbedingungen für Wärmeübertragungsparameter und Umhüllung sind konservativ. Mit den unterstellten Feuertemperaturen und Branddauern wird auch ein hoher Anteil von bei Unfällen im Freien real auftretenden thermischen Belastungen abgedeckt. Längere Branddauern und höhere Temperaturen (z.B. bei Beteiligung bestimmter Kohlenwasserstoffverbindungen) können aber nicht ausgeschlossen werden. Beispielsweise hat am 20. März 1985 in Hannover der Zusammenstoß zweier Züge in Flankenfahrt auf freier Strecke stattgefunden, bei dem nach Aufprall ein Folgebrand von Superbenzin auftrat. Der Brand war erst nach 2,5 Stunden unter Kontrolle und dessen Hauptbrandherd nach 3,5 Stunden gelöscht [GÖK 1991]. Die Behauptung, dass diese Unfallbelastungen durch die GRS-Annahme 800°C über eine Stunde abgedeckt sind, kann nicht bewiesen werden.

Entsprechende sind in anderen Studien in der Vergangenheit auch Branddauern von mehr als eine Stunde festgestellt und Feuertemperaturen von 1.000°C unterstellt worden [CLARKE 1976], [BATTELLE 1981], [PSE 1985], [GÖK 1990].

Zusammenfassend muss festgestellt werden: Durch die neun Belastungsklassen wird zwar ein großer Teil, aber nicht das ganze für die Behälter mögliche Belastungsspektrum abgedeckt. Dies gilt sowohl für mechanische, wie auch für thermische Belastungen.

#### GRS-Transportstudie zu Freisetzung radioaktiver Stoffe

Die zu transportierenden Abfallgebinde werden, orientiert am Freisetzungsverhalten, acht verschiedenen Abfallgebindegruppen zugeordnet. Die Gruppen enthalten unterschiedliche Kombinationen konditionierter Abfälle mit Behälertypen.

Unter Heranziehung von experimentellen Laboruntersuchungen und theoretischen Modellen zum Freisetzungverhalten werden für die jeweiligen Abfallbindegruppen unter Berücksichtigung der Belastungsklassen die potenziellen Freisetzungsteile aus den Abfallbinden genannt. Die Freisetzungsteile werden für zwei Nuklidgruppen (Aerosole und Gase) getrennt für alle Behälterklassen in Tabellen dargestellt.

Für die Abfallbinde, die aufgrund ihrer Kombination von konditioniertem Abfallprodukt und Behälter die nach den Endlagerungsbedingungen höchsten zulässigen Radioaktivitätsinventare haben [BFS 2010], sind in der GRS-Transportstudie für rein mechanische Belastungen Freisetzungsteile von  $3 \cdot 10^{-6}$  und bei zusätzlicher thermischer Belastung bis zu  $4 \cdot 10^{-3}$  im Partikelgrößenbereich bis zu  $10 \mu\text{m}$  angegeben.

### Bewertung

Die Zuordnung der Kombinationen von konditionierten Abfällen und Behältertypen zu den Abfallbindegruppen wurde für die Phase 2 dieser Stellungnahme näher betrachtet.

Zunächst fällt auf, dass in die Abfallbindegruppe 2 metallische Abfälle und nicht fixierte verfestigte ehemals flüssige Abfälle eingeordnet wurden. Bei den ehemals flüssigen Abfällen handelt es sich zum Beispiel um getrocknete Verdampferkonzentrate. Die von der GRS unterstellte gleiche Freisetzungseigenschaft ist für diese beiden Abfallarten zumindest nicht unmittelbar nachvollziehbar.

Ebenfalls nicht nachvollziehbar ist, dass für die Abfallbindegruppe 8 (Abfälle in Gussbehältern) die Freisetzungseigenschaft für alle Arten von Abfällen gleich sein soll. Dies wäre nachvollziehbar, wenn die Gussbehälter in keiner Unfallsituation versagen würden und lediglich durch die Dichtungen Freisetzungen stattfinden könnten. Diese Annahme ist zumindest für die Belastungsklassen mit einer Aufprallgeschwindigkeit von über  $80 \text{ km/h}$  fraglich.

Die sonstige Zuordnung erscheint plausibel. Inwieweit sie auch bei der anschließenden Ermittlung der Freisetzungsteile sachgerecht umgesetzt wurde, lässt sich mit den Angaben in der GRS-Transportstudie nicht nachvollziehen. Zur weiteren Ermittlung der Freisetzungsteile werden in der GRS-Transportstudie mit Ausnahme eines Literaturhinweises zu Versuchen mit mechanischer Belastung von zwei Abfallarten [LAN 2007] keine Angaben gemacht. In den Tabellen 8.2 und 8.3 der GRS-

Transportstudie werden dann Freisetzunganteile aufgeführt. Ihr Zustandekommen ist nur für einen sehr kleinen Teil für mechanische Belastungen nachvollziehbar. Auf welcher Basis die Annahmen für durch thermische Belastung verursachte Freisetzunganteile getroffen wurden, ist der GRS-Transportstudie nicht zu entnehmen. Es ist zum Beispiel von zentraler Bedeutung, wie die Vorschädigung durch mechanischen Lasteintrag bei den Belastungsklassen mit Bränden in die Freisetzungsbetrachtungen eingegangen ist.

Die Bestimmung der bei Transportunfällen freigesetzten Radioaktivitätsanteile ist generell mit großen Unsicherheiten verbunden. Experimentelle Untersuchungen und theoretische Modellrechnungen zum Freisetzungsverhalten führen zu Ergebnissen, die für bestimmte, definierte Randbedingungen gelten und weisen meist einen größeren Schwankungsbereich auf. Eine Übertragung auf die unfallspezifischen Behälter- und Abfallmatrixbelastungen sowie die dort vorhandenen Randbedingungen ist schwierig und muss entsprechend konservativ vorgenommen werden. Wie dies in der GRS-Transportstudie geschehen ist, lässt sich nicht nachvollziehen.

Die Ableitung von Freisetzunganteilen war in der Vergangenheit heftig umstritten [EÖT 1993]. Da die Freisetzunganteile eine zentrale Bedeutung für die Unfallfolgen haben, hat die Klärung eine hohe Bedeutung. Deshalb wird in dieser zweiten Phase der Bewertung der GRS-Transportstudie unter Hinzuziehung der von GRS zitierten Quelle [LAN 2007] sowie weiterer Sekundärliteratur versucht, zumindest die Plausibilität der Angaben in den GRS-Tabellen zu prüfen.

In [LAN 2007] werden Versuche mit simulierten zementierten und pulverförmigen Abfällen in den Größen von kleinen Proben bis zu 200-l-Fässern beschrieben. Aus den verschiedenen Versuchsreihen werden für mechanische Belastungen Freisetzunganteile von  $3 \cdot 10^{-6}$  für Zement und  $4 \cdot 10^{-5}$  für Pulver abgeleitet. Inwieweit dies für die verwendeten Testobjekte repräsentativ bzw. ausreichend konservativ ist, lässt sich aus der Veröffentlichung nicht ersehen.

Es gibt in dieser Veröffentlichung auch keine genaueren Angaben zum Material der Testobjekte. Insofern stellt sich die Frage, ob zum Beispiel die Zementsorte, deren Wassergehalt und die Druckfestigkeit des Abfallmatrixkörpers für die in der Bundesrepublik Deutschland zu transportierenden Abfallgebilde in Bezug auf Freisetzungsverhalten abdeckend sind. Auch die Frage, ob bei gleichen Energieeinträgen durch mechanische Belastung Unterschiede zwischen Aufprall und Quetschen bestehen ist mit dem Hinweis auf einen Schwellenwert für den Freisetzungsbeginn in [LAN 2007] nicht nachvollziehbar beantwortet. Hierzu gibt auch die dort zitierte Veröffentlichung

keine Auskunft, in der die in Bezug genommenen Versuche beschrieben werden [KOCH 2004].

Zu thermischen Belastungen enthält die Veröffentlichung [LAN 2007] – wie die GRS-Transportstudie – keine Aussagen. Eine darin in anderem Zusammenhang zitierte Veröffentlichung enthält zwar die Angabe eines Freisetzunganteils von  $1 \cdot 10^{-4}$  für eine thermische Belastung von verfestigten Abfällen nach einem Unfall mit  $800^{\circ}\text{C}$  über 30 Minuten [GRAY 2005], aber ohne Nennung von weiteren Test-Randbedingungen.

In [INTAC 1997] wurden für einen Unfall mit mechanischer und anschließender thermischer Belastung (entsprechend der Belastungsklasse 6 in [GRS 2010]) Freisetzunganteile von  $4 \cdot 10^{-2}$  für Cs bzw. von  $2 \cdot 10^{-2}$  für Pu unterstellt. Die Annahmen stützten sich auf bis dahin veröffentlichte Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen mit zementierten Körpern unterschiedlicher Größen bis zu  $0,2 \text{ m}^3$  (z.B. 200-l-Fässer). Dabei wurden aus dem Schwankungsbereich der Ergebnisse obere Werte gewählt, da die Versuche mit ganzen Körpern durchgeführt wurden und in [INTAC 1997] von einer Fragmentierung der Körper durch die vorhergehende mechanische Belastung ausgegangen wurde. Als radiologische Folgen wurde für das Cs-Inventar eine Überschreitung des Störfallplanungswertes nach StrlSchV für die Effektive Dosis (50 mSv) bis in 400 m Entfernung vom Unfallort und für das Pu-Inventar eine Überschreitung des Störfallplanungswertes nach StrlSchV für die Knochenoberfläche (300 mSv) bis in 200 m Entfernung vom Unfallort ermittelt.

Zwischen den hier angegebenen Freisetzunganteilen aus [INTAC 1997] und den in der GRS-Transportstudie für vergleichbare Abfallarten angegebenen Freisetzunganteilen liegt etwa der Faktor 10.

Der GRS-Transportstudie ist nicht zu entnehmen, dass Freisetzungen aus kontaminiertem Matrix- oder Verfüllmaterial (zum Beispiel mit radioaktiver Flüssigkeit angemachter Zement oder kontaminiertes Schüttgut zur Ausfüllung von Hohlräumen) berücksichtigt sind.

### **3.8.3 Unfallhäufigkeiten und Unfallschwere**

#### GRS-Transportstudie zur Unfallhäufigkeit Schienenverkehr

Zur Ermittlung der Unfallhäufigkeiten für die Transporte auf der Schiene wurden von der GRS Unfallstatistiken für den Güterzugverkehr herangezogen. Die Übertragbar-

keit dieser bundesweiten Statistiken auf die Standortregion (25 km Umkreis von Konrad) ist nach GRS möglich, da hier keine ungünstigeren Verkehrsbedingungen anzunehmen sind.

In der GRS-Transportstudie wurden Unfallstatistiken für den Güterzugverkehr in Deutschland für den Zeitraum 1979 bis 2001 berücksichtigt. Dabei werden Unfälle berücksichtigt, die die Bagatellgrenze von 3.000 DM bzw. 1.500 EUR Schaden am Schienenfahrzeug überschreiten.

Folgende Unfallarten wurden berücksichtigt: Entgleisung, Auffahren eines Eisenbahnfahrzeuges auf ein anderes, Aufprall gegen anderes Hindernis, Zusammenprall an Bahnübergang und Brand/Explosion. Die Unfälle wurden in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Zuges den Belastungsklassen zugeordnet. Bezüglich Brands wurden zwei Drittel den 30-minütigen und ein Drittel den einstündigen Belastungsklassen zugeordnet.

Für die Ermittlung der Unfallwahrscheinlichkeit wurden zunächst alle Unfälle, bei denen nur das Triebfahrzeug betroffen war ausgeschlossen. Bei der weiteren Betrachtung wurde dann die Zahl der betroffenen Wagons eines verunfallten Güterzuges berücksichtigt und schließlich die Wahrscheinlichkeit für einen Wagon mit radioaktiven Abfällen unter den betroffenen Wagons ermittelt.

### Bewertung

Die GRS-Studie enthält keine Betrachtungen, inwieweit die Unfallstatistiken für den Güterzugverkehr bis 2001 trotz Zunahme des Zugverkehrs auf 2009 übertragbar sind.

Eine Bagatellgrenze von 3.000 DM bzw. 1.500 EUR muss bei der Robustheit der Güterwagons nicht bedeuten, dass der Schaden am Transportgut ebenfalls gering ist. Außerdem ist den Ausführungen der GRS nicht zu entnehmen, dass in den Statistiken auch Unfälle erfasst sind, bei denen zwar der Güterwagon intakt blieb, aber das Transportgut beschädigt wurde. Die GRS-Behauptung, dass bei den Bagatellereignissen eine Beeinträchtigung der Ladung ausgeschlossen werden kann, ist in der Studie nicht belegt.

Die Berücksichtigung der Bagatellgrenze bedeutet, dass Unfälle, die wenig Schaden am Wagon zur Folge hatten, nicht in die Ermittlung der Unfallwahrscheinlichkeit eingingen. Damit ist die Unterstellung der jeweils höchsten Geschwindigkeit zumindest

in den beiden Belastungsklassen mit den Geschwindigkeiten bis 80 km/h nicht mehr konservativ, sondern realistisch und damit notwendig.

Bereits die Beschränkung der Betrachtungen auf tatsächlich registrierte Unfälle ist eine Einschränkung des Gefahrenhorizontes. Es gibt mehr Beinaheunfälle als registrierte Unfälle. Nach Eisenbahnbundesamt (EBA) stellen die tatsächlichen Unfälle nur die Spitze eines Eisberges dar. Deshalb bezieht das EBA bei seiner Ursachenforschung auch gefährliche Ereignisse ein, die nicht zu Sachschäden durch einen Unfall geführt haben [EBA o.D.].

Der Gang der Ermittlung der Unfallhäufigkeiten in der GRS-Transportstudie ist zwar nachvollziehbar, mit den Angaben in der Studie aber nicht überprüfbar. Beispielsweise wird auf einen Unfall mit zwei Zügen hingewiesen, bei deren Zusammenstoß nach der mechanischen Belastung auch eine thermische Belastung durch einen Folgebrand auftrat.<sup>6</sup> GRS beschreibt zwar, dass dieser Unfall durch Berücksichtigung einer Wahrscheinlichkeitsverteilung konservativ in die Risikoanalyse eingeflossen ist, der Studie ist aber nicht zu entnehmen, welche Auswirkung das auf das Ergebnis (komplementäre Häufigkeitsverteilung der Dosiswerte) hat.

Bei der Bewertung der Unfallhäufigkeit zur Ermittlung des Unfallrisikos hat GRS die mechanische Belastung der Unfälle aus der Unfallstatistik für den Rangierverkehr alle dem höchsten Wert von 35 km/h der entsprechenden Belastungsklassen zugeordnet. Weil dadurch die Belastung für eine Vielzahl von Unfällen überschätzt wird, hält GRS eine eventuelle Unterschätzung bei im Einzelfall schneller gefahrenen Zügen für mehr als kompensiert. Dem kann jedoch nur gefolgt werden, wenn es sich um eine auf die Häufigkeitsverteilung bezogene statistische Aussage handelt und die Widerstandsfähigkeit des betroffenen Behälters mit zunehmender Geschwindigkeit linear abnimmt. Liegt die Versagensgrenze des Behälters gerade bei 35 km/h, erfolgt keine Kompensierung und die möglichen Auswirkungen werden massiv unterschätzt. Eine Versagensgrenze von 35 km/h bei einem Aufprall und weniger als 35 km/h bei einer Quetschung kann aber für einige Behältertypen unterstellt werden [PSE 85], [GÖK 1991].

Eine weitergehende Überprüfung der Unfallhäufigkeiten wäre – sofern die dafür notwendigen Informationen überhaupt zur Verfügung ständen – mit einem unverhältnismäßig hohem Aufwand verbunden, der im Rahmen dieser Bewertung der GRS-Transportstudie nicht zu leisten ist. Dieses Manko hat aber für die Gesamtbewertung

---

<sup>6</sup> Es handelt sich um den in Kapitel 3.8.2 beschriebenen Unfall 1985 in Hannover.

eine eher geringe Bedeutung, weil mit der Angabe der Häufigkeit bzw. deren Änderung um bspw. eine Größenordnung mehr oder weniger keine Aussage zur Ausschließbarkeit eines Unfalls mit bestimmten Folgen verbunden ist.

#### GRS-Transportstudie zur Unfallhäufigkeit Übergabebahnhof Beddingen

Die Unfallhäufigkeit für den in der Nähe des Stadtgebietes von Salzgitter befindlichen Übergabebahnhof Beddingen wird in der GRS-Studie „im Sinne einer pessimistischen Abschätzung“ mit Hilfe einer früher aufbereiteten Unfallstatistik für den inzwischen stillgelegten Rangierbahnhof Braunschweig ermittelt.

Die für die Wahrscheinlichkeit berücksichtigten Belastungsklassen beschränken sich dabei auf die mit einer Aufprallgeschwindigkeit bis 35 km/h. Für Brände werden, mangels Fallzahlen für den Rangierbahnhof Braunschweig bzw. den Übergabebahnhof Beddingen, die Werte aus dem allgemeinen Güterzugverkehr übernommen.

#### Bewertung

Aufgrund der höher einzuschätzenden Sicherheit der Abläufe auf dem Übergabebahnhof Beddingen (kein Gefälle, geringere Zugfrequenz) im Vergleich zum ehemaligen Rangierbahnhof Braunschweig und der Begrenzung der zulässigen Geschwindigkeit im Bahnhof auf 25 km/h kann die Heranziehung der Unfallstatistik des Rangierbahnhofs Braunschweig zur Unfallhäufigkeitsermittlung bezüglich mechanischer Belastung als konservativ angesehen werden.

Die von GRS behauptete Konservativität ihrer Annahmen für thermische Belastungen kann auf Grundlage der Angaben in der GRS-Transportstudie nicht beurteilt werden. Eine Aussage hierzu müsste auf einer Auswertung von Unfallstatistiken für Rangierbahnhöfe in Deutschland beruhen. Dies wird in der Studie jedoch nicht erwähnt.

#### GRS-Transportstudie zur Unfallhäufigkeit im Straßenverkehr

Zur Ermittlung der Unfallhäufigkeiten für die Straßentransporte wurden bundesweite Unfallstatistiken für den Schwerlastverkehr auf Autobahnen herangezogen. Aus den Statistiken wurden Unfälle mit Personenschaden und schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden herangezogen. Die Anwendung dieser Statistiken auf die Standortregion (25 km Umkreis von Konrad) ist nach GRS möglich, da hier keine ungünstigeren Verkehrsbedingungen anzunehmen sind.

Als Gesamtunfallrate für die Risikoanalyse wird  $2,9 \cdot 10^{-7}$  pro Kilometer angegeben.

Für die Zuordnung von Unfalleinwirkungen zu Belastungsklassen wurden die relativen Häufigkeiten aus einer Studie von 1985 übernommen [PSE 1985] und durch Auswertungen der GRS und weitere Literaturergebnisse ergänzt. Die relativen Häufigkeiten für die 9 Belastungsklassen werden in einer Tabelle dargestellt.

### Bewertung

Die Ermittlung der Gesamtunfallrate für relevante Unfälle ist offenbar für den LKW-Verkehr einfacher als für den Bahnverkehr. Allerdings wird weder aus den Angaben der GRS noch aus den Angaben auf der Internetseite der Bundesanstalt für Straßenwesen<sup>7</sup> klar, ob die Kriterien der Unfallzählung für den hier relevanten Zweck geeignet sind. Nach den Angaben ist zu vermuten, dass sich beide oben genannten Unfallkategorien auf Personenschaden bzw. Personenverhalten beziehen. In diesem Fall wäre die Nutzung ohne zusätzliche Auswertungen zumindest problematisch.

Der GRS-Transportstudie ist auch nicht zu entnehmen, welche Angaben den Unfallstatistiken zur Zuordnung der Unfälle zu Belastungsklassen zu entnehmen sind. Eine eigene Recherche bei der Bundesanstalt für Straßenwesen hat diesbezüglich ebenfalls keine Ergebnisse gebracht.

Zur Vorgehensweise bei der Ermittlung der relativen Häufigkeiten ist der GRS-Transportstudie hauptsächlich der Hinweis auf das Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung (PSE) zu entnehmen. Die übrigen Angaben sind so allgemein, dass von einer relativ hohen Unsicherheit bei der Zuordnung ausgegangen werden muss. Eine mehr oder weniger größere Häufigkeit für höhere Belastungsklassen ändert allerdings nicht viel an der Gesamtbewertung und eine geringere Häufigkeit erlaubt keine Aussage zur Ausschließbarkeit eines Unfalls mit bestimmten Folgen.

### **3.8.4 Transportunfallsimulation - Quelltermbestimmung**

#### GRS-Transportstudie

Mit einem Unfallsimulationsprogramm wurden repräsentative Quellterme erzeugt. Dabei wurden die relativen Häufigkeiten der gewählten Referenzabfälle, die Anzahl der Wagons mit radioaktiven Abfällen im Güterzug (bei LKW = 1), die Beladung dieser Wagons mit der Häufigkeitsverteilung des Radioaktivitätsinventars und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einzelner Belastungsklassen bzw. der davon abhängi-

---

<sup>7</sup> Das in der GRS-Studie als veröffentlicht zitierte Werk der Bundesanstalt für Straßenwesen zu Unfallhäufigkeiten auf Bundesautobahnen ist dort nicht zugänglich.

gen Freisetzungsteile berücksichtigt. Gleichzeitig wird die Häufigkeit des Auftretens dieser Quellterme erfasst.

Mittels Monte-Carlo-Simulationen (wahrscheinlichkeitsgewichtete Kombination vieler Parameter) wurden ca. 70.000 Quellterme ermittelt. Um eine Weiterbearbeitung zu ermöglichen, mussten diese Quellterme in Quelltermgruppen zusammengefasst werden. Unter Berücksichtigung der bedingten Eintrittswahrscheinlichkeiten der Quellterme einer Quelltermgruppe wird dann ein gemittelter repräsentativer Quellterm ermittelt, der Freisetzungsklasse genannt wird.

Transportunfallsimulation und Quelltermbestimmung erfolgen für alle drei Transportszenarien (100 % Schiene, 100 % Straße, 80/20 % Schiene/Straße).

### Bewertung

Es ist davon auszugehen, dass es sich bei dem eingesetzten Unfallsimulationsprogramm um ein qualifiziertes Programm handelt. Ein noch so gutes Computerprogramm kann aber mögliche Schwächen einer Methodik nicht ausgleichen. Bei der Aggregation von großen Datenmengen (hier 70.000 Quellterme) zu Quelltermgruppen soll die Zahl der gebildeten Gruppen möglichst gering sein, es dürfen dabei aber möglichst wenig Informationen verloren gehen, um die Aussagekraft zu erhalten.

Es sei auch an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass mögliche Belastungskonfigurationen für die Abfallgebinde von der GRS nicht berücksichtigt worden sind. Das gilt zum Beispiel für Quetschbelastungen, die zu einem früheren Versagen der Behälter und der Abfallmatrix führen können, als das für Aufprallbelastungen der Fall ist. Bei Berücksichtigung dieser Belastungsart würde sich die Zahl der Quellterme weiter erhöhen.

Durch die von der GRS wegen der Methodik zwangsweise vorgenommene Mittelwertbildung in den einzelnen Quelltermgruppen zu Freisetzungsklassen können gerade die Unfallabläufe mit den größten radiologischen Folgen „wegfallen“. In welchem Umfang dies für die GRS-Transportstudie zutreffend ist, könnte nur mit erheblichem Zeitaufwand und Einsicht in die von der GRS hierzu erstellten Unterlagen bewertet werden.

### 3.8.5 Unfallhäufigkeiten mit Freisetzungen

#### GRS-Transportstudie

Auf Grundlage der aus den Unfallstatistiken ermittelten Unfallhäufigkeiten, bezogen auf eine zurück gelegte Strecke, werden unter Berücksichtigung der Zahl der Güterzüge von Seelze nach Beddingen, der dabei im Mittel mitgeführten Wagons, dem mittleren Anteil von mit Abfällen beladenen Wagons daran und der Wahrscheinlichkeit für eine Freisetzung die Häufigkeit von Unfällen mit Betroffenheit eines Abfallwagons und daraus folgender Freisetzung in der Standortregion pro Jahr berechnet.

Die gleiche Rechnung wird für die jährliche Zahl der LKW für den Antransport zum Endlager durchgeführt. Für den in der Nähe des Stadtgebietes von Salzgitter befindlichen Übergabebahnhof Beddingen wird diese Rechnung auf Grundlage der Unfallstatistik für den ehemaligen Rangierbahnhof Braunschweig und der ermittelten Freisetzungshäufigkeit durchgeführt.

Anlieferungsszenario	Unfallhäufigkeit mit Freisetzungen
80 % Schiene	$1,8 \cdot 10^{-4}$ pro Jahr
20 % Straße	$3,7 \cdot 10^{-3}$ pro Jahr
Kombination 80/20	$3,9 \cdot 10^{-3}$ pro Jahr
100 % Schiene	$2,3 \cdot 10^{-4}$ pro Jahr
100 % Straße	$1,7 \cdot 10^{-2}$ pro Jahr

**Tabelle 2:** Unfallhäufigkeiten pro Jahr für drei Anlieferungsszenarien mit Freisetzungen [GRS 2010]

Für das „realistische“ Szenario (80 % Bahn / 20% Straße) wird von der GRS eine Unfallhäufigkeit mit Freisetzungen von  $3,9 \cdot 10^{-3}$  pro Jahr ermittelt.

Für den Übergabebahnhof Beddingen beträgt die Unfallhäufigkeit nach GRS  $4,7 \cdot 10^{-3}$  pro Jahr.

## Bewertung

Unter der Voraussetzung, dass die bundesweiten Unfallstatistiken auf die Standortregion bezogen und bezüglich der möglichen Einwirkungen auf Abfallgebinde korrekt ausgewertet wurden, sind die Schritte zur Ermittlung der Unfallhäufigkeiten mit Freisetzungen radioaktiver Stoffe nachvollziehbar. Die ermittelten Häufigkeiten für Unfälle mit Freisetzungen erscheinen unter den von GRS gesetzten Bedingungen in ihrer Größenordnung im Wesentlichen plausibel.

Aus den Darstellungen in der GRS-Transportstudie ist nicht ersichtlich, wie die Möglichkeit von Güterzugunfällen auf dem letzten Teilstück von Beddingen zur Schachtanlage berücksichtigt wurde. Gewährleistet wäre diese Berücksichtigung nur, wenn dieser Streckenabschnitt in der angenommenen Kilometerzahl für die Güterzüge in der Standortregion enthalten wäre. In diesem Fall wäre die Strecke konservativ berücksichtigt. Darauf gibt es aber mit Ausnahme der möglichen Deutung von Abbildung 8.9 der GRS-Transportstudie keinen Hinweis.

Die ermittelten Unfallhäufigkeiten zeigen, dass ein Unfall mit Freisetzungen für den Straßenverkehr deutlich wahrscheinlicher ist als für den Schienenverkehr. Daraus folgt unmittelbar eine große Abhängigkeit der Gesamtunfallhäufigkeit vom gewählten Transportszenario. Bei einer Verschiebung von 80 % Schiene / 20 % Straße zu einem höheren Straßenanteil erhöht sich auch rasch die Gesamtunfallhäufigkeit. In Kapitel 3.6.1 dieser Stellungnahme wird gezeigt, dass eine solche Verschiebung zu einem größeren LKW-Anteil sehr plausibel ist.

Beim unterstellten Szenario beträgt die Gesamtunfallhäufigkeit in der Standortregion einschließlich Übergabebahnhof Beddingen  $8,6 \cdot 10^{-3}$  pro Jahr bzw. ein Unfall in 116 Jahren. Das entspricht etwa der Wahrscheinlichkeit für 4 Richtige bei einem Lotto-Tipp. Bei Berücksichtigung der wahrscheinlichen Verschiebung des Anlieferungsszenarios ist davon auszugehen, dass ein Unfall mit Freisetzungen radioaktiver Stoffe statistisch in weniger als 100 Jahren stattfindet.

### **3.8.6 Radiologische Unfallfolgen**

#### GRS-Transportstudie

Ausgehend von den Quelltermen für jede Freisetzungsklasse werden mit einem Unfallfolgenprogramm die Unfallauswirkungen berechnet. Unter Berücksichtigung der meteorologischen Häufigkeitsverteilungen von Diffusionskategorien, Windgeschwin-

## Transportstudie Konrad

---

digkeiten, -richtungen und Niederschlagsraten werden statistische Verteilungen der abgelagerten Radioaktivität sowie der potentiellen unfallbedingten Strahlenbelastung für unterschiedliche Entfernungen vom Unfallort berechnet. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Form von kumulativ komplementären Häufigkeitsverteilungen der effektiven Lebenszeitdosis im 25 km-Umkreis um das geplante Endlager.

Die radiologischen Folgen werden für alle drei Transportszenarien (100 % Schiene, 100 % Straße, 80/20 % Schiene/Straße) ermittelt.

Bei der Folgenermittlung werden die Belastungspfade  $\gamma$ -Submersion (Direktstrahlung) aus der vorbeiziehenden Schadstoffwolke, Bodenstrahlung durch abgelagerte Radionuklide über 50 Jahre, Inhalation (Radioaktivitätsaufnahme mit der Atemluft unmittelbar nach dem Unfall, Ingestion (Radioaktivitätsaufnahme mit der Nahrung vom Standort) über 50 Jahre und Resuspension (Wiederaufwirbelung von am Boden abgelagerten Radionukliden mit nachfolgender Inhalation) berücksichtigt.

Für das 80/20-Szenario ermittelt die GRS für Bahnunfälle auf der freien Strecke (ohne Berücksichtigung von Unfällen am Übergabebahnhof Beddingen) eine Strahlenbelastung von etwa 8 mSv in 150 m Entfernung und etwa 5 mSv in 1.150 m Entfernung mit einer jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeit von  $10^{-7}$  pro Jahr. Für die gleiche Eintrittswahrscheinlichkeit werden für einen 100 %igen LKW-Transport etwa 15 mSv (150 m) und etwa 8 mSv (1.150 m) sowie für einen 100 %igen Bahn-Transport etwa 4 mSv (150 m) und etwa 3 mSv (1.150 m) als mögliche Strahlenbelastung nach einem Unfall angegeben.

Für den Übergabebahnhof Beddingen werden keine Strahlenbelastungen nach Rangierunfällen angegeben. Es wird lediglich darauf hingewiesen, dass die Strahlenbelastungen für das Anlieferungsszenario 80 % / 20 % hierfür abdeckend ist.

In der GRS-Transportstudie werden auch Betrachtungen der Folgen getrennt nach Belastungspfaden angestellt, um die Einflüsse von möglichen Gegenmaßnahmen darzustellen. Als Hautbelastungspfad identifiziert die GRS die Ingestion, also Aufnahme der Radioaktivität durch essen und trinken der örtlichen Produkte, die kontaminiert wurden. Maßnahmen wie Dekontamination von Boden oder Verzehrverbot können die ermittelten Strahlenbelastungen in Abhängigkeit von der Entfernung vom Unfallort um bis zum Faktor 10 reduzieren. Diese Betrachtungen werden von der GRS im Sinne des Minimierungsgebots der Strahlenschutzverordnung angesehen.

## Bewertung

Durch die Berücksichtigung der Witterungsbedingungen mittels statistischer Verteilungen werden zum einen die Wahrscheinlichkeiten für bestimmte Strahlenbelastungen weiter verringert und zum anderen weniger häufige Wetterlagen (z.B. sehr labile oder sehr stabile Diffusionskategorien, sehr starke Regenfälle), die besonders hohe radiologische Auswirkungen an bestimmten Orten verursachen, statistisch "weggemittelt". Damit sorgt auch diese Vorgehensweise der GRS für eine Unterschätzung der möglichen Unfallfolgen.

Die von der GRS bei der Ermittlung der Strahlenbelastungen berücksichtigten Belastungspfade sind sachgerecht und vollständig.

Die von der GRS ermittelten Häufigkeiten für Transportunfälle, in deren Folge Strahlenbelastungen von mehreren Millisievert (mSv) auftreten, sind sehr gering. Daraus ist jedoch nicht zu schließen, dass solche Unfälle nicht auftreten. Auch wenn die Strahlenbelastung den Störfallplanungswert der Strahlenschutzverordnung nicht erreicht, können auf Grund des linearen Dosis-Wirkungs-Prinzips Gesundheitsschäden auftreten.

Würden mit der GRS-Methodik auch geringere Wahrscheinlichkeiten betrachtet, ergäben sich auch höhere Dosiswerte, die auch den Störfallplanungswert überschreiten können.

Allein aus den Ergebnissen für die möglichen Strahlenbelastungen bei gleicher Eintrittswahrscheinlichkeit für die unterschiedlichen Anlieferungsszenarien zeigt sich, dass die von der GRS angewendete Methodik zwar für die politische Diskussion zur Akzeptanzgewinnung, aber nicht für die Beurteilung bezüglich von der Kommune zu treffender Katastrophenschutzmaßnahmen geeignet ist. Das GRS-Ergebnis zeigt für den 100 %igen Bahntransport die geringsten Strahlenbelastungen und für den 100 %igen LKW-Transport die höchsten Strahlenbelastungen. Es ist aber völlig klar, dass bei einem Zugunfall höhere mechanische und thermische Belastungen und damit auch Freisetzungen stattfinden können als bei einem LKW-Transport. Dem entsprechend können nach einem Zugunfall auch die Strahlenbelastungen höher sein. Dies fällt in der GRS-Transportstudie unter den Tisch, da die seltenen, aber schweren Unfälle durch die Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen unterdrückt werden.

Da in der GRS-Transportstudie mit dem Risiko argumentiert wird, müssten die Ergebnisse eigentlich dazu führen, dass die Transporte nur in geringem Umfang mit der

Bahn und überwiegend mit dem LKW transportiert werden. Anderes ließe sich mit der Strahlenschutzverordnung (Rechtfertigung und Minimierungsgebot) und dem Atomgesetz (Vorsorgegrundsatz) nicht verantworten. Eine solche Empfehlung ist der GRS-Studie allerdings nicht zu entnehmen.

Die von der GRS durchgeführten Betrachtungen zur Verringerung von Strahlenbelastungen durch Gegenmaßnahmen sind irreführend. Bei den von der GRS ohne Gegenmaßnahmen ermittelten Strahlenbelastungen würden mit hoher Wahrscheinlichkeit u.a. aus ökonomischen Gründen keine Gegenmaßnahmen durchgeführt. Deshalb haben entsprechende Maßnahmen auch nichts mit dem Minimierungsgebot der Strahlenschutzverordnung zu tun. Das Minimierungsgebot muss an der Quelle der Freisetzungen ansetzen. Die Freisetzung muss vermieden oder so gering wie möglich gehalten werden.

Laut GRS wird der Hauptteil der Strahlenbelastung durch Ingestion verursacht. Das setzt relativ hohe Bodenkontaminationen voraus. Nach GRS müssten nach einem Unfall zur Verringerung der von ihr ermittelten Strahlenbelastungen Bereiche von einigen Quadratkilometern auf dem Stadtgebiet von Salzgitter dekontaminiert werden.

#### Hinweise für Auswirkungen auf Stadtteile von Salzgitter

Im Folgenden soll kurz beispielhaft dargestellt werden, welche Stadtgebiete von Salzgitter in welcher Höhe von den von der GRS mit deren Bedingungen ermittelten Strahlenbelastungen betroffen wären. Dabei werden die höchsten von der GRS ermittelten Strahlenbelastungen berücksichtigt.

Für einen Bahnunfall wäre Groß Gleidungen der Ort, der die größten Auswirkungen für Salzgitter bedeutet. In Bezug auf die Unfallstatistik ist der Bereich als freie Strecke zu bezeichnen. Allerdings liegt das Stadtgebiet von Salzgitter bei einem Unfall auf dieser Strecke nicht in der in der GRS-Transportstudie angegebenen Hauptwindrichtung. Unter Berücksichtigung von Windrichtungen mit geringer Wahrscheinlichkeit wäre Üfingen am stärksten betroffen. Die nächste Wohnbebauung ist ca. 2,5 km vom möglichen Unfallort entfernt, was eine Strahlenbelastung von 3-4 mSv bedeutet. Auf dem Stadtgebiet von Salzgitter ist nicht von Bahnunfällen auszugehen, die zu vergleichbaren Auswirkungen führen.

Bei Unfällen auf dem Übergabebahnhof Beddingen liegt ebenfalls kein dichter besiedeltes Stadtgebiet von Salzgitter in Hauptwindrichtung. Bei Berücksichtigung von

eher seltenen Windrichtungen können vor allem der nördliche Siedlungsrand von Steterburg in ca. 1,5 km oder der östliche Siedlungsrand von Üfingen in ca. 2,5 km betroffen sein. Auch hier würde dies bei Berücksichtigung der höchsten von GRS angegebenen Werte eine Strahlenbelastung von 3-4 mSv bedeuten.

Für einen LKW-Unfall mit größerer Freisetzungsmenge gibt es auf der Autobahn A 39 mehrere Orte, an denen ein Unfall höhere Belastungen für häufige Windrichtung sorgen könnte. Zwischen 9 und 11 mSv könnten für Personen an der nächsten Wohnbebauung in Entfernungen zwischen 50 m und 600 m in Bruchmachtersen, Lebenstedt und Engelnstedt (LKW aus südlicher Richtung) sowie Üfingen (LKW aus nördlicher Richtung) auftreten. Für eher seltene Windrichtungen könnten um 10 mSv in Entfernungen zwischen 100 m und 350 m in Lichtenberg, Salder, Steterburg und Sauingen auftreten. Das gilt auch für Beddingen und Sauingen in Hauptwindrichtung sowie Bleckenstedt in seltener Windrichtung bei einem Unfall auf der Industriestraße Nord (K39).

#### Höhere Strahlenbelastungen

Wie bereits ausgeführt, sind die in der GRS-Transportstudie angegebenen Strahlenbelastungen nach schweren Unfällen nicht die höchst möglichen.

Zum einen werden höhere Strahlenbelastungen durch die Begrenzung der Angaben oberhalb einer bestimmten Häufigkeit ( $10^{-7}$  pro Jahr) unterdrückt. Dies obwohl die Häufigkeit bzw. Eintrittswahrscheinlichkeit keine Aussage darüber zulässt, ob ein schwerer Unfall mit bestimmten Auswirkungen tatsächlich eintreten kann oder nicht.

Für das Anlieferungsszenario 80 % Bahn, 20 % LKW gibt die GRS für Unfälle aber immerhin bis zu 8 mSv Strahlenbelastung an. Das bedeutet mit einem Faktor von wenig mehr als 6 wäre der Störfallplanungswert von 50 mSv bereits überschritten. Es gibt vor allem zwei Parameter, durch die dieser Faktor verursacht werden könnte: die Erhöhung des von der GRS unterstellten Radioaktivitätsinventars von Abfallgebinden und/oder des Freisetzunganteils aus den Gebinden. Alle anderen von der GRS gewählten Randbedingungen und Parameter könnten gleich bleiben.

In Kapitel 3.5 der hier vorgelegten Stellungnahme wird dargelegt, dass die Vorgehensweise bei der radiologischen Charakterisierung der Abfallgebinde durch die GRS nicht abdeckend ist. Der GRS-Transportstudie ist zwar nicht zu entnehmen, auf welches Radioaktivitätsinventar die Strahlenbelastung von 8 mSv zurückzuführen ist,

hier dürfte aber wegen des Bestrebens der Abfallerzeuger nach höherer Ausschöpfung der zulässigen Inventarwerte Spielraum sein.

In Kapitel 3.8.2 dieser Stellungnahme wurde dargestellt, dass die Freisetzungsteile nicht ausreichend konservativ festgelegt wurden. Für eine Abfallart wird die Möglichkeit eines um ca. den Faktor 10 höheren Freisetzungsteils postuliert.

Eine Erhöhung der beiden genannten Parameter wirkt sich direkt linear auf den Dosiswert der Strahlenbelastung aus. Wird für beide Parameter zusammen nur eine Unterschätzung durch die GRS um den Faktor 7 unterstellt, wirkt sich dieses linear auf die Strahlenbelastung aus. Das bedeutet, auch bei der von GRS angegebenen Wahrscheinlichkeit würde der Störfallplanungswert von 50 mSv überschritten.

### **3.8.7 Bewertung der Transportunfallrisiken**

#### GRS-Transportstudie

Bei der Bewertung der Transportunfallrisiken gibt die GRS sehr geringe Strahlenbelastungen an (im  $\mu\text{Sv}$ -Bereich), die für den überwiegenden Teil der möglichen Unfallabläufe ermittelt wurden. Weiter führt die GRS aus, dass eine Reihe nach ihrer Meinung konservativer Annahmen in die Ermittlung der Strahlenbelastung eingeflossen sind und damit die Ergebnisse die möglichen Strahlenbelastungen sogar überschätzen.

Insgesamt hält die GRS das Transportunfallrisiko für sehr gering.

#### Bewertung

Auf Basis der von der GRS ermittelten Werte für die möglichen Strahlenbelastungen durch Transportunfälle in der Standortregion und die Häufigkeit ihres Auftretens ist die Bewertung der GRS zum Transportunfallrisiko zutreffend. Dies hängt vor allem mit der Bewertung des Risikos als „Produkt“ von Häufigkeit und Dosiswerten zusammen.

Den Aussagen zur Konservativität kann in der Form allerdings nicht zugestimmt werden. Ein Teil der von der GRS angeführten Konservativitäten ist mit den Angaben in der Studie nicht überprüfbar. Davon abgesehen wird durch die Methodik bei einigen Ermittlungsschritten durch Mittelwertbildung ein Teil des jeweiligen Folgenspektrums ausgeblendet. Dadurch kann es insgesamt zu einer Unterschätzung der möglichen Strahlenbelastungen kommen. Durch relativ geringe Erhöhung einzelner Parameter,

beispielsweise der Freisetzungsteile, ist bereits eine Überschreitung des Störfallplanungswertes möglich.

Bei Anwendung einer anderen Methodik für die Betrachtung möglicher Unfallfolgen (z.B. MCA [GÖK1991]) sind höhere Werte für die Strahlenbelastungen nach Transportunfällen zu erwarten.

## 4. Einwirkungen Dritter auf Transporte

Die GRS betrachtet kein Schadensausmaß nach terroristischen Akten. Dies ist vor dem Hintergrund der Tätigkeiten von Terrorgruppen in Europa und der Bedrohungssituation auch für die Bundesrepublik Deutschland [ZIERCKE 2011] ein Versäumnis. Bei einer entsprechenden Betrachtung ist ausschließlich eine deterministische Vorgehensweise möglich, weil menschengesteuerte Abläufe dieser Art keiner Wahrscheinlichkeitsbetrachtung zugänglich sind.

In der Standortregion konzentriert sich durch die Anlieferung zum Endlager eine Vielzahl von Transporten radioaktiver Stoffe. Da diese "Atomtransporte" aufgrund der öffentlichen Diskussion in der Bundesrepublik einen hohen Symbolwert besitzen, sind gezielte Anschläge durch Einzeltäter oder terroristische Gruppen nicht auszuschließen. Hierzu besteht während des Transportes in der Standortregion vor Erreichen des Endlagergeländes ein leichter Zugang als auf dem Anlagengelände selbst.

Aufgrund der Entwicklungen des internationalen Terrorismus wäre es spätestens nach dem 11.09.2001 erforderlich gewesen, die Transporte hinsichtlich eines solchen Angriffs, beispielsweise mit Panzer brechenden Waffen, zu bewerten. Die international als am höchsten gefährdet angesehenen Transporte von bestrahlten Brennelementen finden in der Bundesrepublik Deutschland gegenwärtig und in nächster Zukunft nicht statt. Deshalb können Transporte von Abfällen zu symbolträchtigen Endlagern für Terroristen als Ziel durchaus relevant sein. Eine Bewertung wäre u. a. unter dem Gesichtspunkt der möglicherweise durch die Transportkonzentrierung hervorgerufenen Notwendigkeit zur Aufstellung von Katastrophenschutzplänen erforderlich gewesen.

In der Literatur konnten keine Untersuchungen zum Beschuss von Abfallgebindertransporten mit Panzer brechenden Waffen identifiziert werden. Untersucht wurden dagegen Beschüsse von Transportbehältern mit bestrahlten Brennelementen. In deutschen Veröffentlichungen reichen die abgeschätzten Strahlenbelastungen von 30 mSv bis zu einigen 100 mSv [BUND 2001].

Bei einem vergleichbaren Beschuss eines auf dem Weg zum Endlager Konrad befindlichen Abfallgebinderes wäre die Zerstörungswirkung der Waffe deutlich größer.

## Transportstudie Konrad

---

Selbst die “störfallfesten“ Verpackungen für Konrad weisen eine erheblich geringere Wanddicke als der CASTOR auf und die Dispersivität der Abfallprodukte ist erheblich größer als die von Radionukliden aus Brennelementen. Andererseits ist das aus der Störfallanalyse als zulässig abgeleitete Aktivitätsinventar des stabilsten für Konrad vorgesehenen Abfallbehälters in Bezug auf das Leitnuklid Cs-137 um etwa den Faktor 100 geringer als für den CASTOR mit Brennelementen. Dieser Wert verringert sich noch in Abhängigkeit von Abfallform und -matrix wegen der Dosisleistungsbeschränkung für den ungeschirmten Abfall. Es ist dennoch nicht auszuschließen, dass die Auswirkungen eines Angriffs auf einen Abfallgebindertransport mit Panzer brechenden Waffen wegen der größeren Freisetzungsmöglichkeit einen zu berücksichtigenden Umfang erreichen.

## 5. Literaturverzeichnis

- BATTELLE 1981     Battelle-Institut e.V.: „Schwachstellen und Risikoabschätzung beim Transport radioaktiver Materialien“; Teil 2 Unfallschwere und Unfallfolgenermittlung, Frankfurt, revidierte Fassung Juni 1981
- BA-WÜ 2010        Landtag von Baden-Württemberg: Antwort auf eine Kleine Anfrage des Abgeordneten Untersteller (Grüne); Drs. 14/6316 vom 20.05.2010
- BBG 2010          Landtag von Brandenburg: Antwort auf die Kleine Anfrage des Abgeordneten Michael Jungclaus (Bündnis 90 / Die Grünen); Drs. 5/1711, 2010
- BEZD 2012a        Bezirksregierung Düsseldorf: FAQ's zu GNS, 13.07.2012  
[http://www.bezreg-duesseldorf.nrw.de/umweltschutz/umweltvertraeglichkeitspruefung/FAQ\\_s\\_zu\\_GNS.html](http://www.bezreg-duesseldorf.nrw.de/umweltschutz/umweltvertraeglichkeitspruefung/FAQ_s_zu_GNS.html)
- BEZD 2012b        Bezirksregierung Düsseldorf: Antwort vom 11.10.2012 auf eine Anfrage der intac GmbH
- BERTRAM 2012     A. Bertram-Berg, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg: Notwendige Randbedingungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle am Beispiel Baden-Württembergs; 3. BAM-Behältersicherheitstage, Berlin, 22./23. März 2012
- BFK 1992          Beirat des Niedersächsischen Umweltministeriums für Fragen des Kernenergieausstiegs (Verfasser H. Hirsch): Identifizierung von Schwachstellen der GRS-Transportstudie Konrad, Hannover, Juli 1992
- BFS 2010          Bundesamt für Strahlenschutz: Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Oktober 2010) - Endlager Konrad - SE-IB-29/08-REV-1, Januar 2011
- BFS 2011          Bundesamt für Strahlenschutz:  
<http://www.bfs.de/de/endlager/abfaelle/prognose.html>, Stand 23.09.2011

Transportstudie Konrad

---

- BMU 2000 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Vorschlag zu Novelle der Strahlenschutzverordnung, Stand 4.08.2000
- BMU 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung) in der Fassung vom 29. August 2008 (BGBl. I S. 1793).  
In dieser Stellungnahme wird auf die zum Zeitpunkt der Anfertigung der Transportstudie durch die GRS gültige Fassung der Strahlenschutzverordnung Bezug genommen.
- BMU 2011 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: „Gemeinsames Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle - Bericht der Bundesrepublik Deutschland für die vierte Überprüfungskonferenz im Mai 2012“; Bonn, August 2011
- BRODOCH 2011 M. Brodoch und S. Schwall: Erste Erfahrungen aus dem Umpacken von Containern und Einpacken der Fassgebinde aus der Lagergasse A; Kontec 2011, Dresden 06. – 08. April 2011
- BRÖSKAMP 2012 H. Bröskamp (GNS): „Bedeutung des Abfallmanagements für den Rückbau“; Symposium Stilllegung in Deutschland – Herausforderungen und Lösungen, AiNT und TÜV Rheinland, Köln, 18. – 20. Januar 2012
- BUND 2001 Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschlands e.V.: „Verwundbarkeit von CASTOR-Behältern bei Transport und Lagerung gegenüber terroristischen und kriegerischen Einwirkungen sowie zivilisatorischen Katastrophen“; H. Hirsch und W. Neumann unter Mitarbeit von O. Becker, Hannover 2001
- CLARKE 1976 R.K. Clarke et al., Sandia Laboratories: Severeties of Transportation Accidents; Report SLA-74-0001, Alberquerque NM, 1976
- DARBY 2005 S. Darby et al.: Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies; BMJ 2005, 330:223, 27. Januar 2005

Transportstudie Konrad

---

- DUI 2010            Stadtrat Duisburg <http://www.duisburg-atomfrei.de/2010/06/15/jede-woche-atommulltransporte-durch-duisburg/>
- EBA o.D.            Eisenbahnbundesamt, H.-H. Graf: Ziele und Methodik der Untersuchung von gefährlichen Ereignissen im Eisenbahnverkehr; [http://rzv113.rz.tu-bs.de/Bieleschweig/pdfB4/Bieleschweig4\\_Folien\\_Grauf.pdf](http://rzv113.rz.tu-bs.de/Bieleschweig/pdfB4/Bieleschweig4_Folien_Grauf.pdf), ohne Datum
- EÖT 1993            Niedersächsisches Umweltministerium: Wortprotokoll Band 7 zum Erörterungstermin im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für die Errichtung und den Betrieb der Schachanlage Konrad als Endlager für radioaktive Abfälle, 25.09.1992 – 6.03.1993
- EU 2006            Verordnung (EG) Nr. 561/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. März 2006
- GÖK 1990            Gruppe Ökologie GmbH (heute intac GmbH): Gutachten zur Sicherheit von Kernbrennstofftransporten auf dem Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg ; im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg, Hannover, März 1990
- GÖK 1991            Gruppe Ökologie GmbH (heute intac GmbH): „Gutachterliche Stellungnahme zu Gefahren durch den Transport radioaktiver Abfälle zum geplanten Endlager Konrad für das Gebiet der Stadt Braunschweig“; im Auftrag der Stadt Braunschweig, Hannover, Juni 1991
- GÖK 1992            Gruppe Ökologie GmbH (heute intac GmbH): Gutachterliche Stellungnahme „Transporte gefährlicher Güter auf dem Stadtgebiet von Hannover unter Berücksichtigung möglicher Gefahren und Auswirkungen durch radioaktive Stoffe“; im Auftrag der Landeshauptstadt Hannover, Schriftenreihe kommunaler Umweltschutz Nr. 1/92Hannover, Juni 1991

Transportstudie Konrad

---

- GÖK 1993      Gruppe Ökologie GmbH (heute intac GmbH): „Gutachterliche Stellungnahme zum Transport radioaktiver Stoffe in Niedersachsen – Phase I“; im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, Hannover, November 1993
- GRAY 2005      L.S. Gray et al.: “Development of an improved radiological basis and revised requirement for the transport of LSA/SCO materials”; RAMTRANS Vol. 16, No. 1, pp. 5-10 (2005)
- GRS 1991      Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH: Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transports radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad; im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bericht GRS-84, Köln, Juli 1991
- GRS 2010      Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH: Transportstudie Konrad 2009 - Sicherheitsanalyse zur Beförderung radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad; im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bericht GRS-256, Köln, Dezember 2009
- IAEA 2005      International Atomic Energy Agency: International Atomic Energy Agency (IAEA): Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Requirements No. TS-R-1, IAEA, Vienna, 2005
- ICRP 1990      International Commission on Radiological Protection: ICRP Publication 60: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Annals of the ICRP Volume 21/1-3, Elsevier, April 1991
- INTAC 1997      *intac* - Beratung · Konzepte · Gutachten zu Technik und Umwelt GmbH: „Auswertung von Veränderungen des fachwissenschaftlichen Standes ausgewählter Themen im Planfeststellungsverfahren zum geplanten Endlager Konrad seit Beginn des Erörterungstermins im September 1992 – Phase B“; im Auftrag von Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V., Hannover, Mai 1997

Transportstudie Konrad

---

- INTAC 2011 *intac* - Beratung · Konzepte · Gutachten zu Technik und Umwelt GmbH: „Studie zu Transporten radioaktiver Stoffe in der Bundesrepublik Deutschland“; im Auftrag von Bundestagsfraktion Bündnis 90 / Die Grünen, Hannover, September 2011
- JTK 2010 Jahrestagung Kerntechnik'10: Mehrere Vorträge zum Thema, Berlin, 04. – 06. Mai 2010
- KOCH 2004 W. Koch et al.: „Determination of Accident Related Release Data“; Pro. Conf. PATRAM 2004, Paper 4-9 218, Berlin , September 2004
- LAN 2007 F. Lange et al.: „Testing of packages with LSA materials in very severe mechanical impact conditions with measurement of airborne release“; Packaging, Transport, Storage & Security of Radioactive Materials, vol 18 no 2, 2007
- MENZLER 2006 S. Menzler et al.: Abschätzung des attributablen Lungenkrebsrisikos in Deutschland durch Radon in Wohnungen. Ecomed-Verlag, Landsberg, 2006
- NMU 1994 Niedersächsisches Umweltministerium: Brief an den Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 402-40326/03-1/2.1 vom 30.05.1994
- NMU 2002 Niedersächsisches Umweltministerium:  
„Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerkes Konrad in Salzgitter als Anlage zur Endlagerung fester oder verfestigter radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“, Az.: 41-40326/3/10, 22. Mai 2002
- OEHMIGEN 2008 S. Oehmigen (GNS): „Anwendung der Endlagerungsbedingungen bei der Konditionierung radioaktiver Betriebsabfälle“; Seminar von BfS und TÜV-Nord, Hannover, 11./12. Juni 2008
- ORT 2012 Ortsbegehung von W. Neumann (*intac* GmbH) und M. Buntfusz im April 2012

## Transportstudie Konrad

---

- PSE 1985      Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung – Abschlussbericht;  
Fachband 7 (Sicherheitsanalyse der Transporte radioaktiver  
Materialien für den Verkehrsträger Schiene) und Fachband 8  
(Sicherheitsanalyse der Transporte radioaktiver Materialien für  
den Verkehrsträger Straße), im Auftrag des Bundesministeriums  
für Forschung und Technologie, Berlin, Januar 1985
- ZIERCKE 2011      J. Ziercke (Präsident des Bundeskriminalamts): Interview am  
30.08.2011 im Wiesbadener Kurier

## Glossar

Abfallablieferer	Für die Ablieferung an ein Endlager zuständige Institution. Das ist nicht in jedem Fall der Abfallerzeuger.
Abfallgebinde	Zur Endlagerung vorgebereitete Gebinden mit in einem Behälter konditionierten radioaktiven Abfällen.
Diffusionskategorie	Klassifizierung von Zuständen der Atmosphäre zur Abschätzung der Ausbreitung von freigesetzten Stoffen in der Umgebung.
Dosis	In den menschlichen Körper oder ein Organ aufgenommene Menge ionisierender Strahlung aus einer radioaktiven Quelle. Einheit: Sievert (Sv) bzw. Millisievert (mSv) bzw. Mikrosievert ( $\mu$ Sv)
Häufigkeitsverteilung	Angabe, wie häufig ein bestimmter Zustand oder ein bestimmter Wert für einen Parameter vorkommen kann.
Konditionierung	Behandlung von radioaktiven Abfällen zur Reduzierung des Freisetzungspotenzials radioaktiver Stoffe.
Maximal Credible Accident (MCA)	Methodik zur Ermittlung von Unfallfolgen.
Nuklid	Anhand der Zahl von Kernteilchen (Protonen und Neutronen) festgelegte Atomsorte.
Ortsdosisleistung	An einem bestimmten Punkt in einem festgelegten Zeitraum auftretende Dosis. Einheit: Sievert pro Stunde (Sv/h) bzw. Millisievert pro Stunde (mSv/h) bzw. Mikrosievert pro Stunde ( $\mu$ Sv/h)
Probabilistik	Aussage, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmter Zustand eintreten kann.
Produktkontrolle	Mit der Produktkontrolle soll sichergestellt werden, dass die zur Endlagerung in Konrad vorgesehenen Abfallgebinde die Endlagerungsbedingungen für dieses Endlager einhalten.

## Transportstudie Konrad

---

Quellterm	Menge und Art freigesetzter Radionuklide.
Risikoanalyse	Methode zur Bewertung des Auftretens bestimmter Gefahren.
Transporteinheit	Endlagerungsspezifische Handhabungseinheit radioaktiver Abfälle in Behältern. Eine Transporteinheit kann aus einem quaderförmigen Container bzw. einer Palette mit ein oder zwei zylindrischen Behältern bestehen.

## **A N H A N G**

Radiologische Grenzwerte bzw. höchst zulässige Strahlenexpositionen

Transportstudie Konrad

Die deutsche Strahlenschutzverordnung enthält keine Grenzwerte, die sich auf den Transport radioaktiver Stoffe beziehen. Die in Tabelle 3 aufgeführten Grenzwerte und der Störfallplanungswert können aber sinngemäß auf Transporte angewendet werden.

Die GRS hat in ihrer Studie zur Bewertung empfohlene Grenzwerte der Internationalen Strahlenschutzkommission [ICRP 1990] herangezogen (siehe Kapitel 3.3). Aufgrund der vorsorgenden Funktion des Strahlenschutzes in der Bundesrepublik Deutschland ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Schutz durch diese Werte nicht geringer sein darf als durch die höchst zulässigen Dosiswerte der Strahlenschutzverordnung.

Paragraph	Dosiswert	Bemerkung
§ 46	1 mSv/a	Der Grenzwert für die maximal zulässige Strahlenbelastung pro Jahr gilt für alle Tätigkeiten bzgl. Umgang mit radioaktiven Stoffen von denen eine Person aus der Bevölkerung betroffen sein kann.
§ 47	0,3 mSv/a	Grenzwert für die maximal pro Jahr zulässige Strahlenbelastung einer Person aus der Bevölkerung, die von der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abluft oder Abwasser aus einer kerntechnischen Anlage betroffen ist.
§ 49	50 mSv	Störfallplanungswert als Folgedosis (Lebenszeit) für eine Person aus der Bevölkerung.
§ 55	20 mSv/a	Grenzwert für die maximal pro Jahr zulässige Strahlenbelastung einer strahlenexponiert beschäftigten Person.

**Tabelle 3:** Dosiswerte der Strahlenschutzverordnung [BMU 2008] für Personen aus der Bevölkerung und für strahlenexponiert beschäftigtes Personal.

Transportstudie Konrad

---

Die GRS hat in ihrer Studie bezüglich der Abfallgebinde die Dosisleistungsgrenzwerte aus den Gefahrgutvorschriften für Transporte und den Endlagerungsbedingungen Konrad herangezogen. Diese Grenzwerte sind einschlägig

	Dosisleistungsgrenzwerte in mSv/h		
	Oberfläche	1 m Abstand	2 m Abstand
<b>Gefahrgutverordnung</b>			
Abfallgebinde	2	0,1	-
Transportfahrzeug	2	-	0,1
<b>Endlagerungsbedingungen</b>			
Zylindrische Abfallgebinde	2	0,1	-
Quaderförmige Abfallgebinde	2	-	0,1

**Tabelle 4:** Dosisleistungsgrenzwerte aus der Gefahrgutverordnung und den Endlagerungsbedingungen Konrad.

## **Versicherung**

Diese Stellungnahme wurde nach bestem Wissen und Gewissen, unparteiisch und ohne Weisung hinsichtlich ihrer Ergebnisse erstellt.

Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann

*intac* GmbH