

Fachliche Bewertung
der Transportstudie Konrad der GRS

Phase I

Auftraggeber:

Stadt Salzgitter

Auftragnehmer:

intac -

Beratung · Konzepte · Gutachten
zu Technik und Umwelt GmbH

Ansprechpartner: Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann

Hannover, 31. März 2012

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung.....	3
1. Einleitung	5
2. Endlager Konrad.....	6
2.1 Konrad und Transporte	7
3. Transportstudie Konrad der GRS	9
3.1 Problemstellung und Zielsetzung	9
3.2 Untersuchungsmethodik	11
3.3 Bewertungsgrundlagen	14
3.4 Art und Volumen konradgängiger radioaktiver Abfälle	17
3.5 Radiologische Charakterisierung der Abfall- und Transportbehälter.....	19
3.6 Transportszenarien und Beförderungsmodalitäten	20
3.7 Strahlenexposition der Bevölkerung und des Transportpersonals	22
3.8 Transportunfallrisiko.....	24
3.8.1 Generelle Vorgehensweise.....	24
3.8.2 Behälterversagen und Freisetzungsverhalten.....	25
3.8.3 Unfallhäufigkeiten und Unfallschwere	27
3.8.4 Transportunfallsimulation - Quelltermbestimmung.....	30
3.8.5 Unfallhäufigkeiten mit Freisetzungen.....	31
3.8.6 Radiologische Unfallfolgen	33
3.8.7 Bewertung der Transportunfallrisiken	34
4. Arbeiten der Phase 2	36
5. Literaturverzeichnis.....	38
6. Glossar	41

Zusammenfassung

Das Endlager Konrad soll frühestens 2019 in Betrieb gehen. Die Transporte der dann zur Endlagerung 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 bewertet werden.

Für die Ermittlung möglicher Auswirkungen von bestimmungsgemäßem Transport und Transportunfällen hat die GRS eine Erhebung zum aktuellen Abfallgebindezu-stand bei den Abfallerzeugern bzw. Abfallablieferern durchgeführt. Auf den erhaltenen Angaben baut sie die radiologische Charakterisierung der zu transportierenden Abfallgebinde auf. Dies 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 Abfallgebinde durch neue Konditionierungs- bzw. Verpackungsmethoden ständig in Richtung Ausschöpfung der zulässigen Werte. Deshalb ist für diese wichtige Grundlage der Bewertung der Transportsicherheit nur die Orientierung an diesen zulässigen Werten zielführend.

Die GRS hat für die Ermittlung der Transportunfallauswirkungen die Methodik der probabilistischen Risikoanalyse gewählt. Dieser Ansatz ist zwar wissenschaftlich anspruchsvoll, führt aber nicht zu einem abdeckenden Bild für maximal plausible Strahlenbelastungen. Die Methodik ist deshalb beispielsweise für Entscheidungen über Notfallschutzworsorge nicht geeignet.

Die Strahlenbelastungen für Bevölkerung und Personal werden von der GRS sowohl für den bestimmungsgemäßen Transport als auch für Transportunfälle für die drei Szenarien 100% Schiene, 100% Straße und als realistischen Szenario 80 % Schiene / 20 % Straße betrachtet. Diese Vorgehensweise ist grundsätzlich sinnvoll. Inwieweit die Aufteilung 80/20 tatsächlich realistisch ist, wird in der GRS-Studie nicht näher begründet. Dies bedarf der genaueren Analyse.

Für den bestimmungsgemäßen Transport werden nach den Ergebnissen der GRS die Grenzwerte für die Strahlenbelastung von Bevölkerung und Arbeitskräften deutlich unterschritten. Bei Unterstellung von Ortsdosisleistungen für die zu transportie-

renden Abfallgebinden, die sich an den zulässigen Werten orientieren, werden die Grenzwerte deutlicher ausgeschöpft. Es ist aber trotzdem von einer Einhaltung des Grenzwertes nach § 46 StrlSchV auszugehen, wenn die von der GRS angegebenen Wohnabstände zutreffend sind. Überprüft werden sollten in Bezug auf Stadtgebiet von Salzgitter aber insbesondere die Strahlenbelastungen für die Beschäftigten der Schlackenverwertung.

Für die Bewertung der Strahlenbelastungen nach Transportunfällen hat die GRS den Ansatz der probabilistischen Risikoanalyse gewählt. Diese Methodik 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 werden. Durch Mittelwertbildung für die weitere Verarbeitung besteht die Gefahr, seltene Ereignisse auszublenden. Deshalb kann durch diese Methodik eine Unterschätzung der möglichen Strahlenbelastung nach Transportunfällen erfolgen.

In der hier vorgelegten allgemeinen Bewertung der GRS-Transportstudie wurden Aspekte identifiziert, die in der zweiten Phase der Bewertung vertieft bearbeitet werden sollten.

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 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. Die Ergebnisse der Studie wurden kontrovers diskutiert. Anfang 2010 wurde eine Aktualisierung dieser Studie durch die GRS veröffentlicht.

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 soll in zwei Phasen erfolgen. In Phase 1 soll eine allgemeine Bewertung der GRS-Transportstudie erfolgen und dabei besonders kritische Aspekte identifiziert werden. Die Ergebnisse der Phase 1 werden hiermit vorgelegt.

In der zweiten Phase sollen dann die in Abstimmung mit den Behörden der Stadt Salzgitter als besonders kritisch festgelegten Aspekte vertieft untersucht werden.

2. Endlager Konrad

Das Entsorgungskonzept für radioaktive Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland sieht dieendlagerung aller dieser 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 303.000 m³ gering wärmeentwickelnde Abfälle mit dem Ursprung 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 Verfahrensqualifikation) einer Produktkontrolle. Der Transport der radioaktiven Abfälle zum Endlager-

standort erfolgt in den Behältern, in dem 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 in der Bundesrepublik zum gegenwärtigen Zeitpunkt und in den nächsten Jahren auch noch nicht ausreichend endlagerfertige Abfallgebinde zur Verfügung stehen, die einen regulären Endlagerbetrieb ermöglichen würden. Die Energieversorgungsunternehmen bzw. ihr Beauftragter Gesellschaft für Nuklearservice (GNS) sowie die öffentliche Hand und ihr Beauftragter Energiewerke Nord GmbH (EWN) müssen zunächst die Konditionierungskapazitäten ausbauen und noch viele Behälterzulassungen erwirken, bevor ein regulärer Einlagerungsbetrieb stattfinden kann.

2.1 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-/gefahrgutrechtlicher 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 vorgesehene 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 aber nicht beschieden wurde, 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 Oberverwaltungsgericht Lüneburg und im März 2007 vom Bundesverwaltungsgericht als unzulässig abgelehnt. Hinblicklich der Transporte wurde von den Gerichten auf deren separate Genehmigung hingewiesen. Diesen Urteilen liegt die Auslegung des Planfeststellungsbeschlusses als gebundene Genehmigung zugrunde und es blieb 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 2009]. Diese aktualisierte Studie wird im folgenden Kapitel bewertet.

3. Transportstudie Konrad der GRS

Die folgende Bewertung der Transportstudie Konrad der GRS 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 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 beispielsweise insbesondere durch die Höhe und Wahrscheinlichkeit potenzieller Strahlenexpositionen oder Kontaminationen bestimmt werden. Die Hauptzielsetzungen der 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 Einlagerungsbetriebes 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 Abfallgebinde 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 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 dazu dienen festzustellen, wo Maßnahmen am wirkungsvollsten sind.

Abgesehen vom Wahrscheinlichkeitsansatz zur Ermittlung des Gefahrenpotenzials für die Standortregion, sind die Hauptziele der GRS-Studie sinnvoll.

Die Entwicklung der Anlieferungsszenarien auf Grundlage der Aussagen der Abfallerzeuger zu den bis Ende 2007 existierenden Abfälle bzw. Abfallgebinde ist 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 in frühestens 5 Jahren erfolgen würde und die Abfälle erst zum Teil soweit konditioniert waren, dass die Abfallgebindekonzellation zur Endlagerung schon klar war. Deshalb war zu erwarten, dass der größte Teil der Abfallgebinde bei der Anlieferung zum Endlager eine andere radiologische Charakterisierung haben würde als zum Zeitpunkt der Erhebung der GRS bei den Abfallablieferern.

Die Anlieferungsszenarien müssen deshalb auf Grundlage der maximal zulässigen Ortsdosisleistung für den bestimmungsgemäßen Transport und dem damit sowie den übrigen Vorschriften vereinbaren maximal zulässigen Radioaktivitätsinventar für die Abfallgebinde entwickelt werden.

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

Die hauptsächliche Betrachtung der Standortregion ist 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

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 teilweise „in konservativ vereinfachender Weise“ vorgegangen.

Die für Personen oder Personengruppen ermittelten potenziellen Strahlenbelastungen werden mit Grenzwerten bzw. relevanten Richt- und Erfahrungswerten sowie Strahlenbelastung 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. Das beinhaltet die Methodik der GRS nicht.

Zusätzlich wird 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 selbst steuern, wie oft sie diese Belastungen auf sich nehmen will.

Mit dem Vergleich mit natürlicher Strahlenbelastung wird auch oft suggeriert, wenn die durch die Tätigkeit ermittelte Strahlenbelastung geringer ist, ist 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 genannt¹. 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

Für die Bewertung von möglichen Strahlenbelastungen nach einem Unfall wird von der GRS eine probabilistische Unfallrisikoanalyse durchgeführt. Bei dieser Vorgehensweise werden ein Schadensausmaß und eine Schadenswahrscheinlichkeit 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“.

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 die grundsätzlich physikalisch möglichen Belastungs- und Freisetzungsszenarien analysiert und, soweit für den Unfallablauf plausibel darstellbar, berücksichtigt.

¹ 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 freigesetzt wird.

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.

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 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.

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. Dadurch wird das Ergebnis stark 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.

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. Er könnte in Phase 2 näher betrachtet werden.

3.3 Bewertungsgrundlagen

GRS-Transportstudie

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 bestimmten Abstand von Transportbehältern und Transportmittel.

In Bezug auf Strahlenschutz enthalten diese 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:

Transportstudie Konrad

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

Tabelle: Personendosisgrenzwerte für Arbeitskräfte und Bevölkerung [GRS 2009]

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

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.

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 ortsfeste 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 regelmäßigt benutzten 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 angegeben, dass es sich dabei um einen Mittelwert über 5 Jahre handele. 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 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 einzuhaltende 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] die Berücksichtigung von Strahlenbelastungen 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 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 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 strahlenexponiert Beschäftigte orientiert. Da diese in der novellierten Strahlenschutzverordnung von 2001 wegen neuerer Erkenntnisse im Strahlenschutz gesenkt wurde, hätte auch der Störfallplanungswert gesenkt werden müssen. Die damalige Bundesregierung hatte aus Vorsorgegründen auch einen Wert

von 20 mSv 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

In der GRS-Studie werden die Planungen des Konrad-Betreibers (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS) wie folgt angegeben:

Es wird bis zum Jahr 2040 von einem endzulagernden Abfallvolumen von 280.000 m³ ausgegangen. Ende 2007 lagen etwa 120.000 m³ in allerdings noch nicht endlagerfähiger Form vor.

Bei einem einschichtigen Einlagerungsbetrieb sollen jährlich 2.300 Transporteinheiten in das Endlager eingelagert werden. Je nach den angelieferten Behältertypen entspricht das zwischen 10.000 m³ und 12.000 m³ Abfallgebindevolumen. Bei 230 Betriebstagen im Jahr werden wöchentlich 50 Transporteinheiten angeliefert.

Bezüglich der Abfallarten und der Abfall- und Transportbehältertypen werden in der GRS-Studie auszugsweise die vorläufigen Endlagerungsbedingungen des BfS von 1995² 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 Abfallgebindes sowie die Ortsdosisleistung des Abfallgebindes 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 Abfallgebinde 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 durchge-

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

führt 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 und die vorläufigen Endlagerungsbedingungen sind in der GRS-Transportstudie richtig wiedergegeben.

Der Sinn, der von der GRS durchgeföhrten Datenerhebung zu den Abfällen, ergibt sich nur aus dem Ziel eine probabilistische Unfallrisikoanalyse durchführen zu wollen. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung war 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, „nicht alle Ablieferungspflichtigen verfügten über bereits endlagergerecht konditionierte und verpackte Abfälle“ ist zudem irreführend. Es ist bereits äußerst fraglich, inwieweit die erhobenen Daten bei der aus damaliger Sicht für 2014/15 vorgesehenen Inbetriebnahme des Endlagers noch relevant gewesen wären. 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 umgepakt werden müssen [BERTRAM 2012]. Nach Angaben der GNS existierten auch im Bereich der Energieversorgungsunternehmen 2010 nur relativ wenige Abfallgebinde, 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 Abfallgebinden und damit für die Möglichkeit der Freisetzung.

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 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 Radioaktivitätsinventar 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 vom Gebinde ermittelt. Von den ca. 27.000 Abfallbehältern erreichen immerhin 10 % eine Ortsdosisleistung in bestimmtem 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 Entferungen von 40 m überschritten werden.

Bewertung

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 viel Daten auf Messungen an weitgehend konditionierten Abfallgebinden beruhen und wie viel Daten auf Abschätzungen mit fiktiv angenommener Verpackung beruhen. Im zweiten Fall wird die Angabe mit nicht unerheblicher Unsicherheit behaftet sein.

Bis zur Inbetriebnahme von Konrad 2019 oder später wird die Ausschöpfung der zulässigen Radioaktivitätsinventare und damit auch teilweise der Ortsdosisleistungen weiter erhöht werden [BRODOCH 2011]. Die von der GRS erhobene Datenbasis wird

damit in weiten Teilen nicht mehr zutreffend sein. Dadurch wird die bereits zur GRS-Transportstudie von 1991 erfolgte Aussage bestätigt, dass die einzige sinnvolle Vorgehensweise für die Ermittlung möglicher Auswirkungen der Transporte 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.

Sogenannte realistische Betrachtungen unter Berücksichtigung von zum Zeitpunkt der Betrachtung tatsächlich vorhandenen Abfallgebinden können allenfalls ergänzend durchgeführt werden. Damit könnte die Einschätzung des Sicherheitsabstandes zu Grenzwerten erfolgen, falls diese bei der Betrachtung mit Maximalwerten weitgehend ausgeschöpft werden. Dies gilt vor allem für die Betrachtung der Auswirkungen des unfallfreien Transportes radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad.

3.6 Transportszenarien und Beförderungsmodalitäten

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. Das entspricht im Mittel pro Woche 40 Transporteinheiten über die Schiene und 10 Transporteinheiten über die Straße. Es wird davon ausgegangen, 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 Eisenbahnwagon und die Unterstellung von 2 – 3 Wagonen pro Zug ergeben sich etwa 8 Schienentransporte pro Woche. Auf einem LKW können in Abhängigkeit vom Behältertyp 1 – 2 Transporteinheiten transportiert werden.

Zur Darstellung der Bandbreite werden von der GRS auch die Extremzonen vollständige Anlieferung über die Schiene und vollständige Anlieferung über die Straße betrachtet. Mit den vorstehend genannten Randbedingungen ergäben sich für den vollständigen Transport über die Schiene etwa 10 Transporte und bei vollständigen Transport über die Straße maximal 50 Transporte pro Woche.

Alle Abfallwagons werden zunächst vom Abfallablieferer über einen oder mehrere andere Rangierbahnhöfe zum Rangierbahnhof Seelze bei Hannover und von da zum Übergabebahnhof Beddingen geführt. Von Seelze über Lehrte und Peine nach Beddingen verkehren täglich 5 Züge mit 30 bis 40 Wagons. Die Straßentransporte erfolgen über überörtliche Straßen wie Autobahnen und Fernstraßen.

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

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

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 keine Angabe gemacht.

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, lässt sich ohne weitere Informationen nicht beurteilen. Diese Aufteilung wurde auch schon in [GRS 1991] angegeben. Damals waren noch Wiederaufarbeitungsabfälle vorgesehen, die vollständig über die Schiene angeliefert werden sollten. Bei den Abfallablieferern, die mit LKW anliefern könnten, hat sich seitdem nicht viel verändert. Insofern müsste ohne Wiederaufarbeitungsabfälle von einem höheren LKW-Anteil ausgegangen werden.

Auf Grundlage der Angaben in der GRS-Studie und dem Verhältnis von Atomanlagen in der Bundesrepublik mit und ohne Bahnanschluss ist die Aufteilung andererseits plausibel. Es gibt aber keine vorgegebenen Randbedingungen, in deren Rahmen die Nutzung eines bestimmten Verkehrsträgers vorgeschrieben ist. Deshalb sind für die Wahl des Verkehrsträgers durch den Abfallablieferer auch ökonomische Aspekte relevant. Dies kann die Aufteilung beeinflussen.

In der GRS-Studie werden Zahlen für die wöchentlichen Transporte über Schiene und Straße in die Endlagerregion angegeben. Es muss jedoch durchaus unterstellt werden, dass es Wochen gibt, in denen nur mit der Bahn oder nur mit dem LKW antransportiert wird. Dies könnte sich im Jahresmittel allerdings ausgleichen.

Die GRS-Studie enthält keine Angaben, ob aus dem Osten oder Südosten kommende Züge die Standortregion bereits auf ihrem Weg nach Seelze durchfahren können. 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 Waggons von 6 Stunden erscheint aufgrund früherer Erfahrungen und der geringen Zugfrequenz nach Beddingen gering. Für den Übergabebahnhof Beddingen macht die GRS keine Angabe über Standzeiten. Eine Überprüfung bzw. Feststellung der Standzeiten ist ohne Einsicht in die der GRS zur Verfügung gestellten Angaben der Raillon AG nicht möglich. Dies wird jedoch aufgrund früherer Erfahrungen nicht möglich sein.

Insgesamt sind die Angaben der GRS zu den Transportszenarien plausibel.

3.7 Strahlenexposition der Bevölkerung und des Transportpersonals

Auf die in der GRS-Studie für den bestimmungsgemäßen Transport ermittelten Strahlenbelastungen für das Transportpersonal wird, mit Ausnahme der Situation auf dem Übergabebahnhof Beddingen (der allerdings nicht auf Stadtgebiet von Salzgitter liegt), im Folgenden nicht eingegangen. Dies gilt auch für Strahlenbelastungen außerhalb der Standortregion, da hauptsächlich die Belange der Stadt Salzgitter bewertet werden sollen. Es sei aber darauf hingewiesen, dass in Bezug auf den Rangierbahnhof Seelze und auf LKW-Fahrer Auffälligkeiten, die zu höheren Strahlenbelastungen führen könnten, vorhanden sind.

GRS-Transportstudie

Die GRS weist 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 das nach GRS-Angaben realistische Transportszenario (80 % Schiene / 20 % Straße) hat die GRS für Anwohner der Transportstrecke eine Strahlenbelastung von 0,02 mSv/a ermittelt (Gleisentfernung 5 m). In der GRS-Studie wird dieser Wert mit dem nach GRS maximalen Ergebnis von 0,1 mSv/a der GRS-Transportstudie von 1991 verglichen.

Als für die Ermittlung der Strahlenbelastung der Anwohner des Rangierbahnhofs Seelze und des Übergabebahnhofs Beddingen berücksichtigte Standzeit von Waggons wird in diesem Kapitel 1 – 2 Stunden angegeben. Der Abstand von Wohnbebauung soll in Seelze 100 m und in Beddingen 130 m betragen. Die Dosiswerte für die Anwohner wurden mit 0,014 mSv/a für Seelze und 0,004 mSv/a für Beddingen ermittelt.

Für die Arbeiter in der Schlackenverwertung wird bei einer Entfernung von 50 m eine Strahlenbelastung von 0,003 mSv/a angegeben.

Für Personal des Übergabebahnhofs Beddingen werden von der GRS Strahlenbelastungen bis zu 0,32 mSv/a ermittelt.

Bewertung

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 internationalem Stand des Strahlenschutzes gibt es für stochastische Schäden keine Schwellendosis. Das hat zur Folge, dass die Strahlenschäden nach dem linearen Strahlen-Wirkungszusammenhang zwar gering sind, sich in einem Abstand von 40 m gegenüber der Situation ohne Transport aber immerhin verdoppeln.

Die für Anwohner der Transportstrecke ermittelte Strahlenbelastung beträgt etwa die Hälfte der 1991 ermittelten Strahlenbelastung für die gleiche Personengruppe (0,004 mSv/a). Der Rückgang dürfte weitgehend mit dem Rückgang der jährlich angelieferten Transporteinheiten von 3.400 auf 2.300 zusammenhängen. Nähere Analysen sind mit den Angaben in der GRS-Transportstudie nicht möglich. Warum von der GRS ein Vergleich der Strahlenbelastung dieser Personengruppe mit der 1991 ermittelten Strahlenbelastung für Anwohner des Rangierbahnhofs Braunschweig vorgenommen wurde, ist nicht nachvollziehbar und grob irreführend. Die Expositionsbedingungen unterscheiden sich weitgehend.

Für Personen aus der anwohnenden Bevölkerung ist mit der von GRS ermittelten Strahlenbelastung die Ausschöpfung des Grenzwertes von 1 mSv/a relativ gering.

Für Personal des Übergabebahnhofs Beddingen wurden von der GRS teilweise Strahlenbelastungen ermittelt, die über dem Grenzwert nach § 47 der Strahlenschutzverordnung für Anwohner von Atomanlagen durch Belastungen mit Abluft oder Abwasser liegen. Insoweit sind diese Strahlenbelastungen nicht vernachlässigbar.

Die von der GRS ermittelten Werte liegen aber unterhalb der Schwelle für strahlenexponiert Beschäftigte, für die eine ständige Registrierung der Strahlenbelastung und medizinische Überwachung gefordert ist. Welche Auswirkungen die Methodik (bspw. Festlegung der zu unterstellenden Ortsdosisleistung für die Transportabläufe) auf die Ergebnisse hat, kann im Rahmen der Phase 1 der Bewertung der GRS-Transportstudie nicht beurteilt werden. Hierzu sind weitergehende Recherchen und Überlegungen erforderlich. Ob jedoch für Personen aus der Bevölkerung eine Überschreitung des Grenzwertes von 1 mSv/a möglich ist, ist fraglich und eher nicht zu vermuten.

Der GRS-Studie ist nicht zu entnehmen, für welchen Gleisanschlusszustand die Strahlenbelastungen für Anwohner und Personal des Übergabebahnhofs Beddingen und der Beschäftigten der Schlackenverwertung ermittelt wurden. Hier sollte durch einen Ortstermin mit vorheriger Recherche der im Rahmen des Verkehrsanschlusses des Endlagers vorgesehenen Veränderungen die Situation ermittelt werden.

Für alle durch den Transport strahlenbelasteten Personen ist zu berücksichtigen, dass sie auch durch die radioaktiven Abgaben beim Betrieb des Endlagers betroffen sind. Durch die Addition der Belastungen können insgesamt sich durchaus relevante Strahlenbelastungen ergeben.

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 Freisetzungsvorhalten 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 Freisetzungsvorhaben

GRS-Transportstudie

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 Transportfahrzeugs 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 Abfallgebinde 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 Abfallgebinde 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.

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 berücksichtigt. Diese mechanischen Lasteinträge können aber schon bei erheblich geringeren Geschwindigkeiten zu einem Behälterversagen und damit auch zu Freisetzung führen.

Die für die Belastungsklassen mit Brand angenommenen Randbedingungen für Wärmeübertragungsparameter und Umhüllung sind zweifelsohne konservativ. Mit den unterstellten Branddauern wird auch ein hoher Anteil real bei Unfällen im Freien auftretender Brände abgedeckt. Längere Branddauern und höhere Temperaturen (z.B. bei Beteiligung bestimmter Kohlenwasserstoffverbindungen) können aber nicht ausgeschlossen werden. Entsprechende Brände sind in der Vergangenheit auch schon aufgetreten und in anderen Studien wurden auch über die GRS hinaus gehende Dauern und Temperaturen unterstellt [CLARKE 1976], [PSE 1985], [GÖK 1990].

Zusammenfassend wird das mögliche Belastungsspektrum für die Behälter durch die 9 Belastungsklassen nicht abgedeckt. Dies gilt vor allem für den Transportträger Schiene.

GRS-Transportstudie

Die zu transportierenden Abfallgebinde werden, orientiert am Freisetzungsverhalten, 8 verschiedenen Gruppen zugeordnet. Die Gruppen enthalten unterschiedliche Kombinationen konditionierter Abfälle mit Behältertypen.

Unter Heranziehung von experimentellen Laboruntersuchungen und theoretischen Modellen zum Freisetzungsverhalten werden für die jeweiligen Abfallgebindegruppen unter Berücksichtigung der Belastungsklassen die potenziellen Freisetzungsanteile aus den Abfallgebinden ermittelt. Die Freisetzungsanteile werden für zwei Nuklidgruppen getrennt für alle Behälterklassen in Tabellen dargestellt.

Bewertung

Die Zuordnung der Kombinationen von konditionierten Abfällen und Behältertypen zu den Abfallgebindegruppen erscheint zunächst plausibel. Für eine belastbare Prüfung müsste das Abfallspektrum im Hinblick auf das jeweilige Freisetzungspotenzial analysiert und die Behälterzuordnung kontrolliert werden. Dies kann erst in der zweiten Phase der Bewertung der GRS-Transportstudie durchgeführt werden.

Zur Ermittlung der Freisetzungsanteile werden in der GRS-Transportstudie mit Ausnahme eines Literaturhinweises keine Angaben gemacht. Sie sind deshalb nicht nachvollziehbar. Es ist zum Beispiel von zentraler Bedeutung, wie die Vorschädigung durch mechanischen Lasteintrag bei den Belastungsklassen mit Bränden in die Freisetzungsbetrachtungen eingegangen ist. Auch inwieweit Freisetzungen aus kontaminiertem Verfüllmaterial berücksichtigt sind, ist der Studie nicht zu entnehmen.

Die Ableitung von Freisetzungsanteilen war in der Vergangenheit heftig umstritten [EÖT 1993]. Da die Freisetzungsanteile eine zentrale Bedeutung für die Unfallfolgen haben, hat die Klärung eine hohe Bedeutung. In einer zweiten Phase der Bewertung der Studie könnte unter Hinzuziehung von Sekundärliteratur zumindest die Plausibilität der Angaben in den GRS-Tabellen geprüft werden.

3.8.3 Unfallhäufigkeiten und Unfallschwere

GRS-Transportstudie

Zur Ermittlung der Unfallhäufigkeiten für die Transporte wurden Unfallstatistiken für den Güterzugverkehr herangezogen. Die Anwendung dieser bundesweiten Statistiken auf die Standortregion (25 km Umkreis von Konrad) ist nach GRS möglich, da hier keine ungünstigeren Verkehrsbedingungen anzunehmen sind.

Die Unfallstatistik für den Güterzugverkehr bezieht sich auf den Zeitraum 1979 bis 2001. Dabei werden Unfälle berücksichtigt, die die Bagatellgrenze von 3.000 DM Schaden am Schienenfahrzeug überschreiten.

Folgende Unfallarten wurden berücksichtigt: Entgleisung, Zusammenstoß zwischen Eisenbahnfahrzeugen, Aufprall gegen anderes Hindernis, Zusammenprall an Bahnübergang und Brand/Explosion. Die Unfälle wurden in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Zuges den Belastungsklassen zugeordnet. Bezüglich Brand wurden zwei Drittel dem 30-minütigen und ein Drittel dem 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 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 notwendig.

Bereits die Beschränkung der Betrachtungen auf tatsächlich registrierte Unfälle stellt eine Einschränkung des Gefahrenhorizontes dar. Es gibt mehr Beinaheunfälle als registrierte Unfälle. Nach Eisenbahnbundesamt 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].

Der Gang der Ermittlung der Unfallwahrscheinlichkeiten ist zwar nachvollziehbar, mit den Angaben in der Studie aber nicht überprüfbar. Eine Überprüfung wäre – sofern die dafür notwendigen Informationen überhaupt zur Verfügung ständen – mit einem unverhältnismäßig hohem Aufwand verbunden, der weder in der ersten noch in der zweiten Phase der Bewertung der GRS-Transportstudie zu leisten ist. Dieses Manko hat aber für die Gesamtbewertung eine eher geringe Bedeutung, weil mit der Angabe

der Wahrscheinlichkeit bzw. deren Änderung um bspw. eine Größenordnung mehr oder weniger keine Aussage zur Ausschließbarkeit eines Unfalls mit bestimmten Folgen verbunden ist.

GRS-Transportstudie

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, 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 auf 25 km/h kann die Heranziehung der Unfallstatistik des Rangierbahnhofs Braunschweig zur Unfallwahrscheinlichkeitsermittlung als konservativ angesehen werden.

GRS-Transportstudie

Zur Ermittlung der Unfallhäufigkeiten für die Transporte wurden Unfallstatistiken für den Schwerlastverkehr auf Autobahnen herangezogen. Aus den Statistiken wurden Unfälle mit Personenschaden und schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden herangezogen. Die Anwendung dieser bundesweiten 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 $2,9 \cdot 10^{-7}$ 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 Literaturergebnissen 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. Allerdings wird weder aus den Angaben der GRS noch aus den Angaben auf der Internetseite der Bundesanstalt für Straßenwesen³ 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 der GRS bei der Ermittlung der relativen Häufigkeiten ist der Studie hauptsächlich der Hinweis auf 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 unter Berücksichtigung der relativen Häufigkeit der Referenzabfälle, der Anzahl der Wagons mit radioaktiven Abfällen im Güterzug (bei LKW = 1), der Beladung dieser Wagons mit der Häufigkeitsverteilung des Radioaktivitätsinventars und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einzelner Belastungsklassen bzw. der davon abhängigen Freisetzunganteilen repräsentative Quellterme erzeugt. Gleichzeitig wird die Häufigkeit des Auftretens dieser Quellterme erfasst.

Die Monte-Carlo-Rechnungen erbrachten ca. 70.000 Quellterme. Um eine Weiterbearbeitung zu ermöglichen, mussten diese Quellterme in Quelltermgruppen zusam-

³ Das in der GRS-Studie als veröffentlicht zitierte Werk der Bundesanstalt für Straßenwesen ist dort nicht zugänglich.

mengefasst 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 % Schien, 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) soll die Zahl der gebildeten Gruppen möglichst gering sein, es dürfen dabei aber keine Informationen verloren gehen, um die Aussagekraft zu erhalten. Durch die Mittelwertbildung in den einzelnen Quelltermgruppen zu Freisetzungsklassen können gerade die Unfallabläufe mit den größten radiologischen Folgen „wegfallen“. Inwieweit 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 zumendlager 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.

Für das „realistische“ Szenario werden folgende Unfallhäufigkeiten mit Freisetzungen ermittelt:

Kombination	80 % Schiene	20 % Straße
$3,9 \cdot 10^{-3}$ pro Jahr	$1,8 \cdot 10^{-4}$ pro Jahr	$3,7 \cdot 10^{-3}$ pro Jahr

Für das Szenario 100 % Schiene beträgt die Unfallhäufigkeit nach GRS $2,3 \cdot 10^{-4}$ pro Jahr und für 100 % Straße $1,7 \cdot 10^{-2}$ pro Jahr.

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, ist die Ermittlung der Unfallhäufigkeiten mit Freisetzungen nachvollziehbar und korrekt. Die ermittelten Häufigkeiten für Unfälle mit Freisetzungen erscheinen 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 der 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.

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 im Lotto bei einem Tipp.

3.8.6 Radiologische Unfallfolgen

GRS-Transportstudie

Ausgehend von den Quellterminen für jede Freisetzungsklasse werden mit einem Unfallfolgenprogramm die Unfallauswirkungen berechnet. Unter Berücksichtigung der meteorologischen Häufigkeitsverteilungen von Diffusionskategorien, Windgeschwindigkeiten, -richtungen und Niederschlagsraten werden statistische Verteilungen der abgelagerten Radioaktivität sowie der potentiellen unfallbedingten Strahlenbelastung für unterschiedliche Entfernung 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 % Schien, 100 % Straße, 80/20 % Schiene/Straße) ermittelt.

Bei der Folgenermittlung werden die Belastungspfade γ -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).

Für das 80/20-Szenario ermittelt die GRS ohne Berücksichtigung von Unfällen am Übergabebahnhof Beddingen eine Strahlenbelastung von etwa 8 mSv in 150 m Entfernung und etwa 5 mSv in 1150 m Entfernung mit einer jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeit von 10^{-7} pro Jahr.

In der GRS-Transportstudie werden auch Betrachtungen der Folgen getrennt nach Belastungspfaden angestellt, um die Einflüsse von möglichen Gegenmaßnahmen darzustellen. 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 Minimierungsgebot der Strahlenschutzverordnung gesehen.

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 schwere Regenfälle), die besonders hohe radiologische Auswirkungen verursachen, statistisch "weggemittelt". Damit sorgt 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 ermittelte Wahrscheinlichkeit für Transportunfälle in deren Folge Strahlenbelastungen von 5 mSv und mehr auftreten ist sehr gering. Daraus ist jedoch nicht zu schließen, dass dieser Unfall nicht auftreten kann. Auch wenn die Strahlenbelastung den Störfallplanungswert der Strahlenschutzverordnung nicht erreicht, können auf Grund des linearen Dosis-Wirkungs-Prinzips Gesundheitsschäden auftreten.

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 keine Gegenmaßnahmen durchgeführt. Deshalb haben solche Gegenmaßnahmen 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.

3.8.7 Bewertung der Transportunfallrisiken

GRS-Transportstudie

Bei der Bewertung der Transportunfallrisiken gibt die GRS sehr geringe Strahlenbelastungen an (im μ 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 ist die Bewertung der GRS zutreffend.

Transportstudie Konrad

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 mittels Mittelwertbildung ein Teil des jeweiligen Folgenspektrums ausgeblendet. Dadurch kann es insgesamt zu einer Unterschätzung der möglichen Strahlenbelastungen kommen.

Bei Anwendung einer anderen Methodik für die Betrachtung möglicher Unfallfolgen ist die Ermittlung höherer Werte für die Strahlenbelastungen nach Transportunfällen zu unterstellen.

4. Arbeiten der Phase 2

Im Folgenden werden die Aspekte benannt, die in der zweiten Phase der Bewertung der GRS-Transportstudie vertiefend bearbeitet werden sollten.

Es sollte versucht werden abzuschätzen, welche Auswirkungen die Berücksichtigung der maximal zulässigen Ortsdosisleistung in 1 bzw. 2 m Entfernung von der Abfallgebindeoberfläche auf mögliche Strahlenbelastungen von Bevölkerung und Personal beim bestimmungsgemäßen Transport haben kann.

Die Aufteilung der Transporte auf die Verkehrsträger Schiene und Straße spielt vor allem für die Wahrscheinlichkeit von Unfällen mit größeren Freisetzung eine Rolle. Es ist deshalb sinnvoll, diese Aufteilung genauer zu analysieren.

Durch eine Ortsbesichtigung unter Berücksichtigung der für die Anbindung des Endlagers neuen Schienenverlaufs vom in der Nähe des Stadtgebietes von Salzgitter befindlichen Übergabebahnhof Beddingen zum Schachtgelände sowie - soweit möglich – durch Befragung der Betriebsräte der Schlackenverwertung und der VW-Betriebsstätte sollte die Möglichkeit der Strahlenbelastung der Beschäftigten überprüft werden. Bei dieser Ortsbesichtigung sollte auch die Situation für die Bevölkerung in der Nähe des Übergabebahnhof Beddingen überprüft werden.

Im Hinblick auf die Belastbarkeit der Grundlagen für die Risikoanalyse der GRS, aber auch zur Absicherung eigener Überlegungen, sollten die von der GRS gebildeten Abfallgebindegruppen überprüft werden. Dabei wären vor allem die Freisetzungsmöglichkeiten zu beachten.

Die Freisetzunganteile nach erfolgter Belastung eines Abfallgebines sind in der GRS-Studie nicht nachvollziehbar begründet. Dies sollte mit Hilfe von Sekundärliteratur überprüft werden.

Die GRS ermittelt mit allerdings geringer Wahrscheinlichkeit eine mögliche Strahlenbelastung von 5 mSv nach einem Transportunfall. Mit einem Faktor 10 wäre bereits der Störfallplanungswert erreicht. Mit einfachen Ansätzen sollten die in der GRS-Transportstudie berücksichtigten Parameter überprüft werden, ob die Erhöhung der Strahlenbelastung um einen Faktor 10 oder mehr und damit die Überschreitung des Störfallplanungswertes möglich ist.

Transportstudie Konrad

Die GRS ermittelt in ihrer Transportunfallrisikoanalyse keine Auswirkungen von Terroranschlägen während des Transportes. Hierzu sollte eine grobe Abschätzung erfolgen.

5. Literaturverzeichnis

- 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
- 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.
- 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
- CLARKE 1976 R.K. Clarke et al., Sandia Laboratories: Severities of Transportation Accidents; Report SLA-74-0001, Alberquerque NM, 1976

Transportstudie Konrad

- 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
- EBA 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, ohne Datum
- EÖT 1993 Niedersächsisches Umweltministerium: Wortprotokoll Band 7 zum Erörterungstermin im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für die Errichtung und den Betrieb der Schachtanlage 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 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
- 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 2009 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

Transportstudie Konrad

- 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
- INTAC 1997 *intac* 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 vom Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V., Hannover, Mai 1997
- JTK 2010 Jahrestagung Kerntechnik'10: Mehrere Vorträge zum Thema; Berlin, 04. – 06. Mai 2010
- 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
- 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

6. Glossar

Abfallablieferer	Für die Ablieferung an ein Endlager zuständige Institution. Das ist nicht in jedem Fall der Abfallerzeuger.
Abfallgebinde	Zur Endlagerung vorbereitetes Gebinde 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)
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.
Nuklid	Anhand der Zahl von Kernteilchen (Protonen und Neutronen) festgelegte Atomsorte.
Ortsdosisleistung	An einem bestimmten Punkt in einem festgelegten Zeitraum auftretende Dosis.
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.
Quellterm	Menge und Art freigesetzter Radionuklide.
Risikoanalyse	Methode zur Bewertung des Auftretens bestimmter Gefahren.

Transportstudie Konrad

Transporteinheit Endlagerungsspezifische Handhabungseinheit radioaktiver Abfälle in Behältern. Eine Transporteinheit kann aus einem quaderförmigen Container bzw. einer Palette mit ein oder zwei zylindrischen Behältern bestehen.

Versicherung

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

Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann

intac GmbH