

**Gutachterliche Stellungnahme zum  
"Plan Endlager für radioaktive Abfälle  
Schachtanlage Konrad, Salzgitter"  
des Bundesamtes für Strahlenschutz**

Erstellt im Auftrag der Stadt Salzgitter

Hannover, Oktober 1991





**Gutachterliche Stellungnahme zum  
"Plan Endlager für radioaktive Abfälle  
Schachtanlage Konrad, Salzgitter"  
des Bundesamtes für Strahlenschutz**

Erstellt von der Gruppe Ökologie  
im Auftrag der Stadt Salzgitter  
Oktober 1991

Autoren:

Dr. Detlef Appel<sup>1)</sup>  
Dr. Ilse Albrecht<sup>2)</sup>  
Dr. Helmut Hirsch<sup>2)</sup>  
Ulrike Fink v. Rabenhorst<sup>2)</sup>  
Dipl.-Geol. Jürgen Kreusch<sup>2)</sup>  
Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann<sup>2)</sup>  
Dr. Michael Rost<sup>2)</sup>  
Dipl.-Geogr. Angela Segebrecht<sup>2)</sup>

unter Mitarbeit von:

Dr. Karsten Hinrichsen  
Dipl.-Geol. Tobias Schwennicke

Anschrift der Autoren/Autorinnen:

- 1) PanGeo - Geowissenschaftliches Büro  
Schleiermacherstr. 20  
3000 Hannover 61  
Tel.: 0511/557666
- 2) Gruppe Ökologie - Gesellschaft für ökologische  
Forschung u. Beratung mbH  
Immengarten 31  
3000 Hannover 1  
Tel.: 0511/6963130

**Inhaltsverzeichnis**

Einleitung	1
Zusammenfassung der Ergebnisse	2
<b>1 Standort</b>	<b>11</b>
1.1 Bevölkerung, Bodennutzung, Industrie und Verkehr	11
1.2 Meteorologische Verhältnisse	13
1.3 Radiologische Grundbelastung	17
1.3.1 Radiologische Grundbelastung in der Umgebung	18
1.3.2 Radiologische Grundbelastung im Grubengebäude	19
1.3.3 Radiologische Belastung in der Umgebung durch natürliche Radioaktivität	21
1.4 Abflußverhalten des Vorfluters Aue	23
<b>2 Betrieb und betriebliche Anlagen</b>	<b>25</b>
2.1 Grundsätzliches	25
2.2 Planungsgrundlagen	26
2.2.1 Zweck des Endlagers	26
2.2.2 Abfallmengen	26
2.3 Brandschutzmaßnahmen	27
2.3.1 Schutzziele	27
2.3.2 Brandabschnittsgröße der Umlade- und Pufferhalle	27
2.3.3 Brandschutzkonstruktionen	28
2.3.4 Rauchableitung	29
2.3.5 Übertägige Brandschutzanlagen	30
2.3.6 Gefahrengruppen	30
2.3.7 Alarmplan	31
2.3.8 Löschwasserversorgung	32
2.3.9 Untertägige Anlagen	32
2.3.10 Bewetterung bei Störfällen	33



---

	<b>Seite</b>
2.4 Betriebliche Anlagen	33
2.4.1 Bewetterung	33
2.4.2 Sonderbehandlungsraum	33
2.4.3 Strahlenschutz an Fahrzeugen	34
2.5 Betrieb	34
2.5.1 Umgang mit Abfallgebinden	34
2.5.2 Netzausfall	35
2.5.3 Umgang mit beschädigten Abfallgebinden	36
2.5.4 Einlagerungskammern	36
2.5.5 Dichtheit der Kammerabschlußbauwerke	37
3 Abfallgebinde, Endlagerungsbedingungen, Produktkontrolle und Dokumentation	38
3.1 Planungsgrundlagen	38
3.2 Endlagerungsbedingungen	39
3.2.1 Grundanforderungen an Abfallprodukte	39
3.2.2 Abfallproduktgruppen	42
3.2.3 Abfallbehälter	45
3.2.3.1 Abfallbehältertypen	45
3.2.3.2 Abfallbehälterklassen	46
3.2.4 Aktivitätsbegrenzungen	48
3.2.5 Abfallgebinde	49
3.2.5.1 Chemische Reaktionen in Abfallgebinden	50
3.2.6 Abfallgebinde aus Wiederaufarbeitungsanlagen im Ausland	51
3.3 Produktkontrolle	53
3.3.1 Stichprobenkontrollen	54
3.3.2 Qualifizierte Verfahren	56
3.3.3 Produktkontrolle der Wiederaufarbeitungsabfälle	56
3.4 Dokumentation	57

		Seite
4	Bestimmungsgemäßer Betrieb: Radiologische Analyse und Strahlenschutz	58
4.1	Aktivitätsfreisetzungen im bestimmungsgemäßen Betrieb	58
4.1.1	Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallgebinden	58
4.1.2	Aktivitätsfreisetzung aus Einlagerungskammern	59
4.1.3	Aktivitätsfreisetzung während Handhabung und Lagerung	60
4.1.4	Aktivitätsgrenzwerte	61
4.2	Radioaktive Stoffe in flüssiger Form	63
4.2.1	Aufkommen und Kontaminationsgrad von radioaktiven Abwässern	63
4.2.2	Behandlung der radioaktiven Abwässer	65
4.2.3	Entsorgung höher kontaminierter Wässer	66
4.3	Strahlenschutz der Beschäftigten	67
4.3.1	Strahlenbelastung durch die Einlagerung von radioaktiven Abfällen	67
4.3.2	Strahlenbelastung durch natürliche Radioaktivität	70
4.3.3	Strahlenschutzbereiche	71
4.4	Abgabe von radioaktiven Stoffen und Strahlenbelastung in der Umgebung	72
4.4.1	Strahlenbelastung durch Radioaktivitätsabgaben mit den Abwettern	72
4.4.2	Strahlenbelastung durch Radioaktivitätsabgaben mit dem Abwasser	76
4.5	Überwachung der Abwetter	78
5	Störfallanalyse	79
5.1	Gesamtaussagen zur Störfallanalyse	79
5.2	Nicht oder nicht ausreichend berücksichtigte Störfälle über Tage	80
5.2.1	Störfälle im Sonderbehandlungs- und Werkstatttraum	80
5.2.2	Brand eines oder mehrerer beladener Fahrzeuge	81



	<b>Seite</b>
5.2.3	Aufschieben von Waggonen auf dem Puffergleis 81
5.2.4	Absturz von Abfallbehältern auf eine Spitze oder Kante 81
5.2.5	Absturz eines Abfallbehälters in der Umladehalle mit Folgebrand 81
5.2.6	Störfälle durch Gasbildung in den Abfallgebünden 82
5.2.7	Explosion von Chemikalien 83
5.2.8	Störfälle mit kontaminierten Wässern 83
5.3	Nicht oder nicht ausreichend berücksichtigte Störfälle unter Tage 84
5.3.1	Brand in der Kontrollbereichswerkstatt 84
5.3.2	Störfälle mit Dieseldieselkraftstoff unter Tage 84
5.3.3	Untertägige Kabelbrände 85
5.4	Lastannahmen 85
5.4.1	Mechanische Lastannahmen 85
5.4.1	Thermische Lastannahmen 86
5.5	EVA-Störfälle 92
5.6	Strahlenbelastung bei Störfällen 95
6	Kritikalitätssicherheit 98
6.1	Kritikalitätssicherheit in der Betriebsphase 98
6.2	Kritikalitätssicherheit in der Nachbetriebsphase 98
7	Geologie und Langzeitsicherheit 100
7.1	Nuklidinventar zu Beginn der Nachbetriebsphase 100
7.2	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse 102
7.2.1	Allgemeine Anforderungen 102
7.2.2	Veränderungen gegenüber 1986 103
7.2.3	Bewertung 103
7.2.4	Die Darstellung der geologischen Verhältnisse in geologischen Karten und Profilschnitten 106

	<b>Seite</b>
7.3 Gebirgsmechanische Verhältnisse	114
7.3.1 Allgemeine Anmerkung zur Gebirgsmechanik	114
7.3.2 Anmerkungen zu einigen Ausführungen zur Gebirgs- mechanik im BFS-Plan	115
7.3.3 Numerische Modelluntersuchungen	117
7.4 Hydrogeologische Modelle und Berechnung der Radionuklidausbreitung	119
7.4.1 Modellierung der hydrogeologischen Verhältnisse	119
7.4.1.1 Grundlagen, Allgemeines	119
7.4.1.2 Datengrundlage	120
7.4.1.3 Programmsystem SWIFT	123
7.4.1.4 Programmsystem FEM301	125
7.4.2 Berechnung der Nuklidausbreitung	127
7.4.2.1 Grundlagen	127
7.4.2.2 Ausbreitung im Grubengebäude	128
7.4.2.3 Ausbreitung in der Geosphäre	129
7.4.2.4 Ausbreitung von Radionukliden in der Biosphäre und Berechnung der Strahlenbelastung	132
7.4.2.5 Bewertung der potentiellen Strahlenexposition	136
7.4.2.6 Die Langzeitsicherheit des Endlagers und die Begrenzung des Betrachtungszeitraumes	138
7.4.2.6.1 Grundlagen, Allgemeines	138
7.4.2.6.2 Begrenzung des Betrachtungszeitraumes	140
7.4.2.6.3 Prüfung der inneren Schlüssigkeit des Bewertungssystems	145
7.5 Abschluß des Betriebes	148
7.6 Bodenschätze	153
8 Umweltverträglichkeitsprüfung	156
9 Transporte und Verkehrsanbindung	163
9.1 Transport radioaktiver Abfälle zum Endlager	163
9.1.1 Behandlung im BfS-Plan	163
9.1.2 Stellungnahme zur Transportstudie der GRS	164
9.1.3 Verkehrsanbindung	173
Literaturverzeichnis	175



## **Einleitung**

Mit der Auslegung der Planunterlagen des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) vom 16.05.1991 bis einschließlich 15.07.1991 durch das Niedersächsische Umweltministerium wurde das durch Antrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (jetzt BfS) am 31.08.1982 eingeleitete Planfeststellungsverfahren nach § 9b Atomgesetz für Errichtung und Betrieb der Schachtanlage Konrad als Endlager für radioaktive Abfälle fortgesetzt.

Im Auftrag der Stadt Salzgitter ist die Gruppe Ökologie Hannover seit Beginn des Verfahrens mit der fach wissenschaftlichen Begutachtung von Problemen im Zusammenhang mit dem geplanten Endlager beschäftigt. Zuletzt wurde die Gruppe Ökologie mit Vertrag vom Juli 1991 beauftragt, in zwei Phasen die ausgelegten Planunterlagen zu begutachten. Die erste Phase umfaßte die Strukturierung der Unterlagen unter Berücksichtigung bereits für die Stadt Salzgitter erstellter gutachterlicher Stellungnahmen auf einwendungsrelevante Tatbestände hin sowie die Formulierung der Einwendungen. Die Einwendungen wurden von der Gruppe Ökologie während der Auslegungszeit der Stadt Salzgitter vorgelegt. Auf dieser Grundlage wurde in der zweiten Phase eine umfassende Prüfung und Bewertung der Unterlagen vorgenommen, die in Form einer geschlossenen gutachterlichen Stellungnahme hiermit vorgelegt wird.

Gemäß Auftragsbeschreibung hat sich die Bearbeitung an den Fragen Vollständigkeit, Prüfbarkeit und Nachvollziehbarkeit der Planunterlagen orientiert. Dabei wurden die bisherigen Stellungnahmen, Resolutionen, Ergebnisse von Umweltausschußsitzungen und Fragen der Stadt Salzgitter sowie die Belange der Städte Braunschweig und Wolfenbüttel berücksichtigt. Vor diesem Hintergrund sind ausgewählte Kapitel der Planunterlagen überprüft worden. Dazu gehören insbesondere der Betrieb, die Endlagerungsbedingungen, die Abgabe radioaktiver Stoffe im Normalbetrieb, Störfallanalyse und die Langzeitsicherheit des geplanten Endlagers sowie die Umweltverträglichkeitsprüfung. Unabhängig von den Planunterlagen (weil dort nicht behandelt) ist auch zu einzelnen Problemen bezüglich des Transports radioaktiver Stoffe Stellung genommen worden. Hierzu hat die Stadt Salzgitter der Gruppe Ökologie die Transportstudie Konrad der Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH zur Verfügung gestellt.

Im Text werden die Planunterlagen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (Stand 9/86) und die Planunterlagen des Bundesamtes für Strahlenschutz (Stand 4/90) abkürzend PTB-Plan und BfS-Plan genannt.

Gruppe Ökologie Hannover

Oktober 1991

## **Zusammenfassung**

### **Standort**

Das Endlager Schacht Konrad soll in einer dichtbesiedelten, von zahlreichen Verkehrswegen durchschnittenen Region errichtet werden, die durch ertragreiche landwirtschaftliche Nutzung einerseits und industrielle Prägung andererseits gekennzeichnet ist. Die daraus erwachsenden gegenseitigen Beeinflussungen werden im BfS-Plan entweder gar nicht oder nur unzureichend dargestellt.

Für die Berechnung der Ausbreitung normalbetrieblicher und störfallbedingter Radionuklidabgaben aus dem geplanten Endlager ist die Kenntnis der **meteorologischen Verhältnisse** in der Umgebung von Schacht Konrad 2 erforderlich. Der BfS-Plan zeigt, daß für den Standort, der immerhin seit 15 Jahren auf seine Endlagertauglichkeit untersucht wird, keine belastbare meteorologische Datenbasis vorhanden ist. Die Klimadaten der Station Braunschweig-Völkenrode wurden ohne Übertragbarkeitsprüfung und ohne Korrekturen auf den Standort übertragen, obwohl dies aufgrund unterschiedlicher Verhältnisse (Bodenrauigkeit, Einfluß von Industrieanlagen) prinzipiell nicht zulässig ist und daneben auch die Klimadaten aus Braunschweig-Völkenrode erhebliche Schwankungen aufweisen.

PTB/BfS haben offensichtlich keine Anstrengungen unternommen, Wetterdaten für den Standort selbst zu bestimmen. Zwar werden seit 1978 meteorologische Messungen an Schacht Konrad 1 durchgeführt; die Ergebnisse - die immerhin Hinweise auf Unterschiede zur Station Braunschweig-Völkenrode geben - haben jedoch keinen Eingang in den BfS-Plan gefunden. Darüber hinaus ist festzustellen, daß der Meßpunkt Konrad 1 für meteorologische Standortuntersuchungen unbrauchbar ist; Schacht Konrad 2 hätte gewählt werden müssen.

Die **radiologische Grundbelastung** in der Umgebung des geplanten Endlagers wird unzureichend dargestellt. Die Angaben des BfS-Planes sind unvollständig, erlauben keine Beurteilung der heutigen radiologischen Situation und lassen insbesondere hinsichtlich natürlicher Radionuklide (Radon und Radonfolgeprodukte) nicht erkennen, ob und in welchem Ausmaß der Standort in besonderer Weise vorbelastet ist. Die radiologische Grundbelastung in der Grube Konrad selbst, vor allem hinsichtlich der Aktivitätskonzentration von Radon, wird verharmlosend, ungenügend und nicht nachprüfbar dargestellt. Die in den BfS-Plan neu aufgenommene Abschätzung der Strahlenbelastung des Betriebspersonals unter Tage durch Inhalation von Radon ist wegen fehlender Grundannahmen weder überprüfbar noch bewertbar. Auch die Darlegungen zur Ableitung natürlicher Radionuklide mit den Abwettern und Abwässern aus der Grube sind wegen mangelhafter Dokumentation weder überprüfbar noch belastbar.

Der BfS-Plan ermöglicht keine Beurteilung der **Auswirkungen des Endlagerbetriebes**. Es erfolgt weder eine Abschätzung der Erhöhung der Radonkonzentration in der Umgebung unter der Voraussetzung, daß die Grube nicht mehr betrieben wird, noch wird dargelegt, welche Konzentrationserhöhungen in Umweltmedien durch die jahrzehntelange Freisetzung von Radionukliden aus den Abfällen mit Abwasser und Abwetter zu erwarten ist.



Die Datenbasis zur Beurteilung des **Vorfluters Aue**, in den die radioaktiv kontaminierten Abwässer des geplanten Endlagers eingeleitet werden sollen, ist ungenügend. Der BfS-Plan ist darüber hinaus unvollständig in seinen Angaben zum Vorfluter und ermöglicht keine Beurteilung, welche Probleme zu erwarten sind, wenn die Abwässer in einen Fluß mit geringer und dabei stark schwankender Wasserführung eingeleitet werden.

### **Betrieb und betriebliche Anlagen**

Im Kapitel Betrieb und betriebliche Anlagen weist der BfS-Plan trotz neuer Erkenntnisse, vor allem im Hinblick auf die einzulagernden radioaktiven Abfälle, gegenüber dem PTB-Plan kaum Änderungen auf. In den **Planungsgrundlagen** für das Endlager wird zwar eine indirekte Mengengrenzung, jedoch kein verbindlicher Ausschluß der Einlagerung wärmeentwickelnder Abfälle vorgenommen. Der Begriff "vernachlässigbare Wärmeentwicklung" bezieht sich lediglich auf die für zulässig gehaltene Temperaturerhöhung des Wirtsgesteins. Auch die insgesamt einzulagernden Abfallmengen und die Betriebszeit des Endlagers werden nur indirekt bzw. ungenau angegeben. Dies ist vor dem Hintergrund einer eventuellen Einlagerung ausländischer Abfälle zu kritisieren. Der Ausdruck "radioaktive Abfälle" darf im übrigen nicht darüber hinweg täuschen, daß auch prinzipiell als Kernbrennstoffe anzusehende Gebinde eingelagert werden dürfen.

Der **Umgang mit Abfallgebinden** ist in zwei wichtigen Bereichen unzureichend geregelt. Es wird zwar die Möglichkeit der Rückweisung von defekten Abfallgebinden erwähnt; jedoch ist weder exakt formuliert, welche Sachlage zur Rückweisung führt, noch ist der Beschreibung des Annahme- und übertägigen Einlagerungsablaufs der ernsthafte Wille dazu zu entnehmen. Für Abfallgebinde, die in den Einlagerungskammern unter Tage beschädigt werden, gibt der BfS-Plan nicht konkret an, wie und wo deren Endlagerfähigkeit wieder hergestellt werden soll.

Die zur Vermeidung von über- und untertägigen Bränden festgelegten **Brandschutzmaßnahmen** sind sowohl in ihrem Umfang als auch in ihrer Spezifikation unzureichend. Infolge der nicht ausreichenden Schutzzielbestimmung wird das brandschutztechnische Niveau auf dem konventioneller Industrien belassen bzw. in Einzelbereichen nicht einmal erreicht. So können Brände durch die vorgesehenen Maßnahmen nicht ausgeschlossen werden. Ungeklärte Fragen bestehen insbesondere hinsichtlich Rauchableitung, Brandabschnittsgröße und Löschwasserversorgung.

Das Volumen der **Einlagerungskammern** sowie die Technik zur Verfüllung hat sich gegenüber dem PTB-Plan stark verändert. Hinter diesen konzeptionellen Veränderungen sind schwerwiegende Gründe zu vermuten, die sich dem BfS-Plan jedoch nicht entnehmen lassen. Die Behauptungen zur Rückhaltefähigkeit des Versatzmaterials und zur Dichtheit der Kammerabschlußbauwerke sind nicht nachvollziehbar.

## **Abfallgebinde, Endlagerbedingungen, Produktkontrolle**

Die einzulagernden **radioaktiven Abfälle** bilden neben der geologischen Barriere den Kernpunkt für die Sicherheitsüberlegungen zum geplanten Endlager. Die im BfS-Plan vorgenommenen Festlegungen zu Abfallprodukten, Behältern und Abfallgebinden sind in weiten Teilen unkonkret und/oder nicht nachvollziehbar.

Die im Rahmen der Endlagerungsbedingungen aufgestellten Grundanforderungen an die **Abfallprodukte** enthalten nur vereinzelt quantitative Anforderungen, sind unvollständig und darüber hinaus durch Ausnahmeregelungen zu umgehen. Besonders zu kritisieren sind die unzureichenden Bestimmungen in Bezug auf chemische Reaktionen im Abfall, den Gehalt an spaltbaren Stoffen und die eindeutige Identifizierung als Abfall aus bundesdeutschen Atomanlagen. Die Abfallprodukte sollen sechs Abfallproduktgruppen zugeordnet werden, die sich durch sogenannte Qualitätsmerkmale unterscheiden. Grundlagen für ihre Ableitung sind dem BfS-Plan nicht zu entnehmen. Unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten sind die Qualitätsmerkmale nicht ausreichend. Da für die einzelnen Abfallproduktgruppen verschiedene Aktivitätsinventare zulässig sind, ist dies von besonderer Bedeutung.

Zur Verpackung der radioaktiven Abfälle sind elf sogenannte **Behältergrundtypen** vorgesehen. Abgesehen davon, daß es sich um zylindrische Beton- bzw. Gußbehälter oder quaderförmige Beton-, Guß-, bzw. Stahlblechcontainer handelt, enthält der BfS-Plan keine weiteren konkreten Angaben zu einzelnen Behältern. Die Einteilung in zwei Abfallbehälterklassen wird ohne Zuordnung allgemein beschrieben. Der Unterschied besteht in den an die Behälter gestellten Anforderungen für mechanische und thermische Belastbarkeit. Die Anforderungen müssen für die möglicherweise auftretenden Unfälle als nicht ausreichend bezeichnet werden.

**Abfallgebinde** bestehen aus Abfallprodukt und Behälter. Eine konkrete Zuordnung von Abfallprodukten zu Behältern bzw. Abfallbehälterklassen wird im BfS-Plan nicht vorgenommen. Auf die bereits existierenden Abfallgebinde wird nicht eingegangen. Hinsichtlich der sicherheitstechnischen Bewertung sind die Abfallgebinde aus der Wiederaufarbeitung bundesdeutscher Brennelemente im Ausland besonders problematisch.

Die Einhaltung der Endlagerbedingungen (Erfüllung der Anforderungen) für die radioaktiven Abfallgebinde soll durch sogenannte **Produktkontrolle** gewährleistet werden. Sie kann entweder durch Stichprobenprüfung oder im Rahmen qualifizierter Konditionierungsverfahren erfolgen. Mit Hilfe der Stichprobenprüfung kann die Einhaltung der Endlagerbedingungen nicht für alle Abfallgebinde sicher nachgewiesen werden. Ihre Wirksamkeit ist stark von der Menge der relevanten Gebinde abhängig (bis 1989 waren bereits 80.000 "Altabfälle" angefallen). Die Wirksamkeit von qualifizierten Verfahren kann mit den Angaben im BfS-Plan nicht nachvollzogen werden.



### **Bestimmungsgemäßer Betrieb: Radiologische Analyse und Strahlenschutz**

Die Ableitung der **Freisetzungsraten** für Radionuklide im Einlagerungsbetrieb aus den Abfallgebinden, den Einlagerungskammern sowie während Handhabung und Lagerung über Tage ist nicht nachvollziehbar, nicht vollständig und nicht belegt. Da der BfS-Plan auch keine konkreten und widerspruchsfreien Angaben zu den jährlich bzw. insgesamt einzulagernden Abfallmengen und Nuklidinventaren enthält, ist eine verlässliche Basis für die Beurteilung der radiologischen Situation nicht gegeben.

Der gesamte Bereich des Aufkommens und der Behandlung radioaktiv **kontaminierter Gruben- und Schmutzwässer** wird im BfS-Plan unvollständig und nicht nachvollziehbar dargestellt. Dies gilt insbesondere für die zu erwartende Grubenwassermenge und die damit abgeleitete natürliche Radioaktivität, die sich auf 2/3 der nach PTB-Plan vorgesehenen Menge reduziert hat. Die Entsorgung zu hoch kontaminierter Wässer wird nicht nachgewiesen. Es kann deshalb nicht abschließend beurteilt werden, ob die vorgesehenen Maßnahmen ausreichend sind.

Die Planungsrichtwerte des BfS zur Begrenzung der **Strahlenbelastung der Beschäftigten** durch den Umgang mit radioaktiven Abfällen liegen unverändert gegenüber dem PTB-Plan bei 5 mSv/a effektive Dosis durch äußere Bestrahlung und 10 mSv/a Individualdosis. Damit ist die nach heutigem Kenntnisstand erforderliche Vorsorge gegen Strahlenschäden nicht gewährleistet.

Die mittlere Individualdosis aller unmittelbar mit der Einlagerung beschäftigten Personen beträgt laut BfS-Plan weniger als 5 mSv/a und die mittlere Personendosis des gesamten Kontrollbereichspersonals weniger als die Hälfte dieses Wertes. Hauptursache dieser Halbierung der mittleren Strahlenbelastung gegenüber dem PTB-Plan ist die Einführung eines sog. Reduktionsfaktors, der alle Überschätzungen ausgleichen soll. Diese Vorgehensweise ist völlig willkürlich und unüblich. Die Abschätzung der Strahlenbelastung der Beschäftigten ist somit schon allein deshalb nicht konservativ. Hinzu kommt, daß die Ausführungen des BfS-Planes wegen fehlender Angaben zur Ortsdosisleistung, Dauer von Tätigkeiten usw. nicht nachvollziehbar sind. Es ist damit auch nicht überprüfbar, ob die betrieblichen Schutzziele eingehalten werden.

Neben der Strahlenbelastung bei der Einlagerung von radioaktiven Abfällen sind die Beschäftigten einer natürlichen Strahlenbelastung ausgesetzt, insbesondere durch die Inhalation von Radon und Radonfolgeprodukten. Die dadurch verursachte Dosis liegt laut BfS-Plan bei etwa 3,7 mSv/a effektive Dosis, d.h. in der Größenordnung der durch den Umgang mit Abfällen verursachten Strahlenbelastung. Die Lungendosis liegt mit etwa 31 mSv/a jedoch eine Größenordnung höher. Zum Schutz der Beschäftigten sind deshalb Planungsrichtwerte für die Radon-Konzentration unter Tage festzulegen.

Die **Strahlenbelastung in der Umgebung** des geplanten Endlagers durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern und Abwässern wird vom BfS nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV (AVV) berechnet. Es läßt sich dem BfS-Plan nicht entnehmen, ob die erforderliche Überprüfung der Anwendbarkeit der primär auf die Verhältnisse bei Kernkraftwerken



zugeschnittenen Modelle und Parameter der AVV stattgefunden hat. In Einzelfällen weicht der BfS-Plan ohne Begründung von der AVV ab - so wurde offensichtlich die Verwendung von Wetterdaten aus dem Sommerhalbjahr unterlassen. Besondere standortspezifische Verhältnisse bleiben unberücksichtigt, und es fehlen Belastungspfade. Dies führt zu einer nicht belastbaren Abschätzung der Strahlenbelastung.

Die Aktivitätsableitung mit den Abwettern (Radionuklide aus den Abfällen und Radon natürlichen Ursprungs) führt bei Kleinkindern zu einer Lungendosis von  $68 \text{ E-5 Sv/a}$ , hauptsächlich durch Inhalation von Radon. Angesichts der Nichtbelastbarkeit des vom BfS verwendeten Langzeitausbreitungsfaktors ist damit eine Grenzwertüberschreitung beim Einlagerungsbetrieb nicht auszuschließen.

Die Ableitung radioaktiver Abwässer (Radionuklide aus den Abfällen und solche natürlichen Ursprungs) verursacht eine Belastung der Knochenoberfläche bei Erwachsenen von  $92 \text{ E-5 Sv/a}$ . Natürlich vorkommende Radionuklide im Grubenwasser liefern dazu entscheidende Beiträge.

Damit werden im bestimmungsgemäßen Betrieb durch die Aktivitätsableitung mit Abwettern bzw. Abwasser die Grenzwerte des § 45 StrlSchV zu 75 % bzw. 50 % ausgeschöpft. Das ist ein im Vergleich mit anderen kerntechnischen Anlagen sehr hoher Planungswert und bedeutet angesichts der Nichtbelastbarkeit der im BfS-Plan zugrundegelegten Annahmen einen zu geringen Sicherheitsabstand zum Grenzwert. Es ist deshalb zu fordern, daß die Ableitung von aus den Abfällen freigesetztem Radon mit den Abwettern verringert und die Ableitung von Radionukliden natürlichen Ursprungs mit Abluft und Abwasser begrenzt wird.

### **Störfallanalyse**

Die **Störfallanalyse** des BfS ist unzureichend. Es werden drei Kategorien von Störfällen betrachtet: Störfälle, die eintreten können, bei denen die Freisetzung von Radionukliden jedoch durch Auslegungsmaßnahmen beschränkt werden soll (Störfallklasse 1); Störfälle, deren Auftreten durch Auslegungsmaßnahmen vermieden werden soll (Störfallklasse 2); Störfälle, deren Auftreten unwahrscheinlich ist (Restrisiko). Das Ziel des BfS, alle Störfälle abzudecken und durch Anlagenauslegung beherrschbar zu machen, muß als nicht erreicht angesehen werden.

Für betrachtete Störfälle werden zum Teil nicht abdeckende Lastannahmen gewählt. Dies gilt besonders für Fahrzeugbrände unter Tage und mechanische Belastungen der Abfallgebinde. Die Vermeidung bestimmter Störfälle durch die Auslegung der Anlage wird nicht nachgewiesen. Auch die Zuordnung einiger Störfälle zum Restrisiko ist im BfS-Plan nicht nachvollziehbar belegt. Weitere denkbare Störfälle sind überhaupt nicht berücksichtigt worden. Dies gilt insbesondere für Störfälle außerhalb der Gebäude auf dem Anlagengelände.

Aus den genannten Gründen kann nicht davon ausgegangen werden, daß die im BfS-Plan ermittelten Strahlenbelastungen nach Störfällen abdeckend sind. Der methodische Ansatz, das zulässige Aktivitätsinventar der Abfallgebinde über die Einhaltung der Störfallgrenzwerte nach Strahlenschutzverordnung zu bestimmen, widerspricht dem Mininierungsgebot der Strahlenschutzverordnung. Darüberhinaus sind in den Ausbreitungsrechnungen keine standortspezifischen Besonderheiten berücksichtigt worden.

### **Kritikalitätssicherheit**

Die Ausführungen zur Kritikalitätssicherheit im geplanten Endlager Konrad sind im BfS-Plan so allgemein gehalten, daß sie in keiner Weise nachvollziehbar oder nachprüfbar sind. Weder werden Angaben zu den Berechnungs- und Bewertungsgrundlagen gemacht, noch werden Literaturhinweise gegeben. Eine Einschätzung der Sach- und Gefährdungslage ist dadurch auf Grundlage der Planunterlagen nicht möglich. Dies wäre jedoch vor dem Hintergrund eines bisher ungewissen Spaltstoffgehaltes der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland sowie der nicht zwingend einzuhaltenden Grundanforderung an die Abfallgebinde (50 g Spaltstoff pro 0,1 m<sup>3</sup>) notwendig gewesen.

### **Geologie und Langzeitsicherheit**

Das Kernstück des Eignungsnachweises für den Standort Konrad besteht im Nachweis der Langzeitsicherheit. Dabei ist vor allem die Leistungsfähigkeit der geologischen Barriere zu prüfen. Fällt diese Prüfung negativ aus, muß der Standort aufgegeben werden. Angesichts der langen zu betrachtenden Zeiträume sind weder die Richtigkeit der Standortbeurteilung überprüfbar noch die Korrektur einer Fehleinschätzung möglich. Daher geht es im Nachweisverfahren auch nicht um die tatsächliche Eignung des Standortes, sondern um die Frage, ob der Nachweis in der vorgelegten Form akzeptiert werden kann. Daraus ergeben sich weitreichende Anforderungen an die Schlüssigkeit und Nachvollziehbarkeit des Nachweisverfahrens sowie des Beurteilungsergebnisses.

Zwingende Voraussetzung zum Nachweis der Langzeitsicherheit sind ausreichend detaillierte Kenntnisse über die **geologische Barriere**, die allein langfristig den Schutz der Biosphäre vor aus dem Endlager freigesetzten Radionukliden gewährleisten kann.

Die Überprüfung des BfS-Plans hat ergeben, daß die Kenntnisse über die (hydro-)geologischen und strukturellen Verhältnisse im Bereich der weiteren Standortregion immer noch unzureichend sind. Dies gilt insbesondere für den nördlichen Teil des Modellgebietes, das der Modellierung der Grundwasserbewegung und der Radionuklid Ausbreitung zugrunde liegt. Gegenüber den 1986 vorgelegten Planunterlagen (PTB-Plan) ist keine Verbesserung des Kenntnisstandes erkennbar.

Unter anderem wegen des generell unzureichenden Kenntnisstandes ist die Aussagekraft der mit den Programmsystemen SWIFT und FEM301 durchgeführte **Modellierung der Grundwasserbewegung** äußerst begrenzt. Die wesentlichen in die Programmsysteme eingegebenen Größen,



nämlich Durchlässigkeitsbeiwerte und effektive Porositäten, sind weder für alle zu betrachtenden Schichtglieder noch für das gesamte Modellgebiet repräsentativ und verlässlich. Die zusätzliche Anwendung des Programmsystems FEM301 führt allein deswegen nicht zu einer höheren Aussagekraft, weil sich die Datengrundlage gegenüber 1986 (PTB-Plan) nicht verbessert hat. Der grundlegende Mangel einer ungenügenden Datenbasis kann durch die Anwendung zusätzlicher Programmsysteme nicht kompensiert werden.

Die bei der Modellierung der Grundwasserbewegung auftretenden Mängel gehen vollständig in die Berechnung der Radionuklidausbreitung ein. Hinzu kommt das Fehlen repräsentativer und belastbarer Eingangsdaten, v.a. zur Beschreibung der Konzentrationsvermindernden Prozesse beim Radionuklidtransport. Die errechneten Radionuklidlaufzeiten und -konzentrationen weichen in unbekanntem Grad von den tatsächlich zu erwartenden realen Verhältnissen ab. Diese Abweichung kann auch durch die sogenannten konservativen Annahmen, die im Einzelfall nicht belegt sind, nicht kompensiert werden, zumal bereits die Angaben zum Inventar zu Beginn der Nachbetriebsphase nicht nachvollziehbar und widersprüchlich sind.

Des Weiteren werden wichtige potentielle **künstliche Ausbreitungswege** für Radionuklide nicht berücksichtigt. Hierzu gehören die Schächte und die Vielzahl alter Tiefbohrungen nördlich des geplanten Endlagers. Die Begründungen im BfS-Plan für die Nichtberücksichtigung dieser bevorzugten Wegsamkeiten, z.B. hinsichtlich der langfristigen Wirksamkeit der vorgesehenen Schachtverfüllung oder der Abdichtung alter Tiefbohrungen, sind nicht nachvollziehbar.

Die Modellierung der **Radionuklidausbreitung in der Biosphäre** und die Berechnung der potentiellen Strahlenbelastung durch die Nutzung von radioaktiv kontaminiertem oberflächennahem Grundwasser erfolgt ohne die erforderliche Modifikation des verwendeten Rechenmodells und seiner Eingangsparameter. Dies führt zu nicht belastbaren Dosiswerten und insgesamt zu einer Unterschätzung der in der Nachbetriebsphase zu erwartenden Strahlenexposition.

Im übrigen zeigen die Rechenergebnisse, daß die **Strahlenbelastung** von kritischen Organen (Schilddrüse und Knochenoberfläche) in der Größenordnung der Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung liegt. Berücksichtigt man hierbei bereits die beschränkte Aussagekraft der Ergebnisse der Berechnung der Radionuklidausbreitung im Grubengebäude und der Geosphäre sowie die unklaren Angaben zum Inventar des Endlagers zu Beginn der Nachbetriebsphase, dann bleibt festzustellen, daß die errechnete Strahlenexposition ebenfalls in unbekanntem Maße von der zu erwartenden zukünftigen Realität abweicht.

Die Ausführungen zur **Gebirgsmechanik** sind zum großen Teil nicht nachvollziehbar. Insbesondere die Modelluntersuchungen zu den großräumigen Gebirgsbewegungen gehen von Voraussetzungen aus, deren Erfüllung nicht nachgewiesen ist. Des Weiteren sind auch hier die in den Rechnungen benutzten Daten für den gesamten betrachteten Gebirgsverband nicht repräsentativ.

Gegen die Anwendung der **Sicherheitsanalyse** in der praktizierten Form zum Nachweis der Langzeitsicherheit bestehen seit langem schwerwiegende methodische Bedenken. Sie beziehen sich u.a. auf Probleme, die grundsätzlich mit der Prognose über lange Zeiträume und dem erforder-



derlichen Nachweis der Konservativität von Annahmen zur Überbrückung von Informationsdefiziten verbundenen sind. Hinsichtlich der prognostischen Schwierigkeiten hat die Antragstellerin, unterstützt durch die RSK, mit der Begrenzung des Anwendungszeitraum für Individualdosen auf 10.000 Jahre eine wichtige, wenngleich falsche Konsequenz gezogen. Für anschließende Zeiträume bis zu einer Million Jahre Dauer soll der Sicherheitsnachweis mit Hilfe einer sogenannten nuklidspezifischen Bewertung der geologischen Barriere erfolgen.

Die im einzelnen zur Berechtigung der zeitlichen Begrenzung des **Nachweiszeitraums** angeführten Argumente sind allerdings unhaltbar. Das gilt insbesondere für Behauptungen, mit denen belegt werden soll, daß die Radiotoxizität innerhalb dieses Zeitraums angeblich auf ein der toxischen Wirkung anderer Stoffe vergleichbares Maß abgesunken sein soll.

Doch auch dann, wenn man die Richtigkeit dieser falschen Vorgehensweise unterstellt, erweist sich das für den Zeitraum zwischen 10.000 Jahren und einer Million Jahre neu entwickelte Bewertungsverfahren als unbrauchbar: Der neu eingeführte Bewertungsmaßstab, das potentielle Isolationsvermögen der geologischen Barriere, und die darauf anzuwendende Beurteilungsgröße, die Mindestlaufzeit von Radionukliden in die Biosphäre, weisen weder einen direkten Bezug zum Schutzgut auf noch stehen sie in sinnvoller Beziehung zueinander.

Insgesamt muß festgestellt werden, daß der BfS-Plan hinsichtlich der Langzeitsicherheit des geplanten Endlagers weitestgehend den bereits bekannten Ausführungen des alten PTB-Plans entspricht. Insofern gelten die zum PTB-Plan festgestellten Mängel und Vorbehalte auch für den BfS-Plan. Dies gilt auch für die immer noch weitgehend fehlende Nachvollziehbarkeit der Aussagen in den Planunterlagen. Die von der Stadt Salzgitter im Rahmen des Verfahrens Endlager Schacht Konrad seit Jahren geforderte Beantwortung sicherheitsrelevanter Fragen wird auch durch die Ausführungen im BfS-Plan nicht ermöglicht.

Die entscheidenden Mängel, nämlich die methodische Unzulänglichkeit des Langzeitsicherheitsnachweises und die unzureichende Datenbasis, bestehen nach wie vor. Insgesamt belegt der seit 1986 (PTB-Plan) zu verzeichnende unbedeutende Kenntniszuwachs die mangelnde Einsicht der Antragstellerin in die Notwendigkeit einer verlässlichen Datenbasis als Grundlage für den Nachweis der Langzeitsicherheit. Der Nachweis der Langzeitsicherheit ist deshalb im BfS-Plan nicht geführt.

### **Umweltverträglichkeitsprüfung**

Die Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) stellt das Dokument der fachwissenschaftlichen Untersuchung über die Umweltauswirkungen eines beabsichtigten Vorhaben dar. Die von der BfS vorgelegten Unterlagen weisen hinsichtlich der Anforderungen an eine UVS gravierende Mängel auf.

Eine formal und inhaltlich in sich schlüssige Darstellung geht aus dem BfS-Plan nicht hervor. Dies hat zur Folge, daß die geforderte Nachvollziehbarkeit und Transparenz innerhalb einer UVS nicht gegeben ist. Die in einer UVS üblichen Angaben zu **Alternativstandorten** (§ 6 Abs.4 S.2 Nr.3 UVPG) und zur **Nullvariante** (= Verzicht auf die Maßnahme) werden vom BfS nicht behandelt

und auch nicht ernsthaft in Erwägung gezogen. Die sonst in einer UVS üblichen Arbeitsschritte (Ermittlung, Abschätzung der Umweltauswirkungen, Bewertung) werden vom BfS ignoriert.

Innerhalb der sogenannten **Bestandsaufnahme** des BfS-Plans sind gravierende Lücken festzustellen, die besonders deutlich in den Bereichen der Flora und Fauna zu erkennen sind. Die **Wechselwirkungen** zwischen den einzelnen Schutzgütern im Sinne des § 2 Abs. 1 S. 2 UVPG werden nicht ausreichend behandelt.

Aus dem BfS-Plan geht keine angewandte **Methode** hervor.

Die benutzten **Bewertungsmaßstäbe** orientieren sich ausschließlich an gesetzlichen Verordnungen, wie z.B. TA Lärm. Der im BfS-Plan gewählte Bewertungsmaßstab "gültige Grenzwerte" ist nicht akzeptabel und widerspricht den Anforderungen einer UVS.

Der Zweck des UVPG ist es, der **Umweltvorsorge** zu dienen und damit dem Vorsorgegebot zu entsprechen. Das Vorsorgegebot wird aber innerhalb des BfS-Plans in weiten Bereichen mißachtet (z.B. lückenhafte Bestandsaufnahme).

Zusammenfassend bleibt festzustellen, daß der BfS-Plan keine Umweltverträglichkeitsstudie im Sinne des UVPG enthält. Sämtliche formalen und inhaltlichen Anforderungen an eine UVS werden entweder nicht oder nur unzureichend erfüllt. Bei den entsprechenden Ausführungen handelt es sich bestenfalls um eine Aneinanderreihung verschiedener umweltrelevanter Aussagen zu dem geplanten Vorhaben.

### **Transporte und Verkehrsanbindung**

Der Transport radioaktiver Stoffe wird im BfS-Plan nicht behandelt. Selbst für den Betriebsablauf wichtige Fragen, wie die Verteilung der angelieferten Abfallgebinde auf die möglichen Verkehrsträger, werden nicht behandelt. Die im Auftrag des Bundesumweltministers erstellte Studie der Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH (GRS) wurde mit großer zeitlicher Verzögerung veröffentlicht. Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens konnten nur einzelne Punkte der **GRS-Studie** einer ersten Analyse unterzogen werden.

Auch in der GRS-Studie sind Annahmen zum Teil nicht überprüfbar bzw. nachvollziehbar. Das Unfallrisiko wird nach bisherigen Erkenntnissen durch fehlerhafte oder nicht konservative Annahmen (z.B. im Hinblick auf die transportierte Menge, die Aktivitätsinventare der Abfallgebinde, Lastannahmen und Freisetzungsraten) unterschätzt.

Die **Verkehrsanbindung** des geplanten Endlagers wird nur für den allerengsten Standortbereich beschrieben. Auch für diese relativ kurzen Strecken für Eisenbahn und LKW können Gefahrenmomente identifiziert werden. Deren Einschätzung wird durch fehlende Angaben in den Unterlagen erschwert. Es ist davon auszugehen, daß die Unfallrisiken an anderen Stellen in der Region deutlich höher sind, dennoch sind auch im allerengsten Standortbereich Unfälle mit Freisetzungen radioaktiver Stoffe nicht völlig auszuschließen.



## **1 Standort**

Kapitel 3.1 des BfS-Planes beschreibt die Standortverhältnisse im Bereich des geplanten Endlagers Schacht Konrad. Im Folgenden werden die Unterkapitel 3.1.3 bis 3.1.8 sowie 3.1.9.5.1 einer Begutachtung unterzogen. Die Auseinandersetzung mit den (hydro-)geologischen Verhältnissen (Unterkapitel 3.1.10 des BfS-Planes) wird in Kapitel 7 des vorliegenden Gutachtens geführt. Teilaspekte des Verkehrswesens werden in Kapitel 9 behandelt.

### **1.1 Bevölkerung, Bodennutzung, Industrie und Verkehr**

(Zu den Einwendungen 1/1 - 1/4 und 1/6)

#### **Bevölkerung**

In Kapitel 3.1.3 des BfS-Planes wird zwar detailliert die Bevölkerungsverteilung innerhalb des 5 km-Umkreises um die Schächte Konrad 1 und 2 dargestellt, es fehlt jedoch eine Bewertung unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Errichtung eines Endlagers in einer teilweise sehr dicht besiedelten Region geplant ist.

Die Darstellung der Bevölkerungsverteilung im BfS-Plan entspricht im übrigen dem Stand von Mitte 1983, und die Ableitung von Entwicklungstendenzen auf das Jahr 1995 basiert auf einer Projektion von 1980. Damit widerspiegeln die Angaben des BfS-Planes nicht den aktuellen Stand. Insbesondere unter Berücksichtigung der veränderten politischen Situation seit der Öffnung der ehemaligen innerdeutschen Grenze hätte dargelegt werden müssen, welche Veränderungen der Bevölkerungszahlen sich bereits ergeben haben und für die Zukunft zu erwarten sind. Diese (aktuellen) Zahlenangaben sind erforderlich zur Beurteilung der Auswirkungen des geplanten Endlagers auf die Bevölkerung in der Standortregion (z.B. Abschätzung der Kollektivdosis).

#### **Landwirtschaft**

Aufgrund günstiger natürlicher Voraussetzungen wird im Standortgebiet des geplanten Endlagers ertragreiche und ausgedehnte Landwirtschaft betrieben, weit überwiegend als Ackerbau. Es gibt etwa 140 Betriebe mit mehr als 5 ha Landwirtschaftsfläche, die fast alle im Haupterwerb betrieben werden [BFS 1990, Kap. 3.1.4]. Diese hohe Bedeutung der Agrarwirtschaft für die Region findet im BfS-Plan jedoch nicht die entsprechende Beachtung: Die Auswirkungen des geplanten Endlagers durch radioaktive Abgaben während des jahrzehntelangen Betriebs oder bei Störfällen werden überhaupt nicht betrachtet (mit einer Ausnahme, vergl. Kapitel 1.3.3 dieses Gutachtens).

Auch unabhängig von einer tatsächlichen Belastung der Produkte muß befürchtet werden, daß der Betrieb des Endlagers zu einer Rufschädigung und damit zu Einkommenseinbußen der betroffenen landwirtschaftlichen Betriebe führt. Zu den Auswirkungen von Störfällen vergl. Kapitel 5.6 des vorliegenden Gutachtens.



## **Industrie und Verkehr**

In Kapitel 3.1.5 des BfS-Planes wird eine Reihe von Gewerbe- und Industriebetrieben aufgeführt, die sich in der direkten und näheren Umgebung der Schachtanlage Konrad befinden. Es können Gefährdungen für den Einlagerungsbetrieb erwachsen, wenn durch Explosionen, Brände oder Stofffreisetzungen das Betriebsgelände des geplanten Endlagers betroffen ist. Im BfS-Plan selbst werden diese möglichen Einflüsse nur zum Teil diskutiert. Auch die Auswirkungen möglicher Nutzungsänderungen auf benachbartem Gelände (z.B. der derzeitigen Kokerei) bleiben unberücksichtigt, ebenso wie mögliche Beeinflussungen durch die Pyrolyseanlage auf dem Hüttengelände.

Störungen im Einlagerungsbetrieb können insbesondere auch durch Gefahrguttransporte, die unmittelbar am geplanten Endlager vorbeiführen, verursacht werden. Im Standortgebiet werden gefährliche Güter in erheblichem Umfang befördert. Bereits der GSF-Bericht von 1982 führt dazu für den Straßentransport u.a. auf: Technische Gase der Firma Linde AG in Salzgitter-Watenstedt; Flüssiggasgemische der Wasser- und Energieversorgungsgesellschaft mbH in Salzgitter-Watenstedt; Durchgangsverkehr von Kraftfahrzeugen der Chemiefirma Schering AG in Wolfenbüttel. Auch innerhalb des Hüttengeländes selbst werden gefährliche Güter transportiert. Daten zum Transport von Gefahrgut auf der Schiene und auf dem Wasser waren 1982 noch nicht erhoben worden. [GSF 1982, S. A 2-61f] Der BfS-Plan enthält zu diesem wichtigen Standortmerkmal keinerlei Ausführungen und ist deshalb unvollständig.

Zum Luftverkehr enthält der BfS-Plan - auf den Standort des geplanten Endlagers bezogen - keine verwertbaren Aussagen zur Situation im Frühjahr 1990 (Einreichung des Plans bei der Planfeststellungsbehörde). Es werden für keinen der in Kapitel 3.1.6 des BfS-Planes genannten drei Flughäfen Ein- und Ausflugschneisen genannt und auch keine Luftkorridore für überregionale Flüge erwähnt. Die Aussage, die Flugbewegungen in der Nähe der Schächte sei "vergleichsweise gering" [BFS K 1990] bzw. "gering" [BFS 1990], ist ungenügend. Die geplante Vergrößerung des Verkehrslandeplatzes Salzgitter-Drütte in knapp 2 km Entfernung wird zwar erwähnt, mögliche Auswirkungen jedoch nicht benannt. Für Salzgitter-Drütte und - falls Ein- und/oder Ausflugschneisen des Flugplatzes Braunschweig-Waggum in der Nähe des Endlagerstandortes liegen - für Braunschweig-Waggum hätten auch Typen und maximale Massen der Flugzeuge angegeben werden müssen. Auf Anfrage wurde der Gruppe Ökologie mitgeteilt, daß Flugzeuge, die in Salzgitter-Drütte starten und landen, bis zu 12 t wiegen können [SZ 1991].

Zukünftige militärische Flugbewegungen werden im BfS-Plan überhaupt nicht erwähnt, obwohl im April 1990 (Stand der Planunterlagen) bereits eindeutig abzusehen war, daß die Luftverteidigungsidentifizierungszone der NATO keinen längeren Bestand haben wird. Sie soll in mehreren Schritten bis 1994 (Abzug der sowjetischen Truppen aus der ehemaligen DDR) aufgehoben werden. Bereits seit Frühjahr 1991 existiert nur noch eine schmale Entflechtungszone zur Trennung von NATO und sowjetischen Luftstreitkräften [VKK 1991], die aber militärisch keine zwingende Einschränkung mehr besitzt. Konkret bedeutet dies, daß der Standort Salzgitter auch von Tiefflugaktivitäten der NATO betroffen sein wird. Im Frühjahr 1991 wurden bereits Tiefflüge über Salzgitter beobachtet [SZZ 1991].

Eine standortbezogene Bewertung der Flugbewegungen wäre vor allem hinsichtlich der Störfallanalyse von großer Bedeutung (siehe hierzu Kapitel 5.5 dieses Gutachtens). Daher ist die Unvollständigkeit und mangelnde Aktualität der Planunterlagen in diesem Punkt besonders zu kritisieren.

## **1.2 Meteorologische Verhältnisse**

(Zu den Einwendungen 1/7 bis 1/10)

Die Kenntnis und Bewertung der meteorologischen Verhältnisse in der Umgebung von Schacht Konrad 2 - dem ausziehenden Wetterschacht des geplanten Endlagers - ist erforderlich zur Beurteilung der Ausbreitung normalbetrieblicher und störfallbedingter Radionuklidemissionen.

Grundsätzlich werden die Ausbreitungsverhältnisse an einem Standort bestimmt durch das regionale und lokale Wettergeschehen sowie - nicht zuletzt - durch die Bodenbeschaffenheit in unmittelbarer Nähe der Emissionsquellen (Schornstein, Förderanlage). Gerade Letzteres hat entscheidenden Einfluß auf die mechanisch und thermisch induzierte Turbulenz in der bodennahen Luft, die ihrerseits die Verdünnung der Schadstoffe bestimmt (in den Richtlinien meist durch die Ausbreitungsklassen definiert).

Zur Berechnung der Jahresdosis der Referenzperson durch die Abgabe von radioaktiven Stoffen aus einer kerntechnischen Anlage im Normalbetrieb sind nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 45 StrlSchV [BMU 1990, Abschnitt 2.3] daher (aus meteorologischer Sicht) folgende Informationen bereitzustellen:

1. Ausbreitungsklassenstatistik (vier-dimensional);
2. Parametersatz für das zu verwendende Ausbreitungsmodell;
3. Ausbreitungsmodell.

Da laut BfS-Plan (Kapitel 3.4.7) der nach § 45 StrlSchV geltende Grenzwert für die Lungenbelastung von Kleinkindern durch den Normalbetrieb zu 75 % ausgeschöpft wird und die Aktivitätsinventare von Abfallgebinden so festgelegt sind, daß die Störfallgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung ausgeschöpft werden (vergl. Kap. 4.4 sowie 5.6 des vorliegenden Gutachtens), ist eine gewissenhafte Analyse der meteorologischen Verhältnisse am Standort unabdingbar.

Dem BfS-Plan ist jedoch keinerlei Hinweis darauf zu entnehmen, daß sich die Antragstellerin überhaupt Gedanken darüber gemacht hat, ob die in der AVV und den Störfallberechnungsgrundlagen genannten Ausbreitungsmodelle am Standort konservative Ergebnisse liefern. Da die Störfallberechnungsgrundlage "den Gutachter nicht davon entbindet, den Einzelfall unter Berücksichtigung der jeweiligen örtlichen Besonderheiten und Umständen zu prüfen und zu beurteilen" (s. Vorbemerkung in [BMI 1983]), ist Gleiches auch von der Antragstellerin zu fordern. Auch nach der AVV sind besondere örtliche Verhältnisse zu berücksichtigen, wenn sie für die Strahlenexposition von entscheidender Bedeutung sind. [BMU 1990, Abschnitt 2.5].



Innerhalb der "wissenschaftlichen Gemeinde " gibt es sehr wohl unterschiedliche Meinungen darüber, welches Modell an welchem Standort zu einem konservativen, belastbaren Ergebnis führt. Deshalb hätte im BfS-Plan begründet werden müssen, warum das verwendete Ausbreitungsmodell und nicht ein anderes ausgewählt worden ist. Hier mag der Hinweis auf die VDI-Richtlinie 3783, "Ausbreitung von störfallbedingter Freisetzen" genügen, in der ein anderes Vorgehen als in den Störfallberechnungsgrundlagen vorgeschrieben ist.

Die Antragstellerin hätte unschwer erkennen können, daß die von ihr benutzte Version eines Gauß-Modells eine Reihe von Wettersituationen, die zu einer extrem hohen Strahlenbelastung in der Umgebung führen, prinzipiell nicht berücksichtigen kann.

Zur Herleitung der Ausbreitungsklassenstatistik und zur korrekten Auswahl der zu verwendenden Parameter im Ausbreitungsmodell sind Untersuchungen am Standort über einen ausreichend langen Zeitraum durchzuführen. Diese Messungen können über einen vergleichsweise kurzen Zeitraum erfolgen oder im Einzelfall auch ganz entfallen, wenn durch eine Übertragbarkeitsüberprüfung nachgewiesen wird, daß die meteorologischen Daten einer benachbarten Station die klimatischen Verhältnisse am Standort ausreichend genau beschreiben.

Die Notwendigkeit einer Übertragbarkeitsüberprüfung bestreitet auch der BfS-Plan nicht, denn in Kapitel 3.1.7, S. 3.1.7-1 wird festgestellt, daß "vieljährige Klimabeobachtungen vom Standort der Schachanlage nicht vorliegen" (vergleiche dazu aber weiter unten.). Anschließend wird jedoch der Versuch unternommen, mit drei trivialen Sätzen, die lediglich auf den "Einfluß der orographischen Bedingungen" und "die jeweilige Großwetterlage" abheben, "eine Übertragung von Wetterdaten und der klimatischen Bedingungen im Flachland liegender Stationen auf dem Standort" als zulässig begründen.

Weiterhin ist das Kapitel 3.1.7 des BfS-Planes von dem Bemühen gekennzeichnet, jeden Hinweis auf eine eventuell nicht zulässige Übertragbarkeit von Daten anderer Stationen zu vermeiden. Das geht so weit, daß die Antragstellerin Messungen des TÜV-Hannover im Raum Salzgitter-Wolfenbüttel von 7/80 bis 6/81 und von ihr selbst durchgeführte bzw. in Auftrag gegebene Messungen klimatologischer Parameter am Schacht Konrad 1, die seit Juni 1978 mit kleinen Unterbrechungen durchgeführt werden, verschweigt.

Unterschiede des Windvektors an den Meßpunkten Braunschweig-Völkenrode und Schacht Konrad 1 (s. [GSF 1982]) und Differenzen bei der Häufigkeit der Ausbreitungsklassen (s.u.) in Braunschweig-Völkenrode werden durch diese wissenschaftlich unlautere Vorgehensweise kaschiert und einer Bewertung bezüglich ihrer Relevanz von vornherein entzogen.

Die zahlreichen in Kapitel 3.1.7 des BfS-Planes aufgeführten Tabellen mit Klimadaten sind ohne jegliche Bedeutung für die Ermittlung der Ausbreitung von Radionukliden aus Schacht Konrad 2 - abgesehen lediglich von der Niederschlagswindrose (Tab. 3.1.7/6 des BfS-Planes), deren Zeitintervall mit 10 Jahren aber die Anforderung an klimatologische Zeitreihen nicht erfüllt (und die sich im übrigen von der entsprechenden Tabelle des PTB-Planes unterscheidet; s.u.). Letztlich ist die Ausbreitungsklassenstatistik von Braunschweig-Völkenrode ohne jegliche Korrektur auf den Standort übertragen worden.



Anhand der Aussagen und Daten von PTB-Plan und BfS-Plan sowie des Abschlußberichtes der GSF zur Eignung von Schacht Konrad als Endlager [GSF 1982] wird im Folgenden die fehlende Übertragbarkeit der meteorologischen Parameter von Stationen in der Nachbarschaft (Braunschweig-Völkenrode, Vallstedt, Schacht Konrad 1) auf die Schachtanlage Konrad 2 näher begründet.

- Seit Juni 1978 wird am Schacht Konrad 1 eine meteorologische Meßstation betrieben. Bis etwa 1984 erfüllte sie nicht die Kriterien der KTA 1508, nämlich
  - Windmessung 10 m oberhalb des Störniveaus und
  - Strahlungsbilanzmessung (statt dessen wurde die Globalstrahlung gemessen).[KTA 1988]

Hier sind mehr oder weniger sinnlos Forschungsgelder vergeudet worden. Immerhin wurden Hinweise auf Unterschiede zur Station Braunschweig-Völkenrode deutlich [GSF 1982].

- Die seit etwa 1984 gewonnenen Daten sind bis heute weder ausgewertet noch haben sie in den BfS-Plan Eingang gefunden.
- Das Gelände um Schacht Konrad 1 liegt nicht nur gut 10 m höher als das um Konrad 2, sondern - und das ist entscheidend - weist auch eine völlig andere Bodenrauigkeit und Versiegelung auf (Landwirtschaft; Industrieanlagen).

Die beiden letztgenannten Größen sind die wesentlichen Kriterien dafür, ob die in der AVV bzw. den Störfall-Berechnungsgrundlagen genannten Ausbreitungsparameter  $\sigma_y$  und  $\sigma_z$  Verwendung finden können oder nicht. Bekanntlich wurden die Ausbreitungsparameter an den Kernforschungsanlagen Jülich und Karlsruhe in landwirtschaftlich genutztem Gebiet bzw. Waldgelände ermittelt. Sie sind aber keineswegs für das Ausbreitungsverhalten von Schadstoffen in Industriegebieten zu verwenden.

Auch die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist von Bodenrauigkeit und Bodenbeschaffenheit abhängig. Darauf wird weiter unten noch eingegangen.

Als Ergebnis bleibt festzuhalten, daß der gewählte Meßpunkt bei Schacht Konrad 1 für meteorologische Standortuntersuchungen unbrauchbar ist. Es hätte Schacht Konrad 2 gewählt werden müssen.

- Die von der GSF mitgeteilten (z.T. nicht repräsentativ ermittelten) Daten geben Hinweise darauf, daß "die langjährigen Klimawerte der Wetterstation BS-Völkenrode nicht ohne Korrektur verwendet werden können". [GSF 1982, S. A 2-46]

Diese Aussage läßt an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig. Jedoch schon im PTB-Plan von 1986 findet sich nur noch der Hinweis, daß "für die zukünftige Erfassung der meteorologischen

Daten eine Wetterstation am Schacht Konrad 1 betrieben wird". Dies bedeutet eine Unterschlagung von Daten.

- Die von der Antragstellerin für die Ausbreitungsrechnung verwendete drei-dimensionale Ausbreitungsstatistik wird nicht mitgeteilt. Tabelle 3.1.7/3 des BfS-Planes gibt lediglich die "Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach KLUG/MANIER für Braunschweig-Völkenrode" an.
- Die Ausbreitungsklassenstatistik von Braunschweig-Völkenrode kann nicht auf den Standort übertragen werden, denn die dortige meteorologische Station liegt auf dem Gelände der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft - einem Gelände mit völlig anderer Beschaffenheit der Bodenoberfläche als am Standort.

Bei sonst gleichen meteorologischen Verhältnissen führt das zu einem unterschiedlichen Turbulenzverhalten besonders in den unteren fünfzig Metern der Atmosphäre, mit der Folge anderer Ausbreitungsverhältnisse. Da aber die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) durchgeführte Ermittlung der Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen (lediglich) unter Zuhilfenahme des Bewölkungsgrades erfolgt (antropogener Wärmeeintrag und erhöhte Bodenrauhigkeit am Standort bleiben unberücksichtigt), ist die Ausbreitungsklassenstatistik von Braunschweig-Völkenrode prinzipiell nicht ohne Änderungen auf den industriebeeinflussten Standort übertragbar.

- Die am Standort seit etwa 1984 aus Strahlungsbilanzmessungen abgeleitete Bestimmung der Ausbreitungsklassen führt darüberhinaus zu anderen Ergebnissen als die vom DWD angewendete Methode. Eine Übertragbarkeitsprüfung anhand der beiden Datensätze wird damit unmöglich.
- Welche Schwankungen die Klimadaten für Braunschweig-Völkenrode aufweisen, wird aus Tabelle 1-1 beispielhaft für die Häufigkeit der Ausbreitungsklassen ersichtlich. Wesentlich aussagekräftiger und eventuell noch drastischer wäre eine Gegenüberstellung der drei-dimensionalen Ausbreitungsklassenstatistiken gewesen.

Ob die Unterschiede z.B. durch eine Verlagerung des Windmessers oder durch zeitweilige Lücken in der Beobachtung zu erklären sind, oder - entscheidender - ob derartige Schwankungen realistisch sind, z.B. weil sie auf einem unterschiedlichen Beobachtungszeitraum basieren (so enthält der BfS-Plan beispielsweise auch 3 verschiedene Angaben für 3 Zeiträume zur mittleren Niederschlagshöhe in Braunschweig-Völkenrode pro Jahr), kann wegen der fehlenden Information nicht entschieden werden. Eine Aussage zur Konservativität der Ausbreitungsrechnungen läßt sich anhand dieser unsicheren Datenbasis jedenfalls nicht treffen. Im BfS-Plan wird auf diese Differenzen nicht einmal hingewiesen.



Ausbreitungsklasse	Häufigkeit in %	
	BfS-Plan	PTB-Plan
I	11,5	6,4
II	17,6	14,6
III 1	46,9	54,4
III 2	14,9	14,3
IV	5,3	5,6
V	2,6	2,8
unbekannt	1,2	1,9

**Tab. 1-1 :**     **Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach KLUG/MANIER für Braunschweig-Völkenrode;** nach Tab. 3.1.7/3 BfS-Planes (Zeitraum Januar 1979 bis Dezember 1988) und des PTB-Planes (ohne Angabe des Meßzeitraumes)

- Auch die Tatsache, daß die Windrose im PTB-Plan andere Werte ausweist als im BfS-Plan, wird von der Antragstellerin nicht für erwähnenswert erachtet. Es drängt sich die Vermutung auf, daß jeglicher Hinweis darauf vermieden werden soll, die Daten von Braunschweig-Völkenrode könnten örtlich und zeitlich nicht repräsentativ für Schacht Konrad 2 sein.
- Angaben zur Häufigkeit von Inversionswetterlagen am Standort selbst fehlen. Deshalb werden Angaben für Hannover, Zeitraum Januar 1957 - Dezember 1973, herangezogen. Abgesehen davon, daß starke Zweifel an der Zulässigkeit dieses Vorgehens bestehen, macht der BfS-Plan auch keine Aussagen zur Häufigkeit (i.G. zum PTB-Plan).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß eine belastbare meteorologische Datenbasis für den Standort Konrad, der seit 15 Jahren auf seine Endlagertauglichkeit untersucht wird, nicht vorhanden ist. Die vorgelegten Unterlagen zu den meteorologischen Verhältnissen sind völlig unzureichend, und die Ausbreitungsverhältnisse am Standort sind nicht ausreichend bekannt. Dieser Mangel wiegt umso schwerer, als die Ausbreitungsberechnungen von entscheidender Bedeutung sind für die Berechnung der Strahlenbelastung im Normalbetrieb und bei Störfällen.

### **1.3 Radiologische Grundbelastung**

(Zu den Einwendungen 1/11 bis 1/15)

Messungen der Umweltradioaktivität vor Inbetriebnahme einer kerntechnischen Anlage dienen der Beweissicherung; sie sollen dazu beitragen, spätere Auswirkungen des Anlagenbetriebes festzustellen und die Vorbelastung durch andere Emittenten zu dokumentieren. Im Folgenden wird untersucht, inwieweit das mit ca. 50 Seiten umfangreiche Unterkapitel 3.1.8 des BfS-Planes zur radiologischen Grundbelastung in der Umgebung der Schachtanlage und im Grubengebäude dieses Ziel erreicht.



Zunächst zwei Vorbemerkungen zu dem in diesem Kapitel behandelten Themenbereich:

Wenn im Folgenden von "natürlicher Radioaktivität" die Rede ist, so muß bedacht werden, daß es sich zwar um von Natur aus vorkommende im Gegensatz zu "künstlich" (technisch) erzeugter Radioaktivität handelt; das Ausmaß ist jedoch nicht unabhängig von menschlicher Tätigkeit. So ist die Ableitung natürlicher Radionuklide der Thorium- und Uran-Radium-Zerfallsreihe aus Schacht Konrad eine Folge des Offenhaltens und Bewirtschaftens der Grube. Ohne Endlager könnte die dadurch erzeugte Strahlenbelastung vermieden werden.

Die Vorgehensweise im BfS-Plan hinsichtlich der "natürlichen" Strahlenbelastung ist methodisch inkonsequent. So werden z.B. die Dosiswerte für die Beschäftigten unter Tage in diesem "Standort"-Kapitel 3.1.8 angegeben; im "Strahlenschutz"-Kapitel 3.4.6 wird zitierend darauf verwiesen. Die Dosiswerte für Bewohner in der Umgebung hingegen werden nur in Kapitel 3.4.7 des BfS-Planes betrachtet. Im vorliegenden Gutachten wird entsprechend ebenso inkonsequent vorgegangen; Querverweise zeigen die Zusammenhänge auf.

### **1.3.1 Radiologische Grundbelastung in der Umgebung**

Die Ausführungen des BfS-Planes zur radiologischen Grundbelastung in der Umgebung (Kap. 3.1.8.1) sind mit einer kleinen Ausnahme (s.u.) identisch mit denen des PTB-Planes. Sie basieren auf Untersuchungen, die 1979/80 bzw. (für Oberflächengewässer) 1984/85 durchgeführt wurden - also vor der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl. Es läßt sich eine Reihe von Mängeln identifizieren; dazu gehören beispielsweise:

- Die Angaben des BfS-Planes zu Meßstellen und Probenahmeorten sind von unterschiedlicher Güte. Insbesondere fehlen genaue Angaben zu den Meßstellen für Boden-, Bewuchs- und Oberflächenwasserproben. Für Boden- und Bewuchsproben wird lediglich angegeben, daß die "beprobten Flächen ... in der Mehrzahl in den Hauptausbreitungsrichtungen der Abwetter aus Schacht Konrad 2" lagen [BFS 1990, S. 3.1.8-13]. Die Darstellung der Ergebnisse von Aktivitätskonzentrationsbestimmungen in Oberflächengewässern (12 Proben, davon 6 aus der Aue) in Tab. 3.1.8.1.4/2 ermöglicht keine Zuordnung von Meßergebnissen zu Gewässern und Probenahmestellen.
- Angaben zur Grundbelastung des Grundwassers fehlen völlig.
- Die Bewertung der Analysenergebnisse erfolgt in unterschiedlicher Form: Teilweise, z.B. bei Ackerfrüchten und Weidebewuchs, werden die Meßergebnisse verglichen mit solchen aus anderen Teilen der Bundesrepublik und können damit eingeordnet werden. Hinsichtlich der Radioaktivität der bodennahen Luft und der Bodenproben fehlt im BfS-Plan jedoch eine Bewertung. Deshalb läßt sich nicht erkennen, ob die Umgebung des geplanten Endlagers in besonderer Weise vorbelastet ist oder nicht. Auch bei den Oberflächengewässern wäre es von Interesse gewesen zu erfahren, aus welchem Grund an einigen

Meßstellen die Ra-226-Konzentration bei  $100 \text{ Bq/m}^3$  und bei anderen unterhalb der Nachweisgrenze von  $20 \text{ Bq/m}^3$  lag.

- Im BfS-Plan fehlt eine Darstellung der radiologischen Grundbelastung in der Umgebung von Schacht Konrad 2, die durch die natürliche Radioaktivität des Gebirges (Radon und Radonfolgeprodukte) verursacht wird, und zwar vor allem hinsichtlich der Aktivitäten in der bodennahen Luft und im Niederschlag. Schacht Konrad 2 ist der derzeitige und auch der zukünftige ausziehende Wetterschacht; es ist daher völlig unzureichend, wenn diese Umweltmedien lediglich in der Nähe von Schacht Konrad 1 oder auf dem Schachtgelände Konrad 1 beprobt wurden und zudem außer Blei-210 kein einziges Nuklid aus den Zerfallsreihen von U-238 und Th-232 bestimmt wurde.
- Die Darstellungen des BfS-Planes zur radiologischen Belastung nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl (Kap. 3.1.8.1.6) beschränken sich wie im PTB-Plan auf eine unkommentierte Auflistung von Meßergebnissen, die im Zeitraum Mai bis September 1986 durch Beprobung von Oberflächengewässern, Gras, Pilzen und Getreide gewonnen wurden, hauptsächlich aus der weiteren Umgebung von Salzgitter. Dies ist völlig unzureichend und ermöglicht keine Beurteilung der derzeitigen Situation, insbesondere hinsichtlich der Kontamination von Nahrungsmitteln und Boden.

Laut BfS-Plan (S. 3.1.8-1) hat bereits 1988 das Betreibermeßprogramm gemäß der Richtlinie des BMI zur Emissions- und Immissionsüberwachung von Atomanlagen [BMI 1979a] begonnen; seitdem werden Ortsdosismessungen und nuklidspezifische Einzelmessungen von Luft, Wasser, Boden und Bewuchs vorgenommen. Nach [BMI 1979a, Abschnitt 5.2] ist es das Ziel dieser Messungen vor Inbetriebnahme, "Aussagen über die Umweltradioaktivität und Strahlenexposition unter örtlichen und ökologischen Gesichtspunkten" zu gewinnen. Es ist dem BfS-Plan nicht zu entnehmen, ob diese Anforderungen erfüllt werden. Auf jeden Fall ist es jedoch unverständlich, daß die (Zwischen)Ergebnisse dieses Meßprogramms in den vorliegenden Plan nicht eingeflossen sind.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß die radiologische Grundbelastung der Umgebung des geplanten Endlagers im BfS-Plan unzureichend dargestellt ist. Die Angaben sind unvollständig, erlauben keine Beurteilung der heutigen Situation und lassen teilweise nicht erkennen, ob und in welchem Ausmaß die Umgebung des Standortes in besonderer Weise vorbelastet ist.

### **1.3.2 Radiologische Grundbelastung im Grubengebäude**

Die natürliche Radioaktivität der Endlagerformation führt zu einer erhöhten radiologischen Grundbelastung im Grubengebäude, von der in erster Linie die unter Tage Beschäftigten betroffen sind. Kapitel 3.1.8.2 des BfS-Planes entspricht in seinen Darstellungen zur Ortsdosisleistung und zum Gehalt der Wetter an Radon und Staub bis auf unwesentliche Änderungen dem entsprechenden Kapitel des PTB-Planes. Damit bleiben die bereits in [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a, S. 45ff] zu diesem Themenbereich formulierten Bedenken bestehen.



Es ist verharmlosend und durch bisherige Messungen nicht zu belegen, wenn es auf S. 3.1.8-35 des BfS-Planes heißt: "Die Rn 222-Konzentrationen an frischbewetterten Betriebspunkten liegen in einer Größenordnung, die auch im Innern von Wohnhäusern gemessen wurde ( $30 \text{ Bq/m}^3$  bis  $50 \text{ Bq/m}^3$ )." Nach [EHRlich 1988] ergibt sich nach Messungen der GSF aus den Jahren 1983/84 und nach Messungen der PTB selbst (seit August 1985 in zweimonatlichen Abständen) für die Rn-222-Aktivitätskonzentration an relativ frisch bewetterten Arbeitspunkten in der Nähe von Schacht Konrad 1 folgendes Bild:

GSF	16-105 $\text{Bq/m}^3$	Wertebereich
	53 $\text{Bq/m}^3$	Mittelwert
PTB	66-224 $\text{Bq/m}^3$	Wertebereich
	150 $\text{Bq/m}^3$	Mittelwert

Laut BfS-Plan beträgt die Rn-222-Konzentration in hochbelasteten Grubenteilen im Bereich der Wendel Süd höchstens ca.  $650 \text{ Bq/m}^3$ . Die Messungen haben auch hier andere Ergebnisse erbracht [EHRlich & EMMERMANN 1988]:

GSF	212-1015 $\text{Bq/m}^3$	Wertebereich
	583 $\text{Bq/m}^3$	Mittelwert
PTB	354-582 $\text{Bq/m}^3$	Wertebereich
	470 $\text{Bq/m}^3$	Mittelwert

Es bleibt festzuhalten, daß die Angaben zur Aktivitätskonzentration von Radon-222 in den Grubenwettern mehr als ungenügend sind. Angaben zur Aktivitätskonzentration von Rn-220 fehlen völlig. Die Behauptungen des BfS-Planes sind wegen unzureichender Quellenangaben auch nicht nachprüfbar; dies macht eine Beurteilung der Situation unter Tage von vornherein unmöglich. Im BfS-Plan hätten die in den einzelnen Meßkampagnen ermittelten Konzentrationsbereiche aufgeführt werden müssen, und zwar zumindest aufgeschlüsselt nach

- frischbewetterten Grubenbereichen,
- relativ frischbewetterten Grubenbereichen,
- ausziehendem Wetterschacht 2 und
- Betriebspunkten, die von hochbelasteten Wettern, z.B. aus dem Bereich der Wendel Süd, bestrichen werden.

Dieser Mangel des BfS-Planes ist ausgesprochen befremdlich, und zwar nicht nur angesichts der zahlreichen im vergangenen Jahrzehnt durchgeführten Messungen, sondern vor allem angesichts der Bedeutung dieses Themas in der politischen Diskussion der letzten Jahre, insbesondere im Umweltausschuß der Stadt Salzgitter.

Neu aufgenommen in den BfS-Plan wurde eine Abschätzung der Strahlenbelastung der Beschäftigten durch externe Gammastrahlung und interne Strahlenbelastung infolge Inhalation von Erdstaub und Radon/Radonfolgeprodukte. Danach führen Direktstrahlung und Inhalation von Staub zu einer jährlichen effektiven Dosis von 0,23 mSv bzw. 0,08 mSv. Den mit Abstand größten Beitrag zur Strahlenbelastung liefert die Inhalation von Radon: 3,7 mSv/a effektive Dosis, 31 mSv/a Lungendosis.

Wiederum ist der BfS-Plan unvollständig hinsichtlich des Themenkomplexes Radon/Radonfolgeprodukte. Zwar werden einige Einzelangaben aufgeführt, die zum Nachvollzug der Zahlenangaben erforderlich sind (Arbeitszeit, Atemrate und Herkunft der Dosisfaktoren); zur wesentlichen Eingangsgröße jedoch - der zugrunde gelegten Radon-Konzentration und deren Belastbarkeit - vermerkt der BfS-Plan auf S. 3.1.8-36 nur lapidar: "Zur Abschätzung der Strahlenexposition des Personals wird ein Arbeitsplatz zugrunde gelegt, der den starken zeitlichen und räumlichen Schwankungen der Radonkonzentration Rechnung trägt."

Es ist nicht erkennbar, ob die Angabe eine konservative Abschätzung darstellt, d.h. ob es nicht Arbeitsplätze gibt, an denen mit höherer Belastung zu rechnen ist. Gerade angesichts der starken Schwankungen der Radon-Konzentration in den Wettern wäre deshalb die Angabe einer Bandbreite, innerhalb der die im Einlagerungsbetrieb zu erwartende Strahlenbelastung liegt, wesentlich sinnvoller gewesen (wie z.B. in [ILLI 1984] geschehen).

Damit sind die Dosiswerte für Beschäftigte unter Tage durch Inhalation von Radon anhand der Angaben des BfS-Planes nicht nachvollziehbar, nicht überprüfbar und nicht bewertbar.<sup>1)</sup>

### **1.3.3 Radiologische Belastung in der Umgebung durch natürliche Radioaktivität**

Dieses Unterkapitel 3.1.8.3 des BfS-Planes enthält zunächst Angaben zur Ableitung natürlicher Aktivitäten mit den Abwettern und den Grubenwässern, die im PTB-Plan an anderer Stelle standen. Danach werden jährlich bis zu etwa  $1,9 \cdot 10^{12}$  Bq Rn-222 und jeweils  $7,6 \cdot 10^5$  Bq Nuklide der Thorium-Zerfallsreihe und  $1,7 \cdot 10^5$  Bq der Uran-Zerfallsreihe mit den Abwettern abgeleitet. Diese Zahlenangaben sind trotz des verändert geplanten Auffahrtbetriebs und veränderter Annahmen zur Versatzsituation der Hohlräume die gleichen geblieben wie in [PTB 1986].

Es fehlt die Angabe, welche Radon-220-Aktivität pro Jahr abgeleitet wird.

Die aus dieser Ableitung resultierende Strahlenexposition über Tage (wie auch die durch Abwasser) wird in Kapitel 3.4.7 des BfS-Planes dargestellt; vergl. deshalb Kapitel 4.4 des vorliegenden Gutachtens.

---

<sup>1)</sup>Der Vollständigkeit halber sei hier vermerkt, daß die Zahlen aus [EMMERMANN 1988] stammen. Es wäre ein Leichtes gewesen, die Literaturangabe in den BfS-Plan aufzunehmen. Da die kritische Auseinandersetzung mit diesem PTB-Bericht nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens ist, wird sie an dieser Stelle nicht geführt.



Für die Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser nennt der BfS-Plan eine volumenbezogene Größe: In den jährlich abgeleiteten  $10.000 \text{ m}^3$  Grubenwasser soll eine natürliche Gesamtaktivität von  $1,3 \text{ E9 Bq}$  enthalten sein; die Gleichgewichtsaktivität der Nuklide der Thorium-Zerfallsreihe soll jeweils  $6,7 \text{ E7 Bq}$  und die der Uran-Zerfallsreihe jeweils  $4,5 \text{ E7 Bq}$  betragen.

Davon abgesehen, daß die Herkunft des Wertes für das abzuleitende Grubenwasservolumen nicht belegt ist (vergl. Kap. 4.2.1 dieses Gutachtens), sind die Angaben des BfS-Plans zur Aktivitätsableitung durch kein Zitat gestützt. Sie lassen sich auch nicht anhand von Ausführungen in anderen Kapiteln des BfS-Planes nachvollziehen.

Allerdings läßt sich unter Zuhilfenahme des PTB-Planes ein Zahlenwert für die abgeleitete Gesamtaktivität berechnen: Laut [PTB 1986, S. 3.4.7-11] beträgt nach Messungen der GSF die abgeleitete natürliche Gesamtaktivität  $1,94 \text{ E9 Bq}$ . Damit ergibt sich unter Zuhilfenahme der GSF-Meßergebnisse, die in  $\text{Bq/m}^3$  angegeben sind [GSF 1982, S. D4-55] ein Volumen von  $15.000 \text{ m}^3/\text{a}$  abgeleitetes Grubenwasser. Ein einfacher Dreisatz führt dann zu dem im BfS-Plan genannten Wert von  $1,3 \text{ E9 Bq/a}$ .

Bereits in [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a, Kap. 4.2.2] war jedoch festgestellt worden, daß die Werte im GSF-Bericht von 1982 auf einem Zwischenbericht aus dem Jahr 1980 beruhen und deshalb dort nur als "erste Messungen" angesehen werden, denen weitere Untersuchungen an Grubenwässern folgen müssen [GSF 1982, S. D 4-55f]. Es wurde ebenfalls bemängelt, daß die in Tabelle 3.1.8.2.4/2 des PTB-Planes dokumentierten Jahresmittelwerte der Aktivitätskonzentration in den Grubenwässern mit diesen Angaben nicht in Einklang zu bringen sind. Das ist nach wie vor der Fall.

Weiterhin sei vermerkt, daß die Reaktorsicherheitskommission in ihrer Konrad-Empfehlung, die laut [RSK 1991, Einführung] auf der Plan-Fassung 4/90 beruht (also auf dem eingereichten Plan), höhere Abgabewerte für Nuklide der Thorium- und Uran-Zerfallsreihe mit den Grubenwässern pro Jahr angibt als der BfS-Plan und selbst der alte PTB-Plan:

Nuklide der Thorium-Zerfallsreihe:

RSK:  $1,2 \text{ E8 Bq}$ ; PTB:  $1 \text{ E8 Bq}$ ; BfS:  $6,7 \text{ E7 Bq}$ .

Nuklide der Uran-Radium-Zerfallsreihe:

RSK:  $7,8 \text{ E7 Bq}$ ; PTB:  $6,5 \text{ E7 Bq}$ ; BfS:  $4,5 \text{ E7 Bq}$ .

Die Unterschiede sind nicht erklärbar (hinsichtlich der Abgaben mit den Abwettern stimmen die Zahlen im Übrigen überein).

Die Angaben des BfS-Plans zur Ableitung von natürlich vorkommenden Radionukliden mit den Grubenwässern sind also weder überprüfbar noch belastbar. Dieser Mangel wiegt umso schwerer, als diese Ableitungen in erheblichem Maß zur Strahlenbelastung in der Umgebung des geplanten Endlagers beitragen.

Kapitel 3.1.8.3 des BfS-Planes stellt - neu - darüberhinaus Ergebnisse von Berechnungen vor, um welche Werte sich die spezifische Aktivität der natürlichen Radionuklide in Boden, Bewuchs und Nahrungsmitteln nach 50jähriger Betriebszeit des geplanten Endlagers als Folge der Ableitung mit Abwetter und Abwasser erhöht hat. Die Erhöhung ist, gemessen an der hohen "Grundbelastung" mit natürlich vorkommenden Radionukliden, sehr gering. Die Darstellung des BfS-Planes muß daher den Eindruck erwecken, der Endlagerbetrieb habe eine völlig unbedeutende und damit vernachlässigbare Auswirkung auf die Umgebung.

Andere wichtige Darstellungen, die an dieser oder anderer Stelle hätten erfolgen müssen, fehlen jedoch im BfS-Plan. Es fehlt zum einen die Abschätzung, in welchem Ausmaß sich die Radon-Konzentration in der Umgebung durch den Betrieb des Endlagers erhöht - und zwar unter der Voraussetzung, daß die Grube nicht mehr bewirtschaftet wird. Weiterhin fehlen Berechnungen, um welche Werte sich die Konzentrationen von aus den Abfällen freigesetzten Radionukliden in Boden, Bewuchs und Nahrungsmitteln als Folge der 50jährigen Betriebszeit erhöhen werden. Dieser Mangel führt dazu, daß die Auswirkungen des Endlagerbetriebs nicht beurteilt werden können.

#### **1.4 Abflußverhalten des Vorfluters Aue**

(Zu den Einwendungen 1/16 bis 1/17)

Die radioaktiv kontaminierten Abwässer des geplanten Endlagers sollen in die Aue eingeleitet werden - einem kleinen Fluß, dessen Abflußregime stark anthropogen beeinflusst ist. Deshalb sind ausreichende Kenntnisse, insbesondere der Abflußverhältnisse, zur Beurteilung der Auswirkungen erforderlich. Die Ausführungen des BfS-Planes, Kap. 3.1.9.5.1 zeigen jedoch, daß das offensichtlich nicht der Fall ist.

- Die eigentliche "Quelle" der Aue liegt heute in den Abwasseranlagen der Stahlwerke Peine-Salzgitter AG. Damit hängt es wesentlich vom Fortbestehen dieser Industrieanlage ab, ob auch in Zukunft die Wasserführung zur Verdünnung der aus dem Endlager eingeleiteten Schadstoffe ausreichend sein wird. Im vorliegenden Plan wird die damit verbundene Problematik nicht diskutiert.
- Der BfS-Plan berücksichtigt - wie schon der PTB-Plan - für den Pegel Vechelde nur Meßwerte aus dem Zeitraum 1966-1975. Im Jahr 1984 wurden die Messungen an diesem Pegel jedoch wieder aufgenommen. Die vorliegende Datenbasis wurde damit nicht voll genutzt.
- Grundsätzlich ist es unverständlich, daß am Pegel Vechelde im Zeitraum von 1976 bis 1984 keine Messungen durchgeführt wurden. Das ehemalige Eisenerzbergwerk Schacht Konrad wurde immerhin seit 1975 auf seine Eignung als Endlager hin untersucht; eine kontinuierliche Beibehaltung des Pegels Vechelde wäre deshalb aus Gründen der Beweissicherung notwendig gewesen.



- Die Wasserführung der Aue ist z.T. erheblichen Schwankungen unterworfen. So liegen die durchschnittlichen Abflußwerte am Pegel Vechelde im Meßzeitraum zwischen einem Minimum von  $0,37 \text{ m}^3/\text{s}$  (1972) und einem Maximum von  $0,939 \text{ m}^3/\text{s}$  (1988). Auch die bisher gemessenen minimalen bzw. maximalen Abflußwerte ( $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$  bzw.  $3,33 \text{ m}^3/\text{s}$ ) verdeutlichen dies. Die im BfS-Plan in Abbildung 3.1.9.5/1 dargestellten durchschnittlichen Monatsabflußwerte als Durchschnitt der Jahre 1966 bis 1975 sind dagegen wenig repräsentativ und vermitteln eher den Eindruck, als sollten die tatsächlich auftretenden Schwankungen kaschiert werden. [GRUPPE ÖKOLOGIE 1989; WAA 1988]

Damit bleibt festzuhalten, daß die Datenbasis zur Beurteilung des Abflußverhaltens der Aue ungenügend ist. Der BfS-Plan ist darüberhinaus unvollständig und ermöglicht keine Beurteilung der tatsächlichen Problematik. Insbesondere die geringen minimalen Abflußwerte geben Anlaß zu der Besorgnis, daß zeitweilig nicht ausreichend Auewasser zur Verdünnung der aus dem Endlager abgeleiteten radioaktiv kontaminierten Abwässer zur Verfügung steht.

## **2 Betrieb und betriebliche Anlagen**

### **2.1 Grundsätzliches**

Die Beschreibung des Betriebes und der betrieblichen Anlagen in Kapitel 3.2 des BfS-Planes läßt eine Vielzahl von Fragen offen. Durch die sehr allgemein gehaltene Darstellung wird eine Nachprüfbarkeit der Aussagen zumindest sehr erschwert und Unvollständigkeit anscheinend bewußt in Kauf genommenen. Hinzu kommt, daß durch eine Reihe sehr dehnbarer Formulierungen zwar der Schein von Seriosität, gleichzeitig aber auch sehr viel Spielraum für nachträgliche Veränderungen, die dann nicht mehr einspruchsrelevant sind, gewahrt werden soll.

Vergleicht man den BfS-Plan mit dem PTB-Plan, so wird deutlich, daß bestimmte Formulierungen zwar verändert wurden, aber im Grunde gleich vage geblieben sind, wie z.B.:

- Im BfS-Plan wird von einer Betriebsdauer von etwa 40 Jahren gesprochen. In [PTB 1986] hieß es: "... von bis zu 40 Jahren ...".
- Bezüglich der Überprüfung der Endlagerungsbedingungen wurde die Formulierung des PTB-Planes, nach der nicht beispielhaft genannte radioaktive Abfälle gegebenenfalls nach sicherheitstechnischer Überprüfung eingelagert werden können, lediglich ersetzt durch die "nachgewiesene Einhaltung der Endlagerungsbedingungen"; d.h. in beiden Fällen reicht evt. der Nachweis auf dem Papier.

Teilweise enthalten BfS-Plan und PTB-Plan auch die gleichen Formulierungen, obwohl sich die Planungsgrundlagen verändert haben. Dies betrifft z.B. folgende Punkte:

- Relevante Brandlasten in Werkstätten befinden sich laut BfS-Plan mindestens 30 m von den Transportstrecken entfernt. Nach [PTB 1986] war der Brandschutz mit den gleichen Formulierungen gewährleistet, allerdings betrug der Abstand nur 10 m.
- Sehr verwunderlich ist auch, daß "der Brandschutz gewährleistet" ist, da untertäglich nur noch ein Tanklager vorhanden ist. Nach [PTB 1986] war der Brandschutz mit den gleichen Formulierungen gewährleistet, trotz des Vorhandenseins mehrerer Reviertankstellen. Es ist nicht erklärlich, wieso sie dann nicht mehr vorgesehen sind.

Es kann festgestellt werden, daß der BfS-Plan bei weitem nicht den erforderlichen Informationsgehalt bietet, der für die ausgelegten Unterlagen in einem Planfeststellungsverfahren erforderlich ist.



## **2.2 Planungsgrundlagen**

(Zu den Einwendungen 2/1 und 2/2)

### **2.2.1 Zweck des Endlagers**

Laut Planunterlagen soll in Schacht Konrad radioaktiver Abfall mit vernachlässigbarer Wärmeeinwirkung auf das Wirtsgestein eingelagert werden. Zu beachten ist, daß vor einigen Jahren bezüglich der Einlagerung in Schacht Konrad noch von schwach- und mittelradioaktivem Abfall gesprochen wurde. Sicher ist die neue Formulierung in einer Hinsicht genauer: Es wird ein Maß (3 K) angegeben. Diese Temperaturdifferenz kann ein geeignetes Kriterium zur Quantifizierung der zulässigen thermischen Beanspruchung des Wirtsgesteins sein und wird dann auch berechtigterweise als Grenzbedingung herangezogen. Diskussionswürdig ist jedoch, daß aus der Temperaturerhöhung des Wirtsgesteins kein auf das Abfallgebinde selbst bezogenes Kriterium entwickelt wurde. Die Überprüfung der Einhaltung ist durch die Verwendung eines Kriteriums für die bergbauliche Hülle statt des Abfallgutes sehr schwierig und fehlerträchtig.

Möglich wird damit auch die Einlagerung wärmeentwickelnden Abfalls in begrenzten Mengen unter der Voraussetzung, daß eine Ausschöpfung der Wärmeleistung und damit Aktivitätsgrenzwerte infolge geringerer Ausnutzung durch andere Abfallgebinde erfolgt. Auch die Bemerkung in [WARNECKE 1989], "... könnte [es] zweckmäßiger sein, diese ggf. notwendige Prüfung (Anm.: wärmeentwickelnder Abfälle) frühzeitiger (Anm.: als für Gorleben notwendig) durchzuführen ...", läßt eine bewußte Offenhaltung des Endlagers Konrad für wärmeentwickelnde Abfälle nicht unmöglich erscheinen.

Mehrdeutige Formulierungen hierzu finden sich zum Beispiel auch in den Kapiteln 3.2.3.1 und 3.6 des BfS-Planes. Ein verbindlicher Ausschluß der Einlagerung von wärmeentwickelnden Abfällen erfolgt im BfS-Plan nicht.

### **2.2.2 Abfallmengen**

Der BfS-Plan (Kapitel 3.2.3.1.3) bezieht sich hinsichtlich der einzulagernden Abfallmengen auf den Entsorgungsbericht der Bundesregierung aus dem Jahr 1988. Dieser Bericht ist jedoch sowohl in seiner Aktualität als auch im Detail nicht ausreichend. Es ist unverständlich, daß nicht auf die regelmäßig von PTB bzw. BfS durchgeführten Abfalldatenerhebungen Bezug genommen wird (obwohl an den dort genannten Mengen auch Kritik geübt werden muß, vergl. [GRUPPE ÖKOLOGIE 1991]).

## **2.3 Brandschutzmaßnahmen**

(Zu den Einwendungen 2/3 bis 2/12)

### **2.3.1 Schutzziele**

Die nuklearen Schutzziele beziehen sich auf die Sicherstellung, daß es "zu keiner Gefährdung der Bevölkerung ... aufgrund einer brandbedingten Freisetzung radioaktiver Stoffe oder einer erhöhten Strahlenexposition infolge eines Brandereignisses kommt und, daß eine brandbedingte Strahlenexposition des Betriebspersonals vermieden oder... so gering wie möglich gehalten wird" (Kapitel 3.2.3.3.1 des BfS-Planes).

Die nuklearen Schutzziele sehen damit nur tertiäre Brandschutzmaßnahmen vor, also solche zur Begrenzung der Wirkungen von entstandenen Bränden. Das eigentliche Niveau des Brandschutzes wird damit auf dem konventioneller Industrien belassen. Das hat zur Folge, daß Brandschutzmaßnahmen nicht zu einer Minimierung der Strahlenbelastung der bei einem Störfall betroffenen Bevölkerung und Beschäftigten, sondern als Kompromiß zwischen Wirtschaftlichkeit und Risiko getroffen werden. Dies widerspricht der Absicht des § 7, Abs. 2, Satz 3 des Atomgesetzes [ATG 1990], wonach eine über die allgemeine Gefahrenabwehr hinausgehende Schadensvorsorge erforderlich ist.

### **2.3.2 Brandabschnittsgröße der Umlade- und Pufferhalle**

Im BfS-Plan (S. 3.2.3.3-3) wird angegeben, daß die nach [NBO 1990] zulässige Brandabschnittsgröße von maximal  $1600 \text{ m}^2$  überschritten wird, aber infolge der geringen Brandlast "keine Bedenken bezüglich des Brandschutzes bestünden". In [HALFKANN 1990] wird dagegen begründet, daß eine derartige Aussage immer eine subjektive Einschätzung durch den Beurteilenden beinhaltet und keine quantitative Nachvollziehbarkeit gewährleistet. Es ist stark anzuzweifeln, ob eine solch subjektive Herangehensweise bei nuklearen Risiken gerechtfertigt ist.

Eine geringe Brandlast kann im übrigen nicht unterstellt werden. Zum Einen sind in [BFS 1990] keine Obergrenzen möglicher Brandlasten genannt, obwohl dies im Sinne eines Nachweises ohne Zweifel möglich gewesen wäre (vgl. z.B. [TGL 1982]). Zum Anderen gibt [GSF 1982] eine Brandlastberechnung für die Umladehalle an, wonach dort eine Brandlast von  $1200 \text{ MJ/m}^2$  besteht. (Anzumerken ist, daß nicht alle brennbaren Stoffe berücksichtigt wurden, der errechnete Wert damit eher noch zu niedrig liegt).

Diese Brandlast ist jedoch auf den gesamten Brandabschnitt bezogen. Gerade im Bereich der Fahrzeuge ist dann, wenn insgesamt nur eine geringe Brandlast unterstellt wird, mit sehr hohen Werten zu rechnen.

Zum Vergleich sei angemerkt, daß die genannte Brandlast nach [TGL 1982] zur Einordnung des Brandabschnittes in die zweithöchste von insgesamt fünf Brandlaststufen geführt hätte. Was unter einer geringen Brandlast zu verstehen ist, geben die Verfasser von [GRS 1989] in anderem



Zusammenhang beiläufig zu verstehen: "... Brandlast eines Wohnraumes". Gerade in Wohnräumen sind bekanntermaßen oft sehr hohe Brandlasten vorhanden; sie können dabei durchaus den Wert von  $3000 \text{ MJ/m}^2$  übersteigen.

Laut BfS-Plan sollen weitere Maßnahmen die Überschreitung der Brandabschnittsgröße rechtfertigen: Hohe Feuerwiderstandsfähigkeit der Umfassungsbauteile, hinreichende Anlagen zur Brandmeldung und -bekämpfung sowie ausgebildetes Personal. Keine dieser drei Voraussetzungen rechtfertigt jedoch (im vorliegenden Fall) größere Brandabschnitte: Die Feuerwiderstände der Umfassungsbauteile haben keinen Einfluß auf die Brandausbreitung innerhalb des Brandabschnittes; automatische Feuerlöschanlagen, die eine quasi Verdopplung der zulässigen Brandabschnittsgröße [KLINGSOHR 1982] ermöglichen würden (wobei auch das umstritten ist), sind nur an bestimmten Stellen des Brandabschnitts vorhanden; somit wird eine flächige Ausbreitung eines Brandes nicht verhindert. Weiterhin muß bei Brandmelde- und Feuerlöschanlagen selbst mit Ausfallraten von bis zu 20 % gerechnet werden [HALL 1988], auch wenn teilweise geringere Werte festgestellt wurden [LIEMERSDORF 1985, WIESE 1990]; auch bei ausgebildeten Personal muß unter den Streßbedingungen eines nicht alltäglichen Brandes mit Fehlhandlungen gerechnet werden - bezeichnenderweise werden in der Literatur dafür Zuverlässigkeitswerte von 0,5 angegeben [LIEMERSDORF 1985]. Selbst eine verdoppelte zulässige Brandabschnittsgröße ( $3200 \text{ m}^2$ ) würde in der Umladehalle aufgrund der vorhandenen Fläche nicht eingehalten werden können.

Keinerlei Berücksichtigung bei der Festlegung der Brandabschnitte finden auch die besonderen Schutzziele für nukleare Anlagen, die konsequenterweise mindestens zu einer Einhaltung, möglichst aber zu einer deutlichen Unterschreitung der Werte der zulässigen Brandabschnittsgröße aus [NBO 1990] hätten führen müssen.

Es existiert damit neben den technischen Anforderungen keinerlei sicherheitstechnische Berechtigung für eine Überschreitung des Wertes der zulässigen Brandabschnittsgröße.

Zu groß gestaltete Brandabschnitte können letztendlich auch eine Reihe weiterer Folgen nach sich ziehen:

- die operative Brandbekämpfung wird erschwert bzw. unmöglich,
- die möglichen Brandschäden stehen infolge des progressiven Wachstums in einem ungünstigen Verhältnis zu den Aufwendungen für Brandschutzmaßnahmen,
- die erforderliche Löschwasserversorgung steigt und kann zu einem Versagen führen,
- es können sich längere Branddauern ergeben, die zu einem Versagen der Brandschutzkonstruktionen und damit zu einer weiteren Brandausbreitung führen können,

### 2.3.3 Brandschutzkonstruktionen

Die Räumlichkeiten des übertägigen Kontrollbereichs sind laut BfS-Plan mit Brandschutzkonstruktionen (Brandwände, Branddecken, Brandschutztore bzw. -türen) ausgestattet. Es kann davon ausgegangen werden, daß ein Brand von diesen Brandschutzkonstruktionen begrenzt wird, soweit die Branddauer den jeweiligen Feuerwiderstandswert nicht überschreitet.

Im BfS-Plan wird sogar soweit gegangen, daß die eingesetzten Bauteile "globalen und lokalen Brandwirkungen zuverlässig standhalten" sollen. Abgesehen davon, daß Bauteile hinsichtlich ihres Feuerwiderstandsverhaltens immer nur unter entsprechend eindeutig definierten Bedingungen überprüft werden, ist unklar, wie derart unkonkrete Belastungsfälle (was ist global?) überprüft worden sein sollen. Man sollte sinnvollerweise davon ausgehen, daß zum Beispiel bei einem Flugzeugabsturz auf das betreffende Gebäude, wobei es zu Branddauern von mehreren Stunden kommen kann, nicht von einer ausreichenden Feuerwiderstandsfähigkeit ausgegangen werden kann. Es kommt hinzu, daß die Berechnungsgrundlagen nicht angegeben wurden.

Ebenfalls nicht eindeutig ist der Status betrieblich bedingt gerade geöffneter Brandschutztore und -türen im Brandfall. Dem BfS-Plan ist nicht zu entnehmen, ob Rolltore und Brandschutztüren automatisch schließen.

Nicht beachtet wurde auch der Fall eines sich im Bereich der Rolltore in Brand geratenem Transportfahrzeuges. Es muß dann von einer möglichen Brandausbreitung in zwei Brandabschnitte ausgegangen werden. Das wiederum hat Einfluß auf den maximalen Löschwasserbedarf, auf die thermische Belastung der Brandschutzkonstruktionen und auf die notwendige Rauchableitung. In diesem Fall darf auch nur von einer begrenzten Rückhaltung der kontaminierten Brandgase innerhalb des Kontrollbereichs ausgegangen werden.

### **2.3.4 Rauchableitung**

Nach der Störfallanalyse im BfS-Plan soll eine weitgehende Dichtheit der Räume des Kontrollbereichs im Falle eines Brandes erreicht werden. Das wird zur Einhaltung der Grenzwerte der störfallbedingten Strahlenbelastung vorausgesetzt. Gleichzeitig wird jedoch brandschutzseitig eine ausreichende Rauchableitung gefordert. Dieser Widerspruch ist im BfS-Plan nicht eindeutig geklärt.

In der Umladehalle befinden sich beispielsweise im oberen Raumdrittel 45 Ansaugöffnungen der Lüftungsanlage. Es ist davon auszugehen, daß diese Öffnungen bei einem Brand nicht verschlossen, sondern zur Rauchableitung benutzt werden. Auch in [NBO 1990] wird eine ausreichende Rauchabführung im Falle eines Brandes als Bestandteil eines konventionellen Brandschutzkonzeptes gefordert. Es ist aus dem BfS-Plan nicht ersichtlich, ob auf diese Anforderung verzichtet werden soll. Sollte sich für den Pfad der Rückhaltung der kontaminierten Brandgase durch die Rauchableitungssysteme entschieden worden sein, so ist aus dem BfS-Plan nicht nachvollziehbar, wie die kontaminierten Brandgase nach der Rückhaltung beseitigt werden sollen.

Ein Widerspruch besteht auch bezüglich der Ausbreitungsmöglichkeiten freigesetzter Partikel bei Störfällen entsprechend der mechanischen und thermischen Belastungen der Abfallgebäude. Während bei Ersteren von der möglichen Ausbreitung über das Lüftungssystem ausgegangen wird, soll die Ausbreitung im Brandfall ausgeschlossen sein.



Fast die gleichen Einwände gelten für die Pufferhalle. Hier wird ein Luftwechsel von 2,5 vorausgesetzt. Es ist nicht zu sehen, wie eine Außerbetriebsetzung der Lüftungsanlage bei Störfällen, insbesondere bei mechanischer und thermischer Belastung der Abfallgebinde, ablaufen sollte.

### **2.3.5 Übertägige Brandschutzanlagen**

Zur Begrenzung von möglichen Bränden auf die Entstehungsbrandphase werden nach [BFS 1990] automatische Melde- und Löschanlagen in übertägigen Kontrollbereichen vorgesehen.

Bei den Brandmeldeanlagen sind keine Angaben vorhanden, welche Brandkenngrößen detektiert werden und wie hoch die Ansprechschwelle ist, so daß Aussagen über die Wirksamkeit der vorgesehenen Brandmeldesysteme nicht getroffen werden können. In jedem Fall muß jedoch bei konservativer Abschätzung von Ausfallraten im Zehn-Prozent-Bereich ausgegangen werden.

Bezüglich der Löschanlagen fehlen konkretere Angaben zu

- Schutzziel,
- Umfang des Schutzes,
- auslösendem Brandmeldesystem,
- Wasserbeaufschlagung,
- etwaige Düsenanordnung und
- Betriebszeit.

Eine Zurechnung bzw. ausreichende Wirksamkeit (im Sinne einer flächendeckenden Löschanlage) kann damit nicht unterstellt werden. Die fehlenden Angaben sind unverständlich, da andererseits der Löschwasserbedarf bereits konkret quantifiziert wurde.

In jedem Fall bezieht sich der vorgesehene Schutz durch die Sprühwasserlöschanlage nach [BFS 1990] nur auf Teilbereiche der Brandabschnitte, so daß auch die Löschanlage nicht zur Kompensation nicht eingehaltener Brandabschnittsgrößen herangezogen werden kann.

### **2.3.6 Gefahrengruppen**

Im BfS-Plan werden zur Vorbereitung der Brandbekämpfung die Anlagenbereiche den Gefahrengruppen I und III zugeordnet. Im Bereich der Gefahrengruppe III, also in Umlade- und Pufferhalle sowie Förderturm mit Schachthalle, sollen Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes thermische Belastungen der Abfallgebinde verhindern. Im übrigen Teil des übertägigen Kontrollbereichs, in dem auch mit Abfallgebinden umgegangen werden kann, z.B. Sonderbehandlungsraum - Nachkonditionierung, sind diese Maßnahmen nicht vorgesehen. Insofern ist es nicht gerechtfertigt, von einer Vermeidung von Bränden durch Brandschutzmaßnahmen in den gesamten Nebenräumen der übertägigen Anlagen zu sprechen (vgl. die Kapitel 3.2.3.3.1 und 3.2.3.3.2 des BfS-Planes). Die Gefahrengruppeneinteilung steht somit auch im Widerspruch zur Störfallanalyse.

Ebenfalls nicht nachvollziehbar ist die Einordnung der Fahrzeugabstellplätze in die Gefahrengruppe I. In diesen Bereichen des Betriebsgeländes muß zumindest bei Störfällen ebenso mit den Abfallgebinden umgegangen werden, wie in der Umlade- oder der Pufferhalle. Im Fall der

störfallbedingten Handhabung (z.B. Einbringen in einen Überbehälter) der Abfallgebinde können sich auch für die Belegschaft zusätzliche Gefahren ergeben, die eine Zuordnung des Abstellbereiches zur Gefahrengruppe I ausschließen.

### **2.3.7 Alarmplan**

Der Betreiber einer Atomanlage ist nach §§ 36 und 38 StrlSchV zu Vorsorge- und Schutzmaßnahmen verpflichtet, die bei drohender Gefahr, Bränden, Unfällen usw. ergriffen werden und in einer Alarmordnung erfaßt sein müssen. Diese Betreiber-eigenen Maßnahmen stehen normalerweise neben der behördlichen Katastrophenschutzplanung. Da bisher nicht bekannt ist, ob für das geplante Endlager Konrad eine besondere behördliche Katastrophenschutzplanung vorgesehen ist, kommt den Ausführungen des BfS-Planes hinsichtlich des Alarmplans besondere Bedeutung zu. Das entsprechende Kapitel 3.2.3.5 des BfS-Planes geht jedoch über unzureichende Beschreibungen und Absichtserklärungen nicht hinaus, wie die folgenden beispielhaft aufgeführten Mängel zeigen.

- Die für die "öffentliche Sicherheit und Ordnung zuständige Behörde" wird nur "falls erforderlich" benachrichtigt. Konkrete Adressaten werden nicht benannt. Es ist nicht ersichtlich, ob die für den Katastrophenschutz zuständige Behörde ebenfalls benachrichtigt oder ob eine direkte Verbindung zu den Organen der kommunalen Gefahrenabwehr hergestellt werden soll.
- Offensichtlich enthält der Alarmplan keine Regelung bezüglich einer Warnung und Unterrichtung der Öffentlichkeit nach einem Unfall. Damit ist dem BfS-Plan nicht zu entnehmen, ob Artikel 3 der Richtlinie 89/618/Euratom, der eine unverzügliche Unterrichtung der betroffenen Bevölkerung in einer radiologischen Notstandssituation fordert, nachgekommen wird [EG 1989].
- Laut BfS-Plan soll der Alarmplan "Angaben zu Einrichtungen zur Abschätzung der Art und Menge des freigesetzten radioaktiven Materials enthalten". Es fehlt die Erläuterung, um welche "Einrichtungen" es sich dabei handelt. Deshalb ist auch nicht nachvollziehbar, wie die Aktivitätsfreisetzung im Störfall mit der erforderlichen Genauigkeit bestimmt werden soll. Ebenso fehlt eine Darstellung der Vorsorgemaßnahmen für den Fall, daß nach Ausfall der "Einrichtungen" keine Freisetzungsdaten ermittelt werden können.
- Es fehlen jegliche Hinweise auf Messungen in der Umgebung, die nach einem Störfall durchgeführt werden müssen.

Anhand der Ausführungen des BfS-Planes kann damit nicht nachzuvollzogen werden, wie radiologischen Gefährdungen in Unfallsituationen wirksam begegnet werden soll.



### **2.3.8 Löschwasserversorgung**

Im BfS-Plan (Kapitel 3.2.3.3.2) wird zur Versorgung der vorhandenen Hydranten und Löschanlagen eine zur Verfügung stehende Löschwassermenge von  $660 \text{ m}^3/\text{h}$  angegeben. Nach [PTB 1986] wurde jedoch eine minimale Löschwassermenge von  $660 \text{ m}^3/\text{h}$  gefordert. Dies ist insofern interessant, als gegenüber [PTB 1986] in den größten Brandabschnitten (z.B. Umladehalle) zusätzliche Sprühwasserlöschanlagen installiert werden sollen. Der Verweis, daß nur eine oder nur einzelne der bestehenden Löschanlagen bei der Berechnung der notwendigen Löschwasserversorgung berücksichtigt sein müßten, ist nicht vertretbar. Es muß davon ausgegangen werden können, daß im Falle eines Brandes alle in einem Brandabschnitt vorhandenen Löschanlagen in Betrieb gehen. Dimensionierungsbestimmend für die Gesamtlöschwasserversorgung ist der Brandabschnitt mit dem insgesamt größten Löschwasserbedarf. Da das infolge ihrer Größe unzweifelhaft die Umladehalle ist, muß die Anordnung zusätzlicher Löschanlagen zu einem insgesamt höheren Löschwasserbedarf führen.

### **2.3.9 Untertägige Anlagen**

Die untertägigen Anlagen werden in Kontrollbereich und betriebliche Überwachungsbereiche unterteilt. Im Kontrollbereich erfolgt die Einlagerung bzw. der untertägige Transport der Abfallgebinde. Laut Kapitel 3.2.3.3.3 des BfS-Plans ist in den Bereichen, in denen mit den Abfallbehältern umgegangen wird, mit einer zu vernachlässigenden Brandlast zu rechnen. Nun sind Tankstelle und Werkstätten in einem bestimmten Abstand oder durch Brandschutzkonstruktionen getrennt zu den Transportwegen und Einlagerbereichen angeordnet. Anders ist das bei den sogenannten kontaminierten Mischabfällen, die bei der untertägigen Handhabung anfallen können. Auf Seite 3.4.5-2 in [BFS 1990] wird angegeben, daß die kontaminierten Mischabfälle in der Abfallsammelstelle im Bereich der Kontrollbereichswerkstatt gesammelt werden.

In der Kontrollbereichswerkstatt ist hingegen nicht, wie in Kapitel 3.2.3.3.3 unterstellt, mit sehr geringen stationären Brandlasten zu rechnen. Durch das Vorhandensein von größeren Mengen an Holz, Kunststoffen, Kabeln, Ölen und Fetten ist durchaus eine Brandlast von bis zu  $3000 \text{ MJ}/\text{m}^2$  im Bereich der Kontrollbereichswerkstatt anzunehmen (geschätzter Wert).

Desweiteren ergeben sich gerade in Werkstattbereichen infolge des breiten Spektrums vorgesehener Instandhaltungsmaßnahmen günstige Bedingungen für eine Brandentstehung, zum Beispiel durch leistungsstarke potentielle Zündquellen wie elektrische Anlagen und thermisch wirkende Geräte. Es ist nicht zu sehen, daß ausreichende Maßnahmen zur Verhinderung einer Brandentstehung in diesen Kontrollbereichswerkstätten vorgesehen wurden. Zwar sind nach [BFS 1990] stationäre Löschanlagen bzw. Brandmeldeanlagen in bestimmten Bereichen vorhanden; es fehlen aber detaillierte Aussagen zur Art, zum Wirkungsbereich und zu den Leistungsgrenzen dieser Anlagen. So ist nicht eindeutig geklärt, wie sich die Bewetterung auf die Einstellung einer notwendigen inertisierenden Konzentration durch eine Gaslöschanlage auswirkt. Bekannt ist, daß  $\text{CO}_2$ -Löschanlagen übertätig nur in Ausnahmefällen im Freien eingesetzt werden. Die Flutung eines entsprechenden untertägigen bewetterten Raumvolumens ist für eine effektive Brandbekämpfung in der notwendigerweise kurzen Zeit möglicherweise nicht gegeben. Auf Grund der

Werkstattgröße ist ein Schutz nach [VDS 1983] fraglich. Ebenfalls problematisch ist der untertägige Einsatz von Schaumlöschanlagen infolge der möglichen Korrosionsanfälligkeit.

Es muß eingeschätzt werden, daß das vorgesehene Konzept der Entsorgung der kontaminierten Mischabfälle unzureichend ist und sich daraus weitere Störfallmöglichkeiten ergeben.

### **2.3.10 Bewetterung bei Störfällen**

Aus [BFS 1990] ist nicht ersichtlich, wie sich mögliche Störfälle auf die Wetterführung auswirken. Zum Beispiel bedarf es einer Klärung, ob im Falle eines untertägigen Fahrzeugbrandes, eines Anlagenbrandes oder einer Fahrzeugkollision (evtl. mit Brandfolge) die Bewetterung unverändert fortgeführt wird.

Im Fall der Bewetterung ergeben sich günstige Bedingungen für eine weitere Brandausbreitung und für den Transport freigesetzter Nuklide in die Atmosphäre. Bei einem Abschalten der Bewetterung ist die Frischluftversorgung der Beschäftigten unter Tage nicht gewährleistet.

## **2.4 Betriebliche Anlagen**

(Zu den Einwendungen 2/13 bis 2/16)

### **2.4.1 Bewetterung**

In Kapitel 3.2.4.3 des BfS-Plans wird eine Bewetterung von bis zu  $260 \text{ m}^3/\text{s}$  für die einzelnen Betriebsphasen angegeben. Es werden jedoch keine Aussagen zur Bewetterung bei anomalen Betriebszuständen bzw. bei Störfällen getroffen. So ist an keiner Stelle des BfS-Planes festgelegt, ob eine Bewetterung erfolgt, wenn beispielsweise infolge eines untertägigen Brandes eine  $\text{CO}_2$ -Löschanlage in Betrieb geht.

### **2.4.2 Sonderbehandlungsraum**

Der Sonderbehandlungsraum wird für verschiedenste Aufgaben genutzt, darunter Dekontamination, Behälterreparatur und evtl. auch Konditionierung. Unverständlich ist, daß die Konditionierung nach Kapitel 3.2.4.7 des BfS-Planes dort vorgesehen ist, obwohl in der Raumplanung - Kapitel 3.2.4.1 - dies nicht erfolgte.

In [GRS 1989] wird eingeräumt, daß erhebliche Anteile brennbarer Stoffe in solchen Brandabschnitten vorhanden sein können, ohne jedoch eine detaillierte Brandlastbestimmung vorzunehmen. Gleichwohl wird im BfS-Plan ebenso wie für Umlade- und Pufferhalle angenommen, daß durch Brandschutzmaßnahmen (welche das sind, wird nicht beschrieben) Brände vermieden werden.



Bei einer angenommenen Brandlast von mindestens  $2000 \text{ MJ/m}^2$  und Abbrandgeschwindigkeiten für Kunststoffe von über  $1 \text{ kg/m}^2\text{min}$  ist mit Brandraumtemperaturen von über  $1000^\circ \text{C}$  bereits innerhalb weniger Minuten zu rechnen. Die weiteren thermischen Belastungen entsprechen in etwa den Lastbedingungen eines untertägigen Brandes. Die Folge können erhöhte Aktivitätsfreisetzungen gerade bei der Behandlung von Abfallbehältern sein, für die dann eine ausreichende Rückhaltung nicht vorgesehen ist.

Es muß davon ausgegangen werden, daß ähnlich wie in Nebenräumen anderer Atomanlagen eine Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden bis zu  $3 \text{ E-2/Jahr}$  möglich ist [LIEMERSDORF 1985]. Es bestehen jedoch keine mit denen der Umlade- oder Pufferhalle vergleichbaren Brandschutzmaßnahmen. Dabei müssen sogar die Brandentstehungsmöglichkeiten als "günstig" eingeschätzt werden, da infolge der vielseitigen Nutzung des Raumes das Auftreten von Zündquellen wahrscheinlich ist. Damit ist ersichtlich, daß Brände im Brandabschnitt des Sonderbehandlungsraum nicht wie angegeben durch Brandschutzmaßnahmen vermieden werden.

Ähnliches gilt für den Werkstattraum.

### **2.4.3 Strahlenschutz an Fahrzeugen**

Beim Einlagerungsbetrieb sollen verschiedenste Fahrzeuge eingesetzt werden. Inwieweit beim Bedienen dieser Fahrzeuge der Strahlenschutz eingehalten wird, ist aus dem BfS-Plan nicht ersichtlich. Problematisch ist auch, daß zwar Stapelfahrzeuge und Seitenstapelfahrzeuge mit einer allseitigen Strahlenschutzverglasung ausgerüstet werden sollen, Transportwagen hingegen nur zum Lastteil hin abgeschirmt sind. Falls mit einer Abschirmung eine Strahlenschutzabschirmung gemeint sein sollte, besteht immer noch die Frage, warum nur zum Lastteil hin. Es muß davon ausgegangen werden, daß auch von der dem Lastteil abgewandten Seite, zum Beispiel beim Wenden und an Ausweichstellen, eine betriebsbedingte Strahleneinwirkung auf die Beschäftigten besteht.

## **2.5 Betrieb**

(Zu den Einwendungen 2/17 bis 2/21 sowie 4/20 und 4/21)

### **2.5.1 Umgang mit Abfallgebinden**

In Kapitel 3.2.5.3 des BfS-Plans wird der Einlagerungsablauf beschrieben. Danach gehen die Abfallgebinde mit dem Passieren des Eingangstores der Schachtanlage Konrad 2 in den Verantwortungsbereich des Betreibers des Endlagerbergwerkes über [BFS K 1990]. Eine Freimessung soll in der Umladehalle erfolgen, allerdings erst nach Entladung der Fahrzeuge. Stellt sich bei der Freimessung heraus, daß ein Abfallgebinde eine erhöhte Kontamination, eine erhöhte Dosisleistung oder eine Beschädigung aufweist, sollen Sonderbehandlungsmaßnahmen ergriffen werden. Eine Rücknahmepflicht des Versenders ist nicht unbedingt festzumachen, da sich der Abfall

bereits in der Verantwortung des Endlagerbetreibers befindet. Vor der Entladung werden damit höchstensfalls "Papierkontrollen" durchgeführt.

Die Durchführung der Eingangskontrollen nach erfolgter Fahrzeugentladung läßt eher den Schluß zu, daß eine Rückweisung defekter bzw. nicht den Endlagerbedingungen entsprechender Abfallgebinde im Gegensatz zur Behauptung in Kapitel 3.4.8.1 des BfS-Planes gar nicht vorgesehen ist. Auch fehlende Angaben über den Grad der zulässigen Abweichung des Abfallgebundes von der Norm erhärten diese Vermutung.

Auch die Zwischenlagerung bei der Eingangskontrolle zurückgewiesener Abfallgebinde ist fragwürdig. Zwar besteht nach Kapitel 3.2.5.3 des BfS-Plans auf Gleis 9 eine Möglichkeit zur kurzfristigen Abstellung zurückgewiesener Abfallgebinde (gleichzeitig wird aber auf Kapitel 3.4.8 des BfS-Planes verwiesen). Problematisch ist dies jedoch insofern, als die für den Rücktransport bei größeren Beschädigungen notwendigen Überbehälter nicht vorgehalten, sondern erst beschafft werden müssen. Auch der Sonderbehandlungsraum ist entsprechend seiner Funktion nicht für die Zwischenlagerung von zum Rücktransport vorgesehene Abfallgebinde vorgesehen.

Dies läßt den Schluß zu, daß alle angelieferten Abfallgebinde unabhängig von den Ergebnissen der Freimessungen eingelagert werden. Im BfS-Plan wird dieser Sachverhalt damit umschrieben, daß die Strahlenexposition (auch unter Einbeziehung eines denkbaren Rücktransportes) minimiert werden soll und eine Einlagerung in Ausnahmefällen (im Rahmen der Möglichkeiten) vorgesehen wird. Die praktische Konsequenz dieser Regelung ist, daß alle mangelbehafteten Abfallgebinde eingelagert werden, da die Strahlenexposition beim Rücktransport meist höher sein wird als bei der Einlagerung.

Diese Verfahrensweise mag zwar tatsächlich zu einer Minimierung der Strahlenbelastung führen, sie bietet aber andererseits auch dem Ablieferungspflichtigen eine Möglichkeit, sich problembehafteter Abfallgebinde zu entledigen, vor allem, wenn die Stichprobenkontrollen eine vorherige Entdeckung unwahrscheinlich werden lassen. Letztendlich kann diese Regelung zu einer systematischen Umgehung der Einlagerungsbedingungen und zu einer permanenten Nichteinhaltung der vorgegebenen Grenzwerte führen.

## **2.5.2 Netzausfall**

Der Netzausfall (beide netzseitigen Stromversorgungen versagen) wird im BfS-Plan als sehr unwahrscheinliches Ereignis dargestellt. Das ist nicht nachvollziehbar, da ausdrücklich "der Stromausfall während der Betriebszeit des Endlagers angenommen werden muß" [BFS 1990, S. 3.2.5.5-2]. Der Ausfall beider Stromversorgungen ist zwar in seiner Auftretenswahrscheinlichkeit wesentlich geringer, kann aber nicht einfach aus den Betrachtungen ausgeklammert werden.

Bei einem Ausfall beider netzseitiger Einspeisungen werden übertägige Anlagen durch die Notstromdiesel versorgt. Bezüglich der untertägigen Anlagen liegen keine Aussagen vor. Es ist anzunehmen, daß untertägig der Strom ausfallen kann. Damit sind auch Ausfälle der Lichtsignalanlagen und anderer wichtiger Verbraucher möglich. Die Folge könnten Störfälle sein, die durch



den Ausfall der Stromversorgung erst möglich werden, zum Beispiel Kollisionen von Transportfahrzeugen bei ausgefallener Lichtsignalanlage.

### **2.5.3 Umgang mit beschädigten Abfallgebinden**

Der BfS-Plan enthält nur sehr unkonkrete Festlegungen bezüglich des Umgangs mit Behältern, die während der Einlagerung beschädigt werden. So ist zwar festgelegt, daß eine Aufbewahrung in den untertägigen Sammelstellen erfolgt. Es fehlen aber konkrete Anforderungen an andere gleichzeitige Abläufe in diesen Bereichen zu Verhinderung von Störfällen. Der BfS-Plan enthält auch nur unzureichende Angaben über den Ort der Zwischenlagerung bzw. Reparatur. So beziehen sich die Festlegungen ausschließlich auf beim Transport oder früher aufgetretene Schäden, nicht aber auf Schäden bei der Einlagerung.

Es ist nicht geklärt, was mit defekten Behältern geschehen soll, deren Endlagerfähigkeit vor Ort nicht wieder hergestellt werden kann.

### **2.5.4 Einlagerungskammern**

Laut BfS-Plan, Kapitel 3.4.2.4, sollen die Abfallgebinde in 52 Einlagerungskammern mit einem Volumen von je 20.000 m<sup>3</sup> eingelagert werden. Damit hat sich die Zahl der Einlagerungskammern gegenüber dem PTB-Plan verdoppelt. Da die Querschnittsmaße der Einlagerungskammern in gleicher Größe beibehalten wurden, soll offensichtlich die Länge der Einlagerungskammern halbiert werden. Über Gründe für die Halbierung des Volumens der Einlagerungskammern kann nur spekuliert werden da der BfS-Plan dazu keine Angaben macht; möglich wären zum Beispiel bessere Standsicherheit des Grubengebäudes oder Verringerung der Strahlenbelastung für das Betriebspersonal.

Unerwähnt bleibt weiterhin, daß es durch die Mehrzahl kleinerer Einlagerungskammern insgesamt zu einem höheren Flächenverbrauch im Einlagerungsgebiet kommt.

Die Ausführungen in Kapitel 3.2.5.6.2 des BfS-Plans zur Verfüllung der Einlagerungskammern sind unzureichend. Es fehlen Angaben über den Aufbereitungsort der Versatzmischung sowie Betrachtungen bezüglich möglicher Wärmefreisetzungen beim Abbinden. Die Behauptung, eine Freisetzung von Wasser beim Verfestigen sei nicht möglich, ist anzuzweifeln.

Gegenüber [PTB 1986] wird zum Verfüllen der Einlagerungskammern eine andere Versatztechnik (Pumpversatz) gewählt. Eine Begründung für die Wahl dieser Technik ist dem BfS-Plan nicht zu entnehmen.

### **2.5.5 Dichtigkeit der Kammerabschlußbauwerke**

Infolge der vorhandenen Auflockerungszone im umgebenden Gebirge ist die angegebene Dichtigkeit des Kammerabschlußbauwerke anzuzweifeln. Der Einfluß der Gebirgsbewegung auf die Dichtigkeit des Bauwerks und der Auflockerungszone nach Verschluß der Einlagerungskammer wird im BfS-Plan nicht diskutiert.



### **3 Abfallgebinde, Endlagerungsbedingungen, Produktkontrolle und Dokumentation**

(Zur Einwendung 3/1)

In diesem Kapitel sollen alle Probleme behandelt werden, die mit den einzulagernden "radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung" zusammenhängen. Allein dieser Begriff ist geeignet, Verwirrung zu stiften und bezüglich der Abfälle möglichst keine genauen Festlegungen treffen zu müssen. Es wird suggeriert, nur Abfälle mit praktisch keiner eigenen Wärmeentwicklung seien zur Einlagerung vorgesehen. Eine quantitative Anforderung an die Abfälle selbst wird jedoch nicht gestellt. Das Kriterium Wärmeentwicklung bezieht sich auf die thermische Beeinflussung des umgebenden Wirtsgesteins im Endlager, dessen Temperatur um nicht mehr als 3 K zunehmen darf. Diese Tatsache wird durch die in der Öffentlichkeit und überwiegend auch in den Planunterlagen benutzte Formulierung "radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung" verdeckt (siehe hierzu auch Kapitel 2.2.1 dieses Gutachtens).

Neben diesem grundlegenden Mißstand kann zusammenfassend festgestellt werden, daß die Aussagen des BfS-Planes zu den Anforderungen an endzulagernde Abfälle bzw. Abfallgebinde, zur Produktkontrolle und zur Dokumentation unzureichend sind. Notwendige Grundinformationen fehlen und Behauptungen werden nicht bewiesen. In vielen Fällen ist die Nachvollziehbarkeit der Aussagen damit nicht gegeben. In den folgenden Unterkapiteln wird unsere Kritik detailliert ausgeführt.

#### **3.1 Planungsgrundlagen**

(Zu den Einwendungen 3/2, 3/3, 3/5 und 3/7)

Kapitel 3.2.3.1 des BfS-Planes nennt Beispiele für einzulagernde Abfallgebinde. Die Beschränkung auf "beispielhaft" läßt aber auch andere, nicht genannte Abfallgebinde zur Einlagerung zu. Neben anderen Abfallarten wären auch alle anderen Kombinationen von Abfall, Fixierungsmittel und Behälter als Abfallgebinde zugelassen. Damit ist die Auflistung nicht aussagekräftig und im Sinne der Festlegung einzulagernder Abfallgebinde weitgehend wertlos. Bei der Vielzahl unterschiedlicher einzulagernder Stoffe reicht ein Verweis auf die Produktkontrolle zur Einhaltung der Endlagerungsbedingungen nicht aus, da sie den Anforderungen nicht gewachsen sein kann (siehe Kapitel 3.3 dieses Gutachtens). Sinnvollerweise müßten die zur Endlagerung vorgesehenen Abfallgebindearten einzeln durch die Genehmigungsbehörde zugelassen werden. Damit würden mögliche Unregelmäßigkeiten zumindest minimiert.

Die Notwendigkeit dieser Vorgehensweise ergibt sich auch daraus, daß für einige der in den Tabellen 3.2.3.1.1/1-6 des BfS-Plans aufgeführten Abfallprodukte keine Spezifikationen vorliegen bzw. die physikalischen Eigenschaften nicht angegeben werden; letzteres gilt z.B. für Neutronenquellen und Prüfstrahler, die im PTB-Plan noch nicht zur Einlagerung vorgesehen waren.

Im BfS-Plan ist keine explizite Aussage zur Herkunft der einzulagernden Abfälle enthalten. Im Falle der Planfeststellung durch die Behörde wäre damit auch eine Einlagerung nicht bundesdeutschen Abfalls rechtlich zulässig. Da dies (zumindest offiziell) nicht Ziel von Antragsteller (BfS)

und Politik (BMU) ist, stellt sich die Frage warum dies nicht in den Planungsgrundlagen festgehalten wird. Es soll hier allerdings erwähnt werden, daß eine entsprechende Formulierung im Antragsschreiben des BfS vorhanden ist.

Nach derzeitiger Lage existiert bezüglich der Herkunft ohnehin ein fließender Übergang für einen großen Teil der zur Einlagerung vorgesehenen Abfälle. Für die bei der Wiederaufarbeitung bundesdeutscher Brennelemente im Ausland anfallenden Abfälle gibt es keine Möglichkeit einer eindeutigen Zuordnung [COGEMA 1990; BNFL 1990]. Hierzu wurden sogar in der Reaktorsicherheitskommission des Bundesumweltministers vorsichtige Bedenken geäußert [RSK 1990a]. Unabhängig davon stellt sich jedoch grundsätzlich die Frage, ob nach dem ab 1993 geltenden EG-Recht überhaupt eine Einlagerung ausländischer Abfälle verhindert werden kann.

## 3.2 Endlagerungsbedingungen

### 3.2.1 Grundanforderungen an Abfallprodukte

(Zu den Einwendungen 3/9 bis 3/12)

Die im BfS-Plan (Kapitel 3.3.2.1) aufgestellten Grundanforderungen an die Abfallprodukte sind sehr allgemein und überwiegend ohne quantitative Angaben formuliert. Im Folgenden werden diese Grundanforderungen auf ihre Aussagekraft und Störfallrelevanz analysiert:

#### "... liegen in fester Form vor ..."

Eine derartige Aussage ist sinnvoll, wenn damit gasförmige und flüssige Stoffe von der Einlagerung ausgeschlossen werden sollen. Notwendig ist dann aber ein Bezug zu den Umgebungstemperaturen, sonst bleibt die Frage offen, ob damit der Aggregatzustand nach dem Konditionieren, bei der Anlieferung oder der eingelagerten Abfälle unter Tage gemeint ist.

#### "... faulen und gären nicht ..."

Es wird aus dem BfS-Plan nicht klar, für welche Abfallarten diese Grundanforderung aufgestellt wurde.

#### "... enthalten bis auf sinnvoll erreichbare und nicht vermeidbare Restgehalte ... weder freibewegliche Flüssigkeiten noch setzen sie derartige Flüssigkeiten bzw. Gase unter üblichen Lagerungs- und Handhabungsbedingungen frei ..."

Die Begriffe "sinnvoll erreichbar", "nicht vermeidbar" und "üblich" können nicht Grundlage einer Genehmigung sein. Aus sicherheitstechnischer Sicht müssen Flüssigkeits- und Gasbildung bei der Endlagerung ausgeschlossen sein. Ist dies nicht möglich, müssen neben quantitativen Angaben zum Flüssigkeits- bzw. Gasgehalt bei Einlagerung und zur Bildungsrate im Endlager auch zeitliche Mindestabstände zwischen Konditionierung und Einlagerung im Endlager festgelegt werden. Diese sind so zu wählen, daß eine Überprüfung des Verhaltens der Abfälle nach angemessener Zeit (im Verhältnis zur Sicherheitsrelevanz während der Endlagerzeit) möglich ist. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß auch nicht erkannte oder für möglich gehaltene Prozesse in Abfallgebinden ablaufen können.



**"... enthalten bis auf sinnvoll erreichbare und nicht vermeidbare Restgehalte ... keine selbstentzündlichen oder explosiven Stoffe ..."**

Diese Grundanforderung ist vor allem für die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung wichtig. Die Technologie der Wiederaufarbeitung beinhaltet den Umgang mit Stoffen wie Kerosin, Tributylphosphat und Zirkaloy. Es muß davon ausgegangen werden, daß diese Stoffe auch im Abfallprodukt enthalten sind. Beispielsweise neigen Zirkaloyspäne unter bestimmten Bedingungen zur Selbstentzündung.

Die Formulierung "sinnvoll erreichbar" bedeutet keineswegs eine vollständige Entfernung all dieser Stoffe aus den Abfällen. Eine Gefährlosigkeit kann auch deshalb nicht abgeleitet werden, da im gleichen Satz eine Relativierung "und nicht vermeidbare Restgehalte" erfolgt. Das bedeutet die Akzeptanz auch selbstentzündlicher Stoffe in technologisch nicht mehr reduzierbarer Menge unabhängig vom möglichen Gefahrenpotential in den einzulagernden Abfällen.

Gleiches gilt für die explosiven Stoffe. Durch die gewählte Formulierung wird suggeriert, daß es zu keinem Explodieren der Abfallbehälter kommen kann. Wenn überhaupt, greift die vorliegende Formulierung (abgesehen von der "grundsätzlichen" Einschränkung) nur für Explosivstoffe als solche. In jedem Fall nicht ausgeschlossen sind Stoffe, die unter bestimmten Bedingungen explosive Gemische bilden können.

**"... enthalten durch thermische Neutronen spaltbare Stoffe nur in einer Massenkonzentration bis zu 50 g pro 0,1 m<sup>3</sup> Abfallprodukt"**

Diese Angabe bedeutet nicht mehr und nicht weniger, als daß zum Beispiel in einem 200 l Faß mit Abfällen 100 g Kernbrennstoff enthalten sein darf. Damit sind diese radioaktiven Abfälle eindeutig als Kernbrennstoffe im Sinne des Atomgesetzes zu behandeln.

Da für den Kernbrennstoffgehalt nach dieser Grundanforderung weder volumen- noch massebezogen eine obere Grenze angegeben wird und auch die in Kapitel 3.3.4 des BfS-Plans abgeleiteten Aktivitätsbegrenzungen nicht generell gelten, bedeutet dies im Extremfall, daß bereits in der kleinsten Einlagerungseinheit (200 l Faß) 100 g Plutonium, entsprechend 2,29 E11 Bq für Pu-239, enthalten sein dürfen. Dieser relativ hohe Wert läßt unmittelbar die Frage nach Spaltstoff-Flußkontrolle bzw. dem Ausschluß der Möglichkeit zur Rückgewinnung des Spaltstoffes aufkommen. Eine solche Möglichkeit muß auf jeden Fall ausgeschlossen werden, insbesondere dann, wenn die Spaltstoffe aus den Bilanzen der internationalen Spaltstoff-Flußkontrollen ausgetragen sind. Zu kritisieren ist außerdem die sehr allgemeine Formulierung dieser Grundanforderung. Sie ermöglicht eine Einlagerung aller radioaktiver Abfälle, wenn nur eine ausreichende "Verdünnung" durch entsprechende Vergrößerung des Gesamtvolumens erfolgt.

**Reaktionen im Abfall "sind auf eine sicherheitstechnisch zulässige Rate beschränkt."**

Diese Grundanforderung wurde vermutlich infolge der Erfahrungen mit den sogenannten Blähfässern neu in den Plan aufgenommen. Ohne Quantifizierung der sicherheitstechnisch zulässigen Rate hat diese Anforderung geringen Wert. Eine Überprüfbarkeit durch die Genehmigungsbehörde ist nicht möglich. Außerdem müßte die Anforderung zeitbezogen gestellt werden, wenn sie überhaupt Sinn geben soll. Es muß erkennbar sein, für welchen Zeitraum das BfS sicherstellen

will, daß sich chemische Reaktionen nicht auf die mechanische und thermische Stabilität der Gebinde auswirken.

**"Das verwendete Fixierungsmittel hat vollständig abgebunden oder ist vollständig erstarrt."**

Diese Grundanforderung deutet darauf hin, daß auch frisch konditionierte Abfälle eingelagert werden sollen. Auf die Problematik wurde weiter oben bereits hingewiesen.

**Wenn Rn-220 freigesetzt werden kann, "ist das Abfallprodukt von mindestens 40 mm inaktivem Beton umschlossen."**

Es ist unverständlich, daß diese Grundanforderung nur für Radon-220 aus der Zerfallsreihe von Thorium gestellt wird und nicht ebenfalls für Radon-222 aus der Uran-Radium-Reihe. Beide Isotope können in den Abfällen vorhanden sein und verhalten sich gleich. Darüberhinaus ist als Grundanforderung für Abfälle, die Radon freisetzen können, in jedem Fall die Verpackung in Behältern mit spezifischer Dichtigkeit zu stellen.

**"Eine Behandlung von unfixierten radioaktiven Abfällen in einem Abfallbehälter ... erfolgt ohne Beeinträchtigung der "sicherheitstechnischen Barrierenfunktion des Behälters".**

Diese Anforderung ist im Einzelnen nicht kontrollierbar. Problematisch können hier vor allem Dichtungen und Dichtflächen sein.

Diese Grundanforderungen werden im übrigen vom BfS noch konterkariert, da ihre Einhaltung nur "grundsätzlich" gefordert wird [BFS 1990, Kap.3.3.2.1], ohne auf den erlaubten Umfang von Ausnahmen einzugehen.

Andere wesentliche Probleme werden durch die Anforderungen nicht abgedeckt. In vorhergehenden Kapiteln bereits genannt wurden auf das einzelne Abfallgebäude bezogene Werte für die zulässige Wärmeentwicklung und ein eindeutiger Nachweis für die Herkunft aus bundesdeutschen Atomanlagen. Weitere wichtige Punkte sind die getrennte Verpackung verschiedener Stoffe und die mögliche Rückgewinnung von Kernbrennstoffen.

Um von vorneherein Probleme durch chemische Reaktionen zu verhindern, sind Grundanforderungen für die Trennung bestimmter Stoffe (zum Beispiel Metalle und organische Lösungsmittel) unabdingbar.

Die einzulagernden Abfälle enthalten spaltbare Stoffe. Eine Grundanforderung an die Abfallgebäude muß sein, eine Spaltstoffrückgewinnung aus ihnen technisch unmöglich zu machen.

Diese Anforderung ist durch Maßnahmen beim Kammerabschlußbau und bei der Schachtverfüllung zu unterstützen. Es muß sichergestellt werden, daß eine Rückholung des spaltbaren Materials während und nach Beendigung des Einlagerungsbetriebes und eine mißbräuchliche Verwendung (militärisch, terroristisch) ausgeschlossen ist. Das betrifft nicht nur den Zeitraum des 21. Jahrhunderts, sondern auch die Folgezeiten. Derartige Schutzkonzepte fehlen im BfS-Plan vollständig.



### 3.2.2 Abfallproduktgruppen

(Zu den Einwendungen 3/13 bis 3/19)

Im BfS-Plan wird zwischen sechs verschiedenen Abfallproduktgruppen unterschieden. Diesen Abfallproduktgruppen werden unterschiedliche Werte für das zulässige Aktivitätsinventar pro Gebinde zugeordnet. Dies wird begründet durch zusätzlich zu den Grundanforderungen aufgestellte Qualitätsmerkmale, die aber ebenfalls nicht unbedingt erfüllt werden müssen (siehe unten).

Die Zuordnung der verschiedenen Abfallprodukte zu den sechs Gruppen ist nach [BFS 1990, Kap.3.3.2.2], im Gegensatz zum alten PTB-Plan, relativ beliebig. Bei der Aufzählung von Produktgruppen und Abfalltypen wurde im BfS-Plan jeweils ein "z.B." dazwischengesetzt. Diese Aufhebung der Festlegung ist besonders kritisch zu beurteilen, da die Zuordnung sicherheitstechnische Bedeutung hat.

Im Folgenden werden die einzelnen Abfallproduktgruppen (APG) betrachtet:

Abfälle der Abfallproduktgruppe 01 müssen nur die in Kapitel 3.2.1 dieses Gutachtens genannten Grundanforderungen erfüllen. Möglich ist hier unter anderem die Zuordnung von bituminierten Abfällen oder Kunststoffprodukten. Bezüglich dieser Fixierungsmittel werden keine Anforderungen gestellt. Dies ist insbesondere im Hinblick auf deren Verhalten bei thermischer Belastung völlig unverständlich. Zum Beispiel ist für Bitumen der  $\text{NaNO}_3$ -Gehalt ein wichtiger Indikator.

Die Abfallproduktgruppe 02 zeichnet sich durch zwei wahlweise geltende Zusatzanforderungen aus (siehe unten). Deren Gültigkeit wird allerdings auf brennbare Stoffe im Abfall mit einem Schmelzpunkt kleiner  $300^\circ\text{C}$  begrenzt. Es ist davon auszugehen, daß Abfallstoffe in fester Form gemeint sind. Dies bedeutet jedoch, daß sich die Anforderungen nur auf wenige Stoffe beziehen (z.B. einige Kunststoffe). Da die zusätzlichen Anforderungen für alle anderen brennbaren Stoffe wegen des höheren Schmelzpunktes nicht gelten, können diese automatisch der APG 02 zugeordnet werden. Die störfallbedingten Aktivitätsgrenzwerte der APG 02 sind teilweise 36 mal höher als die der APG 01; dies ist in keiner Weise gerechtfertigt und auch nicht nachvollziehbar. Man kann sogar soweit gehen, festzustellen, daß es praktisch fast keine relevanten Abfälle mehr gibt, die der APG 01 zugeordnet werden müssen, so weit auslegungsfähig ist die APG 02.

Neben dieser grundsätzlichen Kritik sind auch die zwei wahlweise zu erfüllenden Anforderungen ungenügend und mit großer Auslegungsbandbreite formuliert. Die wenigen verbleibenden Stoffe mit einem Schmelzpunkt unter  $300^\circ\text{C}$  sollen:

"nicht aus dem Abfallprodukt austreten, wenn sie bei thermischer Belastung flüssig werden" oder "einen Anteil von nicht mehr als 1 % an der Aktivität im betreffenden Abfallprodukt aufweisen" [BFS 1990, S. 3.3.2-4].

Die erste Anforderung bezieht sich hauptsächlich auf die "thermische Belastung". Damit ist jedoch nicht beschrieben, welche thermische Belastung gemeint ist. Das kann sowohl eine Temperatur wenig oberhalb des Schmelzpunktes sein, das kann aber auch der in [BFS 1990] zugrundegelegte Belastungsfall "Brand" mit Temperaturen um  $800^\circ\text{C}$  sein, und das kann ebenso eine aus einem Brand resultierende thermische Belastung von über  $1000^\circ\text{C}$  (z.B. bei Dieselkraftstoff)

sein. Da dies nicht explizit ausgesagt wird, muß unterstellt werden, daß den Verfassern entweder ein Fehler unterlaufen ist oder durch eine sehr weite Auslegungsmöglichkeit ein entsprechender Spielraum für eine Produktzuordnung von Kunststoffen, Bitumen und anderen Stoffen geschaffen werden soll. Möglich ist deshalb auch die Interpretation, daß die genannten Stoffe, z.B. infolge eines Brandes mit starken im Abfallprodukt vorhandenen Oxydationsmitteln, verbrennen, bevor sie aus dem Abfallprodukt austreten. D.h., die Aktivität kann mit den Verbrennungsprodukten austreten.

Die zweite Anforderung bezieht sich auf die Festlegung "1 % der Aktivität des betreffenden Abfallproduktes". Diese Bedingung muß nicht zwangsweise zu einer geringeren Aktivitätsfreisetzung im Brandfall führen. Es ist nichts über das Massenverhältnis des brennbaren Abfallstoffes an der Gesamtmasse des Abfallgebundes ausgesagt. Das wiederum bedeutet, daß die vom Abfallgebunde herrührende Brandlast sehr hoch sein kann und praktisch nicht begrenzt ist. Damit ist festzustellen, daß im Fall eines Brandes bei der APG 02 von einem nicht nach oben begrenzten "Wärmeinventar" und damit einer nicht nach oben begrenzten Brandlast in Räumen und Brandabschnitten, in denen sich derartige Abfallgebunde befinden, ausgegangen werden muß.

Desweiteren kann infolge der "ODER-Verknüpfung" der beiden Anforderungen nicht einmal davon ausgegangen werden, daß die bei thermischer Einwirkung sich verflüssigenden brennbaren Stoffe im Abfallprodukt verbleiben und nicht an einer Verbrennung außerhalb des Gebundes teilnehmen. Deshalb muß damit gerechnet werden, daß in fast allen Abfallproduktzusammensetzungen der APG 02 die vorhandenen brennbaren Stoffe im Brandfall vollständig an einer Verbrennung beteiligt sind, insbesondere auch deshalb, weil die Stabilität vieler Abfallgebunde realen Brandbedingungen nicht entsprechen.

Die Abfallproduktgruppe 03 ist für "Feststoffe" vorgesehen. Diese Definition ist ebenso unzureichend wie die Erläuterung "Metallteile" oder "Werkstoffe aus dem Reaktorkern". Es wäre zu klären, ob erstens prinzipiell nur Festkörper im physikalischen Sinne zu dieser Produktgruppe gehören und zweitens, welche Werkstoffe aus dem Reaktorkern infrage kommen.

Wenn es sich bei der Abfallproduktgruppe 04 nur zum Beispiel um Preßlinge handelt, wäre vom BfS zu erläutern gewesen, welche Abfallprodukte sonst noch das Qualitätsmerkmal dieser Gruppe, mit "mindestens 30 MPa formstabil kompaktiert", erfüllen kann.

Durch die Hochdruckverpressung werden unter Umständen im Abfallprodukt reaktionskinetisch günstige Bedingungen geschaffen. Bislang liegen recht wenige Untersuchungen über den Einfluß der Radioaktivität auf den Ablauf möglicher chemischer Reaktionen in den Abfallgebunden vor. Bezüglich der Wasserstoffbildung in den Blähfässern, die auch Preßlinge enthielten, ist zumindestens eine förderliche Wirkung festgestellt worden. Es muß damit auch von gleichartigen Wirkungen bei bestimmten anderen chemischen Reaktionen ausgegangen werden. Hierzu sind experimentelle und theoretische Untersuchungen notwendig. Da es im BfS-Plan keine Hinweise darauf gibt, ist auch von der Unkenntnis der Antragsteller auszugehen.

In den Anforderungen für die Abfallproduktgruppe 05 ist benannt, daß der Abfall in Zementstein oder Beton fixiert sein muß. Es fehlen jedoch Angaben über deren Zusammensetzung und



Festigkeiten. Weiterhin muß eine "möglichst gleichmäßige und vollständige Verteilung" des Abfalls im Abfallprodukt erfolgen. Es ist jedoch kaum bestimmbar, was "möglichst gleichmäßig" im Abfallprodukt verteilt bedeuten soll. Eine konkretere Anforderung wäre allerdings auch kaum nachprüfbar. Im Gegensatz zum PTB-Plan fehlt eine Festlegung zum notwendigen bzw. maximal zulässigen Anteil des Abfalls am Abfallgebilde. Die alte Anforderung hieß, mehr als 40 % des Volumens soll das Fixierungsmittel einnehmen.

Auch bei der Abfallproduktgruppe 06 ist nicht klar, welcher Abfalltyp eigentlich zugeordnet werden soll. Auf der einen Seite werden beispielhaft Konzentrate genannt, auf der anderen Seite soll der Abfall aus einem festen Körper bestehen. Dies ist physikalisch ein unauflösbarer Widerspruch.

Auf welcher Grundlage die Qualitätsmerkmale für die einzelnen Abfallproduktgruppen, zum Beispiel Schmelztemperatur (APG 02), Druck (APG 04) und Druckfestigkeit (APG 05 und 06), abgeleitet wurden, ist den Planunterlagen nicht zu entnehmen. Hier wäre die Ableitung der angegebenen Werte, zumindest aber die Begründung für die Werte in den Planunterlagen notwendig, um diese sicherheitstechnischen Fragen für Betroffene nachvollziehbar zu machen.

Darüberhinaus sind die im BfS-Plan gestellten Anforderungen an die einzelnen Abfallproduktgruppen unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten nicht ausreichend. Zur sinnvollen Durchführung einer Störfallanalyse ist es z.B. unumgänglich, mit den Abfalldaten weitere sicherheitstechnische Kennzahlen zumindest der für die begrenzenden thermischen Lastbedingungen verantwortlichen brennbaren Stoffe aufzunehmen. Notwendig wären Aussagen über den Heizwert, den Sauerstoffindex, die Zündtemperatur, die Selbsterwärmungstemperatur, gegebenenfalls auch zu Flammpunkt und Explosionsgrenzen der im Abfall enthaltenen Stoffe. Nur auf dieser Grundlage erhaltene Aussagen wären verifizierbar und ließen eine realistischere Störfallanalyse und Auswahl der notwendigen Brandschutzmaßnahmen zu.

In [BFS 1990] wurde ein neues Kapitel 3.3.2.4 eingefügt (im Vergleich zu [PTB 1986]). Darin werden die oben diskutierten Qualitätsmerkmale der Abfallproduktgruppen 02-06 für die Abfallbehälterklasse I unter bestimmten Voraussetzungen und für die Abfallbehälterklasse II generell für überflüssig erklärt. Auf welcher Grundlage die Voraussetzungen abgeleitet wurden und wie deren Einhaltung überprüft werden soll, ist den Planunterlagen nicht zu entnehmen. Auf die unterschiedliche Bewertung der Abfallbehälterklassen gehen wir im nächsten Kapitel ein.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß die gesamte Konstruktion von Anforderungen an die Abfallprodukte ein Scheingebäude ist, da die Grundanforderungen nur "grundsätzlich" eingefordert werden und die zusätzlichen Qualitätsmerkmale ebenfalls umgangen werden können.

### 3.2.3 Abfallbehälter

#### 3.2.3.1 Abfallbehältertypen

(Zu den Einwendungen 3/20 bis 3/23 und 3/26)

Für die Verpackung der Abfallprodukte werden im BfS-Plan, Tabelle 3.3.3.1/1, elf "Behältergrundtypen" benannt. Neben einer Beschreibung in Kapitel 3.2.3.1.2 werden auch Grundanforderungen für die Behälter genannt (Kapitel 3.3.3.1). Die Allgemeinheit der Ausführungen macht eine Nachvollziehbarkeit der Eignung dieser Behälter jedoch nicht möglich.

Es gibt auch hier die groteske Situation, daß auf der einen Seite konkrete Angaben zu den Außenabmessungen der Behälter millimetergenau vorgegeben werden, andererseits jedoch jede Änderung vorbehalten bleibt. Diese Vorgehensweise des BfS ist für ein Planfeststellungsverfahren nicht vertretbar, da damit die Behältertypen praktisch genehmigt werden, gleichzeitig aber maßliche Veränderungen, z.B. im Verschlußbereich, für zulässig erklärt werden, obwohl auf Grund dessen ein völlig anders geartetes Verhalten unter mechanischen oder thermischen Belastungen möglich wird.

Gleichermaßen unverständlich sind die fehlenden Angaben zu Werkstoffen, Dichtungen, Schrauben und Innenauskleidungen.

Die zur Einlagerung vorgesehenen Behälter müssen entweder einschließlich ihrer Daten im BfS-Plan konkret benannt werden, dazu gehört dann auch der Eignungsnachweis; oder es wird völlig auf die Einzeldarstellung der Behälter verzichtet. Im letzteren Fall wäre dann aber eine eindeutige und ausführliche Beschreibung der Prüfkriterien und -verfahren im BfS-Plan zwingend erforderlich. Der gewählte Zwischenweg ist so nicht hinnehmbar, da einerseits keine Abfallbehälter ausreichend genau beschrieben werden, andererseits auch keine ausreichend genaue Bestimmung der Prüfkriterien und -verfahren erfolgt. Ein Verweis auf die üblichen Bauartprüfungen oder die Transportvorschriften ist nicht hilfreich, da diese keine möglichen Belastungen unter Endlagerbedingungen berücksichtigen.

In der Bundesrepublik steht bereits eine Reihe konditionierter Abfälle zur Einlagerung bereit. Die betreffenden Behälter hätten zumindestens aufgeführt und den Behältergrundtypen zugeordnet werden müssen.

Der aufgeführte Gußbehältertyp III ist so gestaltet (Öffnung ca. 120 mm), daß infolge der Verschlußart eine Befüllung mit Feststoffen problematisch ist. Da entsprechend der Grundanforderungen nur feste Abfälle eingelagert werden sollen, müßte das Anwendungsgebiet des Gußbehälters III benannt werden. Da Gußbehälter nur zur Einlagerung von Strahlenquellen, Kugelharzen und Metallteilen aus kernnahen Bereichen eingesetzt werden sollen, ist nicht klar, wozu Behälter mit einem derartigen Öffnungsdurchmesser Verwendung finden sollen. Die genannten Abfallarten sind normalerweise nicht flüssig und auch nicht haufförmig, so daß eine Befüllung des betreffenden Gußbehältertyps nur schwerlich möglich ist. Zumindestens ist eine annähernd vollständige Befüllung sehr erschwert.



Es muß angenommen werden, daß die benannten Ungenauigkeiten nicht unabsichtlich im BfS-Plan Eingang gefunden haben, da sie sich methodisch sehr gut ins verschleiende Gesamtkonzept der Unterlagen einpassen. Es besteht so die Möglichkeit, nach erfolgter Planfeststellung ohne erneute Prüfung Änderungen vorzunehmen.

Laut BfS-Plan (Kapitel 3.2.3.1.2) ist es möglich, Behälter aus dekontaminiertem Schrott, sowie Innenauskleidungen aus abgereichertem Uran herzustellen. Damit dient das Endlager gleichzeitig als Verwertungsanlage für nicht mehr verwendbare Produkte der Atomenergieindustrie. Ob vor allem aus der Verwendung von dekontaminiertem Schrott im Behälterbau sicherheitstechnische Probleme entstehen, konnte in diesem Rahmen nicht geklärt werden.

### **3.2.3.2 Abfallbehälterklassen**

(Zu den Einwendungen 3/23 bis 3/26)

Die zur Verpackung der Abfallprodukte dienenden Behälter werden vom BfS in zwei Abfallbehälterklassen, abhängig vom Verhalten bei mechanischer und thermischer Belastung, eingeteilt.

In der Abfallbehälterklasse I muß der Behälter laut Kapitel 3.3.3.2 des BfS-Plans Aufprallgeschwindigkeiten von 4 m/s überstehen und eine gewisse Barrierenerhaltung bei thermischen Belastungen bis zu 800° C gewährleisten. Damit muß davon ausgegangen werden, daß die Behälter der Abfallbehälterklasse I real auftretenden mechanischen oder thermischen Belastung nicht standhalten müssen (siehe dazu auch Kapitel 5 dieses Gutachtens).

Die Definition der Anforderungen für die Klasse I ist in den Planunterlagen jedoch nicht eindeutig. In Kapitel 3.3.3.2 werden bei der Klasse I mechanische und thermische Belastung verknüpft, während dies in Kapitel 3.5.2.1.2 nicht der Fall ist. Letzteres hat zur Folge, daß bei der Bestimmung der störfallbedingten Freisetzungssanteile im Fall eines Brandes die vorherige mechanische Belastung nicht vorausgesetzt werden müßte. Das führt zur Frage, ob sich die Bestimmung der störfallbedingten Freisetzungssanteile beim Brand eines beladenen Transportfahrzeuges auf einen möglichen Verlust der Behälterintegrität bezieht oder nicht. Nach der ersten Definition hätte der betreffende Behälter vor der Brandbelastung einem langsamen Aufprall standgehalten, nach der zweiten Definition hätte es vor dem Brand keine mechanische Belastung, also keinen Aufprall, gegeben. Wenn nun die störfallbedingten Freisetzungssanteile nach der zweiten Definition berechnet sind, wäre die Vorgabe der Lastbedingungen für die notwendigen Behälterprüfungen unrichtig bzw. wären die Berechnungsergebnisse falsch. Aus dem BfS-Plan ist nicht ersichtlich, auf welche Definition sich die weiteren Berechnungen beziehen; aus diesem Grund sind sie nicht nachvollziehbar.

Die Zuordnung in die Abfallbehälterklasse II erfordert die Einhaltung einiger zusätzlicher Kriterien, die im Folgenden beleuchtet werden sollen:

Von den genannten vier Kriterien sind die ersten beiden und die letzten beiden mit "ODER" verknüpft. Damit ist klar, daß nur eine der ersten und eine der letzten beiden Bedingungen erfüllt sein muß.

In den beiden ersten Kriterien ist jeweils die Bedingung des Falls aus 5 m Höhe auf eine unnachgiebige Unterlage enthalten. Damit wird auf eine mechanische Lastbedingung verwiesen, die aber nicht die am meisten kritisch zu bewertende darstellt. Fall auf eine unnachgiebige Unterlage heißt nichts anderes als auf eine ebene Fläche. Der Fall aus 5 m Höhe kann jedoch auch ein Fall auf eine Kante oder eine Spitze sein. In diesem Fall ergeben sich weitaus höhere mechanische Belastungen [GRUPPE ÖKOLOGIE 1983]. Es muß somit davon ausgegangen werden, daß durch die der Behälterklasse II zugeordneten Kriterien nicht alle mechanischen Belastungen abgedeckt werden und es zu Störfällen kommen kann, bei denen auch diese Behälter versagen.

Problematisch sind auch das 3. und 4. Kriterium:

Das dritte Kriterium soll offenbar die einer mechanischen folgende thermische Belastung bei einem Brand berücksichtigen. Die genannte Aufprallgeschwindigkeit 4 m/s bezieht sich dabei offensichtlich auf die unter Tage vorgeschriebene Fahrgeschwindigkeit. Außer acht gelassen wird dabei, daß es beim Zusammenstoß von zwei Fahrzeugen zu einer höheren relativen Aufprallgeschwindigkeit als 4 m/s kommen kann und daß auch höhere Fahrgeschwindigkeiten nicht technisch ausgeschlossen sind. Bei einem übertägigen Unfall oder Absturz mit Brandfolge kann es ebenso zu einer weitaus höheren Aufprallgeschwindigkeit kommen. Es ist jedenfalls nicht zu sehen, wie innerhalb des Betriebsgeländes die maximale Geschwindigkeit von 14,4 km/h (4 m/s) eingehalten werden soll.

Auch das vierte Kriterium bezieht sich wiederum auf Bedingungen, die nicht den größten thermischen Lastfall bei einem Brand darstellen müssen. Damit ist klar, daß selbst die der Abfallbehälterklasse II zugeordneten Behälter keine Gewähr dafür bieten, daß die auf Grund der Störfallanalyse möglichen mechanischen und/oder thermischen Belastungen beherrscht werden.

Eine Begründung für die Annahme einer maximalen Feuertemperatur von 800° C, die bei der höheren Anforderung für die Behälterklasse II eine Rolle spielt, wird nicht gegeben. Es muß daher angenommen werden, daß die nicht den Bedingungen realer Brände entsprechenden thermischen Lastannahmen auf der Grundlage von Leistungsgrenzen einzelner Behältertypen gebildet wurden. Anders ist die willkürliche Festlegung dieser Lastannahmen nicht nachzuvollziehen.

Laut BfS-Plan (S. 3.3.2-6) müssen Abfälle der Abfallproduktgruppen 02 bis 06 nur die Grundanforderungen erfüllen, wenn sie in Behältern der Abfallbehälterklasse II verpackt werden. Bei mechanischen Beschädigungen und/oder thermischen Belastungen dieser Behälter, die zu Aktivitätsfreisetzungen führen, gelten damit bezüglich der Rückhalteeigenschaften nur die Grundanforderungen an die Abfallprodukte, während für die Höchstwerte des Aktivitätsinventars die der Abfallbehälterklasse II, die aus der Störfallanalyse resultieren, angewendet werden können.



nen. Diese Aktivitätshöchstwerte liegen bei einigen Radionukliden bei dem rund 500-fachen der aus den Grundanforderungen resultierenden Werten.

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, daß keine ausreichenden Vorgaben für die Qualitätsanforderungen an Abfallbehälter unter Zugrundelegung der tatsächlich möglichen Lastfälle gemacht wurden.

Ein weiteres schwerwiegendes Versäumnis im BfS-Plan ist die fehlende Zuordnung bestimmter Abfallprodukte und -behälter zu den Abfallbehälterklassen bzw. das Fehlen eines Katalogs, von welchen Kriterien eine Zuordnung abhängt. Eine Nachvollziehbarkeit des Plans z.B. hinsichtlich der Störfallanalyse ist damit nicht gegeben.

Desweiteren wäre eine zu erwartende Aussage im BfS-Plan gewesen, inwieweit die beispielhaft aufgeführten Abfallbehälter die Bedingungen der jeweiligen Abfallbehälterklasse I oder II erfüllen. Es ist nicht einmal klar, ob die Kriterien der Abfallbehälterklasse I überhaupt durch die beispielhaft genannten Behältertypen erfüllt werden. Unklar ist auch, inwieweit sich maßliche Veränderungen der Behälter (laut Kapitel 3.3.3 des BfS-Plans zulässig) auf die Einhaltung der Kriterien der Abfallbehälterklassen auswirken.

### **3.2.4 Aktivitätsbegrenzungen**

(Zu den Enwendungen Nr. 3/17 und 3/27 bis 3/30)

In Kapitel 3.3.4 des BfS-Plans werden zulässige Aktivitätsinventare für Abfallgebinde aufgeführt. Diese Aktivitätsinventare sind aus Sicherheitsüberlegungen bezüglich

- des bestimmungsgemäßen Betriebs,
- der Freisetzung radioaktiver Stoffe bei Störfällen,
- der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins und
- der möglichen Kritikalität im Endlager

abgeleitet worden. Die Ableitung wird jedoch, wie schon im PTB-Plan, nicht dargestellt, kann also nicht nachvollzogen werden. Die Möglichkeit wäre auch wegen der zum Teil drastischen Erhöhung einiger Werte gegenüber dem alten Plan interessant. Unsere grundsätzliche Kritik zu diesem Vorgehen hat sich gegenüber [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a] nicht verändert. Deshalb wird auf die dortigen Ausführungen (Seiten 17-22) verwiesen.

Nach wie vor werden im BfS-Plan auch keine Radionuklidinventare von real einzulagernden Abfällen genannt. Vergleiche zwischen diesen Inventaren und den angegebenen Begrenzungen wären zur Beurteilung der letzteren von einiger Bedeutung.

Auch die Festlegung von Aktivitätswerten bedeutet jedoch nicht, daß Gebinde mit höheren Aktivitäten nicht eingelagert werden dürfen. Nach dem BfS-Plan ist dies durchaus möglich, wenn andere Gebinde dafür ein geringeres Inventar besitzen. Die allgemein gehaltenen Formulierungen im BfS-Plan hierzu lassen willkürliche Auslegungen zu. Für welche Einheit (Transporteinheit, Ein-

lagerungscharge, Einlagerungskampagne, Einlagerungskammer oder gesamtes Endlager) ein entsprechender Ausgleich erreicht werden muß, ist jedenfalls nicht klar. Darüberhinaus muß davon ausgegangen werden, daß sämtliche Sicherheitsanalysen für den bestimmungsgemäßen Betrieb und für die Störfälle nur die in den Tabellen 3.3.4/1-6 genannten Aktivitätswerte zur Grundlage haben. D.h. aus einem von einem Unfall betroffenen Gebinde können auch höhere Freisetzen als von dem BfS zugrundegelegt erfolgen.

Im Übrigen ist zu hinterfragen, was das BfS mit der unterschiedlichen Ausdrucksweise bezweckt. In der Überschrift des Kapitels ist von "Aktivitätsbegrenzung" die Rede, aus der Analyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb resultieren "Garantiewerte", die Störfallanalyse ergibt "Aktivitätsgrenzwerte" und aus der Gesteinsbeeinflussung und den Kritikalitätsbetrachtungen erhält das BfS "Aktivitätswerte".

### **3.2.5 Abfallgebinde**

(Zu den Einwendungen 3/31 und 3/32)

Im BfS-Plan ist eine Reihe von Abfallgebinden genannt, die bei Einhaltung der Endlagerungsbedingungen in Schacht Konrad eingelagert werden sollen. Diese Auflistung ist nur "beispielhaft" und läßt damit auch jedwede anderen Abfallgebinde zu. Eine konkrete Zuordnung von Abfallbehälterklassen zu Abfallproduktgruppen besteht hingegen unverständlicherweise nicht. Zum Beispiel ist nicht klar, ob ein Abfallgebinde aus Abfällen der Abfallproduktgruppen 01 oder 02 und Behältern der Abfallbehälterklasse I bestehen darf.

Die Anforderungen an die Abfallgebinde werden unter anderem mit den Begriffen "möglichst" ("...vollständig befüllt", "...gleichmäßige Massenverteilung") und "weitgehend" ("...ohne Überdruck") festgelegt [BfS 1990, Kapitel 3.3.5]. Auch hier ist mangels quantitativer Angaben ein weiterer Auslegungsspielraum belassen. Dies ist allerdings kompatibel mit den ungenauen Aussagen zu den Abfallprodukten.

Nach dem BfS-Plan hat sich der zulässige Wert für die Oberflächenkontamination von Abfallgebinden mit Alpha-Strahlern sowie sonstigen Radionukliden gegenüber den PTB-Plan um jeweils ca. 35 % erhöht. Zusätzlich ist jetzt noch eine Kontamination der Oberfläche mit Beta- und Elektroneneinfangstrahlern erlaubt. Es ist ein Zusammenhang mit der Änderung der Strahlenschutzverordnung zu vermuten. Diese Änderung kann jedoch nicht ohne weiteres auf die Bedingungen in einem Endlager, vor allem unter Tage, übertragen werden. Es wird im BfS-Plan keine Begründung für die Festlegung der Oberflächenkontaminationswerte genannt; daher muß von einer willkürlichen, nicht auf die Erfordernisse im Endlager bezogenen Vorgehensweise gesprochen werden.

Um nachvollziehen zu können, ob die genannten Abfalldatenblätter eine Beurteilung der Annahmefähigkeit der Abfallgebinde erlauben, hätten diese Bestandteil des Planes sein müssen. Ein Vergleich mit solchen Blättern aus anderer Quelle [STEGMAIER 1989] (es ist nicht sicher, ob sie mit den im Plan genannten identisch sind) hat ergeben, daß die in diesen Abfalldatenblättern vorgesehenen Aussagen zu bestimmten sicherheitstechnischen Kennzahlen nicht kompatibel sind.



Beispielsweise ist die Aussage zur Abfallproduktgruppe 02 (1 % der Aktivität durch brennbare Stoffe mit einer Schmelztemperatur unter 300° C) auf die Aktivität bezogen, im Entwurf der Abfalldatenblätter ist jedoch nur von einem Anteil die Rede, der offensichtlich entweder auf Volumen oder Masse ausgerichtet ist.

### **3.2.5.1 Chemische Reaktionen in Abfallgebinden**

Der BfS-Plan enthält keine ausreichenden Aussagen zur Zulässigkeit chemischer Reaktionen in den Abfallgebinden bzw. mit dem Fixierungsmittel oder dem Behälter. Zwar ist eine Aussage zum Gären und Faulen enthalten; es lassen sich damit aber nicht die möglicherweise in Frage kommenden Reaktionen beschreiben.

In bereits für die Endlagerung konditionierten Abfällen und bei der Entwicklung von Konditionierungsmethoden sind in der Vergangenheit Gasentwicklungen festgestellt worden. 1988 wurde an einer Reihe von Fässern mit hochdruckverpressten, schwachradioaktiven Abfällen Bläherscheinungen festgestellt. Als druckbildendes Gas wurde dabei Wasserstoff identifiziert [LAMMERTZ 1988]. Als Ursache wurde u.a. die hydrolytische Zersetzung von Chlor-Kohlenwasserstoffen identifiziert, die sich stark erhöht, wenn es zur Ausbildung eines elektrochemischen Elements kommt. Weitere Radiolyseerscheinungen sind vom Bitumen bekannt [NUKEM 1986]. Die sich aus dem Auftreten von Wasserstoff ergebenden möglichen Folgen werden im Kapitel 5 dieses Gutachtens diskutiert.

Die oben genannten Bläherscheinungen wurden in Störfallanalysen oder anderen Untersuchungen weder vorhergesagt noch berücksichtigt. Zwar soll die Wasserstoffbildung durch verschiedene Maßnahmen, zum Beispiel Trocknung reduziert werden, ausgeschlossen werden kann sie hingegen nicht. Eine wirksame Kontrolle (z.B. bei der Anlieferung) ist nicht möglich.

Auch andere chemische Reaktionen sind innerhalb der Abfallgebinde möglich. Diese können zu einem Druckaufbau im Abfallbehälter, zu einem Bersten, zu Einbußen an Stabilität oder zu einer verminderten Langzeitdichtheit führen. Das Auftreten derartiger bisher noch nicht festgestellter, aber zu erwartender vorwiegend exothermer chemischer Reaktionen wird durch folgende Sachverhalte begünstigt:

- Höhere untertägige Temperatur als in der übertägigen Umgebung,
- ein sehr breites Spektrum der sich in den Abfällen befindlichen Stoffe (es sind derzeit nicht einmal alle Stoffe bekannt, die zukünftig mit den Abfällen eingelagert werden sollen),
- teilweise hohe Reaktionsfreudigkeit der einzulagernden Stoffe,
- günstige reaktionskinetische Voraussetzungen durch die Hochdruckverpressung,
- ungeklärte Einflüsse der radioaktiven Strahlung.

Zu einzelnen begünstigenden Faktoren:

Infolge der erhöhten Temperatur unter Tage (über 50° C) kann der Selbsterwärmungsbereich bestimmter im Abfall enthaltener Stoffe unter bestimmten Bedingungen erreicht werden. Es wurde zwar gesagt, daß selbstentzündliche Stoffe im Abfall (grundsätzlich) nicht enthalten sind; damit ist aber noch keine Aussage zur Selbsterwärmungsfähigkeit getroffen. Selbsterwärmung kann auch zur Freisetzung des möglicherweise in Metallhydriden gebundenen Wasserstoffs aus der Radiolyse führen. Druckanstieg innerhalb der Behälter wäre eine der Folgen.

Infolge der möglichen Vielfalt der Abfälle ist die Einlagerung solcher Stoffe oder Stoffgemische durchaus möglich. Auch der Ablauf anderer chemischer Reaktionen im Abfall kann durch eine erhöhte Temperatur gefördert werden.

Auf Grund der generellen Charakteristik von Abfällen ist mit unterschiedlichster Herkunft und mit unterschiedlichster stofflicher Zusammensetzung zu rechnen. In Anbetracht dessen, daß auch radioaktiver Abfall zum Beispiel als Folge von Störfällen in den Kraftwerken oder den Wiederaufarbeitungsanlagen auftreten kann, müssen nahezu alle in kerntechnischen Anlagen auftretenden Stoffe als potentielle Abfälle betrachtet werden. Es können sich also auch solche darunter befinden, die eigentlich nicht zur Einlagerung vorgesehen sind. Außerdem werden in allen kerntechnischen Bereichen noch Forschungsarbeiten durchgeführt, die zu weiteren bislang noch nicht berücksichtigten Stoffen und Stoffklassen führen. Das wiederum bedeutet neue Abfallarten.

Viele der in kerntechnischen Anlagen eingesetzten Stoffe besitzen eine ausgesprochen hohe Reaktionsfreudigkeit. Da in den Abfällen zumindest mit Spuren dieser Stoffe zu rechnen ist, sind unvorhergesehene Reaktionen in den Abfallstoffen nicht auszuschließen.

Zusammenfassend muß davon ausgegangen werden, daß mögliche exotherme Reaktionen innerhalb der Abfallgebinde bislang nur unzureichend berücksichtigt wurden. Während eine Grundanforderung bezüglich "Faulen und Gären" festgeschrieben wurde, besteht eine solche für andere chemische Reaktionen nicht.

### **3.2.6 Abfallgebinde aus Wiederaufarbeitungsanlagen im Ausland**

Auf die Abfälle, die aus der Wiederaufarbeitung bundesdeutscher Brennelemente im Ausland zur Endlagerung in die Bundesrepublik zurückgeschickt werden, soll hier in einem eigenen Kapitel kurz eingegangen werden. Der Grund hierfür liegt zum Einen in den besonderen Problemen bei der Herstellung der Abfallprodukte und zum Anderen in dem hohen Anteil von ca. 50 %, den diese Abfälle am gesamten Endlagerinventar haben.

Aus dem BfS-Plan ist nicht ersichtlich, wie die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen bei Abfällen aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente im Ausland gewährleistet werden kann.



Dies ist besonders bedenklich angesichts der Tatsache, daß die ausländischen Wiederaufarbeiter (COGEMA und BNFL) nicht dazu verpflichtet sind, die Abfälle in einer Form zurückzuliefern, die für die Endlagerung in Deutschland geeignet ist. Laut Wiederaufarbeitungs-Musterverträgen ist der Wiederaufarbeiter lediglich gehalten, sich auf Veranlassung des Kunden zu bemühen, die Endlagerbedingungen einzuhalten - ohne Erfolgsgarantie.

In den Planunterlagen ist zu dieser Problematik praktisch nichts ausgesagt. Insbesondere fehlt eine detaillierte Diskussion der Gegebenheiten bei den einzelnen Abfallkategorien. Dabei ist bekannt, daß bei verschiedenen Abfallarten sehr konkrete Hinweise dafür vorliegen, daß das Einhalten der Endlagerungsbedingungen nicht möglich bzw. schwierig sein wird, z.B.:

- Bituminierte radioaktive Abfälle aus der Anlage STE3 in La Hague weisen einen Erweichungspunkt von 40° C auf. Damit ist die Grundanforderung des BfS-Plans (Kap. 3.3.2.1), Abfallprodukte müßten in fester Form vorliegen, nicht erfüllt, denn die Gebirgstemperaturen zwischen 800 m-Sohle und 1300 m-Sohle liegen bei 43° C bis 53° C. Dennoch werden diese Abfälle (unter der Bezeichnung "Konzentrate und Fällschlämme" mit "organischem Fixierungsmittel") in der Tabelle 3.2.3.1.1/3 des BfS-Plans angeführt. Diese Tabelle enthält lt. BfS als Beispiele solche Abfälle, die auf ihre Endlagerbarkeit in Konrad bereits überprüft worden seien und grundsätzlich den Endlagerungsbedingungen genügten [BFS 1990, Kap. 3.2.3.1]!
- Zementierte technologische Abfälle mit hohem Gehalt an  $\alpha$ -Strahlern aus der Anlage AD2 - eine umfangreiche Kategorie der aus La Hague kommenden gering-wärme-entwickelnden Abfälle - können mit ihrem Radionuklidgehalt, soweit bisher bekannt, hart an der zulässigen Aktivitätsgrenze liegen. Angesichts möglicher Schwankungen sowie der Probleme bei der Produktkontrolle (s.u.) ist dies als sehr problematisch anzusehen.

Beide Eigenschaften (niedriger Erweichungspunkt bzw. hoher Radionuklidgehalt) können durch Nachkonditionieren nicht verbessert werden. Der Radionuklidgehalt pro Volumeneinheit kann allenfalls rein rechnerisch gesenkt werden, indem kleine Abfallvolumina in Container mit großen Mengen von inaktivem Zement eingebracht werden.

Darüberhinaus ist darauf hinzuweisen, daß bei der Abfallbehandlung in La Hague noch zahlreiche ungeklärte Probleme bestehen, die Gegenstand von laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind. Die Abfalleigenschaften können sich im Laufe der Bemühungen, die Verfahren in den Griff zu bekommen, in Zukunft also noch ändern. Einflußmöglichkeiten von deutscher Seite bestehen dabei kaum. In Sellafield sind die meisten Anlagen zur Abfallbehandlung noch nicht in Betrieb gegangen, so daß auch hier noch Unsicherheit im Hinblick auf die praktischen Erfahrungen und die weitere Entwicklung besteht.

Überdies enthalten die Wiederaufarbeitungs-Musterverträge keine vollständige, sondern nur eine beispielhafte Aufzählung jener Abfallkategorien, die zurückgenommen werden müssen. Hier sind also Überraschungen nicht ausgeschlossen. Es ist möglich, daß sich später herausstellt, daß noch zusätzliche, bisher nicht berücksichtigte Abfallarten zurückgenommen werden müssen.

Auf diese zuletzt genannten Probleme wird im BfS-Plan nicht eingegangen.

Falls es - angesichts der hier dargestellten oder anderer Probleme - erforderlich wird, sämtliche gering-wärmeentwickelnden ausländischen Wiederaufarbeitungs-Abfälle oder einen nennenswerten Teil dieser von der Endlagerung in Konrad auszuschließen, hätte dies gravierende Auswirkungen auf die gesamte Endlagerplanung in Deutschland. Konrad könnte dann die laut BfS-Plan vorgesehene Rolle bei der Endlagerung nicht spielen:

Unter der Annahme, daß die beiden oben genannten Beispiele (bituminierte Abfälle aus La Hague/STE3 sowie technologische Abfälle mit hohem  $\alpha$ -Gehalt aus La Hague/AD2) nicht in Konrad eingelagert werden können (alle anderen dafür vorgesehenen Abfallarten dagegen schon) folgt, daß bis zum Jahre 2000 lediglich 75 - 80 Vol.% der insgesamt anfallenden radioaktiven Abfälle in das Endlager Konrad verbracht werden können (ermittelt auf der Grundlage von Vorhersagen des BfS zum Abfallaufkommen [BFS 1990a], für die alten Bundesländer).

Längerfristig, über das Jahr 2000 hinaus, läge der Anteil konradgängiger Abfälle dann bei 70 - 80 Vol.% (falls nicht auch bei anderen Abfallkategorien vergleichbare Probleme auftreten). Wenn auch bei ähnlichen Abfallarten aus Sellafield die Endlagerbedingungen nicht erfüllt werden können, sinkt dieser Anteil auf unter 70 Vol.%.

Dies steht in krassem Widerspruch zur Aussage auf Seite 2.4 des BfS-Plans: "Aufgrund der vorhandenen und bis zum Jahr 2000 noch anfallenden radioaktiven Abfälle ist die zügige Realisierung des Projektes Konrad geboten, da dort etwa 95 Vol.% der insgesamt anfallenden Abfälle endgelagert werden können." Eine grundlegende Voraussetzung der bisherigen Planung des Endlagers Konrad wäre dann nicht erfüllt.

Dieser Punkt wird im Plan Konrad des BfS nicht erörtert.

### **3.3 Produktkontrolle**

(Zur Einwendung 3/41)

Die Einhaltung der Endlagerbedingungen für die radioaktiven Abfallgebinde soll durch Produktkontrolle gewährleistet werden. Diese Produktkontrolle soll vor Anlieferung der Abfälle zum Endlager erfolgen. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten, entweder durch Stichprobenprüfungen an einzelnen Abfallgebinden aus einer größeren Menge (Produktkontrolle für nicht qualifizierte Konditionierungsverfahren) oder durch Verfahrensqualifikation, d.h. durch genaue Vorgaben und Kontrolle von Konditionierungsverfahren (Produktkontrolle für qualifizierte Konditionierungsverfahren). Mit den Aussagen im BfS-Plan lassen sich Vollständigkeit und Wirksamkeit der vorgesehenen Maßnahmen nicht nachvollziehen. Es ist nicht eindeutig festgelegt, welchen Einfluß die Dokumentation der Abfallablieferer zu den Abfallgebinden hat und unter welchen Umständen aufgrund von gesetzlich vorgeschriebener Anlagenaufsicht in anderen Zusammenhängen und internationale Vereinbarungen auf welche Maßnahmen verzichtet werden kann [BFS 1990, Kapitel 3.3.6.3]. Es werden im BfS-Plan auch keine Erfahrungen über eventuell schon durchgeführte Prüfungen bzw. Qualifizierungsmaßnahmen mitgeteilt.



Im folgenden werden die beiden Produktkontrollverfahren getrennt betrachtet sowie in einem eigenen Abschnitt die Probleme bei deren Anwendung auf die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland beschrieben.

### **3.3.1 Stichprobenkontrollen**

(Zu den Einwendungen 3/36 bis 3/39)

In [BFS 1990] wird angegeben, daß sich Art und Umfang der Stichprobenkontrollen auf die Aussagekraft der vorgelegten Dokumentation beziehen. Es ist sicherlich richtungweisend, auf diese Art vom Betreiber die Erstellung aussagekräftiger Dokumentationen zu forcieren. Ein "Qualitätsgewinn" bei den einzulagernden Abfallgebinden kann daraus jedoch nicht geschlossen werden, da insbesondere durch sehr aussagefähige, aber letztendlich unrichtige Dokumentationen die Wahrscheinlichkeit der Durchführung einer Stichprobenkontrolle gesenkt werden kann.

Die Kopplung der Stichprobenkontrollen an die Dokumentation der Abfallablieferer ist als äußerst problematisch anzusehen. Insbesondere für vor 1988 konditionierte Abfälle wurde sogar vom Niedersächsischen Umweltministerium festgestellt, daß *"... die Dokumentationen der Kernkraftwerksbetreiber letztlich keine Basis darstellen, auf der ein Stichprobensystem aufbauen kann"* [Kopp 1989]. In Zusammenhang mit der Überprüfung von Mol-Fässern wurde als Beispiel weiter festgestellt: *"Die Willkür bei den Deklarationen ging in einzelnen Fällen soweit, daß unkonditionierte Zwischenkühlerschlämme, die mit einem Betondeckel versehen waren, als radioaktive Mischabfälle zur Verbrennung nach Mol geschickt wurden, von dort mit dem Vermerk 'unbehandelt' zurückgeliefert und schließlich als 'zementierte Aschen' in das Zwischenlager Gorleben eingelagert wurden."*

Durch den Erlass der "Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung" [BMU 1989b] mag sich die Gesamtsituation verbessert haben, es bleibt jedoch festzustellen, daß die Handlungen der Betreiber auch vor Erlass der Richtlinie schon rechtswidrig waren. D.h. mit gezielten Maßnahmen sind die Vorschriften auch heute zu umgehen. Das Problem könnte durch die vorgesehene Novellierung des Atomgesetzes, innerhalb der auch die Privatisierung der Endlager vorgesehen ist, verstärkt werden. In den Planunterlagen werden die Funktion des Verantwortlichen für das Endlager und die der Durchführung der Produktkontrolle ausdrücklich miteinander verbundenen [BfS 1990, Kap. 3.3.6.1]. Daraus folgt bei unveränderter Konzeption für die Produktkontrolle, daß die Atomindustrie sich selbst kontrolliert.

Eine vollständige Kontrolle aller Abfallgebinde, die nicht mit einem qualifizierten Verfahren hergestellt wurden, ist unabhängig von der Verantwortlichkeit praktisch nicht möglich. Mitte 1989 lagerten etwa 80.000 (!) Abfallgebinde (sogenannte Altabfälle) in der Bundesrepublik Deutschland [MERKEL 1989]. Etwa drei Prozent von ihnen sollen überprüft werden. Mit einer derzeitigen Jahreskapazität zur Produktkontrolle von 500 Fässern [PKS 1989] wäre diese Kontrollstelle damit für etwa fünf Jahre voll ausgelastet - nicht gerechnet alle danach und noch in Zukunft anfallenden

Abfälle aus nicht-qualifizierten Verfahren, einschließlich der Abfälle aus der ehemaligen DDR und der Wiederaufarbeitung im Ausland.

Eine direkte Kontrolle ist also nur für eine relativ kleine Zahl von Abfallgebinden möglich. Von den kontrollierten Gebinden soll dann auf den Zustand einer großen Zahl weiterer Gebinde rückgeschlossen werden. Zu diesem Zweck werden auf Grundlage bestimmter Kriterien sogenannte Prüflose aus den Abfällen zusammengestellt. Die Größe der Prüflose und der Stichprobenumfang müssen je nach Situation für die Auswahlkriterien variabel sein. Es ist jedoch unverständlich, daß im BfS-Plan kein Mindestprüfumfang festgelegt ist, der zumindest überhaupt eine Kontrolle sicherstellt. Grundsätzlich ist jedoch mit Stichprobenkontrollen, auch bei sorgfältiger und begründeter Stichprobenauswahl, die Einlagerung von nicht den Endlagerbedingungen entsprechenden Abfallgebinden nicht auszuschließen. Die Wahrscheinlichkeit dafür kann zwar gesenkt werden, aber niemals Null erreichen.

Die Kontrolle der ausgewählten Abfallgebäude kann zerstörungsfrei und/oder zerstörend durchgeführt werden. Für die zerstörende Prüfung ist der technische und finanzielle Aufwand sowie die Strahlenbelastung der Beschäftigten ca. um den Faktor 10 größer [PKS 1989]. Auf die einzelnen vorgesehenen Prüfverfahren soll hier nicht näher eingegangen werden. Folgende Anmerkungen sind jedoch zu machen:

- Die im BfS-Plan aufgeführten Prüfungen werden nur "soweit notwendig" durchgeführt [BFS 1990, S.3.3.6-10].
- Es ist nicht nachvollziehbar, wie bei zerstörungsfreier Prüfung bestimmte Produktanteile (z.B. brennbare, selbstentzündliche, explosive Stoffe) festgestellt werden sollen.
- Die Ermittlung bzw. Berechnung von alpha- und beta-Strahlern durch die Messung der charakteristischen gamma-Linien von Co-60 und Cs-137 muß zwangsläufig sehr ungenau sein. Ob die vorgesehene Vorgehensweise überhaupt geeignet ist, die Einhaltung der Aktivitätsgrenzwerte zu garantieren, kann aufgrund mangelnder Aussagen über Verfahren und Rechenprogrammen im BfS-Plan nicht nachvollzogen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich die Fehler für die Aktivitätsangaben einzelner Gebinde mit der großen Zahl einzulagernder Gebinde in den absoluten Zahlen aufaddieren.
- Vor allem die Aktivitätsmessungen können bisher nur an Fässern durchgeführt werden. Von einer Entwicklung der Technik für andere Behälter ist nichts bekannt. Vor diesem Hintergrund ist es völlig unzureichend, die Stichprobenprüfung von Abfallgebinden vor Einbringen in Container nicht zwingend vorzuschreiben.

Die Freigabe der Abfallgebäude zur Einlagerung nach der Produktkontrolle hängt von einer Fehlerbewertung der Ergebnisse aller durchgeführten Prüfungen ab. Es wird bei Fehlern zwischen wesentlichen und unwesentlichen unterschieden. Entsprechend unterschiedlich ist die weitere Vorgehensweise: Wesentliche Fehler müssen beseitigt werden, nicht wesentliche Fehler müssen nur durch zusätzliche administrative Maßnahmen bereinigt werden. Konkrete Unterscheidungskriterien zwischen beiden Fehlerarten bestehen hingegen nicht. Es wird lediglich aus-



gesagt, daß Fehler wesentlich sind, "die bei Handhabung und Endlagerung der betreffenden Abfallgebinde zu unzulässiger Strahlenexposition, Kontamination oder Radionuklidfreisetzung führen können". Diese Formulierung ist so dehnbar, daß mindestens zwei Auslegungen möglich sind:

- Die Handhabung und Einlagerung der Abfallgebinde bezieht sich auf den störungsfreien Betrieb. In diesem Fall sind nur "radiologische" Abweichungen wesentliche Fehler.
- Die Handhabung und Endlagerung der Abfallgebinde bezieht sich auch auf das Auftreten von Störfällen.

Das zweite würde bedeuten, daß alle Abweichungen wesentlich sind, da sie ursächlich oder fördernd für das Auftreten von Störfällen sein können. Selbst ein falsch deklariertes Abfallgebinde könnte beispielsweise bei nicht abfallproduktgerechtem Umgang dafür ursächlich sein. Eine Unterscheidung in wesentliche und unwesentliche Fehler hätte in diesem Fall unterbleiben können.

### 3.3.2 Qualifizierte Verfahren

(Zu den Einwendungen 3/40 und 3/41)

Eine weitere Möglichkeit zur Sicherstellung der Endlagerfähigkeit von Abfallgebinden bietet die sogenannte Verfahrensqualifikation. D.h. das Konditionierungsverfahren wird unter bestimmten, vorher festgelegten Bedingungen durchgeführt, die nachweislich eingehalten werden. Wie diese Qualifizierung konkret durchgeführt werden soll, ist im BfS-Plan nicht beschrieben. Ausgehend davon, daß bislang nur eine sehr geringe Anzahl qualifizierte Verfahren zugelassen sind und auch die Kenntnis dieser Verfahren eine wesentliche Grundlage der Bewertung sein könnte, wäre eine Beschreibung dieser in einer geeigneten Form in [BFS 1990] notwendig gewesen. Ein Abkoppeln der Verfahrensqualifikation vom Planfeststellungsverfahren mag zwar aus Zweckmäßigkeitsgründen vorteilhaft sein, ergibt aber bei unzureichend festgelegten Anforderungen an qualifizierte Verfahren einen weiten und damit nicht vertretbaren Ermessensspielraum.

Zur Überprüfung der qualifizierten Verfahren sind im BfS-Plan Inspektionen festgelegt. Die Häufigkeit dieser Inspektionen wird allerdings nicht genannt. Ebenso fehlt die festgeschriebene Möglichkeit des Entzuges der Verfahrensqualifikation bei nicht qualitätsgerechter Konditionierung.

Insgesamt sind die Darlegungen im Plan zwar umfangreicher als 1986; für eine Bewertung, wie sie im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens notwendig ist, reichen die Angaben jedoch nicht aus.

### 3.3.3 Produktkontrolle der Wiederaufarbeitungsabfälle

(Zu den Einwendungen 3/33 bis 3/35)

Die Produktkontrolle der ausländischen Wiederaufarbeitungs-Abfälle wird im Kapitel 3.3.6 des BfS-Plans nur sehr kurz angesprochen. Die damit verbundenen Probleme werden nicht diskutiert. Zur Produktkontrolle über Verfahrensqualifikation führt das BfS aus, daß "[d]em BfS oder dem

von ihm Beauftragten ... der Zutritt zu den Konditionierungsanlagen zu gestatten [ist]". Die Wiederaufarbeitungs-Musterverträge sehen jedoch keineswegs jenen weitgehenden Zugang für das BfS oder dessen Beauftragten vor, der für eine Qualifizierung von Verfahren erforderlich wäre. Die einzige Kontrolle, die sie zulassen, ist die durch einen sogen. Auditor: In La Hague handelt es sich dabei um eine Firma, die von den Kunden (d.s. die Kernkraftwerksbetreiber) beauftragt wurde; in Sellafield um eine Stelle, die von der Betreibergesellschaft BNFL selbst (!) beauftragt wurde.

Es besteht also sehr konkreter Anlaß zu der Befürchtung, daß entweder die Verfahrensqualifikation ohne ausreichende unabhängige Kontrollen anerkannt wird oder die Produktkontrolle der ausländischen Wiederaufarbeitungs-Abfälle über Stichprobenüberprüfungen gewährleistet werden muß. Letzteres wäre eine kaum lösbare Aufgabe. Zum einen sind die Abfallvolumina beträchtlich (rd. 50.000 m<sup>3</sup> gering-wärmeentwickelnde Abfälle allein bis zum Jahr 2000), und dementsprechend ist der erforderliche Aufwand gewaltig. Zum anderen besteht das Problem, daß die Stichprobenüberprüfungen an Fässern vorgenommen werden sollen, und nicht an Containern (BfS-Plan, Kap. 3.3.6.3.1; die technischen Möglichkeiten zur Prüfung von Containern bestehen zur Zeit überhaupt nicht, s.o.). Fässer, die zur Endlagerung in Container eingebracht werden sollen, müßten also vorher überprüft werden. Der Großteil der ausländischen Wiederaufarbeitungs-Abfälle wird aber bereits in Containern vergossen zurückgeliefert.

Diese Problematik wird im BfS-Plan nicht diskutiert, es werden keine Lösungsansätze aufgezeigt.

### **3.4 Dokumentation**

(Zur Einwendung 3/42)

Aus der Beschreibung im BfS-Plan (Kap. 3.3.7) ist nicht nachzuvollziehen, wie die Dokumentation in der Praxis durchgeführt werden soll. Ob auf Grundlage der Dokumentation bei der Einlagerungsplanung sicherheitstechnische Gesichtspunkte ausreichend berücksichtigt werden können, ist damit nicht zu bewerten. Ebenso wird nicht ausgeführt, wie die sogenannten Altabfälle in das System eingegliedert werden sollen.



## **4 Bestimmungsgemäßer Betrieb: Radiologische Analyse und Strahlenschutz**

### **4.1 Aktivitätsfreisetzungen im bestimmungsgemäßen Betrieb**

(Zu den Einwendungen 4/1 bis 4/4)

Kapitel 3.4.2 des BfS-Planes behandelt die Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus den Abfallgebinden, aus versetzten und unversetzten Einlagerungskammern sowie während der Handhabung und Lagerung über Tage. Weiterhin werden - unter Berücksichtigung der Aktivitätsfreisetzungen aus Abfallgebinden und der Rückhaltewirkung versetzter Kammern - Aktivitätsgrenzwerte für einzulagernde Nuklidinventare abgeleitet. Im Folgenden wird untersucht, ob diese Darstellungen eine verlässliche Grundlage zur Beurteilung der radiologischen Situation liefert.

#### **4.1.1 Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallgebinden**

Das Kapitel 3.4.2.1 des BfS-Planes ist inhaltlich praktisch identisch mit dem entsprechenden Abschnitt im PTB-Plan. Der einzige Unterschied liegt darin, daß jetzt Pu-241 im Gegensatz zu 1986 ausdrücklich erwähnt wird. Für diesen Beta/Gammastrahler sollen nunmehr die Aktivitätsgrenzwerte für Alphaaerosole gelten.

Bemerkenswert ist, daß bei der Behandlung von Jod-129 nach wie vor davon ausgegangen wird, daß Jod aus der Abgasreinigung in Wiederaufarbeitungsanlagen auf silberhaltigem Filtermaterial vorliegt. Dabei wird Jod im Auflöserabgas der Anlagen UP2-800 und UP3 in La Hague in Form von Bleijodid zurückgehalten. Diese Planung bestand bereits 1986, war aber jedenfalls 1990 eine zugängliche Information [CSPI 1990].

Ebenso zu beanstanden ist, daß die Möglichkeit erhöhter Freisetzungen aus den Abfallgebinden durch Gasbildungen im Abfall aufgrund von chemischen Reaktionen im BfS-Plan nicht erörtert wird. Die Probleme, die in den letzten Jahren im Zusammenhang mit den sogenannten "Blähfässern" in der Bundesrepublik Deutschland aufgetreten sind, hätten zumindest eine genauere Prüfung dieses Punktes nahegelegt. Die in Kapitel 3.2.1 dieses Gutachtens kommentierte neue Grundanforderung bezüglich Reaktionsmöglichkeiten im Abfall ist angesichts der Bedeutung dieses Punktes nicht ausreichend.

Auch davon abgesehen sind die Angaben zu den Freisetzungsraten aus den Abfallgebinden nicht nachvollziehbar. Die folgenden Beispiele illustrieren dies:

- Die Freisetzungsrates von HTO wird "aus Erfahrungswerten der Schachanlage Asse sowie aus Experimenten abgeleitet". Weder sind diese Erfahrungswerte und Experimente im BfS-Plan dokumentiert, noch die Vorgehensweise bei der Ableitung. Auch Quellenangaben fehlen.

- Als Obergrenze der Freisetzung von C-14 in flüchtiger Form wird die Flüchtigkeit von HTO zugrundegelegt, ohne Begründung der Übertragbarkeit.
- Für den Freisetzungsmechanismus "Mitverdampfung" bei Feststoffen wird "auf experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Feststofffreisetzung aus Lösungen zurückgegriffen", ohne Dokumentation dieser Untersuchungen und ohne Quellenangabe.
- Aufgrund der mangelhaften Dokumentation kann auch nicht überprüft werden, ob die Differenzierung zwischen "metallischen Feststoffen" und "sonstigen Abfallproduktgruppen" überhaupt ausreichend ist, oder ob genauere Unterscheidungen getroffen werden müßten. Diese Differenzierung wird im BfS-Plan nicht näher begründet.

#### **4.1.2 Aktivitätsfreisetzung aus Einlagerungskammern**

In Kap. 3.4.2.2 des BfS-Planes werden die Aktivitätsfreisetzungen aus unversetzten sowie befüllten und versetzten Einlagerungskammern dargestellt. Solange die Abfälle unversetzt sind, wird vollständiger Weitertransport der aus den Abfallgebinden freigesetzten Stoffe angenommen.

Bei versetzten Abfällen wird lt. BfS-Plan die Freisetzung praktisch nur durch das Austreiben von Restluft in bewetete Strecken infolge von Gasbildung durch Radiolyse und Korrosion bewirkt. Andere Mechanismen (Druckschwankungen, Diffusion) werden als vernachlässigbar bezeichnet.

Die Herangehensweise unterscheidet sich damit wesentlich von der im PTB-Plan, in dem das Austreiben von Restluft infolge von Konvergenz als der einzige relevante Antriebsmechanismus für Freisetzungen dargestellt wird. Konvergenz wird dagegen in Kap. 3.4.2.2 des BfS-Plans noch nicht einmal erwähnt (ebensowenig wie übrigens die Gasbildung 1986).

Es stellt einen schweren Mangel des Planes dar, daß die Konvergenz im Zusammenhang mit der Freisetzung von Radionukliden überhaupt nicht erörtert wird. Nach früheren Angaben könnte die Konvergenz als Antriebskraft eine Rolle spielen, die jener der Gasentwicklung in der Größenordnung vergleichbar ist. Weiterhin bewirkt Konvergenz, wie im PTB-Plan noch ausgeführt, Deformationen der Abfallbehälter und damit eine Reduktion ihrer Dichtigkeit.

Auch die Diskussion der Freisetzungsrates von Tritium aus versetzten Bereichen ist mangelhaft. Im BfS-Plan wird angenommen, daß diese Rate dem Oberflächen/Volumenverhältnis proportional, und daher für den gesamten Versatzkörper um den Faktor 5000 geringer ist als für ein Abfallgebinde. Dabei wurde nicht berücksichtigt, daß eine Proportionalität der Freisetzungsrates zum Oberflächen/Volumenverhältnis nur bei konstantem Überdruck besteht. Ist die zum Abströmen zur Verfügung stehende Oberfläche proportional zum Volumen geringer, stellt sich jedoch im Versatzkörper ein höherer Überdruck durch Gasbildung ein, der die Freisetzungsrates wiederum erhöht. Die Freisetzungsrates aus der versetzten Kammer muß also durch komplexere Überlegungen und Analysen ermittelt werden. Die vereinfachte, rein geometrische Betrachtung im BfS-Plan reicht nicht aus und führt zu einer Unterschätzung der Freisetzung.



Die Vernachlässigung der Konvergenz im BfS-Plan führt darüber hinaus zu einer zusätzlichen Unterschätzung der Freisetzungen.

Davon abgesehen enthält dieser Abschnitt zahlreiche nicht nachvollziehbare Behauptungen. Beispiele dafür:

- Für die Gasbildungsrate wird ein "oberer Wert" von ca. 1 ml/m<sup>3</sup> Abfall und Stunde für die meisten Abfallgebinde angegeben; es wird nicht erläutert, wieviele Gebinde höher liegen können und welche Werte maximal erreicht werden können. Der angegebene "obere Wert" ist daher ohne jede Aussagekraft.
- Die Analysen des Einflusses von Druckschwankungen und Diffusion auf die Freisetzungsraten sind nicht dokumentiert.
- Die Ableitung der HTO-Freisetzungsrates für Abfallgebinde (0,05 a<sup>-1</sup>) wird nicht dargestellt.
- Für feuchte Medien soll ein Retardationsfaktor für HTO von 7000 "experimentell bestimmt" worden sein; die Experimente sind weder dokumentiert noch erfolgt eine Quellenangabe.
- Im Hinblick auf die chemische Form von C-14 wird auf Erfahrungswerte aus der Asse verwiesen, ohne diese genauer zu dokumentieren oder eine Quelle zu nennen.
- Soweit aus dem BfS-Plan ersichtlich, wird die Freisetzungsrates von C-14 lediglich durch Plausibilitätsüberlegungen ermittelt. Genauere Analysen bzw. Quellenangaben fehlen.
- Die Behauptung, I-129 würde chemisch bzw. adsorptiv am Versatzmaterial gebunden, wird nicht weiter belegt (und ist in dieser allgemeinen Form auch stark anzuzweifeln).
- Es fehlen zusammenfassende Angaben, unter Berücksichtigung möglicher Inventare in Einlagerungskammern, über die konkret zu erwartenden Aktivitätsfreisetzungen.

#### **4.1.3 Aktivitätsfreisetzung während Handhabung und Lagerung**

Das Kapitel 3.4.2.3 des BfS-Planes ist inhaltlich praktisch identisch mit dem entsprechenden Abschnitt des PTB-Plans. Er enthält im wesentlichen Absichtserklärungen bezüglich der Transporte über Tage bzw. Belegung des Pufferlagers, deren Einhaltung zu relativ geringen Freisetzungsbeträgen durch Handhabung und Lagerung führen soll. Die Freisetzung von nicht festhaftender Oberflächenkontamination wird kurz erwähnt, ohne daß die Abschätzung ihrer Höhe näher begründet wird.

#### **4.1.4 Aktivitätsgrenzwerte**

Sogenannte Garantiewerte pro Abfallgebinde für Radionuklide bzw. Radionuklidgruppen werden im BfS-Plan derart bestimmt, daß unter Berücksichtigung der Freisetzungen aus den Kammern die Antragswerte für die Aktivitätsableitung mit den Abwettern (s. BfS-Plan, Kap. 3.4.7.1) sowie der vorgegebene Grenzwert für die Strahlenbelastung des Personals durch Inhalation eingehalten werden.

Ausgegangen wird von der Freisetzung im letzten Betriebsjahr. 52 Einlagerungskammern mit je 500 m Länge sind befüllt, ein Kammerbereich mit 400 m Länge ist noch nicht versetzt. Unter diesen Voraussetzungen werden für Radionuklide und Radionuklidgruppen Garantiewerte abgeleitet, wobei differenziert wird nach metallischen Feststoffen und sonstigen Abfallproduktgruppen sowie nach der Dichtigkeit der Verpackung - also nach jenen Einflußfaktoren, die für die Freisetzungsraten aus den Gebinden bestimmend sind. Diese Garantiewerte sind in Tabelle 3.4.2.4/1 des BfS-Planes zusammengestellt.

Für besondere Fälle können Einlagerungskammern mit einem zusätzlichen "quasidichten" Kammerabschlußbauwerk versehen werden (beschrieben im BfS-Plan, Kap. 3.2.5.7), z.B. bei stärkerem Anfall von Abfällen, die höhere Aktivitäten von Tritium oder C-14, oder Tritium als HTO in höherer Konzentration als  $1,1 \text{ E13 Bq/m}^3$  enthalten. Für Gebinde, die in solchen Kammern eingelagert werden, sollen - unter Berücksichtigung der Besonderheiten dieser Einlagerung - den Garantiewerten analoge Aktivitätswerte abgeleitet werden.

Für die Bilanzierung der eingelagerten Aktivitäten ist eine Angabe der Aktivität des Radionuklides bzw. der Radionuklidgruppen erforderlich, wenn der sogenannte Meldewert, 1 % des Garantiewertes, überschritten wird.

Die Garantiewerte müssen nicht unbedingt eingehalten werden. Zeigt die Bilanzierung für ein laufendes Jahr, daß für ein bestimmtes Radionuklid oder eine bestimmte Radionuklidgruppe die Werte der pro Jahr einlagerbaren Aktivität nicht ausgeschöpft werden, können auch Abfallgebinde eingelagert werden, die die Aktivitätswerte pro Abfallgebinde überschreiten.

Im PTB-Plan wurde methodisch etwas anders vorgegangen: Es wurden Aktivitätsgrenzwerte der pro Jahr einlagerbaren Aktivitäten ermittelt, aus denen durch Division durch 10.000 die Garantiewerte für einzelne Gebinde ermittelt werden können. Als Meldewert wurde im PTB-Plan 10 % des Garantiewertes angegeben.

Die Möglichkeit quasidichter Kammerabschlußbauwerke war im PTB-Plan nicht vorgesehen.

Ein Vergleich der Garantiewerte aus Tabelle 3.4.2.4/1 des BfS-Plans mit den Werten der entsprechenden Tabelle des PTB-Planes (nach Division durch 10.000) zeigt, daß die Werte für Tritium und C-14 in etwa gleichgeblieben sind, während bei den anderen Radionukliden bzw. Radionuklidgruppen erhebliche Erhöhungen zu verzeichnen sind. Auch deshalb ist besonders zu beanstanden, daß die Kapitel 3.4.2.1 und 3.4.2.2 des BfS-Planes an vielen Punkten nicht ausreichend dokumentiert sind.



Auch Kapitel 3.4.2.4 enthält eine Reihe von Punkten, die nicht ausreichend dargelegt und dokumentiert sind:

- Die Einlagerungskammern sollen nunmehr, wie schon in Kap. 3.4.2.2 im BfS-Plan erwähnt, abschnittsweise versetzt werden. Auf die Ableitung der Aktivitätsgrenzwerte wirkt sich dies dahingehend aus, daß dabei angenommen wird, daß lediglich etwa 400 m Kammerlänge nicht versetzt sind (während 1986 - bei anderer Versatztechnik - jeweils 4 offene Kammern angenommen wurden). Dem Plan ist nicht zu entnehmen, auf welche Weise der Einlagerungsablauf dadurch beeinflusst wird, und insbesondere auch nicht, welche Probleme dabei auftreten können, die Rückwirkungen auf die Aktivitätsfreisetzungen haben können.
- Die Rückhaltewirkung der abgeworfenen Einlagerungskammern wird im BfS-Plan anderen Barrieren zugewiesen als im PTB-Plan. Eine Begründung für die Verlagerung vom Kammerabschlußbauwerk auf den Versatz fehlt.
- Die genauen Kriterien dafür, unter welchen Umständen welche Abfälle in Kammern mit quasidichtem Verschuß eingelagert werden sollen, werden im BfS-Plan nicht angegeben bzw. abgeleitet. Es werden lediglich Beispiele für Abfälle angeführt, die dafür in Frage kommen könnten ("In besonderen Fällen, z.B. ... kann es sinnvoll sein ...").
- Die speziellen Aktivitätsgrenzwerte für Gebinde in Kammern mit quasidichtem Verschuß werden nicht abgeleitet und angegeben. Die Voraussetzungen für ihre Ableitung werden nur in sehr allgemeiner Form angegeben.
- Inwieweit Hohlraumanteile in der Kammer nach dem Versetzen eine Rolle spielen, wird im BfS-Plan nicht erläutert.
- Die Aussagen in Kapitel 3.4.2.4 des BfS-Planes werden durch die abschließende Feststellung relativiert: "Die spätere Praxis der Einlagerung wird nicht in allen Details dem oben beschriebenen Modellszenario zur Ableitung der Garantiewerte folgen." Das bedeutet, daß das gesamte Kapitel des BfS-Planes (einschl. Tabelle 3.4.2.4/1) letztlich nur als ein unverbindlicher Entwurf angesehen werden kann.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß die Ableitung der Freisetzungsraten für Radionuklide im Einlagerungsbetrieb nicht nachvollziehbar, nicht vollständig und nicht belegt ist. Da der BfS-Plan auch keine konkreten und widerspruchsfreien Angaben zu den jährlich bzw. insgesamt einzulagernden Abfallmengen und Nuklidinventaren enthält (vergl. Kapitel 7.1 dieses Gutachtens), ist es insbesondere nicht möglich zu beurteilen, wie verlässlich die Basis für die Bestimmung von Antragswerten für die Ableitung von Radionukliden im bestimmungsgemäßen Betrieb ist.

Die Ermittlung der Garantiewerte für Abfallgebinde ist unzureichend dargelegt und kann letztlich nur als unverbindlicher Entwurf angesehen werden.

## 4.2 Radioaktive Stoffe in flüssiger Form

(Zu den Einwendungen 4/5 bis 4/7)

Im geplanten Endlager Konrad fallen wie in jeder anderen kerntechnischen Anlage durch den Umgang mit radioaktiven Stoffen, auch wenn sie wie hier bereits konditioniert sind, radioaktiv kontaminierte Flüssigkeiten an. Im Endlager Konrad kommt zur "künstlichen" eine "natürliche" Kontamination von Wässern. Laut BfS-Plan sollen die nicht oder "gering" radioaktiv belasteten Abwässer in die Aue eingeleitet werden.

### 4.2.1 Aufkommen und Kontaminierungsgrad von radioaktiven Abwässern

#### A) Grubenwässer

Die Grubenwässer setzen sich zusammen aus dem Wasser, das

- als Grundwasser in den Gesteinsschichten vorhanden ist,
- bei der Staubbekämpfung durch Sprühen anfällt,
- als Restwasser aus dem Spülversatz anfällt und
- aus den Abwettern kondensiert.

Die Kontamination der Grubenwässer hat zwei Ursachen. Einmal die sogenannte natürliche Radioaktivität infolge des spontanen Zerfalls von Uran-238 und Thorium-232, die sich im Gestein der Grube Konrad befinden. Genau wie diese Radionuklide geht auch ein Teil der bei der Einlagerung der Abfallgebinde freigesetzten "künstlichen" Radionuklide direkt oder aus dem Abwetter in die Grubenwässer über.

Insgesamt werden laut BfS-Plan (Kapitel 3.4.4) im Mittel ca. 20 l/min oder maximal 10.000 m<sup>3</sup> Grubenwässer pro Jahr erwartet. Zur Ermittlung dieser Zahl enthält der BfS-Plan keinerlei Aussagen. Es fällt jedoch auf, daß der auf der Basis des Mittelwertes für das Aufkommen der Grubenwässer pro Minute abgeleitete jährliche Wert um etwa 500 m<sup>3</sup> zu niedrig ist. Besonders bemerkenswert ist jedoch, daß aus dem Mittelwert pro Minute ein Maximalwert pro Jahr wird - ein methodisch sicherlich einmaliges Vorgehen.

Nach Angaben des PTB-Planes sollten maximal 35 l/min anfallen (entsprechend maximal 18.000 m<sup>3</sup>/a. Zugrundegelegt wurde im PTB-Plan ein abzuleitendes Grubenwasservolumen von 15.000 m<sup>3</sup>/a). Damit hat sich gegenüber den Angaben im PTB-Plan die maximal zu entsorgende Grubenwassermenge um ca. 40 % verringert. Die Begründung dafür fehlt.

Die real anfallende Menge an Grubenwasser ist insofern von großer Bedeutung, als die Sammelkapazitäten für Wässer begrenzt sind (siehe Kapitel 4.2.2 dieses Gutachtens) und die in die Aue abgeleitete Aktivität davon abhängt. Der BfS-Plan ist in diesem wichtigen Punkt weder plausibel noch nachvollziehbar.



Die Erwartungswerte für die mit dem Abwasser abgegebene Aktivität natürlichen Ursprungs werden in Kapitel 3.1.8.3 des BfS-Planes angegeben; vergl. dazu Kapitel 1.3.3 des vorliegenden Gutachtens. Die "natürliche" Aktivität ist trotz einer Reduzierung von 1,94 E9 Bq/a [PTB 1986] auf 1,3 E9 Bq/a [BfS 1990] noch doppelt so hoch wie die aller aus den Abfallgebinden stammenden Radionuklidaktivität (außer Tritium). Die "natürliche" Aktivität wurde offenbar in beiden Plänen aufgrund derselben Konzentrationsmessungen im Grubenwasser festgelegt [GSF 1982]. Der Unterschied ist nur erklärbar durch die Annahme eines geringeren Volumens anfallender Grubenwässer im BfS-Plan. Dies wird jedoch nicht begründet und zeigt damit die Fragwürdigkeit der vom BfS angewandten Methoden.

#### B) Dekontaminations- und Reinigungswässer, Laborwasser

Dekontaminations- und Reinigungswässer aus dem Kontrollbereich fallen an bei

- der Sonderbehandlung defekter oder über die Grenzwerte hinaus kontaminierter Abfallgebäude,
- der Dekontamination von Personen und Werkzeugen und
- Reinigungsarbeiten unter Tage.

Die Kontamination von Laborwasser wird durch bestimmte Meß- und Untersuchungsmethoden verursacht.

Von diesen Wässern sollen laut BfS-Plan einige Kubikmeter pro Tag anfallen. Daraus könnten sich insgesamt 500-1000 m<sup>3</sup> pro Jahr ergeben. Die mit diesem Wasser abzuleitende Aktivität wird mit 3,7 E8 Bq angegeben. Die Ableitung des Wertes wird im BfS-Plan nicht beschrieben und seine Höhe nicht belegt.

#### C) Destillatwasser

Das Destillatwasser fällt bei der Reinigung von Arbeitskleidung in der Wäscherei an. Mit den "geringen Mengen" sollen ca. 7,4 E8 Bq pro Jahr abgegeben werden. Auch hier besteht keine Möglichkeit, die Annahmen zu überprüfen.

#### D) Abwässer außerhalb des Kontrollbereiches

Hierbei handelt es sich um die Kauen- und Fäkalabwässer aus den Tagesanlagen von Schacht 2 sowie Regenwasser bzw. Schnee und Eis. Laut BfS-Plan zählen diese Abwässer zu den konventionellen Abwässern und werden damit ohne Kontrolle in den Vorfluter abgeleitet. Diese Wässer können jedoch kontaminiert sein: Die Kauen- und Fäkalabwässer durch die Beschäftigten, die trotz Überprüfung vor Verlassen des Kontrollbereiches Radionuklide verschleppen, und das Regenwasser durch Abwaschen von oberflächenkontaminierten Behältern und Fahrzeugen (Schnee, Eis und Regenwasser soll vor der Einfahrt in die Trocknungsanlage gezielt beseitigt werden). In den Planunterlagen wird nicht dargelegt, warum der Betreiber keine Kontrollen für notwendig hält.

#### E) Störfallabwässer

Nach Störfällen können durch Löschen, Reinigen und Dekontaminieren radioaktiv kontaminierte Abwässer entstehen. Mögliche Mengen und Kontaminationsgrad werden im BfS-Plan nicht abgeschätzt.

### 4.2.2 Behandlung der radioaktiven Abwässer

#### A) Grubenwässer

Die anfallenden Grubenwässer werden unter Tage an zwei Orten in Becken gesammelt. Aus dem Becken am Schacht 1 wird das Wasser zum Schacht 2 gepumpt und gemeinsam mit dem dort gesammelten Grubenwasser offenbar durch Rohrleitungen nach über Tage gefördert. Das Volumen der Sammelbecken unter Tage ist im BfS-Plan nicht angegeben. Ebenso fehlen Angaben zur Förderkapazität und zu Maßnahmen, die bei einem Ausfall der Fördermöglichkeit am Schacht 2 ergriffen werden sollen. Im PTB-Plan war ein Ausfall der Fördermöglichkeit immerhin berücksichtigt, wenn auch mit unzureichenden Sicherheitsvorkehrungen.

Über Tage werden die Grubenwässer in der unterirdischen Grubenwässerübergangsstation in vier Edelstahlbehälter (je  $40 \text{ m}^3$  Fassungsvermögen) geleitet. Die Kapazität der Grubenwässerübergabestation ist damit zu gering. Sie wurde laut BfS-Plan nach dem Mittelwert der anfallenden Grubenwässer, und hier auch nur für fünf Tage, ausgelegt. Nach [PTB 1986] können täglich jedoch bis zu  $50 \text{ m}^3$  Grubenwässer anfallen - dann reicht die Kapazität nur noch für drei Tage aus. Das Bauwerk befindet sich außerhalb des Kontrollbereiches.

Vor der Ableitung der Grubenwässer durch ein Pufferbecken und Rohrleitungen in die Aue soll an einer "repräsentativen Probe" eine Kontrollmessung auf Aktivitätskonzentration durchgeführt werden. Die Voraussetzungen für eine Ableitung des Wassers sind im BfS-Plan unvollständig und nicht nachvollziehbar dargestellt. Es ist zu fordern, daß - sollen kontaminierte Wässer überhaupt in den Vorfluter abgegeben werden - maximal zulässige Aktivitätskonzentrationen, die sich auch auf bestimmte Zeiträume beziehen, festgelegt werden.

#### B) Dekontaminations- und Reinigungswässer, Laborwasser

Die übertägig anfallenden Wässer werden entweder durch Rohrleitungen oder in Kunststoffkanistern in eine Abwassersammelanlage im Kellergeschoß der Umladeanlage befördert. Untertägig anfallende Reinigungswässer (Werkstatt und Wartung) sollen aufgefangen und ebenfalls in die Sammelanlage "gebracht" werden. Nähere Angaben fehlen. Auch die Abwassersammelanlage ist im BfS-Plan völlig unzureichend beschrieben. Es werden keine Volumina genannt.

Bevor das Wasser aus der Abwassersammelanlage über die Kläranlage und das Pufferbecken in den Vorfluter geleitet wird, findet an einer repräsentativen Probe eine Aktivitätsbestimmung statt. Zur Beurteilung der Beschreibung im BfS-Plan und den daraus zu ziehenden Schlußfolgerungen vergl. die Ausführungen unter A).



C) Destillatwasser

Das Destillatwasser soll auf jeden Fall als radioaktiver Abfall konditioniert werden. Nähere Angaben über die Umstände sind dem BfS-Plan nicht zu entnehmen.

D) Abwässer außerhalb des Kontrollbereiches

Diese vom BfS als konventionell bezeichneten Wässer werden unkontrolliert abgegeben [BFS 1990, Kapitel 3.2.4.1.1]. Die Kauen- und Fäkalabwässer werden durch eine Kläranlage zum Pufferbecken und von dort über eine Druckrohrleitung hinter dem Regenrückhaltebecken Üfingen in die Aue geleitet. Das Regenwasser sowie Wasser, das aus der Beseitigung von Eis und Schnee von den Fahrzeugen und Behältern stammt, wird über Rinnen und Leitungen direkt in den Beddinger Graben geleitet.

E) Störfallabwässer

Fällt nach Störfällen über Tage eine größere Menge kontaminiertes Wasser an, soll dieses im Kellergeschoß der Umladeanlage gesammelt werden, vermutlich in den vier dort befindlichen zylindrischen Behältern. Für diese werden keine Volumenangaben gemacht. Nach Messung der Aktivitätskonzentration wird dieses Wasser entweder in das Pufferbecken abgegeben oder konditioniert.

Für den Fall eines Brandes unter Tage ist davon auszugehen, daß zunächst nicht mit Wasser gelöscht wird, die nachfolgenden Dekontaminationsmaßnahmen jedoch mit Wasser vorgenommen werden. Darüber, ob dieses Wasser sowie Wasser aus anderen Störfällen mit dem Grubenwasser gesammelt oder in Behältern gesondert aufgefangen wird, enthält der BfS-Plan keine Angaben. Dies ist insbesondere deshalb zu kritisieren, weil die Kapazitäten zum Ableiten der Grubenwässer als sehr knapp angesehen werden müssen (siehe oben).

Bei Bränden über Tage wird hauptsächlich mit Wasser gelöscht. Löschwasser, das innerhalb des Kontrollbereiches anfällt, wird in zwei dafür vorgesehene Auffangbecken von je 80 m<sup>3</sup> im Kellergeschoß der Umladeanlage geleitet und dann wie die anderen Wässer behandelt. Löschwasser von Bränden außerhalb des Kontrollbereiches wird offenbar wie Regenwasser behandelt.

#### **4.2.3 Entsorgung höher kontaminierter Wässer**

Der BfS-Plan legt nicht fest, wie mit Abwässern umgegangen werden soll, die eine zu hohe Aktivitätskonzentration aufweisen. Es wird an einigen Stellen nur allgemein ausgeführt, daß diese zum Zwecke der Endlagerung konditioniert werden sollen. In [PTB 1986] war festgelegt, daß diese Wässer in Tankwagen zu einer externen Anlage gefahren werden sollen. In [BFS 1990] ist neben dieser auch die Möglichkeit der Konditionierung auf dem Anlagengelände mittels einer mobilen Einrichtung angedeutet. Von Unterlagen für ein Planfeststellungsverfahren zu einer kerntechnischen Anlage wäre allerdings eine genaue Beschreibung der Entsorgung zu erwarten.

Für den Fall der Konditionierung auf dem Anlagengelände wären Angaben zum Ort, zur Beförderung der Wässer dorthin und zu den Sicherheitsvorkehrungen erforderlich.

Der BfS-Plan enthält auch keine Abschätzungen, welches Volumen an höher kontaminierten Wasser pro Jahr anfallen könnte.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß der gesamte Bereich der Behandlung kontaminierter Wässer im BfS-Plan unvollständig und nicht nachvollziehbar dargestellt wird. Es kann nicht abschließend beurteilt werden, ob die vorgesehenen Maßnahmen, vorhandenen Kapazitäten und Sicherheitsvorkehrungen ausreichend sind. Nach den bruchstückhaften Informationen, die dem BfS-Plan zu entnehmen sind, scheint das nicht der Fall zu sein. Damit ist beispielsweise eine Abgabe von Wasser mit erhöhter Aktivitätskonzentration unter bestimmten Bedingungen nicht auszuschließen. Bei der Störfallanalyse wurden kontaminierte Wässer vom BfS vollständig vernachlässigt (siehe hierzu Kapitel 5.2.8 dieses Gutachtens).

### **4.3 Strahlenschutz der Beschäftigten**

(Zu den Einwendungen 4/8 bis 4/11)

Kapitel 3.4.6 des BfS-Planes enthält eine Darstellung der Strahlenschutzmaßnahmen für das Betriebspersonal sowie der zu erwartenden Strahlenexposition. Große Teile sind i.w. unverändert gegenüber dem alten PTB-Plan, so daß die bereits in [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a, Kap. 5] formulierten Bedenken aufrechterhalten bleiben. Neu im BfS-Plan sind insbesondere die Einführung eines "Reduktionsfaktors" sowie die Berücksichtigung der natürlichen Strahlenbelastung.

#### **4.3.1 Strahlenbelastung durch die Einlagerung von radioaktiven Abfällen**

##### **Schutzziele**

Die Strahlenbelastung des Betriebspersonals im geplanten Endlager wird verursacht durch äußere Bestrahlung durch die Abfallgebinde sowie durch Inhalation luftgetragener Teilchen. Die Planungsrichtwerte des BfS-Planes für die mittlere effektive Dosis aller im Kontrollbereich Beschäftigten liegen unverändert gegenüber dem PTB-Plan bei

- 5 mSv/a durch externe Strahlenbelastung und
- 0,5 mSv/a durch Inhalation.

Für länger dauernde Arbeiten in Strahlenfeldern gilt das Schutzziel des § 54 StrlSchV: Die Individualdosis soll 10 mSv/a nicht überschreiten können.

Wie im PTB-Plan, so erfolgt auch im BfS-Plan keine Begründung der Höhe des Planungsrichtwertes von 5 mSv/a. Nach wie vor gilt damit, daß die zugrundegelegten Schutzziele nicht geeignet sind, die nach heutigem Kenntnisstand erforderliche Vorsorge gegen Strahlenschäden zu gewährleisten - insbesondere auch dann nicht, wenn man die Entwicklung der letzten Jahre be-



trachtet. 1987/88 veröffentlichte das japanisch-amerikanische Forschungsinstitut Radiation Effects Research Foundation (RERF) die aktuellen Auswertungen zur strahleninduzierten Krebsmortalität bei den Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki [PRESTON 1987; SHIMIZU 1988]. Danach ist von einem mehr als 10fach höheren Krebsrisiko auszugehen als die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) in ihrer Veröffentlichung Nr. 26 aus dem Jahr 1977 postuliert hat. Der damals von der ICRP empfohlene Grenzwert für die effektive Dosis von 50 mSv/a für Beschäftigte ist jedoch noch immer der Dosisgrenzwert der Strahlenschutzverordnung (§ 49 Abs. 1); heute lediglich modifiziert durch die Anforderung, daß die gesamte Lebenszeitdosis 400 mSv nicht überschreiten darf [STRLSCHV 1989].

### **Vorsorgemaßnahmen**

Die Einhaltung der Planungsrichtwerte soll nach [BFS 1990] gewährleistet werden wie nach [PTB 1986] durch technische und organisatorische Strahlenschutzmaßnahmen wie Fernbedienung, Automatisierung, Abschirmung, Aufenthaltsbegrenzung, Anforderungen an die Abfallgebinde usw.

Die Ausführungen des BfS-Planes dazu sind jedoch so ungenügend, daß sie nicht nachvollzogen werden können - wie die folgenden Beispiele zeigen:

- Das methodische Vorgehen zur Ermittlung der Strahlenfelder von Abfallgebinden und damit der Ortsdosisleistung an den einzelnen Arbeitsplätzen wird nicht erläutert, ebenso wenig wie die in die Rechnung eingehenden Annahmen. Rechenergebnisse werden nur eher zufällig und meist in relativer Form präsentiert. Quellenangaben fehlen völlig.
- Es fehlt die Analyse, welche Arbeiten fernbedient ausgeführt werden können oder müssen und auf welche Weise das erreicht werden soll.
- Es fehlt eine Beschreibung, welche Abschirmfaktoren an den einzelnen Arbeitsplätzen erforderlich sind und mit welchen Maßnahmen sie erreicht werden sollen. Der Tabelle 3.4.6.3/1 des BfS-Planes kann lediglich entnommen werden, daß an vier Arbeitsplätzen etwa 1,5fach höhere Abschirmfaktoren als 1986 im PTB-Plan angesetzt sind. Ob die jetzigen bereits den höchsten technisch realisierbaren Stand repräsentieren, ist nicht überprüfbar.
- Die Dauer des Aufenthalts in Strahlenfeldern wird nicht angegeben.

Darüberhinaus ist die Behauptung des BfS-Planes (S. 3.4.6-4), die Ortsdosisleistung von Abfallgebinden sei "zum Schutz des Betriebspersonals" auf bestimmte Werte begrenzt, falsch. Diese Werte stammen aus den internationalen und nationalen Transportvorschriften für radioaktive Stoffe - gelten also für einen Bereich, in dem die Beschäftigten sich anders als im Endlager nicht ständig in der Nähe von Strahlenfeldern aufhalten.

Dem BfS-Plan läßt sich damit weder entnehmen, wie belastbar die zu erwartenden Strahlenbelastungen des Betriebspersonals abgeschätzt sind noch, ob der Strahlenschutz der Beschäftigten bereits den höchstmöglichen Standard erreicht hat.

### Individualdosen

Hinsichtlich der Bestimmung der Individualdosen sind größere Unterschiede zwischen PTB-Plan und BfS-Plan festzustellen. Laut Tabelle 3.4.6.3/1 des PTB-Planes liegen die maximalen jährlichen Personendosen der 21 unmittelbar mit der Einlagerung Beschäftigten zwischen 1,6 mSv/a (Strahlenschutz - Ausmessen der Transporteinheiten) und 39 mSv/a (Öffnen der Waggon- und LKW-Abdeckungen). Insgesamt werden Dosisangaben für 14 Tätigkeiten gemacht.

Die entsprechende Tabelle des BfS-Planes ist dagegen sehr viel weniger umfangreich und führt "beispielhaft" die jährliche effektive Dosis für nur noch 4 Tätigkeiten auf. Die Dosis liegt zwischen 3,1 mSv/a (Transportwagenfahrer; vorher 10 mSv/a) und 3,8 mSv/a (Stapelfahrzeugfahrer in der Einlagerungskammer; vorher ebenfalls 10 mSv/a). Die Ursachen der Veränderungen sind nur teilweise ersichtlich (höhere Abschirmfaktoren - s.o. - und vor allem die Einführung eines sog. Reduktionsfaktors, s.u.). Es bleibt auch unklar, wie hoch die maximalen Individualdosen nun sein werden und für welche Tätigkeiten sie zu erwarten sind.

Die mittlere Individualdosis der unmittelbar mit der Einlagerung beschäftigten 21 Personen betrug laut PTB-Plan 9 mSv/a; bezogen auf das gesamte Kontrollbereichspersonal (21 plus mindestens 100 Personen, die nicht mit der Einlagerung beschäftigt sind) sollte sich damit eine mittlere Personendosis von 4,2 mSv/a ergeben [PTB 1986, S. 3.4.6-10].

Laut BfS-Plan beträgt nun die mittlere Individualdosis der 21 Personen weniger als 5 mSv/a; die mittlere Personendosis des gesamten Kontrollbereichspersonals (jetzt ca. 100 Personen insgesamt) ergibt sich damit zu weniger als der Hälfte dieses Wertes [BFS 1990, S.3.4.6-11].

Diese Ausführungen lassen erneut die bereits in [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a] gestellte Frage aufkommen, wieviele Personen sich denn nun tatsächlich im Kontrollbereich aufhalten werden und somit die mittlere Personendosis bestimmen, mit anderen Worten die Frage, wie verlässlich die Einhaltung des Planungsrichtwertes von 5 mSv/a nachgewiesen ist.

### Reduktionsfaktor

Wichtiger als die Diskussion darüber ist jedoch eine Diskussion der sehr auffälligen Veränderung - der Halbierung der Personendosen. Diese resultiert daraus, daß im BfS-Plan (im Gegensatz zum PTB-Plan) für die Abschätzung der Strahlenbelastung des Personals an den einzelnen Arbeitsplätzen ein "Reduktionsfaktor" von 0,5 eingeführt wird.

Dieser Faktor wird nicht im einzelnen abgeleitet und begründet; er kann aus den Angaben im BfS-Plan auch gar nicht abgeleitet werden. Vielmehr soll durch diesen Faktor laut BfS-Plan "[d]er



Gesamtheit der ... aufgeführten Überschätzungen bzw. konservativen Betrachtungsweisen" Rechnung getragen werden.

Diese Vorgehensweise ist völlig willkürlich und widerspricht der anerkannten wissenschaftlichen Vorgehensweise. Da die Strahlenexposition des Personals wegen der Komplexität der Abläufe im Einzelnen nicht exakt vorhergesagt werden kann, muß eine konservative Abschätzung erfolgen, d.h. eine Abschätzung, die auch angesichts aller Unschärfen und unvorhersagbaren Details auf der sicheren Seite liegt.

Entweder wurde nun die konservative Abschätzung der Strahlenexposition des Personals - ohne den "Reduktionsfaktor" - im BfS-Plan bereits mit der größtmöglichen erzielbaren Genauigkeit durchgeführt. In diesem Fall ist eine Reduzierung ohnehin keinesfalls zulässig. Oder die Abschätzung ist "über-konservativ", d.h. es handelt sich um eine Überschätzung, die im Hinblick auf bestimmte Faktoren nachweislich und quantifizierbar zu hoch liegt. Dann können diese Über-Konservativitäten gezielt und im Einzelnen in zahlenmäßig faßbarer und begründeter Form abgebaut werden. Dies ist im BfS-Plan aber nicht geschehen; es wurde lediglich pauschal reduziert.

Auch die Angabe, "derzeit" werde "erwartet", daß der Dosisleistungsgrenzwert der Abfallgebinde lediglich zu "ca. 65 %" ausgeschöpft würde, ist als Begründung zu unexakt (und erlaubt, davon abgesehen, keineswegs eine Reduzierung um den Faktor 0,5).

Im PTB-Plan wird dieser "Reduktionsfaktor" nicht angesetzt. Allein die Tatsache, daß auf Tauschpaletten damals bis zu drei, laut BfS-Plan jedoch nur bis zu zwei zylindrische Abfallgebinde transportiert werden, kann seine Einführung in keiner Weise rechtfertigen (zumal knapp die Hälfte der angelieferten Transporteinheiten auf Container entfällt).<sup>1)</sup>

Die Abschätzung der Strahlenexposition der Beschäftigten ist somit schon allein aufgrund der Einführung dieses "Reduktionsfaktors" nicht konservativ, sondern willkürlich und nicht belastbar. Insgesamt bleibt damit festzuhalten, daß aufgrund der Ausführungen des BfS-Planes nicht nachprüfbar ist, ob der Planungsrichtwert von 5 mSv/a durch externe Strahlenbelastung eingehalten werden kann. Darüberhinaus ist vom Ansatz her zu kritisieren, daß dieser Planungsrichtwert nicht geeignet ist, die erforderliche Vorsorge gegen Strahlenschäden zu gewährleisten.

#### **4.3.2 Strahlenbelastung durch natürliche Radioaktivität**

Aufgrund des Vorkommens von Thorium-232 und Uran-238 im Eisenerz der Grube Konrad kommt es zu einer Strahlenbelastung des Betriebspersonals durch natürliche radioaktive Stoffe. Dies kann auf drei Pfaden geschehen: Direktstrahlung, Inhalation von Eisenerzstaub und - den wesentlichen Beitrag zur Dosis liefernd - durch Inhalation der flüchtigen Radionuklide Radon-222 und Radon-220 einschließlich ihrer kurzlebigen alpha-strahlenden Töchter. Im Gegensatz zum PTB-Plan ist in Kapitel 3.4.6.3 des BfS-Planes "Abschätzung und Bewertung der Strahlenexposi-

<sup>1)</sup>Die Verwendung dieses nicht begründeten Reduktionsfaktors führt auch dazu, daß sich die potentielle Strahlendosis durch Direktstrahlung am Anlagenzaun im BfS-Plan, Kapitel 3.4.7.3 um die Hälfte gegenüber dem PTB-Plan verringert (vergl. Einwendung 4/18).

tion des Personals" nun auch eine kurze Darstellung des Beitrags der natürlichen Strahlenbelastung aufgenommen worden. Dies ist u.a. darauf zurückzuführen, daß die Planfeststellungsbehörde das Bundesamt für Strahlenschutz aufgefordert hat, "bei den Planungen die Strahlenbelastung aus natürlichen radioaktiven Stoffen zu berücksichtigen" (zitiert aus [RSK 1991]). Dies ist auch gerechtfertigt - schließlich handelt es sich um eine Strahlendosis, die durch berufliche Tätigkeit verursacht wird.

Die Zahlenangaben bezüglich der Dosiswerte sind aus Kapitel 3.1.8.2 des BfS-Planes (Standort, Radiologische Vorbelastung) entnommen. Danach verursacht die innere Bestrahlung durch Inhalation von Radon/Radon-Folgeprodukten eine effektive Dosis von ca. 3,7 mSv/a und eine Lungendosis von etwa 31 mSv/a. Die Strahlenbelastung durch Direktstrahlung und Inhalation von Erdstaub beträgt 0,23 mSv/a und 0,08 mSv/a.

Damit verursacht die natürliche Strahlenbelastung eine effektive Dosis, die in der Größenordnung der durch den Umgang mit Abfällen verursachten liegt. Der Beitrag zur Lungenbelastung liegt jedoch merklich höher - etwa eine Größenordnung. Es ist deshalb zu kritisieren, daß vom Antragsteller keine Planungsvorgaben analog zur Begrenzung der Strahlenbelastung durch den Umgang mit Abfällen vorgesehen sind.

Da dieser Themenbereich im vorliegenden Gutachten bereits in Kapitel 1.3.2 behandelt worden ist (vergl. Einwendung 1/14), sei an dieser Stelle nur kurz das Ergebnis wiederholt: Die im BfS-Plan aufgeführten Dosisbelastungen für Beschäftigte unter Tage durch Inhalation von Radon und Radon-Folgeprodukten sind nicht belastbar, da die zugrundegelegten Annahmen nicht genannt werden und damit nicht überprüfbar sind. Da es sich um für den Gesundheitsschutz wesentliche Aussagen handelt, ist dieser Mangel schwerwiegend. Es ist zu fordern, daß durch Festlegung von Planungsrichtwerten für die Radon-Konzentrationen unter Tage die Strahlenbelastung der Beschäftigten begrenzt wird.

### **4.3.3 Strahlenschutzbereiche**

(Zur Einwendung 4/11)

Kapitel 3.4.6.4 des BfS-Planes beschreibt die Einteilung des geplanten Endlagers in Strahlenschutzbereiche. Die Ausführungen zu den betrieblichen Überwachungsbereichen bestehen lediglich aus einer Aufzählung der dazu gehörenden Anlagen- und Gebäudeteile. Wie bereits in [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a] ausgeführt, handelt es sich bei betrieblichen Überwachungsbereichen um Strahlenschutzbereiche mit Zugangsbeschränkung, in denen die Ortsdosis überwacht werden muß. Die effektive Dosis darf für nicht beruflich strahlenexponierte Personen maximal 5 mSv/a betragen; für beruflich Strahlenexponierte ist eine höhere Dosis zulässig.

Im BfS-Plan werden die für diesen Bereich erforderlichen Strahlenschutzmaßnahmen wie z.B. Zugangskontrollen und Ausmessen aller den betrieblichen Überwachungsbereich verlassenden Personen und Gegenstände nicht aufgeführt. Es fehlt auch eine Abschätzung der zu erwartenden Strahlenbelastung für die dort Beschäftigten. Damit genügen die Ausführungen in [BFS 1990] nicht den Anforderungen der Strahlenschutzverordnung (§ 60 StrlSchV).



#### **4.4 Abgabe von radioaktiven Stoffen und Strahlenbelastung in der Umgebung**

(Zu den Einwendungen 4/12 bis 4/17 und 4/19)

Im Zuge des Genehmigungsverfahrens für eine kerntechnische Anlage muß der Antragsteller den Nachweis erbringen, daß die durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser im bestimmungsgemäßen Betrieb bedingte Strahlenbelastung von Menschen in der Umgebung die Grenzwerte des § 45 Absatz 1 der Strahlenschutzverordnung nicht überschreitet. Der Nachweis wird über Rechnungen geführt. Die Berechnung der Strahlenbelastung durch den Betrieb des geplanten Endlagers Schacht Konrad wird im BfS-Plan unter Anwendung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV (AVV) durchgeführt [BMU 1990]. Diese radioökologische Rechenvorschrift ist die Nachfolgerin der Allgemeinen Berechnungsgrundlage zu § 45 StrlSchV (ABG). Sie unterscheidet sich von dieser in Modellteilbereichen und in zahlreichen Einzelparametern. Ihre Anwendung führt zu geringeren Werten der Strahlenbelastung als nach der ABG berechnet; beispielsweise berücksichtigt die AVV im Gegensatz zur ABG die Auswaschung von Radionukliden aus der Wurzelzone.

Grundsätzlich ist anzumerken, daß aus dem BfS-Plan nicht hervorgeht, ob eine Überprüfung der Anwendbarkeit der primär auf Bedingungen bei Kernkraftwerken zugeschnittenen Modelle und Parameter der AVV stattgefunden hat. Es läßt sich auch nicht erkennen, ob Überlegungen dahingehend angestellt wurden, ob und inwieweit besondere örtliche Verhältnisse zu berücksichtigen sind. Dies gilt beispielsweise hinsichtlich der Ausbreitungsverhältnisse oder der geringen und dabei stark schwankenden Wasserführung des Vorfluters Aue.

Allerdings läßt sich feststellen, daß im BfS-Plan in Einzelfällen von der AVV abgewichen wird, ohne dies auch nur anzumerken.

##### **4.4.1 Strahlenbelastung durch Radioaktivitätsabgaben mit den Abwettern**

###### **Abgabemengen**

Die Abwetter werden aus Schacht Konrad 2 und einen 45 m hohen Diffusor in die Umgebung abgeleitet. Die Antragswerte für die jährliche Aktivitätsableitung von Radionukliden aus den Abfällen (Tab. 3.4.7.1/1 des BfS-Planes) sind unverändert gegenüber dem PTB-Plan. Dies ist unverständlich angesichts der Veränderungen von Grundannahmen hinsichtlich der Freisetzung von Radionukliden aus Abfällen im Einlagerungsbetrieb und des insgesamt einzulagernden Aktivitätsinventars (vergl. dazu Kapitel 4.1 und 7.1 dieses Gutachtens). Es wird z.B. im BfS-Plan nicht erklärt, warum die Antragswerte für die Ableitung von I-129 unverändert geblieben sind, obwohl die insgesamt eingelagerte Aktivität dieses Radionuklids nun 5fach höher liegt als im PTB-Plan angenommen. Wie bereits zu Kapitel 4.1 dieses Gutachtens abschließend festgestellt wurde, ist die Ableitung der Freisetzungsraten für Radionuklide weder nachvollziehbar noch vollständig. Von

daher entzieht es sich einer Beurteilung, wie belastbar die Antragswerte des BfS für die jährliche Aktivitätsableitung mit den Abwettern sind.

Die jährliche Abgaberate für das aus dem Gebirge stammende Radon-222 wird in Kapitel 3.1.8.3.1 des BfS-Planes aufgeführt. Auch sie ist in ihrer Höhe gegenüber dem PTB-Plan trotz veränderter Planungen gleichgeblieben (vergl. Kapitel 1.3.3 dieses Gutachtens). Diese Aktivitätsabgaben werden im BfS-Plan unzulässigerweise nicht als "Antragswerte" behandelt, obwohl die Ableitung eine Folge des Endlagerbetriebs ist.

Der BfS-Plan enthält keine Angaben zur Ableitung von Rn-220; offensichtlich wird der Beitrag von Rn-222 und seiner Tochterprodukte zur Strahlenbelastung nicht berücksichtigt. Dies ist ein Mangel.

### **Ausbreitung**

Die Langzeitausbreitungsfaktoren und Langzeitwashoutfaktoren wurden laut BfS-Plan unter Heranziehung der Wetterdaten aus Braunschweig-Völkenrode nach der AVV berechnet.

Die Übertragbarkeit der Wetterdaten auf den Standort Konrad wurde bereits in Kapitel 1.2 dieses Gutachtens untersucht mit dem Ergebnis, daß eine Übertragsbarkeitsüberprüfung der Daten von Braunschweig-Völkenrode auf den Standort fehlt und im übrigen die Wetterdaten aus Braunschweig-Völkenrode aufgrund völlig verschiedener Bodenverhältnisse ohnehin nicht übertragbar sind. Weiterhin wurde vom BfS nicht geprüft, ob die Ausbreitungsparameter der AVV - die für landwirtschaftliches Gelände und Waldgelände gelten - für den durch Industrieanlagen geprägten Standort Konrad verwendet werden dürfen. Die im BfS-Plan aufgeführten Zahlenangaben für den Langzeitausbreitungsfaktor und Langzeitwashoutfaktor sind daher weder belastbar noch überprüfbar.

Die Darstellungen des BfS-Planes zur Ausbreitung von radioaktiven Stoffen sind jedoch noch mit weiteren Mängeln behaftet.

- Es existieren unterschiedliche Angaben zur Richtung, in der die ungünstigste Einwirkungsstelle liegen soll: Nach dem GSF-Bericht von 1982 liegt sie in Richtung Ost-Nord-Ost [GSF 1982], nach BfS-Plan "nördlich des Diffusors".
- Der Ausbreitungsfaktor für Gammasubmersion fehlt.
- Der Langzeitwashoutfaktor läßt sich aufgrund fehlender Daten nicht nachvollziehen. Der Wert hat sich gegenüber dem PTB-Plan um mehr als die Hälfte verringert: Von  $4,2 \text{ E-9 m}^{-2}$  auf  $2,0 \text{ E-9 m}^{-2}$ .
- Der Langzeitausbreitungsfaktor läßt sich aufgrund fehlender Daten nicht nachvollziehen. Er liegt mit  $4,5 \text{ E-6 s/m}^3$  um 20 % niedriger als im PTB-Plan angegebene Wert von  $5,4 \text{ E-6 s/m}^3$ .



- Es fehlt die Angabe des Langzeitwashoutfaktors für Tritium.

Damit ist eine nachvollziehende Überprüfung der Rechenergebnisse des BfS-Planes zur Strahlenbelastung in der Umgebung nicht möglich.

- Der BfS-Plan nennt nur jeweils einen Wert für den Langzeitfalloutfaktor und Langzeitwashoutfaktor. Nach der AVV ist jedoch zu unterscheiden zwischen Faktoren für das gesamte Jahr und Faktoren für das Sommerhalbjahr. Die Werte für das Sommerhalbjahr, d.h. die Vegetationsperiode, müssen verwendet werden für die Berechnung des Anteils der spezifischen Aktivität in Pflanzen, der aus der Ablagerung von radioaktiven Stoffen auf der Vegetation resultiert.

Das Fehlen dieser Angaben (wie auch des Langzeitwashoutfaktors für Tritium) läßt eigentlich nur den Schluß zu, daß die mit dem BfS-Plan vorgelegten Berechnungen zur Strahlenexposition in der Umgebung durch Ableitung von radioaktiven Stoffen nicht nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV durchgeführt wurden. Wenn diese Schlußfolgerung zutrifft, dann hat die Antragstellerin die nach AVV vorgeschriebene Verwendung von Wetterdaten aus dem Sommerhalbjahr unterlassen und der ausgelegte Plan entspricht nicht den gesetzlichen Anforderungen.

Einige der in der AVV festgelegten Parameter sind nicht konservativ. Dazu gehört z.B. die Ablagerungsgeschwindigkeit von elementarem Jod. Das Vorgehen des BfS-Planes führt auch deshalb zu einer Unterschätzung der zu erwartenden Strahlenbelastung in der Umgebung.

In [GRS 1982] wurde für einen 9 m hohen Diffusor ein Langzeitausbreitungsfaktor von  $4,2 \text{ E-5 s/m}^3$  angegeben; der BfS-Plan nennt für den 45 m hohen Schornstein einen Langzeitausbreitungsfaktor von  $4,5 \text{ E-6 s/m}^3$ . Die Verdünnung ist beim 9 m hohen Diffusor um den Faktor 10 schlechter, d.h. mit den vom BfS beantragten Abgabewerten wären bei einem 9 m hohen Schornstein die für den Normalbetrieb geltenden Grenzwerte weit überschritten. Die Planungen für das Endlager Konrad bieten damit ein eindruckvolles Beispiel für eine Politik der hohen Schornsteine: Anstatt Radionuklide effektiver zurückzuhalten, werden sie über einen hohen Schornstein auf entsprechend mehr Menschen und größere Flächen verteilt.

### Strahlenbelastung

In den Tabellen 3.4.7.1/3 und 3.4.7.1/4 des BfS-Planes werden die Erwartungswerte der potentiellen Strahlenbelastung in der Umgebung der Anlage durch Ableitung von Radionukliden mit den Abwettern aus dem geplanten Endlager aufgeführt, getrennt für Radionuklide, die aus den Abfällen freigesetzt werden und solche, die aufgrund der natürlichen Radioaktivität der Grube mit den Abwettern über den Diffusor abgegeben werden. Die Angabe erfolgt für eine Reihe von Organen, es wird unterschieden zwischen Erwachsenen und Kleinkindern.

Wir halten es für sinnvoll, die Dosiswerte aus beiden Tabellen zu summieren, denn die Abgabe natürlicher Radionuklide ist eine Folge des Betriebs; die durch sie verursachte Belastung könnte ohne den Betrieb des Endlagers vermieden werden. Danach sind als Summe folgende Dosiswerte in der Umgebung zu erwarten (Angaben in 10 E-5 Sv/a):

### Erwachsene:

Lunge	34,6
Knochenoberfläche	7,9
Schilddrüse	5,7
effektive Dosis	5,9 *)

### Kleinkinder:

Lunge	67,6
Knochenoberfläche	8,6
Schilddrüse	7,7
effektive Dosis	10,0 *)

Das am höchsten belastete Organ durch die Aktivitätsableitungen mit den Abwettern ist demnach die Lunge; Inhalation stellt den kritischen Belastungspfad dar. Der Grenzwert der Strahlenschutzverordnung für die Lungendosis von 90 E-5 Sv/a wird bei Erwachsenen zu knapp 40 %, bei Kleinkindern sogar zu 75 % ausgeschöpft. Dies ist nicht nur ein im Vergleich mit anderen kern-technischen Anlagen sehr hoher Planungswert; es bedeutet auch einen zu geringen "Sicherheitsabstand" zum Grenzwert. In die Berechnung der Inhalationsdosis geht als sensitiver Parameter u.a. der Langzeitausbreitungsfaktor ein. Angesichts der Nichtbelastbarkeit des im BfS-Planes verwendeten Wertes ist damit nicht auszuschließen, daß der Organdosisgrenzwert für die Lunge beim Endlagerbetrieb überschritten wird. Unter Verwendung des im PTB-Plan genannten Langzeitausbreitungsfaktors beispielsweise würde die Lungendosis eines Kleinkindes 81 E-5 Sv/a betragen und der Grenzwert damit zu 90 % ausgeschöpft.

Der weitaus überwiegende Teil der Lungendosis wird durch Inhalation von Radon und Radon-Folgeprodukten verursacht, und zwar zu gleichen Teilen durch Radon aus den Abfällen und "natürlichem" Radon aus der Grube. Es ist daher zu fordern, daß die Genehmigungsbehörde die Antragstellerin auffordert, sowohl die Abgabe natürlicher Radionuklide mit den Abwettern aus dem geplanten Endlager zu begrenzen als auch die Abgabe von Radionukliden aus den Abfallprodukten mit den Abwettern zu verringern.

---

\*) Diese Zahlenwerte sind ganz offensichtlich falsch. Beispielsweise wird für die Lungendosis eines Kleinkindes durch Ableitung natürlicher Radionuklide aus der Grube ein Wert von 31 E-5 Sv/a genannt; die effektive Dosis (Summe der gewichteten Organdosen) durch natürliche Radionuklide soll 21 E-5 Sv/a betragen. Allein die gewichtete Lungendosis beträgt in diesem Fall jedoch 37 E-5 Sv/a, liegt also höher als die angegebene effektive Dosis.



#### **4.4.2 Strahlenbelastung durch Radioaktivitätsabgaben mit dem Abwasser**

##### **Abgabemengen**

Die Antragswerte für die jährliche Aktivitätsableitung von Radionukliden aus den Abfällen (Tab. 3.4.7.2/1 des BfS-Planes) sind ebenfalls unverändert gegenüber dem PTB-Plan. Dies ist verständlich angesichts der Veränderung von Grundannahmen (vergl. Kap. 4.4.1 dieses Gutachtens). Darüberhinaus ist die Höhe der Antragswerte für Abwasser nicht nachvollziehbar, weil Quellenangaben fehlen und Grundannahmen nicht genannt werden. So bleibt z.B. der Betrag der durch Dekontaminations- und Reinigungsarbeiten anfallenden Aktivität eine unbelegte Behauptung.

Die Abgabemenge von natürlich vorkommenden Radionukliden der Thorium- und Uran-Radiumzerfallsreihe mit den Grubenwässern wird im "Standort"-Kapitel 3.1.8.3.2 des BfS-Planes aufgeführt. Der Wert hat sich verringert gegenüber dem im PTB-Plan genannten, weil im BfS-Plan ein Volumen von 10.000 m<sup>3</sup> abzuleitendem Grubenwasser pro Jahr angenommen wird; nach PTB-Annahmen sollten es noch 15.000 m<sup>3</sup>/a sein. Die Aktivitätsangaben sind weder nachvollziehbar noch belegt und damit nicht belastbar (vergl. Kap. 1.3.3 dieses Gutachtens). Wie beim Abwetter werden auch beim Abwasser die Aktivitätsabgaben "natürlicher" Radionuklide nicht als Antragswerte behandelt.

Laut BfS-Plan (Abwasserentsorgung Schacht Konrad 2) wird gemäß § 11 NWG die Ableitung von jährlich insgesamt 14.000 m<sup>3</sup> kontaminierten Abwassers beantragt (4.000 m<sup>3</sup> Schmutzwasser und 10.000 m<sup>3</sup> Grubenwasser). Falls diese Volumenangabe zutrifft und nicht noch aus anderen "Quellen" zusätzlich Wasser zur Verdünnung zufließt - dem BfS-Plan ist dazu allerdings nichts zu entnehmen - werden damit im Kubikmeter Abwasser für einige Radionuklide, z.B. Tritium und Strontium-90, die Grenzwerte des § 46 Abs. 4 StrlSchV überschritten. Der vom Gesetzgeber geforderte Schutz ist damit nicht gewährleistet.

##### **Ausbreitung**

Das radioaktiv kontaminierte Abwasser aus dem geplanten Endlager soll über eine Druckleitung hinter dem Regenrückhaltebecken Üfingen in die Aue geleitet werden. Eine Begründung für diese Planungsänderung gegenüber [PTB 1986] wird nicht gegeben. Im BfS-Plan wird wie im PTB-Plan von einer Abflußmenge des Vorfluters von 0,5 m<sup>3</sup>/s ausgegangen, ohne die Höhe dieses Wertes im einzelnen zu begründen.

Es ist dem BfS-Plan nicht zu entnehmen, ob die Besonderheiten des Vorfluters Aue - geringer Abfluß und stark schwankende Wasserführung, vergl. Kapitel 1.4 dieses Gutachtens - die Antragstellerin zu Überlegungen veranlaßt hat, welche betrieblichen Vorsorgemaßnahmen ergriffen werden müssen, um ggfs. zu hohe Radioaktivitätskonzentrationen im Auewasser verhindern zu können.

## **Strahlenbelastung**

Eine Strahlenbelastung durch Nutzung radioaktiv kontaminierten Flußwassers kann auf verschiedenen Belastungspfaden geschehen. Im BfS-Plan (S. 3.4.7-13) werden die Expositionspfade "Aufenthalt auf Überschwemmungsgebieten" und "Weidewirtschaft auf Überschwemmungsgebieten" ausgeschlossen. Das ist unzulässig, denn nördlich von Vechelde liegt ein gesetzlich ausgewiesenes Überschwemmungsgebiet, das auch im Flächennutzungsplan der Gemeinde Vechelde eingetragen ist [VECHELDE 1987].

Die berechnete Strahlenbelastung in der Umgebung von Schacht Konrad durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser in die Aue (Radionuklide aus den Abfällen und Radionuklide natürlichen Ursprungs) wird in den Tabellen 3.4.7.2/3 und 3.4.7.2/4 des BfS-Planes aufgeführt. Danach werden als Summe folgende Werte der Strahlenbelastung erwartet (Angabe in  $10 \text{ E-5 Sv/a}$ ):

### Erwachsene:

Knochenoberfläche	92
Knochenmark	12,4
effektive Dosis	10,9

### Kleinkinder:

Knochenoberfläche	62,5
Knochenmark	10,9
effektive Dosis	8,0

Das am höchsten belastete Organ durch die Radioaktivitätsableitungen mit dem Abwasser ist demnach die Knochenoberfläche, gefolgt vom blutbildenden roten Knochenmark. Die Ableitung von natürlich vorkommenden Radionukliden der Thorium- und Uranzerfallsreihe mit den Grubenwässern liefert dabei den weitaus überwiegenden Teil zur Strahlenbelastung - im Fall der Knochenoberflächendosis beispielsweise über 80 % ( $15 \text{ E-5 Sv/a}$  durch die Abfälle und  $77 \text{ E-5 Sv/a}$  durch die natürliche Radioaktivität).

Die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung von  $180 \text{ E-5 Sv/a}$  für die Knochenoberfläche bzw.  $30 \text{ E-5 Sv/a}$  für das Knochenmark werden damit bei Erwachsenen zu 50 % (Knochenoberfläche) bzw. 40 % (Knochenmark) ausgeschöpft. Auch dies ist ein im Vergleich mit anderen kerntechnischen Anlagen sehr hoher Planungswert. Es ist daher zu fordern, daß die Genehmigungsbehörde von der Antragstellerin verlangt, die Abgabe natürlich vorkommender radioaktiver Stoffe mit den Grubenwässern zu begrenzen.

Im übrigen sei an dieser Stelle auf die bereits in Kapitel 1.3.3 dieses Gutachtens angesprochene Diskrepanz zwischen den Angaben des BfS-Planes und der RSK-Stellungnahme zum geplanten Endlager, die ja auf der Planfassung 4/90 beruht, verwiesen. Die in [RSK 1991] genannten Zahlen für die Ableitung von Radionukliden der Uran- und Thorium-Zerfallsreihe mit den



Grubenwässern führen danach bei Erwachsenen und Kleinkindern zu einer Knochenoberflächendosis von 130 E-5 Sv/a. Eine Klärung ist hier dringend geboten.

Insgesamt ist festzuhalten, daß den Berechnungen der Antragstellerin zufolge durch die Ableitung von radioaktiven Stoffen mit Abwasser bzw. Abluft die Grenzwerte des § 45 StrlSchV zu maximal 50 % bzw. 75 % ausgeschöpft werden - ein im Vergleich mit anderen kerntechnischen Anlagen sehr hoher Planungswert. Die Ableitung von natürlich vorkommenden Radionukliden mit dem Grubenwasser liefert dabei entscheidende Beiträge.

#### **4.5 Überwachung der Abwetter**

(Zur Einwendung 4/22)

Das Unterkapitel 3.4.8 des BfS-Planes enthält neben Darstellungen zur Überwachung der Strahlungssituation innerhalb und außerhalb der Anlage auch Angaben zur Eingangskontrolle von Abfallgebinden. Diese werden in Kapitel 2.5.1 des vorliegenden Gutachtens behandelt (Einwendungen 4/20 und 4/21).

Die Überwachung der Abwetter ist meßtechnisch auf die relativ niedrige, durch die Abfallgebinde im Normalbetrieb verursachte Aktivitätskonzentration ausgerichtet. Das bedeutet, es wird keine direkte Messung von Radionukliden durchgeführt, sondern die radioaktiven Stoffe werden auf Filtern oder Molekularsieben angereichert und anschließend wird die Aktivität registriert. Der BfS-Plan nennt keine Zeitintervalle für Sammlung und Auswertung. Es ist lediglich allgemein zu entnehmen, daß für Tritium, C-14 und I-129 die Intervalle länger und für Aerosole und Radonfolgeprodukte kürzer sind, sowie daß die erste Gruppe diskontinuierlich und die zweite Gruppe kontinuierlich gemessen wird.

Ohne genauere Angaben ist nicht zu überprüfen, innerhalb welchen Zeitraumes festgestellt werden kann, daß erhöhte Freisetzungen auftreten. Erhöhte Freisetzungen sind nicht nur möglich bei größeren Unfällen, die sofort gemeldet werden, sondern können auch durch nicht sofort identifizierte Prozesse erfolgen. Dem Überwachungssystem kommt also insofern eine besondere Bedeutung zu. Der BfS-Plan ist in diesem Punkt nicht überprüfbar und nachvollziehbar.

Weiterhin wird ohne Begründung gegenüber dem PTB-Plan die Bilanzierung von Sr-90 aus den Messungen nicht mehr durchgeführt. Da dieses Nuklid zum Beispiel für die Landwirtschaft in der Umgebung des Standortes Bedeutung hat, ist diese Maßnahme unverständlich.

## **5 Störfallanalyse**

### **5.1 Gesamtaussagen zur Störfallanalyse**

(Zu den Einwendungen 5/1, 5/2, 5/6 und 5/9)

Im BfS-Plan werden für **realistisch** gehaltene Störfälle, bei denen es zu Freisetzungen radioaktiver Stoffe kommen kann, **in** zwei Klassen unterteilt und Störfälle, die für sehr unwahrscheinlich gehalten werden, dem **Restrisiko** zugeordnet.

Störfälle der Klasse 1 **sollen** durch Auslegungsmaßnahmen in ihren Auswirkungen **begrenzt** werden. Das BfS ordnet **drei** Störfälle dieser Klasse zu:

- Absturz von Abfallgebinden aus 3 m Höhe auf eine ebene Fläche über Tage,
- Absturz von Abfallgebinden aus 5 m Höhe auf eine ebene Fläche unter Tage,
- Fahrzeugbrand **unter** Tage.

Bezüglich der Störfälle Klasse 1 versucht der BfS-Plan nachzuweisen, daß aus den Lastbedingungen keinerlei **Gefährdungen** im Sinne einer Überschreitung der Störfallgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung resultieren.

Störfälle der Klasse 2 **sollen** hingegen durch Auslegungsmaßnahmen vollständig **vermieden** werden. Dieser Klasse werden vom BfS 16 weitere Störfälle zugeordnet. Dazu gehören zum Beispiel Kollisionen, Anlagenbrände, Explosionen und Erdbeben. Es wird unterstellt, daß diese Störfälle durch technische und **administrative** Maßnahmen verhindert werden, obwohl selbst mit den besten Vorsorgemaßnahmen keine absolute Sicherheit zu erreichen ist. In den Kapiteln 5.2 und 5.3 dieses Gutachtens **wird** auf verschiedene vorgegebene Auslegungsmaßnahmen zur Vorsorge eingegangen und **dargelegt**, daß dieser Ansatz nicht haltbar ist.

Störfälle, die im BfS-Plan einer der beiden Störfallklassen zugeordnet werden, bei denen jedoch fehlerhafte oder nicht **ausreichende** Lastannahmen unterstellt wurden, werden in Kapitel 5.4 behandelt.

Mit der Einteilung aller **Störfälle** (mit Ausnahme der dem Restrisiko zugeordneten) in diese zwei Störfallklassen wird vom BfS unterstellt, daß alle denkbaren Störfälle abgedeckt und durch Anlagenauslegung beherrschbar sind. Der Beweis dafür wird indes nicht erbracht; in den folgenden Unterkapiteln werden **hierfür** Beispiele angeführt.

Dem Restrisiko werden drei Störfälle zugeordnet, die ihre Ursache in Einwirkungen von Außen haben, zum Beispiel der Flugzeugabsturz. Das Eintreten dieser Störfälle wird für extrem unwahrscheinlich gehalten, weshalb keine Vorsorgemaßnahmen für notwendig erachtet werden. Es werden im BfS-Plan allerdings keine quantitativen Wahrscheinlichkeiten und auch keine Grenze für den Übergang zum Restrisiko angegeben. Die Richtigkeit der Schlußfolgerungen des BfS muß daher angezweifelt werden (vgl. Kap. 5.5).



Die im BfS-Plan vorgenommene Aufteilung der Störfälle ermöglicht insgesamt keine objektive Abschätzung der Auswirkungen und Auftretenswahrscheinlichkeiten, da die Lastannahmen zusammen mit den Kompensationsmöglichkeiten immer so festgelegt werden, daß eine Zuordnung in eine der Störfallkategorien möglich ist. Konservative Randbedingungen bleiben dabei z.T. außen vor. Deutlich wird das zum Beispiel an den mechanischen Behälterbelastungen und den Lastannahmen zum untertägigen Brand (siehe Kap. 5.2 und 5.4 dieses Gutachtens).

Die im BfS-Plan vorgelegte Störfallanalyse ist in weiten Bereichen deckungsgleich mit dem PTB-Plan. Die bereits in [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a] benannten Schwachstellen der Störfallanalyse des PTB-Planes wurden im BfS-Plan nur teilweise ausgeräumt, so daß die bekannten Probleme im Wesentlichen nach wie vor bestehen. Zusätzlich kann eine Reihe weiterer Schwachstellen benannt werden, z.B.:

- Im PTB-Plan war in der Nähe der Parkflächen für LKW eine Dieseltankstelle mit einem entsprechenden Tanklager vorgesehen. Im BfS-Plan ist diese zwar im Lageplan nicht mehr vorhanden, dafür aber nach wie vor in der Anlagenbeschreibung. Die zu erwartenden Störfallmöglichkeiten müssen demnach weiterhin beachtet werden.
- Es gibt keine neueren Angaben zum unterirdischen Heizöltank. Brände, die von diesem Heizöltank ausgehen und sich zu einem Großbrand entwickeln können, sind nicht näher untersucht worden.
- Verändert wurden gegenüber dem PTB-Plan lediglich die Gestaltung einiger Brandschutztüren (Feuerwiderstand) und die Benennung der Einsatzzeiten der Feuerwehr. Dies bedeutet keine bemerkenswerte Verbesserung hinsichtlich der Vermeidung von Störfällen.

## **5.2 Nicht oder nicht ausreichend berücksichtigte Störfälle über Tage**

(Zu den Einwendungen 5/3, 5/6, 5/7, 5/9 bis 5/11, 5/14, und 5/15)

In diesem Kapitel werden die Störfälle behandelt, die im BfS-Plan entweder überhaupt nicht identifiziert wurden oder die durch Auslegung vermieden werden sollen (Klasse 2).

### **5.2.1 Störfälle im Sonderbehandlungs- und Werkstattraum**

In diesen beiden Räumen können infolge der Vielzahl von Betriebsabläufen Brände entstehen. Für beide Räume sind dem BfS-Plan keine Aussagen zu maximalen Brandlasten zu entnehmen. Laut Kapitel 3.2 des BfS-Plans können aber brennbare Stoffe vorhanden sein. Tritt ein Brand auf, während in diesen Bereichen defekte Abfallbehälter abgestellt sind, so kann es zu größeren Freisetzungsraten kommen, als infolge der vom BfS überschätzten Behälterintegrität angenommen. Es hätte eine Berücksichtigung bei der Störfallanalyse erfolgen müssen.

### **5.2.2 Brand eines oder mehrerer beladener Fahrzeuge**

Auf dem übertägigen Freigelände kann es mit oder ohne Fahrzeugkollisionen zu Fahrzeugbränden kommen. Zwar ist eine kurzfristige Brandbekämpfung in vielen Fällen möglich, es muß aber auch ein Brand berücksichtigt werden, der sich infolge ausgelaufenem Dieselmotorkraftstoffs sehr schnell ausweitet und in der ersten Brandphase nur schwer oder gar nicht zu löschen ist. Ein derartiger Brand könnte ebenfalls zum Behälterversagen und zur Aktivitätsfreisetzung führen.

Zwar werden Fahrzeugbrände innerhalb der übertägigen Gebäudebereiche im Rahmen der Störfallanalyse des BfS betrachtet, für auf Freiflächen abgestellte Fahrzeuge indes nicht. Auch ein Unfall mit Brandfolge innerhalb der Halleneinfahrten muß betrachtet werden, weil dadurch unter Umständen ein Schließen der Hallentore nicht mehr möglich ist.

### **5.2.3 Aufschieben von Waggons auf dem Puffergleis**

Der BfS-Plan läßt unberücksichtigt, daß durch administrative Maßnahmen allein ein Aufschieben von Waggons nicht verhindert werden kann. Ein entsprechender Unfall kann zu starken Beschädigungen der Behälter und damit zu hohen Freisetzungsfällen führen.

### **5.2.4 Absturz von Abfallbehältern auf eine Spitze oder Kante**

Im BfS-Plan wird zwar der Behälterabsturz aus 3 m Höhe auf eine ebene Fläche, nicht aber auf eine Spitze oder Kante betrachtet. Bei einem derartigen Absturz des Behälters muß zwar nicht von einem höheren Energieeintrag auf den Abfallbehälter insgesamt, dafür aber von einem lokal höheren Energieeintrag und daher von einem früheren Behälterversagen als beim flächigen Aufprall ausgegangen werden. Eine solche Belastung kann zu einem Loch oder einem Aufreißen des Behälters führen.

Es ist nicht zu sehen, wie durch Auslegungsmaßnahmen Spitzen oder Kanten ausgeschlossen werden. Möglich sind der Behälterabsturz auf die Kanten eines Transportwagens oder eines anderen Behälters, auf Spitzen oder Kanten von Instandhaltungsmaterialien etc.

### **5.2.5 Absturz eines Abfallbehälters in der Umladehalle mit Folgebrand**

Dieser Störfall wird im BfS-Plan zwar betrachtet, die Auswirkungen werden jedoch unterschätzt.

Bei der Handhabung von Abfallbehältern in der Umladehalle kommt es zu einem Behälterabsturz auf einen Lastkraftwagen. Der Behälter versagt; durch mechanische Zündfunken beim Aufprall sowie austretenden Dieselmotorkraftstoff entsteht ein Folgebrand.

Die angenommene Rückhaltung der Staubpartikel in der Umladehalle durch Ablagerung ist nicht mehr gegeben, da durch die Konvektionssäule eine Aufwirbelung erfolgt. Desweiteren muß vom



Abbrand in den Abfallbehältern vorhandener brennbarer Stoffe ausgegangen werden, so daß eine Aerosolausbreitung stattfindet.

Die in [BFS 1990] vorgenommene Modellierung der Freisetzung von störfallerzeugten Aerosolpartikeln in Umlade- und Pufferhalle beruht auf falschen Annahmen, infolge der Verbrennung werden die Partikel im Bereich 1 - 5 µm mit den Brandgasen in das obere Raumdrittel der jeweiligen Halle transportiert.

### **5.2.6 Störfälle durch Gasbildung in den Abfallbehältern**

Die sogenannten Blähfässer enthielten nach Untersuchungen Wasserstoffanteile von bis zu etwa 60 Litern [LAMMERTZ 1988]. Eine Explosionsgefahr innerhalb der Behälter wurde aufgrund der geringen Sauerstoffkonzentration (größtenteils kleiner 1 %) ausgeschlossen. Es ist jedoch nicht sicher, ob die Sauerstoffkonzentrationen in jedem Fall so niedrig sind. Unklar ist auch, welche Auswirkungen mögliche Beschädigungen der Fässer bei der Anlieferung nach sich ziehen.

Folgendes Szenario ist denkbar: Ein zur Anlieferung bereitstehendes Fahrzeug mit "Blähfässern" gerät auf dem Betriebsgelände in Brand. Das Abfallgebinde hält den thermischen Bedingungen nicht stand, und es kommt zu einer fast schlagartigen Freisetzung eines Gemisches von 60 l Wasserstoff und 20 l Stickstoff bei einem Druck von 4 bar. Auf Grund der plötzlichen Freisetzung kommt es sehr schnell zur Herausbildung eines lokalen Wasserstoff-Luft-Gemisches. Diese Gemische sind bekanntermaßen bei Konzentrationen des Wasserstoffes zwischen etwa 4 und 75 % zündfähig. Es kann also als gegeben vorausgesetzt werden, daß das in 80 %-iger Konzentration vorliegende Gasgemisch bei der Verdünnung zumindestens lokal den Explosionsbereich durchläuft. Der Umstand, daß das restliche Gas fast ausschließlich aus Stickstoff besteht, ist ohne großen Einfluß, da sich durch den letztendlich geringfügigen Zuwachs des Stickstoffanteils die Explosionsgrenzen nur geringfügig verengen.

Es muß auch davon ausgegangen werden, daß in der Zone des Auftretens dieses Gasgemisches Zündquellen vorhanden sind (z.B. heiße Flächen, elektrische Zündquellen, ein mit dem Auftreten des Unfalles aufgetretener Brand), die zur Zündung des Gemisches führen. Die Folge wird eine lokale Verpuffung sein, die unter Umständen zum Zerstören weiterer Behälter, zur Entzündung brennbarer Stoffe in der Umgebung und zu mechanischen Schäden an Betriebsanlagen beitragen kann. Das Auftreten eines derartigen Ereignisses ist vor allem auch deshalb nicht auszuschließen, weil zur Zündung eines solchen Gemisches nur eine Zündenergie von etwa 0,02 E-3 J notwendig ist [HÄHNEL 1981]. Derartige Werte sind bereits durch mechanische Funken erreichbar.

Desweiteren muß der Fall betrachtet werden, daß auf Grund eines kurzen Zeitraums zwischen Behälterbefüllung und Einlagerung die Gasbildung nicht festgestellt wird oder diese hauptsächlich erst nach der Einlagerung selbst erfolgt. In diesem Fall muß mit dem Auftreten der "Blähfässer" erst unter Tage gerechnet werden. Als Störfälle sind auch hier mögliche Verpuffungen als Folge von Unfällen mit mechanischer Beschädigung der Behälter einzubeziehen.

Bislang ebenfalls nicht berücksichtigt ist die Möglichkeit, daß starke Oxydatoren in Abfallgebinden zur Initiierung chemischer Reaktionen führen können. Zum Beispiel kann das Auftreten von Peroxiden oder Permanganaten in einem Abfallbehälter mit freiwerdenden Wasserstoff zu behälterbrandähnlichen Zuständen auch ohne Zutritt von Luftsauerstoff führen.

Ausgeschlossen werden kann dieses Störfallszenario nicht. Bei der Wiederaufarbeitung wird beispielsweise Kaliumpermanganat in nicht unbedeutenden Mengen verwendet. Damit kann es auch in den Abfällen aus den Wiederaufarbeitungsanlagen in größeren Mengen enthalten sein; zumal eine diesbezügliche Abfallkontrolle bzw. die Angabe dieses Stoffes und seine zulässige Höchstmenge nicht vorgesehen ist.

### **5.2.7 Explosion von Chemikalien**

Die Explosion von Chemikalien soll laut BfS-Plan durch eine entsprechende Minimierung dieser Stoffe in der Anlage vermieden werden. Eine Minimierung kann sicherlich zu einer Reduzierung der Explosionsgefahren beitragen. Eine Vermeidung bedarf jedoch der konkreten Mengengrenzung dieser Stoffe. Diese ist aber im BfS-Plan an keiner Stelle vorgesehen. Insofern kann von einer Vermeidung von Explosionen nicht ausgegangen werden.

### **5.2.8 Störfälle mit kontaminierten Wässern**

Störfälle mit kontaminierten Wässern werden im BfS-Plan überhaupt nicht betrachtet. Besonders relevant wären hier Störfallbetrachtungen außerhalb des Kontrollbereiches, da entsprechende Störfälle innerhalb des Kontrollbereiches unter Tage und wahrscheinlich auch über Tage relativ sicher beherrschbar wären. Auf dem Anlagengelände können zum Beispiel folgende Störfälle auftreten:

- Bruch der Zuleitung vom Schacht 2 zur Übergabestation für die Grubenwässer. Die Leitungslänge außerhalb des Kontrollbereiches beträgt mindestens 20 m. Dem BfS-Plan ist nicht zu entnehmen, ob die Leitung unter- oder überirdisch verläuft.
- Mechanische Belastung mit Integritätsverlust der Tankwagenbehälter beim Abtransport zur externen Konditionierung von kontaminierten Wässern.



### **5.3 Nicht oder nicht ausreichend berücksichtigte Störfälle unter Tage**

(Zu den Einwendungen 5/6, 5/9, 5/12 und 5/13)

#### **5.3.1 Brand in der Kontrollbereichswerkstatt**

Dieser Störfall wurde bislang nicht ausreichend berücksichtigt. Zwar befinden sich nach [BFS 1990] keine Abfallbehälter in der Kontrollbereichswerkstatt; ausgeschlossen werden kann es jedoch nicht. Desweiteren ist die Kontrollbereichswerkstatt als Abfallsammelstelle für untertägig anfallende Mischabfälle anzusehen. Ein Brand in diesem Bereich muß damit zwar keinen direkten Einfluß auf die Abfallbehälter haben, dafür aber auf die kontaminierten Mischabfälle aus der Einlagerung. Folgende Störfallszenarien sind möglich:

- Ein mit Abfallbehältern beladenes Transportfahrzeug wird beim Transportvorgang defekt. Es wird in die Kontrollbereichswerkstatt zur Reparatur geschleppt. Bei den Umlade- oder Instandsetzungsarbeiten kommt es zu einem Brand am Fahrzeug und nachfolgend in der gesamten Werkstatt infolge der nicht unerheblichen Brandlast. Dieses Szenario entspricht in weiten Teilen dem der postulierten thermischen Lastbedingungen (vgl. Kap. 5.4.2 dieses Gutachtens) unter der Voraussetzung, daß keine weiteren kontaminierten Mischabfälle im Werkstattbereich vorliegen.
- Im Werkstattraum können Mischabfälle in nicht bekannter Menge gesammelt sein. Der BfS-Plan enthält keine detaillierten Aussagen zum Umfang von anfallendem Mischabfall. Bei Instandhaltungsarbeiten, z.B. Schweißen, kann es zu einem Fahrzeug- und dann zu einem Werkstattbrand kommen. Die vorhandenen Feuerlöschanlagen sind nicht in der Lage, den Brand unter Kontrolle zu halten bzw. sind ausgefallen. Der überwiegende Teil (90 %) des in den Mischabfällen befindlichen Nuklidinventars kann mit den Brandgasen freigesetzt werden.

#### **5.3.2 Störfälle mit Dieselkraftstoff unter Tage**

Laut BfS-Plan soll die gleichzeitige Dieselbefüllung der Tanks und die Einlagerung radioaktiver Abfälle ausgeschlossen sein. In bestimmtem Umfang ist dies durch administrative Maßnahmen möglicherweise sicherzustellen, aber nicht völlig auszuschließen. Entsprechende Zwangsverriegelungen zum Ausschluß der Gleichzeitigkeit dieser beiden Abläufe sind nicht vorgesehen. Es gibt also keinen Grund, einen Brand in diesem Zusammenhang auszuschließen.

Desweiteren sind Leckagen an den Dieseltransportleitungen, insbesondere an den Armaturen, auf Dauer nicht auszuschließen. Die hieraus abzuleitenden Störfallmöglichkeiten werden im BfS-Plan nicht erwähnt.

### 5.3.3 Untertägige Kabelbrände

Im BfS-Plan wird davon ausgegangen, daß Kabelbrände keinen Einfluß auf das Störfallgeschehen im Schacht und unter Tage haben. Gerechtfertigt wird das unter anderem damit, daß im Bereich der Kabel keine nennenswerten Brandlasten vorhanden seien und die freigesetzte Energie zu gering für die Zündung brennbarer Stoffe sei. An keiner Stelle in [BFS 1990] finden sich jedoch Angaben über Art und Umfang der im Schacht und untertägig vorhandenen Kabel. Nicht berücksichtigt wurden folgende mögliche Störfallpfade:

- Brand eines Kabels in einer Transportstrecke, Entzündung der an der Grubenwand in diesem Bereich abgestellten Transportfahrzeuge;
- Aufprall eines Transportfahrzeuges auf die Grubenwand; Kurzschluß mit Folgebrand an den Kabeln und dem Fahrzeug;
- Kabelbrand bei der Schachtförderung, Ausbreitung des Kabelbrandes auf die sich im Förderkorb befindlichen Abfallbehälter.

Es muß davon ausgegangen werden, daß eine aus dem Kabelanteil resultierende brandrelevante Wärmebelastung von 100 bis 500 MJ/m in Transportstrecken, von über 500 MJ/m in exponierten Transportstrecken und von über 500 MJ/m im Schacht vorhanden ist. Die davon ausgehende Brandgefahr kann nicht vernachlässigt werden.

## 5.4 Lastannahmen

(Zu den Einwendungen 5/4, 5/5 und 5/16)

Im Folgenden sollen die den Auslegungstörfällen im BfS-Plan zugrundegelegten Lastannahmen einer kritischen Analyse unterzogen werden.

### 5.4.1 Mechanische Lastannahmen

Die mechanische Belastung der Abfallgebinde durch Störfälle kann in allen Bereichen höher sein, als in den Störfallanalysen des BfS angenommen. Die Möglichkeit des Aufpralls auf Spitzen oder Kanten wurde bereits in Kapitel 5.2.4 dieses Gutachtens behandelt.

Im übertägigen Bereich geht das BfS bei den Lastannahmen für einen Absturz von maximal 3 m Höhe aus. Diese Annahme ist nicht konservativ, da in anderen Veröffentlichungen eine Höhe von 3,5 m als möglich angesehen wird [DBE 1984, GRUPPE ÖKOLOGIE 1983].

Im BfS-Plan wird von einer untertägigen Maximalgeschwindigkeit der Fahrzeuge von 4 m/s ausgegangen. Diese Maximalgeschwindigkeit ist nicht durch konkrete technische Begrenzung an den Fahrzeugen untersetzt. So muß damit gerechnet werden, daß die vorgegebene Geschwindigkeit nicht zwingend eingehalten wird, da z.B. Leerfahrten mit 6 m/s zulässig und höhere Geschwindigkeiten möglich sind. Berücksichtigt werden muß auch, daß bislang in Schacht Konrad eine Geschwindigkeit von 35 km/h (ca. 10 m/s) zulässig ist. Es kann zwar angenommen werden,



daß die neuen Maximalgeschwindigkeiten überwiegend eingehalten werden, unter besonderen Bedingungen und in Ausnahmefällen, die dann sehr oft zu Unfällen führen, kann es aber immer wieder zu Überschreitungen der vorgegebenen Geschwindigkeit kommen.

Bei konservativer Vorgehensweise muß zur Ermittlung der Lastannahmen von deutlich höheren Geschwindigkeiten ausgegangen werden. Zusätzlich ist die Möglichkeit eines Zusammenstoßes zweier Fahrzeuge zu berücksichtigen. Dann können Relativgeschwindigkeiten zwischen 8 und 20 m/s auftreten. Die dabei auftretenden Belastungen liegen über denen, die in den Anforderungen für die Behälter genannt werden (siehe Kap. 3.2.3.2 dieses Gutachtens).

Solche Unfälle sollen durch Installation von Lichtsignalanlagen ausgeschlossen werden. Diese Anlagen sind jedoch in bestimmtem Umfang störanfällig, so daß konservativ von ihnen kein Kredit genommen werden kann.

Darüberhinaus muß davon ausgegangen werden, daß die Auswirkungen erheblich größer als angenommen sein können, z.B. infolge der nicht konservativ angesetzten Geschwindigkeitsannahmen. Die im BfS-Plan angenommen Freisetzungsanteile müssen auf Grund dessen als zu niedrig eingeschätzt werden.

#### **5.4.2 Thermische Lastannahmen**

Um reale thermische Lastbedingungen festzulegen, wäre zu prüfen, welche Stoffe zu einem Brand führen können und wie sie an einem solchen beteiligt wären.

In den Planunterlagen wird ein Lastfall für die Auslegung von Störfällen der Klasse 1 angegeben, der auf einem angenommenen Temperaturverlauf beruht. Dieser Temperaturverlauf zeichnet sich nach kurzem Anstieg durch eine konstante Temperatur von 800° C aus. Diese Lastbedingungen sollen nach [BFS 1990] alle untertägig möglichen thermischen Lastfälle infolge Brand abdecken.

Die zugrundegelegte Lastannahme resultiert offensichtlich aus den Richtlinien der IAEA für den Transport von radioaktiven Stoffen [IAEA 1990]. Die dort angegebenen Lastbedingungen für Transportbehälter (800°C über 30 Minuten) gelten für den Transport außerhalb von geschlossenen Werksgeländen. Eine Übertragung der Lastbedingungen ist, wenn überhaupt, nur für den übertägigen Verkehrsraum des Endlagers berechtigt. Die Annahmen von [IAEA 1990] sind jedoch auch grundsätzlich in Zweifel zu stellen, vgl. [FRY 1989, BUCK 1985, DAVIS 1987, GRUPPE ÖKOLOGIE 1990, GILL 1983]. Für Gebäude und untertägige Bereiche sind die Lastannahmen nicht anwendbar. Auch eine Ausdehnung der Zeit der thermischen Belastung von 30 auf 60 Minuten deckt nicht die bei einem Brand in einem Gebäude auftretenden Temperaturverhältnisse ab, da irreversible Veränderungen an den Behältern nicht durch eine längere Branddauer an einem intakt gebliebenen Behälter kompensiert werden können.

Der Brand von austretendem Dieseldieselkraftstoff infolge einer Kollision oder eines Unfalls mit nachfolgendem Reifenbrand kann dabei als realistisch angesehen werden. Diesel ist zwar als relativ

schwer entzündbar einzuschätzen; wenn es jedoch zum Brand kommt, muß mit erheblichen Wärmefreisetzungen gerechnet werden, die auch zur Entzündung weiterer Stoffe führen können. Für einen Dieselbrand wären folgende sicherheitstechnische Kennzahlen relevant [HÄHNEL 1981]:

Sicherheitstechnische Kennzahl	Wert für Diesel
HEIZWERT:	42 MJ/kg
ABBRANDGESCHWINDIGKEIT:	1.1 kgm <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup>
ZÜNDTEMPERATUR:	ca. 250°C
FLAMMENTEMPÉRATUR:	ca. 1100°C
FLAMMPUNKT:	ca. 58°C
DICHTE:	0.82 - 0.86 g/cm <sup>3</sup>

Zu beachten ist ferner, daß die eigentliche thermische Beanspruchung aus der Flammentemperatur resultiert.

Wesentlich ist, daß die Flammentemperaturen beim Brand von Flüssigkeiten bereits kurze Zeit nach dem Brandbeginn erreicht werden, während bei Feststoffbränden ein relativ langsames Anlaufen der Verbrennungsreaktionen üblich ist. Beim Brand von Dieseldieselkraftstoff ist deshalb bereits nach sehr kurzer Zeit mit Flammentemperaturen von über 1000° C zu rechnen.

Die Flammentemperatur eines Dieselbrandes kann auch überschlägig nach [HAMBERGER 1991] berechnet werden:

$$T_{\text{Flamme}} = [2,388 * M * H_u / (0,5 * C + 0,1 * H)] + 273$$

M = molare Masse in g/mol

H<sub>u</sub> = unterer Heizwert in MJ/kg

C = Zahl der Kohlenstoffatome

H = Zahl der Wasserstoffatome

Als Durchschnittswert für Diesel wird Dekan angesetzt, die Rechnungen für andere Alkane ergeben kaum andere Werte. Der Heizwert von 40 MJ/kg ist dabei eher noch zu niedrig angesetzt. Damit ergibt sich die Flammentemperatur zu

$$T = [2,388 * 142 * 40 / (5 + 2,2)] + 273$$

$$T = 2157 \text{ K}$$

Der tatsächliche Wert der Flammentemperatur liegt bei etwa 2/3 des theoretischen Wertes, also bei 1165° C. Auch wenn diese Berechnung eher orientierenden Charakter hat, wird deutlich, daß Flammentemperaturen von weit über 1000° C anzusetzen sind.

Es muß desweiteren von einer Leckagemenge von etwa 700 l Diesel ausgegangen werden, beim Zusammenstoß von zwei Fahrzeugen und nachfolgendem Brand sogar mit 1400 l. Nicht berücksichtig-



sichtigt ist dabei, daß es nach einer bestimmten Zeit, maximal 2 Minuten, zur Entzündung der Fahrzeugreifen kommt und sich dies noch verstärkend auf einen steilen Temperaturanstieg auswirkt.

In Anbetracht möglicher Unebenheiten im Fußboden kann davon ausgegangen werden, daß die Brandfläche etwa zwischen 5 und 20 m<sup>2</sup> betragen wird. Die weiteren Untersuchungen werden diese Annahmen im Folgenden als ausreichend konservativ bestätigen. Entsprechend der getroffenen Annahmen ist von einem Wärmestrom in der Größe von 2300 bis 9500 MJ/min auszugehen, das entspricht etwa 40 bis 150 MW. Bei derartigen Wärmefreisetzungen aus einer Flüssigkeitslache ist auch ein erhebliches Anwachsen der Flammenhöhen auf ca. 2 bis 3 m festzustellen (berechnet nach [COX 1980] bzw. [BEYLER 1986]), so daß auch die Wahrscheinlichkeit der thermischen Beanspruchung der Abfallgebinde durch die direkte Flammenzone gegeben ist. Die Brandzeit würde bei einem derartigen Szenario etwa 55 Minuten betragen, wobei auch das andere Szenario - kleinere Brandfläche, geringerer Wärmestrom und dafür längere Brandzeit - nicht von vornherein ausgeschlossen werden kann. Dies würde dann zu entsprechend längeren thermischen Belastungen führen.

Die bisherigen Aussagen haben sich auf den Brand von Dieselmotoren bezogen. Alle Aussagen zur thermischen Belastung im BfS-Plan beziehen sich aber auf thermische Bedingungen, die beim Brand von Heizöl entstehen. Nicht beachtet wurde dort, daß relevante sicherheitstechnische Kennzahlen, wie Heizwert, Abbrandgeschwindigkeit und Flammentemperatur, bei Heizöl erheblich unter denen des Dieselmotors oder des Gummi der Fahrzeugreifen liegen, also nicht konservativ sind.

Im Folgenden wird als Beispiel ein realer, aber immer noch nicht konservativer untertägiger Fahrzeugbrand dargestellt zum Nachweis, daß die Lastannahmen des BfS auf jeden Fall nicht ausreichend konservativ sind:

Infolge einer Kollision zweier Transportfahrzeuge, deren Fahrtgeschwindigkeit jeweils 4 m/s beträgt, kommt es zu einem Brand an einem der beiden Fahrzeuge. Ausgelaufener Dieselmotor entzündet sich. Es bildet sich eine brennende Lache von ca. 5 m Durchmesser. Im Folgenden wird angenommen, daß 90 % des Tankvolumens des Fahrzeuges abbrennen und nach einigen Minuten die Reifen der Fahrzeuge auch in Brand geraten. Die Behälter mit radioaktivem Abfall sind bei der Kollision vom Transportfahrzeug gestürzt und befinden sich direkt im Bereich der brennenden Lache.

Zur brennenden Lache sind folgende Werte berechenbar:

Es verbrennen je Minute 5,5 kg Diesel, das sind ca. 6 l. Bei einer ausgelaufenen Menge von 600 Litern würde der Lachenbrand etwa 100 Minuten andauern, wenn keine weiteren Brandstoffe vorhanden wären. Da jedoch eine Entzündung der Fahrzeugreifen mit Sicherheit anzunehmen ist, kann sich die Dauer des Brandes eher noch vergrößern. Innerhalb der Lache werden pro Minute etwa 235 MJ Wärme frei, entsprechend etwa 4 MW.

Die Flammenhöhe kann mit Hilfe der von [COX 1980] bzw. [BEYLER 1986] vorgeschlagenen Berechnungsmethoden überschlägig berechnet werden, woraus sich ein Wert von etwa 4,5 m ergibt.

Innerhalb der Flammenzone ist von einer poolartigen Verbrennung mit einer FROUDE-Zahl von etwa 0,01 auszugehen. Es ergibt sich eine Flammentemperatur bei Vernachlässigung von äußeren und geometrischen Einflüssen des Brandortes von mindestens 950 bis 980°C in der Flammenzentrallinie. Außerhalb dieser direkten Flammenzone kann mit Temperaturen, die um durchschnittlich ca. 100°C niedriger liegen, gerechnet werden.

Es kann davon ausgegangen werden, daß die angenommenen Lastbedingung bei einem Brand von Heizöl in einer Brandwanne (vgl. [WÜRTINGER 1989, KLUGER 1980]) für einen nach oben offenen Raum realistisch sind. Ein großer Teil der beim Brand in der Entstehungsphase freigesetzten Wärme wird dabei als Konvektionswärme keine weitere thermische Belastung der Abfallgebäude und des Raumes, in dem sich der Brand abspielt, mehr bewirken. In der Umladehalle, der Pufferhalle, in den Nebenräumen und den untertägigen Anlagen wird das anders sein. Die freigesetzten Brandgase verbleiben vorerst im Raum, bilden eine Heißgasschicht und bewirken abhängig von der Raumgröße und der Raumhöhe eine weitere Aufheizung des Raumes. Es tritt der bekannte Wärmestau ein. Dieser Wärmestau bewirkt eine zusätzliche Aufheizung der Raumluft und einen früheren Pyrolysebeginn der vorhandenen brennbaren Stoffe. Insbesondere in den untertägigen Anlagen mit Raumquerschnittsflächen von etwa 40 Quadratmetern ist dieses sogenannte Feedback des Wärmestaus auf die weitere Verbrennung gegeben, so daß die Abfallbehälter in den ober- und untertägigen Bauwerken wesentlich höheren Temperaturen ausgesetzt werden, als das bei einem Fahrzeugbrand im Freien der Fall ist. Dementsprechend wird in [GRS 1991] auch angemerkt: "Lediglich in geschlossenen Räumen mit ungünstiger Wärmestrahlungsgeometrie können sich höhere Temperaturen ergeben, jedoch sind auch diese durch abdeckende Annahmen bei der Wärmeübertragungsrechnung abgedeckt ...". An dieser Stelle wird der Kardinalfehler der von GRS und BfS vertretenen Sicherheitsphilosophie bezüglich der thermischen Lastannahmen deutlich:

Die als konservativ bezeichneten Abschätzungen beziehen sich immer nur auf das Temperaturverhalten der sich in den Behältern befindlichen Abfälle, vorausgesetzt, die Stabilität der Behälter bleibt bestehen. Bei der Festlegung der Lastbedingungen wird zum Beispiel von den Versuchen von [JOHNSON 1985] ausgegangen. Für diese Versuche wurde als Brandstoff wiederum Heizöl verwendet, weiterhin liegen auch hier keine Aussagen über Abstände zu den Flammen und andere Basisinformationen vor. Die gemessenen Werte (um 500° C) lassen eher darauf schließen, daß die Fässer den thermischen Belastungen nur teilweise ausgesetzt waren. Zum anderen wurden auch diese Versuche, auf denen offensichtlich die gesamte 800° C -Theorie aufbaut, im Freien und zur Bestimmung der Temperaturverhältnisse im Innern der Behälter durchgeführt.

Nicht berücksichtigt wird aber (auch ebenda), daß es infolge zu niedrig angesetzter Temperaturen an der Behälteraußenwand zu Stabilitätseinbußen der Behälter selbst kommen kann. Als Mittelwert einer allseitigen Temperaturbeanspruchung kann der Wert 800° C sicher in vielen Fällen seine Berechtigung haben. Insbesondere läßt sich damit recht gut vereinfacht der Wärmeübergang in den Behälter berechnen.



Mit der Realität eines Brandes hat das jedoch kaum etwas zu tun. So können allseitig um den Behälter verteilt sehr unterschiedliche Temperaturen vorherrschen. Die Maximaltemperaturen können dabei, wie bereits festgestellt, weit über 800° C liegen. Insbesondere bei Betonbehältern ist dann durch die schlechte Wärmeleitung auch nicht von einem Temperatúrausgleich im Behältermaterial auszugehen. Die Zugrundelegung eines Mittelwertes von 800° C kann dann keinesfalls als "konservative Annahme" für die thermische Last bezeichnet werden. In Abb. 5-1 sind die thermischen Lastannahmen des PTB- und BfS-Plans verschiedenen bekannten Temperatur-Zeit-Verläufen, gemessenen Temperaturverläufen bei Reifen und Kautschukbränden sowie den zugrundegelegten Versuchen und Berechnungen gegenübergestellt. Auch hieraus ist ersichtlich, daß die thermischen Lastannahmen in keiner Weise als konservativ gelten können.

Es ist fernerhin zu beachten, daß im Bereich der Einlagerungskammern bzw. Transportstrecken eine Sonderbewetterung mittels Lutten vorhanden sein kann. Diese Lutten sind im Falle eines Fahrzeugbrandes ebenfalls in die Szenarien der Brandausbreitung einzubeziehen. Pro Meter Luttenlänge mit ca. 100 kg Gummi ist damit eine zusätzliche Wärmebelastung von 860 MJ möglich. Diese möglicherweise zusätzliche Wärmebelastung wurde bislang immer bestritten, da sich im Einlagerungsbereich und auf den Transportstrecken keine nennenswerten Brandlasten befinden sollen. Es ist zu beachten, daß bei einem Dieselbrand die Temperaturverhältnisse zur Entzündung der Lutten ausreichend sind.

Die Bauartprüfungen der Abfallbehälter werden im übrigen auch nicht in geschlossenen Räumen vollzogen. Ein entsprechender Prüfstand befindet sich auf einem Freigelände, so daß zwar die thermischen Lastbedingungen nach [IAEA 1990] eingehalten, nicht aber realistische Brandbedingungen von Abfallbehältern in Räumen nachgebildet werden können.

Es muß angenommen werden, daß bei Bränden in großen Räumen Temperaturen an den Abfallbehältern von bis zu 1100° C auftreten. In untertägigen Anlagen kann es je nach Geometrie des Grubenganges durchaus zu Temperaturen von mehr als 1200° C an den Abfallbehältern kommen.

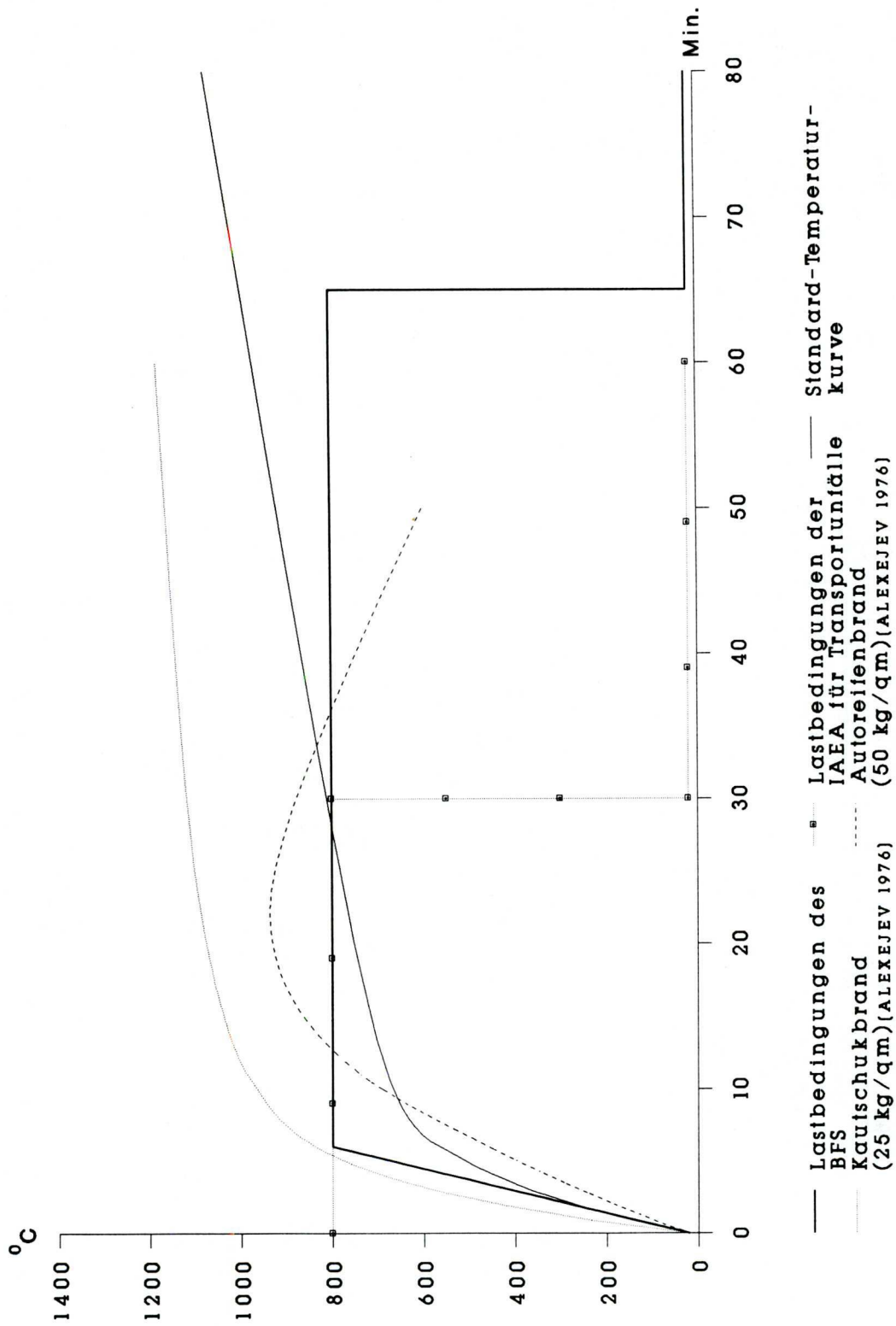


Abb. 5-1: Vergleich der thermischen Lastbedingungen mit anderen Temperatur-Zeit-Verläufen



Auf Grund der in der Flammenzone erreichbaren Temperaturen muß mit einem Bersten der Stahl- oder Betonbehälter gerechnet werden. Es kann dabei nicht von einer ausreichenden Rückhaltung der brennbaren radioaktiven Abfälle ausgegangen werden. Es ist eher wahrscheinlich, daß die vorhandenen brennbaren Stoffe, zum Beispiel das Bitumen, an der weiteren Verbrennung zumindest teilnehmen und einen eigenen zusätzlichen Anteil zur weiteren thermischen Belastung liefern werden. In diesen Fällen muß sogar von der vollständigen Freisetzung des Radionuklidinventars ausgegangen werden. Bei einem übertägigen Brand an einem Transportfahrzeug wäre das gesamte Nuklidinventar der Ladung des Transportfahrzeuges bzw. der zusammenstehenden Fahrzeuge. Bei einem untertägigen Brand an Abfallgebinden wäre das gesamte Nuklidinventar der sich im Brandbereich befindenden Gebindeeinheiten. Im ungünstigsten Fall können das sogar alle Gebinde einer Einlagerungskammer sein. Diese Argumentation zeigt, daß im Störfall nicht von einer ausreichenden Rückhaltung des Nuklidinventars durch die Abfallverpackungen ausgegangen werden kann.

In [BFS 1990] wurde angenommen, daß die zu verwendenden Abfallbehälter den thermischen Lastbedingungen standhalten bzw. nur eine sehr geringe Menge an Radionukliden im Brandfall entweichen lassen. Diese Annahme fußt auf den Brandversuchen, die mit Heizöl im Freien durchgeführt wurden. Da jedoch infolge der richtiggestellten Lastannahmen von Temperaturen über 1000° C infolge der Verbrennung des Dieselmotorkraftstoffs bzw. der Bereifung ausgegangen werden muß, ist das vorausgesetzte Stabilitätsverhalten der Abfallbehälter nicht mehr relevant. So muß davon ausgegangen werden, daß die sich im Temperaturbereich von 800 bis 1000° C verändernden Beton- und Stahleigenschaften zu einem Stabilitätsverlust oder gar einem Auseinanderbrechen führen. Eine genaue Berechnung dieser kritischen Betontemperatur (Bruchtemperatur unter instationärer Wärmebeanspruchung bei der Erwärmung einachsiger belasteter Betonproben) ist infolge der fehlenden oder unkonkreten Materialangaben nicht möglich. Aber gerade bei einem Temperaturanstieg von über 200° C in der ersten Brandphase muß mit erheblichen Beanspruchungen des Betons gerechnet werden.

### 5.5 EVA-Störfälle

(Zu den Einwendungen 5/8 und 5/14)

Stör- bzw. Unfälle, die durch Einwirkungen von Außen (EVA) hervorgerufen werden, sind im BfS-Plan unterschiedlich kategorisiert. Durch Erdbeben, Hochwasser, äußere Brände, Blitzschlag, Wind, Eis und Schnee verursachte Störfälle sind in die Störfallklasse 2 eingeordnet, die durch Auslegungsmaßnahmen der Anlage vermieden werden sollen. Flugzeugabstürze, äußere Einwirkungen gefährlicher Stoffe und Druckwellen aus chemischen Reaktionen werden dem Restrisiko zugeordnet. Überhaupt nicht im BfS-Plan berücksichtigt werden Einwirkungen von Außen, die gezielt durch Menschen verursacht werden. Zur ersten Gruppe sollen in diesem Rahmen keine weiteren Ausführungen gemacht werden. Ausführlicher betrachtet werden die beiden anderen Gruppen.

Grundlegende Aussagen zu den möglichen Flugbewegungen am Standort sind in Kapitel 1.2 dieses Gutachtens zu finden. Mögliche Risiken bestehen durch:

- Absturz von Militärmaschinen (auch im Tiefflug),
- Absturz von Verkehrsmaschinen,
- Absturz von Sportflugzeugen bei Start oder Landung auf dem Verkehrslandeplatz Salzgitter-Drütte und
- Absturz von Hubschraubern, die auf dem Schachtgelände landen wollen.

Die Wahrscheinlichkeit für den Absturz eines Militärflugzeuges wird in der Bundesrepublik (alte Bundesländer) im allgemeinen entsprechend den Ergebnissen der "Deutschen Risikostudie - Kernkraftwerke" mit 1 E-10 pro Jahr und Quadratmeter angenommen [GRS 1979]. Wenn nur die Fläche der Anlage des Schachtes 2 berücksichtigt wird, liegt die Absturzwahrscheinlichkeit für Militärmaschinen mit ca. 5,3 E-6 pro Jahr bereits oberhalb der Grenze von 1 E-6, die allgemein für die Einordnung ins Restrisiko gezogen wird. Die Wahrscheinlichkeit kann sich weiter erhöhen, wenn zusätzlich berücksichtigt wird, daß der Absturz außerhalb des Geländes stattfindet und das Flugzeug horizontal bodennah in das Anlagengelände eindringt bzw. wenn die Gegend um den Standort von überdurchschnittlich vielen Militärflügen betroffen wäre.

Ein Absturz von Verkehrsmaschinen wäre möglich bei Überfliegen des Standortes innerhalb eines vorgeschriebenen Luftkorridores oder beim An- bzw. Abflug zum Flugplatz Braunschweig-Waggum. Im BfS-Plan sind hierzu keine Angaben zu finden, daher kann die Wahrscheinlichkeit hier nicht näher betrachtet werden.

Im Rahmen des Flugverkehrs des Sportfliegerclubs kommen in Salzgitter-Drütte bereits heute Maschinen mit einer Masse bis zu 12 t zum Einsatz. Da der Verkehrslandeplatz ausgebaut werden soll, ist in Zukunft auch mit schwereren Maschinen zu rechnen. Infolge der Nähe der Start- und Landebahn zur Schachtanlage 2 (ca. 2 km) ist selbst bei einer Verschwenkung der Bahn in eine andere Richtung (im Moment zeigt sie fast genau auf die Schachtanlage) ein Absturz auf die übertägigen Bauwerke oder ein abgestelltes beladenes Transportfahrzeug möglich. Es wären im BfS-Plan Aussagen zu erwarten gewesen, wie groß das Risiko eines Absturzes ist.

Das BfS plant auf dem Gelände von Schacht 2 einen Hubschrauberlandeplatz. Dies ist jedoch nur einem Lageplan (BfS-Plan, Anlage 3.2.4.1.1/2) zu den Tagesanlagen zu entnehmen. In den Kapiteln des BfS-Planes werden weder über diesen Sachverhalt, noch über den Zweck irgendwelche Aussagen gemacht. Angesichts des Unfallrisikos ist dies ein unverantwortliches Vorgehen des BfS. An den vorgesehenen Landeplatz grenzen unmittelbar die Abstellplätze für beladene LKW. In unmittelbarer Nähe befinden sich die Pufferhalle, in der Abfallgebinde zwischengelagert werden, und der Gleiskörper, auf dem beladene Waggons rangiert und abgestellt werden. Unter diesen Voraussetzungen hätte die Störfallanalyse den Störfall Hubschrauberabsturz enthalten müssen.

Im BfS-Plan wird unterstellt, daß auch andere Ereignisse von Außen, wie Druckwellen durch Explosionen, Einwirkungen havariebedingter gefährlicher Stoffe dem Restrisiko zugeordnet werden, also keine Maßnahmen zur Risikominimierung erforderlich sind. Abgesehen vom Ereignis Flug-



zeugabsturz, das bereits betrachtet wurde, müssen unter anderem folgende Ereignisse berücksichtigt werden:

- Explosion eines Tankfahrzeuges oder eines Kesselwagens mit brennbaren Flüssigkeiten oder Flüssiggas in unmittelbarer Nachbarschaft des Betriebsgeländes,
- Explosion eines Tankbehälters auf einem benachbarten Betriebsgelände,
- Brandstiftung innerhalb oder außerhalb des Betriebsgeländes.

Die Explosion eines Tank- oder Kesselwagens ist in einer Entfernung von ca. 20 m vom Betriebsgelände auf den Durchfahrts- oder Abstellgleisen möglich. Eine derartige Explosion kann zum Beispiel durch eine Kollision von Waggons oder durch Überdruckaufbau eintreten und ist durch betriebliche Maßnahmen des Endlagerbetreibers nicht vermeidbar, da sie außerhalb des Betriebsgeländes erfolgt.

Angenommen wird das Ausströmen von ca. 20 t Flüssiggas in der direkten Umgebung des Endlagers. Die von dieser Explosion ausgehende Druckwelle ist ausreichend, zumindestens die Transportfahrzeuge auf den Abstellflächen zu beschädigen oder in Brand zu setzen.

Es ist ebenfalls nicht nachzuvollziehen, wie zum Beispiel die Ansiedlung eines neuen oder umgestellten Chemiebetriebes mit entsprechenden risikobehafteten Anlagen auf dem betreffenden Industriegelände der Stadt Salzgitter (heranrückende Bebauung) zukünftig ausgeschlossen werden kann.

Wahrscheinlich ist, daß die Gleisanbindung von Industrieanlagen auf der Fläche der jetzigen Kokerei, des Gasbetonwerkes oder der Umgebung dieser Anlagen über einen Gleisanschluß erfolgt, der direkt an der Schachanlage Konrad vorbeiführt. Da perspektivisch keine oder kaum Einspruchsrechte des Betreibers des Endlagers gegen eine bestimmte Nutzung des vorhandenen Gleisanschlusses geltend gemacht werden können, darf auch eine Tank- oder Kesselwagenexplosion als zu betrachtendes Ereignis nicht ausgeschlossen werden.

Die Auswirkungen eines derartigen Ereignisses können Beschädigungen der übertägigen Anlagen oder abgestellter Fahrzeuge, die mit radioaktiven Abfällen beladen sind, sein.

Generell dürfen die Gefahren, die sich aus einer möglicherweise heranrückenden Bebauung unter Beachtung der bereits vorhandenen Industriestruktur und der Lage des geplanten Endlagers dazu ergeben, bei den Störfallanalysen nicht unberücksichtigt bleiben.

Äußere Einwirkungen sollen laut BfS-Plan durch entsprechende administrative Maßnahmen vermieden werden. Trotz des heutigen hohen Standards der technischen Schadensvorsorge ist die Zahl der Brandstiftungen steigend. Die Ursachen sind vielfältig, zum Beispiel: Erpressung, persönliche Rache, Versicherungsbetrug und Pyromanie oder Geisteskrankheit.

Generell ist davon auszugehen, daß die betrieblichen Brandschutzmaßnahmen Brandstiftungen oder deren Folgen nicht vollständig unterbinden können. Das bedeutet: Es wird immer Möglichkeiten für Brandstiftung geben, die über den Auslegungsbereich der vorgesehenen Brand-

schutzmaßnahmen hinausgehen. Insbesondere der konventionelle vorbeugende Brandschutz geht nur von einer bedingten Berücksichtigung der Ursache Brandstiftung aus. Die Folgen dieser fehlenden Berücksichtigung können sein:

- verspätete Brandmeldung durch Außerbetriebsetzung von Brandmeldeanlagen,
- nicht ausreichende Löschwasserversorgung infolge mehrerer gleichzeitiger Brandstellen,
- unzureichende Wirksamkeit der Sprühwasserlöschanlagen, wenn zu viele Brandabschnitte gleichzeitig betroffen sind,
- nicht ausreichende Kräfte und Mittel der Feuerwehr in der ersten Brandphase.

Selbst bei weitergehenden Sicherungsmaßnahmen können Sabotage, Brandstiftung oder andere Akte von organisiert operierenden Interessierten nicht ausgeschlossen werden. Eine Bewertung dieser zusätzlichen Störfallmöglichkeiten sollte davon ausgehen, daß eine Brandstiftung in mindestens 10 % der Fälle "erfolgreich" im Sinne des Brandstifters verlaufen wird, selbst bei einem sehr hohen Aufwand an administrativen Maßnahmen. Eine Zuordnung der Kategorie Brandstiftung zum vernachlässigbaren Restsisiko ist deshalb nicht vertretbar.

### 5.6 Strahlenbelastung bei Störfällen

(Zu den Einwendungen 5/17 bis 5/19)

Im BfS-Plan werden - wie schon im PTB-Plan - im Rahmen der Störfallanalyse für drei als radiologisch repräsentativ angesehene Störfälle die Auswirkungen berechnet und daraus durch Vergleich mit den Störfallgrenzwerten der Strahlenschutzverordnung zulässige Aktivitätsgrenzwerte für einzelne Radionuklide in den Abfallgebinden festgelegt. Die Berechnung der Strahlenbelastung erfolgt gemäß den Störfallberechnungsgrundlagen [BMI 1983] unter Berücksichtigung von Modifikationen, die sich nach der AVV [BMU 1990] ergeben. Diese Vorgehensweise ist sowohl vom Ansatz her als auch im Detail zu kritisieren. Darüberhinaus sind die Darstellungen des BfS-Planes zu diesem Themenbereich ausgesprochen undurchsichtig, nicht dokumentiert und nicht überprüfbar. So wird beispielsweise nicht einmal angegeben, wie weit die Störfallgrenzwerte durch diese Vorgehensweise ausgeschöpft werden. Eine Beurteilung ist somit von vornherein vereitelt.

Die grundsätzliche Kritik betrifft im wesentlichen die drei folgenden Bereiche:

- Die methodische Vorgehensweise zur Ermittlung zulässiger Nuklidgehalte in den Abfallgebinden läßt jeglichen Ansatz einer Strahlenminimierung vermissen. Indem die zulässigen Aktivitätsgrenzwerte für Radionuklide in Abfällen so festgelegt werden, daß bei Störfällen die nach § 28 Absatz 2 StrlSchV höchstzulässigen Grenzwerte ausgeschöpft werden können, wird gleichzeitig das sog. Minimierungsgebot des § 28 Absatz 1 StrlSchV verletzt, demzufolge "jede Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles auch unterhalb der ... festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten" ist. [STRLSCHV 1989]



- Es wird im BfS-Plan nicht nachgewiesen, daß die drei zugrunde gelegten Störfälle hinsichtlich ihrer radiologischen Auswirkungen repräsentativ und abdeckend sind. Tatsächlich muß - wie weiter oben aufgezeigt - eine Reihe von Störfällen der Klasse 2 als nicht vermeidbar angesehen werden; außerdem müssen weitere Störfälle berücksichtigt werden. Damit sind Störfälle möglich, die zu weitaus größeren Freisetzungen und damit zu einer Überschreitung der Störfallgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung führen können.
- Die Festlegung der zulässigen Aktivitätsgrenzwerte für Radionuklide in Abfällen ist direkt verknüpft mit der Berechnung der atmosphärischen Ausbreitung und Ablagerung von radioaktiven Stoffen nach einem Störfall: Je "günstiger" die atmosphärische Verdünnung angenommen wird, umso höher können die Aktivitätsgrenzwerte festgesetzt werden.

Obwohl die Störfallberechnungsgrundlagen [BMI 1983] für die störfallbedingte Freisetzung von Radionukliden aus Kernkraftwerken gelten, wurden sie praktisch ohne Diskussion auf die Verhältnisse bei der Freisetzung von Radionukliden aus defekten Abfallbinden angewendet. Weiterhin fehlt im BfS-Plan eine Bewertung, ob und in welchem Ausmaß die standortspezifischen Besonderheiten und Umstände zu einer geänderten Wahl von Ausbreitungsmodell und Parametern hätten Anlaß geben müssen. Durch das Vorgehen der Antragstellerin wird damit die Strahlenexposition bei Störfällen im geplanten Endlager nicht belastbar und nicht konservativ abgeschätzt (vergl. Kapitel 1.2 dieses Gutachtens).

Als Ergebnis bleibt festzuhalten, daß durch den vorgelegten Plan nicht nachgewiesen ist, daß die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist.

Daneben weist Kapitel 3.5.2.1.4 des BfS-Planes eine Reihe weiterer Mängel auf. Dazu gehören, daß die zur Berechnung verwendeten Parameter unzureichend dokumentiert und teilweise nicht konservativ gewählt sind, wie die folgenden Beispiele zeigen.

- Die Auswirkungen eines Störfalles hängen wesentlich von der Annahme über die Höhe der Ablagerungsgeschwindigkeit  $v_g$  ab. In Tab. 3.5.2.1.4/1 des BfS-Planes werden Werte für die Ablagerungsgeschwindigkeit von Aerosolen ohne Kommentar, Diskussion oder Zitat angegeben. Selbst die TA-Luft verwendet für Aerosole mit einem Partikeldurchmesser von 5-10  $\mu\text{m}$  einen um den Faktor 3 höheren Wert und für Aerosole im Partikelgrößenbereich von 10-20  $\mu\text{m}$  einen um den Faktor 5 höheren Wert [TAL 1986].
- Nach [BMI 1983] ist für die Ablagerungsgeschwindigkeit von elementarem Jod ein Wert von 0,01 m/s anzusetzen. Dieser Wert ist um mindestens einen Faktor 2 zu niedrig [HEINEMANN 1980]. So wurde beispielsweise von den behördlichen Gutachtern für die ehemals geplante Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf ein Wert für  $v_g$  von 0,02 m/s angesetzt [ARGE 1985].

- Die Störfallauswirkungen hängen ebenso wesentlich von der Parameterwahl für die nasse Ablagerung ab. Die Annahmen des BfS-Planes zur Größe der Washoutkonstante unterscheiden sich - wie auch zur Größe von  $v_g$  - von denen des PTB-Planes, ohne daß eine Quelle angegeben und belegt wird, aus welchem Grund gerade die jeweils angenommenen Werte korrekt, realistisch oder konservativ sein sollen.

Darüberhinaus ist anzumerken, daß der BfS-Plan gemäß den Störfallberechnungsgrundlagen davon ausgeht, "daß die Aufnahme der im Umkreis von 2000 m Radius über oberirdische Pflanzenteile kontaminierten Nahrungsmittel und des in diesem Umkreis über oberirdische Pflanzenteile kontaminierten Futters einen Tag nach der ersten störfallbedingten Aktivitätsfreisetzung (bis zum Ende der Vegetationsperiode; d.V.) eingestellt wird" [BMI 1983, Abschnitt 4.3.3.2]. Daraus ist ersichtlich, daß selbst durch einen Störfall, bei dem die Störfallgrenzwerte nicht überschritten werden, davon ausgegangen werden muß, daß die landwirtschaftlichen Betriebe in der Nähe von Konrad Einkommenseinbußen und Rufschädigung erleiden. Diese besondere Betroffenheit und ihr Umfang wird aus dem BfS-Plan nicht erkennbar.



## **6 Kritikalitätssicherheit**

(Zu den Einwendungen 6/1 bis 6/5)

### **6.1 Kritikalitätssicherheit in der Betriebsphase**

Diesem in den Planunterlagen auf 11 Zeilen begrenzten Kapitel [BfS 1990, Kap. 3.7.1] ist lediglich zu entnehmen, daß bei Einhaltung der Transportvorschriften und bei Einhaltung der zulässigen Massenkonzentrationen bzw. Aktivitäten spaltbarer Stoffe in den Abfallgebinden Kritikalitätssicherheit gegeben ist. Gerade diese Behauptung wäre im weiteren durch die Dokumentation entsprechender Rechnungen und Literaturangaben einschließlich einer Fehlerabschätzung nachvollziehbar zu belegen, was im BfS-Plan jedoch nicht geschieht.

Die einzige Möglichkeit der Überprüfung auf Einhaltung der oben genannten Spaltstoffkriterien ist die Produktkontrolle. Wird diese durch Stichprobenprüfung durchgeführt, so gewinnt eine Stellungnahme der Reaktorsicherheitskommission an Bedeutung, in der festgestellt wird, daß die Ermittlung der Kritikalitätssicherheit durch Nachmessen an konditionierten Abfällen mit relativ großen Fehlern behaftet ist [RSK 1990b].

### **6.2 Kritikalitätssicherheit in der Nachbetriebsphase**

Für die Einhaltung der Unterkritikalität in der Nachbetriebsphase des Endlagers werden im BfS-Plan (Kap. 3.7.2) Szenarien mit homogener und inhomogener Verteilung der Spaltstoffe entwickelt.

Bei der homogenen Verteilung wird in [BFS 1990] wie in [PTB 1986] von einem bestimmten Konzentrationswert für Plutonium (Pu) in einer Einlagerungskammer ausgegangen ( $2,1 \text{ E-2 kg/m}^3$ ). Dabei wird angenommen, das gesamte einzulagernde Pu befände sich in dieser einen Kammer. Die Größe der Einlagerungskammer und damit die eingelagerte Abfallgebundemenge hat sich jedoch verringert [BFS 1990, Kapitel 3.4.2.4]. Bei dem vom BfS gewählten Ansatz müßte sich die Konzentration also erhöhen. Selbst die angegebene Spaltstoffkonzentration ist jedoch schon geringer als die nach gegenwärtigem Stand für die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in La Hague zu erwartende [HIRSCH 1990].

Der Nachweis der Kritikalitätssicherheit wird im BfS-Plan durch Vergleich der angenommenen Pu-Konzentration mit den Ergebnissen für finit berechnete Spaltstoffsyste~~m~~e geführt, ohne Werte hierfür anzugeben. Es ist damit weder die Behauptung als solche zu überprüfen, noch feststellbar, ob ein Sicherheitsabstand existiert, der höhere Konzentrationen als die oben angegebene tolerierbar macht.

Die inhomogene Verteilung stellt offensichtlich den kritischeren Fall dar, denn die Anzahl der korrodierten Abfallgebände wird gegenüber dem Fall mit homogener Verteilung auf "eine begrenzte Anzahl" reduziert. Nähere Angaben, was unter "begrenzte Anzahl" zu verstehen ist, fehlen. Desgleichen fehlen zum Beispiel nähere Erläuterungen zur Geometrie der "zufällig vorhandenen Ver-

tiefung der Kammersohle", in der mit einer nicht näher spezifizierten "Aufkonzentration" der Spaltstofflösung gerechnet wurde oder wie groß der Faktor der Reaktivitätsminderung durch Chlor angenommen wurde bzw. wie sich eine Nichtberücksichtigung von Chlor auswirken würde. Der Chlorgehalt wird in der Nachbetriebsphase mit Sicherheit nicht konstant sein. In der frühen Nachbetriebsphase dürfte er niedriger sein und erst mit der Zeit den laut BfS-Plan für die Formationswässer gemessenen Wert erreichen.

Die Bemerkung, daß "hinsichtlich Geometrie und Spaltstoffdichte die unter den gegebenen Umständen konservativsten Randbedingungen unterstellt worden sind", ist für die Möglichkeit einer Beurteilung wenig hilfreich.

Zusammenfassend ist zu diesem BfS-Plankapitel festzustellen, daß sich die getroffenen Schlußfolgerungen hinsichtlich der Kritikalitätssicherheit auf bloße Behauptungen reduzieren, deren Wahrheitsgehalt grundsätzlich in Frage gestellt werden muß.



## **7. Geologie und Langzeitsicherheit**

### **7.1 Nuklidinventar zu Beginn der Nachbetriebsphase**

(Zu den Einwendungen 7/1 bis 7/4)

Der BfS-Plan enthält in Kapitel 3.9.4 Angaben zum Gesamtvolumen der eingelagerten Abfälle und zur Nuklidaktivität am Beginn der Nachbetriebsphase. Weiterhin werden hier die Ausgangsdaten für die Langzeitsicherheitsanalyse zusammengestellt: Tabelle 3.9.4/1 enthält die Inventare relevanter Nuklide, differenziert nach vier Mobilisierungsgruppen (Zement, Bitumen, Metalle und sonstige).

Tabelle 3.9.4/1 des BfS-Plan enthält auch Inventarangaben für inaktive Nuklide, die sich auf Ausfällungsvorgänge und Sorption auswirken können.

Diese Ausführungen im BfS-Plan von 1990 sind weitgehend identisch mit jenen im PTB-Plan von 1986: Nach wie vor wird von einem Gesamtvolumen einzulagernder Abfälle von 650.000 m<sup>3</sup> ausgegangen, und die Inventarangaben in Tabelle 3.9.4/1 stimmen - auch im Hinblick auf die Aufteilung auf Mobilisierungsgruppen - vollständig überein.

Allerdings soll die Gesamtaktivität im Endlager zu Beginn der Nachbetriebsphase nach [BfS 1990] ca. 5,15 E18 Bq betragen, nach [PTB 1986] dagegen ca. 1 E18 Bq. Es wird im BfS-Plan nicht dargelegt, worauf diese Änderung bei sonst gleichbleibenden Annahmen zurückzuführen ist.

Bei den Angaben zum Nuklidinventar ist der BfS-Plan in sich widersprüchlich: An anderer Stelle (Kapitel 3.3, Tabelle 3.3.4/7) werden ebenfalls Aktivitäten relevanter Radionuklide bzw. Radionuklidgruppen am Ende der Betriebsphase angegeben. Dort taucht auch der oben genannte Wert für die Gesamtaktivität (5 E18 Bq Beta/Gammastrahler, 1,5 E17 Bq Alphastrahler) auf. Die Inventare für einzelne Nuklide in Tabelle 3.3.4/2 stimmen jedoch nicht mit den Angaben aus Tabelle 3.9.4/1 überein: z.B. ist das Inventar an Ra-226 lt. Tabelle 3.3.4/7 gleich 108 g, lt. Tabelle 3.9.4/1 sind es lediglich 3,8 g. Für Pu-239 sind die entsprechenden Werte 864 kg bzw. 580 kg, für I-129 110 kg bzw. 24 kg.

Möglicherweise (im BfS-Plan wird dies aber nicht erläutert) bezieht sich Tabelle 3.3.4/7 auf die als Ergebnis der Sicherheitsanalysen maximal einlagerbaren Gesamtaktivitäten, während Tabelle 3.9.4/1 eine Abschätzung der tatsächlich zu erwartenden Mengen liefern soll. In diesem Falle ist aber nicht nur die Bezeichnung von Tabelle 3.3.4/7 falsch bzw. sehr irreführend. Es läge ein weiterer Widerspruch darin, daß die Gesamtaktivitäten aus Tabelle 3.3.4/7 in das Kapitel 3.9.4 übernommen wurden, die Inventare einzelner Nuklide aber nicht! Überdies wären in diesem Fall die Inventarannahmen in Tabelle 3.9.4/1 nicht konservativ, das Inventar am Ende der Betriebsphase könnte auch erheblich größer sein, als in dieser Tabelle angegeben, auf der aber die Langzeitsicherheitsanalyse aufbaut.

Der BfS-Plan ist also in diesem Punkt nicht nur sehr schlecht nachvollziehbar abgefaßt; er ist darüber hinaus widersprüchlich, und die Annahmen sind möglicherweise nicht konservativ.

Weiterhin sind für verschiedene wichtige Radionuklide die angegebenen Inventare - auch die höheren, aus Tabelle 3.3.4/7 - nicht nachvollziehbar, und offensichtlich z.T. erheblich zu niedrig. Zum Beispiel ist bekannt, daß rd. 1.000 g Ra-226, überwiegend in Form von nicht mehr benötigten Nadeln für die Therapie, in den Tresoren der Krankenhäuser lagern [EHRlich 1987]. Falls diese Radiummenge in Konrad endgelagert wird - und Alternativen dazu sind jedenfalls zur Zeit nicht zu sehen - läge schon allein damit das Inventar des Endlagers beim rd. 10fachen der Angabe in Tabelle 3.3.4/7, und beim rd. 260fachen der Angabe in Tabelle 3.9.4/1.

Ein anderes Beispiel ist I-129 - ein im Hinblick auf seine lange Halbwertszeit und seine geringe Sorption beim Transport mit dem Grundwasser äußerst wichtiges Nuklid. Wenn wir von der Wiederaufarbeitung von jährlich 400 t abgebrannten Kernbrennstoff ausgehen, und einen niedrigen Abbrand von 30 GWd/t sowie einen Dekontaminationsfaktor für Jod im Auflöserabgas von 10 ansetzen, fallen jährlich etwa 60 kg I-129 in radioaktivem Abfall (ausgediente Jodfilter) an. Diese Menge wächst proportional zum Abbrand und geringfügig auch mit dem Dekontaminationsfaktor. Schon das Inventar, das 10 Jahren Wiederaufarbeitung entspricht, liegt unter diesen Annahmen höher als das 5fache der Angabe in Tabelle 3.3.4/7, und entspricht dem 25fachen der Angabe in Tabelle 3.9.4/1. Die zur Zeit abgeschlossenen Wiederaufarbeitungsverträge reichen etwa bis zum Jahre 2005. Wird Wiederaufarbeitung langfristig weiterbetrieben, vergrößert sich die Diskrepanz immer mehr.

Auch die Annahme im BfS-Plan, daß sich die Inventare noch ebenso auf die verschiedenen "Mobilisierungsgruppen" verteilen wie 1986, ist weder nachvollziehbar noch begründbar. Die Veränderungen, die seit 1986 stattgefunden haben - insbesondere die vollständige Verlagerung der Wiederaufarbeitung ins Ausland - müssen hier Auswirkungen zeigen.

Ein Beispiel dafür: 1990 muß gegenüber 1986 davon ausgegangen werden, daß zusätzliche Mengen von deutschem Kernbrennstoff in La Hague aufgearbeitet werden - Mengen, die nach Planungsstand von 1986 nach Wackersdorf hätten verbraucht werden sollen. In La Hague werden bituminierte radioaktive Abfälle hergestellt; in Wackersdorf war das nicht vorgesehen, Bitumen sollte dort als Matrixmaterial für Abfälle überhaupt nicht zum Einsatz kommen. Somit muß zwangsläufig heute der Anteil bitumierter Abfälle größer sein, als dem Planungsstand von 1986 entsprach, und diese Abfälle müssen dann auch einen größeren Anteil am Inventar verschiedener Radionuklide aufweisen. Auch bei anderen Abfallkategorien müßte sich das Mengengerüst durch die Aufgabe des Wackersdorf-Projektes verschoben haben.

Dieser Fragenkomplex hätte im BfS-Plan behandelt werden müssen, und zwar mit Herausarbeiten der Änderungen von 1986 bis 1990 und genauer Dokumentation. Der Plan ist in diesem Punkt offensichtlich fehlerhaft, darüber hinaus ungenau und unvollständig in seinen Darstellungen.

Tabelle 3.9.4/1 des BfS-Planes enthält auch Inventarangaben für inaktive Elemente. Auch sie sind unvollständig und offensichtlich falsch. So werden beispielsweise mit den Abfällen größere Mengen an chemisch toxischen Schwermetallen wie Blei, Chrom und Nickel eingebracht (als Ab-



schirmmaterial oder im Werkstoff der Fässer und Container). Für Blei nennt der BfS-Plan eine Masse von 2,4 kg. In einer von der PTB bei der Gesellschaft für Umweltüberwachung mbH 1985 in Auftrag gegebenen Untersuchung wird dagegen abgeschätzt, daß 21.000 t Blei mit den Abfallbehältern in das Endlager eingebracht werden [CLERMONT 1985]. Der Unterschied beträgt immerhin einen Faktor 1 E7.

Angesichts der genannten Mängel erscheint es absurd und irreführend, wenn die Mengenangaben in Tabelle 3.9.4/1 mit zwei signifikanten Stellen gemacht werden. Dies suggeriert eine Genauigkeit von etwa  $\pm 1$  %, die angesichts der hier dargestellten Mängel unmöglich gegeben sein kann.

## **7.2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse**

(Zu den Einwendungen 7/5 bis 7/17)

### **7.2.1 Allgemeine Anforderungen**

Im Rahmen des Eignungsnachweises für einen Standort zur Endlagerung radioaktiver Abfälle kommt der Darstellung und Beurteilung der geologischen Barriere besondere Bedeutung zu. Ihre Leistungsfähigkeit entscheidet maßgeblich darüber, ob die Einhaltung des vorgegebenen Schutzziels, nämlich der Schutz der Biosphäre vor der Wirkung ionisierender Strahlung, an diesem Standort als langfristig gesichert angesehen werden kann. Ist das nicht der Fall, muß der Standort aufgegeben werden, da Verbesserungen an der geologischen Barriere nicht möglich sind. Da eine Beeinträchtigung des Schutzziels langfristig vor allem durch den Radionuklidtransport aus dem Endlager in die Biosphäre mit dem Grundwasser zu besorgen ist, stehen bei der Standortbeurteilung hydrogeologische und hydraulische Aspekte im Vordergrund. Die vollständige Darstellung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse in der geologischen Barriere ist demnach eine wichtige Voraussetzung für die Abgrenzung des beim Sicherheitsnachweis zu betrachtenden Gebietes und der vorgeschriebenen Sicherheitsanalyse.

Die Anforderungen an Umfang und Aussagegenauigkeit der in die Standortbeurteilung einfließenden Informationen ergeben sich aus der Zielsetzung sicherer Endlagerung, den bei der Bewertung anzuwendenden Beurteilungsmaßstäben sowie dem Verfahren, mit dem der Nachweis der Langzeitsicherheit geführt werden soll. Der konkrete Informationsbedarf, der als Voraussetzung für eine angemessene Bewertung gedeckt sein muß, ist ausschließlich von diesen methodischen Ansprüchen sowie Qualität und Quantität der bereits vorhandenen Informationen abhängig.

Vor diesem Hintergrund sind die Darstellung und Bewertung der geologischen Barriere sowie der hydrogeologischen Verhältnisse im BfS-Plan zu prüfen auf

- Vollständigkeit der Beschreibung im Hinblick auf die beteiligten (hydro-)geologischen Einheiten und Strukturen der geologischen Barriere;

- ausreichende Qualität der Informationen, die über die transportbestimmenden Eigenschaften dieser Einheiten und Strukturen vorliegen;
- Nachvollziehbarkeit von Befunden, ihrer Darstellung und Bewertung; das setzt die Dokumentation wichtiger Daten, mindestens aber die Quellenangabe für alle bewertungsrelevanten Informationen voraus.

Nur wenn diese Anforderungen erfüllt sind, ist eine angemessene Bewertung der geologischen Barriere überhaupt möglich.

### **7.2.2 Veränderungen gegenüber 1986**

Gemessen an den in 7.2.1 genannten Anforderungen war an Umfang, Detaillierungsgrad und Nachvollziehbarkeit der 1986 von der PTB vorgelegten Erstfassung der Planunterlagen (PTB-Plan) im Hinblick auf Darstellung und Beurteilung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sowohl grundlegend als auch im Detail erhebliche Kritik geübt worden [z.B. GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a, PIELES 1987].

Beim Vergleich der Aussagen zur Geologie und Hydrogeologie in der Neufassung der Planunterlagen (BfS-Plan) mit den Aussagen von 1986 (PTB-Plan) fällt auf, daß der BfS-Plan nur zu wenigen geologischen und hydrogeologischen Fragen neue Informationen enthält. Sie betreffen vor allem die Strukturgeologie im Nordteil des Modellgebietes und die Tiefenlage verschiedener Gesteinskörper im seismisch erkundeten Südteil des Gebietes. Ebenfalls für den Südteil findet sich nun die Aussage, daß die Salzgesteinsserien des Mittleren Muschelkalk, die den unteren Rand des hydrogeologischen Modellgebietes bilden, nicht flächenhaft in der im PTB-Plan behaupteten Mächtigkeit vorhanden sind, sondern örtlich Fenster aufweisen.

Weitere Textänderungen beziehen sich z.B. auf Angaben zu einzelnen geologischen Einheiten, wie den Unteren Muschelkalk, deren fehlerhafte Darstellung im PTB-Plan ausdrücklich - wenn gleich nur beispielhaft - bemängelt worden war [z.B. GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a].

### **7.2.3 Bewertung**

Die im BfS-Plan gegenüber dem PTB-Plan zu verzeichnenden Änderungen bzw. Ergänzungen können nicht darüber hinwegtäuschen, daß die bereits früher [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a] bemängelten Unzulänglichkeiten nach wie vor weiter bestehen:

Die ergänzten Ausführungen zu den tektonischen Verhältnissen im Nordteil des Modellgebietes (BfS-Plan: Kapitel 3.1.9.2) schließen zwar vordergründig eine wichtige Lücke im PTB-Plan. Ihre Aussagekraft ist jedoch begrenzt: Im einzelnen ist nicht ersichtlich, worauf sich die Angaben stützen, da weder Untersuchungsbefunde dokumentiert sind noch Quellen zitiert werden. Auffällig ist der erheblich geringere Detaillierungsgrad als bei den entsprechenden Aussagen über den seis-



misch erkundeten Südtteil des Modellgebietes. Offenkundig gehen die neuen Informationen nicht auf die gezielte Erkundung des fraglichen Gebietes zurück und sind wahrscheinlich lückenhaft.

Die neuen Befunde zur Verbreitung der Steinsalzserien im Mittleren Muschelkalk (BfS-Plan, Kapitel 3.1.9.1) sind in die Modellierung der Grundwasserbewegung und des Radionuklidtransportes offensichtlich nicht eingeflossen. Aussagen über den größeren Nordteil des Modellgebietes enthält der BfS-Plan zu diesem wichtigen Punkt ohnehin nicht.

Nach dem seit 1986 (PTB-Plan) erzielten Kenntniszuwachs zu urteilen fehlt der Antragstellerin nach wie vor offenbar entweder die Einsicht, daß für eine umfassenden Beurteilung der Langzeitsicherheit verläßliche Informationen über den gesamten betroffenen Raum vorliegen müssen oder die Bereitschaft, entsprechende Informationen zu beschaffen. Die vorhandenen Unzulänglichkeiten werden teilweise dadurch verdeckt, daß die geographischen Räume, denen die vorliegenden Befunde zugeordnet werden, nur unzulänglich definiert sind. Dadurch entsteht verbreitet der Eindruck, als träfen Aussagen nicht nur für Ausschnitte des insgesamt zu betrachtenden Raumes zu, sondern für die Gesamtfläche.

So werden irreführende Behauptungen im BfS-Plan über sicherheitsrelevante Eigenschaften der geologischen Barriere, wie die folgende (BfS-Plan, S. 3.1.10.1-1), verständlich:

"Die lückenlose Verbreitung der Barrierschichten im Hangenden und Liegenden der Endlagerformation konnte durch die seismischen Messungen (...) über die Grenzen des **Bearbeitungsgebietes** hinaus nachgewiesen werden."

Nach den der Modellierung des Radionuklidtransportes durch die geologische Barriere zugrundeliegenden Annahmen fehlen aber die Barrierschichten im Hangenden der Endlagerformation am Salzstock Calberlah, also innerhalb des Modellgebietes.

Die Grenzen des so bezeichneten Raumes gehen aus der Beschreibung sowie Abbildungen in PTB-Plan und BfS-Plan eindeutig hervor. Der Abgrenzung liegen begründete Vorstellungen der Bearbeiter des BfS-Plans zur regionalen Geologie bzw. Hydrogeologie zugrunde, die der Erhärtung durch überprüfende Untersuchungen bedürfen. Das Modellgebiet kennzeichnet daher denjenigen Raum, auf den sich die Untersuchungen zur Geologie und Hydrogeologie und die Eigenschaftsaussagen über den Standort Konrad mindestens erstrecken **müssen**.

Bei der räumlichen Zuordnung bestimmter geologischer und hydrogeologischer Sachverhalte werden dagegen im allgemeinen andere Begriffe, wie "Region", "Untersuchungsgebiet", "Bearbeitungsgebiet", "Standort" oder "Umgebung der Schachtanlage", verwendet. Mit Untersuchungsgebiet wird im BfS-Plan (S. 3.1.9.6-5) etwa der südlich Bartfeld liegende Teil des Modellgebietes bezeichnet. "Die Grenze (des so definierten Untersuchungsgebietes) nach Norden ist offen" (BfS-Plan, S. 3.1.9.6-5). Allein diese Formulierung belegt die Unsinnigkeit der Grenzziehung; denn für die Standortbeurteilung Konrad ist auch und gerade der nördlichste Teil des Modellgebietes von Bedeutung (s. 7.4.2.3). In der Regel ist im BfS-Plan jedoch nicht eindeutig nachvollziehbar, auf welchen Teil des Modellgebietes sich die jeweilige Aussage bezieht.

Angesichts der oben zitierten irreführenden Aussage über die Verbreitung von Barrierschichten muß nachdrücklich wiederholt werden, daß sich die im Zusammenhang mit dem Eignungsnachweis bisher gezielt durchgeführten Untersuchungen nach wie vor auf den Südtteil des Modellgebietes beschränken (Untersuchungen in der Schachtanlage, Bohrung Konrad 101, seismische Erkundung in der engeren Umgebung der Schachtanlage). Im größeren Nordteil des Modellgebietes sind im Zusammenhang mit dem Eignungsnachweis Konrad nach wie vor keine geologischen oder hydrogeologischen Untersuchungen durchgeführt worden; zumindest sind sie weder dokumentiert noch zitiert.

Der im BfS-Plan zum Ausdruck kommende Kenntnisstand zu den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen im Modellgebiet ist also nach wie vor sehr lückenhaft und uneinheitlich. Die vorliegenden Informationen und damit die Beschreibung der geologischen Einheiten im Modellgebiet haben nach wie vor eher zufälligen Charakter. Die der Beschreibung der geologischen Einheiten zugrunde liegenden Quellen - soweit sie überhaupt angegeben sind - konzentrieren sich zudem überwiegend auf solche Bereiche des Modellgebietes, in denen die behandelten Einheiten der direkten Beobachtung zugänglich sind, d.h. an der Oberfläche vorkommen. Sie decken also weder das gesamte Modellgebiet noch diejenigen Zonen des Modellgebietes ab, die für die Beurteilung besonders wichtig sind.

Im einzelnen sind - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - folgende Wissenslücken bzw. Mängel zu erwähnen:

- Seismische Untersuchungen zur Klärung der Mächtigkeit, Verbreitung und Lagebeziehungen wichtiger geologischer und hydrogeologischer Einheiten sind auf den Südtteil des Modellgebietes begrenzt. Sie liefern zumindestens einen umfassenden Eindruck von den Lagebeziehungen der Einheiten, sind jedoch offensichtlich teilweise in sich widersprüchlich (s. 7.2.4). Worauf sich die Aussagen zum strukturellen Bau des Nordteils stützen und welche Aussagekraft bzw. Vollständigkeit sie haben, ist weitgehend unbekannt, da die zugrundeliegenden Quellen nicht genannt werden.
- Untersuchungen zur Erhebung wichtiger hydraulischer und chemischer Parameter, wie Gebirgsdurchlässigkeit, Porosität, Sorptionsdaten, die Eingang in die Modellierung des Radionuklidtransportes finden, haben nur in der Schachtanlage Konrad und der Bohrung Konrad 101 stattgefunden. Für den überwiegenden Teil des Modellgebietes beruhen die in die Modellrechnungen eingeführten Parametergrößen und -bandbreiten nach wie vor auf Analogieschlüssen und Extrapolation. Aus den bisher vorliegenden Daten sind die Berechtigung zu dieser Vorgehensweise und die Richtigkeit der abgeleiteten Werte nicht nachvollziehbar.
- Verlässliche Angaben über die hydraulischen Eigenschaften alter Bohrungen im Modellgebiet, die die Einschätzung ihrer Bedeutung für Grundwasserbewegung und Radionuklidtransport erlaubten, liegen nach wie vor nicht vor. Die im BfS-Plan (S. 3.1.10.2-5) unter Berufung auf GSF [1982] dazu gemachten Angaben stellen eine grobe Verharmlosung des Problems dar.



- Soweit sicherheitsrelevante geologische und hydrogeologische Aussagen auf die Neuinterpretation älterer Daten zurückgehen, sind sie nicht nachvollziehbar, da weder die Basisinformationen dokumentiert noch die Vorgehensweise bei der Neuinterpretation beschrieben werden.
- Die geologische Beschreibung wichtiger Gesteinseinheiten, z.B. des Rhät, stützt sich teilweise nicht auf verfügbare neuere Literatur und ist unzutreffend.
- Die Aussagen zum Grundwasserchemismus im Arbeitsgebiet sind sehr heterogen: Die über das oberflächennahe Grundwasser vorliegenden Daten decken das Modellgebiet weitgehend, jedoch nicht vollständig ab. Sie erlauben jedoch keine abschließende Beurteilung der hydrochemischen Verhältnisse. Aussagen über tiefes Grundwasser beziehen sich dagegen ausschließlich auf die Schachanlage Konrad.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß in den seit Vorlage des PTB-Planes vergangenen Jahren offenbar keinerlei Anstrengungen unternommen worden sind, um die bestehenden Datenlücken durch konkrete Befunde zu schließen. Das wichtige methodische Prinzip, wonach sich der Informations- und Untersuchungsbedarf aus der Zielsetzung der Untersuchung ableiten müssen, ist nicht eingehalten. In der Frage der Langzeitsicherheit der Schachanlage Konrad bestimmt umgekehrt die unzureichende Qualität und Quantität der verfügbaren Daten die Aussagekraft des Nachweises der Langzeitsicherheit im BfS-Plan.

#### **7.2.4 Die Darstellung der geologischen Verhältnisse in geologischen Karten und Profilschnitten**

Verständnis und Nachvollziehbarkeit der Ausführungen im BfS-Plan zur geologischen und hydrogeologischen Situation im Untersuchungsraum sind in großem Maße abhängig von deren Darstellung in geologischen Karten, Profilschnitten, Tiefenlinienplänen und Teufendifferenzplänen. Vor diesem Hintergrund sind die entsprechenden Abbildungen im BfS-Plan daraufhin überprüft worden, inwieweit sie ein in sich stimmiges Gesamtbild der (hydro-)geologischen Verhältnisse vermitteln.

##### **Maßstäbe der Abbildungen**

Der direkte und detaillierte Vergleich verschiedener geologischer Karten und Profilschnitte im BfS-Plan wird dadurch erschwert, daß die unterschiedlichsten Maßstäbe benutzt werden. Für die entsprechenden Abbildungen wurden die folgenden Maßstäbe verwendet:

- 1 : 100000 (Anlagen 3.1.9.6/1 "Trias und Lias", 3.1.9.6/2 "Dogger und Malm", 3.1.9.6/3 "Kreide");
- 1 : 62500 (Tiefenlinienpläne und Teufendifferenzpläne);

- 1 : 50000 (Profil 1 der Abb. 3.1.9.2/5 und Profil 3 der Abb. 3.1.9.2/4; Profile A - A' und B - B' der Anlagen 3.1.9.6/4 und 3.1.9.6/5);
- 1 : 25000 (Profil 2 der Abb. 3.1.9.1/3 und Profil 5 der Abb. 3.1.9.1/2);
- 1 : 10000 (Schnitte zum Plan "Störungen und Klüfte im Grubenrißwerk");
- 1 : 7017,5 (Karte "Störungen und Klüfte im Grubenrißwerk", Anlage 3.1.9.2/1).

Geologische Profilschnitte im BfS-Plan besitzen im Normalfall nicht den Maßstab der geologischen Karte, der sie zuzuordnen sind:

- die Karten 3.1.9.6/1 "Trias und Lias", 3.1.9.6/2 "Dogger und Malm" und 3.1.9.6/3 "Kreide" haben den Maßstab 1 : 100000, die zugehörigen Profilschnitte A - A' (Anlage 3.1.9.6/4) und B - B' (Anlage 3.1.9.6/5) haben den Maßstab 1 : 50000. Eine direkte Vergleichbarkeit ist somit nicht gegeben.
- Tiefenlinienpläne und Teufendifferenzpläne haben etwa den Maßstab 1 : 62500, die dafür relevanten Profilschnitte 3.1.9.2/4 (Profil 3) und 3.1.9.2/5 (Profil 1) sind im Maßstab 1 : 50000, die Profilschnitte 3.1.9.1/3 (Profil 2) und 3.1.9.1/2 (Profil 5) besitzen den Maßstab 1 : 25000.
- der Plan der Anlage 3.1.9.2/1 "Störungen und Klüfte im Grubenrißwerk" ist im Maßstab 1 : 7017,5 ; die dazugehörigen Profilschnitte (Anlagen 3.1.9.2/2, 3.1.9.2/3 und 3.1.9.2/4) sind im Maßstab 1 : 10000 dargestellt.

### **Unstimmigkeiten bei den Abbildungen**

Für den hier durchgeführten Vergleich wurden die geologischen Karten und Pläne sowie die Profilschnitte durch Vergrößern/ Verkleinern auf gleiche Maßstäbe gebracht. Betreffende Schichtgrenzen usw. wurden gegen eine Fläche projeziert und dann mit der Profillinie in der entsprechenden Karte verglichen.

#### **(a) Vergleich Tiefenlinienplan "Bathonium bis Callovium" (Abb. 3.1.9.2/1) mit den Profilen 1 (Abb. 3.1.9.2/5), 2 (Abb. 3.1.9.1/3), 3 (Abb. 3.1.9.2/4) und 5 (Abb. 3.1.9.1/2):**

Es ergeben sich folgende Differenzen:

- Vergleich mit Profil 1 (Abb. 3.1.9.2/5):
  - Keine Unstimmigkeit.
- Vergleich mit Profil 2 (Abb. 3.1.9.1/3):
  - Der Ostrand des Salzstocks Vechelde liegt in der Karte ca. 100 m weiter westlich als im Profilschnitt.



■ Vergleich mit Profil 3 (Abb. 3.1.9.2/4):

- Der Bleckenstedter Sprung liegt im Tiefenlinienplan ca. 400 m (!) weiter westlich als im Profil (Fehler ist 2-fach nachvollziehbar: 1. an Hand der Seismik-Schuß-Nr. und 2. an Hand der Distanz zum östlichen Ausbiß).
- Die Bohrung Hüttenberg 1 ist nicht exakt ins Profil hineinprojiziert.

■ Vergleich mit Profil 5 (Abb. 3.1.9.1/2):

- Der östliche Ausbiß liegt in der Karte ca. 75 m weiter östlich als im Profil (Karte: genau bei Schuß 50).
- Der westliche Ausbiß in der Karte liegt genau bei Schuß 112, im Profil bei 115 (d.h. in der Karte ca. 150 m weiter westlich).
- Die Störung bei Schuß 85 ist im Kartenbild deutlich flacher als im Profil dargestellt, obere Schnittkante der Basis Bathonium mit der Störung ist in der Karte ca. 150 m weiter westlich als im Profil dargestellt, die untere (östliche) Schnittlinie stimmt in Karte und Profil dagegen in ihrer Lage überein.

**(b) Vergleich Tiefenlinienplan "Oxford" (Abb. 3.1.9.2/2) mit den Profilen 1 (Abb. 3.1.9.2/5), 2 (Abb. 3.1.9.1/3), 3 (Abb. 3.1.9.2/4) und 5 (Abb. 3.1.9.1/2):**

■ Vergleich mit Profil 1 (Abb. 3.1.9.2/5):

- Die kleine Störung zwischen den Bohrungen Üfingen 1 und 2 ist in Karte und Profil in unterschiedlicher Position dargestellt (im Kartenbild weiter westlich, gut erkennbar an der Lage zwischen den Bohrungen).

■ Vergleich mit Profil 2 (Abb. 3.1.9.1/3):

- Der östliche Ausbiß Oxford ist im Kartenbild ca. 150 m weiter westlich als im Profil dargestellt.
- Bei Schuß 150 ist im Profil eine Störung mit "?" eingetragen. Da sie ein sehr geringes Einfallen hat, hätte die Störung im Kartenbild sogar deutlich als doppelte Linie erscheinen müssen. Statt dessen wurde ein "Mittelwert" dargestellt (in der Karte außerdem ca. 100 m weiter westlich als im Profil).
- Der östliche Rand des Salzstocks Vechelde (im Niveau Basis Oxford!) ist in der Karte ca. 150 m weiter westlich eingetragen als im Profil.

■ Vergleich mit Profil 3 (Abb. 3.1.9.2/4):

- Der östliche Ausbiß der Basis Oxford liegt in der Karte ca. 300 m weiter westlich als im Profil.
- Die Störung bei Schuß 100 liegt im Kartenbild ca. 400 m (!) weiter westlich als im Profil.

- Der Konrad-Sprung liegt im Kartenbild ca. 200 m weiter westlich als im Profil.
  - Die Projektion der Bohrung Hüttenberg 1 in die Profilebene ist ca. 100 m zu weit westlich.
- Vergleich mit Profil 5 (Abb. 3.1.9.1/2):
- Entfällt, da in diesem Bereich kein Oxford vorhanden ist.
- (c) **Vergleich Tiefenlinienplan "Unterkreide (Wealden bis Apt)" (Abb. 3.1.9.2/3) mit den Profilen 1 (Abb. 3.1.9.2/5), 2 (Abb. 3.1.9.1/3), 3 (Abb. 3.1.9.2/4) und 5 (Abb. 3.1.9.1/2).**
- Vergleich mit Profil 1 (Abb. 3.1.9.2/5):
- Im Profil ist an den Flanken des Salzstocks Vechelde ein Ausbiß der Unterkreide (Ostseite: Hauterive ist Basis, Westseite: Wealden ist Basis) eingetragen. Oberhalb des Salzstocks ist im Profil Alb eingetragen. In der Karte ist im Verlauf der Profillinie ein entsprechender Ausbiß nicht vorhanden, südlich davon ist der Ausbiß mit "?" eingetragen, d.h. in der Karte greifen im Bereich der Profillinie die Unterkreideschichten (unter Alb) über den Salzstock hinweg ohne auszubeißen.
- Vergleich mit Profil 2 (Abb. 3.1.9.1/3):
- Der Ausbiß am Ostrand des Salzstocks Vechelde ist im Plan ca. 100 m weiter westlich als im Profil eingetragen.
- Vergleich mit Profil 3 (Abb. 3.1.9.2/4):
- Der Ausbiß an der Westflanke des Salzstocks Vechelde liegt in der Karte ca. 100 m weiter westlich als im Profil.
  - Der Konrad-Sprung liegt in der Karte ca. 150 m weiter östlich als im Profil eingetragen (gut erkennbar durch die Lage bei Schuß 130).
  - Der Konrad-Sprung ist in der Karte wesentlich flacher einfallend dargestellt als im Profil (erkennbar an breiterer Ausstrichbreite der Störung).
  - Der Bleckenstedter Sprung ist in der Karte ca. 100 m weiter östlich als im Profil eingetragen (Einfallen ist hier in Karte und Profil gleich).
- Vergleich mit Profil 5 (Abb. 3.1.9.1/2):
- "Schichtgrenze im Liegenden der dargestellten Einheit": Der Ausbiß von Bathonium - Callovium ist in der Karte in der Schnittebene mit dem Profil am östlichen Ausbiß korrekt, am westlichen Ausbiß ca. 150 m weiter östlich als im Profil eingetragen.



**(d) Vergleich des Teufendifferenzplans "Oxford" (Abb. 3.1.9.1/4) mit den Profilen 1 (Abb. 3.1.9.2/5), 2 (Abb. 3.1.9.1/3), 3 (Abb. 3.1.9.2/4) und 5 (Abb. 3.1.9.1/2):**

■ Vergleich mit Profil 1 (Abb. 3.1.9.2/5):

- Teufendifferenzen von mindestens 150 m werden in der Karte zwischen Schuß 68 und 127 erreicht, im Profil etwa zwischen Schuß 60 und 110.
- Die Störung bei Schuß 90 fehlt im Profilschnitt, ist im Tiefenlinienplan (s. (b)) aber eingetragen.

■ Vergleich mit Profil 2 (Abb. 3.1.9.1/3):

- Störung bei Schuß 150: vgl. Anmerkung zum Tiefenlinienplan (s. oben, Punkt (b)).
- Östlicher Ausbiß Oxford: vgl. Anmerkung zum Tiefenlinienplan (s. oben Punkt (b)).

■ Vergleich mit Profil 3 (Abb. 3.1.9.2/4):

- vgl. Fehlerliste zum Tiefenlinienplan (s. oben unter Punkt (b)).
- Die Teufendifferenzlinie "150 m" ist im Plan in der Nähe des Konradsprungs im Vergleich mit dem Profil zu weit westlich (im Profil ca. bei Schuß 140, d.h. Schacht Konrad 1 liegt innerhalb der Iso-Linie 150 m. Laut Abb. 3.1.9.1/1 (Stratigraphische Tabelle) beträgt die Teufendifferenz im Schacht aber nur 122,5 m, d.h. die Teufendifferenzlinie "150 m" müßte östlich des Schachts 1 in der Karte verlaufen. Der Teufendifferenzplan täuscht somit eine höhere Mächtigkeit vor.

■ Vergleich mit Profil 5 (Abb. 3.1.9.1/2):

- Keine Unstimmigkeiten.

**(e) Vergleich des Teufendifferenzplans "Unterkreide (Wealden - Apt)" (Abb. 3.1.9.1/5) mit den Profilen 1 (Abb. 3.1.9.2/5), 2 (Abb. 3.1.9.1/3), 3 (Abb. 3.1.9.2/4) und 5 (Abb. 3.1.9.1/2):**

■ Vergleich mit Profil 1 (Abb. 3.1.9.2/5):

- Vergleiche Anmerkung bezüglich der Verhältnisse über dem Salzstock Vechede (s. oben unter Punkt (c)).
- Die Bohrungen Üfingen 1 und 2 sind schief ins Profil hineinprojiziert.

■ Vergleich mit Profil 2 (Abb. 3.1.9.1/3):

- An der Ostflanke des Salzstocks Vechelde: Profil schneidet in der Karte den Sauinger Sprung, der im Profil aber nicht dargestellt ist.
- Bei Schuß 170 erreicht die Teufendifferenz in der Karte über 400 m, im Profil aber nur ca. 330 m.

■ Vergleich mit Profil 3 (Abb. 3.1.9.2/4):

- Der Ausbiß der Obergrenze der dargestellten Einheit am Salzstock Thiede ist in der Karte knapp 100 m weiter westlich als im Profil eingetragen.
- Der Bleckenstedter Sprung weicht in seiner Lage in Karte und Profil voneinander ab: Im Profil komplett westlich von Schuß 90, in der Karte aber nicht.
- Teufendifferenz an der Ostflanke des Salzstocks Vechelde: Die 400-m- Linie bei Schuß 180 ist in der Karte ca. 100 m weiter westlich als dies nach dem Profil erkennbar ist.

■ Vergleich mit Profil 5 (Abb. 3.1.9.1/2):

- Teufendifferenzlinie "200 m" bei Schuß 190: Im Profil beträgt die Teufendifferenz an gleicher Stelle ca. 150 m, d.h. die Karte zeigt höhere Mächtigkeiten als das Profil an.

(f) **Vergleich des Teufendifferenzplans "Alb" (Abb. 3.1.9.1/6) mit den Profilen 1 (Abb. 3.1.9.2/5), 2 (Abb. 3.1.9.1/3), 3 (Abb. 3.1.9.2/4) und 5 (Abb. 3.1.9.1/2):**

■ Vergleich mit Profil 1 (Abb. 3.1.9.2/5):

- Keine Unstimmigkeiten festgestellt.

■ Vergleich mit Profil 2 (Abb. 3.1.9.1/3):

- Ausbiß Obergrenze an der Westflanke des Salzstocks Thiede: In der Karte ca. 100 m weiter östlich als im Profil eingetragen (die Lage des Ausbisses der Untergrenze ist aber in Karte und Profil gleich).
- Ausbiß Obergrenze der dargestellten Einheit am Salzstock Vechelde: In der Karte ca. 100 m weiter westlich als im Profil eingetragen.

■ Vergleich mit Profil 3 (Abb. 3.1.9.2/4):

- Der östliche Ausbiß am Salzstock Thiede: In der Karte ca. 150 m weiter westlich als im Profil eingetragen (Lage des Ausbisses der Obergrenze der dargestellten Einheit in Karte und Profil aber etwa gleich).
- Der westliche Ausbiß der Obergrenze der dargestellten Einheit am Salzstock Vechelde: In der Karte ca. 100 m weiter westlich als im Profil eingetragen.



- Die Projektion der Bohrung Hüttenberg 1 liegt ca. 100 m zu weit westlich.

■ Vergleich mit Profil 5 (Abb. 3.1.9.1/2):

- Keine Unstimmigkeiten festzustellen.

**(g) Vergleich der Karte "Trias und Lias" der Anlage 3.1.9.6/1 mit den zugehörigen Profilen A-A' (Anlage 3.1.9.6/4) und B-B' (Anlage 3.1.9.6/5):**

Gemessen wurde stets von den Profilknicken aus, da Anfang und Ende der Profile nicht exakt sind.

■ Vergleich mit Profil A-A' (Anlage 3.1.9.6/4):

- Die Ausstrichbreite der Trias am Salzgitter Höhenzug ist in der Karte breiter dargestellt als im Profil.

■ Vergleich mit Profil B-B' (Anlage 3.1.9.6/5):

- Keine Unstimmigkeiten festzustellen.

**(h) Vergleich der Karte "Dogger und Malm" der Anlage 3.1.9.6/2 mit den zugehörigen Profilen A-A' (Anlage 3.1.9.6/4) und B-B' (Anlage 3.1.9.6/5):**

■ Vergleich mit Profil A-A' (Anlage 3.1.9.6/4):

- Die südliche Verbreitungsgrenze des Malms liegt im Profil ca. 400 m weiter südlich als in der Karte eingetragen.

■ Vergleich mit Profil B-B' (Anlage 3.1.9.6/5):

- Keine Unstimmigkeiten festzustellen.

**(i) Vergleich der Karte "Kreide" der Anlage 3.1.9.6/3 mit den Profilen A-A' (Anlage 3.1.9.6/4) und B-B' (Anlage 3.1.9.6/5):**

■ Vergleich mit Profil A-A' (Anlage 3.1.9.6/4):

- Die nördliche Verbreitungsgrenze der Unterkreide ohne Oberkreideüberdeckung ist im Profil ca. 250 m nördlicher als in der Karte dargestellt.
- Die nördliche Verbreitungsgrenze des Hilssandsteins ist in der Karte ca. 1,8 km (!) weiter nördlich dargestellt als im Profil.

■ Vergleich mit Profil B-B' (Anlage 3.1.9.6/5):

- Der Hilssandstein ist in der Karte im Verlauf des Profilschnittes dargestellt, d.h. er müßte vom Profil angeschnitten werden. Im geologischen Profilschnitt B-B' wird der Hilssandstein jedoch nicht (wie z.B. auch in Profilschnitt A-A') dargestellt.

**(j) Unstimmigkeiten zwischen der Karte "Störungen und Klüfte im Grubenrißwerk" (Anlage 3.1.9.2/1) und dem zugehörigen Profilschnitt 2 (Anlage 3.1.9.2/3):**

Zwischen der Karte "Störungen und Klüfte im Grubenrißwerk" und dem Profilschnitt auf H82350 ergeben sich Unstimmigkeiten bezüglich der Störungen: Die im Profilschnitt 2 dargestellten fünf Störungen südlich von Schacht Konrad 2 fehlen im Kartenbild, obwohl sie im Bereich der 800-m- und der 850-m-Sohle liegen. Die Bohrung Sauingen 2 ist im Plan bei H84550 und im N-S-Profil (Anlage 3.1.9.2/1) bei H84800 eingetragen.

**(k) Unstimmigkeiten zwischen dem Plan "Standortkennzeichnung" der Anlage 3.1.2/4 und den Plänen "Anordnung der Einlagerungsfelder" der Anlage 3.2.4.2/1 und "Lage der Grubennebenräume" der Anlage 3.2.4.2/6 sowie des Schemas "Einlagerungsfelder 5/1 und 5/2" der Anlage 3.2.4.2/5:**

Die beiden Pläne der Anlagen 3.2.4.2/1 und 3.2.4.2/6 weisen als Maßstab die Eintragung "Schema" auf. Sie sind intern verzerrt, d.h. einige Bereiche sind relativ zu groß, andere relativ zu klein dargestellt. Die Unterschiede machen einige Prozent aus. Eine Maßstabsangleichung an den Plan "Standortkennzeichnung" ist daher nicht möglich. Schwerwiegender sind jedoch die Unterschiede im Verlauf und in der Anordnung der Strecken und der Grubennebenräume:

Streckenverläufe weichen voneinander ab. Weiterhin sind in den Plänen der Anlagen 3.2.4.2/1 und 3.2.4.2./6 Strecken eingetragen, die im Plan Standortkennzeichnung fehlen und umgekehrt. Weiterhin sind die Umrisse folgender Einlagerungsfelder abweichend dargestellt: Feld 5a, 5/2, 2, 3, 4, 1 und 6b. Unterschiede ergeben sich auch in der Darstellung der Umrisse der bereits abgebauten Bereiche. Die Darstellung der Streckenverläufe im dargestellten Ausschnitt in der Anlage 3.2.4.2/5 weicht wiederum vom Verlauf der Strecken in den anderen oben genannten Plänen ab.

**Zusammenfassende Wertung der Karten- und Profildarstellungen**

Insgesamt ergibt die Überprüfung der geologischen Karten, der geologischen Profilschnitte sowie der Teufendifferenzen- und Tiefenlinienpläne eine Vielzahl von z.T. gravierenden Unstimmigkeiten hinsichtlich Erstreckung und Mächtigkeit geologischer Schichtglieder.

Abgesehen davon, daß diese Unstimmigkeiten das Nachvollziehen der Aussagen im BfS-Plan zum geologischen Aufbau des Untersuchungsgebietes erschweren (welche Darstellung geologischer Verhältnisse ist die Richtige?), belegen sie, daß die Kenntnisse über den geologischen Aufbau selbst für das engere Untersuchungsgebiet im Standortbereich einen mehr oder weniger großen Interpretationsspielraum zulassen. Läßt man den Aspekt rein zeichnerisch oder technisch



bedingter Ungenauigkeiten beiseite, dann muß der Schluß gezogen werden, daß über die genaue Erstreckung, Mächtigkeit sowie die Lagerungsverhältnisse der geologischen Schichten im Untersuchungsraum noch nicht genügend Kenntnisse vorliegen, um ein in sich widerspruchsfreies Bild der geologischen Verhältnisse zu erzeugen. Dies ist eine denkbar schlechte Voraussetzung für den Nachweis der Langzeitsicherheit des Standortes. Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang auf die Modellierung der Grundwasserbewegung und des Radionuklidtransportes, die wesentlich von den (hydro-)geologischen Verhältnissen bedingt werden (s. 7.4). Diese Aussagen gelten verstärkt für den nicht gezielt untersuchten Nordteil des Modellgebietes. Darüber hinaus erweisen sich die Kartendarstellungen der Einlagerungsfelder im BfS-Plan als teilweise falsch bzw. widersprüchlich. Diese Mängel kommen vor allem bei der gebirgsmechanischen Beurteilung zum Tragen (s. 7.3). Die vorliegenden Unterlagen erfüllen allein aus diesem Grund die unerläßlichen Anforderungen an die Planunterlagen nicht.

### **7.3 Gebirgsmechanische Verhältnisse**

(Zu den Einwendungen 7/18 bis 7/23)

#### **7.3.1 Allgemeine Anmerkung zur Gebirgsmechanik**

Die Untersuchung der gebirgsmechanischen Verhältnisse im Bereich der Grube Konrad muß begründete Antworten auf folgende Fragen liefern:

- Ist das Grubengebäude einschließlich der neu aufzufahrenden Einlagerungsfelder langfristig standsicher?
- Welche Konvergenzen sind auch langfristig bei den untertägigen Hohlräumen zu erwarten?
- Wie entwickelt sich der obertägige Absenkungstrog?
- Können die durch die Anlage der untertägigen Hohlräume hervorgerufenen Gebirgsbewegungen die Wirksamkeit der geologischen Barriere am Standort beeinflussen?

Die entsprechenden Fragen werden im BfS-Plan in den Kapiteln 3.1.8.7 (Gebirgsmechanik) und 3.1.10.5 (Gebirgsmechanische Bewertung) behandelt.

Die Überprüfung der entsprechenden Ausführungen im BfS-Plan zeigt, daß die Aussagen zur Gebirgsmechanik weitestgehend mit denen des PTB-Plans von 1986 identisch sind. Geringfügige Änderungen im BfS-Plan gegenüber dem PTB-Plan betreffen weitgehend nur sprachliche Glättungen des Erläuterungstextes (z.B. BfS-Plan, S. 3.1.9.7-11, 3. Abschnitt gegenüber PTB-Plan, S. 3.1.9.7-12, 1. Abschnitt) sowie vereinzelt die Fortschreibung von Messungen über 1986 hinaus (z.B. BfS-Plan, Abb. 3.1.9.7/1 gegenüber PTB-Plan, Abb. 3.1.9.7/1).

Es muß davon ausgegangen werden, daß außer der Fortschreibung von Meßreihen und der Versuchskammerauffahrung in Feld 5/1 seit Erscheinen des PTB-Planes keine weitergehenden Untersuchungen zu den oben genannten Fragen vorgenommen worden sind. Jedenfalls wird auf entsprechende Untersuchungen im BfS-Plan nicht hingewiesen.

Die von GRUPPE ÖKOLOGIE [1987a, Kap. 7.3.] erarbeiteten Anmerkungen zu den gebirgsmechanischen Untersuchungen und Prognosen sind somit auch heute noch gültig. Dies betrifft insbesondere die fehlende Nachvollziehbarkeit der Ausführungen im BfS-Plan sowie die geringe Belastbarkeit der numerischen Modelluntersuchungen zur großräumigen Beanspruchung des Gebirges. Auf die entsprechenden Ausführungen in GRUPPE ÖKOLOGIE [1987a] sei deshalb verwiesen.

### 7.3.2 Anmerkungen zu einigen Ausführungen zur Gebirgsmechanik im BfS-Plan

Im folgenden werden einige Gesichtspunkte des BfS-Plans betrachtet, bei denen sich Änderungen gegenüber dem PTB-Plan oder sonstige Unklarheiten feststellen lassen.

#### ■ Feinnivellement der abbaubedingten Bodensenkungen

Laut BfS-Plan (S. 3.1.9.7-4) wurde das überträgige Festpunktnetz ab 1984 erweitert. Dabei sollen 94 der insgesamt 354 Festpunkte in der Randzone des zukünftigen Einzugsbereiches liegen. Im PTB-Plan von 1986 (S. 3.1.9.7-4) ist noch von ca. 130 Festpunkten im Randzonenbereich die Rede. Hier wird eine Diskrepanz in der Anzahl der Festpunkte im Randzonenbereich erkennbar, die u.a. wegen der mangelhaften Datendokumentation im BfS-Plan nicht erklärbar ist. Ob ein Teil der ehemals 130 Festpunkte nicht mehr berücksichtigt wird, ist unklar. Der Einfluß einer möglicherweise verringerten Festpunktzahl auf die Aussagegenauigkeit der Messungen muß berücksichtigt werden.

#### ■ Senkungsgeschwindigkeit des überträgigen Senkungstroges

Laut BfS-Plan (S. 3.1.9.7-4) soll sich die Senkungsgeschwindigkeit nach Einstellung des Erzproduktionsbetriebes deutlich verringert haben und über dem LHD-Feld nur noch bei ca. 4 mm/a liegen. Nach PTB-Plan (S. 3.1.9.7-5) lag die Absenkungsgeschwindigkeit über dem LHD-Feld jedoch bereits 1985 bei nur noch ca. 3 mm/a. Dies kann nur bedeuten, daß sich die Absenkungsgeschwindigkeit zwischen 1985 und 1988 wieder erhöht hat. Eine Erklärung für diesen Sachverhalt liefert der BfS-Plan nicht.

Weiterhin sollen nach BfS-Plan (S. 3.1.10.5-14) durch den Absenkungstrog keine "nennenswerten Schäden" an überträgigen Anlagen auftreten. Streng genommen sind Schäden demnach nicht mit Sicherheit auszuschließen, wobei jedoch offen ist, welche Schadenshöhe oder welches Schadensausmaß den Begriff "nennenswert" erfüllt. Anhand der bekannten Ausbildung des bisherigen Absenkungstroges hätte zumindestens geklärt werden können, welche Art von potentiell betroffenen sensiblen Anlagen (z.B. Versorgungsleitungen) oder Bauwerken im Bereich stärkerer Absenkung vorhanden sind.



### ■ Schachtteufenmessungen

Mit Hilfe dieser Messungen kann die Senkung der Schachtröhre gemessen werden. Die Messungen zeigen (BfS-Plan, Abb. 3.1.9.7/7), daß diese Senkungen in verschiedenen Bereichen der Schachtröhre unterschiedlich sind. Laut BfS-Plan (S. 3.1.9.7-11) hat sich die Schachtröhre bis ca. 500 m Teufe seit 1970 gleichmäßig um ca. 56 mm gesenkt. Bei 540 m Teufe beträgt die bisherige Senkung allerdings 72 mm. Ein weiteres Senkungsmaximum liegt in der Teufe von rund 746 m.

Als Erklärung für die deutlich höhere Absenkung in beiden Bereichen dient laut BfS-Plan der Hinweis auf die dort vorhandenen tektonisch stärker beeinflussten Zonen. Ob diese Erklärung zutreffend ist, muß angezweifelt werden, solange nicht klar ist, um welche die Schachtröhre angreifende tektonische Kräfte es sich überhaupt handelt. Dafür notwendige Aussagen über das Verformungsverhalten des den Schacht umgebenden Gebirges werden nicht gemacht.

Des weiteren werden die Verformungen der Schachtröhre im BfS-Plan (S. 3.1.9.7-11) insgesamt als "klein" bezeichnet. Diese Aussage ist unzureichend, weil nicht einmal andeutungsweise ein Maßstab für diese Bewertung angegeben wird.

Als weiterer Punkt müssen die möglichen Einwirkungen auf beide Schächte genannt werden. Hierzu sind laut BfS-Plan (S. 3.1.10.5-12) zusätzliche und nicht näher erläuterte Untersuchungen durchgeführt worden. Die Ergebnisse können deshalb nicht nachvollzogen werden. Auffallend ist jedoch, daß die entsprechende Ergebnisdarstellung im BfS-Plan (Abb. 3.1.10.5/16) hinsichtlich Schachtstauchung und Schachtscherung gegenüber der entsprechenden Darstellung im alten PTB-Plan (Abb. 3.1.10.5/16) für Bereiche unterhalb 500 m Teufe deutlich abweicht (bei Schacht 1) bzw. nicht mehr angegeben wird (Schacht 2). Eine Erklärung für diesen Sachverhalt ist dem BfS-Plan nicht zu entnehmen.

### ■ Verformungsmessungen in geneigten Meßbohrungen

Diese Messungen dienen der Ermittlung der großräumigen Gebirgsbewegungen. Es wurden je eine Bohrung über dem Spülversatzfeld und dem Bleckenstedter Sprung gestoßen. Laut BfS-Plan (S. 3.1.9.7-12) zeigen die dabei bisher gewonnenen Meßergebnisse keine signifikanten Verformungen an. Auch hier kann - wie bei der überwiegenden Anzahl der Ausführungen zur Gebirgsmechanik im BfS-Plan - die wertende Aussage nicht nachvollzogen werden, da keinerlei Meßdaten oder sonstwie geartete Hinweise im BfS-Plan vorgelegt werden.

Im PTB-Plan (S. 3.1.9.7-12) war noch die Absicht geäußert worden, auch über dem LHD-Feld eine entsprechende Bohrung durchzuführen. Diese ist offensichtlich nicht ausgeführt worden, obwohl bekannt ist, daß gerade der Bereich des LHD-Feldes gebirgsmechanisch besonders beansprucht ist. Mit nur zwei geneigten Meßbohrungen und unter Auslassen eines besonders sensiblen Gebirgsbereiches kann das Ziel, die großräumigen Gebirgsverformungen zu messen, nicht erreicht werden. Im BfS-Plan wird kein Hinweis darauf gegeben, warum auf die ursprünglich geplante dritte Bohrung verzichtet wurde.

### ■ Abschätzung der Streckenkonvergenz

Hinsichtlich der zu erwartenden Endkonvergenz der Grubenhohlräume sind dem BfS-Plan keine Hinweise zu entnehmen. Er fällt hiermit in der Dokumentation der Ergebnisse noch hinter den

PTB-Plan zurück, in dem zumindestens rechnerische Schätzwerte für die Endkonvergenz in verschiedenen Teilbereichen der Grube angegeben werden (PTB-Plan, S. 3.1.9.7-19). Unklar ist, warum die alten Werte aus dem PTB-Plan nicht in den BfS-Plan übernommen worden sind. Falls es neuere Daten gibt, sind diese im BfS-Plan jedenfalls nicht dokumentiert. Aus Mangel an dokumentierten Daten sind deshalb die Aussagen im BfS-Plan zur Konvergenz nicht nachvollziehbar.

### **7.3.3 Numerische Modelluntersuchung**

Diese Untersuchungen dienen dazu, Aussagen über den Beanspruchungszustand des großräumigen Gebirgsverbandes zu gewinnen. Eine wesentliche Voraussetzung für realitätsnahe Ergebnisse ist der Einsatz belastbarer und repräsentativer Stoffparameter in dem gewählten Modell. Diese Stoffparameter werden in Laborversuchen ermittelt.

Zumindestens die Repräsentativität der benutzten Stoffparameter für das gesamte Modellgebiet muß angezweifelt werden. Untersucht worden sind offensichtlich nur Proben aus dem Bereich der Grube selbst sowie Proben aus den beiden Schächten und der Untersuchungsbohrung Konrad 101.

Die Orte der Probennahme im Grubengebäude sind im BfS-Plan (Abb. 3.1.10.5/1) dargestellt. Dabei zeigt sich, daß gerade aus dem südlichen Teil des Grubengebäudes (Bereich LHD-Feld und Umgebung) keine Proben untersucht worden sind. Dennoch ist die Probendichte im Grubengebäude (und damit in der Schicht des Korallenooliths) offensichtlich noch höher als für die den Korallenoolith unter- und überlagernden Schichten. Für die unter- und überlagernden Schichten liegen nur Proben aus den beiden Schächten und der Bohrung Konrad 101 vor.

Innerhalb des gesamten betrachteten Gebirgsbereiches (Nord-Süd-Erstreckung rund 4000 m, s. Abb. 3.1.10.5/3 BfS-Plan) liegen somit nur Proben von drei Punkten und dem Grubengebäude selbst vor. Über die Anzahl der untersuchten Proben pro Schichtglied und die durchgeführten Versuche sind dem BfS-Plan keine Angaben zu entnehmen. Jedenfalls können die untersuchten Proben für den gesamten Modellraum (speziell für die Modellschichten unter- und überhalb des Einlagerungshorizontes) nicht repräsentativ sein, da keine weiteren als die drei genannten Tiefenaufschlüsse erwähnt werden. Die Ergebnisse der Verformungsmessungen in zwei geeigneten Meßbohrungen, die der Messung großräumiger Gebirgsverformungen dienen sollen (s. 7.3.2), sind bei der Modellierung offensichtlich nicht berücksichtigt worden. Dem BfS-Plan ist zumindestens kein Hinweis darauf zu entnehmen.

Neben der fehlenden Repräsentativität der bei den Modellrechnungen benutzten Stoffparametern sind drei weitere Aspekte für die Aussagekraft der Berechnungen von Bedeutung:

- Den Modellrechnungen liegen idealisierende Annahmen bezüglich des anstehenden Gebirges zugrunde (BfS-Plan, S. 3.1.10.5-1). Diese Annahmen werden im BfS-Plan nicht genannt. Es darf vermutet werden, daß sich diese Annahmen auf die Homogenität und Isotropie des modellierten Gebirgsbereiches beziehen. Von der Homogenität und Isotropie



des Gebirges darf jedoch ohne Begründung nicht selbstverständlich ausgegangen werden.

- Die laut BfS-Plan (S. 3.1.10.5-6) vorgenommene konservative Erfassung der Modellparameter kann die zweifellos vorhandenen Unterschiede zwischen Modell und Wirklichkeit nicht kompensieren. Auf diesen grundlegenden Sachverhalt wird bereits im PTB-Plan hingewiesen. Im BfS-Plan fehlt eine solche Einschränkung. Die entsprechende Problematik, die wesentlich ist für die Bewertung der Modellergebnisse, ist offensichtlich nicht mehr berücksichtigt worden.
- In den Modellrechnungen wird auch der Beanspruchungszustand des Gebirges nach Auffahren des geplanten Einlagerungsfeldes 6a untersucht. Sämtliche anderen ebenfalls neu aufzufahrenden Einlagerungsfelder (2, 3, 4, 5a, 5/1, 5/2, 6, 6b) werden nicht berücksichtigt. Unabhängig von den bereits angeführten Zweifeln an der Aussagekraft der durchgeführten Modellrechnungen müßten diese Felder ebenfalls berücksichtigt werden, da nur so ein den tatsächlichen Verhältnissen angemessener Beanspruchungszustand des Gebirges nach Auffahrung aller Einlagerungsfelder modelliert werden kann.

Aus den dargelegten Gründen ist insgesamt abzuleiten, daß die numerischen Modelluntersuchungen zum Belastungszustand des Gebirges Ergebnisse zum gegenwärtigen und vor allem zukünftigen Beanspruchungszustand liefern, deren Realitätsnähe angezweifelt werden muß und im einzelnen unbekannt ist. Entsprechend müssen die aus den Modellrechnungen im BfS-Plan abgeleiteten Aussagen zur langfristigen Standsicherheit des Grubengebäudes und zu den großräumigen Gebirgsbewegungen (insbesondere im Deckgebirge) einschließlich der Entwicklung des obertägigen Absenkungstrogas in Frage gestellt werden.

Die im BfS-Plan (Kap. 3.1.10.5.2) durchgeführten Berechnungen zur Entwicklung des Absenkungstrogas mit Hilfe markscheiderischer Modelle entziehen sich der Beurteilung, da lediglich die Berechnungsergebnisse kurz vorgestellt werden, ihre Ableitung und das ihnen zugrunde liegende Rechenmodell aus der Bergschadenskunde jedoch nicht erläutert werden.

Hinsichtlich der zu Beginn von Kapitel 7.3 formulierten Fragen liefert der BfS-Plan nur bedingt plausible Antworten. Anzuzweifeln sind insbesondere die Aussagen im BfS-Plan (S. 3.1.10.5-14), daß das Deckgebirge homogenen Verformungen ausgesetzt ist und keine Spannungszustände im Deckgebirge erzeugt werden, die zu Brucherscheinungen führen. Diese Aussagen beruhen im wesentlichen auf den Ergebnissen von Modellrechnungen, deren Nähe zu den tatsächlich sich einstellenden Verhältnissen unbekannt ist.

In Zusammenhang mit den gebirgsmechanischen Verhältnissen muß noch auf eine weitere Unklarheit hingewiesen werden: Laut altem PTB-Plan (S. 3.4.2-6) war geplant, 26 Einlagerungskammern zu je 40.000 m<sup>3</sup> Hohlraum zu erstellen. Im BfS-Plan (S. 3.4.2-11) wird von 52 Einlagerungskammern ausgegangen, die jedoch nur noch jeweils 20.000 m<sup>3</sup> Hohlraum umfassen sollen. Ob gebirgsmechanische Überlegungen zu dieser Änderung geführt haben, ist dem BfS-Plan nicht zu entnehmen. Mögliche Auswirkungen dieser Änderungen auf die gebirgsmecha-

nische Situation sind offensichtlich nicht untersucht worden. Jedenfalls sind entsprechende Überlegungen im BfS-Plan nicht dokumentiert.

## **7.4 Hydrogeologische Modelle und Berechnung der Radionuklidausbreitung**

(Zu den Einwendungen 7/5 bis 7/17 und 7/24 bis 7/40)

### **7.4.1 Modellierung der hydrogeologischen Verhältnisse**

#### **7.4.1.1 Grundlagen, Allgemeines**

Wasser ist das Transportmittel für Radionuklide in der Nachbetriebsphase des Endlagers. Es müssen deshalb die hydrogeologischen und hydraulischen Verhältnisse im weiteren Standortbereich genau bekannt sein, da nur auf Grundlage dieser Kenntnisse Aussagen über die Ausbreitung der Radionuklide mit dem Grundwasser möglich sind.

Die hydrogeologische Situation im Standortbereich ist mit Hilfe hydrogeologischer Modelle simuliert worden. Bei diesen Simulationsrechnungen werden Strömungspfade des Grundwassers und die Laufzeiten des Grundwassers vom Endlager bis in die Biosphäre berechnet.

Diese Modellrechnungen zur Grundwasserbewegung im Raum Konrad stellen eine wichtige Grundlage für die Berechnungen zur Radionuklidausbreitung dar (s. 7.4.2.4), die das Kernstück des eigentlichen Eignungsnachweises für den Standort Konrad bilden. Aus diesem Zusammenhang ergeben sich weitreichende Anforderungen nicht nur an die Leistungsfähigkeit der eingesetzten Rechenmodelle und der Rechenanlagen, mit denen die Grundwasserbewegung berechnet wird, sondern auch an die Modellierungskonzeption und die Datenqualität.

Im BfS-Plan (Kap. 4.1.10.4) geschieht die Berechnung der Grundwasserbewegung mit Hilfe zweier Programmsysteme:

- Programmsystem SWIFT (s. dazu Kap. 7.4.1.3),
- Programmsystem FEM301 (s. dazu Kap. 7.4.1.4).

Betrachtet werden gleichzeitig zwei Modellstrukturen: Das "Schichtenmodell" und das "Störzonenmodell". Gegenüber dem Schichtenmodell wird beim Störzonenmodell verstärkt Wert auf die Modellierung der Wirksamkeit von Störungen bzw. Störungszonen gelegt.

Mit SWIFT wird lediglich das Schichtenmodell gerechnet, mit Hilfe von FEM301 sowohl das Schichtenmodell als auch das Störzonenmodell. Der Informationsanspruch beider Programmsysteme ist ähnlich.



Beim Programmsystem SWIFT werden die die Grundwasserbewegung bzw. den Radionuklidtransport beschreibenden Differentialgleichungen nach dem Prinzip der Finiten Differenzen gelöst, beim Rechencode FEM301 dagegen nach dem Prinzip der Finiten Elemente. Im Hinblick auf die Grundwasserbewegung wird für beide Modelle die Gültigkeit des Darcy-Gesetzes für Porengrundwasserleiter vorausgesetzt. Der Beweis dafür, daß dieses Vorgehen für alle hydrogeologischen Einheiten und das gesamte Modellgebiet zulässig ist, wird nicht geführt.

Der in PTB-Plan und BfS-Plan gewählten Vorgehensweise bei der Modellierung der Grundwasserbewegung liegen letztlich die von RSK [1983] für den Sicherheitsnachweis von Endlagern formulierten Vorgaben zugrunde (s. 7.4.2.6). Wie verlangt wird auch bei der Modellierung der Grundwasserbewegung deterministisch vorgegangen. Das bedeutet, daß nicht nur die in die Berechnung einfließenden Randbedingungen der Grundwasserbewegung, sondern auch die benötigten Rechengrößen, insbesondere Wasserdurchlässigkeit und effektive Porosität, vorab festgelegt werden müssen. Kenntnislücken werden durch konservative Annahmen überbrückt. Der erforderliche Nachweis der Konservativität stellt ein wichtiges methodisches Problem dieses Ansatzes dar (s. 7.4.2.6).

Die angemessene und aussagekräftige mathematische Modellierung der Grundwasserverhältnisse ist nur bei Erfüllung bestimmter Anforderungen möglich [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a]:

- Das verwendete Programmsystem muß geeignet und angemessen sein,
- Das Modellgebiet muß räumlich und hydraulisch genau definiert sein,
- Der "Motor" der Grundwasserbewegung muß bekannt sein,
- Die hydrogeologischen Verhältnisse müssen mit ausreichender Genauigkeit bekannt sein,
- Es müssen repräsentative und belastbare Daten über hydrogeologische Kenngrößen vorliegen,
- Das Ergebnis der Modellierung muß überprüfbar sein.

Im folgenden wird auf einige wesentliche Aspekte der vorgenommenen Modellierung eingegangen.

#### **7.4.1.2. Datengrundlage**

Voraussetzung für die verlässliche Modellierung der Grundwasserbewegung sind neben der angemessenen Qualität der eingesetzten Rechencodes und ausreichender Kapazität der Rechenanlagen verlässliche Informationen zu den Randbedingungen der Grundwasserbewegung und den in den Rechenprogrammen verarbeiteten Parametern. Die Anwendung der beiden Programme SWIFT und FEM301 setzt in dieser Hinsicht die Erfüllung ähnlicher Ansprüche voraus. Es werden Daten zu folgenden Informationsbereichen benötigt:

- Ausbildung (Zusammensetzung, Mächtigkeit) aller hydrogeologischen Einheiten des Modellgebietes sowie deren Lagebeziehungen untereinander; dabei ist zu beachten, daß bereits die Abgrenzung des Modellgebietes weitreichende Kenntnisse erfordert;

- Lage und hydraulische Wirkung von Störungszonen;
- hydraulische bzw. hydraulisch wichtige Kenngrößen, wie Gebirgsdurchlässigkeit, (effektive) Porosität und Öffnungsweite und Dichte von Klüften;
- Wasserhaushalt im Modellgebiet (Grundwasserspiegellagen, Grundwasserneubildung, Exfiltration usw.).

Darüber hinaus müssen Informationen vorhanden sein, mit deren Hilfe die Modellannahmen und Rechenergebnisse unabhängig von den dabei verwendeten Daten überprüft werden können. Dazu können hydrochemische Befunde sowie Daten über die Grundwasserneubildung und -exfiltration herangezogen werden.

Unerläßliche Voraussetzung für belastbare Rechenergebnisse und für die Überprüfung ihrer Belastbarkeit ist allerdings, daß alle erforderlichen Daten für das gesamte Modellgebiet in repräsentativer Menge und ausreichender Qualität vorliegen. Diese Bedingung ist für das Modellgebiet Konrad nachweislich nicht erfüllt. Die Datenlage für die Grundwassermodellierung hat sich im BfS-Plan gegenüber dem PTB-Plan nicht erkennbar verändert. Den insgesamt für die Anwendung beider Programmsysteme verfügbare Datengrundlage ist gleich. Das betrifft auch die Abgrenzung des Modellgebietes sowie den angenommenen Antriebsmechanismus für die Grundwasserbewegung:

Das Modellgebiet wird im Süden durch den Salzgitterer Höhenzug, im Osten und Westen durch Salzstockketten und im Norden durch die Allerniederung bei Gifhorn - Calberlah begrenzt. Das im Salzgitterer Höhenzug neugebildete Grundwasser durchströmt das Modellgebiet teilweise in tiefen Grundwasserleitern, die hydraulische Verbindung mit dem Endlager haben können, und erreicht spätestens in der Allerniederung das oberflächennahe Grundwasser bzw. die Biosphäre. Motor der Grundwasserbewegung ist die Differenz zwischen den Positionen des Grundwasserspiegels im Salzgitterer Höhenzug bzw. an den Eintrittsorten tieferen Grundwassers in oberflächennahe Grundwasserleiter.

Für die Berechnungen mit dem Programmsystem FEM301 wurden einige Modifizierungen an den Modellrändern vorgenommen, deren Realitätsnähe im einzelnen unbekannt ist und die daher den Charakter von Parametervariationen haben. Nicht in neue Berechnungen eingeflossen ist offenbar die Existenz von Fenstern in den Steinsalzserien des Mittleren Muschelkalk, die den Boden des Modellgebietes bilden (s. dazu 7.2).

Wie bereits in 7.2 dargestellt, waren alle im Zuge des Eignungsnachweises Konrad durchgeführten Untersuchungen zur Erhebung von Eingabeparametern für die Modellrechnungen auf das Grubengebäude und die Bohrung Konrad 101 bzw. die engere Umgebung der Schachanlage beschränkt. Die im BfS-Plan (S. 3.1.9.6-5) für diese Beschränkung gegebene Begründung steht eindeutig im Widerspruch zu den Abstrombedingungen, die den Modellrechnungen zugrunde liegen.



Wesentliche und im BfS-Plan dokumentierte Eingangsdaten für die Modellrechnungen sind die Durchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f$ -Werte) und die effektiven Porositäten der vom Grundwasser durchflossenen Gesteinsschichten. Die für SWIFT und FEM301 benutzten Werte sind im BfS-Plan in den Tab. 3.1.10.3/1, 3.1.10.3/2 und 3.1.10.3/3 dargestellt.

Der BfS-Plan läßt nicht in jedem Fall klar erkennen, woher die benutzten  $k_f$ -Werte und Porositätsangaben stammen. Durchlässigkeitsbestimmungen liegen lediglich aus der Grube Konrad, der Bohrung K 101 sowie aus alten Tiefbohrungen vor (BfS-Plan, Kap. 3.1.9.6.5). Aus welchen Tiefbohrungen und zu welchen Gesteinshorizonten Werte übernommen worden sind, wird nicht mitgeteilt. Für das Schichtglied Oxford sind in-situ-Messungen der Gebirgsdurchlässigkeit im Grubengebäude vorgenommen worden (BfS-Plan, S. 3.1.10.3-8). Auch für den Malm (Kimmeridge und Münder Mergel) scheinen Meßwerte der Gebirgsdurchlässigkeit vorzuliegen. Einzelne Daten liegen offensichtlich auch aus dem Cornbrash-Sandstein vor. Dem BfS-Plan ist auch nicht entnehmbar, worauf sich die Berechtigung stützt, die offenbar nur punktuell aussagekräftigen Werte auf den größeren unbekannten Teil des Modellgebietes zu übertragen. Der BfS-Plan enthält zwar Hinweise darauf, daß in die Festlegung der Rechengrößen, insbesondere Gebirgsdurchlässigkeit und Porosität, entsprechende Daten aus Erdölbohrungen eingeflossen sind, doch finden sich keinerlei Angaben auf deren räumliche Repräsentativität und ihre Aussagekraft im Hinblick auf die Modellierung der Grundwasserbewegung. Auf die Probleme, die allein mit dem Vergleich von mit unterschiedlichen Verfahren bestimmten Durchlässigkeitsbeiwerten verbunden sind, wird nicht eingegangen.

Insgesamt ist die Datengrundlage - bezogen auf das gesamte Modellgebiet und alle Schichtglieder - nach wie vor unzureichend:

- Selbst wenn aus Gesteinsmaterial der beiden Schächte, des Grubengebäudes und der Bohrung Konrad 101 Bestimmungen der Durchlässigkeitsbeiwerte und der effektiven Porosität vorliegen, dann sind dies - bezogen auf das gesamte Modellgebiet - extrem wenige Meßwerte. Die dabei gewonnenen Daten sind sicher nicht repräsentativ für das gesamte Modellgebiet.
- Für die Mehrzahl der zu betrachtenden Schichtglieder werden im BfS-Plan Durchlässigkeitsbeiwerte und effektive Porositäten "angesetzt" oder "angenommen", ohne daß die entsprechenden Werte durch Messungen belegt sind. Jedenfalls sind die notwendigen Messungen bzw. Versuche im BfS-Plan nicht erwähnt.
- Weiterhin ist unklar, ob die angenommenen Durchlässigkeitsbeiwerte für das Schichtenmodell (BfS-Plan, Tab. 3.1.10.3/1) Gesteins- oder Gebirgsdurchlässigkeiten darstellen. Lediglich für die Schichtglieder Oxford und Oberer Malm wird im BfS-Plan eindeutig von Gebirgsdurchlässigkeit gesprochen. Es ist notwendig, für alle Schichtglieder Gebirgsdurchlässigkeiten anzusetzen, da diese - im Gegensatz zur Gesteinsdurchlässigkeit - das tatsächliche Durchlässigkeitsverhalten des Gebirgsverbandes (Durchlässigkeit durch Poren und Klüfte) beschreibt.

- Für die Schichtglieder des Muschelkalk bis Lias, die wesentlichen Einfluß auf die Grundwasserbewegung haben können, liegen offensichtlich keinerlei Meßergebnisse zu Durchlässigkeiten und effektiven Porositäten vor. Auch hier werden im BfS-Plan lediglich Annahmen getroffen.
- Die im Störzonenmodell benutzten Gebirgsdurchlässigkeiten werden in Tab. 3.1.10.3/2 des BfS-Plans dargestellt. Es sollen dies "realitätsnähere Werte für die großräumige Gebirgsdurchlässigkeit" sein (BfS-Plan, S. 3.1.10.3-12). Worin sich die größere Realitätsnähe begründet, wird nicht ersichtlich. Wenn tatsächlich eine größere Realitätsnähe gegeben sein sollte, dann bleibt zu fragen, warum diese Werte nicht auch im Schichtenmodell benutzt werden.
- Im Störzonenmodell werden veränderte Gebirgsdurchlässigkeiten im Bereich der Störungszonen angenommen (BfS-Plan, Tab. 3.1.10.3/8). Die dort vorgenommen Erhöhungen der Gebirgsdurchlässigkeiten um bestimmte Faktoren ist nicht nachvollziehbar und erscheint beliebig, da Begründungen für die gewählten Werte nicht geliefert werden.

Insgesamt bleibt festzustellen, daß zu wichtigen Größen, die als Randbedingungen in die Modellrechnungen zur Grundwasserbewegung eingehen, und zu wichtigen Rechengrößen keine repräsentativen und verlässlichen Angaben vorliegen. Die Darstellungen im BfS-Plan zur Datengrundlage bei der Grundwassermodellierung sind gegenüber dem alten PTB-Plan nicht erkennbar verbessert. Somit bleiben alle Vorbehalte, die von GRUPPE ÖKOLOGIE [1987a] für diesen Bereich formuliert worden sind, bestehen.

Die durchgeführten Berechnungen von Grundwasserlaufzeiten stellen allein aus diesem Grund keine geeignete Grundlage für die Standortbeurteilung nach dem vorgegebenen Nachweisverfahren Sicherheitsanalyse dar. Angesichts der unzureichenden Datenlagen fehlt auch den Behauptungen im BfS-Plan zur Konservativität einzelner Parameter (und damit auch der Rechenergebnisse insgesamt) jede nachvollziehbare Grundlage.

#### **7.4.1.3 Programmsystem SWIFT**

Die Ausführungen im BfS-Plan zur Anwendung des Programmsystems SWIFT und zu den damit ermittelten Ergebnissen zu Grundwasserlaufzeiten und -wegen stimmen mit denen im alten PTB-Plan überein. Die in GRUPPE ÖKOLOGIE [1987a, Kap. 7.4.3] identifizierten Schwachstellen bleiben somit bestehen.

Je nach den Annahmen zur Gebirgsdurchlässigkeit der verschiedenen hydrogeologischen Einheiten im Modellgebiet, die der Berechnung zugrundeliegen, ergeben sich drei unterschiedliche Fließwege des Grundwassers aus dem Endlagerbereich in die Biosphäre, von denen für die Beurteilung allerdings nur zwei von Bedeutung sind.

Nach den Ergebnissen ist bei Variante 1 (Grundwasserfluß direkt durch Unterkreidetonstein) mit minimalen Laufzeiten vom Endlager bis zur Biosphäre von 430.000 Jahren zu rechnen (Aufstieg



des Grundwassers im Raum Groß Gleidingen, SZ-Üfingen). Bei Variante 2 (Grundwasserfluß durch das Oxford) beträgt die minimale Grundwasserlaufzeit 300.000 Jahre (Aufstieg des Grundwassers im Bereich der Allerniederung, bei Calberlah und damit außerhalb des erkundeten Bereiches, s. 7.2).

Die Unterschiede gehen im wesentlichen auf die Änderung der für die Unterkreidetonsteine angenommenen Durchlässigkeitsbeiwerte zurück. Bei Variante 1 wird mit einer höheren Durchlässigkeit gerechnet ( $k_f$ -Wert =  $1 \text{ E-}10 \text{ m/s}$ ) als bei Variante 2 ( $k_f = 1 \text{ E-}12 \text{ m/s}$ ).

Interessant an dem Ergebnis ist, daß bei Annahme einer geringeren Durchlässigkeit der Barriere Unterkreidetonsteine (Variante 2) die Laufzeit kürzer ist als bei Variante 1, die durch "schlechtere" Eigenschaften der Barriere Unterkreidetonsteine gekennzeichnet ist. Dieses auf den ersten Blick paradoxe Ergebnis ist Folge der Tatsache, daß der Einlagerungshorizont eben nicht vollständig von Unterkreidetonsteinen abgedeckt wird, sondern im Norden des Modellgebietes in die Nähe der Erdoberfläche kommt.

Unabhängig davon muß festgestellt werden, daß die mit SWIFT errechneten Ergebnisse zu Grundwasserlaufzeiten und -wegen sicher nicht (oder höchstens zufällig) den tatsächlich zu erwartenden Verhältnissen entsprechen. Neben den in Kap. 7.4.1.2 bereits dargestellten Gründen (fehlende Repräsentativität und Belastbarkeit der Eingangsdaten) sind als weitere Gründe zu nennen:

- Der generell unzureichende Kenntnisstand über die (hydro-)geologischen Verhältnisse im größten (nördlichen) Teil des Modellgebietes.
- Die Anwendbarkeit des für Porengrundwasserleiter entwickelten Programmsystems SWIFT auf Kluftgrundwasserleiter für die standortspezifischen Verhältnisse ist nicht nachgewiesen.
- Die Nachbildung der geologischen Verhältnisse (v.a. Lagerung der Schichten) in der Modellstruktur weicht von den tatsächlichen Verhältnissen ab. Mit dem Programmsystem SWIFT können Störungen nur grob modelliert werden. Potentiell wasserwegsamere Zone im Deckgebirge, wie alte Bohrungen, werden nicht berücksichtigt.
- Die Ergebnisse der Rechnungen sind nicht überprüfbar.

Insgesamt führen diese Gründe zu nicht belastbaren Ergebnissen, so daß eine zuverlässige Standortbewertung nicht möglich ist. Dabei spielt es auch keine Rolle, ob SWIFT in sich selbst widerspruchsfrei ist (BfS-Plan, S. 3.1.10.4-8). Widerspruchsfreiheit des Modells ist zwar eine notwendige, aber bei weitem keine hinreichende Bedingung für aussagekräftige Ergebnisse.

#### **7.4.1.4 Programmsystem FEM301**

Das Programmsystem FEM301 ermöglicht aufgrund seines inneren Aufbaus (s. BfS-Plan, S. 3.1.10.4-14 f) eine bessere Modellierung von Inhomogenitäten (hydraulisch wirksame Störungen und Störungszonen) als SWIFT. Die in die Berechnungen mit dem Modell FEM301 eingeflossenen Randbedingungen, die der Abgrenzung des Modellgebietes zugrundeliegen, entsprechen weitgehend denjenigen beim Modell SWIFT.

Bei der Modellierung der Grundwasserströmung mit FEM301 sind eine Reihe von Störungen bzw. Störungszonen im Modellgebiet besonders berücksichtigt worden (BfS-Plan, Abb. 3.1.10.4/3). Für diese Störungszonen wird eine veränderte (erhöhte) Gebirgsdurchlässigkeit angenommen.

Durch Variation der wichtigsten Rechengrößen, insbesondere der Gebirgsdurchlässigkeit, wurden drei verschiedene Modellvarianten definiert, ein sogenanntes "Störzonenmodell" und zwei "Schichtenmodelle". Alte Bohrungen werden nicht berücksichtigt.

Beim Störzonenmodell sind für die einzelnen Schichteinheiten gegenüber dem Schichtenmodell die Durchlässigkeitsbeiwerte weitgehend verändert worden, und zwar in Richtung geringerer Durchlässigkeit (BfS-Plan, Tab. 3.1.10.3/2). Im Bereich der Störungszonen sind hingegen relativ höhere Wasserdurchlässigkeiten angenommen worden. Dabei fällt auf, daß sich die weitaus überwiegende Zahl der berücksichtigten Störungszonen im Südteil des Modellgebietes befindet - ein Ausdruck des ungenügenden Kenntnisstandes über den Nordteil des Modellgebietes (s. 7.2).

Bei den Schichtenmodellen spielen die Störungszonen keine Rolle. Sie unterscheiden sich voneinander durch die Annahme sehr unterschiedlicher Durchlässigkeitsverhältnisse. Bei Variante 1 werden generell Durchlässigkeitsbeiwerte am oberen Ende der für die einzelnen Einheiten für möglich gehaltenen Bandbreiten gewählt. Bei Variante 2 wird den Grundwassernichtleitern des Modellgebietes eine relativ geringe Wasserdurchlässigkeit zugeschrieben.

Die berechneten Laufzeiten zwischen Endlager und oberflächennahem Grundwasser liegen zwischen 330.000 Jahren und 38.8 Mio Jahren. Die genannte kürzeste Laufzeit trifft für Variante 1 des Schichtenmodells zu. Für Variante 2 dieses Schichtenmodells ergibt sich eine minimale Laufzeit von 6.3 Mio Jahren. Diese Variante ist am ehesten mit derjenigen des Modells SWIFT zu vergleichen, die eine Laufzeit von 300.000 Jahren geliefert hat (s. 7.4.1.3). Für das Störzonenmodell liegt die kürzeste Laufzeit bei 1.3 Mio Jahren.

Alle Varianten liefern mehrere verschiedene Grundwasserfließwege und -laufzeiten zwischen Endlager und oberflächennahem Grundwasser. Nach den Ausführungen im BfS-Plan stehen die jeweils variantenspezifischen Bandbreiten der Laufzeiten in plausibler Beziehung zu den zugrundegelegten Annahmen und Parametervariationen. Gerade durch diese Bandbreiten der Ergebnisse in Abhängigkeit von der plausiblen Bandbreite der Eingabeparameter belegen die FEM301-Ergebnisse in eindrucksvoller Weise den dringenden Bedarf nach genauen Eingabedaten. Angesichts der Tatsache, daß den vorgenommenen Berechnungen eine deterministische Vorgehensweise zugrundeliegt, sind die Parametervariationen nichts anderes als Ausdruck einer unzureichenden Datenbasis. Dieser Mangel erlaubt nämlich nicht nur die Einführung fast beliebiger



Bandbreiten der Rechengrößen, sondern zwingt aus Gründen vorgeblicher Konservativität sogar dazu. Vor dem Hintergrund der Frage, welche Gesteinseigenschaften sich in welchem Ausmaß auf die Laufzeiten des Grundwassers zwischen Endlager und Biosphäre im Modellgebiet Konrad auswirken können, liefern die FEM301-Ergebnisse daher eindrucksvolle Hinweise.

Die bereits in Kap. 7.4.1.2 dargestellten Probleme hinsichtlich der Datengrundlage sowie die in Kap. 7.4.1.3 für SWIFT identifizierten Probleme bleiben auch für die Anwendung von FEM301 bestehen. Darüber hinaus gilt:

- Bei FEM301 werden die Tonsteine des Keuper, des Lias und des Dogger anisotrop modelliert. Daher ist die Durchlässigkeit für jedes Schichtglied durch zwei  $k_f$ -Werte (Durchlässigkeit parallel und senkrecht zur Schichtung) anzugeben. Woher für diese Schichtglieder die Werte der parallel und senkrecht zur Schichtung gegebenen Durchlässigkeiten stammen, ist unklar. Es darf vermutet werden, daß einfach Annahmen getroffen worden sind bzw. Werte aus Analogieschlüssen abgeleitet worden sind.
- Die Nachbildung der realen (hydro-)geologischen Verhältnisse in der Modellstruktur von FEM301 ist ebenfalls nicht exakt, d.h. es bestehen Differenzen zu der Realität.

Insofern sind auch die Ergebnisse der Modellrechnungen mit FEM301 ohne die erforderliche Aussagekraft.

Laut BfS-Plan belegen die Ergebnisse insgesamt die langen Laufzeiten des Grundwassers zwischen Endlager und Biosphäre. Wenngleich lange Laufzeiten bei den angenommenen Bedingungen wahrscheinlich sind, wäre der rechnerische Beweis dafür jedoch erst angetreten, wenn in die Berechnungen nachweislich die tatsächliche Bandbreite der möglichen Randbedingungen und der Rechengrößen eingeflossen wäre. Das ist nicht der Fall, da diese Bandbreiten im einzelnen unbekannt sind.

Die Beziehung zwischen Ergebnissen und Eingabeparametern sprechen laut (BfS-Plan, S. 3.1.10.4-19) für die innere Plausibilität des Modells. Dies ist eine unerläßliche Voraussetzung für die Durchführung von Modellrechnungen, sagt aber über die Realitätsnähe des Ergebnisses nicht aus.

Die Aussage im BfS-Plan (S. 3.1.10.4-2 f), der Einsatz von zwei Rechenprogrammen, die zudem noch unterschiedliche Lösungsmethoden verwenden, erhöhe die Verlässlichkeit der Aussagen zur großräumigen Grundwasserbewegung, ist zurückzuweisen:

- Allein wegen der für beide Programmsysteme unzureichenden Datengrundlage und der sonstigen dargestellten Fehlerquellen kann von einer Verlässlichkeit der Aussagen keine Rede sein. Mittels FEM301 werden vielmehr zusätzliche Ergebnisse produziert, deren Realitätsnähe genauso unbekannt ist wie die bereits altbekannten Ergebnisse der Berechnungen mit SWIFT. Zweifellos würden bei Anwendung zusätzlicher Programmsysteme nochmals andere Ergebnisse produziert.

- Die SWIFT- und FEM301-Ergebnisse weichen erheblich voneinander ab. Die Tatsache, daß mit beiden Programmen für das menschliche Vorstellungsvermögen sehr lange Grundwasserlaufzeiten errechnet werden, darf über die gravierende Differenz zwischen den Ergebnissen nicht hinwegtäuschen.

Ohnehin hängt die Aussagesicherheit von Modellrechnungen nicht von der Anzahl der eingesetzten Programmsysteme ab, sondern von der Fähigkeit eines Programmsystems, die Realität abzubilden sowie vor allem auch von der Güte und Menge der zur Verfügung stehenden Eingangsdaten. Diese Tatsache wird im BfS-Plan unterschlagen. Das altbekannte Problem der ungenügenden Datengrundlage für das gesamte Modellgebiet kann nicht durch die Anwendung beliebig vieler unterschiedlicher Programmsysteme kompensiert werden. Die Datenlücke kann nur durch weitere Felduntersuchungen geschlossen werden. Dies ist von BfS nicht versucht worden. Unabhängig von der Qualität der eingesetzten Programmsysteme ist dies der entscheidende Weg zur Erhöhung der Aussagekraft der Modellrechnungen zur Grundwasserbewegung am Standort Konrad.

## **7.4.2 Berechnung der Radionuklidausbreitung**

### **7.4.2.1 Grundlagen, Allgemeines**

Im Zuge des Langzeiteignungsnachweises Konrad wird Grundwasser als einziges Transportmedium für Radionuklide aus dem Endlager in die Biosphäre betrachtet. Wieweit diese Einschränkung berechtigt ist, kann im einzelnen nicht beurteilt werden, da die Bedeutung anderer Transportvorgänge nicht erörtert wird. Es muß betont werden, daß derzeit in Schweden die Bedeutung des Radionuklidtransportes mit Gasen diskutiert wird. Immerhin war noch im PTB-Plan auf die Bedeutung von Gasansammlungen im Endlager für die Schachtabdichtung hingewiesen worden (s. 7.5).

Für die Berechnung der Radionuklidausbreitung werden im BfS-Plan die bereits aus dem alten PTB-Plan bekannten Ergebnisse der Grundwassermodellierung mit SWIFT berücksichtigt, da diese zu den kürzesten Grundwasserlaufzeiten geführt haben. Die Ergebnisse von FEM301 werden im BfS-Plan zur Berechnung der Radionuklidausbreitung nicht herangezogen.

Aus den Modellberechnungen zur Grundwasserbewegung werden im BfS-Plan drei potentielle Ausbreitungswege für Radionuklide abgeleitet. Für diese Wege wird mit Hilfe eindimensionaler Rechnungen die Ausbreitung der Radionuklide aus dem Endlagerbereich in die Biosphäre errechnet. Danach ergibt sich die höchste Strahlenexposition bei einer Radionuklidausbreitung über das Oxford. Bei diesem Weg liegt der Aufstiegsbereich des kontaminierten Grundwassers rund 30 km nordöstlich des Endlagers. Dieser Bereich wird von Radionukliden, die nicht oder nur sehr wenig durch Sorption zurückgehalten werden (z.B. I-129), nach rund 300.000 Jahren erreicht.



Der Vergleich der entsprechenden Ausführungen zur Radionuklidausbreitung im BfS-Plan (Kap. 3.9.4) gegenüber den Angaben im PTB-Plan zeigt, daß sich bei der Ausbreitung der Radionuklide im Grubengebäude und der Geosphäre keinerlei Änderungen ergeben.

#### **7.4.2.2 Ausbreitung im Grubengebäude**

Ausgangspunkt der Berechnung der Radionuklidausbreitung ist das zu Beginn der Nachbetriebsphase im Endlager vorhandene Radionuklidinventar. Jedoch ist das im BfS-Plan angenommene Inventar - wie in Kap. 7.1 dargestellt - nicht nachvollziehbar und zum Teil in sich widersprüchlich. Allein aus diesem Grund fehlt den Rechenergebnissen die erforderliche Aussagekraft.

Weitere Einflußgrößen auf die Radionuklidmobilisierung und -ausbreitung im Grubengebäude sind:

- Volumenabnahme der Rest-Grubenhohlräume durch Konvergenz,
- Auffüllen der Resthohlräume mit Grundwasser,
- Mobilisierung der Radionuklide aus den Abfallgebinden,
- Löslichkeit der Radionuklide im Wasser,
- Sorption der Radionuklide an Gesteinspartikeln,
- Durchströmung des Grubengebäudes mit Grundwasser.

Zu diesen Aspekten sind im BfS-Plan keinerlei Änderungen gegenüber dem PTB-Plan vorgenommen worden. Die in GRUPPE ÖKOLOGIE [1987a, Kap. 7.4.4.1] formulierten Vorbehalte und Anmerkungen sind deshalb weiterhin uneingeschränkt gültig.

Im BfS-Plan (Kap. 3.9.4.) werden im Gegensatz zum PTB-Plan (S. 3.9-6 f) die Vorstellungen zur Volumenabnahme wesentlich weniger detailliert behandelt. Offen bleibt, wie hoch das Restvolumen im Grubengebäude zu Beginn der Nachbetriebsphase tatsächlich ist, v.a. unter Berücksichtigung des neuerdings vorgesehenen Einbringens von hydraulisch verfestigendem Versatz (BfS-Plan, Kap. 3.2.5.6.2). Der BfS-Plan gibt hierzu keine Darstellung, obwohl die Entwicklung des verbleibenden Resthohlraumvolumens von Bedeutung ist hinsichtlich der zur Mobilisierung der Radionuklide verfügbaren Wassermenge.

Die Aussagekraft der bei den Berechnungen benutzten und im BfS-Plan (Tab. 4.9.4/3) dokumentierten Löslichkeitsraten und Verteilungskoeffizienten ( $K_d$ -Werte, sie beschreiben die Sorption) bleibt offen:

- Wie sind die  $K_d$ -Werte bestimmt worden (Verfahren)?
- Wieviele Proben sind untersucht worden? Woher stammen die Proben?
- Welche Versuchsbedingungen (z.B. Volumen-Masse-Verhältnis) wurden gewählt?
- Welches chemische Milieu herrscht in der Nachbetriebsphase im Bereich des Grubengebäudes?
- In welchen chemischen Verbindungen liegen die Radionuklide vor?

Weiterhin wird bei der Durchströmung des Grubengebäudes ein Volumenstrom von  $1.620 \text{ m}^3/\text{a}$  angenommen. Dieser Wert ist aus den Ergebnissen der Grundwassermodellierung abgeleitet worden. Er stellt somit nur einen rechnerischen Wert dar, der nicht den realen Verhältnissen entspricht. Seine Abweichung von der zukünftigen Realität ist unbekannt (vgl. Kap. 7.4.1).

Insgesamt ist dem BfS-Plan nicht zu entnehmen, ob und inwieweit die errechnete Freisetzung von Radionukliden aus dem Grubengebäude realitätsnah oder gar konservativ ist.

### **7.4.2.3 Ausbreitung in der Geosphäre**

Die Berechnung der Ausbreitung der Radionuklide in der Geosphäre beruht auf der Modellierung der Grundwasserverhältnisse. Da bereits die Ergebnisse dieser Modellrechnungen in Frage gestellt werden müssen (vgl. Kap. 7.4.1), ist eine wesentliche Grundlage der Berechnung der Radionuklidenausbreitung mit nicht akzeptablen Unsicherheiten verbunden.

Bei Radionukliden, die nur geringer Zurückhaltung durch Sorptionseffekte unterliegen, werden die Geschwindigkeit und Dauer ihres Transportes aus dem Endlager in die Biosphäre in erster Linie von der Geschwindigkeit der Grundwasserbewegung bestimmt. Die in die Biosphäre gelangende Konzentration hängt dabei zusätzlich vom Ausmaß der konzentrationsmindernden Effekte von Diffusion und Dispersion sowie Verdünnung beim Übergang des Grundwassers aus einem Grundwasserleiter in einen anderen ab.

Bei den meisten Radionukliden wirkt sich jedoch die Sorption mehr oder weniger verzögernd auf die Transportdauer und konzentrationsmindernd aus. Der Konzentrationsveränderung eines gelösten Stoffes während des Grundwassertransportes liegt demnach das Zusammenspiel verschiedener Faktoren zugrunde. Allein aus diesem Grund stößt die quantitative Erfassung der Konzentrationsveränderung während des Grundwassertransportes auf Schwierigkeiten. Dabei ist nicht berücksichtigt, daß sich die Randbedingungen des Radionuklidtransportes während der langen zu betrachtenden Zeiträume verändern werden. Auch sie müßten bei der Berechnung prinzipiell berücksichtigt werden.

Die Modellierung des Radionuklidtransportes ist mit einer deutlichen Erhöhung der Anforderungen an die eingesetzten Rechenprogramme, Rechenanlagen und die Qualität der Datenbasis verbunden. Zusätzlich zu hydraulischen Kennwerten sind Daten über diejenigen Parameter erforderlich, die das Ausmaß von Sorptionsprozessen beschreiben. Die in 7.4.1 im Zusammenhang mit der Modellierung der Grundwasserbewegung dargestellten Bedenken gegenüber der Realitätsnähe der Ergebnisse gelten daher in noch stärkerem Maße für die Radionuklidenausbreitung - und zwar unabhängig von den grundsätzlichen methodischen Bedenken, die der Anwendung des beim Eignungsnachweis für den Standort Konrad verwendeten Verfahrens entgegenstehen (s. 7.4.2.6).

Berechnungen zur Radionuklidenausbreitung in der Geosphäre am Standort Konrad wurden nur mit dem SWIFT-Rechencode durchgeführt. Die Ergebnisse lagen bereits 1986 (PTB-Plan) vor. Danach kommt es nach gut 300.000 Jahren im Bereich der Allerniederung am Salzstock Calberlah



für Jod-129 zu einem Konzentrationsmaximum im oberflächennahen Grundwasser. Die aus dieser Jod-Konzentration berechnete Individualdosis liegt zwar unter dem einschlägigen Grenzwert, jedoch in derselben Größenordnung (s. 7.4.2.4 u. 7.4.2.5).

Die Ergebnisse mit FEM301 werden dagegen wegen der längeren Laufzeiten (s. 7.4.1.4) bei den Rechnungen zur Radionuklidausbreitung in der Geosphäre nicht berücksichtigt. Offensichtlich werden also die mit SWIFT berechneten kürzeren Laufzeiten für konservativ gehalten. Der Beweis für eine solche Annahme steht allerdings aus. Ihr läge die Unterstellung zugrunde, daß längere Laufzeiten zwangsläufig mit einer Konzentrationsminderung verbunden sind. Das ist jedoch nur dann der Fall, wenn die Transportbedingungen bei beiden Wegen übereinstimmen. Das ist bei den mit SWIFT bzw. FEM301 bestimmten Wegen und Laufzeiten gerade nicht der Fall. Tatsächlich sind die mit SWIFT und FEM301 erzielten Ergebnisse nicht miteinander vergleichbar, weil ihnen nicht dieselben Randbedingungen und Rechengrößen zugrundeliegen.

Diese Einschränkung ist deswegen nicht unerheblich, weil nach den Berechnungen zur Radionuklidausbreitung mit SWIFT auch nach sehr langen Zeiträumen signifikante Radionuklidkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser auftreten werden. Zum Störzonenmodell für FEM301 gibt es aus methodischen Gründen bei SWIFT keine Entsprechung. Es ist daher nicht auszuschließen, daß die beim Störzonenmodell mit FEM301 berechneten Mindestlaufzeiten von 1.3 Mio. Jahren mit bewertungsrelevanten Radionuklidkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser verbunden sind.

Im folgenden soll auf die Behandlung einiger Größen im BfS-Plan eingegangen werden, die auf Ausbreitung der Radionuklide großen Einfluß haben:

- Dispersion (Ausbreitung der Radionuklide quer und längs zur Fließrichtung des Grundwassers),
- Diffusion,
- Sorption (dauerndes oder zeitweiliges Festhalten von Radionukliden an Gesteinspartikeln),
- Verdünnung der Radionuklidkonzentration im Grundwasser durch zuströmendes nicht kontaminiertes Grundwasser.

Die im BfS-Plan (S. 3.9-29 f) angegebenen Werte zu Dispersion, Diffusion, Sorption und Verdünnung entsprechen denen im alten PTB-Plan. Somit bleiben auch hier die in GRUPPE ÖKOLOGIE [1987a, Kap. 7.4.4.2.1.] vorgebrachten Einwände gegen die Repräsentativität und Aussagekraft der entsprechenden Daten bestehen.

Auch im BfS-Plan sind die Ausführungen zu den entsprechenden Größen allgemein und unvollständig, so daß sie nicht nachvollzogen werden können. Dies gilt z.B. für

- Die angenommenen Dispersionslängen. Es werden laut BfS-Plan (S. 3.9-29) 30 bzw. 200 m ohne Begründung angenommen. Dispersionslängen hängen nicht nur von der Weglänge ab, sondern auch von der geologischen Beschaffenheit des Grundwasser-

leiters. Es bleibt völlig unklar, ob die angenommenen Dispersionslängen den standortspezifischen Verhältnissen im gesamten Modellgebiet angemessen sind.

- Den angenommenen Diffusionskoeffizienten. Er soll aus Laborversuchen an Festgesteinsproben der Schachtanlage abgeleitet sein (BfS-Plan, S. 3.9-29). Mit welchem Gesteinstyp die Versuche durchgeführt worden sind, wird nicht benannt. Des weiteren ist die Übertragung des gewonnenen Mittelwertes auf andere Gesteinstypen als die untersuchten nicht zulässig.
- Die Verteilungskoeffizienten ( $K_d$ -Werte). Die benutzten Verteilungskoeffizienten sind sicher nicht repräsentativ für alle Gesteinsschichten im gesamten Modellgebiet. Dafür fehlen die entsprechenden Aufschlüsse. Jedenfalls sind sie im BfS-Plan nicht dokumentiert. Der Komplexbildner EDTA, der mit den Abfällen eingelagert wird, kann zu einer deutlichen Verringerung der Sorption der Radionuklide führen. Welche Mengen an potentiell freisetzbarem EDTA eingelagert werden, ist dem BfS-Plan nicht zu entnehmen.
- Die Verdünnungsfaktoren. Die Verdünnung kontaminierten Grundwassers hängt ab von dessen Volumenstrom und der Menge zugemischten unbelasteten Grundwassers. Der Volumenstrom wird aus den Modellrechnungen zur Grundwasserbewegung abgeleitet und ist somit in seinem Wert fraglich (vgl. Kap. 7.4.1). Auch inwieweit die angenommenen unbelasteten quartären Grundwasserströme, die wesentlich zur Verdünnung beitragen (BfS-Plan, S. 3.9-30 f) sollen, mit den tatsächlichen Abstrommengen übereinstimmen, ist dem BfS-Plan nicht zu entnehmen. Hinweise, daß die Abstrommengen überprüft worden sind, enthält der BfS-Plan jedenfalls nicht.

Neben diesen bereits aus dem PTB-Plan bekannten Problemen ist auf ein zusätzliches Problemfeld aufmerksam zu machen. Auch im BfS-Plan werden die alten Tiefbohrungen und die beiden Schächte nicht als direkte und kurze Ausbreitungswege für Radionuklide aus dem Endlager in die Biosphäre betrachtet.

Die im BfS-Plan (S. 3.1.10.2-5 f) hinsichtlich der Wirksamkeit der Tiefbohrungen als bevorzugte Wegsamkeiten für Radionuklide gemachten Äußerungen sind mehr als dürftig. Es ist völlig unzureichend, mit Hinweis auf die vorgeschriebene Verfüllung der Tiefbohrungen oder das Quellvermögen von Tonen diese Wegsamkeiten von vorne herein auszuschließen (s. auch 7.2.3).

Nach GSF [1982, S. C 2-57] sind in der näheren Umgebung der Schachtanlage acht Tiefbohrungen (ohne Konrad 101) niedergebracht worden, von denen die Bohrungen Bleckenstedt 1 und 4 sowie Sauingen 2 im Bereich des derzeit aufgeschlossenen Grubenfeldes stehen. Darüber hinaus liegen nach Anlage 1.0/1 des BfS-Plans mehr als 30 Tiefbohrungen nördlich der Schachtanlage innerhalb des Modellgebietes.

Zum Nachweis der Langzeitsicherheit ist es unbedingt notwendig, diese Tiefbohrungen als potentielle Wegsamkeiten anzusehen und sie bei der Berechnung der Radionuklidenausbreitung zu berücksichtigen. Dazu sind verlässliche Angaben zu den hydraulischen und geochemischen Eigenschaften der Verfüllung erforderlich. Gleiches gilt auch für die beiden in der Nachbetriebs-



phase verfüllten Schächte (s. Kap. 7.5). Der BfS-Plan weist hier eine schwerwiegende Lücke auf. Kann diese Lücke nicht geschlossen werden, dann ist der Nachweis der Langzeitsicherheit nicht zu führen.

Zusammenfassend bleibt festzustellen: Grundlage der Berechnung der Radionuklidausbreitung ist die Modellierung der hydrogeologischen Verhältnisse, d.h. der Grundwasserströmung. Die Ergebnisse dieser Modellierung sind nicht aussagekräftig und weichen in unbekanntem Maß von der Realität ab (vgl. Kap. 7.4.1). Zusätzlich sind die entscheidenden Parameter, die die Radionuklidausbreitung mitbestimmen, mit großen Unsicherheiten behaftet und nicht repräsentativ.

Die verwendete Datenbasis ist völlig unzureichend (s. 7.4.1.2, 7.4.2.3). Nach wie vor liegen nur aus dem engeren Grubenbereich konkrete Daten zu den transportbestimmenden Parametern vor. Die anstelle gezielter Datenerhebung durchgeführten Berechnungen zur Grundwasserbewegung mit FEM301 liefern keine wirklich neuen Erkenntnisse. Sie machen aber auf anschauliche Weise die Notwendigkeit belastbarer Daten bzw. eines völlig anderen Bewertungsverfahrens (s. 7.4.2.6) deutlich.

Gleichzeitig sind wichtige potentielle künstliche Wegsamkeiten (Tiefbohrungen, Schächte) nicht berücksichtigt worden. Dies führt insgesamt zur Errechnung von Radionuklidkonzentrationen im Übergang Geosphäre zu Biosphäre und zu Laufzeiten der Radionuklide, die nicht aussagekräftig sind und deren Abweichung von den tatsächlich zu erwartenden Verhältnissen nicht bekannt ist. Eine verlässliche Aussage zur Eignung des Standortes kann auf der Grundlage der im BfS-Plan dokumentierten Daten, Untersuchungen und Berechnungen nicht getroffen werden

#### **7.4.2.4 Ausbreitung von Radionukliden in der Biosphäre und Berechnung der Strahlenbelastung**

(Zu den Einwendungen 7/34 bis 7/36)

Die Modellierung der Radionuklidausbreitung in der Biosphäre und die Berechnung der potentiellen Strahlenbelastung durch die Nutzung von kontaminiertem oberflächennahen Grundwasser geschieht im BfS-Plan (Kap. 3.9.6) unter Verwendung der Modelle und Datensätze der "Allgemeinen Verwaltungsvorschrift" (AVV) - einer 1990 erlassenen, § 45 Abs. 2 StrlSchV zugeordneten Richtlinie [BMU 1990]. Betrachtet werden die Expositionspfade Trinkwasser, Beregnung, Tränkwasser und Fischverzehr sowie zusätzlich der Aufenthalt auf beregneten Flächen. Die AVV ersetzt die 1979 veröffentlichte und in den Folgejahren fortgeschriebene "Allgemeine Berechnungsgrundlage" zu § 45 StrlSchV. Sie gilt für die Ermittlung der Strahlenexposition, die durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser aus kerntechnischen Anlagen in deren bestimmungsgemäßen Betrieb verursacht wird. Die Ergebnisse der Rechnung dienen im Genehmigungsverfahren der Feststellung, ob die Dosisgrenzwerte des § 45 Abs. 1 StrlSchV eingehalten werden.

Im BfS-Plan wird die AVV erstmals auf die Nachbetriebsphase eines Endlagers angewandt, d.h. auf eine von ihrem Anwendungsbereich abweichende Situation. Die erforderliche Überprüfung der grundsätzlichen Zulässigkeit dieses Vorgehens hat offensichtlich nicht stattgefunden. Statt-

dessen enthält der BfS-Plan - wie schon der alte PTB-Plan - eine im Prinzip überflüssige Darstellung der zur Berechnung verwendeten Parameterwerte und Modelle, die direkt der AVV entnommen sind.

Die Vorgehensweise im BfS-Plan führt aus einer Reihe von Gründen zu nicht belastbaren Aussagen sowie zu einer Unterschätzung der zu erwartenden Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase:

#### **(a) Unmodifizierte Anwendung der AVV**

Die AVV darf nicht in unmodifizierter Form angewendet werden. Dies betrifft zunächst den Belastungspfad Beregnung. Die AVV geht aus von einer 50jährigen Standzeit einer Atomanlage; bei Expositionspfaden, die mit einer Anreicherung in der Umwelt (hier: Boden) verbunden sind, wird entsprechend eine 50jährige Akkumulationszeit berücksichtigt - mit anderen Worten, berechnet wird die Aktivitätszufuhr zum Menschen im 50. Jahr nach Beginn der Beregnung. Ein Endlager in der Nachbetriebsphase verursacht demgegenüber eine sehr viel länger dauernde, z.T. jahrtausendelange Grundwasserkontamination, so daß von Beregnungs- und damit Akkumulationszeiten im Boden von weitaus mehr als 50 Jahren ausgegangen werden muß. Die Vernachlässigung dieser weiteren Akkumulation im BfS-Plan führt damit zu einer Unterschätzung der zu erwartenden Strahlenbelastung.

Dies ist insofern von großer Bedeutung, als die rechnerische Aktivitätszufuhr zum Menschen hauptsächlich durch den Belastungspfad Beregnung verursacht wird. Die Bedeutung dieses Pfades wird aus dem BfS-Plan allerdings nicht ersichtlich. Der PTB-Plan enthielt immerhin noch eine tabellarische Übersicht, der die Bedeutung der einzelnen Belastungspfade für die berücksichtigten Radionuklide entnommen werden konnte (PTB-Plan, Tab. 3.9.6/1).

Eine Diskussion hinsichtlich der angemessenen Behandlung des Beregnungsproblems fand im PTB-Plan zumindest noch in qualitativer Form, wenn auch nicht nachvollziehbar, statt. Im neuen BfS-Plan fehlt sie völlig.

Die Annahme einer Beregnungszeit von nur 50 Jahren führt auch beim Belastungspfad "Aufenthalt auf beregneten Flächen" - der in der AVV in dieser Form nicht vorgesehen ist und zusätzlich im BfS-Plan aufgenommen wurde - zu einer Unterschätzung der zu erwartenden Strahlenbelastung. Das Ausmaß der Bedeutung dieses Pfades Gamma-Bodenstrahlung wird aus dem BfS-Plan allerdings nicht ersichtlich.

Neben dieser konkreten Anwendungsproblematik der AVV ist grundsätzlich folgendes zu bedenken: Die gängigen radioökologischen Modelle - also auch die AVV - sind stark vereinfachte Modellierungen der komplexen Vorgänge in Ökosystemen. Sie lassen beispielsweise unberücksichtigt, daß langlebige radioaktive Stoffe durchaus nicht nur einmalig eine Strahlenbelastung von Menschen verursachen können. Einmal von Lebewesen aufgenommen, können sie durch Ausscheidungs- und Abbauvorgänge erneut in die Stoffkreisläufe eintreten und unter Umständen lange Zeiträume in Ökosystemen zirkulieren. Eine Vernachlässigung dieses Aspekts führt nicht



nur zu einer Unterschätzung der zu erwartenden Individualdosen, sondern läßt auch unberücksichtigt, daß eine Generationen andauernde Strahlenbelastung von Menschen verursacht wird.

### (b) Vernachlässigung von Belastungspfaden

Im BfS-Plan fehlt die Begründung für die Wahl der betrachteten Belastungspfade für die Nachbetriebsphase und - wie bereits oben angemerkt - eine Darstellung ihrer Relevanz. Angesichts der Tatsache, daß ein (vermutlich) eher untergeordneter Pfad wie Gamma-Bodenstrahlung durch Aufenthalt auf berechneten Flächen berücksichtigt wird, erhebt sich die Forderung nach einer Abschätzung des Beitrags weiterer Belastungspfade zur Strahlenexposition. Dies sind z.B.:

- Inhalation bei der Berechnung.  
Während der Berechnung können Radionuklide mit dem Wasser in der Luft verteilt werden und eine Strahlenbelastung der sich dort aufhaltenden Personen (insbesondere Bedienungspersonal der Berechnungsanlage) verursachen [PSE 19 1985, S.A 2-2].
- Nutzung von kontaminiertem Flußwasser.  
Grundwasser gelangt nach mehr oder weniger langem Abstrom wieder an die Oberfläche (Quellen) oder speist direkt Bäche und Flüsse. Im Grundwasser transportierte Radionuklide können so auch in Flußwasser eingetragen werden, dessen Nutzung dann ebenfalls zu einer Strahlenbelastung führt. Bei der Modellierung des Radionuklidtransportes wird unterstellt, daß belastetes Grundwasser in die Aller gelangt (s. 7.4.1.2).
- Die dadurch verursachte Strahlenbelastung wird zwar i.d.R. niedriger liegen als diejenige durch direkte Nutzung von kontaminiertem Grundwasser, weil durch Verdünnung mit unbelastetem Oberflächenzufluß oder Regen geringere Nuklidkonzentrationen im Flußwasser zu erwarten sind; außerdem werden auch andere Personen betroffen sein. Über bestimmte Nutzungsarten sind jedoch auch Beiträge zur Strahlenbelastung der durch Grundwassernutzung exponierten Personen zu erwarten, z.B. durch Aufenthalt am Flußufer, Weidewirtschaft auf Überschwemmungsgebieten oder landwirtschaftliche Nutzung von Flußschlamm.

### (c) Nicht-konservative Wahl von Einzelparametern

In die Berechnung der zu erwartenden Strahlenbelastung geht eine Vielzahl von Einzelparametern wie Transferfaktoren, Auswaschkonstanten, Dosisfaktoren usw. ein. Der BfS-Plan übernimmt diese Parameter ohne kritische Diskussion aus der AVV bzw. der Strahlenschutzverordnung. Am Beispiel der Dosisfaktoren soll die damit verbundene Problematik im folgenden aufgezeigt werden.

Zur Berechnung der Folgeäquivalentdosen für Erwachsene und Kleinkinder werden die Dosisfaktoren aus der Strahlenschutzverordnung verwendet [BMU 1989a]. Grundsätzlich ist dabei zu bedenken - wie bereits in GRUPPE ÖKOLOGIE [1987a] angemerkt - daß diese auf den Modellen und Daten der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) basierenden Dosisfaktoren für

gesunde, beruflich strahlenexponierte Personen abgeleitet worden sind und deshalb die individuellen physiologischen Variabilitäten von Einzelpersonen und verschiedenen Bevölkerungsgruppen nicht angemessen berücksichtigen. Bei der Bestimmung von Dosisfaktoren für Kleinkinder kommt erschwerend hinzu, daß zwar bekannt ist, daß ihr Stoffwechsel sich z.T. stark unterscheidet von demjenigen Erwachsener. Nach wie vor gilt jedoch, daß der derzeitige Kenntnisstand ungenügend ist und die altersabhängige Modellierung des Stoffwechsels noch vielfältiger Forschungsarbeit bedarf [vgl. dazu auch USNRC 1986]. Insofern ist es nicht gerechtfertigt, die Dosisfaktoren aus der Strahlenschutzverordnung unkritisch und ohne Diskussion ihrer begrenzten Aussagekraft zu verwenden. Beispielhaft soll dies für zwei Bereiche illustriert werden:

- Radionuklide, die in den Magen-Darm-Trakt gelangt sind, werden dort zu einem bestimmten Anteil resorbiert und dann in die verschiedenen Gewebe und Organe des Körpers transportiert. Der Resorptionsfaktor ( $f_1$ -Wert) beschreibt das Ausmaß dieses Vorgangs. Tab. 7-1 zeigt  $f_1$ -Werte für vier in der Nachbetriebsphase wichtige Elemente, die von verschiedenen Expertengruppen nach Auswertung der jeweils vorliegenden Literatur empfohlen werden. Es ist ersichtlich, daß die Resorptionsfaktoren der Strahlenschutzverordnung 1990 unverändert aus ICRP 30 (empfohlen 1979/81) übernommen worden sind, und zwar ohne Altersdifferenzierung. Für Kleinkinder empfehlen die neueren Veröffentlichungen jedoch bei jedem der 4 Elemente Blei, Radium, Thorium und Uran höhere  $f_1$ -Werte. Für Erwachsene empfiehlt die Expertenkommission der OECD höhere Werte für Thorium und Blei (die  $f_1$ -Werte in USNRC [1986] wurden nicht neu bestimmt, sondern einfach direkt ICRP 30 entnommen.)
- Der Dosisfaktor für die Schilddrüse nach Ingestion von Jod-129 liegt nach der neuen Strahlenschutzverordnung bei 2,2 E-6 Sv/Bq für Erwachsene und damit etwa 20 % unter dem Wert der alten Berechnungsvorschrift [BMI 1979b]. Tatsächlich ist jedoch unter bundesdeutschen Verhältnissen ein Dosisfaktor im Bereich von 2,6 E-6 Sv/Bq bis 4,5 E-6 Sv/Bq angemessen [FINK 1986].

	ICRP 30	StrlSchV 1989	USNRC 1986	NEA 1988
<b>Erwachsene</b>				
Radium	0,2	0,2	0,2	0,2
Thorium	0,0002	0,0002	0,0002	0,001
Uran	0,05	0,05	0,05	0,05
Blei	0,2	0,2	0,2	0,3
<b>Kleinkinder</b>				
Radium	--	0,2	0,4	0,4
Thorium	--	0,0002	0,0005	0,01
Uran	--	0,05	0,1	0,1
Blei	--	0,2	0,4	0,6

Tab. 7-1 : Resorptionsfaktoren für vier in der Nachbetriebsphase bedeutsame Elemente; aus [ICRP 1979, STRSCHV, USNRC 1986, NEA 1988]



### 7.4.2.5 Bewertung der potentiellen Strahlenexposition

(Zu den Einwendungen 7/37 bis 7/40)

Zur Bewertung der Langzeitsicherheit des geplanten Endlagers werden im BfS-Plan wie im alten PTB-Plan die zu erwartenden jährlichen Individualdosen für Erwachsene und Kleinkinder zum Zeitpunkt des Konzentrationsmaximums jedes Nuklids berechnet. Sie liegen sämtlich unterhalb der Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung - anders als im alten PTB-Plan, wo sich eine Überschreitung des Knochenendosisgrenzwertes von 1,8 mSv/a durch Radium-226 unter Verwendung des damals noch "gültigen" Dosismodells ergab.

Mit dem BfS-Plan ("derzeitige Belastung") und dem PTB-Plan ("derzeitige Belastung", "zukünftige Belastung") liegen damit nun mittlerweile drei unterschiedliche Zahlenwerte zur potentiellen Strahlenbelastung durch die einzelnen Radionuklide in der Nachbetriebsphase vor. Tab. 7-2 verdeutlicht dies an den Nukliden Jod-129 und Radium-226. Die Unterschiede ergeben sich dabei durch die Verwendung jeweils unterschiedlicher radioökologischer Annahmen und Dosiskonzepte. Angesichts der mangelhaften Datenbasis ist eine detaillierte Überprüfung der Zahlenwerte jedoch nicht möglich, wie das Beispiel I-129 zeigt:

Im PTB-Plan wurde eine eingelagerte Aktivität von 1,5 E11 Bq I-129 zugrundegelegt; im BfS-Plan dagegen die 4,7fach größere Menge von 7 E11 Bq. Entsprechend höher liegt das errechnete Konzentrationsmaximum dieses Radionuklids (vgl. PTB-Plan, BfS-Plan, Tab. 3.9.5/2)). Die Strahlenbelastung der Schilddrüse hat sich von 1986 auf 1990 jedoch nur um einen Faktor 2 erhöht. Dies ist unverständlich und läßt sich nicht nachvollziehen.

	PTB-Plan "derzeitige" StrlSchV	PTB-Plan "zukünftige" StrlSchV	BfS-Plan "derzeitige" StrlSchV
I-129	0,27	0,22	0,45
Ra-226	2,5 (Kn)	0,2 (Ko)	0,5 (Ko)

Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung:

0,9 mSv/a Schilddrüse

1,8 mSv/a Knochen (Kn) bzw. Knochenoberfläche (Ko)

**Tab. 7-2 : Zu erwartende Strahlenbelastung für Schilddrüse und Knochen eines Erwachsenen durch I-129 bzw. Ra-226 in der Nachbetriebsphase des geplanten Endlagers, in mSv/a [PTB 1986, BfS 1990]**

Schwerer als die nicht vorhandene Überprüfungsmöglichkeit wiegt jedoch, daß die mit der Existenz von 3 jeweils unterschiedlichen Zahlenwerten für die potentielle Dosis zusammen-

hängenden grundsätzlichen methodischen Probleme im BfS-Plan nicht diskutiert werden. Welcher Wert soll der "wahre" oder "korrekte" sein? Mit welchen Unsicherheiten ist er behaftet? Welcher Zuwachs an Kenntnissen beispielsweise über das Verhalten von Stoffen im menschlichen Organismus, ist für die Zukunft zu erwarten; oder welche Umsetzungen bereits vorhandenen Wissens in gesetzliche Regelungen, die dann zu wiederum anderen Rechenergebnissen führen? Der BfS-Plan läßt nicht erkennen, daß diese Probleme überhaupt einer Betrachtung für Wert gehalten worden sind. Wahrscheinlich aus diesem Grund fehlt im BfS-Plan, wie bereits im PTB-Plan, die methodisch unerläßliche Vorabfestlegung der Anforderungen an die Aussagegenauigkeit der errechneten Individualdosis im Vergleich zum Grenzwert.

Bezüglich der im BfS-Plan berechneten Werte für die Strahlenbelastung gilt, daß sie für kritische Organe in der Größenordnung der Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung liegen und von daher ein viel zu geringer Sicherheitsabstand zum Grenzwert besteht:

- Die Strahlenbelastung der Schilddrüse durch Jod-129 (BfS-Plan, Tab. 3.9.7/3 und 3.9.7/4) liegt lediglich um den Faktor 2 unterhalb des Grenzwertes der Strahlenschutzverordnung. Da die Transportzeit (Maximalkonzentration im Quartär nach 333.000 Jahren laut BfS-Plan) sehr viel geringer ist als die Halbwertszeit dieses Radionuklids mit 16 Millionen Jahren und Radiojod in der Geosphäre nur gering oder gar nicht sorbiert wird, trägt die gesamte eingelagerte Jod-Menge (zerfallskorrigiert) zu einer Kontamination des oberflächennahen Grundwassers bei. Allein aufgrund des nicht konservativ angenommenen Endlagerinventars an Jod-129 (vgl. Kap. 7.1) muß daher für dieses Nuklid eine Grenzwertüberschreitung befürchtet werden.
- Die Strahlenbelastung der Knochenoberfläche durch Uran und seine Tochterprodukte, insbes. Radium-226, liegt mit 0,65 mSv/a nur etwa einen Faktor 3 unterhalb des Grenzwertes der Strahlenschutzverordnung von 1,8 mSv/a. Grenzwertüberschreitungen können auch hier nicht ausgeschlossen werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die bereits in GRUPPE ÖKOLOGIE [1987a] formulierten Bedenken als Einwände bestehen bleiben: Die Darstellungen im BfS-Plan zur Ausbreitung der Radionuklide in der Biosphäre und zur potentiellen Strahlenexposition ermöglichen keine detaillierte Überprüfung bzw. keine Entwicklung belastbarer Aussagen. Berücksichtigt man in diesem Zusammenhang, daß bereits die Ergebnisse der Modellierung der Radionuklidausbreitung vom Endlager in die Biosphäre - Freisetzung aus dem Grubengebäude und Ausbreitung in der Geosphäre, vgl. Kap. 7.4.2.3 und 7.4.2.4 - unrealistisch und nicht belastbar sind, dann wird offensichtlich, daß die Eignung des Standortes Konrad nicht nachgewiesen ist.



#### **7.4.2.6 Die Langzeitsicherheit des Endlagers und die Begrenzung des Betrachtungszeitraumes**

(Zu den Einwendungen 7/29 und 7/32)

##### **7.4.2.6.1 Grundlagen, Allgemeines**

Endlager für radioaktive Abfälle dienen dem Schutz von Schutzgütern, insbesondere der Gesundheit des Menschen, vor der schädigenden Wirkung der von den Abfällen ausgehenden ionisierenden Strahlung. Die auch langfristige Einhaltung dieses Schutzziels wird mit Hilfe eines Systems technischer und natürlicher Barrieren angestrebt. Die Wirksamkeit der geologischen Barriere, also des Wirtsgesteins und seiner Umgebung, wird von deren gesteins- und standortspezifischen Eigenschaften bestimmt.

Die Nachweispflicht für die Langzeitsicherheit von Endlagern geht auf das Bekenntnis der heutigen Gesellschaft zu ihrer moralischen Verantwortung auch gegenüber in ferner Zukunft existierenden Schutzgütern, insbesondere der Gesundheit dann lebender Menschen bzw. deren Lebensgrundlagen, zurück. Der Nachweis der Langzeitsicherheit eines Endlagerstandortes ist daher nicht nur ein rein fachlich-wissenschaftlicher Vorgang, sondern Bestandteil eines gesellschaftlichen Diskussionsprozesses für oder gegen einen Standort.

Der im Zuge des Langzeitsicherheitsnachweises zu betrachtende Zeitraum entspricht demjenigen, über den die radioaktiven Abfälle überhaupt eine Gefahr für Schutzgüter darstellen können. Er ist so lang, daß weder die Richtigkeit des "Nachweises" der Langzeitsicherheit eines Endlagers überprüft noch die Folgen eines falschen Nachweises nachträglich korrigiert werden können. Aus diesem Grund ist die tatsächliche Eignung eines Endlagers für den Entscheidungsprozeß ohne Bedeutung [APPEL 1991]. Die Akzeptanz eines Standortes im Hinblick auf die Langzeitsicherheit hängt vielmehr allein davon ab, ob der Eignungsnachweis in der von den zuständigen Instanzen vorgelegten Form akzeptiert wird. Eine gesellschaftlich akzeptierbare Lösung des Endlagerungsproblems oder Entscheidung über einen bestimmten Standort setzt daher nicht nur Konsens hinsichtlich der Zielsetzung langzeitsicherer Endlagerung, sondern auch über das bei Standortauswahl und -beurteilung anzuwendende Verfahren voraus.

Vor diesem Hintergrund und angesichts der bisher über den Standort Konrad geführten Diskussion wird deutlich, daß die geschilderten Randbedingungen für das Nachweisverfahren Konrad nicht gelten: Gegen wesentliche methodische Grundzüge des Nachweisverfahrens sowie gegen das Ergebnis seiner Anwendung auf den Standort Konrad sind sowohl grundsätzliche als auch konkrete Einwände erhoben worden [z.B. GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a u. 1989, PIELES 1987].

Die Vorgehensweise beim Nachweis der Langzeitsicherheit eines Endlagerstandortes ist durch die "Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk" der RSK [1983] geregelt. Dabei handelt es sich um Vorgaben zur Vorgehensweise mit sehr unterschiedlichem Detaillierungsgrad. Als besonders folgenreich haben sich folgende sehr konkrete Vorgaben erwiesen:

- Der Eignungsnachweis erfolgt in Form von Sicherheitsanalysen durch Nachbildung der Teilsysteme des Endlagers und von Ereignisabläufen durch deterministische Modelle zur Identifizierung und Behebung von Schwachstellen auf Basis konservativer Annahmen. Die Sicherheitsanalysen erstrecken sich auch auf die Zeit nach der Stilllegung und bestehen dann in der Modellierung des Transportes von Radionukliden mit dem Grundwasser aus dem Endlager in die Biosphäre (s. dazu 7.4.2.1 bis 7.4.2.3).
- Die Formulierung der Schutzziele, deren Einhaltung für den gesamten Zeitraum nach der Stilllegung des Endlagerbergwerkes nachzuweisen sei, erfolgte unter Bezug auf die Strahlenschutzverordnung. Beurteilungsmaßstäbe (auch) für die Langzeitsicherheit von Endlagern sind damit die dort festgelegten Grenzwerte. Beurteilungsgrößen für die Leistungsfähigkeit der geologischen Barriere sind die im Zuge der Sicherheitsanalyse als Folge angenommener Radionuklidfreisetzung berechneten potentiellen Individualdosen (s. dazu 7.4.2.4). Die für die Langzeitsicherheit verantwortliche geologische Barriere wird also anhand eines wirkungsbezogenen Maßstabs beurteilt.

Diese Vorgaben stellten im wesentlichen die Festschreibung des damaligen Diskussionsstandes bei der Entwicklung von Nachweisverfahren für die Langzeitsicherheit durch die damit offiziell befaßten Organisationen und Projektgruppen (z.B. Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung - PSE) in der Bundesrepublik dar.

Der Nachweiszeitraum war ursprünglich nicht begrenzt. Seit 1988 sollen Individualdosen jedoch aufgrund einer Neuregelung durch die Reaktorsicherheitskommission und die Strahlenschutzkommission nur noch innerhalb eines Zeitraums von 10.000 Jahren als Beurteilungsgröße herangezogen werden. Für längere Zeiträume soll die Beurteilung über das sogenannte Isolationspotential der Endlagerformation erfolgen. Diese Vorgehensweise geht auf Überlegungen von EHRlich [1986] und Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Eignungsnachweis für den Standort Konrad (PTB-Plan, BfS-Plan) zurück (s. 7.4.2.6.2).

Es muß betont werden, daß in anderen Staaten seit langem und in der Bundesrepublik spätestens seit Abschluß des Projekts Sicherheitsstudien Entsorgung (PSE) andere Modellierungskonzeptionen und rechnerische Ansätze verfolgt werden. Rein deterministische Ansätze werden wegen der Probleme beim Nachweis der Konservativität kaum noch verfolgt.

Da sich der vorgegebene rechnerische Nachweis der Langzeitsicherheit auf sehr lange Zeiträume erstreckt, müssen auch solche Vorgänge in die prognostische Standortbeurteilung einfließen, die zu einer Veränderung derjenigen Randbedingungen führen können, die der Berechnung und Bewertung der potentiellen Individualdosen zugrundeliegen. Dazu gehören vor allem

- Veränderungen, die zur Entstehung bzw. zum Wirksamwerden neuer Expositionswege führen können,
- Veränderungen der (im wesentlichen hydraulischen) Randbedingungen des Radionuklidtransportes in der Geosphäre,
- Veränderungen der Grundlagen zur Berechnung von Individualdosen.



In BfS-Plan wird auf den dritten Punkt überhaupt nicht eingegangen (s. dazu 7.4.2.4 u. 7.4.2.5). In Kap. 3.1.10.6 des BfS-Plans werden jedoch die möglichen Auswirkungen behandelt, die sich künftig durch Eiszeiten, Abtragung und epirogene Bewegungen, Einflüsse benachbarter Salzstrukturen sowie Magmatismus auf das geplante Endlager ergeben könnten. Die generelle Beschreibung der genannten Vorgänge nimmt dabei - von Ausnahmen abgesehen - erheblich breiteren Raum ein als die Auseinandersetzung mit den konkreten Folgen für die berechneten Individualdosen. Ursache ist auch hier der Mangel an Daten aus standortbezogenen Untersuchungen (s. 7.2).

Bewertende Aussagen zu diesen Vorgängen beziehen sich zudem weitgehend auf die mit neu entstehenden Expositionspfaden möglicherweise verbundenen Folgen. Folgen, die sich aus der Modifizierung der in die Modellrechnungen eingeflossenen Annahmen für die berechneten Individualdosen ergeben, werden dagegen nicht behandelt.

Dieser Verzicht ist aus methodischer Sicht keinesfalls akzeptierbar, weil

- die Standortbewertung mit den quantitativen Ergebnissen von Modellrechnungen zur Radionuklidausbreitung auf deterministischer Basis erfolgt,
- sich die Eignungsaussagen im BfS-Plan auf die Ergebnisse solcher Modellrechnungen stützen,
- die berechneten Individualdosen in der Größenordnung der entsprechenden Werte des anzuwendenden Beurteilungsmaßstabes liegen.

Daher müssen auch die potentiellen Auswirkungen durch die genannten Prozesse quantitativ in die Modellierung einfließen - es sei denn, künftige Veränderungen hätten nachweislich überhaupt keinen Einfluß auf das Ergebnis der Modellrechnungen. Das ist nicht der Fall.

Die Tatsache, daß der unerläßlichen quantitativen Prognose der genannten Vorgänge unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstehen, ist ein weiterer Beleg für die Unzulänglichkeit des vorgegebenen Nachweisverfahrens. Sie lassen sich durch die im Folgenden behandelten (methodisch falschen) Eingriffe in das Bewertungssystem nicht beheben.

#### **7.4.2.6.2 Begrenzung des Betrachtungszeitraumes**

(Zur Einwendung 7/30)

Im September 1982 verabschiedete die Reaktorsicherheitskommission (RSK) die sogenannten "Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk" [RSK 1983], in denen die Methode Sicherheitsanalyse als einziges Verfahren festgeschrieben wurde, um die Langzeitsicherheit für Endlager nachzuweisen. Die Sicherheitskriterien der RSK von 1982 beinhalteten noch keine zeitliche Begrenzung der Sicherheitsanalyse. 1988 wurde jedoch in einer

gemeinsamen Stellungnahme von Reaktorsicherheitskommission (RSK) und Strahlenschutzkommission (SSK) vorgegeben, den Nachweiszeitraum auf 10 000 Jahre zu begrenzen.

Der Stellungnahme war folgendes vorausgegangen: Die PTB hatte zunächst die Methode Sicherheitsanalyse akzeptiert und sie im Planfeststellungsverfahren für den Standort Konrad angewandt. Bereits im alten PTB-Plan wurden jedoch schon Überlegungen zum Zeitrahmen für Sicherheitsanalysen formuliert und damit ihre Ergebnisse, die eine besondere Eignung des Standortes nicht erkennen ließen, relativiert. Zeitgleich mit Auslegung der alten Planunterlagen erschien eine Reihe von Veröffentlichungen von Mitarbeitern der PTB, in denen Zweifel an dem Zeitrahmen für Sicherheitsanalysen geäußert wurden [EHRlich 1986, RÖTHEMEYER 1986, NÄSER 1988]. Wegen prognostischer Schwierigkeiten seien die Berechnungsgrundlagen für Individualdosen nur für einen Zeitraum von etwa 10 000 Jahren verlässlich. Für Zeiträume größer als ca. 10 000 Jahren käme den Ergebnissen der Sicherheitsanalyse eine abnehmende Aussagekraft zu. Diese Einschätzung wird mit folgenden Argumenten begründet:

- Die in die Berechnungen eingehenden hydrogeologischen und klimatischen Bedingungen seien nur für einen Zeitraum von 10 000 Jahren verlässlich prognostizierbar, danach sei mit grundlegenden Klimaänderungen zu rechnen.
- Im Übrigen sei das Gefährdungspotential radioaktiver Abfälle nach einem Zeitraum von etwa 10 000 Jahren mit dem Gefährdungspotential anderer Stoffe aus der Umwelt des Menschen vergleichbar [PTB 1986, S. 3.9-3] (gemeint sind mit "anderen Stoffen aus der Umwelt des Menschen" Reststoffe aus der Kohleverbrennung), deshalb sei die Berechnung von Individualdosen für diesen Zeitraum ausreichend.

Eine Auseinandersetzung mit dieser Argumentation erfolgte bereits im Rahmen der Begutachtung des PTB-Planes. Wesentliche Kritikpunkte sollen an dieser Stelle kurz zusammengefaßt werden [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a, s. dazu außerdem GRUPPE ÖKOLOGIE 1989]:

- Aus der Tatsache, daß Klimaprognosen für Zeiträume größer als 10 000 Jahre unzuverlässig sind, kann nicht gefolgert werden, daß die Nachweiszeiträume zu verkürzen sind. Die Prognoseschwierigkeiten bestehen bereits für deutlich kürzere Zeiträume und auch für andere Randbedingungen des Radionuklidtransportes. Die Sicherheitsanalyse kann für keinen Zeitraum belastbare Ergebnisse liefern.
- Mittels der gewählten Toxizitätsvergleiche kann die Ungefährlichkeit der radioaktiven Abfälle nicht belegt werden. Der Vergleich mit Reststoffen aus der Kohleverbrennung führt zu zweifelhaften Ergebnissen. Wegen der Schwermetallanreicherung in den Reststoffen der Kohleverbrennung handelt es sich keinesfalls um eine harmlose Vergleichssubstanz und die Bezugssysteme sind z.T. völlig unsinnig gewählt (Letaldosen). Außerdem besteht die grundsätzliche Schwierigkeit, Radio- und Chemotoxizität aufgrund der ungleichen Wirkung zu vergleichen.

Im folgenden soll dargestellt werden, welche Konsequenzen sich aus den von der PTB angestellten Überlegungen zur Begrenzung des Nachweiszeitrahmens für den BfS-Plan ergeben ha-



ben. Außerdem soll überprüft werden, in wieweit die Argumentation im BfS-Plan aufgegriffen wurde.

Die Argumentation der PTB zur zeitlichen Begrenzung hat sogar Eingang gefunden in ein Rechtsgutachten für das niedersächsische Umweltministerium. Darin wird ausgeführt, "daß die Stadt Salzgitter gegenwärtig kein aktuelles Recht oder Interesse auf Information über mögliche Auswirkungen des Endlagers in Zeiträumen jenseits von 10 000 Jahren hat" [RAUSCHNING 1988].

In dem BfS-Plan hat die Vorgabe der RSK und SSK zur zeitlichen Begrenzung der Sicherheitsanalyse bereits Eingang gefunden. Für den Nachweiszeitraum von 10 000 Jahren wurde eine standortspezifische Sicherheitsanalyse durchgeführt, für darüber hinausgehende Zeiträume erfolgt der Nachweis der Langzeitsicherheit mittels einer sogenannten nuklidspezifischen Bewertung der Barriere.

Wie im PTB-Plan wird die zeitliche Begrenzung des Nachweiszeitraumes mit der abnehmenden Verlässlichkeit der Berechnungsgrundlagen aufgrund wahrscheinlicher Änderungen des Klimas in diesen Zeitabschnitten begründet.

Geändert hat sich jedoch einiges bezüglich der Heranziehung von Toxizitätsvergleichen. Im BfS-Plan wird nicht mehr angeführt, daß die zeitliche Begrenzung auf 10 000 Jahre ausreichend sei. Im PTB-Plan basierte die Einschätzung auf einem Vergleich zwischen dem Gefährdungspotential radioaktiver Abfälle mit Reststoffen aus der Kohleverbrennung. Die Reststoffe aus der Kohleverbrennung tauchen im BfS-Plan nur in einer Abbildung (zur Nachvollziehbarkeit der Abbildung s. u.) (Abb. 3.9.4/1) wieder auf, stehen jedoch in keiner Verbindung zu inhaltlichen Aussagen im Text.

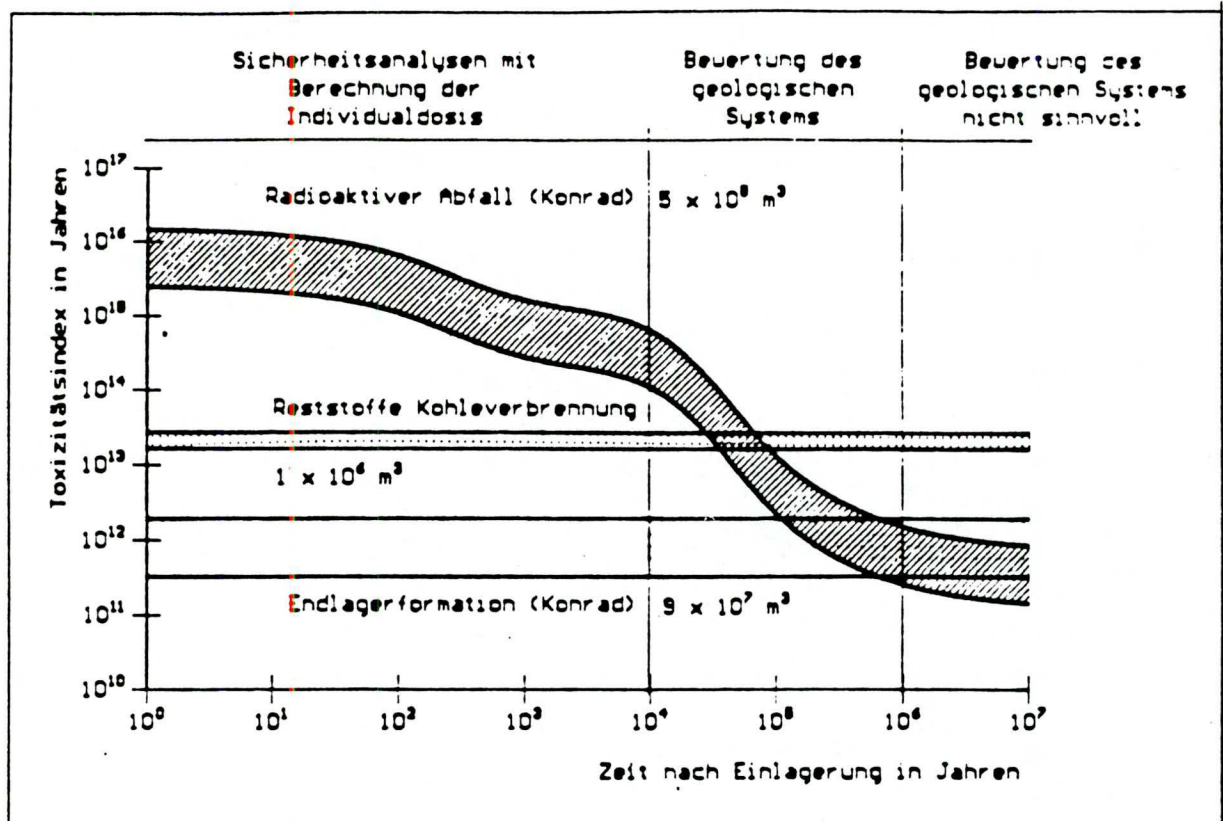


Abbildung 3.9.4/1: Zeitabhängiger Toxizitätsindex der Abfälle für das Endlager Konrad und Vergleich mit der natürlichen Radiotoxizität der Endlagerformation.



Zur Nachvollziehbarkeit der Abb. 3.9.4/1:

In der Abbildung wird der zeitabhängige Toxizitätsindex der Abfälle für das Endlager Konrad im Vergleich mit der natürlichen Radiotoxizität der Endlagerformation dargestellt. In die Abbildung wurde außerdem der Toxizitätsindex für Reststoffe aus der Kohleverbrennung mit aufgenommen. Im Text wird jedoch an keiner Stelle auf den Toxizitätsindex der Reststoffe der Kohleverbrennung eingegangen. Es stellt sich die Frage, warum diese Angabe in die Abbildung mitaufgenommen wurde. Reststoffe aus der Kohleverbrennung sind in EHRlich [1986] mit Abfällen aus dem Kernbrennstoffkreislauf bei Wiederaufarbeitung und direkter Endlagerung verglichen worden.

Es gibt im BfS-Plan keine Angaben darüber, wie die Toxizitätsindizes definiert wurden, d.h. welches Bezugssystem gewählt wurde. Ebenso ist nicht nachvollziehbar, warum die Toxizitätsindizes als Bandbreiten dargestellt werden.

In der Abbildung sind außerdem Volumenangaben enthalten. Falls es sich dabei um Volumenangaben zu den jeweils betrachteten Vergleichssubstanzen handeln soll, so sind die Zahlen nicht nachvollziehbar. Den radioaktiven Abfällen ist die Zahl  $5 \cdot 10^5 \text{ m}^3$  zugeordnet, für das Gesamtvolumen an radioaktiven Abfällen wird im BfS-Plan ca.  $650\,000 \text{ m}^3$  angegeben.

Dafür wird im BfS-Plan ein neuer Radiotoxizitätsvergleich zwischen den radioaktiven Abfällen und der natürlichen Radioaktivität der Endlagerformation gewählt, um zu begründen, daß nach Ablauf der Zeit für die Rückhalteleistung des Gesteins keine Gefährdung von den freigesetzten Stoffen ausgeht. "Die berechneten Rückhaltungszeiträume müssen vor dem Hintergrund bewertet werden, daß die Radiotoxizität der Abfälle nach einigen 100 000 Jahren mit der natürlichen Radiotoxizität der Endlagerformation vergleichbar ist" (Abb. 3.9.4/1), BfS-Plan). Abgesehen von grundsätzlichen Schwierigkeiten und Bedenken, die mit Toxizitätsvergleichen verbunden sind [s. GRUPPE ÖKOLOGIE 1989], ist der im BfS-Plan angeführte Toxizitätsvergleich in keiner Weise nachvollziehbar:

- Es wird nicht ausgeführt, was unter der natürlichen Radiotoxizität der Endlagerformation zu verstehen ist. Zum Verständnis müßten mindestens Angaben über das angenommene Nuklidinventar der Endlagerformation (die Angaben zur radiologischen Grundbelastung reichen zur Nachvollziehbarkeit nicht aus), zum Bezugssystem für die Bildung der Toxizitätsindizes<sup>\*)</sup> (z.B. Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr) und zum angenommenen Volumen der Endlagerformation vorhanden sein.
- Es befinden sich keine Angaben im BfS-Plan, wie die Radiotoxizität der Abfälle definiert wird. Hierzu fehlen insbesondere Angaben über das gewählte Bezugssystem und angenommenes Volumen.
- Die Entwicklung des Toxizitätsindex in Abhängigkeit von der Zeit wird sowohl für die radioaktiven Abfälle als auch für die natürliche Radioaktivität der Endlagerformation in einer

Bandbreite angegeben. Es sind dem BfS-Plan jedoch keine Angaben darüber zu entnehmen, wie die Bandbreiten zustande kommen.

Unabhängig von der Unmöglichkeit, den Vergleich zwischen der Radiotoxizität der Abfälle und der Endlagerformation nachvollziehen zu können, ist die im BfS-Plan auf Seite 3.9-50 getroffene Aussage nicht richtig. An dieser Stelle heißt es, daß nach einigen 100 000 Jahren die Radiotoxizität der Abfälle mit der natürlichen Radiotoxizität der Endlagerformation vergleichbar sei. Verwiesen wird in diesem Zusammenhang auf Abb. 3.9.4/1. Diese Abbildung läßt jedoch auch eine genau gegenteilige Interpretation zu. Für die Radiotoxizität der Abfälle und der Endlagerformation sind offensichtlich Bandbreiten angegeben. Aus den Schnittpunkten der begrenzenden Kurven läßt sich ersehen, wann die Radiotoxizität zwischen Abfällen und Endlagerformation gleich ist. Dies ist frühestens nach 100 000 Jahren möglich. Im ungünstigsten Fall liegt der Zeitpunkt weit jenseits von  $1 \text{ E-7}$  Jahren, der genaue Schnittpunkt ist der Abbildung gar nicht mehr zu entnehmen (liegt außerhalb der Abbildung). Dies bedeutet - unter der Voraussetzung, daß die Bezugssysteme für den Radiotoxizitätsvergleich stimmen - daß nach 300 000 Jahren (berechneter Rückhalteleistungszeitraum für I-129) die Radiotoxizität der Abfälle keinesfalls auf die natürliche Radiotoxizität der Endlagerformation abgeklungen ist. Deshalb kann mit diesem Vergleich auch nicht die Aussage untermauert werden, daß die Freisetzung von I-129 "zu effektiven Äquivalentdosen im Schwankungsbereich der natürlichen Strahlenexposition" führen (BfS-Plan, Seite 3.9-50).

### 7.4.2.6.3 Prüfung der inneren Schlüssigkeit des Bewertungssystems

Unbeschadet aller grundsätzlichen und konkreten methodischen Einwände (s. 7.4.2.6.1 u. 7.4.2.6.2) wird das Nachweisverfahren am Standort Konrad weiter durchgeführt. Unabhängig von diesen Einwänden soll daher im folgenden auf einfache Weise zunächst geprüft werden [APPEL 1991], wieweit das verwendete Bewertungssystem in sich schlüssig ist. Unter "Bewertungssystem" werden der eingesetzte Bewertungsmaßstab und die daran zu messende Beurteilungsgröße verstanden. Es ist dann in sich schlüssig, wenn Bewertungsmaßstab und Beurteilungsgröße inhaltlich und formal in einer sinnvollen Beziehung zueinander und zum Schutzziel stehen.

Laut PTB-Plan und BfS-Plan sind beim Nachweis der Langzeitsicherheit von Endlagern drei Zeitabschnitte zu unterscheiden, für die jeweils unterschiedliche methodische Ansätze bei der Beurteilung der Langzeitsicherheit anzuwenden sind. Die Einteilung wird abgeleitet aus Überlegungen von EHRLICH [1986] über die Möglichkeiten und Grenzen prognostischer Aussagen über die Randbedingungen des Radionuklidtransportes mit Grundwasser in der Geosphäre und über Stoffkreisläufe innerhalb und zwischen den einzelnen Sphären der Erde:

- Für den Zeitraum bis zu etwa 10.000 Jahren seien ausreichend zuverlässige Prognosen über die (klimatischen) Randbedingungen des Radionuklidtransportes aus dem Endlager in die Biosphäre möglich. Die auf Basis von Erkenntnissen und begründeten Annahmen über die gegenwärtigen Transportbedingungen mit deterministischen Modellrechnungen zum Radionuklidtransport bestimmten Individualdosen werden daher für so zuverlässig



gehalten, daß sie an den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung gemessen werden können.

- Für den Zeitraum zwischen 10.000 und etwa 1 Mio. Jahre nach Einlagerungsende ist laut PTB-Plan und BfS-Plan eine verlässliche Prognose (der klimatischen) Randbedingungen des Radionuklidtransportes nicht mehr möglich. Für diesen Zeitraum könne nur noch eine nuklidspezifische Bewertung der geologischen Barriere durchgeführt werden.

Diese Bewertung besteht im wesentlichen in der Prüfung, ob die geologische Barriere an einem bestimmten Standort über dasjenige Isolationsvermögen verfügt, das geologische Systeme überhaupt haben können. Dieses potentielle Isolationsvermögen sei wegen der innerhalb und auf der Erdkruste naturgesetzlich ablaufenden Stoffkreisläufe, in die auch in der Erdkruste abgelagerte radioaktive Abfälle einbezogen werden, zeitlich begrenzt. Solche Kreisläufe vollzögen sich in Millionen von Jahren. Prognosen seien jedoch nur über einen Zeitraum von etwa einer Mio. Jahre möglich (BfS-Plan).

- Für Zeiträume größer als eine Million Jahre besteht nach BfS-Plan keine Prognosemöglichkeit. Sie können daher nicht beurteilt werden.

#### **Zeitraum < 10000 Jahre**

Sieht man von den Bedenken gegen die Anwendung der Sicherheitsanalyse mit Berechnung von Individualdosen als alleinigem Verfahren zum Nachweis der Langzeitsicherheit [GRUPPE ÖKOLOGIE 1989] und gegen die Begrenzung des Nachweiszeitraumes auf 10.000 Jahre (s. 7.4.2.6.2) einmal ab und akzeptiert auch die Grenzwerte des § 45 der Strahlenschutzverordnung als Maßstab für die Einhaltung der Schutzziele und als zeitliche Begrenzung den Zeitpunkt von 10.000 Jahren, so erfüllt das für den Zeitraum < 10.000 Jahre angewendete Vorgehen zwei wichtige Anforderungen an Beurteilungsgrößen und -maßstäbe:

- Der Bewertungsmaßstab (**Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung**) steht in schlüssigem Bezug zum Schutzziel "Schutz der menschlichen Gesundheit vor der Wirkung radioaktiver Strahlung", da er im Hinblick auf das Schutzgut (menschliche Gesundheit) festgelegt worden ist.
- Die Bewertungsgrößen (**berechnete Individualdosen**) stehen in zwar indirektem, aber ebenfalls schlüssigem Bezug zum Schutzziel. Sie charakterisieren auch tatsächlich - wenngleich ebenfalls indirekt - die zu bewertende geologische Barriere, da die Berechnung der Individualdosen am Ende der Modellrechnungen zum Radionuklidtransport durch die Biosphäre steht.

Mit dieser Einschätzung werden die weitgehenden Einwände (s.o.) gegen die Sicherheitsanalyse in der praktizierten Form keineswegs aufgehoben.

## **Zeitraum 10.000 bis 1 Mio. Jahre**

Akzeptiert man zunächst die von Ehrlich [1986] sowie in PTB-Plan und BfS-Plan geäußerten zeitlichen Vorstellungen über Stoffkreisläufe in der Erdkruste und prüft lediglich die Sinnhaftigkeit des angewendeten Bewertungssystems, so ergibt sich:

Als Beurteilungsmaßstab soll nach den Vorstellungen von EHRlich [1986] sowie PTB-Plan und BfS-Plan das **prognostizierbare potentielle Isolationsvermögen** geologischer Barrieren herangezogen werden. Das sei der längste Zeitraum, für den der Nachweis geführt werden könne, daß die geologische Barriere den Eintritt von Radionukliden aus einem Endlagerbergwerk in die Biosphäre verhindert. Er läge mit etwa einer Million Jahre deutlich unter dem aus der Dauer geologischer Stoffkreisläufe in der Erdkruste abgeleiteten maximalen potentielle Isolationsvermögen der geologischen Barriere.

Die **Beurteilungsgröße**, die am Maßstab potentielles Isolationsvermögen zu messen ist, wird leiderlicherweise nicht exakt definiert. Da das potentielle Isolationsvermögen zeitlich definiert ist (Jahre), muß allerdings die Beurteilungsgröße ebenfalls zeitliche Dimension haben. Aus dem Argumentationszusammenhang bei EHRlich [1986] sowie in PTB-Plan und BfS-Plan ergeben sich zwei Denkmöglichkeiten:

Zum einen kann es sich um denjenigen Zeitpunkt handeln, an dem zum ersten Mal Radionuklide überhaupt in die Biosphäre gelangen. Andererseits kann der Zeitpunkt gemeint sein, zu dem Radionuklide in **bewertungsrelevanten** potentiellen Konzentrationen in die Biosphäre gelangen.

Der Maßstab **prognostizierbares potentielles Isolationsvermögen** weist weder einen Bezug zum Schutzziel auf noch zum Bewertungsobjekt, also die geologische Barriere am Standort Konrad (oder einem anderen Endlagerstandort). Er ist für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines bestimmten Standortes im Hinblick auf die Einhaltung des Schutzziels ungeeignet.

Sein Anwendung erlaubt allenfalls eine allgemeine Aussage dazu, ob die Konzeption "Endlagerung radioaktiver Abfälle in größeren Tiefen der Erdkruste" grundsätzlich überhaupt sinnvoll ist. In diesem Fall muß das prognostizierbare potentielle Isolationsvermögen allerdings nicht als Maßstab, sondern als Prüfgröße eingesetzt werden. Sie ist an demjenigen Zeitraum (Maßstab) zu messen, für den radioaktive Abfälle eine Gefahr für die Schutzgüter darstellen können. Die genannten Beurteilungsgrößen stehen nur im Hinblick auf ihre Dimension in schlüssigem Bezug zum Beurteilungsmaßstab. Beide haben zeitliche Dimension. Inhaltlich besteht dagegen keine Beziehung, weil nicht die Frage sicherer Endlagerung in der Erdkruste schlechthin (s.o.), sondern die Langzeitsicherheit eines bestimmten Standortes mit bestimmtem Radionuklidinventar und bestimmten geologischen Verhältnissen geprüft werden soll.

Ein direkter Bezug der Prüfgrößen zum Schutzziel besteht nur für den Fall, daß zu keiner Zeit Radionuklide in die Biosphäre gelangen, weil dann Schutzgüter zweifelsfrei nicht beeinträchtigt werden können. In allen anderen Fällen kann ein Bezug zum Schutzziel lediglich über die mit dem Eintritt von Radionukliden in die Biosphäre verbundene Exposition, also Individualdosen, hergestellt werden. Individualdosen können für den fraglichen Zeitraum mangels Aussagekraft



der erforderlichen Prognose zum Radionuklidtransport aber gerade nicht in die Bewertung einfließen.

### **Zeiträume größer als 1 Mio. Jahre**

Der Abbruch des Bewertungszeitraums bei einer Million Jahren ist aus nachweismethodischer Sicht durchaus verständlich; denn unstreitig nehmen die methodischen Probleme beim Nachweis der Langzeitsicherheit mit zunehmendem Zeitraum, für den der Nachweis zu führen ist, erheblich zu. Im Hinblick auf den gesellschaftlichen und moralischen Hintergrund und die Zielsetzung langzeitsicherer Endlagerung ist dieser Abbruch jedoch problematisch. Die gesellschaftliche Verantwortung für den Schutz künftiger Schutzgüter erlischt keineswegs durch die Unmöglichkeit, die Einhaltung der Schutzziele über so lange Zeiträume nachzuweisen oder gar zu sichern. Schon gar nicht kann dem Antragsteller die Entscheidung überlassen bleiben, bei welchem Zeitpunkt er den Nachweis der Langzeitsicherheit abbricht.

Zusammenfassend ist festzustellen:

Das gegenwärtig im Rahmen des Nachweises der Langzeitsicherheit für den Standort Konrad (BfS-Plan) angewendete, zeitlich abgestufte Bewertungssystem, ist also für Zeiträume bis 10.000 Jahre in sich schlüssig. Weitergehende schwerwiegende Mängel des Verfahrens werden dadurch jedoch nicht geheilt.

Das für den Zeitraum 10.000 bis 1 Mio. Jahre definierte Beurteilungssystem ist in sich nicht schlüssig und erlaubt schon aus diesem Grund die angestrebte Beurteilung der geologischen Barriere bzw. der Langzeitsicherheit nicht. Die bekannten methodischen Mängel des Nachweisverfahrens werden dadurch verstärkt. Die 1988 vorgenommene Begrenzung des Betrachtungszeitraums für die Sicherheitsanalyse mit Berechnung individueller Strahlenbelastungen und deren Anwendung auf die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung auf 10.000 Jahre ist daher erst dann zu akzeptieren, wenn für Zeiträume größer als 10.000 Jahre ein geeignetes Verfahren zur verlässlichen Langzeitbeurteilung der geologischen Barriere existiert.

Die genannten inneren Widersprüche gehen zu wesentlichen Teilen auf die Anwendung ausschließlich konservativ-deterministischer Modellansätze zurück. Sie sind innerhalb dieser Ansätze nur mit Schwierigkeiten und mit dem gewählten Bewertungssystem überhaupt nicht zu beseitigen.

## **7.5 Abschluß des Betriebes**

(Zu den Einwendungen 8/1 und 8/2)

### **Restverfüllung des Grubengebäudes**

Nach Ende der Einlagerung sollen alle verbleibenden Resthohlräume des Grubengebäudes mit Haufwerk aus der Grube Konrad oder geeignetem Fremdversatzmaterial verfüllt werden (BfS-Plan, S. 4.1-1). Angaben über die notwendigen Eigenschaften dieses Versatzmaterials (z.B. Kör-

nung) liefert der BfS-Plan nicht. Die Eigenschaften des Versatzmaterials sind nicht zuletzt deshalb von Interesse, weil die Sorbensmasse des Versatzmaterials in den verbleibenden Grubenhöhlräumen nach BfS-Plan (S. 3.2.5.6-1) bei der Sicherheitsanalyse zur Langzeitsicherheit berücksichtigt wird. Es ist dem BfS-Plan auch nicht zu entnehmen, wie das Versatzmaterial den Resthöhlräumen zugeführt werden soll (z.B. über Falleitungen in den Schächten, wie noch im PTB-Plan, S. 4.1-1, vorgesehen war).

### Schachtverfüllung

Beide Schächte stellen im Gesamtsystem des Endlagers äußerst sensible Bereiche dar, da sie die geologische Barriere am Standort durchstoßen und somit eine direkte und kurze Verbindung zwischen Endlager und Biosphäre darstellen. Die Verfüllung beider Schächte muß deshalb garantieren, daß langfristig keine Radionuklide mit dem Grundwasser durch die beiden Schächte bzw. auch die Auflockerungszone in die Schächte umgebenden Gebirge in Richtung Biosphäre transportiert werden. Auf Grundlage der Vorstellungen über die hydraulische Gesamtsituation ist ein Antriebsmechanismus für einen entsprechenden Grundwasseraufstieg in den Schachtröhren (genau wie in den alten Tiefbohrungen, vgl. 7.4.2.3) in der Nachbetriebsphase gegeben.

Im BfS-Plan (Kap. 4.2) wird die vorgesehene Schachtverfüllung beschrieben. Danach besteht die Schachtverfüllung aus drei Elementen:

- Hydrostatische Asphaltabdichtung (oberer Schachtbereich),
- Mineralische Abdichtung als Hauptbarriere (mittlerer Schachtbereich),
- Stützsäule (unterer Schachtbereich).

Da die Ausführungen im BfS-Plan zur Schachtverfüllung in weiten Teilen gekennzeichnet sind durch Behauptungen, die sich wegen des Fehlens auch nur halbwegs detaillierter Angaben oder von Quellenhinweisen nicht nachvollziehen lassen, muß sich die sachliche Würdigung der vorgesehenen Schachtverfüllung darauf beschränken, wesentliche nicht belegte Behauptungen im BfS-Plan darzustellen. Dabei wird, entsprechend dem Aufbau der Schachtverfüllung, vom unteren Verfüllabschnitt zum oberen Verfüllabschnitt vorgegangen.

### Stützsäule:

Die Stützsäule soll die vertikalen Lasten der darüberliegenden mineralischen Abdichtung und der hydraulischen Asphaltfüllung aufnehmen, ohne daß nennenswerte Setzungen auftreten (BfS-Plan, S. 4.2-10). Der BfS-Plan läßt hierzu mindestens folgende Fragen offen:

- Die Korngrößenverteilung des Mineralgemischs, aus dem die Stützsäule besteht, soll so gewählt werden, daß eine möglichst dichte Lagerung und hohe Scherfestigkeit erreicht wird. Es fehlen im BfS-Plan jedoch jegliche Angaben über die Korngrößenverteilung des vorgesehenen Mineralgemischs. Die mindestens zu erreichende Lagerungsdichte und Scherfestigkeit werden an keiner Stelle benannt.



- Das Auslaufen des Füllgutes in die mit den Schachtröhren verbundenen Grubenbaue soll verhindert werden, in dem die anschließenden Strecken auf eine bestimmte Länge kraftschlüssig verfüllt werden. Der BfS-Plan gibt keinerlei Hinweis darauf, wie dies geschehen soll und woraus sich die Länge des kraftschlüssigen Verbundes bestimmt. Des weiteren zeigen die Abb. 4.2/1 und 4.2/2 des BfS-Plans im Übergang von den Füllörter zu den Strecken zwischen der mineralischen Stützsäule und dem Streckenversatz einen 2-schichtigen Filter (Filter gegen Feinkornerosion?). Aufbau und generelle Anforderungen an diese Filterschicht werden im BfS-Plan nicht einmal erwähnt.
- Es werden im BfS-Plan keinerlei Angaben darüber gemacht, mit welchen Setzungen der Stützsäule gerechnet werden muß, und welche langfristigen Setzungsbeträge noch akzeptabel sind.
- Es wird im BfS-Plan keinerlei Hinweis darauf gegeben, wie sich die Stützsäule langfristig im wassergesättigten Zustand (u.U. bei Durchströmung) verhält. Eine entsprechende Betrachtung ist deshalb notwendig, weil nach den derzeitigen Modellvorstellungen das Grubengebäude sich in der Nachbetriebsphase vollständig mit Wasser füllen wird. Davon wird auch die Stützsäule betroffen sein.

### Mineralische Abdichtung:

Laut BfS-Plan (Kap. 4.2.2.2) besteht die mineralische Abdichtung aus einem tonreichen Mineralgemisch, mit dem "die geforderte Dichtigkeit ohne Schwierigkeiten erreicht werden kann" (BfS-Plan, S. 4.2-6). Diese Behauptung wird im BfS-Plan nicht belegt.

- Im BfS-Plan wird keinerlei Angabe darüber gemacht, wie hoch die geforderte Dichtigkeit der Abdichtung sein soll (z.B. ausgedrückt als  $k_f$ -Wert des Dichtungsmaterials). Damit bleibt eine entscheidende Zielgröße bei der mineralischen Abdichtung unklar.
- Im BfS-Plan wird kein Hinweis auf die Spezifikation des vorgesehenen "tonreichen Mineralgemischs" gegeben. Es wird lediglich gefordert, daß das Mineralgemisch homogen sein soll und eine hohe Dichte aufweisen soll. Des weiteren soll es ein "gewisses Quellvermögen" besitzen (BfS-Plan, S. 4.2-8). Angaben solch allgemeiner Art erlauben keine Beurteilung der vorgesehenen Maßnahmen und ermöglichen auch nicht die Bewertung ihrer Wirksamkeit. Nicht einmal die tatsächlich vorgesehenen Verfüllstoffe (z.B. Art und Anteil der zugesetzten Tonminerale) oder ihre Korngrößenverteilung werden im BfS-Bericht erwähnt. Der mögliche negative Einfluß von hoch mineralisiertem Grundwasser auf das Quellvermögen der Tonminerale wird nicht berücksichtigt.
- Es werden im BfS-Plan keinerlei Hinweise darauf gegeben, mit welcher Prüfmethode das Erreichen der vorgesehenen Qualitätsziele des Dichtungsabschnitts (z.B. Dichtigkeit) überwacht werden soll. Entsprechende Prüfungen (einschließlich der Anlage von Versuchs- oder Prüffeldern) werden z.B. beim Aufbau mineralischer Basisabdichtungen von Deponien gefordert. Auf welche bisherigen (praktischen) Erfahrungen mit mineralischen

Abdichtungen bei der Schachtverfüllung sich die Ausführungen im BfS-Plan stützen, wird nicht erkennbar.

- Die Klüfte und Risse der Auflockerungszone des Gebirges um die Schachtröhre herum sollen durch Einpressen von Tonsuspension geschlossen werden. Es ist fraglich, ob damit die gesamte Auflockerungszone abgedichtet werden kann und ob nicht durch den Injektionsdruck neue Klüfte und Risse im Gebirge entstehen können.
- Im BfS-Plan (S. 4.2-6) wird davon ausgegangen, daß Quellvorgänge im Bereich der Unterkreidetonsteine zur Selbstabdichtung von Rissen und Klüften führen ("Selbstheilung"). Ob diese Vorgänge im Gebirge tatsächlich stattfinden bzw. in welchem Maße sie stattfinden (z.B. unter Berücksichtigung der mineralisierten Tiefenwässer, die nicht zwingend zum Quellen der Tone führen müssen), bleibt offen. Bereiche, in denen das Quellen von Tonsteinen laut BfS-Plan (S. 4.2-7) als nicht gesichert angesehen wird, werden nicht benannt.
- Über die statischen Verhältnisse im Bereich der mineralischen Abdichtungssäule werden im BfS-Plan keine Angaben gemacht. Der Einfluß möglicher Setzungen der Stützsäule auf die mineralische Abdichtung wird nicht diskutiert.

#### **Hydrostatische Asphaltabdichtung:**

Hauptaufgabe dieses obersten Dichtungsabschnittes soll laut BfS-Plan (S. 4.2-2) die Reduzierung oder möglichst weitgehende Verhinderung des Zuflusses von Tages- und Grundwässern sein. Zu den entsprechenden Ausführungen im BfS-Plan sind folgende Anmerkungen zu machen:

- Sämtliche Aussagen im BfS-Plan (Kap. 4.2.2.1) zur Spezifikation der eingesetzten Materialien sind sehr allgemein (z.B. keine Angaben der Bitumensorte, der Asphalt dicke, Korngrößenverteilung des Sands im Sandasphalt, mittlerer Durchmesser der Teilchen des Kalksteinmehlfüllers, Viskosität des Asphalts). Entsprechend können die im BfS-Plan aus den Materialeigenschaften abgeleiteten Aussagen zum Abdichtungsverhalten nicht näher überprüft werden. Sie stellen reine Behauptungen dar.
- Das Problem des langfristigen Aussedimentierens der Füllerteilchen und daraus folgend das Absinken des hydrostatischen Drucks des Asphalts unter den der Gebirgswässer wird im BfS-Plan (S.4.2-4) erkannt. Als Lösung wird vorgeschlagen, daß die Füllerteilchen nur in beschränktem Maße aussedimentieren dürfen. Wie dies sicher erreicht werden soll, läßt der BfS-Plan offen.
- Einerseits soll der Asphalt relativ schnell in die Auflockerungszone des Gebirges eindringen, andererseits soll er jedoch nicht soweit in das geklüftete Gebirge der Oberkreidegesteine eindringen, daß die Wirksamkeit der hydrostatischen Dichtung eingeschränkt wird. Um das Eindringen des Asphalts in die Auflockerungszone zu erleichtern, werden im BfS-Plan zusätzlich Perforationen der Auflockerungszone durch Vollbohrungen vorgeschla-



gen, in die Asphalt besonders gut eindringen kann. Eine grundsätzliche Lösung des Zielkonflikts läßt der BfS-Plan jedoch nicht erkennen. Folgerichtig wird nur mit unbewiesenen Behauptungen operiert (z.B. Zähigkeit des Asphalts so hoch, daß er noch in 10.000 Jahren nicht so weit in das Gebirge eindringt, daß die Dichtung beeinträchtigt wird, BfS-Plan, S. 4.2-4 f).

- Halbwegs detaillierte Angaben über das Dichtungssystem zwischen hydrostatischer Asphaltabdichtung und mineralischer Abdichtung (BfS-Plan, S. 4.2-5), welches das Abfließen von Asphalt in den Bereich der mineralischen Dichtung verhindern soll, fehlen.

Insgesamt bleibt festzustellen, daß die Ausführungen zur Schachtverfüllung im BfS-Plan im wesentlichen nur aus nicht belegten Behauptungen über die langfristige Wirksamkeit der einzelnen Schachtverfüllabschnitte besteht. Diese Behauptungen entziehen sich weitgehend der Beurteilung, da der BfS-Plan hinsichtlich der Materialeigenschaften der Verfüllungen nur allgemeine Angaben macht.

Ob die Schachtverfüllung - wie im BfS-Plan (S. 4.2-1) behauptet - über einen Zeitraum von 10.000 Jahren voll wirksam sein wird, muß angezweifelt werden. Die Wirksamkeit kann auch nicht durch die Behauptung im BfS-Plan belegt werden, daß z.B. hydrostatische Asphaltabdichtungen im Bergbau seit drei Jahrzehnten als Regelabdichtung verwendet werden (BfS-Plan, S. 4.2-3). Die Zeiträume, über die die Schachtverfüllung und die Abdichtung der Auflockerungszone im umgebenden Gebirge bei dem Endlager Konrad wirksam sein muß, unterscheiden sich um Größenordnungen von denen im konventionellen Bergbau. Die Schächte müssen deshalb nach wie vor als potentielle Wegsamkeiten zur Ausbreitung von Radionukliden auf direktem Weg vom Grubengebäude in Richtung Biosphäre angesehen werden. Ohnehin sind an die Schachtverfüllung bei einem Endlager für radioaktive Abfälle erheblich höhere Anforderungen zu stellen als im Bergbau.

Angemerkt sei noch, daß das im PTB-Plan (S.4.2-5) angesprochene Problem der Diffusion der im Grubengebäude eingeschlossenen Gase durch das Schachtverschlußsystem und mögliche Einflüsse auf das System im BfS-Plan nicht mehr behandelt werden. Gründe dafür werden nicht genannt.

Möglicherweise sind die sehr vagen Ausführungen zur Schachtverfüllung im BfS-Plan Folge eines überhaupt noch fehlenden detaillierten Planes zur Schachtverfüllung. Darauf lassen zumindestens Äußerungen der RSK [1991] schließen, in denen es heißt, daß das BfS noch Aussagen zum Zeitpunkt und zur Höhe der maximalen Strahlenexposition treffen will, die sich durch die Ausbreitung von Radionukliden über die Schächte ergeben kann. Aus diesem Ergebnis sollen dann die Anforderungen an die Güte der Verfüllung der Schächte resultieren.

Trifft diese Aussage zu, dann beruhen die Angaben zur Schachtverfüllung im BfS-Plan tatsächlich auf einer unzureichenden Grundlage und sind somit in keiner Weise belastbar. In diesem Zusammenhang verwundert es dann auch nicht, daß mit dem im BfS-Plan vorgelegten Schachtverfüllkonzept das dritte Konzept innerhalb von ca. 10 Jahren vorgeschlagen wird. So wurden von der GSF [1982] und im PTB-Plan bereits völlig unterschiedliche Verfüllkonzepte vorgelegt, die jeweils einen langfristig dichten Schachtverschluß gewährleisten sollten.

Ein Grund für die auffallend häufige Änderung des Verfüllkonzeptes könnte sein, daß sich innerhalb dieses Zeitraumes die Schachtverfülltechnik sehr schnell weiterentwickelt hat. Da dies nicht der Fall ist, kann die Ursache nur darin bestehen, daß Unsicherheit oder Unklarheit darüber besteht, wie denn eine langfristig wirksame Schachtverfüllung beschaffen sein muß. Diese Unsicherheit ist offenbar auch heute noch gegeben. Der Langzeitsicherheitsnachweis für das geplante Endlager Konrad ist jedoch solange nicht geführt, bis nachgewiesen wird, daß die Schächte langfristig sicher verfüllt werden können.

## **7.6 Bodenschätze**

(Zu den Einwendungen 7/41 bis 7/43)

In Kap. 3.1.10.1 des BfS-Plans (S. 3.1.10.1-4f.) wird ausgeführt, daß derzeit wirtschaftlich bedeutende Rohstofflagerstätten durch das geplante Endlager nicht beeinträchtigt werden. Danach soll laut BfS-Plan das entsprechende Kriterium 4.3 "Bodenschätze" aus den sogenannten Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle [RSK 1983] erfüllt sein. Im folgenden sollen die diesbezüglichen Ausführungen im BfS-Plan betrachtet werden.

### **Eisenerz**

Das geplante Endlager Konrad soll im Erzhorizont der sich Nord-Süd erstreckenden Eisenerz-lagerstätte (Raum Gifhorn-Salzgitter) eingerichtet werden. Das Endlager liegt am südlichen Ende dieser Lagerstätte, deren Eisenerzvorrat auf 1,4 Milliarden t geschätzt wird. Im Südabschnitt der Lagerstätte werden Erzvorräte von rund 330 Millionen t angenommen.

Durch die Errichtung des Endlagers wird es - zumindestens nach den derzeitigen Modellvorstellungen über die Grundwasserbewegung (vgl. Kap. 7.4.1 u. 7.4.2) - langfristig zum Transport der Radionuklide im Eisenerzhorizont in Richtung Norden kommen. Damit verbunden ist eine Kontamination der Eisenerzvorkommen im Bereich nördlich des geplanten Endlagers. Eine zukünftige Förderung des dortigen Eisenerzes ist damit wahrscheinlich aus Strahlenschutzgründen ausgeschlossen; es sei denn, die Kontamination würde nicht erkannt. Dies bedeutet, daß durch das geplante Endlager die zukünftige Nutzung der Eisenerz-lagerstätte womöglich verhindert wird. Dieser Aspekt wird im BfS-Plan nicht behandelt, obwohl die Untersuchung der möglichen Kontamination der Lagerstätte für die Frage der Beeinträchtigung der Lagerstätte durch das Endlager von grundsätzlicher Bedeutung ist.

Im BfS-Plan wird vielmehr allein mit Wirtschaftlichkeitsaspekten argumentiert, indem die Förderung von Eisenerz aus der Lagerstätte für langfristig unwirtschaftlich erklärt wird. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, daß die weltweiten Eisenerzvorräte beim derzeitigen Förderniveau ca. 130 Jahre reichen (bzw. ca. 185 Jahre unter Einschluß subökonomischer und möglicher Reserven).

Diese Betrachtungsweise im BfS-Plan ist nicht akzeptabel, da sie die Unwirtschaftlichkeit der Lagerstätte allein aus der gegenwärtigen wirtschaftlichen Situation des Eisenerzweltmarktes heraus begründet und diese Verhältnisse dann noch statisch in die Zukunft verlängert. Weiterhin läßt der



BfS-Plan offen, mit welchem Begriff von Wirtschaftlichkeit überhaupt operiert wird. Es darf vermutet werden, daß ein rein betriebswirtschaftlicher Ansatz zugrunde gelegt wird und nicht eine volkswirtschaftliche Betrachtungsweise, bei der im allgemeinen weitergehende Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Z.B. müßten nach der Vorgehensweise im BfS-Plan auch sämtliche Steinkohlegruben der Bundesrepublik aus rein betriebswirtschaftlichen Gründen schließen, da auf dem Weltmarkt wesentlich billiger Steinkohle zu beziehen ist als aus der heimischen Förderung.

Der betriebswirtschaftliche Ansatz greift also zu kurz und berücksichtigt nicht wesentliche Randbedingungen (z.B. Vorhaltung einer im bundesdeutschen Maßstab großen Eisenerzlagerstätte).

In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß in der Bundesrepublik Deutschland noch gegenwärtig Eisenerz mit geringerem Eisengehalt als in der Lagerstätte Konrad im Untertagebau gefördert wird (Grube Wohlverwahrt-Nammen, Fe-Gehalt des Erzes ca. 6 - 20% nach BARBARA [1991]; Fe-Gehalt bei Konrad-Erzen bis zu 40%).

Die Annahme der gegenwärtigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen auch für die beliebig weite Zukunft ist nicht begründet und nicht gerechtfertigt. Die Erfahrungen der vergangenen Jahre (z.B. "Ölpreisschock" in der 70er Jahren) zeigen, daß allein durch eine veränderte politische Situation in den Hauptförderländern sich die Einschätzung der Wirtschaftlichkeit oder der Verfügbarkeit ausreichender Mengen an Rohstoffen schnell ändern kann.

Berücksichtigt man weiterhin, daß die zur Zeit bekannten Vorräte für ca. 130 bzw. 185 Jahre reichen, dann zeigt sich die hinsichtlich der zeitlichen Perspektive sehr eng begrenzte Sichtweise im BfS-Plan. Möglicherweise wird ja in wenigen Jahrhunderten die Möglichkeit eines Zugriffs auf die Eisenerze im weiteren Standortbereich eine Notwendigkeit, die durch die Anlage des Endlagers womöglich versperrt wird. Zumindest vor diesem Hintergrund hätten die Auswirkungen des geplanten Endlagers auf die Eisenerzlagerstätte untersucht werden müssen.

### **Erdöl und Erdgas**

Das Vorkommen von bisher nicht entdeckten Erdöl- und/oder Erdgaslagerstätten in der Standortregion kann offensichtlich nicht sicher ausgeschlossen werden. Nach BfS-Plan (S. 3.1.10.1-5) sind sowohl potentielle Muttergesteine als auch potentielle Speichergesteine für Kohlenwasserstoffe vorhanden.

Im BfS-Plan werden zwei verschiedene Bereiche diskutiert, in denen möglicherweise mit Kohlenwasserstofflagerstätten zu rechnen ist: Zum einen eine abgeschlossene Höhenlage von Sandstein des Unterbathonium südöstlich der Schachanlage Konrad, zum anderen mögliche Erdgasvorkommen im basalen Zechstein oder Präzechstein in einer angedeuteten Hochlage südlich des Salzstockes Broistedt.

Insbesondere hinsichtlich des möglichen Vorkommens von Erdgas im basalen Zechstein oder Präzechstein liefert der BfS-Plan nur eine dünne Aussage ("angedeutete Hochlage südlich des Salzstockes Broistedt"), bei der dem BfS-Plan nicht zu entnehmen ist, aufgrund welcher konkreten Kenntnisse sie abgeleitet ist. Zudem wird im BfS-Plan (S. 3.1.9.1-2) selbst festgestellt, daß

sichere Aussagen über Mächtigkeit und Ausbildung der Zechsteinschichten im Standortbereich nicht gemacht werden können, da nur sehr allgemein gehaltene Beschreibungen vorliegen. Über die Schichten des Präzechsteins sind die Kenntnisse offensichtlich noch geringer.

Sollten tatsächlich keine näheren Kenntnisse über die entsprechenden Schichtglieder im Standortbereich vorliegen, dann kann nicht ausgeschlossen werden, daß auch in der engeren Standortregion Konrad - und damit in einem direkten räumlichen Beziehung zum Endlager - Erdgaslagerstätten in den betreffenden Schichtgliedern vorkommen. Im BfS-Plan wird jedenfalls nicht plausibel dargelegt, daß entsprechende Lagerstätten in räumlicher Nähe zum Endlager nicht vorkommen und die zukünftige Ausbeutung der Lagerstätte(n) durch die Errichtung des Endlagers nicht verhindert würde (oder Auswirkungen auf das Endlager hätte). Bei diesen Fragen zeigt sich wiederum das generelle Problem des unzureichenden Kenntnisstandes über die geologischen Verhältnisse gerade auch für Schichtglieder unterhalb des Einlagerungshorizontes (vgl. 7.2).



## 8 Umweltverträglichkeitsprüfung

(Zu den Einwendungen 9/1 bis 9/13)

Gemäß der Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Vorhaben hat die Bundesrepublik Deutschland im Juli 1988 die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) in das deutsche Recht eingeführt (Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung - UVPG).

Unter der UVP versteht das Gesetz einen unselbständigen Teil öffentlich-rechtlicher Verfahren, die der Entscheidung über die Zulässigkeit von Vorhaben dienen (§ 2 UVP Abs. 1 Satz 1). Die UVP ist ein Instrument im Bereich des vorsorgenden Umweltschutzes (§ 1 UVPG). Dies bedeutet, daß die UVP das umweltpolitische Vorsorgeprinzip verwirklichen soll, indem die möglichen Umweltfolgen eines Vorhabens einem Prüfverfahren unterzogen werden, bevor die Entscheidung über die Zulässigkeit eines Vorhabens getroffen und das Vorhaben in die Tat umgesetzt wird.

Die UVP beruht im wesentlichen auf zwei Grundsätzen:

1. Aus dem Grundsatz der Frühzeitigkeit (hier findet das Vorsorgegebot seinen Niederschlag);
2. Aus dem systematisch umfassenden, alle Umweltsektoren übergreifenden, d.h. integrativen Ansatz [PETERS 1990].

Dieser integrative Ansatz in einer UVP wird nur dann erfüllt, wenn er übergreifend und gesamthaft ist. Übergreifend bedeutet, daß alle berührten Umweltbereiche (Umweltmedien, Schutzgüter) in einer UVP berücksichtigt werden. Gesamthaft bedeutet, daß Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Umweltmedien bewertet und anschließend in ihrer ganzen Komplexität nochmals bewertet werden [PETERS 1990].

Innerhalb von UVP-Verfahren finden zwei Formen der Bewertung statt, nämlich die politische Bewertung und die fachliche Bewertung. Die **politische Bewertung** liegt lediglich in der Entscheidungsvorbereitung und dient der Entscheidungsgrundlage, sie baut auf der fachlichen Bewertung auf. Die **fachliche Bewertung** besteht aus einer Umweltverträglichkeitsstudie (UVS), die den Anforderungen des Umweltverträglichkeitgesetzes § 2 Abs. 1 genügen muß.

Mit dem Ausdruck Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) soll hier der Verfahrensaspekt gemeint sein. Die Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) stellt das Dokument der fachwissenschaftlichen Untersuchung über die Umweltauswirkungen des beabsichtigten Vorhabens dar. Die Anforderungen einer UVS setzen sich im wesentlichen aus fünf Arbeitsschritten zusammen [BUNGE 1988, SPORBECK 1987, OTTO-ZIMMERMANN 1989, BECHMANN 1988]:

### 1. Bestandsaufnahme

Inhalt dieses Arbeitsschrittes ist zunächst eine Erfassung und Analyse des jetzigen Zustandes aller Umweltmedien bzw. Schutzgüter. Des weiteren sind hier Angaben über das geplante Vorha-

ben und alle von ihm ausgehenden möglichen Umweltauswirkungen zu erstellen (auch für mögliche Alternativstandorte).

## **2. Abschätzung der Umweltauswirkungen**

Die zukünftige Entwicklung des Umweltzustandes soll mit und ohne Vorhaben (Nullvariante) abgeschätzt werden. Auswirkungen des geplanten Vorhabens während der verschiedenen Phasen (Bauphase und Betriebsphase) und auch Alternativen müssen berücksichtigt werden.

## **3. Bewertung der Umweltauswirkungen**

An die Abschätzung schließt sich die Bewertung der festgestellten Umweltauswirkungen an.

## **4. Überprüfung der Vorhabensplanung**

Das Vorhaben und seine Alternativen sollen daraufhin untersucht werden, ob und wieweit die zu erwartenden Umweltbelastungen (und Wechselwirkungen) durch zusätzliche, bisher nicht berücksichtigte Vorkehrungen vermieden oder ausgeglichen werden können.

## **5. Auswahl der zu realisierenden Vorhabensalternative**

Anhand der bisherigen Untersuchungsergebnisse ist schließlich eine Vorhabensvariante zur Durchzuführung auszuwählen, ggf. auch die Null- Alternative.

Diese Arbeitsschritte und die angewandte Methodik sind in angemessener Weise darzustellen, um eine Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten [SPORBECK 1987].

Der Grundgedanke der UVS zielt darauf ab, daß die Behörden bei umfassender Information über die Umweltauswirkungen eines Vorhabens und in Kenntnis von weniger umweltbelastenden Alternativen Entscheidungen treffen können, die es ihnen ermöglicht, die Umweltbelange besser als bisher zu berücksichtigen. Unter der Umweltbelastung ist die Diskrepanz zwischen gewünschten und gegebenen Zustand der Umwelt zu verstehen [Busch 1987].

Nach § 6 Abs. 1 Satz 1 UVPG hat "Der Träger des Vorhabens (...) die entscheidungserheblichen Unterlagen über die Umweltauswirkungen des Vorhabens der zuständigen Behörde zu Beginn des Verfahrens vorzulegen, in dem die Umweltverträglichkeit geprüft wird." Diese Anforderung soll mit den Ausführungen zur UVS im BfS-Plan erfüllt worden sein. Die Überprüfung der entsprechenden Ausführungen im BfS-Plan zeigt jedoch, daß die von der BfS erbrachten Unterlagen den Anforderungen einer UVS in keiner Weise genügen. Im folgenden sind die Mängel der Planunterlagen bezüglich der UVS aufgeführt.

### **■ Eine formal geschlossene und in sich inhaltlich schlüssige Darstellung ist nicht vorhanden**

Die vorgelegte "Allgemeinverständliche Zusammenfassung" zum BfS-Plan kann die UVS nicht ersetzen, sondern wäre einer vollständigen UVS nach § 6 Abs. 3 u.4 UVPG beizufügen. Die Schwierigkeit bei der Zusammenstellung und der späteren Nachvollziehbarkeit der notwendigen Daten wird am folgenden Beispiel deutlich. Die Beschreibung der Flora findet sich in den ergänzenden Unterlagen "Verkehrsanbindung Konrad 2 - Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen", die Be-



schreibung des Mediums Luft steht im Textband 1 im Kapitel 3.4.1, das Kapitel über die Wechselwirkungen findet sich im Textband 2 im Kapitel 3.4.1 wieder. Der Punkt Landschaft wird im Inhaltsverzeichnis ohne Standortangabe benannt, mit der Bemerkung "Beeinträchtigung entfällt" (BfS-Plan, S. 2-11). Durch diesen Bewertungsvorgang "Beeinträchtigung entfällt" erübrigt sich für die BfS eine weitere Auseinandersetzung mit dem Aspekt Landschaft. Um jedoch den Anforderungen einer UVS zu entsprechen, hätte mindestens der Nachweis für die getroffene Bewertung erbracht werden müssen. Diese Beispiele zeigen deutlich, daß die verschiedenen Schutzgüter (Luft, Flora usw.), soweit sie überhaupt behandelt werden, völlig verstreut im BfS-Plan vorliegen.

■ **Die für eine UVS zu fordernde Nachvollziehbarkeit und Transparenz wird nicht gewährleistet**

Aufgrund der Vielzahl der zu erwartenden Umwelteffekte, die das geplante Vorhaben mit sich bringt, wäre eine sinnvolle Strukturierung der UVS notwendig gewesen, die die vorliegenden Unterlagen nachvollziehbar gestaltet hätte. Innerhalb der Unterlagen wird es nur mit der Hilfe des "Wegweisers" und des Hinweises im Kapitel 2 (S.9) einem Dritten möglich, die verstreut vorliegenden entscheidungsrelevanten Angaben zu finden.

■ **Es werden keine Alternativstandorte berücksichtigt**

Der Träger eines Vorhabens ist nach § 6 Abs. 4 Satz 1 Nr. 3 UVPG verpflichtet, eine Übersicht über die wichtigsten vom Träger des Vorhabens geprüften Vorhabensalternativen und Angaben über die wesentlichen Auswahlgründe beizubringen. Diese Angaben werden in der allgemein verständlichen Zusammenfassung zur UVP mit dem Satz "... im Hinblick darauf, daß an anderen Standorten im wesentlichen gleiche Umweltauswirkungen durch Errichtung und Betrieb eintreten, bestand keine Veranlassung, weitere Alternativen zum geplanten Endlagerstandort Konrad eingehender zu prüfen" (BfS-Plan, Allgemeinverständliche Zusammenfassung zum Plan Konrad, S. 49-50) auf unzulässige Weise abgehandelt.

Hier wird deutlich, daß Alternativstandorte gar nicht in Betracht gezogen wurden. Die dazu im BfS-Plan angeführte Begründung (s.o.) ist zurückzuweisen, da sie lediglich eine unbewiesene Behauptung darstellt. In sonst üblichen UVP-Verfahren findet die Einbeziehung von Alternativstandorten in jedem Arbeitsschritt ihren Niederschlag. Nach BUNGE [1988] sollen innerhalb der Bestandsaufnahme alle Standortalternativen in gleicher Weise behandelt werden und auch im Arbeitsschritt der Prognose müssen die Alternativen berücksichtigt werden. Bei der Bewertung sollen dann die Maßnahmen und die Alternativen im Hinblick auf die voraussichtlichen Folgen für die Umwelt miteinander verglichen werden. Bei der Auswahl der zu realisierenden Maßnahme ist dann erst die Wahl zwischen den betrachteten Lösungsmöglichkeiten zu treffen. Dieser ganze Komplex wird im BfS-Plan außer Acht gelassen. Es werden definitiv keine anderen Standorte genannt. Vom Antragsteller sind offensichtlich keine Alternativstandorte in Betracht gezogen worden.

#### ■ Die Nullvariante fehlt

Die Notwendigkeit, innerhalb einer UVS den Verzicht auf die Maßnahme (= Nullvariante) zu behandeln, wird im BfS-Plan ebenfalls nicht berücksichtigt. Die Nullvariante sollte, wie bei der Prüfung der Projektalternativen, Bestandteil aller Arbeitsschritte sein [SCHEMEL 1987]. Auch darauf wurde ohne Begründung im BfS-Plan verzichtet.

#### ■ Im Bereich der Bestandsaufnahme weisen die Planunterlagen gravierende Lücken auf

Im Bereich der Fauna orientiert sich der BfS-Plan ausschließlich an den Aussagen eines Jagdpächters, der eine Auflistung bestehender Tierarten vorgenommen hat. Diese Angaben sind sicherlich unvollständig und nur wenig aussagekräftig. Hier hätten weitere Erhebungen vorgenommen werden müssen, denn die Bedeutung von bestimmten Vorkommen von Arten sowie ihre überörtlichen funktionalen Zusammenhänge finden im BfS-Plan keinen Niederschlag.

Im Bereich der Flora wird keine vollständige Vegetationsperiode beschrieben, d.h. eine Bestandsaufnahme der Flora im weiteren Planungsraum ist nicht durchgeführt worden. Es fehlt folglich auch eine Darstellung der floristischen Verhältnisse in Form einer Vegetationskartierung.

Bei der Bestandsaufnahme Boden (BfS-Plan, Kap. 3.1.4) muß nach SPORBECK [1987] auch auf bereits vorhandene Umweltbelastungen dieses Umweltmediums hingewiesen werden. Dieses ist notwendig, um eventuelle Zusammenhänge zwischen den Auswirkungen des geplanten Vorhabens und sonstigen Belastungsquellen überhaupt identifizieren zu können.

Als Grundlage für den Bereich Verkehr dient eine Verkehrszählung aus dem Jahre 1985. Diese beschreibt aber in Anbetracht der veränderten politischen Situation und der daraus resultierenden Verkehrssteigerung im ehemals grenznahen Gebiet nicht mehr den aktuellen Zustand. Daher sind die getroffenen Aussagen zum Verkehr nicht mehr aussagekräftig und genügen den Anforderungen einer UVS nicht.

Die Angaben über die Industrie- und Gewerbestandorte in der Umgebung der Schachtanlage im BfS-Plan sind für Zwecke der UVS unvollständig. Es fehlen detaillierte Beschreibungen und Bewertungen der umliegenden Industrie- und Gewerbestandorte bezüglich ihrer genauen Lage, Produktion und v.a. ihrer Emissionen. Mögliche Wechselwirkungen zwischen dem geplanten Vorhaben und den bestehenden Industrien (v.a. Emissionen) werden somit nicht berücksichtigt.

#### ■ Wechselwirkungen werden nicht behandelt

Die Wechselwirkungen im Sinne des § 2 Abs. 1 Satz 2 UVPG "Die Umweltverträglichkeitsprüfung umfaßt die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens auf 1. Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen" sind im BfS-Plan nicht behandelt worden. Wenn im BfS-Plan überhaupt von Wechselwirkungen die Rede ist, dann immer nur im Bezug auf den Menschen.



Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen anderen Schutzgütern (Wasser, Luft, Boden) sind nicht untersucht worden. So stellt SUMMERER [1989] fest, daß die Beobachtung der Wirkungspfade einzelner Schutzgüter (sektorale Beobachtung) noch zu einer Genehmigung eines Vorhabens führen kann, bei Berücksichtigung des gesamten Wirkungsspektrums (d.h. einschließlich der Wechselbeziehungen) das entsprechende Vorhaben jedoch als nicht mehr genehmigungsfähig angesehen werden kann. Da im BfS-Plan die Umweltmedien fast ausschließlich sektoral (medienbezogen) oder bedingt "verknüpfend" untersucht wurden, kann von einer UVS im Sinne des UVPG keine Rede sein.

Laut "Wegweiser" des BfS-Plans werden im Kapitel 3.4.1 die Wechselwirkungen dargestellt. Eine der wenigen vorgenommenen Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Schutzgütern ist die Betrachtung der Wechselwirkung zwischen freigesetzten Abwettern mit dem Grubenwasser, in das sie gelangen. Doch geht es hier nur um die Verschiebung eines Schadstoffes von dem einem in das andere Medium (Luft in Wasser). Ansonsten wird im BfS-Plan fast ausschließlich Bezug auf den Menschen genommen (v.a. Strahlenbelastung).

Die Mehrzahl der zu erwartenden Wechselwirkungen zwischen Umweltmedien bzw. Schutzgütern wird im BfS-Plan nicht behandelt. Die wenigen dargestellten Wechselwirkungen werden nur benannt und nicht weiter bewertet. Um nach PETERS [1990] ein umfassendes Bild über die Umweltmedien zu bekommen, ist es zwingend notwendig, die Wechselwirkungen zwischen den Umweltmedien zu bewerten. Um ein umfassendes Bild der Umwelt zu bekommen, ist es notwendig, Zusammenhänge darzulegen (wie z.B. Tiere und Pflanzen innerhalb ihrer Lebensräume und Lebensgemeinschaften). Auch die Abhängigkeit der menschlichen Grundbedürfnisse wie Wohnen, Arbeiten und Erholen von landschaftlichen und städtebaulichen Gegebenheiten gilt es aufzuzeigen. Diese Nutzungen werden im BfS-Plan nicht berücksichtigt und nicht miteinander in Beziehung gebracht. Welchen Stellenwert die Wechselwirkungen innerhalb des BfS-Plans (Kap. 3.4.1) haben, wird allein schon durch den nur 3 ½ seitigen Umfang der entsprechenden Ausführungen deutlich. Insgesamt ist die Anforderung im Sinne des UVPG, die Wechselwirkungen zu berücksichtigen, in keiner Weise ausreichend im BfS-Plan erfüllt worden.

- **Die einzelnen Arbeitsschritte der UVS sind -soweit überhaupt vorhanden- nicht deutlich erkennbar voneinander getrennt**

Es findet im Kapitel 3.1.3 des BfS-Planes bei der Bestandsaufnahme der Bevölkerung gleichzeitig eine Prognose der zukünftigen Bevölkerungsentwicklung und die daran anschließende Ausweisung neuer Wohngebiete statt. Somit fließen schon in die Bestandsaufnahme Aspekte ein, die im Sinne einer UVS erst an einer späteren Stelle behandelt werden sollten.

Diese Unzulänglichkeit innerhalb der UVS setzt sich in der Bestandsaufnahme der Flora und Fauna, der Verkehrsanbindung Konrad 2 sowie bei den Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen fort. Im Bereich der Flora wird innerhalb der Bestandsaufnahme bereits die Bewertung vorgenommen, und im Bereich der Fauna verzichtet die BfS nach der sogenannten Bestandsaufnahme auf weitere Arbeitsschritte z.B. auf die Abschätzung und Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens auf die Tierwelt.

Im Bereich der Bestandsaufnahme im Kapitel 3.1.4 werden Standortmerkmale genannt und gleichzeitig bewertet, wie z.B. Jagd und Fischerei. Es werden bestehende Fischereirechte festgestellt, aber "ansonsten kommt der Fischerei im Untersuchungsraum keine Bedeutung zu" (BfS-Plan, Kapitel 3.1.4). Warum z.B. den bestehenden Fischereirechten keine Bedeutung zukommt, hätte aber im Rahmen einer UVS begründet werden müssen.

In den vorliegenden Planunterlagen sind keine Arbeitsschritte zu erkennen (wie z.B. Bestandsaufnahme, Bewertung oder Abschätzung/Prognose), die sich durch ihre Inhalte klar voneinander abgrenzen lassen. Die o.a. Beispiele zeigen, daß die z.B. nach HÜBLER [1989] zu fordernden formalen Aspekte, wie eine deutliche Trennung der einzelnen Arbeitsschritte (Bestandsaufnahme, Analyse, Bewertung) bei der UVS im BfS-Plan nicht berücksichtigt wurden. Dieser grundlegenden formalen Anforderung an eine UVS genügt der BfS-Plan nicht.

#### ■ Die bei der UVS benutzte Methodik ist nicht erkennbar

Nach SCHEMEL [1989] gehört zur Erfassung der Umweltrelevanz eines Vorhabens eine überzeugende Methode zur Messung und Bewertung von Umweltveränderungen. Die Planunterlagen lassen nicht erkennen, welche Bewertungsmethoden, -techniken oder -verfahren die BfS benutzt hat. Mit Hilfe welcher Verfahren wurde in den Planungsunterlagen z.B. eine "nicht Beeinträchtigung" der Luft, des Klimas und weiteren Medien festgelegt? Diese Frage bleibt unbeantwortet.

In der Fachliteratur und auch in der Praxis finden sich einige Bewertungsverfahren wieder, wie z.B. die verbal-argumentative Bewertung, die ökologische Risikoanalyse oder die Nutzwertanalyse. Es wird jedoch keine der genannten Methoden oder etwa eine neu entwickelte Methode im BfS-Plan benannt oder benutzt. Allgemein ist anzumerken, daß eine Methodenoffenheit gelten soll, um das anzuwendende Bewertungsverfahren der spezifischen Datenlage und dem Sachproblem anzupassen. Die BfS hat bei der Durchführung ihrer sogenannten UVS offensichtlich auf jegliche Methodik verzichtet (jedenfalls ist sie nicht erkennbar). Doch selbst der Verzicht auf eine Methode hätte begründet werden müssen. Auch in diesem Punkt entspricht der BfS-Plan in keiner Weise den Anforderungen an eine UVS.

#### ■ Die Bestimmung von Umweltqualitätszielen findet nicht statt

Umweltqualitätsziele dienen nach SCHEMEL [1989] als Maßstäbe für jegliche Bewertungsschritte. Diese Umweltqualitätsziele sind Zielvorstellungen, von denen es abhängt, wie ein Projekt oder eine Planung aus der Sicht der Umwelt bewertet und letztlich eingestuft werden.

In den Planunterlagen werden keine eigenen Umweltqualitätsziele für bestimmte Räume oder für einzelne Umweltmedien (z.B. Gewässergüte) definiert, sondern man orientiert sich an Gesetzen und Verordnungen, deren Einhaltung dann als umweltverträglich bewertet wird. Grenzwerte sind in gesetzlichen Verordnungen, wie TA-Luft oder TA-Lärm festgehalten, diese Grenzwerte markieren jedoch keine Grenze der Unschädlichkeit und auch nur einen kleinen Teil der insgesamt zu prüfenden Umweltqualitäten. Da die UVS im Sinne des Vorsorgegebotes gehandhabt werden muß, ist eine Umweltqualitätsbestimmung anhand von Grenz- und Richtwerten ein Gegensatz in sich. So fordert der SRU [1987], daß Emissions-Standards auf Bundes-, Landes- und kommunala-



ler Ebene durch konkrete Stoff- und medienbezogene Umweltqualitätsziele ergänzt werden sollen. In diesem Sinn hätten für das geplante Vorhaben spezifische Umweltqualitätsziele unter Berücksichtigung des Langzeitaspekts formuliert werden müssen. Der im BfS-Plan gewählte Bewertungsmaßstab "gültige Grenzwerte" ist deshalb nicht akzeptabel und widerspricht den Anforderungen an eine UVS.

■ **Das Vorsorgeprinzip wird nicht in allen Bereichen berücksichtigt**

Der Zweck des UVPG ist es, der Umweltvorsorge zu dienen und damit dem Vorsorgeprinzip zu entsprechen. Es wird im BfS-Plan kein Versuch unternommen, einem umweltbezogenen Vorsorgeprinzip (umfaßt das gesamte System der natürlichen Umwelt) gerecht zu werden, sondern man orientiert sich im BfS-Plan an dem maßnahmenbezogenen Vorsorgeprinzip (orientiert sich ausschließlich an der Maßnahme). Letzteres wird aber auch nur stellenweise verwirklicht, z.B. fehlt die Vorsorge im Bereich der Umweltqualitätsbestimmung (Grenz- und Richtwerte reichen nicht aus, s.o.). Die Vorsorge wird auch noch in anderen Teilbereichen nicht beachtet, wie z.B. die lückenhafte Bestandsaufnahme (z.B. Flora, Fauna) und auch die Nicht-Prüfung von Wechselwirkungen zwischen den Umweltmedien bzw. Schutzgütern zeigt. Auch hier bleibt feststellen, daß die Anforderungen an eine UVS nicht erfüllt werden.

■ **Es fehlen Begriffserklärungen, die die Handhabung des BfS-Planes erleichtern könnten**

Wie wichtig eine Begriffserklärung innerhalb einer UVS sein kann, wird an dem im BfS-Plan benutzten Begriff "Beeinträchtigung" deutlich. Dieser Begriff wird sehr häufig im Zusammenhang von "Beeinträchtigung entfällt", z.B. des Wassers (BfS-Plan, Kap. 2-11), verwendet. Da dieser Begriff aber bereits eine Bewertung einschließt, das Bewertungsverfahren im BfS-Plan jedoch unbekannt bleibt, ist eine Definition des Begriffes zwingend erforderlich, um eine Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten.

■ **Abschließende Bemerkung**

Zusammenfassend bleibt festzustellen, daß der BfS-Plan keine Umweltverträglichkeitsstudie im Sinne des UVPG enthält. Sämtliche formalen und inhaltlichen Anforderungen an eine UVS werden entweder nicht oder nur unzureichend erfüllt. Bei den entsprechenden Ausführungen im BfS-Plan handelt es sich bestenfalls um eine Aneinanderreihung verschiedener umweltrelevanter Aussagen zu dem geplanten Vorhaben.

## 9 Transporte und Verkehrsanbindung

Im Zusammenhang mit der Errichtung und dem Betrieb eines Endlagers für radioaktive Abfälle sind zwei wesentliche Problembereiche zu betrachten:

- Regionale und überregionale Auswirkungen durch den Transport radioaktiver Abfälle und
- die direkte Verkehrsanbindung des geplanten Endlagers im näheren Standortbereich.

Zu beidem soll im Rahmen des vorliegenden Gutachtens kurz Stellung genommen bzw. auf nicht ausreichende oder nicht nachvollziehbare Darlegungen im BfS-Plan eingegangen werden.

### 9.1 Transport radioaktiver Abfälle zum Endlager

(Zu den Einwendungen 1/5 und 10/1 bis 10/3)

#### 9.1.1 Behandlung im BfS-Plan

Der Transport radioaktiver Abfälle zum geplanten Endlager wird im BfS-Plan nicht behandelt. Das Fehlen dieses für die nähere und weitere Standortregion wichtigen Themenkomplexes ist mit der gegenwärtigen Rechtslage nicht begründbar. Im Gegensatz zu anderen Atomanlagen ist das Endlager Zielort für Anlieferungen aus dem gesamten Bundesgebiet und der Wiederaufarbeitung im Ausland. D.h., hier konzentriert sich eine viel höhere Zahl von Transporten. Eine Berücksichtigung aller möglichen Probleme im Zusammenhang mit dem Transport radioaktiver Abfälle, z.B. hinsichtlich der genauen Transportwege und der Rangiervorgänge in der Region, ist daher unabdingbar.

Die Standortregion weist laut Kapitel 3.1.6 des BfS-Planes eine hohe Verkehrsdichte auf. Die Ausführungen des BfS-Planes dazu sind allerdings mangelhaft. So wird die Verkehrsbelastung auf den wichtigsten Straßen mit Daten einer Erhebung aus dem Jahr 1985 dargestellt. Angesichts der drastischen Erhöhung des Güterverkehrs im Regierungsbezirk Braunschweig im Zuge der politischen Veränderungen der letzten Jahre ist eine Darstellung der aktuellen Situation zu fordern. Hinsichtlich des Schienenverkehrs enthält der BfS-Plan überhaupt keine Angaben zu den bereits vorhandenen Verkehrsbelastungen.

Zu den Verkehrs- bzw. Transportträgern ist dem BfS-Plan lediglich zu entnehmen, daß es betriebliche Einrichtungen für die Anlieferung auf LKW und Eisenbahnwaggons gibt. Dadurch wird der Transport von radioaktiven Stoffen mit Binnenschiffen jedoch nicht ausgeschlossen. In den Planunterlagen wird hierzu jedoch keine Stellung bezogen. Ebenso wenig gibt es Angaben zur angestrebten Verteilung der anzuliefernden Abfallgebände auf die Verkehrsträger.

Die offensichtlich unzureichende Behandlung des Themas Transport radioaktiver Abfälle wurde bereits in der ersten Phase des Planfeststellungsverfahrens 1986/87 von den Betroffenen kritisiert. Die Stadt Salzgitter hat hierauf zuletzt im Frühjahr 1991 hingewiesen [STADT 1991]. Der Inhalt der alten Planunterlagen [PTB 1986] wurde im wesentlichen in den BfS-Plan übernommen.



Die Gruppe Ökologie hat im Auftrag der Stadt Braunschweig eine gutachterliche Stellungnahme zum Transport radioaktiver Abfälle zum geplanten Endlager Konrad abgegeben [GRUPPE ÖKOLOGIE 1991]. Darin werden alle für den Transport unter Sicherheitsaspekten relevanten Probleme bewertet. Alle nicht auf Braunschweig bezogenen Aussagen haben grundsätzlich auch Gültigkeit für die übrige Region. Daher soll an dieser Stelle nur auf diese Stellungnahme verwiesen werden.

### **9.1.2 Stellungnahme zur Transportstudie der GRS**

Durch den Protest der Öffentlichkeit und auf Drängen der damaligen Niedersächsischen Landesregierung gab das Bundesumweltministerium bei der Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH (GRS) Ende 1988 ein Gutachten zur Transportproblematik in Auftrag. Dieses Gutachten sollte zwar formal außerhalb des Planfeststellungsverfahrens stehen, in der öffentlichen Diskussion aber im Zusammenhang mit dem Planfeststellungsverfahren behandelt werden. Folgerichtig wurde die Vorstellung der wesentlichen Ergebnisse durch die GRS auf den Sommer 1989 terminiert [UASZ 1989]. Die Veröffentlichung wurde jedoch zunächst auf den 31.10.1990 [DBT 1990] und dann auf 1991 verschoben. Auch im Sommer 1991 wurde das GRS-Gutachten nur zögerlich veröffentlicht. Für eine Berücksichtigung der Ergebnisse des Gutachtens durch die Betroffenen im Rahmen der öffentlichen Auslegung der Planunterlagen kam die Veröffentlichung zu spät. Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens wird zu einzelnen Punkten des GRS-Gutachtens [GRS 1991] Stellung genommen. Eine umfassende Beurteilung ist allein vom Umfang her hier nicht möglich.

#### **Art und Menge der radioaktiven Abfälle**

Die GRS geht "für nahe Zukunft" (ohne weitere Angaben, für welchen Zeitraum) vom Antransport von 3.400 Transporteinheiten (TE) bzw. 5.510 Gebinden pro Jahr aus.

Für 30 Verursacher werden die Anteile an TE, Gebinden und Transporten angegeben, weiterhin für 11 Behälterklassen die Anteile an TE und Gebinden (Anhang V, Tabellen 2.1 und 2.2). Insgesamt wurden 217 Abfallarten ("Referenzabfälle") berücksichtigt, wobei jeder Referenzabfall ein bestimmtes Abfallprodukt und dessen spezifische Verpackungsform repräsentiert. Angaben zu diesen Referenzabfällen - abgesehen von ihrer Zahl - werden von der GRS nicht gemacht (S. 11ff.). Insbesondere liegen auch keine Auflistung der Referenzabfälle, keine Angaben zu deren Anteilen an TE und Gebinden sowie keine Zuordnung zu Verursachern vor.

Die Annahmen zu Art und Menge der radioaktiven Abfälle sind somit nicht im Detail überprüfbar. Ein Vergleich der Annahmen der GRS-Studie - soweit sie dokumentiert sind - mit veröffentlichten Angaben zum Abfallaufkommen wirft darüber hinaus Fragen auf, die anhand der GRS-Studie nicht beantwortet werden können. Dies soll hier am Beispiel der von COGEMA angelieferten Abfälle gezeigt werden:

COGEMA ist laut GRS-Studie der mit Abstand wichtigste Einzelverursacher von Abfällen: 50,4 % der Gebinde bzw. 49,5 % der TE - das sind 1.683 TE/a bzw. 2.776 Gebinde/a. Entsprechend dem Verhältnis von TE und Gebinden muß es sich um 590 Container plus 2.186 Guß- und/oder Betonbehälter handeln. Dieses Verhältnis (Container:Behälter wie 1:3,7) stimmt nicht mit neueren Angaben über Abfallrücklieferungen aus La Hague überein (Container:Behälter wie 1:5,3 nach [JANBERG 1991]).

Die insgesamt zurückzunehmende Menge aus den Wiederaufarbeitungs-Altverträgen mit COGEMA (betreffend insgesamt rund 4700 t Uran) liegt bei 6690 Containern und 35.200 Betonbehältern mit nicht-wärmeentwickelnden Abfällen [JANBERG 1991]. Entsprechend den Annahmen der GRS würden diese Container innerhalb von 11,3 Jahren und die Betonbehälter innerhalb von 16,1 Jahren zum Endlager Konrad transportiert werden. Dem steht die Planung gegenüber, daß mindestens 2 Drittel der COGEMA-Abfälle bis zum Jahr 2000 nach Deutschland zurückgenommen werden müssen (ermittelt nach [AK 1991]).

Falls auf lange Sicht jährlich rund 400 t deutscher abgebrannter Kernbrennstoff in La Hague aufgearbeitet werden sollen (eine realistische Annahme unter der Voraussetzung, daß auch in Zukunft die Entsorgung über Wiederaufarbeitung erfolgen soll), müßten an nicht-wärmeentwickelnden Abfällen jährlich 580 Container und 3.050 Betonbehälter zurückgenommen werden. Die von der GRS angenommenen jährlich transportierten Mengen würden somit nicht ausreichen, die in La Hague bis Betriebsbeginn von Konrad gelagerten Abfallmengen abzubauen; im Gegenteil würde der "Abfallberg" in La Hague trotz Abtransporten über die Jahre weiter anwachsen.

Falls Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente in Zukunft verstärkt in Sellafield stattfindet, tritt dieser Effekt vielleicht nicht ein; dagegen erscheinen in diesem Fall die von der GRS für den Verursacher Sellafield angenommenen, ohnehin schon sehr geringen Mengen (nur rd. 1/30 der aus La Hague kommenden Abfallgebände pro Jahr) als vollends viel zu gering angesetzt.

Es mag plausible Erklärungen für die Mengenangaben der GRS geben - z.B. bisher unbekannte Verpackungsstrategien in La Hague, die die Gebindezahlen reduzieren (die Verpackungsart der Abfälle aus La Hague ist teilweise bisher nur vorläufig festgelegt); oder die Annahme, daß in Zukunft Direkte Endlagerung abgebrannter Brennelemente in nennenswertem Maße als Entsorgungsstrategie eingesetzt wird. Eine Überprüfung und Diskussion solcher Erklärungen ist aber nicht möglich, da sie in der GRS-Studie nicht enthalten sind.

### **Abfallinventare**

Die Radionuklidinventare der verschiedenen Abfallarten sind eine sehr wichtige Eingangsgröße für die Studie, da sie wesentlich in die Ermittlung der bei Unfällen freigesetzten Mengen eingehen. Die GRS-Studie macht hierzu keinerlei genaue Angaben. Es wird lediglich die Häufigkeitsverteilung der Gesamtaktivität pro Transporteinheit gezeigt (Bild 4.3), ohne Aufschlüsselung nach Verursachern, Behälterklassen u.ä. und ohne Angaben zu speziellen Radionukliden.



Die von GRS angegebene Häufigkeitsverteilung ist anhand von bekannten Daten über radioaktive Abfälle nicht ohne weiteres nachvollziehbar. Dies soll hier am Beispiel einer Abfallkategorie illustriert werden.

Von den 590 Containern, die jährlich von COGEMA angeliefert werden, müßten etwa 305 auf bituminierte Schlämme entfallen [JANBERG 1991]. Aus der gleichen Quelle folgt, daß jeder Container 4 Fässer enthalten soll. Für das Gesamtinventar eines Fasses mit bituminierten Abfällen setzte COGEMA ursprünglich einen Maximalwert von 18,5 TBq und einen Durchschnittswert von 6,3 TBq an. 1986 wurde auf einen neuen Bitumentyp übergegangen, bei dem, wie sich dann herausstellte, das Inventar auf maximal 3,5 TBq pro Faß begrenzt werden mußte. Diese Reduktion wurde jedoch nur als Notlösung angesehen. Es wird angestrebt, die ursprünglichen, höheren Werte wieder zu erreichen; zu diesem Zweck wurde 1990 der Übergang auf einen weiteren Bitumentyp ins Auge gefaßt [CEA 1990].

Daher wird hier davon ausgegangen, daß die bituminierten Schlämme - abgesehen vielleicht von einer relativ kurzen Übergangszeit - ein Inventar von maximal 18,5 TBq pro Faß aufweisen. Wesentlich gestützt wird diese Annahme dadurch, daß auch die neuesten Angaben zu den Gesamtvolumina der Abfälle konsistent mit dieser Inventarannahme sind. (Bei einer Inventarbegrenzung auf max. 3,5 TBq hätte sich das angesetzte Volumen der bituminierten Abfälle gegenüber früheren Angaben etwa verfünffachen müssen.)

Daraus folgt, daß jährlich 305 TE mit (Durchschnittswert)  $4 \times 6,3$  TBq Inventar antransportiert werden, also ein Inventar von jeweils 25,2 TBq =  $2,52 \text{ E}13 \text{ Bq}$ . (Beim maximalen Inventar wären es  $7,4 \text{ E}13 \text{ Bq}$ .) In der Häufigkeitsverteilung der GRS dagegen werden für den Inventarbereich von  $5 \text{ E}12$  -  $5 \text{ E}13 \text{ Bq}$  etwa 80 TE, für den von  $5 \text{ E}13$  -  $5 \text{ E}14$  (höchste Kategorie) ca. 15 TE angegeben.

Das hier abgeleitete und begründete Inventar der Bitumen-Fässer und die Angaben der GRS sind offensichtlich nicht konsistent. Eine Erklärung dafür kann dem GRS-Bericht nicht entnommen werden. Es wäre denkbar, daß die GRS von dem niedrigeren Inventarwert (max. 3,5 TBq pro Faß) ausgegangen ist. In diesem Falle würde sich aber die Gesamtzahl der aus La Hague zurückzunehmenden Container mit nicht-wärmeentwickelnden Abfällen - bei gleichartiger Verpackung - verdreifachen. Die Annahmen der GRS zu den Mengen transportierter Abfälle wären dann noch weitaus fragwürdiger, als oben bereits dargestellt.

### Unfallwahrscheinlichkeiten

Die von GRS ermittelten Wahrscheinlichkeiten dafür, daß es überhaupt zu einem Unfall mit Freisetzung radioaktiver Stoffe kommt, erscheinen im wesentlichen plausibel:

Für den Schienentransport (ohne Rangierbetrieb) unterscheiden sich die Ergebnisse der GRS von den von der GRUPPE ÖKOLOGIE [1987b] errechneten Wahrscheinlichkeiten für einen Unfall mit Freisetzung relativ wenig, wenn die unterschiedlichen, in den jeweiligen Studien dokumentierten Transportszenario-Annahmen, die naturgemäß zu unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten führen müssen (Länge des betrachteten Streckenabschnittes, Zahl der jährlich transportierten

TE, Zahl der TE pro Waggon, Zahl der Radioaktivwaggons pro Zug) berücksichtigt werden. Nach Umrechnung auf das gleiche Transportszenario zeigt sich, daß die Wahrscheinlichkeit für einen Unfall mit Freisetzung bei GRS etwa um einen Faktor 10 niedriger liegt als in der Studie der Gruppe Ökologie.

Auch dieser Unterschied ist erklärbar: Während in der Studie der Gruppe Ökologie (wie auch bei PSE [1985]) konservativ davon ausgegangen wurde, daß bei einem Unfall, in den ein Zug mit einem Radioaktivwagon verwickelt ist, jedenfalls auch der Radioaktivwagon betroffen ist, wurde die Methodik von GRS in diesem Punkt weiterentwickelt und verfeinert. Ausgehend von statistischen Daten über die Zahl der bei Güterzugunfällen betroffenen Waggons ermittelte die GRS bedingte Wahrscheinlichkeiten dafür, daß bei einem Unfall jeweils eine bestimmte Zahl von Radioaktivwaggons (die auch gleich Null sein kann) betroffen ist. Daraus ergibt sich insgesamt eine Reduzierung der Wahrscheinlichkeit, daß Radioaktivwaggons bei Unfällen betroffen sind und damit natürlich auch eine Reduzierung der Wahrscheinlichkeit von Freisetzungen.

Bei der Abschätzung der bedingten Wahrscheinlichkeit dafür, daß Radioaktivwaggons bei einem Unfall betroffen sind, berücksichtigt die GRS allerdings nicht den Einfluß der Position dieser Waggons. In der Regel werden Radioaktivwaggons in der Spitzengruppe des Zuges hinter der Lok gefahren [PSE 1985]. Es gibt Anzeichen dafür, daß dieser Teil des Zuges bei Unfällen, statistisch gesehen, überdurchschnittlich stark gefährdet ist (lt. GRS-Studie ist in 58 % aller Unfälle allein das Triebfahrzeug betroffen; es wäre zu prüfen gewesen, ob auch die Waggons unmittelbar hinter der Lok besonders häufig in Unfälle einbezogen werden). Eine Berücksichtigung dieses Punktes würde also möglicherweise zu einer weiteren Annäherung der GRS-Ergebnisse an die der GRUPPE ÖKOLOGIE [1987b] führen.

Werden übrigens allein die schwereren Unfallkategorien (Geschwindigkeit über 35 km/h, Brand) betrachtet, so unterscheiden sich die von GRS einerseits, Gruppe Ökologie andererseits ermittelten Wahrscheinlichkeiten für einen Unfall mit Freisetzung nur noch um den Faktor 3, da bei solchen Unfällen in der Regel mehrere Waggons betroffen sind und sich die veränderte Methodik der GRS also weniger auswirkt.

Die von GRS ermittelten Wahrscheinlichkeiten für Unfälle mit Freisetzung bei Straßentransport und Rangierbetrieb erscheinen ebenfalls - von der Größenordnung her - plausibel. Für den Straßentransport liegt die Wahrscheinlichkeit innerhalb jener Bandbreite, die von der GRUPPE ÖKOLOGIE [1988] für Transporte radioaktiver Abfälle durch die Stadt Lübeck ermittelt wurde (bei Umrechnung auf das gleiche Transportszenario). Die Unfallwahrscheinlichkeiten beim Rangierbetrieb konnten im Rahmen dieser Stellungnahme nicht genauer geprüft werden.

Wesentlich für die Gefährdung, die von Unfällen beim Transport radioaktiver Abfälle ausgeht, ist allerdings nicht die Tatsache einer radioaktiven Freisetzung überhaupt, sondern deren Größe (Quellterm), sowie die Wahrscheinlichkeit, mit der ein bestimmter Quellterm auftritt. Der Quellterm hängt zunächst vom Inventar der Abfälle ab, auf das oben schon eingegangen wurde. Weitere Bestimmungsgrößen sind die Belastungen, denen die Abfallgebinde ausgesetzt sind, und deren zugeordnete Wahrscheinlichkeiten; sowie das Verhalten der Behälter und Abfallprodukte bei diesen Belastungen.



## **Lastannahmen**

In der GRS-Studie werden Unfälle mit rein mechanischer Belastung sowie mit kombinierter Belastung (mechanisch/thermisch) betrachtet. Die bedingte Wahrscheinlichkeit für Brände nach schweren mechanischen Belastungen wurde unter Berücksichtigung der statistischen Unschärfe aufgrund der spärlichen Datenbasis höher angesetzt, als einer Punktschätzung entsprochen hätte.

Insofern entspricht die Vorgehensweise der Methodik, die von der GRUPPE ÖKOLOGIE [1987b] bereits entwickelt und veröffentlicht worden war.

Bei der Behandlung der Belastungen im Einzelnen wird in der GRS-Studie nicht durchgehend konservativ vorgegangen: Es ist z.B. einerseits zweifellos konservativ, bei den mechanischen Belastungen von der Obergrenze des Geschwindigkeitsintervalles auszugehen, in das der Unfall einzuordnen ist. Andererseits wird - nicht konservativ - eine Reihe von Belastungsmöglichkeiten nicht betrachtet und dementsprechend bei den Wahrscheinlichkeitsüberlegungen nicht berücksichtigt, die sehr wohl zu Auswirkungen auf die Behälterintegrität führen können: Das Auffahren eines entgegenkommenden Zuges auf einen Behälter, der auf den Schienen zu liegen kommt (auf einer vielbefahrenen Bahnstrecke zweifellos ein wichtiger Faktor); das Auftreten einer punktförmigen Belastung durch Aufprall des Behälters auf ein dornartiges Hindernis; sowie Quetschbelastungen der Behälter, etwa durch Auffahren eines Waggons auf den Radioaktivwaggon. Falls GRS hierzu genauere, quantitative Betrachtungen durchgeführt hat, sind diese jedenfalls der Studie auch nicht andeutungsweise zu entnehmen. Auf der Grundlage der GRS-Studie muß daher festgestellt werden, daß diese Vorgehensweise - teilweise konservative Annahmen, teilweise Vernachlässigen von Belastungsmechanismen - zweifellos zu einer beträchtlichen Unschärfe der Ergebnisse führt. Das bedeutet: Die Wahrscheinlichkeiten, die bestimmten Freisetzungsklassen zugeordnet werden, werden dadurch ungenau. Zu prüfen wäre darüber hinaus, ob es durch dieses Vorgehen nicht insgesamt zu einer Unterschätzung der Unfallwahrscheinlichkeiten kommt.

Die Annahmen zu den thermischen Belastungen können insgesamt nicht als konservativ angesehen werden. Die GRS nimmt zwei Referenzfeuer an, 30 bzw. 60 Minuten Dauer bei 800° C. Insbesondere beim Bahntransport, bei dem große Mengen brennbarer Stoffe in einen Unfall verwickelt werden können, aber auch beim Straßentransport sind demgegenüber Feuer mit bis zu etwa 4 Stunden Dauer in Deutschland bereits real aufgetreten [GRUPPE ÖKOLOGIE 1990]. Bei einem großflächigen Brand muß weiterhin davon ausgegangen werden, daß ein Abfallgebinde durchaus für lange Zeiträume hohen Temperaturen ausgesetzt ist. Insbesondere bei Mineralölbränden mit Flüssigkeitslachen von 20-200 m<sup>2</sup> ist mit Temperaturen von 1000° C in der Flammenzone zu rechnen.

Demzufolge hat auch PSE [1985] erheblich schwerere Referenzfeuer angenommen als GRS: Bei Feuertemperaturen von 1000° C Feuerdauern bis zu 60 Minuten, bei Feuertemperaturen von

800° C Feuer dauern bis zu 4 Stunden. Selbst bei diesen Annahmen ist keineswegs auszuschließen, daß sie durch reale Feuer in den nächsten Jahren noch übertroffen werden.

Die Annahmen zu Feueredauer und -temperatur können sich wesentlich auf die ermittelten Wahrscheinlichkeiten gerade großer Freisetzung auswirken. Die Freisetzung aus den widerstandsfähigsten Behältern, in denen die höchsten Inventare transportiert werden, oder auch aus mit Zement vergossenen Containern, deren Inneres sich im Feuer nur allmählich erwärmt, können mit zunehmender Feueredauer stark ansteigen; wir schätzen grob ab, daß Zunahmen der Freisetzungsraten um eine Größenordnung oder mehr bei einer Verlängerung der Branddauer von einer auf vier Stunden möglich sind.

Bei wenig widerstandsfähigen Abfallgebinden dagegen, bei denen es schon bei kürzeren Feuern zu großen Freisetzunganteilen kommt, gehen die Annahmen zur Feueredauer nicht so entscheidend in die Ermittlung der Freisetzungsraten ein.

### **Freisetzungsraten**

Die bei verschiedenen Belastungsklassen auftretenden Freisetzungsraten sind, differenziert nach 8 Abfallgebindegruppen, im Anhang IV der GRS-Studie zusammengestellt. Die Ableitung der Freisetzunganteile wird dort auch kurz diskutiert. Die genaue Bestimmung dieser Anteile ist allerdings in den meisten Fällen anhand der GRS-Studie allein nicht nachvollziehbar. Insbesondere stützen sich viele Angaben auf einen internen Bericht der GRS (GRS-Referenz /GRD 90/), der bisher offenbar auch noch nicht abgeschlossen vorliegt. Insofern können z.Zt. viele Annahmen der GRS weder definitiv bestätigt noch ggf. relativiert bzw. widerlegt werden.

Aus Anhang IV der GRS-Studie klar ersichtlich ist jedoch, daß bei Unfällen mit rein mechanischer Belastung teilweise Freisetzungsraten angenommen wurden, die höher liegen als die von GRUPPE ÖKOLOGIE [1987b] angesetzt.

Bei Unfällen mit thermischen Belastungen liegen die Annahmen der GRS zu den Freisetzungsraten teilweise relativ niedrig. Z.B. wird für bituminierte Abfälle, sofern sie bei einem Unfall abbrennen, eine Freisetzungsrate von 10 % angesetzt (für Nuklide außer Halogenen, Tritium und C-14). GRS selbst gibt an, daß in der Literatur Raten von bis zu 40 % angeführt werden. Interessant ist in diesem Zusammenhang aber auch, daß das Bundesamt für Strahlenschutz selbst beim Abbrennen von bituminierten Abfällen von einer Freisetzungsrate von 50 % ausgeht (außer Halogenen, Tritium und C-14 [BFS 1990]). Aus den von GRS veröffentlichten Angaben ist jedenfalls nicht ableitbar, daß der Ansatz von 10 % konservativ ist.

Im Hinblick auf Abfallgebindegruppe 8 der GRS - Abfälle aller Art in Gußbehältern - ist zweifellos plausibel, daß die Freisetzungsraten relativ gering sein werden, solange der Behälter nur ein Leck geringer Größe im Deckelbereich aufweist und Feuer maximal eine Stunde dauern. Der entscheidende Punkt ist hier wohl die Frage der Lastannahmen (s. oben): Mechanische Beschädigung durch punktförmige Belastung oder länger andauernde Feuer können zu erheblich größeren



Freisetzungen führen (bis um etwa zwei Größenordnungen höher als von der GRS angenommen).

Ferner ist zu beachten, daß auch eine Freisetzung über den Wasserpfad erfolgen kann, da infolge von Löscharbeiten mit Schaum und/oder Wasser mit einem Ausspülen von Stoffen aus den beschädigten Behältern zu rechnen ist. Eine quantitative Abschätzung dieses Anteils ist jedoch kaum möglich.

### **Radiologische Folgen**

In der GRS-Studie werden die Auswirkungen von Unfällen im Nahbereich (bis 250 m Entfernung von Unfallort) nicht genauer betrachtet. Es wird darauf verwiesen, daß durch Gegenmaßnahmen nach dem Unfall die Strahlenbelastung in diesem Bereich drastisch gesenkt werden kann.

Nach unserer Einschätzung hätte dieser Punkt eine genauere, eingehende Diskussion und Analyse erfordert. Zur Darstellung der radiologischen Folgen gehört zwingend auch die detaillierte Untersuchung der Gegenmaßnahmen, die ergriffen werden können bzw. müssen, um die radiologischen Folgen zu vermindern, und die Darstellung der Konsequenzen dieser Gegenmaßnahmen. Solche Gegenmaßnahmen können gravierende Eingriffe erfordern, insbesondere dann, wenn der Unfall in der unmittelbaren Nachbarschaft von bebautem und bewohntem Gebiet eintritt [GRUPPE ÖKOLOGIE 1987b und 1990].

Räumung des Nahbereiches, Neueindecken von Dächern, Neubelegen von geteerten und asphaltierten Straßen und Plätzen oder auch Sandstrahlen von Wänden können erforderlich werden. Dabei wäre noch genauer zu untersuchen, ob mit diesen Methoden überhaupt ausreichende Dekontaminationsfaktoren erreicht werden können. Auf jeden Fall ist mit zusätzlichen Strahlenbelastungen während dieser Arbeiten zu rechnen, z.B. durch die Inhalation von wiederaufgewirbeltem Staub sowie mit dem Anfall großer Mengen kontaminierten Materials, das wiederum endgelagert werden muß. Auch Einschränkungen der landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Nutzung von Flächen im Nahbereich der Unfallstelle können erforderlich werden.

Insgesamt können somit auch die bei "kleineren" Unfällen erforderlichen Gegenmaßnahmen einen schwerwiegenden Eingriff in das Leben der betroffenen Gemeinde bedeuten. Die sicherlich mögliche Reduzierung der Strahlenbelastung muß um einen unter Umständen hohen Preis - zu Lasten vor allem der betroffenen Menschen - erkaufte werden.

Bei der Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten für bestimmte radiologische Folgen wird weiterhin in der GRS-Studie über die verschiedenen, am Unfallort möglichen Wetterbedingungen gemittelt. Durch die Annahme einer Wahrscheinlichkeitsverteilung der Wetterlagen wird zum Einen die Unschärfe der gewonnenen Ergebnisse weiter vergrößert; Wahrscheinlichkeiten insbesondere für extreme Wetterlagen können zwangsläufig nicht genau bestimmt werden (die Genauigkeit dieser Annahmen in der GRS-Studie kann im übrigen nicht überprüft werden, da eine ausreichende Dokumentation und Begründung in der Studie nicht enthalten ist). Zum Anderen werden durch diese Vorgehensweise relativ unwahrscheinliche Wetterbedingungen, die zu besonders hohen

radiologischen Folgen führen, statistisch "weggemittelt", so daß sich kein vollständiges Bild der möglichen Schadensfolgen ergibt. (Dies wiegt besonders schwer angesichts der oben angesprochenen Ungenauigkeiten, mit denen die Wahrscheinlichkeiten extremer Wetterlagen behaftet sind.)

Anzumerken ist weiterhin ein Punkt in der GRS-Studie, Anhang V, der offensichtlich eine methodische Unstimmigkeit darstellt. (Falls es hierfür eine schlüssige Erklärung gibt, ist sie jedenfalls aus der GRS-Studie in der vorliegenden Form nicht ersichtlich.) GRS ermittelt, nach Transportarten unterschieden, jeweils 5 Quelltermgruppen für thermische und mechanische Belastung, um die Vielzahl der verschiedenen Einzelquellterme für die Folgenberechnung systematisch zu reduzieren und zusammenzufassen. Vorgegeben werden dabei die bedingten Gruppenwahrscheinlichkeiten (von 0,5 für die niedrigste Quelltermgruppe 1, bis zu  $5,0 \cdot 10^{-4}$  für die höchste Quelltermgruppe 5). Die Einzelquellterme werden in aufsteigender Ordnung sortiert und solange einer Quelltermgruppe zugeordnet, bis ihre bedingte Gesamtwahrscheinlichkeit die jeweils vorgegebene Grenze überschreitet.

Dabei fällt auf, daß die tatsächlichen bedingten Wahrscheinlichkeiten für die so ermittelte Quelltermgruppe 5 in einigen Fällen sehr deutlich unter dem vorgegebenen Wert von  $5,0 \cdot 10^{-4}$  liegen (z.B. für Bahntransport/mechanische Belastung bei  $6 \cdot 10^{-7}$ , für Bahntransport/thermische Belastung bei  $9 \cdot 10^{-6}$ ).

Die Auswirkungen, die dies im Einzelnen auf die Endergebnisse hat, können mangels genauerer Dokumentation in der GRS-Studie nicht ermittelt werden. Möglicherweise kommt es dadurch in der Darstellung der Ergebnisse zu einer Unterbewertung von Unfällen mit hohen Freisetzungen, da große Quellterme teils in eine Gruppe mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit eingeordnet werden (die von GRS an der Wahrscheinlichkeit eines Flugzeugabsturzes auf die Abfallbinde gemessen und als praktisch vernachlässigbar niedrig betrachtet wird), teils in der Quelltermgruppe 4 durch Bildung des gewichteten Mittelwertes mit wahrscheinlicheren, kleineren Quelltermen "verschwinden".

### Strahlenbelastung beim unfallfreien Transport

Ende 1989/Anfang 1990 legte die GRS dem BMU den Ergebnisbericht zum 1. Untersuchungsabschnitt vor [GRS 1990]. Danach wurde als kritische, d.h. am höchsten durch die Transporte zum geplanten Endlager belastete Bevölkerungsgruppe die Anwohner der Alten Salzdahlumer Straße im Einfahrbereich des Rangierbahnhofs Braunschweig identifiziert. Ihre potentielle Ganzkörperdosis sollte beim Beförderungsszenario 100 % Schiene bis zu  $0,4 \text{ mSv/a}$  betragen - ein Wert, dessen Höhe die GRS zu der Bemerkung im Vorwort veranlaßte:

*"Hier erscheint es erwägenswert, im Sinne des Minimierungsgebotes der Strahlenschutzverordnung (§ 28 StrSchV), soweit möglich, Maßnahmen administrativer oder technischer Natur in Betracht zu ziehen, die zu einer Dosisreduktion führen können."* [GRS 1990]



Als weitere Bevölkerungsgruppen mit höheren potentiellen Belastungen wurden die Anwohner im östlichen Bereich des Rangierbahnhofs Braunschweig und die Beschäftigten der Schlackenverwertung beim Übergabegleis zur Schachtanlage benannt (jeweils bis zu 0,1 mSv/a).

Im Abschlußbericht der Transportstudie Konrad [GRS 1991] beträgt die jährliche Strahlenbelastung der Anwohner des Rangierbahnhofs Braunschweig dagegen nur noch die Hälfte der o.g. Dosiswerte: 0,2 mSv für die Anwohner der Alten Salzdahlumer Straße, bis zu 0,05 mSv für die Anwohner im nordöstlichen Bereich. Für die Beschäftigten der Schlackenverwertung ist die Dosis gleich geblieben.

Die Grundlage für die Reduzierung der Strahlenbelastung ist aus den beiden GRS-Arbeiten nicht nachvollziehbar abzuleiten. Es können daher hier nur Plausibilitätsüberlegungen angestellt werden. Zwei Gründe sind möglich:

- Geringere Ortsdosisleistung für die Abfallgebinde oder
- verändertes Beförderungsszenario.

Die GRS hat die Aussagen zur erwarteten Ortsdosisleistung (ODL) der anzuliefernden Abfallgebinde umformuliert. Bezogen sich die Aussagen 1990 noch auf einen Abstand von 1 - 2 m von der Behälteroberfläche, so ist 1991 ausschließlich von 2 m die Rede. Durch den größeren Abstand reduziert sich die Dosisleistung. Ob dies der einzige Grund für die geringere ODL in [GRS 1991] ist, konnte in diesem Rahmen nicht geklärt werden. Quellen werden für die Werte nicht genannt. Aus der Literatur sind uns jedoch keine Veränderungen der Annahmen für die ODL bekannt. Darüberhinaus sind auch die Angaben im BfS-Plan (Ausschöpfung der zulässigen Dosisleistung im Mittel zu 65 %, S. 3.4.6-9) ein starkes Indiz, daß keine wesentliche Veränderung stattgefunden hat. Die ODL der Abfallgebinde scheidet damit als Grund für die Reduzierung der Strahlenbelastung von Anwohnern und Beschäftigten wahrscheinlich aus.

Einiges spricht dafür, daß die GRS innerhalb des letzten Jahres das zugrundegelegte Beförderungsszenario verändert hat. Während möglicherweise 1990 noch konservativ von einer vollständigen Abwicklung der Abfalltransporte über den Rangierbahnhof Braunschweig ausgegangen wurde (eine unklare Formulierung in [GRS 1990, S. 42] deutet darauf hin), ist dies 1991 nicht mehr der Fall. Hier wird der Antransport in Ganzzügen berücksichtigt, die direkt nach Beddingen fahren. Folgende Indizien stützen diese These: 1. Der Wert für die Strahlenbelastung hat sich halbiert; dies könnte der Tatsache entsprechen, daß etwa die Hälfte der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung kommen und (nach derzeitigem Sachstand) nur diese mit Ganzzügen angeliefert werden. 2. Die von der GRS errechnete Strahlenbelastung halbiert sich nur für die Betroffenen der Transportstrecke in Braunschweig, nicht für die in Beddingen (ähnliches gilt auch für das Eisenbahnpersonal). 3. Formulierungen der GRS deuten darauf hin [GRS 1991, S. 44].

Festzustellen ist, daß die Berechnung der Strahlenbelastung in [GRS 1991] nicht unter konservativen Randbedingungen durchgeführt und damit unterschätzt wird. Es wird ein "Höchstwert" von 0,2 mSv/a angegeben. Diese Aussage ist selbst bei Berücksichtigung von Ganzzügen nicht haltbar, da die GRS-Rechnungen Mittelwerte als Ausgangsbasis haben. Es wird von 345 Sendungen im Jahr ausgegangen [GRS 1991]; möglich sind jedoch auch 500 [GRS 1990], also fast ein Drittel

mehr. Darüberhinaus ist die Rechnung aus mindestens zwei Gründen nicht konservativ: Es wird 1-Schichtbetrieb angenommen, obwohl ein 2-Schichtbetrieb beantragt wurde und auch als eher wahrscheinlich angesehen werden muß; es ist keinesfalls sicher, daß die Anlieferung der Wiederaufarbeitungsabfälle in Ganzzügen erfolgt.

Abschließend muß unabhängig von den obigen Ausführungen darauf hingewiesen werden, daß auch unter nicht-konservativen Annahmen und Vernachlässigung der Tatsache, daß sich die Bahntransporte durch LKW-Transporte verringern, die Strahlenbelastung für die Betroffenen immer noch den Grenzwert für ortsfeste Atomanlagen im bestimmungsgemäßen Betrieb zu mehr als der Hälfte ausschöpft. Dies ist einmalig in der BRD, auch wenn dieser Vergleich nur hilfsweise, mangels anderer Möglichkeiten, herangezogen werden kann.

### **Fazit**

Anhand der vorliegenden GRS-Studie (Hauptteil und Anhänge) ist es in vielen Punkten nicht möglich, die Ergebnisse im Einzelnen zu überprüfen und zu bewerten, da die Dokumentation nicht ausreicht - vor allem im Hinblick auf Annahmen zu den transportierten Mengen und Inventarannahmen, Ableitung der Freisetzungsraten.

Soweit ersichtlich, sind die Ergebnisse (sowohl Wahrscheinlichkeiten verschiedener Unfallkategorien als auch Freisetzungen und Folgeberechnungen) mit erheblichen Unschärfen behaftet. Es ist zu beanstanden, daß in der Studie keine Abschätzung der Streubreiten der Ergebnisse enthalten ist. Die Diskussion der Unfallfolgen ist jedenfalls für den Nahbereich unvollständig.

Weiterhin gibt es Anzeichen dafür, daß die Studie Annahmen enthält, die zur Unterschätzung des Unfallrisikos führen (z.B. im Hinblick auf transportierte Mengen und Inventare, Lastannahmen insb. bei thermischer Belastung, teilweise bei Freisetzungsraten). Die in der GRS-Studie mehrfach durchgeführten Mittelwertbildungen können überdies in der Ergebnisdarstellung zu einer Unterbewertung schwerer Unfälle führen.

Eine vollständige Bewertung der GRS-Studie bezüglich der Strahlenbelastungen beim unfallfreien Transport ist hier nicht möglich. Eine erste Überprüfung zeigt jedoch bereits eine nicht konservative Vorgehensweise der GRS bei den Berechnungen.

Eine umfassende Begutachtung der GRS-Studie steht noch aus.

### **9.1.3 Verkehrsanbindung**

(Zu den Einwendungen 10/4 bis 10/6)

Der Standort des geplanten Endlagers wird für den Eisenbahnverkehr über den Bahnhof Bedingungen und für den LKW-Verkehr über die Industriestraße Nord an den allgemeinen Verkehr angebunden.



Für die Anlieferung der radioaktiven Abfälle per Güterzug ist der Bau einer vom Schienennetz der Salgitter-Eisenbahn abzweigenden neuen Strecke notwendig [BFS V 1991]. Die Wahl der Streckenführung vom Übergabebahnhof Beddingen zur Schachanlage Konrad 2 wird in den Unterlagen nicht begründet. Frequenzen für den Zugverkehr auf den verschiedenen Streckenabschnitten werden ebenfalls nicht genannt. Außerhalb des Betriebsgeländes verzweigt sich die Neubaustrecke auf einer Weiche zur Hafenbahn und zum Einfahrtstor der Schachanlage. Außerdem werden zwei Werksstraßen höhengleich überquert. Nur für die vermutlich geringer befahrene Straße wird eine Kfz-Frequenz angegeben. An diesem Bahnübergang besteht die Sicherung lediglich in frei zu haltenden Flächen und einer Geschwindigkeitsbeschränkung für Kfz auf 10 km/h [BFS V 1990, Kap. 2.2]. Der andere Bahnübergang soll mit einer zugbedienten Halbschranke und Lichtzeichenanlage gesichert werden [BFS V 1990, Kap. 2.5]. Die Entscheidung für die jeweils gewählten Bahnübergangssicherungsmaßnahmen ist aus den Unterlagen nicht nachzuvollziehen.

Die Straßenverkehrsanbindung wird nur für die Zufahrtsstraße von der Industriestraße Nord bis zum Werkstor beschrieben. Die für den Transport der radioaktiven Stoffe in der Standortregion benutzten Straßen werden nicht erwähnt. Von der Industriestraße muß vor Erreichen der Zufahrtsstraße zunächst eine 180°-Kurve und wenig später noch eine 90°-Kurve durchfahren werden. Hier ergeben sich zwei Gefahrenmomente: Die 180°-Kurve bei höheren Geschwindigkeiten bei Verlassen der Industriestraße und die Überquerung der Fahrbahn für Kfz Richtung Industriestraße in der 90°-Kurve. Danach verläuft die Zufahrtsstraße auf einer Rampe, deren Gefälle nicht angegeben wird. Eine eventuelle Geschwindigkeitsbegrenzung ist den Planunterlagen ebenfalls nicht zu entnehmen. Im weiteren Verlauf wird eine andere Werksstraße gekreuzt (Vorfahrtsregelung durch Verkehrszeichen), kurz danach verlaufen Straße und Schienen für die Anlieferung parallel und höhengleich. Im unmittelbaren Einfahrbereich müssen in bestimmten Fällen (z.B. beim Wenden von LKW) die Schienen überfahren werden [BFS V 1990, Kap. 4.2.2]. Sicherungsanlagen werden in diesem Zusammenhang nicht erwähnt.

Ob die Zufahrtsstraße auch von Kfz mit anderem Ziel als dem Endlager benutzt werden, ist aus den Unterlagen zwar nicht zu entnehmen, aber zu vermuten.

## Literaturverzeichnis

- AK 1991                      Arbeitskreis der Staatssekretäre; Bericht zur Entsorgung der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland, Entwurf Stand 10.09.1991
- ALEXEJEV 1976             Alexejev, M.W. u.a.; Grundlagen des Brandschutzes, Staatsverlag der DDR, Berlin 1976
- APPEL 1991                Appel, D.; Kann die Langzeitsicherheit von Endlagern für radioaktive Abfälle zuverlässig nachgewiesen werden? Methodische Probleme beim Umgang mit langen Zeiträumen; Jahrestagung der Kerntechnischen Gesellschaft, Fachgruppe Chemie und Entsorgung, am 1. und 2.10.1991 in Braunschweig, Vortragsmanuskript, in Druckvorbereitung.
- ARGE 1985                Gutachter-Arbeitsgemeinschaft Wiederaufarbeitungsanlage Bayern; Gutachten für das atomrechtliche Genehmigungsverfahren über die Sicherheit der Wiederaufarbeitungsanlage bei Wackersdorf, Teil: Radioökologie-Gutachten, 2. Statusbericht
- ATG 1990                 Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) in der Fassung vom 15.7.1985 , BGBl.I, S.1565 und zuletzt geändert am 5.11.1990, BGBl. I, S.2428
- BARBARA 1991            Bergbau im Wesergebirge, Grube Wohlverwahrt-Nammen.- Informationsbroschüre der Barbara Rohstoffbetriebe GmbH, S. 21, Porta-Westfalica.
- BECHMANN 1988          Bechmann, A.; Die Umweltverträglichkeitsprüfung in der räumlichen Planung - Zielsetzung, Rechtsgrundlagen, Praxis.- In: Bechmann, Arnim [Hrsg.]: Die Umweltverträglichprüfung -ein Planungsinstrument ohne politische Relevanz? - Konzepte und Fallstudien-, S. 20-39, Berlin.
- BEYLER 1986             Beyler, C.L.; Fire plumes and ceiling jets, Fire Safety Journal 11 (1986) S.53-75 Elsevier Sequoia Lausanne
- BFS 1990                 Bundesamt für Strahlenschutz; Plan Endlager für radioaktive Abfälle, Schachtanlage Konrad, Salzgitter, 4/90, Salzgitter
- BFS K 1990                Bundesamt für Strahlenschutz; Plan Endlager für radioaktive Abfälle, Kurzfassung, Stand: 9/86 in der Fassung 4/90, Schachtanlage Konrad, Salzgitter



BFS V 1990	Bundesamt für Strahlenschutz; Verkehrsanbindung Schacht Konrad 2, Salzgitter, Stand 4/90
BFS 1990a	Bundesamt für Strahlenschutz; Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland - Abfallerhebung für das Jahr 1989 - ET 1/90, April 1990, Salzgitter
BISCHOFF 1990	Bischoff, W. und Wischermann, T.; Brand- und Explosionsschutz an dieselgetriebenen gummibereiteten Gleislosfahrzeugen, Glückauf 126 (1980) 7/8, S.342-346
BMI 1979a	Der Bundesminister des Innern; Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen; GMBI. 31, S. 668
BMI 1979b	Der Bundesminister des Innern; Allgemeine Berechnungsgrundlage für die Strahlenexposition bei radioaktiven Ableitungen mit der Abluft oder in Oberflächengewässer, GMBI 21, S.371-435
BMI 1983	Der Bundesminister des Innern; Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien des BMI zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV, Bundesanzeiger 35, Nr. 245a, 31.12.1983
BMU 1986	Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Jahresbericht 1986 Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung; Bonn
BMU 1989a	Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Bekanntmachung der Zusammenstellung der Dosisfaktoren - Teil I-Teil III vom 05.09.1989, Bundesanzeiger 41, Nr. 185a
BMU 1989b	Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, die nicht an eine Landessammelstelle abgeliefert werden, Bundesanzeiger Nr. 63a vom 16.01.1989 mit Ergänzung im Bundesanzeiger Nr. 124 vom 07.07.1989
BMU 1990	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen; Bundesanzeiger Nr. 64a vom 31.03.1990
BNFL 1990	British Nuclear Fuels plc; Service Agreement for the Reprocessing of Irradiated Fuel and Related Services, Januar 1990

- BUCK 1985      Buck, M.E. und Belason, E.B.; ASTM-Test for effects of large hydrocarbon pool fire on structural members, Plant/ Operations progress, Vol.4,S.225-229
- BUND 1988      Protokoll der 54. Sitzung des 2. Untersuchungsausschuß des Bundestages, Protokoll Nr. 54 v. 2.12.1988, Befragung von E. Warnecke
- BUNGE 1988      Bunge, T.; Zweck, Inhalt und Verfahren von Umweltverträglichkeitsprüfungen.- In: Storm, P.-C. u. Bunge, T. [Hrsg. 1988]: Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung: ergänzbare Sammlung der Rechtsgrundlagen, Prüfungsinhalte und -methoden für Behörden, Unternehmen, Sachverständige u.d. juristische Praxis, S. 1-17, Erich Schmidt Verlag Gmbh & Co, Berlin.
- BUSCH 1987      Busch, M.; Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) von Bauflächen im Rahmen der Flächennutzungsplanung.- In: Institut für Städtebau und Landesplanung [Hrsg. 1987]: Umweltverträglichkeitsprüfung - Kommunale und Regionale Beispiele, S. 57-116, Karlsruhe.
- CEA 1990      Commissariat a l'Energie Atomique; Plan Quinquennal des Recherche et Developpement "Effluents et Dechets" 1990-1994, Paris, März 1990
- CLERMONT 1985      Clermont, A.; Brüssermann, K. und Pink, P.; Vergleich der Toxizität von radioaktiven Abfällen aus dem Kernbrennstoffkreislauf mit der Toxizität von Abfällen, die in konventionellen Kraftwerken entstehen; Gesellschaft für Umweltüberwachung mbH, Aldenhoven
- COGEMA 1990      Compagnie Generale des Matieres Nucleaires; Contract for the Reprocessing of Irradiated Oxide Fuel, Januar 1990
- COX 1980      Cox, G. and Chitty, R.; A study of the deterministic properties of unbounded fire plumes, Combustion and Flame 39 (1980) S.191-209, Elsevier Publishing New York
- CSPI 1990      Auszüge aus einer Dokumentation der COGEMA, übermittelt mit Schreiben der Commission Spéciale et Permanente d'Information près de l'Établissement de La Hague, vom 24.08.1990
- DAVIS 1987      Davis, W.J.; Transportation of radioactive spent nuclear fuel: Quantitative, site-spezifif accident analysis for the port of Anzio, Italy , SNPF-F-2-87



- DBE 1984 Deutsche Gesellschaft für den Bau und Betrieb von Endlagern; Beschreibung und sicherheitstechnische Arbeiten zum Modell-Endlager bei der integrierten Entsorgung, Systemstudie Andere Entsorgungstechniken, Abschlußbericht, Anhang 15, Peine 1984
- DBT 1990 Deutscher Bundestag; Anfrage Nr. 26 der Abgeordneten Wollny, Fragestunde am 25.04.1990
- DROSTE 1989 Droste, B. und Wieser, K.E.; Behälter zur Endlagerung radioaktiver Abfälle - Vorgehen bei der Bauartprüfung, PTB-SE 25, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig 1989
- EG 1989 Richtlinie über die Unterrichtung der Bevölkerung über die bei einer radiologischen Notstandssituation geltenden Verhaltensmaßregeln und zu ergreifenden Gesundheitsschutzmaßnahmen; Richtlinie 89/618/Euratom, Amtsblatt der EG Nr. L 357 vom 07.12.89
- EHRlich 1986 Ehrlich, D.; Röthemeyer, H.; Stier-Friedland, G. und Thomauske, B.; Langzeitsicherheit von Endlagern. Zeitrahmen für Sicherheitsbetrachtungen - Bewertung der Subrosion des Salzstocks Gorleben; atomwirtschaft/atomtechnik, XXXI/5 1986, S. 231-236.
- EHRlich 1987 Ehrlich, D.; Endlagerung radioaktiver Abfälle mit flüchtigen Radionukliden; in: 20. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V., 6.-9.10.1987, Basel; FS-87-44-T
- EHRlich 1988 Ehrlich, D. und Emmermann, H.; Strahlenexposition der auf der Schachtanlage Konrad unter Tage Beschäftigten - Abschätzung und Bewertung der natürlicherweise und zusätzlich bei Abfalleinlagerung auftretenden Strahlenexposition; PTB-SE-21, Braunschweig
- FINK 1986 Fink, U.; Wen schützt die neue Strahlenschutzverordnung? Stellungnahme zur geplanten Novellierung; Gruppe Ökologie, Hannover
- FRY 1989 Fry, C.J.; Pool firetesting at AEE Winfrith, 9th Proc. of the Int. Symp. on PATRAM, Washington DC, Vol. III, S. 1587-1594
- GILL 1983 Gill, W.; A facility for repeatable fire testing, 5th Proc. of the Int. Symp. on PATRAM, New Orleans, Vol. II, S.1130-1137
- GRS 1979 Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH; Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke Phase A, Fachband IV, Köln 1979
- GRS 1989 Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH; Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke Phase B, Köln 1989

- GRS 1990            Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH; Die möglichen radiologischen Auswirkungen von Abfalltransporten zum Endlager Konrad, Ergebnisbericht zum ersten Untersuchungsabschnitt, Köln
- GRS 1991            Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH; Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transports radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad, GRS-A-1755/I, Juni 1991, Köln
- GRUPPE ÖKOLOGIE 1983      Gutachten zum Abschlußbericht der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH über die Untersuchung der Eignung von Schacht Konrad als Endlager für radioaktive Abfälle, erstellt im Auftrag der Stadt Salzgitter, Oktober 1983, Hannover
- GRUPPE ÖKOLOGIE 1987a      Gutachterliche Stellungnahme zum "Plan Endlager für radioaktive Abfälle. Schachanlage Konrad" der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, erstellt im Auftrag der Stadt Salzgitter, Juni 1987, Hannover
- GRUPPE ÖKOLOGIE 1987b      Gutachterliche Stellungnahme zum geplanten Endlager "Schacht Konrad", erstellt im Auftrag der Gemeinde Vechelde, Oktober 1987, Hannover
- GRUPPE ÖKOLOGIE 1988      Gutachten über die Gefährdung durch den Transport radioaktiver Güter auf dem Gebiet der Hansestadt Lübeck, erstellt im Auftrag der Stadt Lübeck, Juni 1988, Hannover
- GRUPPE ÖKOLOGIE 1989      Auswirkungen der Einleitung von radioaktiven Abwässern aus dem geplanten Endlager Schacht Konrad in die Aue, Stellungnahme im Auftrag der Gemeinde Vechelde, Hannover
- GRUPPE ÖKOLOGIE 1989a      Der Nachweis der Langzeitsicherheit bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle - Kurzer Prognosezeitraum garantiert keine Sicherheit, Mai 1989, Hannover
- GRUPPE ÖKOLOGIE 1990      Gutachten zur Sicherheit von Kernbrennstofftransporten auf dem Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg, erstellt im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg, März 1990, Hannover
- GRUPPE ÖKOLOGIE 1991      Gutachterliche Stellungnahme zu Gefahren durch den Transport radioaktiver Abfälle zum geplanten Endlager Konrad für das Gebiet der Stadt Braunschweig, erstellt im Auftrag der Stadt Braunschweig, Juni 1991, Hannover



- GSF 1982                      Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung; Eignungsprüfung der Schachtanlage Konrad für die Endlagerung radioaktiver Abfälle, GSF-T 136, München 1982
- HALFKANN 1990              Halfkann, F.; VFDB-Zeitschrift 4/90, S.171-173, Kohlhammer Stuttgart
- HALL 1988                     Hall, J.R.Jr.; When detectors don't operate - a growing problem, Fire Safety Journal 14, S.25-32, Elsevier Sequoia Lausanne
- HAMBERGER 1991            Hamberger, W.; Sicherheitstechnische Kennzahlen, Brandschutz - Deutsche Feuerwehrzeitung 6/1991, S. 294-303, Kohlhammer Stuttgart
- HÄHNEL 1981                Hähnel, E. u.a.; Brandschutz- Formeln und Tabellen, Staatsverlag der DDR, Berlin 1981
- HEINEMANN 1980            Heinemann and Vogt; Measurements of the Deposition of Iodine onto Vegetation and of the Biological Hal-Life of Iodine on Vegetation; Health Physics 39, S. 463
- HIRSCH 1990                Hirsch, H.; Art und Mengen der einzelnen radioaktiven Abfälle und deren Entstehung, in: Gemeinde Vechelde, Kommunalpolitische Arbeitstagung zur Aufnahme der Transportfrageen in das Planfeststellungsverfahren "Schacht Konrad", Vechelde, 28.04.1990
- HÜBLER 1989                Hübler, K.-H.: Bewertungsverfahren zwischen Qualitätsanspruch, Angebot und Anwendbarkeit.- In: Hübler, K.-H., Otto Zimmermann, K. [Hrsg. 1989]: Bewertung der Umweltverträglichkeit, S. 124-142, Erich Blottner Verlag, Tanusstein.
- IAEA 1990                    Advisory material for the IAEA regulations for the safe transport of radioactive material, IAEA safety series, No.37, Vienna 1990
- ICRP 1979                    International Commission on Radiological Protection; Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Pergamon Press, Oxford 1979/1980
- ILLI 1984                     Illi, H. und Ehrlich, D.; Strahlenschutz und Radioökologie der Endlagerung; Atomkernenergie/Kerntechnik, 44, S. 127-131
- JANBERG 1991                Janberg, K. und Weh, R.; Rücknahme und Verbleib radioaktiver Afälle, atomwirtschaft/atomtechnik XXXVI/1, Januar 1991, S. 40-43
- JOHNSON 1985                Johnson, P. u.a.; Activity release from waste packages containing LL and IL waste forms under mechanical and thermal stresses, Waste Management 1985, S.321-325, Tucson

- KLINGSOHR 1982      Klingsohr, K.; Einbau von Sprinkleranlagen aus behördlicher Sicht, Brandschutz /Deutsche Feuerwehrzeitung 12/1983, S.408-412
- KLUGER 1980        Kluger, W. u.a.; Bituminierung radioaktiver Abfallkonzentrate aus Wiederaufarbeitung, Kernforschungseinrichtungen und Kernkraftwerken", KfK 2975 Kernforschungszentrum Karlsruhe 1980
- KOPP 1989         Kopp, D.; Ergebnisse der Untersuchungen an radioaktiven Abfällen aus niedersächsischen Kernkraftwerken, PTB-SE 25, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig 1989
- KROTH 1990        Kroth, K. und Lammertz, H.; Versuche zur Radiolysegasbildung in homogenen zementierten Feedklärschlammern, Atomwirtschaft 4/1990, S. 479-482
- KTa 1988          Kerntechnischer Ausschuß; Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre; KTA 1508, Fassung 9/88
- LAMMERTZ 1988    Lammertz, H. und Kroth, K.; Druckaufbau und Bläherscheinungen an 200-l-Abfallfässern, atomwirtschaft/atomtechnik, XXXIII/4 1988, S. 178-180
- LIEMERSDORF 1985   Liemersdorf, H. u.a.; Optimierung von Brandschutzmaßnahmen und Qualitätskontrollen in Kernkraftwerken, GRS-62, Gesellschaft für Reaktorsicherheit, Köln 1985
- MERKEL 1989      Merkel, A.; Übersicht über das Stichprobensystem, PTB-SE 25, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig 1989
- NÄSER 1988        Näser, H. und Oberpottkamp, U.; Rechtliche Aspekte der Langzeitsicherheit von Endlagern für radioaktive Abfälle.- PTB-Mitteilungen, 98 (1/88), S. 73-80.
- NBO 1990          Niedersächsische Bauordnung (NBauO) mit Allgemeiner Durchführungsverordnung (DVNBauO), Hannover 1990
- NEA 1988         Nuclear Energy Agency; Gastrointestinal Absorption of Selected Radionuclides, Paris
- NUKEM 1986        NUKEM GmbH; Systemstudie Bituminierte radioaktive Abfälle, Hanau 1986



- OTTO-ZIMMERMANN 1989      Otto-Zimmermann, K.: Bewertung der Umweltverträglichkeit - Einführung.- In: Hübler, K.-H., Otto Zimmermann, K. [Hrsg. 1989]: Bewertung der Umweltverträglichkeit, S. 13-16, Erich Blottner Verlag, Tanusstein.
- PETERS 1990                Peters, H.J.: Rechtliche Wertmaßstäbe in der gesetzlichen UVP und ihre Berücksichtigung in der Entscheidung.- In: UVP- Förderverein/KFA Jülich [Hrsg. 1990]: UVP in der Praxis, S. 90-95, Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur.
- PIELES 1987                Dr. Pieleles und Dr. Gronemeyer Consulting GmbH; Prüfung und Bewertung der von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig (PTB) beim Niedersächsischen Umweltministerium (Planfeststellungsbehörde) vorgelegten Antragsunterlagen auf Errichtung und Betrieb der Schachanlage Konrad als Endlager für radioaktive Abfälle; Gutachten im Auftrag der Stadt Salzgitter, 1987
- PKS 1989                    Produktkontrollstelle; mündliche Mitteilungen während eines Besuches in der KFA Jülich, 29. und 30.08.1989
- POHL 1991                  Pohl, K.: Der Fahrzeugbrand, Schadenprisma 1/91, S.1-7, Verlag W. Grützmacher Berlin
- PRESTON 1987              Preston, D.L. und D.A. Pierce; The Effect of Changes in Dosimetry on Cancer Mortality Risk Estimates in the Atomic Bomb Survivors; Radiation Effects Research Foundation, RERF TR-9-87, Hiroshima
- PSE 1985                    Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung; Sicherheitsanalyse der Transporte von radioaktiven Materialien für die Verkehrsträger Schiene und Straße, Fachbände 7 und 8, Berlin 1985
- PSE 19 1985                Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung; Potentielle Strahlenexposition durch Nutzung von radioaktiv kontaminiertem Grundwasser; Berlin
- PTB 1986                    Physikalisch-Technische Bundesanstalt; Plan Endlager für radioaktive Abfälle, Schachanlage Konrad, Salzgitter, 9/86, Salzgitter
- RAUSCHNING 1988        Rauschnig, D.: Stellungnahme zum Umfang der auszulegenden Unterlagen im Planfeststellungsverfahren zur Errichtung eines Endlagers in der Grube Konrad erstattet dem Niedersächsischen Minister für Umwelt, 29 S., 1988, unveröffentlicht.
- RÖTHEMEYER 1986        Röthemeyer, H.: Endlagerstätten in der Bundesrepublik Deutschland.- atomwirtschaft/atomtechnik, XXXI/10 1986, S. 510 - 513.

RSK 1983	Reaktorsicherheitskommission; Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk, veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 2, 1983, S. 45-46
RSK 1990a	Reaktorsicherheitskommission; Anlage 3 zum Ergebnisprotokoll der 252. Sitzung am 21.03.1990
RSK 1990b	Reaktorsicherheitskommission; 41. Sitzung des Ausschusses ENDLAGERUNG der RSK am 14.09.1990
RSK 1991	Reaktorsicherheitskommission; Empfehlungen zur Errichtung und zum Betrieb des Endlagers Konrad, 255. Sitzung am 19. September 1990, veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 7 v. 11.01.1991, S. 156-161
SCHEMEL 1987	Schemel, H.J.: Methodische Hinweise zur Durchführung der UVP in Kommunen.- In: Hübler, K.-H., Otto Zimmermann, K. [Hrsg. 1989]: Bewertung der Umweltverträglichkeit, S. 104-123, Erich Blottner Verlag, Tausenstein.
SHIMIZU 1988	Shimizu, Y., Kato, H. und W.J. Schull; Life Span Study Report 11, Part 2, Cancer Mortality in the Years 1950-85 Based on the Recently Revised Dose (DS86); Radiation Effects Research Foundation, RERF TR-5-88, Hiroshima
SPORBECK 1987	Sporbeck, O.: Methodische Probleme und Möglichkeiten bei der Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen nach der EG-Richtlinie.- Landschaft und Stadt 19/1987, S.165-172.
SRU 1987	Der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (1987), Umweltgutachten, Stuttgart.
STADT 1987	Stadt Salzgitter; Stellungnahme der Stadt im Rahmen der Behördenbeteiligung vom 27.03.1987
STADT 1991	Stadt Salzgitter; Briefe an den Bundesumweltminister bezüglich der Auslegung der Planunterlagen vom 04.03.1991 und 29.04.1991
STEGMAIER 1989	Stegmaier, W.; Qualitätssichernde Maßnahmen bei der Konditionierung von Abfällen im Kernforschungszentrum Karlsruhe, PTB-SE 25, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig 1989



- STRLSCHV 1989      Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 13.10.1976, zuletzt geändert durch das Gesetz zum Einigungsvertrag vom 23. September 1990; in: Atomgesetz mit Verordnungen, 14. Aufl., Nomos Verlag, Baden-Baden 1990
- SUMMERER 1989      Summerer, S.: Der Begriff "Umwelt".- In: Storm, P.-C. u. Bunge, T. [Hrsg. 1988]: Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung: Ergänzbare Sammlung der Rechtsgrundlagen, Prüfungsinhalte und -methoden für Behörden, Unternehmen, Sachverständige u.d. juristische Praxis, S. 1-33, Erich Schmidt Verlag Gmbh & Co, Berlin.
- SZZ 1991              Salzgitter Zeitung vom 30.4.1991
- SZ 1991                Stadtplanungsamt Salzgitter; telefonische Auskunft von Herrn Hinze, Anfang Juni 1991
- TAL 1986              Technische Anleitung zur Reinhaltungen der Luft: (TA Luft); Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz; vom 27. Februar 1986; Heymanns Verlag, Köln u.a.
- TGL 1982              Fachbereichsstandard TGL 10685/02 Bautechnischer Brandschutz, Brandlast (DDR, außer Kraft)
- UASZ 1989            Umweltausschuß der Stadt Salzgitter; öffentliche Sitzung am 15.03.1989, TOP 2
- USNRC 1986          M. Cristy et al; Relative Age-Specific Radiation Dose Commitment Factors for Major Radionuclides Released from Nuclear Fuel Facilities; prepared for U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG/CR-4628
- VDS 1983              Richtlinien für CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen - Planung und Einbau, Form 3004 Verband der Sachversicherer, Köln 1983
- VECHELDE 1987      Gemeinde Vechelde; Flächennutzungsplan Fortschreibung, 1.-10. Änderung 1986/87
- VKK 1991              Verteidigungskommando 231, Braunschweig; Pressemitteilung zitiert in Salzgitter Zeitung, April 1991
- WARNECKE 1989      Warnecke, E. und Martens, B.-R.; Anforderungen an die Produktkontrolle radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente im Ausland, PTB-SE 25, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig 1989

- WIESE 1990                      Wiese, J.; Brandschadenstatistiken der Sachversicherer, VFDB-Zeitschrift 4/90 S. 164-171, Kohlhammer Stuttgart
- WÜRTINGER 1989                Würtinger, W.; Anforderungen an Abfallgebinde, Abfallprodukt und Abfallbehälter, PTB-Bericht SE-25, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig 1989
- WWA 1988                        Wasserwirtschaftsamt Braunschweig; Meßdaten des Pegels Vechelde und der Gütermessstellen Üfingen und Vechelde

**Bezug**

- GRUPPE ÖKOLOGIE 1991                      Einwendungen gegen die geplante Einrichtung und den Betrieb der Schachtanlage Konrad auf dem Gebiet der Stadt Salzgitter als Anlage des Bundes zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, erstellt im Auftrag der Stadt Salzgitter, Hannover 1991





