

**Endlager für radioaktive Abfälle  
 Schachtanlage Konrad  
 Salzgitter**

**Gutachten**

Teil 1: Standort, Bau- und Anlagentechnik (GK-SBA)

Juli 1997

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
<i>gk</i>						<i>DA</i>	<i>ET0020</i>	<i>00</i>	

*-27824-1-*

erstellt vom  
 Technischen Überwachungs-Verein Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.

im Auftrage  
 des Niedersächsischen Umweltministeriums

## Inhaltsverzeichnis

		<b>Seite</b>
<b>0</b>	<b>Vorwort</b>	<b>0 - 1</b>
<b>1</b>	<b>Standort</b>	<b>1 - 1</b>
1.1	Einleitung	1 - 1
1.2	Lage und Umgebung	1 - 3
1.3	Bevölkerungsverteilung	1 - 4
1.4	Boden- und Wassernutzung	1 - 9
1.5	Gewerbe- und Industriebetriebe	1 - 11
1.6	Verkehrswege	1 - 15
1.7	Meteorologische Verhältnisse	1 - 19
1.8	Hydrologische Verhältnisse	1 - 25
1.9	Geologie und Hydrogeologie	1 - 28
1.10	Seismologische Verhältnisse	1 - 29
1.11	Radiologische Vorbelastung	1 - 31
1.12	Zusammenfassende Standortbewertung	1 - 33
<b>2</b>	<b>Bau- und Anlagentechnik</b>	<b>2.1 - 1</b>
<b>2.1</b>	<b>Anforderungen an Errichtung und Betrieb des Endlagers</b>	<b>2.1 - 1</b>
2.1.1	Auslegungsanforderungen und Bewertungsmaßstäbe	2.1 - 1
2.1.2	Qualitätssicherungsanforderungen	2.1 - 5
2.1.2.1	Qualitätssicherungssystem	2.1 - 5
2.1.2.2	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	2.1 - 9
<b>2.2</b>	<b>Bauanlagen</b>	<b>2.2 - 1</b>
2.2.1	Übersicht	2.2 - 1
2.2.2	Anordnung, Gründung und Setzungen der Bauwerke am Schacht Konrad 2	2.2 - 8
2.2.3	Abmessungen, Aufteilung und Nutzung	2.2 - 13

GK - SBA 07/97		I - 2
		<b>Seite</b>
2.2.4	Baukonstruktion	2.2 - 19
2.2.4.1	Bauwerksfugen	2.2 - 25
2.2.4.2	Bauliche Abschirmmaßnahmen	2.2 - 28
2.2.4.3	Abschirmbeton	2.2 - 29
2.2.4.4	Bauliche Brandschutzmaßnahmen	2.2 - 30
2.2.4.5	Beschichtungen auf mineralischen zementgebundenen Untergründen	2.2 - 31
2.2.4.6	Äußere Bauwerksabdichtung	2.2 - 34
2.2.5	Bauliche Auslegung	2.2 - 40
2.2.6	Begleitende Kontrolle bei der Bauausführung	2.2 - 56
<b>2.3</b>	<b>Betriebseinrichtungen</b>	<b>2.3.1 - 1</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Förder-, Transport- und Handhabungs einrichtungen</b>	<b>2.3.1 - 1</b>
2.3.1.1	Aufgaben und Bewertungskriterien	2.3.1 - 1
2.3.1.2	Handhabungssystem über Tage	2.3.1 - 5
2.3.1.2.1	Beschreibung und Auslegung des Systems	2.3.1 - 5
2.3.1.2.2	Transporte auf dem Anlagengelände und Verkehrslenkung über Tage	2.3.1 - 9
2.3.1.2.3	Trocknungsanlage	2.3.1 - 17
2.3.1.2.4	Krananlage	2.3.1 - 20
2.3.1.2.5	Flurförderanlage	2.3.1 - 27
2.3.1.2.6	Plateauwagen	2.3.1 - 30
2.3.1.2.7	Seitenstapelfahrzeug	2.3.1 - 32
2.3.1.2.8	Tauschpalette und Transportpalette für zylindrische Abfallgebände	2.3.1 - 38
2.3.1.2.9	Einbauten und Geräte des Sonderbehandlungsraumes	2.3.1 - 41
2.3.1.3	Schachtförderanlage	2.3.1 - 44
2.3.1.3.1	Beschreibung und Auslegung der Schachtförderanlage	2.3.1 - 44
2.3.1.3.2	Schachtbeschickung und Schachtschleuse	2.3.1 - 50
2.3.1.3.3	Einrichtungen des Schachtes	2.3.1 - 54

GK - SBA 07/97		I - 3
		Seite
2.3.1.3.4	Fördermaschine	2.3.1 - 58
2.3.1.3.5	Seile	2.3.1 - 63
2.3.1.3.6	Fördermittel, Gegengewicht, Zwischengeschirre, Unterseilabhängungen	2.3.1 - 65
2.3.1.3.7	Leittechnische Einrichtungen der Schachtförderanlage	2.3.1 - 67
2.3.1.3.8	Bewertung Hauptseilfahranlage der Schachtförder- anlage Konrad 2	2.3.1 - 70
2.3.1.4	Handhabungssystem unter Tage	2.3.1 - 72
2.3.1.4.1	Beschreibung und Auslegung des Systems	2.3.1 - 72
2.3.1.4.2	Portalhubwagen	2.3.1 - 74
2.3.1.4.3	Transportwagen	2.3.1 - 79
2.3.1.4.4	Verkehrslenkung unter Tage	2.3.1 - 86
2.3.1.4.5	Stapelfahrzeug	2.3.1 - 88
2.3.1.5	Versatzsystem	2.3.1 - 95
2.3.1.5.1	Spritzmanipulatorfahrzeug	2.3.1 - 96
2.3.1.5.2	Versatztransportfahrzeug	2.3.1 -100
2.3.1.6	Sonstige Einrichtungen in den Einlagerungskammern	2.3.1 -104
<b>2.3.2</b>	<b>Bewetterung, Lüftung</b>	<b>2.3.2 - 1</b>
2.3.2.1	Bewetterung	2.3.2 - 1
2.3.2.1.1	Übersicht	2.3.2 - 1
2.3.2.1.2	Bewertungsmaßstäbe	2.3.2 - 1
2.3.2.1.3	Planungsgrundlagen	2.3.2 - 2
2.3.2.1.4	Bewetterung beim Beginn der Einlagerung im Feld 5/1 und der Auffahrung von Feld 5/2	2.3.2 - 3
2.3.2.1.4.1	Hauptbewetterung	2.3.2 - 4
2.3.2.1.4.2	Sonderbewetterung	2.3.2 - 6
2.3.2.1.5	Technische Ausrüstung	2.3.2 - 9
2.3.2.1.5.1	Hauptgrubenlüfter, Diffusor und Wetterschieber	2.3.2 - 10
2.3.2.1.5.2	Rückhalteeinrichtungen	2.3.2 - 13
2.3.2.1.5.3	Wetterleiteinrichtungen	2.3.2 - 14

2.3.2.1.5.4	Leittechnische Einrichtungen	2.3.2 - 15
2.3.2.1.5.5	Wettermessung und -überwachung	2.3.2 - 16
2.3.2.1.6	Anomaler Betrieb	2.3.2 - 18
2.3.2.1.6.1	Ausfall Hauptgrubenlüfter und Grubenbrände	2.3.2 - 18
2.3.2.1.6.2	Ausfall der Sonderbewetterung	2.3.2 - 21
2.3.2.1.6.3	Ausfall von Wetterleiteinrichtungen	2.3.2 - 21
2.3.2.2	Raumluftechnische Anlagen	2.3.2 - 22
2.3.2.2.1	Übersicht	2.3.2 - 22
2.3.2.2.2	Bewertungsmaßstäbe	2.3.2 - 22
2.3.2.2.3	Systembeschreibung und Bewertung	2.3.2 - 23
<b>2.3.3</b>	<b>Elektrische Einrichtungen</b>	<b>2.3.3 - 1</b>
2.3.3.1	Energieversorgung	2.3.3 - 1
2.3.3.1.1	Übersicht und Bewertungsmaßstäbe	2.3.3 - 1
2.3.3.1.2	Normalstromversorgung	2.3.3 - 2
2.3.3.1.3	Netzersatzanlage	2.3.3 - 8
2.3.3.1.4	Unterbrechungslose Stromversorgung	2.3.3 - 11
2.3.3.1.5	Inbetriebnahme der elektrischen Energieversorgung	2.3.3 - 14
2.3.3.1.6	Betrieb der elektrischen Energieversorgung	2.3.3 - 15
2.3.3.2	Erdung und Blitzschutz	2.3.3 - 17
2.3.3.2.1	Beurteilungsgrundlagen und Anforderungen	2.3.3 - 17
2.3.3.2.2	Erdungsanlage	2.3.3 - 18
2.3.3.2.3	Blitzschutzanlage	2.3.3 - 20
2.3.3.2.4	Inbetriebnahme der Erdungs- und Blitzschutzanlage	2.3.3 - 24
2.3.3.2.5	Betrieb der Erdungs- und Blitzschutzanlage	2.3.3 - 25
<b>2.3.4</b>	<b>Leittechnische und nachrichtentechnische Einrichtungen</b>	<b>2.3.4 - 1</b>
2.3.4.1	Übersicht und Bewertungsmaßstäbe	2.3.4 - 1
2.3.4.2	Zentrales Leitsystem	2.3.4 - 2
2.3.4.3	Dezentrale Leittechnik	2.3.4 - 11

2.3.4.4	Nachrichtentechnische Einrichtungen	2.3.4 - 13
2.3.4.4.1	Aufgabe, Anforderungen, Bewertungskriterien	2.3.4 - 13
2.3.4.4.2	Warn- und Rufanlagen	2.3.4 - 15
2.3.4.4.3	Personensucheinrichtungen	2.3.4 - 17
2.3.4.4.4	Sprechanlagen	2.3.4 - 18
2.3.4.4.5	Kommunikationsmittel nach außen	2.3.4 - 21
2.3.4.4.6	Kabel- und Leitungsverlegung	2.3.4 - 22
2.3.4.4.7	Qualitätssicherung der nachrichtentechnischen Einrichtungen	2.3.4 - 24
2.3.4.4.8	Inbetriebnahme der nachrichtentechnischen Einrichtungen	2.3.4 - 25
2.3.4.4.9	Betrieb der nachrichtentechnischen Einrichtungen	2.3.4 - 26
<b>2.3.5</b>	<b>Medienver- und -entsorgung</b>	<b>2.3.5 - 1</b>
2.3.5.1	Wasserversorgung	2.3.5 - 1
2.3.5.1.1	Trink- und Löschwasserversorgung	2.3.5 - 1
2.3.5.1.2	Betriebswasserversorgung unter Tage (Frischwasserversorgung)	2.3.5 - 3
2.3.5.1.3	Eigenwasserversorgung unter Tage RAN	2.3.5 - 4
2.3.5.2	Wasserentsorgung	2.3.5 - 6
2.3.5.2.1	Abwasserentsorgung Außenanlagen und Abwasser- ableitung von der Anlage Konrad 2	2.3.5 - 6
2.3.5.2.2	Abwasserentsorgung aus dem übertägigen Kontroll- und Überwachungsbereich (Abwasseranlage)	2.3.5 - 8
2.3.5.2.3	Grubenwasserentsorgung	2.3.5 - 11
2.3.5.3	Betriebliche Abfälle	2.3.5 - 15
2.3.5.3.1	Feste Abfälle	2.3.5 - 16
2.3.5.3.2	Flüssige Abfälle	2.3.5 - 19
2.3.5.4	Technische Gase	2.3.5 - 22

<b>2.4</b>	<b>Brandschutz</b>	<b>2.4 - 1</b>
2.4.1	Brandschutz über Tage	2.4 - 1
2.4.1.1	Bewertungskriterien für den Brandschutz über Tage	2.4 - 1
2.4.1.2	Schutzziele und Begutachtungsumfang für den Brandschutz über Tage	2.4 - 2
2.4.1.3	Maßnahmen zur Vermeidung einer Brandentstehung	2.4 - 3
2.4.1.4	Branderkennung	2.4 - 5
2.4.1.5	Maßnahmen zur Verhinderung einer Brandausweitung	2.4 - 10
2.4.1.5.1	Bautechnische Brandschutzmaßnahmen	2.4 - 10
2.4.1.5.2	Maßnahmen zur Abführung von Wärme und Rauch	2.4 - 16
2.4.1.6	Maßnahmen zur Bekämpfung von Bränden	2.4 - 20
2.4.1.6.1	Löschwasserversorgung	2.4 - 20
2.4.1.6.2	Stationäre Löschanlagen	2.4 - 21
2.4.1.6.3	Einrichtungen zur manuellen Brandbekämpfung	2.4 - 26
2.4.1.7	Rettungswege	2.4 - 28
2.4.1.8	Einsatz von Feuerwehr und Betriebspersonal	2.4 - 29
2.4.2	Brandschutz unter Tage	2.4 - 30
2.4.2.1	Bewertungskriterien für den Brandschutz unter Tage	2.4 - 30
2.4.2.2	Schutzziele und Begutachtungsumfang für den Brandschutz unter Tage	2.4 - 31
2.4.2.3	Brandschutzkonzept im Kontrollbereich unter Tage	2.4 - 32
<b>2.5</b>	<b>Abfälle</b>	<b>2.5 - 1</b>
2.5.1	Eigenschaften der Abfälle	2.5 - 1
2.5.1.1	Abfallarten und Abfallmengen	2.5 - 1
2.5.1.2	Eigenschaften der Abfallgebinde	2.5 - 4
2.5.1.2.1	Vorgehensweise zur Ableitung der Eigenschaften	2.5 - 4
2.5.1.2.2	Eigenschaften der Verpackungen	2.5 - 6
2.5.1.2.3	Eigenschaften der Produkte	2.5 - 12
2.5.1.3	Chemotoxizität der Abfallstoffe	2.5 - 19
2.5.2	Zerfallsleistung der Abfallgebinde	2.5 - 22

GK - SBA 07/97		1 - 7
		Seite
2.5.3	Produktkontrollverfahren zur Bestimmung der Inventare und Abfalleigenschaften	2.5 - 27
2.5.3.1	Vorgehen bei der Produktkontrolle	2.5 - 27
2.5.3.2	Nachweis der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen durch Stichprobenprüfungen	2.5 - 30
2.5.3.3	Nachweis der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen durch Qualifikation und Inspektion von Konditionierungsanlagen	2.5 - 33
2.5.3.4	Maßnahmen zur Produktkontrolle	2.5 - 35
2.5.4	Aktivitätsfreisetzung im bestimmungsgemäßen Betrieb	2.5 - 36
2.5.4.1	Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallprodukten	2.5 - 36
2.5.4.2	Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallbehältern	2.5 - 44
<b>2.6</b>	<b>Begrenzung der Nuklidinventare zur Einhaltung einer zulässigen Temperaturerhöhung im Wirtsgestein</b>	<b>2.6 - 1</b>
<b>2.7</b>	<b>Kritikalitätssicherheit in der Betriebsphase</b>	<b>2.7 - 1</b>
2.7.1	Allgemeines	2.7 - 1
2.7.1.1	Maßnahmen zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit	2.7 - 1
2.7.1.2	Konzept des Antragstellers zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit	2.7 - 1
2.7.2	Auslegung und Grenzwerte zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit	2.7 - 4
2.7.2.1	Umfang der Begutachtung	2.7 - 4
2.7.2.2	Bewertungsgrundlagen und Prüfpunkte	2.7 - 5
2.7.2.3	Einlagerungsräume und Einlagerungsformen	2.7 - 6
2.7.2.4	Grenzwerte der Spaltstoffmassen	2.7 - 13
2.7.2.4.1	Betrachtete Spaltstoffe und Spaltstoffgemische	2.7 - 13
2.7.2.4.2	Grenzwerte der Spaltstoffinventare	2.7 - 15
2.7.2.4.3	Grenzwerte der Spaltstoffinventare unter Störfallbedingungen	2.7 - 24



GK - SBA 07/97		I - 8
		<b>Seite</b>
2.7.2.5	Nachweise zur Kritikalitätssicherheit	2.7 - 26
2.7.2.6	Erfordernis eines Kritikalitäts- Detektier- und Warnsystems	2.7 - 30
2.7.3	Betriebliche Maßnahmen zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit	2.7 - 31
2.7.3.1	Umfang der Begutachtung	2.7 - 31
2.7.3.2	Bewertungsgrundlagen und Prüfpunkte	2.7 - 31
2.7.3.3	Bewertung der betrieblichen Maßnahmen	2.7 - 32
2.7.3.3.1	Festlegungen zur Einhaltung von Grenzwerten	2.7 - 32
2.7.3.3.2	Festlegungen zu Abnahmeprüfungen	2.7 - 34
2.7.3.3.3	Festlegungen zu wiederkehrenden Prüfungen	2.7 - 35
2.7.3.3.4	Festlegungen für anomale Betriebszustände, zur Alarmordnung und beim Überschreiten von Grenzwerten	2.7 - 36
<b>3</b>	<b>Strahlen- und Umweltschutz</b>	<b>3.1 - 1</b>
<b>3.1</b>	<b>Aktivitätsfluß in der Anlage</b>	<b>3.1 - 1</b>
3.1.1	Aktivitätsfluß in der obertägigen Anlage	3.1 - 1
3.1.2	Aktivitätsfluß künstlicher radioaktiver Stoffe in der untertägigen Anlage	3.1 - 5
3.1.2.1	Künstliche radioaktive Stoffe in den Grubenwettern	3.1 - 5
3.1.2.2	Künstliche radioaktive Stoffe in den Grubenwässern	3.1 - 14
3.1.3	Aktivitätsfluß natürlicher radioaktiver Stoffe	3.1 - 16
3.1.4	Gesamtaktivität im Endlager und ihre Bilanzierung	3.1 - 22
<b>3.2</b>	<b>Strahlenquellen und ihre Auswirkungen in der Umgebung</b>	<b>3.2 - 1</b>
<b>3.3</b>	<b>Abschirmmaßnahmen bei Dauerarbeitsplätzen</b>	<b>3.3 - 1</b>
<b>3.4</b>	<b>Schutz des Personals</b>	<b>3.4.1 - 1</b>
3.4.1	Bewertungsgrundlagen	3.4.1 - 1
3.4.2	Strahlenschutzkonzept	3.4.2 - 1

3.4.3	Strahlenschutzbereiche	3.4.3 - 1
3.4.3.1	Bereichskonzept	3.4.3 - 1
3.4.3.2	Kontrollbereich	3.4.3 - 4
3.4.3.3	Überwachungsbereiche	3.4.3 - 13
3.4.3.4	Natürliche Radionuklide aus dem Gestein und Strahlenschutzbereiche	3.4.3 - 15
3.4.4	Bauliche Strahlenschutzvorsorge	3.4.4 - 1
3.4.4.1	Raumangebot und Raumanordnung	3.4.4 - 1
3.4.4.2	Abschirmung der Arbeitsplätze	3.4.4 - 3
3.4.4.3	Dekontaminierbare Oberflächen	3.4.4 - 14
3.4.5	Strahlenschutz in besonderen Situationen	3.4.5 - 1
3.4.5.1	Dekontamination von Personen und Anlagenteilen	3.4.5 - 1
3.4.5.2	Nicht den Endlagerungsbedingungen entsprechende Gebinde	3.4.5 - 2
3.4.5.3	Strahlenschutzvorsorge für Instandhaltungsmaßnahmen	3.4.5 - 4
3.4.5.4	Vorsorgemaßnahmen für den Brandfall	3.4.5 - 7
3.4.5.5	Strahlenexposition bei Störfällen	3.4.5 - 12
3.4.6	Strahlenexposition des Personals	3.4.6 - 1
3.4.6.1	Direktstrahlung und Inkorporation von Radionukliden aus den Abfallgebinden	3.4.6 - 1
3.4.6.1.1	Externe Strahlenexposition	3.4.6 - 1
3.4.6.1.2	Ingestion und Inhalation	3.4.6 - 3
3.4.6.2	Strahlenexposition durch natürlich vorkommende Radioaktivität	3.4.6 - 12
3.4.6.2.1	Voraussichtliche Strahlenexposition	3.4.6 - 12
3.4.6.2.2	Schutzmaßnahmen	3.4.6 - 26
3.4.6.3	Einstufung der beruflich strahlenexponierten Personen	3.4.6 - 33
3.4.6.4	Vergleich der zu erwartenden Strahlenexpositionen mit den Grenzwerten	3.4.6 - 35

GK - SBA 07/97		I - 10
		<b>Seite</b>
<b>3.5</b>	<b>Abgaben radioaktiver Stoffe im bestimmungs- gemäßen Betrieb</b>	<b>3.5 - 1</b>
3.5.1	Abgaben mit den Abwettern und der Fortluft	3.5 - 1
3.5.2	Abgaben mit dem Abwasser	3.5 - 14
3.5.3	Abgaben natürlicher radioaktiver Stoffe	3.5 - 19
<b>3.6</b>	<b>Strahlungsüberwachung</b>	<b>3.6 - 1</b>
3.6.1	Überwachung der Abfallgebinde, Transportmittel, Anlagenteile und Gesamtanlage	3.6 - 2
3.6.1.1	Kontaminationskontrolle	3.6 - 2
3.6.1.2	Ortsdosis- und Ortsdosisleistungsüberwachung	3.6 - 3
3.6.2	Wetter- und Raumlufüberwachung	3.6 - 5
3.6.3	Aktivitätsabgabeüberwachung	3.6 - 7
3.6.3.1	Abwetter- und Fortluftüberwachung	3.6 - 7
3.6.3.2	Bilanzierung der Aktivitätsabgaben mit den Abwettern und der Fortluft	3.6 - 9
3.6.3.3	Abwasserüberwachung	3.6 - 11
3.6.3.4	Bilanzierung der Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser	3.6 - 12
3.6.4	Personenüberwachung	3.6 - 17
3.6.5	Überwachung störfallbedingter Freisetzungen	3.6 - 23
3.6.6	Wiederkehrende Prüfungen und Einstufungen in Qualitätssicherungsbereiche (QS-Bereiche)	3.6 - 24
3.6.6.1	Wiederkehrende Prüfungen	3.6 - 24
3.6.6.2	Einstufung in QS-Bereiche	3.6 - 25
<b>3.7</b>	<b>Strahlenexposition in der Umgebung</b>	<b>3.7 - 1</b>
3.7.1	Bewertungsgrundlagen	3.7 - 1
3.7.2	Modelle und Parameter zur Berechnung der Strahlenexposition	3.7 - 2
3.7.3	Dosisfaktoren	3.7 - 4
3.7.4	Ausbreitung radioaktiver Stoffe	3.7 - 9

GK - SBA 07/97		I - 11
		<b>Seite</b>
3.7.5	Strahlenexposition durch Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern	3.7 - 16
3.7.5.1	Strahlenexposition durch die beantragte Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern	3.7 - 16
3.7.5.2	Strahlenexposition durch die Abgabe natürlicher radioaktiver Stoffe mit den Abwettern	3.7 - 26
3.7.5.3	Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern	3.7 - 35
3.7.6	Strahlenexposition durch Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser	3.7 - 43
3.7.6.1	Strahlenexposition durch die beantragte Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser	3.7 - 43
3.7.6.2	Strahlenexposition durch die Abgabe natürlicher radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser	3.7 - 53
3.7.6.3	Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser	3.7 - 61
3.7.7	Strahlenexposition im außerbetrieblichen Überwachungsbereich	3.7 - 69
<b>4</b>	<b>Betrieb</b>	<b>4 - 1</b>
4.1	Abläufe im Normalbetrieb	4 - 1
4.2	Betriebsstörungen	4 - 4
4.3	Betriebliche Organisation	4 - 10
4.3.1	Allgemeines Organisationskonzept	4 - 10
4.3.2	Zweck und Umfang betrieblicher Vorschriften	4 - 14
4.3.3	Gliederungskonzept für das Zechenbuch/Betriebs- handbuch (ZB/BHB)	4 - 16
4.3.4	Rahmenbeschreibung für das Zechenbuch/Betriebs- handbuch (ZB/BHB)	4 - 22
4.3.4.1	Betriebsordnungen	4 - 22
4.3.4.2	Betriebsvorschriften	4 - 49

4.3.4.3	Betriebsbuch/Prüfhandbuch (BB/PHB)	4 - 55
<b>5</b>	<b>Störfallanalyse</b>	<b>5 - 1</b>
<b>5.1</b>	<b>Sicherheitsanalyse und Minimierungsgebot</b>	<b>5 - 1</b>
<b>5.2</b>	<b>EVI-Ereignisse</b>	<b>5 - 8</b>
5.2.1	Störfälle über Tage	5 - 8
5.2.1.1	Mechanischer Lastfall über Tage	5 - 8
5.2.1.2	Brand über Tage	5 - 12
5.2.1.3	Explosion über Tage	5 - 14
5.2.1.4	Leckagen in den Tagesanlagen	5 - 15
5.2.1.5	Ausfall von Systemen in den Tagesanlagen	5 - 16
5.2.2	Störfälle unter Tage	5 - 17
5.2.2.1	Mechanischer Lastfall unter Tage	5 - 17
5.2.2.2	Brand unter Tage	5 - 20
5.2.2.2.1	Brandereignisse	5 - 20
5.2.2.2.2	Lastannahmen zum Brand	5 - 24
5.2.2.3	Explosion unter Tage	5 - 29
5.2.2.4	Ausfall von Systemen unter Tage	5 - 31
<b>5.3</b>	<b>EVA-Ereignisse</b>	<b>5 - 32</b>
5.3.1	Erdbeben	5 - 32
5.3.2	Flugzeugabsturz	5 - 36
5.3.3	Äußere Druckwelle aus chemischen Reaktionen	5 - 37
5.3.4	Äußere Einwirkungen gefährlicher Stoffe	5 - 38
5.3.5	Hochwasser	5 - 38
5.3.6	Blitzschlag	5 - 39
5.3.7	Wind, Schneelast	5 - 39
5.3.8	Brandeinwirkung von außen	5 - 40
<b>5.4</b>	<b>Zusammenfassung zur Störfallanalyse</b>	<b>5 - 41</b>

<b>5.5</b>	<b>Aktivitätsfreisetzung bei Störfällen</b>	<b>5 - 43</b>
5.5.1	Für Aktivitätsfreisetzungen zu betrachtende Störfallgruppen	5 - 43
5.5.2	Aktivitätsfreisetzung beim Störfall mit mechanischer Lasteinwirkung	5 - 44
5.5.2.1	Mechanischer Lastfall für Gebinde der Abfallbehälterklasse I	5 - 44
5.5.2.2	Mechanischer Lastfall für Gebinde der Abfallbehälterklasse II	5 - 48
5.5.3	Aktivitätsfreisetzung beim Störfall mit thermischer Lasteinwirkung	5 - 48
5.5.3.1	Thermischer Lastfall für Gebinde der Abfallbehälterklasse I	5 - 48
5.5.3.2	Thermischer Lastfall für Gebinde der Abfallbehälterklasse II	5 - 53
5.5.4	Rückhalteeffekte bei der Freisetzung radioaktiver Stoffe	5 - 55
5.5.4.1	Umladehalle	5 - 55
5.5.4.2	Pufferhalle	5 - 57
5.5.4.3	Sonderbehandlungsraum	5 - 58
5.5.4.4	Abscheidungsprozesse radioaktiver Stoffe unter Tage (Strecken und Abwetterschacht)	5 - 59
5.5.4.5	Füllort	5 - 64
<b>5.6</b>	<b>Dosisberechnungen für Störfälle</b>	<b>5 - 65</b>
5.6.1	Rechenmodelle und Parameter zur Berechnung der Strahlenexposition	5 - 65
5.6.2	Durchführung und Ergebnisse der Störfallberechnungen	5 - 68
5.6.3	Aktivitätsgrenzwerte und Summenkriterium	5 - 71
5.6.4	Vereinfachte Überprüfung der Einhaltung der Aktivitätsgrenzwerte	5 - 74

<b>5.7</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung der Strahlenexposition nach Störfällen</b>	<b>5 - 79</b>
<b>6</b>	<b>Stilllegung</b>	<b>6 - 1</b>
<b>7</b>	<b>Auflagenvorschläge</b>	<b>7 - 1</b>
<b>8</b>	<b>Unterlagen, Literatur</b>	<b>8.1 - 1</b>
8.1	Erläuternde Unterlagen	8.1 - 3
8.2	Ergänzende Unterlagen	8.2 - 1
8.3	Sonstige Unterlagen des Antragstellers und Literatur	8.3 - 1

### Vorwort

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt<sup>1)</sup> beantragte beim Niedersächsischen Sozialminister<sup>2)</sup> mit Schreiben vom 31.08.1982 (Az.: SE 2-73-2), das Planfeststellungsverfahren gemäß § 9b Atomgesetz zur Errichtung und zum Betrieb der Schachtanlage Konrad (Stadt Salzgitter, Gemarkung Bleckenstedt) als Anlage des Bundes zur Endlagerung radioaktiver Abfälle durchzuführen. Zur Beschreibung des Antrages wurden der Plan "Endlagerung für radioaktive Abfälle, Schachtanlage Konrad, Salzgitter" (zuletzt in der Fassung 4/90) sowie zahlreiche schriftliche Erklärungen und zusätzliche Unterlagen vorgelegt.

Der Niedersächsische Minister für Bundesangelegenheiten<sup>2)</sup> beauftragte den Technischen Überwachungs-Verein Hannover e.V.<sup>3)</sup> am 29.10.1982 als zugezogenen Sachverständigen nach § 20 Atomgesetz mit der Prüfung des Antrages. Dieser Auftrag wurde mit Schreiben vom 19.09.1983 (Az.: 45-40326/03-4/2) näher spezifiziert. Danach ist gutachterlich zu prüfen, ob die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb des Endlagers getroffen ist. Die sicherheitstechnische Begutachtung erstreckt sich auf die Gesamtanlage, d.h. auf alle Systeme und Anlagenteile, von denen eine Beeinträchtigung der nuklearen Sicherheit ausgehen kann.

---

1) Die Zuständigkeit ging durch das Gesetz über die Errichtung eines Bundesamtes für Strahlenschutz vom 09. Oktober 1989 (BGBl., Jahrg. 1989, Teil I, S. 1830 bis 1832) auf das Bundesamt für Strahlenschutz über.

2) Die Zuständigkeit ging mit Beschluß des Niedersächsischen Landesministeriums vom 17./24.08.1982 (Nds. Min. Bl. Nr. 58, S. 1737) ab 01.10.1982 auf den Niedersächsischen Minister für Bundesangelegenheiten über. Dessen Zuständigkeit ging mit Beschluß des Niedersächsischen Landesministeriums vom 15.07.1986 (Nds. Min. Bl. Nr. 28/1986, S. 715) auf das Niedersächsische Umweltministerium über.

3) Am 01.01.1992 erfolgte die Umbenennung in "Technischer Überwachungs-Verein Hannover/Sachsen-Anhalt e.V."



Die Planfeststellungsbehörde hat zur Begutachtung des Endlagers aus geowissenschaftlicher Sicht das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) als Sachverständigen nach § 20 Atomgesetz herangezogen. Sie hat außerdem die Bergbehörden als Fachbehörden um besondere Mithilfe im atomrechtlichen Planfeststellungsverfahren gebeten. Im vorliegenden Gutachten beziehen wir uns bei der Beurteilung des Standortes, der Bau- und Anlagentechnik sowie der Langzeitsicherheit auf die gutachterlichen Aussagen des NLfB und des Oberbergamtes in Clausthal-Zellerfeld.

Der Technische Überwachungs-Verein Hannover/Sachsen-Anhalt e.V. beauftragte im Rahmen seines Gesamtauftrages in Abstimmung mit der Planfeststellungsbehörde das Battelle-Institut e.V., Frankfurt am Main, die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln, Herrn [REDACTED], Technische Universität Braunschweig, Herrn [REDACTED], Georg-August-Universität Göttingen, und das Ingenieurbüro [REDACTED], Beratende Ingenieure, Frankfurt am Main, mit der Erarbeitung gutachterlicher Aussagen zu speziellen Themenbereichen.

Im vorliegenden Gutachten verwerten wir den Plan in der Fassung 4/90 und alle zusätzlichen Unterlagen, Briefe und Erklärungen des Antragstellers.

Die Ergebnisse der Begutachtung stellen wir dar in den Teilen:

- Standort, Bau- und Anlagentechnik (GK-SBA), Teil 1
- Langzeitsicherheit (GK-LSG), Teil 2.

Jedem Gutachtensteil wird dieses Vorwort und die betreffende Teilgliederung vorangestellt. Die Textpassagen, in denen Bewertungen enthalten sind, haben wir durch Einrückungen hervorgehoben. Die Unterlagen und die Literatur sind am Ende der jeweiligen Gutachtensteile aufgelistet. Bei den Unterlagen unterscheidet der Antragsteller zwischen "erläuternden" und "ergänzenden" Unterlagen und bezeichnet diese in seinen Unterlagenlisten mit "EU" und "EG". Diese Bezeichnungen haben wir bei unseren Unterlagenzitaten aus Gründen der Übersichtlichkeit übernommen.

Das vorliegende Gutachten enthält eine Reihe von Auflagenvorschlägen. Da in einem Planfeststellungsverfahren nach § 9b Atomgesetz eine Staffelung in Konzept-, Errichtungs- und Betriebsbegutachtung zu entsprechenden Teilgenehmigungsschritten nicht

möglich ist, mußten bereits im jetzigen Stadium alle die sichere Errichtung und den sicheren Betrieb des Endlagers betreffenden Anforderungen und Randbedingungen durch Auflagenvorschläge abgesichert werden. Deshalb ist ein großer Teil unserer Vorschläge auf die Durchführung von Maßnahmen gerichtet, die erst zum Zeitpunkt nach dem Planfeststellungsbeschluß beginnen.

Bei der Abfassung dieses Gutachtens haben wir die Rahmenrichtlinie über die Gestaltung von Sachverständigengutachten im atomrechtlichen Verwaltungsverfahren beachtet.

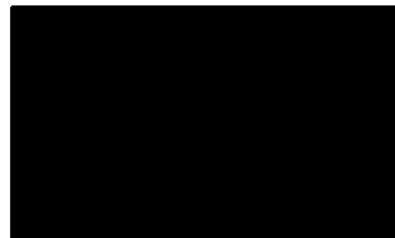
Wir versichern, daß das Gutachten nach bestem Wissen und Gewissen, unparteiisch und ohne Ergebnisweisung angefertigt worden ist.

TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.

Der Hauptabteilungsleiter  
Energietechnik und Anlagensicherheit



Der Projektleiter





## 1 Standort

### 1.1 Einleitung

Der Gesetzgeber in der Bundesrepublik Deutschland hat sich für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen entschieden. Die Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk /6/ enthalten dementsprechend im wesentlichen nur Anforderungen an die für die Endlagerung gewählte geologische Formation sowie das Deckgebirge und das Nebengestein. Konkrete standortspezifische Anforderungen an die Umgebung des Endlagerbergwerkes während des Einlagerungsbetriebes sind nicht festgelegt.

Aufgrund unserer Erfahrung mit der Begutachtung verschiedener kerntechnischer Anlagen haben wir uns bei der Begutachtung der Standorteigenschaften an der Zusammenstellung der im atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für Kernkraftwerke zur Prüfung erforderlichen Informationen /264/ orientiert. Zusätzlich haben wir die Bewertungsdaten zur Auswahl von möglichen Standorten für Kernkraftwerke /265/ und Wiederaufarbeitungsanlagen /39/ berücksichtigt. Für die genannten Unterlagen gilt, daß sie nicht unmittelbar für einen Endlagerstandort herangezogen werden können, da unter anderem das Gefährungspotential eines Endlagers während der Betriebsphase sehr viel geringer ist als z.B. das eines Kernkraftwerkes. Außerdem ist zu beachten, daß aufgrund unterschiedlicher Auslegungsmerkmale von kerntechnischen Anlagen die Klasseneinteilungen der Bewertungsdaten /265, 39/ für den Standort eines Endlagers nicht zutreffen. Wir weisen in den folgenden Kapiteln dieses Gutachtens darauf hin, welche Standorteigenschaften für unsere Begutachtung relevant sind oder von anderen Gutachtern bewertet werden.

Die geologische Eignung des Standortes hinsichtlich der Langzeitsicherheit ist ein zentraler Punkt unserer Begutachtung. Wegen der Bedeutung dieses Fachgebietes wurde von der Planfeststellungsbehörde das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) mit der Beurteilung der geologischen und hydrologischen Verhältnisse beauftragt. Die Beschreibung und Bewertung der Standorteigenschaften, die für die Langzeitsicherheitsanalyse relevant sind, findet sich im Gutachten des NLfB /9/. Wir beziehen uns darauf im Teil 2 (Langzeitsicherheit) unseres Gutachtens. Im Teil 1 unseres Gutachtens haben wir hauptsächlich die Standortdaten zusammengestellt, die für die sicherheitstechni-

sche Beurteilung der oberirdischen Anlagen, des Einlagerungsbetriebes und der möglichen radiologischen Auswirkungen in der Umgebung benötigt werden.

Der Antragsteller hat im Plan /1/ und erläuternden Unterlagen Daten zum Standort des geplanten Endlagers zusammengestellt. Anhand der Standortdaten stellt er dar, daß die sicherheitstechnische Auslegung der Anlage die Standortverhältnisse in ausreichender Weise berücksichtigt. Ein Vergleich mit anderen Standorten ist nicht durchgeführt worden.

Bei unserer Standortbegutachtung sind wir auf die Standorteigenschaften eingegangen, die die sicherheitstechnische Auslegung der Anlage bestimmen oder die für die Berechnung der radiologischen Auswirkungen des Endlagerbetriebes in der Umgebung wichtig sind. Beispiele hierfür sind die meteorologischen, hydrologischen und seismologischen Verhältnisse. Ein Teil der Standortdaten hat lediglich beschreibenden Charakter und muß von uns nicht bewertet werden. Dazu zählen die Angaben zur Lage und Umgebung, zur Bevölkerungsverteilung und zur Boden- und Wassernutzung. Die geologischen, hydrologischen und seismologischen Verhältnisse wurden auftragsgemäß vom NLFB begutachtet /9/. Die Ergebnisse zitieren wir in den entsprechenden Kapiteln dieses Gutachtens. Die möglichen Wechselwirkungen der Anlage mit der Umgebung werden nicht im Standortkapitel bewertet, sondern in den einzelnen Fachkapiteln.

Wir verweisen dementsprechend im Standortkapitel auf die in anderen Kapiteln dargestellten Ergebnisse unserer Begutachtung.

Wir haben die Angaben zum Standort im Plan /1/ und den erläuternden Unterlagen, soweit für unsere sicherheitstechnische und radiologische Begutachtung der Anlage erforderlich, auf Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität geprüft und gegebenenfalls ergänzt oder auf Veränderungen hingewiesen, die seit der Erstellung der Planunterlagen eingetreten sind.

Die von uns gewählte Einteilung der Standortverhältnisse in verschiedene Sachgebiete beruht auf der Gliederung, die bei der Begutachtung von Kernkraftwerken üblich ist und in entsprechenden Richtlinien festgelegt wurde.

### 1.2 Lage und Umgebung

Der Antragsteller hat im Plan /1/ die Lage und die Umgebung des Standortes ausführlich beschrieben und die Beschreibung durch Kartenausschnitte in verschiedenen Maßstäben ergänzt. Die Schachtanlage Konrad liegt im südöstlichen Niedersachsen in der Nähe des Stadtteils Bleckenstedt der Stadt Salzgitter, Regierungsbezirk Braunschweig. Die Mittelpunkte der Schächte haben folgende geographische Koordinaten:

#### Schacht Konrad 1:

52° 11' 06" nördliche Breite,  
10° 24' 15" östliche Länge.

#### Schacht Konrad 2:

52° 10' 21" nördliche Breite,  
10° 24' 46" östliche Länge.

Das für die Tagesanlagen von Schacht Konrad 1 genutzte Gelände liegt im Mittel auf einer Höhe von +98,5 m NN. Nach Süden wird das Gelände durch die Industriestraße Nord begrenzt. Die übrigen Grenzen stoßen an landwirtschaftlich genutzte Flächen oder an Zufahrtswege. Das Gelände liegt in der Gemarkung Bleckenstedt der Stadt Salzgitter und ist Eigentum der Preussag Vermögensverwaltungsgesellschaft mbH.

Das Grundstück von Schacht Konrad 2 weist eine mittlere Höhe von +90 m NN auf. Es befindet sich im nordwestlichen Bereich des Werkes Salzgitter der Preussag Stahl AG. An das Grundstück schließen im Norden die Schlackenverwertung der FELS-WERKE GmbH, im Westen die Kläranlage und der Zweigkanal Salzgitter, im Süden die nicht mehr betriebene Teerdestillation und im Osten der Bahnhof Hütte Nord der Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter GmbH an. Das Grundstück liegt in der Gemarkung Watenstedt der Stadt Salzgitter und ist Eigentum der Preussag Stahl AG.

Der Standort liegt im Übergangsbereich vom Mitteldeutschen Bergland zum Norddeutschen Flachland in einer, abgesehen von kleineren bis mittleren Waldflächen, leicht hügeligen Ackerlandschaft. In einem Umkreis von 5 km liegen die Höhen etwa zwischen 75 m und 110 m über NN. Das Gelände um den Standort steigt generell von Nord nach Süd an. Die höchsten Erhebungen im Umkreis von 10 km sind der zum Höhenzug

"Lichtenberge" gehörende Herzberg mit 250 m über NN südwestlich vom Standort in 9,5 km Entfernung und der im Oderwald liegende Hungerberg mit 205 m über NN südöstlich vom Standort in 10 km Entfernung.

Die Nachbargemeinden der Stadt Salzgitter sind im Westen die Gemeinde Lengede (Landkreis Peine), im Norden die Gemeinde Vechelde (Landkreis Peine), im Nordosten die Stadt Braunschweig und im Südosten die Stadt Wolfenbüttel.

### Bewertung

Wir haben die wesentlichen Angaben des Antragstellers zur Lage des Standortes geprüft und können sie bestätigen. Die Angaben zu Lage und Umgebung des Standortes für das geplante Endlager haben keine sicherheitstechnische Bedeutung. Sie dienen lediglich der Beschreibung des Vorhabens und sind daher nicht zu bewerten. Besondere orographische Verhältnisse an einem Standort wie z.B. steile Geländestufen im Nahbereich der Anlage oder ausgeprägte Tagesgänge der Windverhältnisse können die Ausbreitung luftgetragener Emissionen einer Anlage ungünstig beeinflussen und müssen bei der Berechnung der radiologischen Auswirkungen berücksichtigt werden. Ungünstige Standortverhältnisse können durch technische Maßnahmen wie z.B. größere Freisetzungshöhe kompensiert werden.

In der Umgebung des Standortes liegen keine besonderen topographischen und orographischen Verhältnisse vor, die der Standortwahl entgegenstehen würden oder bei der Berechnung der radiologischen Auswirkungen des geplanten Endlagers zu berücksichtigen wären. Das Gelände ist als günstig für die Ausbreitung und Verdünnung von mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffen anzusehen, weil der Standort in einem über größere Entfernungen weitgehend ebenen Gelände liegt.

### 1.3 Bevölkerungsverteilung

Der Antragsteller hat im Plan /1/ ausführliche Angaben zur Bevölkerungsverteilung in der Umgebung der Schachanlage Konrad gemacht. Die an die Schächte Konrad 1 und Konrad 2 angrenzenden Bereiche sind bis zu einer Entfernung von 400 m von der jeweiligen Geländegrenze aus unbewohnt. Erste geschlossene Wohngebiete beginnen, bezogen auf die Geländegrenze von Schacht Konrad 1, in etwa 400 m bis 1000 m Entfer-

nung in nordöstlicher bis südöstlicher Richtung mit den Stadtteilen Sauingen, Beddingen und Blekenstedt der Stadt Salzgitter. Bezogen auf die Geländegrenze von Schacht Konrad 2 beginnen in 400 m bis 1000 m Entfernung mit Salzgitter-Bleckenstedt (nordwestliche Richtung) und Salzgitter-Beddingen (nordöstliche Richtung) die ersten geschlossenen Wohngebiete. Diese Stadtteile weisen einen dörflichen Charakter auf. Städtisch geprägte Siedlungen beginnen in südwestlicher und östlicher Richtung in etwa 4 km Entfernung mit den Stadtteilen Lebenstedt und Thiede der Stadt Salzgitter.

Innerhalb des 5-km-Umkreises um Schacht Konrad 1 leben etwa 22.000 Menschen und um Schacht Konrad 2 etwa 19.000 Menschen. Das entspricht einer Bevölkerungsdichte im 5-km-Umkreis von 280 Einwohnern pro km<sup>2</sup> (Konrad 1) bzw. 242 Einwohnern pro km<sup>2</sup> (Konrad 2).

Innerhalb des 10-km-Umkreises um den Schacht Konrad 2 leben etwa 190.000 Menschen. Daraus folgt eine Bevölkerungsdichte für den Untersuchungsraum von 605 Einwohnern pro km<sup>2</sup>.

In der Tabelle 1.3-1 sind die Ortschaften im Umkreis von 10 km um den Schacht Konrad 2 angegeben. Die Einwohnerzahlen beziehen sich nur auf die Ortschaften bzw. Teile dieser Ortschaften, soweit sie im 10-km-Umkreis liegen.

In der Tabelle 1.3-2 sind die im 50-km-Umkreis des Standortes liegenden Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern angegeben.

### Bewertung

Die Angaben zur Bevölkerungsverteilung in der Umgebung des Standortes haben keine sicherheitstechnische oder radiologische Bedeutung für die Begutachtung des bestimmungsgemäßen Betriebes des geplanten Endlagers einschließlich der Auswirkungen der bei der Auslegung der Anlage zu berücksichtigenden Störfälle. Sie werden aber benötigt zur Abschätzung der Durchführbarkeit von Notfallschutzmaßnahmen bei auslegungsüberschreitenden Unfallereignissen, die dem Restrisikobereich zuzuordnen sind. Die Beurteilung der Notwendigkeit von Notfallschutzmaßnahmen wie z.B. Evakuierung und ihre Durchführbarkeit erfolgt durch die zuständigen Landesbehörden.



Der Antragsteller hat im Plan /1/ zur Bevölkerungsverteilung überwiegend Daten aus dem Jahre 1986 zugrunde gelegt. Wir haben diese Zahlen auf der Grundlage der Angaben aus den Jahren 1991 und 1992 aktualisiert.

Die Bevölkerungsdichte liegt im 5-km-Umkreis um den Schacht Konrad 2 leicht über der mittleren Bevölkerungsdichte von 223 Einwohnern pro km<sup>2</sup> /251/ der Bundesrepublik Deutschland. Die von uns ermittelte Bevölkerungsdichte im 10-km-Umkreis um den Schacht Konrad 2 ist aber mit 605 Einwohnern pro km<sup>2</sup> fast dreimal höher als die mittlere Bevölkerungsdichte der Bundesrepublik.

Die Entwicklung der Bevölkerung zeigt in den letzten Jahren für die Stadt Salzgitter /260/ eine leicht steigende Tendenz. In unmittelbarer Nähe des Standortes sind außer den vorhandenen Industriebetrieben mit ihren Beschäftigten (siehe Kap. 1.5 dieses Gutachtens) keine größeren Menschenansammlungen wie z.B. Altenheime, Krankenhäuser oder Strafanstalten vorhanden, die eventuell notwendige Notfall-schutzmaßnahmen erschweren könnten.

Unsere Begutachtung hat keine Anzeichen dafür ergeben, daß der Standort aus radiologischer und sicherheitstechnischer Sicht hinsichtlich der Bevölkerungsdichte und -verteilung ungeeignet sein könnte.

Tabelle 1.3-1: Ortschaften im 10-km-Bereich um die Schachanlage Konrad  
(bezogen auf Schacht Konrad 2)

Ortschaft	Entfernung (Ortsmitte) in km	Richtung vom Standort	Einwohnerzahl im 10-km-Umkreis
Salzgitter			86.293
- Bleckenstedt	0,6	NNW	(Stand: 31.08.91 /260/)
- Beddingen	1,3	NNO	
- Sauingen	2,0	N	
- Watenstedt	2,8	S	
- Hallendorf	3,0	WSW	
- Drütte	3,2	OSO	
- Immendorf	3,5	SSO	
- Üfingen	3,5	N	
- Engelnstedt	4,0	W	
- Thiede	5,2	O/ONO	
- Heerte	5,2	SSW	
- Barum	5,6	S	
- Lebenstedt	6,0	W/WSW	
- Salder	6,0	WSW	
- Reppner	7,0	W	
- Bruchmactersen	8,0	WSW	
- Lobmactersen	8,0	S	
- Gebhardshagen	8,0	SSW	
- Lichtenberg	9,5	WSW	
- Flachstöckheim	9,7	S	
Vechelde			8.727
- Alvesse	5,2	NNW	(Stand: 31.12.91 /261/)
- Vallstedt	6,0	NNW	
- Groß-Gleidingen	6,5	N	
- Wierthe	7,2	N	
- Sonnenberg	7,5	N	
- Bodenstedt	8,0	NNW	
- Densdorf	9,5	N	
- Klein Gleidingen	9,5	N	
- Liedingen	9,8	NNW	

Tabelle 1.3-1: (Fortsetzung)

Ortschaft	Entfernung (Ortsmitte) in km	Richtung vom Standort	Einwohnerzahl im 10-km-Umkreis
Lengede			10.445
- Broistedt	5,8	WNW	(Stand: 31.12.91 /261/)
- Lengede	8,0	WNW	
- Woltwiesche	9,8	WNW	
Braunschweig			43.047
- Geitelde	6,0	NNO	(Stand: Dez. 1992 /262/)
- Stiddien	7,0	NNO	
- Leiferde	7,5	ONO	
- Timmerlah	8,0	N	
- Rünigen	8,5	NNO	
- Broitzern	8,5	NNO	
- Stöckheim	9,0	ONO	
- Gartenstadt	9,5	NNO	
- Weststadt	9,5	NNO	
- Molverode	10,0	ONO	
Wolfenbüttel			39.368
- Adersheim	4,5	SSO	(Stand: 31.12.91 /261/)
- Leinde	4,5	SSO	
- Fümmelse	5,0	W	
- Groß-Stöckheim	7,2	W	
- Wolfenbüttel	8,7	W	
Samtgemeinde Oderwald			1.855
- Cramme	7,0	OSO	(Stand: 31.12.91 /261/)
- Flöthe	10,0	OSO	
Gesamteinwohnerzahl im 10-km-Umkreis			189.735

Tabelle 1.3-2: Städte im 50-km-Umkreis um die Schachanlage Konrad mit mehr als 100.000 Einwohnern, Einwohnerzahlen Stand: 31.12.1991 /261/

Stadt	Entfernung zur Stadtmitte in km	Richtung vom Standort	Einwohnerzahl
Salzgitter	-	-	115.381
Braunschweig	13,5	NNO	259.127
Hildesheim	30,0	W	105.674
Wolfsburg	37,5	NNO	128.995
Hannover	50,0	WNW	517.476

### 1.4 Boden- und Wassernutzung

Der Antragsteller hat im Plan /1/ Angaben zur Boden- und Wassernutzung in der Umgebung der Schachanlage Konrad gemacht. Er verweist dabei unter anderem auf die Statistik von Niedersachsen und auf verschiedene Berichte zur agrarstrukturellen Vorplanung.

Die Böden des Standortgebietes zeichnen sich nach Angaben im Plan /1/ durch ein hohes Ertragspotential und eine überdurchschnittliche Ertragssicherheit aus. Es handelt sich fast ausschließlich um Lößböden, auf denen sich Pseudogley-Parabraunerden, Parabraunerden und in den Niederungen Gleye und Niedermoore entwickelt haben. Die guten Voraussetzungen bewirken hohe Anteile an landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Rund 75 % der Gesamtfläche der Standortumgebung werden landwirtschaftlich genutzt. Die forstwirtschaftliche Nutzung beträgt nur wenige Prozent. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche besteht zu mehr als 90 % aus Ackerland. Der Grünlandanteil beträgt etwa 4 %. Die günstigen Standortverhältnisse lassen den Anbau aller Feldfrüchte der Klimaregion zu. Überwiegend werden Weizen und Zuckerrüben angebaut. Die Erträge in der Standortregion übersteigen deutlich den Landesdurchschnitt Niedersachsens /247/.

Zur Oberflächenwassernutzung im Bereich von Aue/Erse und Aue/Oker-Kanal sind 36 Entnahmestellen für Beregnungswasser vorhanden. Die jährlich zur Beregnung zu entnehmende Wassermenge beträgt bis zu 149.000 m<sup>3</sup> /263/.

Der geringe Grünlandanteil, hohe Ackererträge und eine relativ günstige Betriebsstruktur bewirken, daß die Viehhaltung in der Standortumgebung keine große Bedeutung hat.

Die Fischereirechte am Zweigkanal Salzgitter sind an eine Interessengemeinschaft verpachtet. Ansonsten kommt der Fischerei in der Umgebung der Schachanlage Konrad keine Bedeutung zu. Jagdbare Wildarten sind hier im wesentlichen Reh, Fasan, Kaninchen und Hase.

Im 5-km-Bereich um den Standort liegen nach Angaben im Plan /1/ die Landschaftsschutzgebiete "Beddinger Holz und Langes Holz", "Sonnenberger Holz und Wierther Holz" und "Aue-Dummbbruchgraben und Pferdekoppel/Wüstung Glinde". Außerdem sind im 5-km-Umkreis um den Standort noch die Bereiche "Hallendorfer Holz", "Dummes Bruch" und der Bereich "Ellernbruch" als Landschaftsschutzgebiete geplant. In nordwestlicher Richtung vom Standort beginnt in etwa 5 km Entfernung das Naturschutzgebiet "Lengeder Teiche".

Angaben zur Nutzung des Grundwassers in der Standortumgebung als Trink-, Brauch- und Beregnungswasser werden im Kapitel 1.8 dieses Gutachtens gemacht.

### Bewertung

Die Angaben zur Boden- und Wassernutzung in der Umgebung des Standortes des geplanten Endlagers haben keine sicherheitstechnische oder radiologische Bedeutung für die Bewertung des Vorhabens. Sie sind jedoch wichtig zur Beurteilung, ob zusätzlich zu den in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Expositionspfaden standortspezifisch weitere Expositionspfade zu berücksichtigen sind oder außer Betracht gelassen werden können. Wir verweisen dazu auf unsere Ausführungen im Kap. 3.7 dieses Gutachtens.

Wir haben die Angaben des Antragstellers zur Boden- und Wassernutzung in der Standortumgebung geprüft und können sie bestätigen. Ein Vergleich der Angaben des Antragstellers mit den aktuellen Daten hat keine wesentlich neuen Erkenntnisse

gebracht. Aussagen zur Oberflächenwassernutzung im Bereich der Aue/Erse und des Aue/Oker-Kanals haben wir hinzugefügt.

Die Ergebnisse unserer Begutachtung der möglichen radiologischen Auswirkungen des geplanten Endlagerbetriebes zeigen, daß sowohl im bestimmungsgemäßen Betrieb als auch bei Störfällen die Anforderungen der Strahlenschutzverordnung eingehalten werden können (siehe Kap. 3.7 und 5.6 dieses Gutachtens) und deshalb keine unzulässige Beeinträchtigung der Boden- und Wassernutzung in der Umgebung des Standortes zu erwarten ist.

### 1.5 Gewerbe- und Industriebetriebe

Der Antragsteller hat im Plan /1/ Angaben zu Gewerbe- und Industriebetrieben in der Umgebung der Schachtanlage Konrad gemacht.

Innerhalb des Stadtgebietes von Salzgitter befinden sich nach Auskunft der Industrie- und Handelskammer Braunschweig /248/ 81 Betriebe mit mehr als 10 Beschäftigten und 7 Betriebe mit mehr als 1000 Beschäftigten. Davon liegen im 5-km-Umkreis des Schachtes Konrad 2 insgesamt 46 Betriebe mit mehr als 10 Beschäftigten und 4 Betriebe mit mehr als 1000 Beschäftigten. Die Preussag Stahl AG südlich der Schächte hat rund 9000 Beschäftigte, die Volkswagenwerke AG östlich Salzgitter-Bedingen rund 9700 Beschäftigte, die MAN Nutzfahrzeuge AG rund 4100 Beschäftigte sowie die Linke-Hofmann-Busch GmbH rund 2600 Beschäftigte (beide befinden sich ebenfalls südlich der Schächte). Die Betriebsgebäude benachbarter Industriebetriebe sind mehr als 500 m vom Schacht Konrad 2 entfernt.

Der Antragsteller ist im Plan /1/ nicht auf den Umgang mit explosionsfähigen Stoffen in der Umgebung der Schachtanlage Konrad eingegangen. Er hat aber in einer erläuternden Unterlage /EU 131/ Angaben dazu gemacht, die wir im folgenden zusammengefaßt darstellen. Danach werden im 5-km-Umkreis um Schacht Konrad 2 in einem der Besiedelung und der Industrialisierung entsprechenden Umfang explosionsfähige und brennbare Stoffe transportiert und gelagert.

Auf dem vorhandenen Straßennetz finden in unregelmäßigen Abständen Transporte von Vergaser- und Dieselmotortreibstoff, Heizöl und Flüssiggas statt. Die Tankfahrzeuge haben eine Beförderungskapazität zwischen  $7 \text{ m}^3$  und  $30 \text{ m}^3$ . Außerdem wird flüssiger Sauerstoff mit Spezialfahrzeugen mit einem Tankinhalt von etwa  $17,5 \text{ m}^3$  transportiert.

Die auf den Schienenwegen der Deutschen Bundesbahn und der Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter (VPS) transportierten explosionsfähigen und entzündbaren Stoffe sind weitgehend mit den auf den Straßen transportierten identisch. Die Beförderung von Benzin, Benzol, Dieselmotortreibstoff und Heizöl erfolgt in Kesselwagen mit ca.  $65 \text{ m}^3$  Fassungsvermögen (ca. 52 Tonnen). Flüssigsauerstoff wird in Waggons mit etwa  $30 \text{ m}^3$  bis  $40 \text{ m}^3$  Tankinhalt und Wasserstoff in Waggons mit ca.  $15 \text{ m}^3$  Tankinhalt ( $2500 \text{ m}^3$  bis  $3000 \text{ m}^3$  Gas; 200 bar) transportiert. Die VPS befördern auf ihrem Netz Treibstoffe, Heizöl und Benzol sowie in geringem Umfang Sauerstoff und Wasserstoff.

Auf dem Zweigkanal Salzgitter werden Dieselmotortreibstoff und Heizöl zu den Hafenanlagen Beddingen und Salzgitter transportiert. Am Hafen Beddingen etwa 2,5 km entfernt von Schacht Konrad 2 wird ein Tanklager für Treibstoffe und Heizöl betrieben. Ein weiteres Tanklager für Heizöl befindet sich auf dem Gelände der Stahlwerke etwa 1 km vom Schacht Konrad 2 entfernt.

Auf dem Betriebsgelände der Firma Linde AG werden flüssiger Sauerstoff in zwei Tanks mit je  $650 \text{ m}^3$  Inhalt und Wasserstoff in drei Tanks mit je  $30 \text{ m}^3$  Inhalt gelagert. Die Entfernung zu Schacht Konrad 2 beträgt etwa 1,5 km.

Auf dem Gelände der Stahlwerke werden mehrere Gasleitungsnetze zur Versorgung der verschiedenen Betriebsteile mit Gichtgas, Koksofengas, Stahlgas und Erdgas betrieben. Die zugehörigen Speicherbehälter für Gichtgas ( $100.000 \text{ m}^3$ ), Koksofengas ( $50.000 \text{ m}^3$ ) und Stahlgas ( $65.000 \text{ m}^3$ ) sind mehr als 1,4 km von Schacht Konrad 2 entfernt. Keine der Rohrleitungen führt näher als etwa 500 m an die geplanten Tagesanlagen von Schacht Konrad 2 heran.

Im 5-km-Umkreis um Schacht Konrad 2 sind mehrere Erdgas-Fernleitungen sowie eine Reihe von Anschlußleitungen für Ortsteile und Großbetriebe verlegt. Diese Leitungen

haben mit einer Ausnahme mehr als 500 m Abstand zu Schacht Konrad 2. Die geringste Entfernung zu einer am Westufer des Zweigkanals verlegten Erdgasleitung beträgt 300 m.

Im Umkreis von 5 km um die Schachanlage Konrad gibt es keine militärischen Anlagen.

### Bewertung

Wir haben die wesentlichen Angaben des Antragstellers zu den Gewerbe- und Industriebetrieben sowie zum Umgang mit explosionsfähigen Stoffen geprüft und können sie bestätigen. Die Daten zur Anzahl der Betriebe haben wir auf der Grundlage der statistischen Erhebung der Industrie- und Handelskammer /248/ aktualisiert.

In Industrieanlagen und auf Transportwegen ist mit Explosionen zu rechnen, wenn es bei der Lagerung, der Handhabung oder dem Transport explosionsfähiger Stoffe zu Unfällen kommt. Das Unfallereignis Explosionsdruckwelle von außen wird in der Bundesrepublik in Genehmigungsverfahren für kerntechnische Anlagen generell dem Bereich des Restrisikos zugeordnet. Die Angaben über die Gewerbe- und Industriebetriebe beschreiben die derzeitigen Verhältnisse in der Umgebung des Standortes. Wir haben untersucht, ob standortbedingt eine wesentlich höhere Gefährdung durch Explosionsdruckwellen gegeben ist als an anderen Standorten kerntechnischer Anlagen.

Erdgas besteht fast vollständig aus Methan, das im Vergleich zu anderen brennbaren Gasen sehr reaktionsträge ist. Die obere Zündgrenze liegt bei 15, die untere Zündgrenze bei 5 Volumenprozent. Methan bzw. Erdgas ist als freie Wolke auch in optimaler Mischung mit Luft nicht detonationsfähig. Innerhalb der Zündgrenzen kann allerdings eine Deflagration stattfinden, bei der der Spitzenüberdruck unter 0,3 bar, nach aller Erfahrung aber unter 0,1 bar bleibt. Da das Erdgas in der Leitung unter hohem Druck steht, kommt es beim Ausströmen aus einer Leckstelle durch Turbulenzen zu einer erheblichen Einmischung von Luft in den Gasstrahl, so daß bereits an der Freisetzungsstelle ein zündfähiges Gemisch entsteht. Der Transport mit dem Wind vom Ort einer Leckage führt dann rasch zu einer weiteren Verdünnung unterhalb der Zündfähigkeit des Gemisches.



Die am Westufer des Zweigkanals verlaufende Erdgasleitung ist in einer Tiefe von 1,2 m unter dem Betriebsweg des Zweigkanals verlegt. Die kürzeste Entfernung zu den Gebäuden von Schacht Konrad 2 beträgt etwa 300 m. Gasfreisetzungen aus diesem Gasleitungsabschnitt sind denkbar durch korrosionsbedingte Leckagen oder Beschädigungen bei Bauarbeiten im Bereich der Kanalböschung. Erdgasleitungen werden regelmäßig auf Leckagen überwacht. Bauarbeiten im Bereich der Kanalböschung bedürfen der Genehmigung durch die zuständigen Behörden. Es ist daher extrem unwahrscheinlich, daß es zu einer massiven Gasfreisetzung mit anschließender Explosion aus dieser Gasleitung mit erheblichen Auswirkungen im Nahbereich von Schacht Konrad 2 kommt. Trotzdem haben wir dieses Unfallereignis unterstellt und die radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung untersucht. Wir verweisen dazu auf Kap. 5.3.3 dieses Gutachtens und unsere Stellungnahme zu Restrisikoereignissen.

Im Bereich des Bahnhofs Hütte Nord auf dem Gelände der Stahlwerke grenzen die Gleisanlagen der VPS unmittelbar an das Anlagengelände von Schacht Konrad 2 an. Auf diesen Gleisen werden regelmäßig mehrmals täglich Transporte flüssiger Hochofenschlacke von den Stahlwerken zur Schlackenverwertung durchgeführt. Wir haben uns im Rahmen einer Standortbegehung 1993 über die aktuelle Situation in der unmittelbaren Umgebung von Schacht Konrad 2 informiert. Wegen der vorhandenen Abstände ist eine Gefährdung des geplanten Endlagers durch die Schlacken Transporte nicht gegeben (siehe Kap. 5 dieses Gutachtens).

Eine Explosionsdruckwelle nach einem Unfall beim Transport von Flüssiggas auf den Gleisanlagen des Bahnhofs Hütte Nord könnte zu erheblichen Schäden an den Gebäuden auf dem Gelände von Schacht Konrad 2 führen. Nach Auskunft der VPS werden über die Gleisanlagen des Bahnhofs Hütte Nord keine explosionsfähigen Stoffe wie z.B. Flüssiggas transportiert. Völlig auszuschließen sind solche Transporte jedoch nicht. Die Gleisanlagen, auf denen regelmäßig explosionsfähige Stoffe befördert werden, verlaufen mehr als 500 m von Schacht Konrad 2 entfernt.

Die Lagerbehälter und Rohrleitungen für explosionsfähige Gase auf dem Gelände der Stahlwerke stellen wegen der Abstände von mehr als 500 m und der Art der Gase keine besondere Gefährdung für die Tagesanlagen von Schacht Konrad 2 dar. Die Rohrleitungsnetze werden als Teil einer Industrieanlage überwacht und gewartet.

Sollte es durch ein Stöfallereignis zu einer massiven Gasfreisetzung kommen, ist nach unseren Berechnungen davon auszugehen, daß eine Zündung wegen der vorhandenen Zündquellen im Nahbereich der Freisetzung erfolgt und eine mögliche Druckwelle im Bereich von Schacht Konrad 2 auf weniger als 0,1 bar abgeklungen ist und keine wesentlichen Schäden an Gebäuden des Endlagers auftreten.

Bei Kernkraftwerken werden zur Begrenzung des Restrisikos Anlagenteile, die erforderlich sind, den Reaktor abzuschalten, ihn im abgeschalteten Zustand zu halten, die Nachwärme abzuführen und eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe zu verhindern, standortunabhängig gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen ausgelegt. Zusätzlich werden Sicherheitsabstände gefordert. Die Gebäude und Anlagenteile des geplanten Endlagers haben wegen des geringen Gefährdungspotentials keine derartigen Sicherheitsfunktionen. Aus den Standortverhältnissen in der Umgebung von Schacht Konrad 2 läßt sich keine höhere Eintrittswahrscheinlichkeit für das Unfallereignis Explosionsdruckwelle herleiten als an Standorten von Kernkraftwerken an Flüssen, auf denen regelmäßig explosionsfähige Stoffe transportiert werden. Trotzdem haben wir ein solches Unfallereignis unterstellt und die radiologischen Auswirkungen in der Umgebung untersucht. Wir verweisen dazu auf das Kap. 5.3.3 dieses Gutachtens und unsere Stellungnahme zu den möglichen radiologischen Auswirkungen eines unterstellten Flugzeugabsturzes auf die überträgigen Anlagen des geplanten Endlagers Konrad /113/.

### 1.6 Verkehrswege

Nach Angaben des Antragstellers im Plan /1/ und nach einer ergänzenden Unterlage /EG 56/ soll die Straßenanbindung von Schacht Konrad 2 über eine neu zu errichtende Zufahrtsstraße von der südlichen Fahrbahn der Industriestraße Nord erfolgen. Gleichzeitig wird die Industriestraße Nord ab dem Zweigkanal Salzgitter bis kurz vor der Ausfahrt Beddingen neu gestaltet.

Die Industriestraße Nord zweigt bei Salzgitter-Engelnstedt von der Autobahn A 39 ab und führt etwa 1 km nördlich am Schacht Konrad 2 vorbei. Zwischen dem überregionalen Straßennetz und der Standortumgebung bestehen zwei wesentliche Verbindungen:

- von der Autobahn A 7 ab Autobahn-Dreieck Salzgitter über die A 39 zur Abzweigung der Industriestraße Nord,
- von der Autobahn A 2 ab Anschlußstelle Braunschweig-Nord über die A 391 und A 39 zur Abzweigung der Industriestraße Nord.

Die Umgebung des Standortes ist über die Bahnstrecken Nordstemmen-Hildesheim-Braunschweig und Braunschweig-Seesen an das Fernstreckennetz der Deutschen Bahn AG angebunden. Die eingleisige, elektrifizierte Strecke Nordstemmen-Hildesheim-Braunschweig führt etwa 2 bis 3 km nördlich am Standort vorbei. Von der Strecke Braunschweig-Seesen zweigt nördlich von Salzgitter-Drütte eine Bahnlinie ab. Diese Bahnlinie der Deutschen Bahn AG, die nur zum Güterverkehr dient, bindet im Bereich von Groß-Gleidingen in die Strecke Braunschweig-Hildesheim-Nordstemmen ein.

Die Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter unterhalten im Standortbereich ein Schienennetz, das im Bereich des Übergabebahnhofes Beddingen an die Strecke Groß-Gleidingen-Salzgitter-Drütte der Deutschen Bahn AG angebunden ist. Nach den Angaben im Plan /1/ und in einer ergänzenden Unterlage /EG 56/ wird der Schacht Konrad 2 über eine Neubaustrecke auf dem Werksgelände der Stahlwerke Salzgitter an das Schienennetz der Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter angeschlossen. Die Transporte zur geplanten Anlage werden auf dem Übergabebahnhof Beddingen zusammengestellt.

Im Bereich des Standortes befindet sich in westlicher Richtung in etwa 170 m Entfernung von der Geländegrenze von Schacht Konrad 2 der Zweigkanal Salzgitter. Der Zweigkanal Salzgitter stellt über die Verbindung zum Mittellandkanal und über diese zum Elbe-Seitenkanal einen Anschluß des Standortbereiches an das nationale und internationale Wasserstraßennetz her. Die Transporte auf diesen Wasserstraßen erfolgen mit Schiffen von 400 t bis 1350 t Tragfähigkeit. Schub- und Gelenkverbände für Kohle können bis zu 2000 t befördern. Der Zweigkanal endet am südlichen Teil des Geländes der Stahlwerke Salzgitter und dient im Bereich von Schacht Konrad 2 im wesentlichen der Versorgung der Stahlwerke mit Kohle und Erz. Flüssiggas oder sonstige explosionsfähige Stoffe in nennenswerten Mengen werden dort per Schiff nicht transportiert. Für die Anlieferung von Abfallgebinden zum geplanten Endlager Konrad hat der Zweigkanal keine Bedeutung.

Nach der Erstellung des Plans /1/ hat sich im Bereich Luftverkehr eine Reihe von Änderungen ergeben. Wir beschreiben deshalb im folgenden die aktuelle Situation.

Im Umkreis von 50 km um den Standort gibt es keine internationalen Verkehrsflughäfen und Militärflugplätze mit Kontrollzone. Der Verkehrsflughafen Braunschweig liegt etwa 17 km nordöstlich vom Standort. Außerdem liegen in der näheren Standortumgebung der Verkehrslandeplatz Salzgitter-Drütte und der Sonderlandeplatz Salzgitter-Schäferstuhl sowie die Segelfluggelände Salzgitter und Wolfenbüttel. Die Kontrollzone des Flughafens Hannover beginnt etwa 45 km nordwestlich vom Standort. Der dem Schacht Konrad 2 nächstgelegenen Flugplatz Salzgitter-Drütte ist für Flugzeuge bis 2000 kg und Hubschrauber bis 6000 kg zulässigem Gesamtgewicht zugelassen /249/. Schacht Konrad 2 liegt 2 km nordwestlich dieses Flugplatzes, wird aber bei Einhaltung der vorgeschriebenen Flugwege nicht überflogen.

Im Luftraum über dem Standort verlaufen die Flugverkehrsstrecken B293 und B96/G9 /250/. Die Mindestflughöhe beträgt 5000 ft/1500 m über NN. Weitere Flugverkehrsstrecken führen mehr als 15 km am Standort vorbei. Etwa 20 km südlich vom Standort verläuft in Ost-West-Richtung eine militärische Nachttiefflugstrecke.

Die im Plan /1/ erwähnte Flugüberwachungszone (ADIZ) im Bereich des Standortes wurde in Folge der deutschen Einheit 1990 an die Staatsgrenze zu Polen verlegt. Die zwischenzeitlich eingerichtete Entflechtungszone wurde 1994 aufgehoben /275/. Der Standort liegt nicht innerhalb eines festgelegten Tieffluggebietes (AREA). Militärische Strahlflugzeuge müssen beim Überfliegen des Standortes eine Mindesthöhe von 1000 ft (ca. 300 m) einhalten.

### Bewertung

Die Angaben zu den Verkehrsverhältnissen in der Umgebung des Standortes beschreiben neben der allgemeinen Verkehrssituation die Verkehrsanbindung der Anlage, wobei nicht nur betriebliche Belange sondern auch die Zugänglichkeit bei Notfällen von Bedeutung sind.

Die Unfallereignisse Explosionsdruckwelle von außen und Flugzeugabsturz werden in der Bundesrepublik in Genehmigungsverfahren für kerntechnische Anlagen generell dem Restrisikobereich zugeordnet. Die Verkehrsverhältnisse müssen daraufhin überprüft werden, ob standortbedingt eine wesentlich höhere Gefährdung durch Explosionsdruckwellen bei Transportunfällen oder durch einen Flugzeugabsturz anzunehmen ist als an anderen Standorten.

Wir haben die Angaben des Antragstellers zu den Verkehrsverhältnissen überprüft und, soweit erforderlich, den aktuellen Stand beschrieben. Die Schächte Konrad 1 und 2 haben Straßen- und Gleisanschluß. Die Verkehrsanbindung von Schacht Konrad 2 wird den betrieblichen Anforderungen des Einlagerungsbetriebes angepaßt. Eine zweite Zufahrtmöglichkeit zum Gelände von Schacht Konrad 2 über das Werkstraßennetz der Stahlwerke ist vorhanden.

Eine standortspezifische Gefährdung der Anlage durch mögliche Druckwellenereignisse beim Transport von explosionsfähigen Stoffen auf Verkehrswegen außerhalb des Geländes der Stahlwerke ist wegen der vorhandenen Abstände nicht gegeben. Auf Transporte durch VPS auf dem Hüttengelände sind wir bereits im vorigen Kapitel eingegangen.

Im Nahbereich der Schachtanlage Konrad gibt es keine Militärflugplätze und keine militärischen Nachttiefflugstrecken, so daß die Wahrscheinlichkeit des Absturzes eines schnellfliegenden Militärflugzeugs im Bereich der Schachtanlage Konrad nicht höher ist als im Mittel in der Bundesrepublik. Die Absturzhäufigkeit von Großflugzeugen der kommerziellen Luftfahrt im Instrumentenflugverkehr auf Luftverkehrsstrecken ist in der Bundesrepublik generell um mehr als eine Größenordnung geringer als die von militärischen Strahlflugzeugen.

Schacht Konrad 2 liegt nicht in der Verlängerung der Startbahn des Verkehrslandeplatzes Salzgitter-Drütte, so daß eine Gefährdung durch Unfälle in der Start- und Landephase nicht gegeben ist. An- und Abflüge erfolgen auf vorgeschriebenen Flugrouten, der sogenannten Platzrunde. Alle Teile der z.Zt. geltenden Platzrunde führen in mehr als 2 km Entfernung am Schacht Konrad 2 vorbei. Es ist daher sehr unwahrscheinlich, daß ein Absturz beim Befliegen der Platzrunde auf das Gelände des geplanten Endlagers erfolgen könnte. Außerdem ist wegen der in der Platzzulassung festgelegten Gewichtsbeschränkungen und der geringen Treibstoffmengen das mögliche Schadensausmaß gering im Vergleich zu dem eines militärischen Strahlflugzeuges.

Aus den Flugverkehrsverhältnissen in der Umgebung von Schacht Konrad 2 läßt sich keine höhere Eintrittswahrscheinlichkeit für einen Flugzeugabsturz auf die obertägigen Anlagen des Endlagers herleiten als sie im Mittel für andere Standorte in

der Bundesrepublik anzunehmen wären. Trotzdem haben wir ein solches Unfallereignis unterstellt und die radiologischen Auswirkungen in der Umgebung untersucht. Wir verweisen dazu auf das Kap. 5.3.2 dieses Gutachtens und unsere Stellungnahme zu einem unterstellten Flugzeugabsturz auf die überträgigen Anlagen des geplanten Endlagers Konrad /113/.

### 1.7 Meteorologische Verhältnisse

Meteorologische Standortdaten werden mit der Zielsetzung zusammengetragen, eine Aussage über die Ausbreitungsverhältnisse für Schadstoffe zu gewinnen.

Die meteorologischen Kenndaten, die für eine Ausbreitungsrechnung benötigt werden, werden in langjährigen Meßreihen gewonnen. Die AVV /7/ verlangt z.B. eine mindestens fünfjährige Ausbreitungsstatistik. Diese Kenndaten stehen nicht an jedem beliebigen Standort zur Verfügung. Falls erforderlich, müssen die Daten in sinnvoller Weise von benachbarten meteorologischen Beobachtungsstationen übertragen werden. Dieses ist grundsätzlich möglich und auch üblich.

Der Antragsteller hat im Plan /1/ und in einer ergänzenden Unterlage /EU 376/ meteorologische und klimatische Verhältnisse für den Standort zusammengestellt, die im wesentlichen auf Messungen des Deutschen Wetterdienstes in Braunschweig-Völkenrode (13 km nördlich vom Standort) und in Vallstedt (5 km nordwestlich vom Standort) beruhen.

Angaben über die voraussichtliche Häufigkeit von Windgeschwindigkeiten am Standort gewinnt der Antragsteller aus Messungen in Braunschweig-Völkenrode, die in 10 m Höhe über der Geländeoberfläche gewonnen wurden. Hieraus wird eine mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe von ca. 3,5 m/s berechnet.

Die Häufigkeit des Windes in einzelnen Sektoren der Windrose von Braunschweig vergleicht der Antragsteller mit Messungen in Hamburg und Bremen. Weiterhin wird die Häufigkeit für das Auftreten von Stabilitätsklassen in der Atmosphäre an verschiedenen Standorten im Norddeutschen Raum gegenübergestellt. Aus diesen Vergleichen und den orographischen Verhältnissen am Standort zieht der Antragsteller den Schluß, daß

eine Verwendung der Ausbreitungsklassenstatistik von Braunschweig-Völkenrode auch am Standort gerechtfertigt ist.

Für die Niederschläge zieht der Antragsteller Meßreihen in Vallstedt und Völkenrode über verschiedene Zeitabschnitte heran. Die Angaben für den jährlichen Mittelwert reichen von 599,7 mm/a in Vallstedt für die Jahre 1951 bis 1980 bis zu einem Mittelwert von 647,3 mm/a in Völkenrode im Zeitraum von 1979 bis 1988. Am Standort (Schacht 1) wurden nach der Unterlage /EU 472/ im Mittel über 1985 - 1990 462,2 mm/a gemessen.

Angaben über Inversionen wurden aus Hannover auf den Standort übertragen. Angaben zu den allgemeinen klimatographischen Daten am Standort wie mittlere Tagesmittel der Temperatur, mittlere relative Luftfeuchte und Tage mit Nebel wurden vom Standort Braunschweig-Völkenrode übertragen.

Zu einem späteren Zeitpunkt wurden mit der Unterlage /EU 472/ auch die nichtamtlichen meteorologischen Daten der Meßeinrichtungen an dem Schacht Konrad 1 vorgestellt, die in einem sechsjährigen Zeitraum von 1985 bis 1990 gewonnen wurden. Der Antragsteller hat in der Unterlage /EU 473/ die Ausbreitungsrechnungen, die auf diesen Standortdaten basieren, mit den Ausbreitungsrechnungen, die auf den meteorologischen Daten aus Völkenrode basieren, verglichen und kommt zu dem Ergebnis, daß die Übertragung der meteorologischen Daten gerechtfertigt war.

### Bewertung

Da die übertragenen meteorologischen Daten für eine Ausbreitungsrechnung verwendet werden, erstreckt sich unsere Prüfung der Übertragbarkeit schwerpunktmäßig auf ausbreitungsrelevante meteorologische Parameter. Hierbei ist - im Vorgriff auf Ergebnisse späterer Kapitel in diesem Gutachten - zu berücksichtigen, daß die Freisetzungshöhe für Schadstoffe ca. 45 m beträgt, also noch bodennah ist, und der wesentliche Teil der Dosis durch Gase (nämlich durch Radon und C-14-Verbindungen) hervorgerufen wird. Folgende Parameter sind bei dieser Sachlage ausbreitungsrelevant:

- der 30°-Sektor mit der größten Windrichtungshäufigkeit,
- die mittlere Windstärke am Standort,
- Häufigkeit für das Auftreten der Ausbreitungsklassen (und damit zusammenhängend die Häufigkeit des Bedeckungsgrades des Himmels mit Wolken).

Weniger wichtig ist wegen der niedrigen Emissionshöhe die Häufigkeit von abgehobenen Inversionen mit Höhen größer als 100 bis 300 m. Sie haben wegen der geringen Emissionshöhe keinen Einfluß auf den maximalen Langzeitausbreitungsfaktor und seine Entfernung von der Anlage. Weniger wichtig ist auch die Genauigkeit der Übertragung von Niederschlagsdaten, weil der wesentliche Teil der Dosis nicht durch Washout-Effekte hervorgerufen wird.

Das norddeutsche Tiefland liegt in einer einheitlichen Klimazone, in der westliche bis südwestliche Winde vorherrschend sind. Dies ist aus vielen meteorologischen Beobachtungsreihen bekannt /276, 277/. Die maximale Richtungshäufigkeit des Windes im 30°-Sektor liegt in diesem Gebiet zwischen ca. 16 und 19 % für westliche bis südwestliche Winde. Erst durch den Einfluß des Mittelgebirges werden in Bodennähe deutliche Abweichungen von der vorherrschenden Westwinddominanz festgestellt. Meßreihen über unterschiedliche 5 bis 10 Jahreszeiträume am gleichen Standort weisen Unterschiede von 1 bis 2 % (absolut) im 30°-Sektor mit der größten Richtungshäufigkeit auf. Sie sind also nur wenig kleiner als die oben genannten räumlichen Unterschiede von 3 %. Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, daß eine größere absolute Genauigkeit in der maximalen Richtungshäufigkeit als 1 % schwer zu erzielen ist und daß für Aussagen der Übertragbarkeit gleiche Zeitreihen sehr wichtig sind.

Die Übertragung der Windmessungen von Braunschweig-Völkenrode auf den Standortbereich (13 km südlich Völkenrode) setzt voraus, daß keine orographischen Hindernisse das Windfeld in Bodennähe beider Orte beeinflusst. In der Umgebung von Völkenrode und zwischen Völkenrode und dem Standort ist das Gelände weitgehend eben. Im Südosten des Standortes liegt in ca. 8 km Entfernung der Höhenzug Oderwald, der von Nord nach Süd verläuft und dessen Kamm sich ca. 100 m über dem Standortniveau befindet. In ca. 9 km Entfernung in südwestlicher Richtung vom Standort liegt der Höhenzug Lichtenberge, der im nördlichen Teil ost-westlich verläuft und 100 bis 150 m über dem Niveau des Standortes liegt. Diese Erhebungen haben aufgrund der großen Entfernung und kleinen Höhendifferenz nur einen geringen Einfluß auf die Windrichtungsverteilung und Geschwindigkeit.

Wie aus dem Klimaatlas /276/ von Niedersachsen abzulesen ist, treten nördlich des Harzes im Standortbereich westliche Windrichtungen häufiger und dafür nordwestli-



che und südwestliche weniger häufig auf als an Wetterstationen im norddeutschen Flachland, was mit der Umströmung des Harzes zu erklären ist. Der Vergleich der Häufigkeiten von Windrichtungen in den 30°-Sektoren zwischen den Messungen am Standort, in Völkenrode und in Hannover (Reihe 1951 bis 1970) zeigt im Bild 1.7-1 einerseits eine gute Übereinstimmung zwischen dem Standort und Völkenrode und andererseits die typische Abweichung in der Richtungshäufigkeit zwischen Hannover und dem nördlichen Harzvorland, wie sie schon aus dem Klimaatlas herauszulesen ist. Wir haben daher keinen Zweifel an der Verwendbarkeit der amtlichen Windrichtungsverteilung des Deutschen Wetterdienstes von Völkenrode für den Standort.

In einem Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium /278/ zitiert der Deutsche Wetterdienst seine "Qualifizierte Prüfung der Übertragbarkeit einer Ausbreitungsklassenstatistik" für das Labor für Geoanalytik Hildesheim. In dem Prüfergebnis kommt der Wetterdienst zu dem Ergebnis, daß die Windregistrierungen von Braunschweig auch repräsentativ für den Standort erscheinen. Er weist gleichzeitig darauf hin, daß Orographie in der engeren Umgebung, Bewuchs und Bebauung Änderungen im Richtungsfeld des Windes verursachen können.

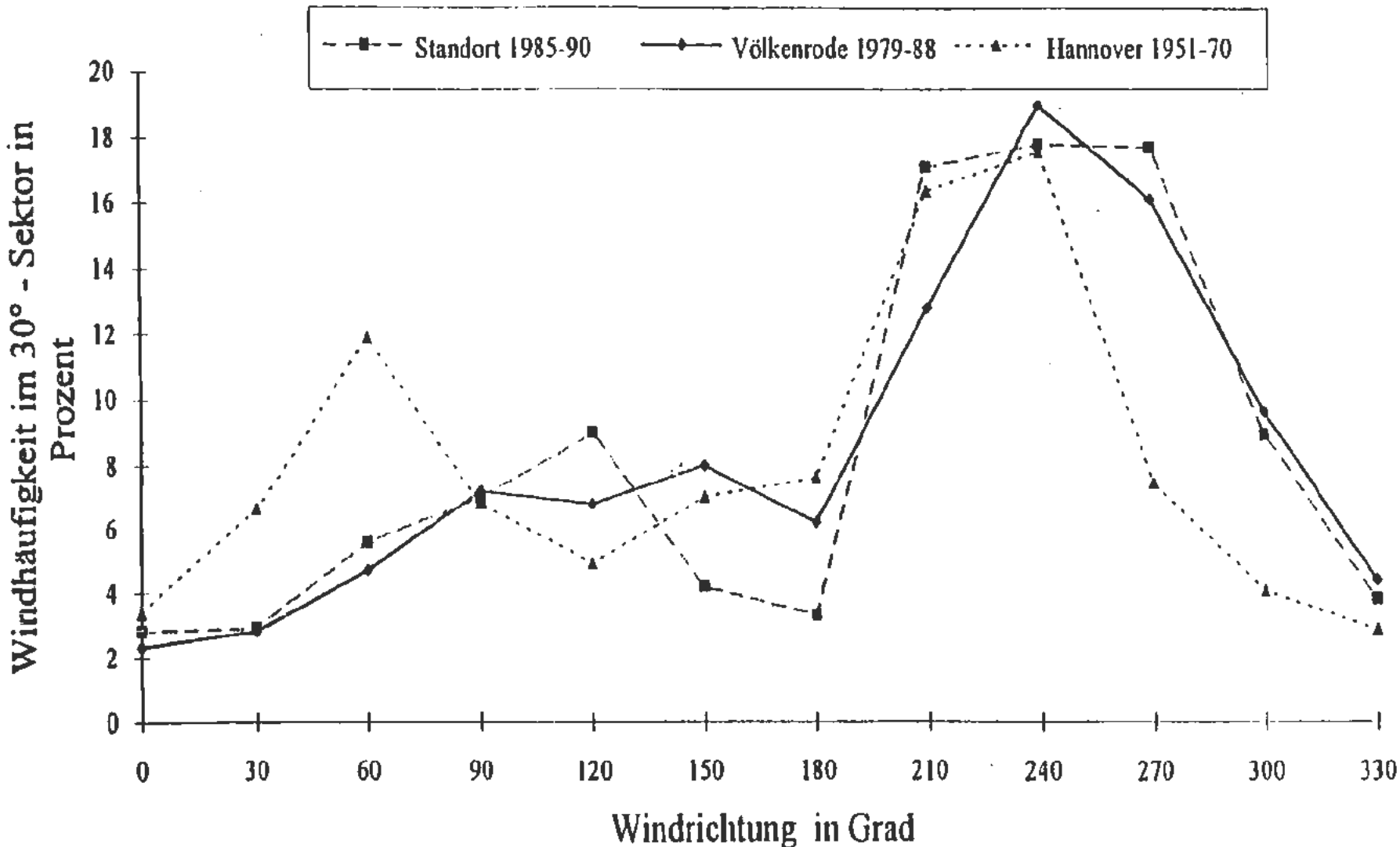
In der Emissionshöhe von 45 m sind die Beeinflussungen durch die engere Umgebung oder den Bewuchs vernachlässigbar. Wir nehmen deshalb am Standort die gleichen mittleren Windstärken im Hauptausbreitungssektor an wie an der Wetterstation Braunschweig-Völkenrode. Der Einfluß des Gebäudekomplexes selbst wird entsprechend den Vorgaben der AVV /7/ bei der Berechnung von Ausbreitungsfaktoren berücksichtigt (siehe Kap. 3.7 dieses Gutachtens).

Die Häufigkeit für das Auftreten der Ausbreitungsklassen wird einerseits durch die Windstärkenverteilung und andererseits durch den Bedeckungsgrad des Himmels mit Wolken bestimmt. Nach dem Klimaatlas /276/ nimmt der mittlere Bedeckungsgrad von Braunschweig in Richtung Süden bis zum Harz zu. Im Bereich des Standortes ist noch keine allgemeine Änderung des Bedeckungsgrades erkennbar. Deutlich wird der Einfluß des Harzes erst südlich der Linie Lichtenberge-Oderwald. Damit ist die Häufigkeit für das Auftreten der Ausbreitungsklassen am Standort durch die Ausbreitungsklassenstatistik in Braunschweig-Völkenrode erfaßt. Auf die Wahl der einzelnen Parameter für die Ausbreitungsrechnung gehen wir im Kapitel 3.7 dieses

Gutachtens näher ein. Dies gilt auch für die Niederschlagsmengen pro Ausbreitungssektor.

Die meteorologischen Daten /EU 472/, die am Standort Schacht Konrad 1 gesammelt und ausgewertet wurden, sind keine amtlich anerkannten Daten. Sie bestätigen aber unseres Erachtens, daß die Übertragung der für die Ausbreitungsrechnungen nach AVV 77/ benötigten Meßdaten aus Völkenrode auf den Standort Konrad gerechtfertigt ist.

Windrichtungshäufigkeit in 10 m Höhe



### 1.8 Hydrologische Verhältnisse

Die hydrologischen Verhältnisse sind im Plan /1/ ausführlich dargestellt. Die folgenden Angaben sind, soweit nicht anders zitiert, dem Plan /1/ entnommen. Die Flüsse in der Umgebung des Standortes, wie Oker und Innerste, entstammen dem Harz oder, wie die Fuhse, dem Salzgitter-Höhenzug und dem Oderwald. Das engere Gebiet um die Schachanlage Konrad gehört hauptsächlich zum natürlichen Einzugsgebiet der Aue und ihrer Nebenflüsse. Die Aue, nördlich der Bundesautobahn A2 Erse genannt, gehört über die Fuhse und die Aller zum Einzugsgebiet der Weser.

Die Auequelle lag vor 1938 im Bereich des heutigen Betriebsgeländes der Firma Linke-Hofmann-Busch GmbH (LHB) südlich der Straße Salzgitter-Watenstedt/Salzgitter-Immendorf. Im Rahmen des Aufbaues der Stahlwerke wurde die Aue sowohl im Bereich des heutigen Betriebsgeländes LHB sowie im Gebiet des Werkes Salzgitter der Preussag Stahl AG (P+S) verrohrt. Heute hat die Aue ihren sichtbaren Ursprung im Ablauf der Kläranlage von P+S in Salzgitter-Beddingen, der bis zur Unterdükerung des Zweigkanals Salzgitter als "Lahmanngraben" bezeichnet wird. Nach der Unterdükerung erfolgt die Einleitung in das ursprüngliche, von Süden nach Norden verlaufende Auebett.

Die Oberflächenwasserscheide zwischen Oker und Aue befindet sich unmittelbar östlich des Werkes Salzgitter von P+S und verläuft von hier in Nord-Süd-Richtung über Salzgitter-Steterburg und die Stadtteile Geitelde und Broitzern der Stadt Braunschweig. Die Schachanlage Konrad liegt somit im Einzugsbereich der Aue, die bis zur Ortslage Salzgitter-Üfingen ein Gebiet von ca. 24 km<sup>2</sup> und bis zum Mittellandkanal ein Gebiet von ca. 105 km<sup>2</sup> Größe entwässert.

Im Bereich der Schachanlage Konrad liegt auch der Zweigkanal Salzgitter, der - abhängig von Lage und Ausbau - Wasser an den Untergrund abgeben oder als Vorfluter fungieren kann. Zwei Vorfluter, der Lammer Graben zwischen Wedtlenstedt und Bortfeld und der westliche Teil des Fuhsekanals, münden in den Zweigkanal Salzgitter; außerdem entwässert der Denstorfer Graben bei Hochwasserabflüssen teilweise in den Zweigkanal. Diese Einzugsgebiete haben eine Größe von zusammen ca. 40 km<sup>2</sup>. Der Fuhsekanal quert im Norden des Untersuchungsgebietes die Hauptwasserscheide und stellt eine Verbindung zwischen den Einzugsgebieten der Aue und der Oker her, ohne daß jedoch ein nennenswerter Durchfluß vorhanden ist.

Nach Angaben des Staatlichen Amtes für Wasser und Abfall Braunschweig /252/ beträgt der mittlere Abfluß der Aue am Pegel Vechelde  $0,74 \text{ m}^3/\text{s}$  (1982-1992). Die mittleren monatlichen Abflüsse weisen im Winterhalbjahr Schwankungen zwischen  $0,70$  und  $0,99 \text{ m}^3/\text{s}$  und im Sommerhalbjahr zwischen  $0,60$  und  $0,74 \text{ m}^3/\text{s}$  auf, wobei die höchste Wasserführung in den Monaten Januar bis April, die niedrigste in den Monaten August bis Oktober auftritt. Der mittlere Abfluß am Auslauf der Rückhaltebecken von P+S bei Salzgitter-Üfingen beträgt  $0,48 \text{ m}^3/\text{s}$  und weist kaum Unterschiede zwischen Winter- und Sommerhalbjahr auf.

In der Umgebung der Schachtanlage Konrad befinden sich mehrere Wassergewinnungsanlagen, die ausschließlich Grundwasser nutzen. Ein Schwerpunkt der zu Trinkwasserzwecken genutzten Grundwasserförderung von mehr als  $46.000.000 \text{ m}^3/\text{a}$  ist das Okertal südlich von Wolfenbüttel. Die Schutzzone III dieser Wassergewinnungsgebiete weist zum Schacht Konrad 2 eine geringste Entfernung von ca.  $6,5 \text{ km}$  auf, greift aber nicht auf das Einzugsgebiet des Aue/Erse-Systems über.

Außerhalb des Okertals befinden sich nördlich vom Standort weitere Trinkwassergewinnungsanlagen. Das Wasserwerk Lamme etwa  $10 \text{ km}$  nördlich von Schacht Konrad 1 hat eine maximale Jahresfördermenge von  $400.000 \text{ m}^3$ . Sein Trinkwasser-Schutzgebiet liegt im Einzugsgebiet des Lammer-Grabens, der in den Zweigkanal Salzgitter einmündet. Eine weitere Fassungsanlage bei Woltorf (ca.  $13 \text{ km}$  nordwestlich von Schacht Konrad 1) im Aue-Einzugsgebiet hat eine Jahresförderung von bis zu  $195.000 \text{ m}^3$ . Im Plan /1/ nicht erwähnt ist das Wasserwerk Wehnsen in der Gemeinde Edemissen im Einzugsgebiet der Aue/Erse. Für dieses Wasserwerk ist die Festlegung eines Trinkwasserschutzgebietes vorgesehen /160/.

Die seit 1938 in Betrieb befindlichen Wasserwerke auf dem Gelände von P+S bei Salzgitter-Bleckenstedt besitzen eine Erlaubnis für eine Grundwasserentnahme von  $3.700.000 \text{ m}^3/\text{a}$  /1/.

Mehrere Brunnen mit Bewilligung zur Grundwasserentnahme, die früher der örtlichen Trinkwasserversorgung dienten, werden inzwischen nur noch als Notversorgungsbrunnen genutzt. Im einzelnen sind dies Fassungsanlagen in Broitzem, Salzgitter-Lobmachersen, Salzgitter-Osterlinde und Salzgitter-Lebenstedt.

Neben den Wasserwerken beläuft sich im 10-km-Bereich um den Standort die Förderung von Grundwasser durch Industrie- und Gewerbebetriebe auf etwa 1.600.000 m<sup>3</sup>/a. Größere Verbraucher sind die Zuckerfabrik Wierthe (ca. 5 km nördlich von Schacht Konrad 1) mit ca. 600.000 m<sup>3</sup>/a sowie eine Anzahl von Betrieben in Wolfenbüttel und Braunschweig.

Für die landwirtschaftlichen Betriebe beträgt die zulässige Entnahme im betrachteten Gebiet (ca. 10-km-Bereich) maximal 1.500.000 m<sup>3</sup>/a. Das Grundwasser wird überwiegend zur Beregnung landwirtschaftlicher Nutzflächen im Bereich von Salzgitter-Üfingen, Braunschweig-Broitzem und Vechelde-Sierße genutzt.

### Bewertung

Die Begutachtung der hydrologischen Verhältnisse in der Umgebung der Schachtanlage Konrad erfolgt durch das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) /9/. Das NLfB bewertet neben den oberflächennahen Verhältnissen auch die geologische Lage und die Eigenschaften der Aquifere und Aquitarde für die Langzeitsicherheitsanalyse (s. Teil 2 unseres Gutachtens - Langzeitsicherheit). Aus dem Gutachten des NLfB /9/ ist zu entnehmen, daß einige der im Plan /1/ genannten und von uns wiedergegebenen Daten zur Grundwassernutzung nicht mehr zutreffen, da es in einigen Fällen neue Wasserrechte gibt, alte Wasserrechte teilweise gelöscht wurden oder sich bewilligte Fördermengen geändert haben.

Bei der Bewertung der hydrologischen Standortverhältnisse sind verschiedene Gesichtspunkte von Bedeutung. Das Anlagengelände sollte hochwassersicher sein, da sonst zusätzliche anlagentechnische Sicherheitsmaßnahmen erforderlich sind. Nach dem allgemein anerkannten Regelwerk des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern (DVGW) wäre der Betrieb einer kerntechnischen Anlage innerhalb einer festgelegten Trinkwasserschutzzone in der Regel nicht tragbar. Das geplante Endlager benötigt weder Kühlwasser aus dem Vorfluter, noch muß überschüssige Wärme abgeführt werden. Die Wasserführung des für die Ableitung radioaktiv kontaminierter Abwässer gewählten Vorfluters muß lediglich ausreichen, um die Anforderungen der Strahlenschutzverordnung hinsichtlich der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung zu erfüllen.

Der Standort ist wegen der vorhandenen Höhendifferenz zum Seitenkanal und der Aue hochwassersicher. Er liegt nicht in einem festgelegten Trinkwasserschutzgebiet, jedoch im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Bleckenstedt auf dem Betriebsgelände des Stahlwerkes Salzgitter. Da in den übertägigen Anlagen des geplanten Endlagers Konrad mit Ausnahme der Eigenabfälle des Endlagerbetriebes nur bereits konditionierte radioaktive Abfälle gehandhabt werden und zusätzlich bauliche Schutzmaßnahmen gegen das Eindringen von Aktivität in den Boden vorgesehen sind, haben wir bezüglich der hydrologischen Verhältnisse keine Bedenken gegen den Standort.

Die Wasserführung der Aue ist im Bereich der geplanten Abwassereinleitung zwar gering, reicht aber aus, um sicherzustellen, daß durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser die Dosisgrenzwerte des § 45 Abs. 1 StrlSchV nicht überschritten werden. Wir verweisen dazu auf das Kap. 3.7 dieses Gutachtens.

### **1.9 Geologie und Hydrogeologie**

Die als Endlager vorgesehene Eisenerzlagerstätte ist Teil der geologischen Struktur "Gifhorner Trog", deren erzführender Bereich von Salzgitter-Hallendorf bis in das Gebiet von Vorhop nördlich von Gifhorn reicht und sich über eine Länge von etwa 60 km erstreckt. Die Breite des Eisenerztroges liegt zwischen 8 km und 15 km. Die erzführende Schicht liegt im Bereich der Schachtanlage Konrad in einer Tiefe von etwa 1000 m und hat eine Mächtigkeit von 12 m bis 18 m. Der Erzbergbau begann 1961 und wurde 1976 wegen mangelnder Rentabilität eingestellt.

Der Antragsteller hat im Plan /1/ und in einer größeren Zahl erläuternder Unterlagen die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse, die zur Beurteilung der Eignung der Erzlagerstätte als Endlagerformation und der Langzeitsicherheit des Endlagers von Bedeutung sind, sehr ausführlich dargestellt.

Zur Eignung des Baugrundes liegt eine ausführliche Untersuchung und Gründungsberatung vor /EU 36.25, EU 503, EU 504/.

### Bewertung

Die geologischen Verhältnisse sind für die oberirdischen Anlagen des Endlagers lediglich hinsichtlich der Baugrundverhältnisse von Bedeutung. Einflüsse auf die untertägigen Anlagen werden vom Oberbergamt bewertet /10/.

Die Begutachtung der geologischen und hydrogeologischen Daten erfolgt durch das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) /9/. Hierzu gehört auch die Prüfung der Interpretation des Antragstellers der hydrogeologischen Situation des Standortes, die für die Durchführung der Langzeitsicherheitsanalysen erforderlich ist (s. Teil 2 unseres Gutachtens - Langzeitsicherheit). Das NLfB kommt bei der Begutachtung zusammenfassend zu dem Ergebnis, daß nach fachlicher Prüfung aus geowissenschaftlicher Sicht keine Erkenntnisse vorliegen, die der beabsichtigten Nutzung der Grube Konrad als Endlager für schwach radioaktive, gering wärmeentwickelnde Abfälle entgegenstehen.

Die Begutachtung der Baugrunduntersuchungen zu den Tagesanlagen Schacht Konrad 1 und 2 erfolgt vom Ingenieurbüro Professor Duddeck und Partner GmbH /109/. Zusammenfassend wird festgestellt, daß die durchgeführten Untersuchungen den vorhandenen Baugrundverhältnissen und den geplanten baulichen Anlagen genügen. Das Ingenieurbüro erhebt gegen die Errichtung der Tagesanlagen in der vorgesehenen Form keine Bedenken, sofern die Empfehlungen seines Gutachtens beachtet werden.

### 1.10 Seismologische Verhältnisse

Der Antragsteller hat die seismologischen Verhältnisse in der Umgebung der Schachtanlage Konrad untersucht und seine Ergebnisse einschließlich der ermittelten Lastannahmen für die übertägigen Anlagen und das Grubengebäude für das geplante Endlager Konrad ausführlich im Plan /1/ dargestellt.

Der Standort der Schachtanlage Konrad liegt nach der Einteilung der Bundesrepublik Deutschland in erdbebengeographische Einheiten im "Norddeutschen Tiefland", einem Gebiet mit sehr geringer Erdbebengefährdung. Auf der Grundlage der Analyse der historischen Erdbebenbeobachtungen und der geologisch-tektonischen Verhältnisse hat der



Antragsteller im Plan /1/ unter Berücksichtigung der Grundsätze der KTA-Regel 2201.1 in der Fassung von Juni 1975 folgende Bemessungserdbeben für den Standort des Endlagers Konrad festgelegt:

### Auslegungserdbeben

Intensität	$I_o = V$
max. Beschleunigung horizontal	$a_h = 33 \text{ cm/s}^2$
max. Beschleunigung vertikal	$a_v = 20 \text{ cm/s}^2$
jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit	$w_{\bar{u}} = 10^{-3}$

### Sicherheitserdbeben

Intensität	$I_o = VII$
max. Beschleunigung horizontal	$a_h = 120 \text{ cm/s}^2$
max. Beschleunigung vertikal	$a_v = 60 \text{ cm/s}^2$
jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit	$w_{\bar{u}} = 4 \times 10^{-6}$
Dauer der Starkbebenphase für	$a_h > 50 \text{ cm/s}^2 \quad D = 5 \text{ s}$
für	$a_h > 100 \text{ cm/s}^2 \quad D = 3 \text{ s}$

Für das Grubengebäude wurden die gleichen seismischen Kenngrößen festgelegt wie für die übertägigen Anlagenteile. Diese Vorgehensweise ist nach Ansicht des Antragstellers als konservativ zu bezeichnen.

### Bewertung

Die seismologischen Verhältnisse am Standort bestimmen über die Festlegung von Bemessungserdbeben die Lastannahmen, die bei der bautechnischen Auslegung der oberirdischen Anlagen zu berücksichtigen sind.

Die Begutachtung der seismologischen Verhältnisse am Standort des geplanten Endlagers Konrad erfolgt durch das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB). Das NLfB kommt bei der Begutachtung der oben angegebenen seismischen Kenngrößen zu dem Ergebnis, daß diese Daten dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft entsprechen und konservativ sind /9/.

Nach Erstellung der Planunterlagen wurde im Juni 1990 eine überarbeitete Fassung der KTA-Regel 2201.1 herausgegeben. Darin ist nur noch ein Bemessungserdbeben definiert, das nach Aussage des NLFb mit dem bisherigen Sicherheitserdbeben identisch ist /9/. Das Auslegungserdbeben hat keine sicherheitstechnische Bedeutung mehr.

Wir haben keine Einwände gegen die vom Antragsteller festgelegten Bemessungserdbeben und die daraus abgeleiteten Lastannahmen für die Anlagen und Gebäude des geplanten Endlagers Konrad. Wir verweisen dazu auf unsere Aussagen im Kap. 2.2 dieses Gutachtens. Aus sicherheitstechnischer Sicht ergeben sich hinsichtlich der seismologischen Verhältnisse keine Bedenken gegen die Eignung des Standortes.

### 1.11 Radiologische Vorbelastung

Der Antragsteller hat im Plan /1/ ausführliche Angaben zur radiologischen Grundbelastung der Umgebung der Schachanlage Konrad durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe sowie die in der gesamten Bundesrepublik meßbaren Folgen der oberirdischen Kernwaffenversuche und des Reaktorunfalles in Tschernobyl gemacht. Zusätzlich hat er angegeben, welche Nuklidkonzentrationen, bedingt durch die natürliche Radioaktivität in der erschlossenen eisenerzhaltigen Gesteinsschicht, in den Grubenwettern und Grubenwässern gemessen worden sind.

Im Umkreis von etwa 30 km um den Standort der Schachanlage Konrad gibt es nach Angaben des Antragstellers im Plan /1/ etwa zehn Anlagen oder Einrichtungen, in denen aufgrund von Genehmigungen nach Strahlenschutzrecht mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird oder die nach § 7 Atomgesetz betrieben werden und die somit über den Luftpfad zur Strahlenexposition am Standort des geplanten Endlagers Konrad beitragen könnten. Aufgrund der Entfernungen der Anlagen vom Standort und der Höhe der genehmigten Emissionen schließt der Antragsteller einen nennenswerten Beitrag zur Strahlenexposition am Standort aus. Im Einzugsbereich des Vorfluters Aue-Erse gibt es keine Einrichtungen, die radioaktive Stoffe im Rahmen einer Genehmigung mit dem Abwasser abgeben. Meßwerte über eine Vorbelastung des Vorfluters durch Jod 131 aus der medizinischen Anwendung liegen nicht vor.

### Bewertung

Bei der Beurteilung der möglichen radiologischen Auswirkungen einer kerntechnischen Anlage durch Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Fortluft oder dem Abwasser sind gemäß § 45 StrlSchV als Vorbelastung die Emissionen anderer kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen bei der Ermittlung der Strahlenexposition am Standort einzubeziehen.

Die vom Antragsteller als radiologische Grundbelastung dargestellten Gehalte an natürlichen radioaktiven Stoffen in den Umweltmedien Boden, Luft und Wasser sowie die äußere Strahlenexposition natürlichen Ursprungs sind nicht als Vorbelastung des Standortes im Sinne der Strahlenschutzverordnung zu werten. Auch die Strahlenexposition als Folge der oberirdischen Kernwaffentests und des Reaktorunfalls in Tschernobyl werden nicht als Vorbelastung bei der Bewertung der möglichen radiologischen Auswirkungen der Abgabe radioaktiver Stoffe beim Betrieb des geplanten Endlagers Konrad berücksichtigt.

Der Antragsteller hat im Plan /1/ keine konkreten Angaben zu kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen in der Umgebung der Schachtanlage Konrad gemacht.

Nach den uns und der Planfeststellungsbehörde im Jahr 1994 vorliegenden Informationen /76/ haben in der Umgebung bis zu einer Entfernung von 30 km um den Standort 12 Einrichtungen eine Genehmigung nach § 3 StrlSchV zum Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen. Dabei handelt es sich um Universitätsinstitute, Forschungsanstalten und nuklearmedizinische Abteilungen von Krankenhäusern in Braunschweig und Wolfenbüttel, Arztpraxen in Salzgitter-Lebenstedt, Braunschweig, Seesen und Goslar sowie einen Hersteller von Strahlenquellen im Norden von Braunschweig. Eine Vorbelastung des Standortes durch diese Einrichtungen ist wegen der in den Genehmigungen festgelegten Beschränkungen und der Entfernungen zum Standort auszuschließen.

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt betreibt in Braunschweig etwa 14 km vom Standort einen Forschungsreaktor. Die Vorbelastung des Standortes durch die genehmigten Jahresabgaben radioaktiver Stoffe mit der Fortluft des Reaktors ist nach unseren Rechnungen vernachlässigbar gering. Radioaktive Emissionen mit den Abwettern aus dem Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben tragen wegen

der Entfernung von mehr als 50 km auch bei Ausschöpfung der genehmigten maximalen Jahresabgaben nur vernachlässigbar zur Strahlenexposition am Standort der Schachtanlage Konrad bei. In das Salzbergwerk Asse bei Remlingen etwa 18 km vom Standort wurden zeitweise schwach- und mittelradioaktive Abfälle eingelagert. Die berechnete Strahlenexposition an der ungünstigsten Einwirkungsstelle in der Umgebung durch die gemessenen geringen Emissionen liegt nach den Angaben in den Jahresberichten zur Umgebungsüberwachung der Schachtanlage Asse weit unter den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung.

Keine der genannten Anlagen oder Einrichtungen leitet Abwasser in den Vorfluter Aue-Erse ein. Die Berücksichtigung einer Vorbelastung des Vorfluters durch radioaktive Stoffe in der Umgebung des geplanten Endlagers Konrad ist nicht erforderlich.

### 1.12 Zusammenfassende Standortbewertung

Nachdem wir die Standortverhältnisse überprüft haben, tragen wir hier für den Standort des geplanten Endlagers Konrad die wichtigsten Merkmale zusammen:

- In der Umgebung des Standortes liegen keine topographischen oder orographischen Verhältnisse vor, die der Standortwahl entgegenstehen würden.
- Die Bevölkerungsdichte im 10-km-Umkreis um den Standort ist etwa dreimal so hoch wie der Mittelwert für die Bundesrepublik Deutschland.
- Für die Boden- und Wassernutzung in der Umgebung ergeben sich aus radiologischer Sicht keine Einschränkungen durch die geplante Nutzung des Standortes.
- Von den Gewerbe- und Industriebetrieben in der Umgebung geht keine Gefährdung für die Anlagen des geplanten Endlagers Konrad aus. Ein erhöhtes Risiko durch Einwirkung von Druckwellen aus chemischen Explosionen läßt sich aus den Standortverhältnissen nicht herleiten.

- Eine standortspezifische Gefährdung des geplanten Endlagers Konrad durch mögliche Druckwellenereignisse beim Transport von explosionsfähigen Stoffen auf öffentlichen Verkehrswegen ist nicht gegeben.
- Im Nahbereich der Schachanlage Konrad gibt es keine Nachttiefflugstrecken oder Militärflugplätze. Die Wahrscheinlichkeit des Absturzes eines schnellfliegenden Militärflugzeugs ist am Standort nicht höher als im Mittel in der Bundesrepublik.
- Die meteorologischen Daten der Station Braunschweig-Völkenrode des DWD sind nach unserer Ansicht auf den Standort übertragbar und für die Berechnung der potentiellen Strahlenexposition geeignet.
- Der Standort ist hochwassersicher und liegt nicht in einem festgelegten Trinkwasserschutzgebiet, jedoch im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Bleckenstedt.
- Die Wasserführung des Vorfluters Aue ist im Bereich der geplanten Abwassereinleitung zwar gering, reicht aber aus, um sicherzustellen, daß durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser die Dosisgrenzwerte des § 45 Abs. 1 StrlSchV nicht überschritten werden.
- Die geologischen, hydrogeologischen und seismologischen Verhältnisse werden vom NLFb begutachtet (siehe Gutachten des NLFb /9/).
- Die Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung wird vom Ingenieurbüro Prof. Duddeck und Partner GmbH begutachtet /109/.
- Der Standort liegt in einem Gebiet mit geringer Erdbebengefährdung. Der Antragsteller hat die Intensität des Bemessungserdbebens mit  $I = 7$  nach MSK-Skala angesetzt. Das NLFb bestätigt die seismischen Kenngrößen für das Bemessungserdbeben /9/.
- Im Nahbereich um das geplante Endlager Konrad gibt es keine kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen, die zu einer radiologischen Vorbelastung am Standort führen.

Der Standort weist nach unserer Ansicht keine Eigenschaften auf, die aus radiologischer und sicherheitstechnischer Sicht der Errichtung und dem Betrieb des geplanten Endlagers Konrad entgegenstehen.



## **2 Bau- und Anlagentechnik**

### **2.1 Anforderungen an Errichtung und Betrieb des Endlagers**

#### **2.1.1 Auslegungsanforderungen und Bewertungsmaßstäbe**

Das Atomgesetz /2/ und die Strahlenschutzverordnung /4/ sind in der Bundesrepublik Deutschland die gesetzliche Grundlage für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Ver- und Entsorgung von kerntechnischen Einrichtungen. Sie sind nicht auf bestimmte Anlagenkonzepte und technische Detaillösungen bezogen, und die in ihnen gestellten Anforderungen müssen in jedem Fall erfüllt werden. Damit geben sie auch den Rahmen für die Bewertungsmaßstäbe vor, die der sicherheitstechnischen Begutachtung zugrunde gelegt werden.

Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle liegen nach § 9 a Abs. 3 Atomgesetz /2/ in der Zuständigkeit des Bundes; sie bedürfen nach § 9 b Abs. 1 Atomgesetz der Planfeststellung. Für den Planungsablauf, die Erstellung der Antragsunterlagen und die sicherheitstechnische Begutachtung ist es von Bedeutung, daß die Genehmigung von Anlagen entsprechend § 7 Atomgesetz nach § 18 der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVV) /5/ auf Antrag in Form von Teilgenehmigungen auf der Basis eines vorläufigen positiven Gesamturteils erfolgen kann. Dies ist bei Planfeststellungsverfahren für Anlagen des Bundes entsprechend § 9a Atomgesetz nicht der Fall. Durch den Planfeststellungsbeschluß werden in einem einzigen Genehmigungsschritt Errichtung und Betrieb der Anlage genehmigt.

Nach § 9 b Abs. 4 Atomgesetz darf ein Planfeststellungsbeschluß unter anderem dann erteilt werden, wenn die gleichen sicherheitstechnisch relevanten Genehmigungsvoraussetzungen erfüllt sind, wie sie für die in § 7 Atomgesetz genannten kerntechnischen Einrichtungen gelten. Somit ist es erforderlich, bei der Planung und bei der Begutachtung neben dem Konzept der Anlage auch bereits die Errichtung und den Betrieb in vergleichbarer Weise zu behandeln, wie dies bei Anlagen entsprechend § 7 Atomgesetz erst für spätere Genehmigungsschritte durchgeführt wird. Daraus ergibt sich in der Praxis die Notwendigkeit für den Antragsteller, für Einrichtungen mit sicherheitstechnischer Bedeutung und für sicherheitstechnische Belange des Betriebes Bau- und Systembeschreibungen, Spezifikationen, Rahmenbeschreibungen oder gleichartige Unterlagen, wie z.B. Endlagerungsbedingungen und Durchführungsvorschriften, zu erstellen und als Antragsunterlagen vorzulegen, die eine Begutachtung mit der oben genannten Zielset-



zung ermöglichen. Die Errichtung betreffend sind hierbei nicht nur technische Unterlagen zu den Einrichtungen zu sehen, sondern auch Festlegungen zu den begleitenden Kontrollen und zu den Prüfungen bei der Inbetriebsetzung. In gleicher Weise gehören zu den begutachtungsfähigen Aussagen zum Betrieb hinreichend detaillierte Festlegungen der zukünftigen Inhalte des Betriebshandbuches und sonstiger Bedingungen und Durchführungsvorschriften für den Betrieb des Endlagers.

Nachgeordnet dem Atomgesetz und der Strahlenschutzverordnung existiert eine Reihe von Verwaltungsvorschriften, von Richtlinien und von Regeln, in denen die Sicherheitsanforderungen an kerntechnische Einrichtungen umfassend konkretisiert werden. Beispiele hierfür sind die Allgemeine Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 45 StrlSchV, die Sicherheitskriterien des BMI/BMU mit den zugehörigen Interpretationen und die Störfall-Leitlinien. Anschließend an diese übergeordneten Verwaltungsvorschriften und Richtlinien übernimmt das technische Regelwerk die Aufgabe, mit einer Vielzahl von Detailfestlegungen zu Auslegungsanforderungen und technischen Ausführungseinheiten die Bewertungsmaßstäbe zu vereinheitlichen und den Stand der Technik festzuschreiben. Den breitesten Anwendungsbereich und den am weitesten fortgeschrittenen Entwicklungsstand hat auf dieser Ebene das KTA-Regelwerk. Der Kerntechnische Ausschuss hat bei der Erarbeitung dieser Regeln die Aufgabe "..., auf Gebieten der Kerntechnik, bei denen sich aufgrund von Erfahrungen eine einheitliche Meinung von Fachleuten der Hersteller, Ersteller und Betreiber von Atomanlagen, der Gutachter und der Behörden abzeichnet, für die Aufstellung sicherheitstechnischer Regeln zu sorgen ..." /31/.

Diesem generell für die Kerntechnik geltenden Auftrag wurde nach den vom praktischen Bedarf vorgegebenen Prioritäten gefolgt, d.h. die weitaus überwiegende Mehrzahl der bisher entstandenen KTA-Regeln befaßt sich mit Kernkraftwerken und hier speziell mit Leichtwasserreaktoren. Dabei wurde bis heute für die Sicherheit von Kernkraftwerken ein weit fortgeschrittener Stand der Technik festgeschrieben, der sich insgesamt bewährt und als geeignet erwiesen hat,

- die Eintrittswahrscheinlichkeit von Störfällen gering zu halten und
- das Personal und die Umgebung im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen in ausreichendem Maße vor Strahlung zu schützen (vgl. § 28 StrlSchV "Strahlenschutzgrundsätze").

Die Bedingungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und die Ergebnisse der Störfallanalysen belegen für das Endlager Konrad, daß wie bei Kernkraftwerken Anforderungen an die sicherheitstechnische Auslegung zu stellen sind, die über die Festlegung des konventionellen Regelwerkes hinausgehen. Diese Anforderungen sind für vergleichbare Sachverhalte bereits im KTA-Regelwerk enthalten. Deshalb lassen sich in fast allen Bereichen des Endlagers Konrad Teile des KTA-Regelwerkes anwenden, um zu gebündelten und leicht überschaubaren Festlegungen zu kommen und die Einhaltung der eingangs genannten Schutzziele der Strahlenschutzverordnung zu gewährleisten.

Allerdings verfügt die Schachtanlage Konrad als Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung über ein im Vergleich mit dem Betrieb von Kernkraftwerken deutlich kleineres Gefährdungspotential und ein höheres Maß an inhärenter Sicherheit. Dies drückt sich z.B. darin aus, daß ohne Beeinträchtigung der Integrität von Abfallgebinden und damit ohne Gefährdung der Umgebung jederzeit die Energie- und Medienversorgung in der gesamten Anlage für längere Zeit unterbrochen werden darf. Deshalb erfordert die Übertragung des KTA-Regelwerks auf das Endlager Konrad in den meisten Fällen eine Auswahl aus den Auslegungs- und Prüfanforderungen der KTA-Regeln und in einigen Fällen auch die Anpassung von nicht unmittelbar anwendbaren technischen Festlegungen. Dennoch kann dabei nach unserer Auffassung ein sinnvoller Beitrag zur Verringerung der Eintrittshäufigkeit von Störfällen und zur Eingrenzung ihrer Auswirkungen geleistet werden.

Wir haben bei unserer Begutachtung neben dem Atomgesetz /2/ und der Strahlenschutzverordnung /4/ unter anderem die folgenden Verwaltungsvorschriften sowie übergeordneten Richtlinien und Regeln zugrunde gelegt:

- Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk /6/,
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen /7/,
- IAEA Publications on Radioactive Waste Management (z. B. Safety Series No. 54: Underground Disposal of Radioactive Wastes, Basic Guidance /20/).

Das internationale Regelwerk hat im allgemeinen nicht den technischen Detaillierungsgrad der in der Bundesrepublik Deutschland entstandenen Regeln. Aufgrund der inter-

nationalen Akzeptanz ist es aber nach unserer Auffassung zur sicherheitstechnischen Bewertung vergleichend heranzuziehen.

Aus dem nachgeordneten Bereich des technischen Regelwerkes und der Richtlinien für die Detailplanung und -bewertung von Ausführungseinzelheiten haben wir die folgenden Regeln und Richtlinien herangezogen und die Erfüllung der darin genannten Anforderungen geprüft, soweit sie auf die Schachanlage Konrad anwendbar oder übertragbar sind:

- Störfall-Leitlinien /19/,
- Berechnungsgrundlagen zu den Störfall-Leitlinien (§ 28 Abs. 3 StrlSchV) /8/,
- Richtlinien des BMI/BMU /17, 21, 22, 140, 153, 219/,
- SSK, Anlage 9 zum Protokoll der 65. Sitzung am 17./18.04.1988: Stellungnahme der Strahlenschutzkommission zur Modifizierung bestehender Berechnungsgrundlagen zur Anwendung bei der Ermittlung der Strahlenexposition für Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufes /23/,
- KTA-Regeln,
- DIN-Normen.

Die Schachanlage Konrad unterliegt gemäß § 9 b Abs. 4 Nr. 3 Atomgesetz den Anforderungen des Bergrechtes. Die Planfeststellungsbehörde hat deshalb das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld als Fachbehörde um Mithilfe im atomrechtlichen Planfeststellungsverfahren gebeten. Wir ziehen zur Beurteilung der Sicherheit des Endlagers die bergrechtlichen Vorschriften und das entsprechende Regelwerk dann heran, wenn sie auch zur Erfüllung der atomrechtlichen Anforderungen erforderlich sind.

Das baurechtliche Verfahren wird durch das Planfeststellungsverfahren konzentriert. Wir haben die Belange des Baurechtes dann in unsere Bewertung einbezogen, wenn dies zur Absicherung atomrechtlicher Sicherheitsansprüche erforderlich ist. Dies gilt vor allem für den bautechnischen Brandschutz.

### 2.1.2 Qualitätssicherungsanforderungen

#### 2.1.2.1 Qualitätssicherungssystem

Der Antragsteller unterscheidet zur Vorsorge gegen Schäden bei Errichtung und Betrieb des Endlagers folgende drei Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ mit den nachfolgend genannten Einstufungskriterien:

– QS-Bereich 1

Wissenschaftliche Untersuchungen, Analysen und Versuche im Rahmen der Standorterkundung und zur Sicherheitsbewertung.

Für die Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in QS-Bereiche wird der QS-Bereich 1 nicht angewendet.

– QS-Bereich 2

Planung, Beschaffung, Herstellung, Inbetriebnahme und Betrieb (einschließlich Stilllegung) von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten, für die qualitätssichernde Anforderungen durch die allgemein anerkannten Regeln der Technik bestehen.

In den QS-Bereich 2 werden die Anlagenteile, Systeme und Komponenten eingestuft, die nicht in den QS-Bereich 3 eingestuft werden.

– QS-Bereich 3

Planung, Beschaffung, Herstellung, Inbetriebnahme und Betrieb (einschließlich Stilllegung) von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten, für die ergänzende Anforderungen aus kerntechnischer Sicht zugrunde gelegt werden.

Der QS-Bereich 3 wird in Abhängigkeit von den sicherheitstechnischen Auslegungsanforderungen in die Bereiche 3.1 und 3.2 unterteilt:

• QS-Bereich 3.1

In den QS-Bereich 3.1 werden die Anlagenteile, Systeme und Komponenten eingestuft

- die der Begrenzung der Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt durch betrieblich freigesetzte radioaktive Stoffe oder
- die der Vorsorge gegen Schäden an Abfallgebinden dienen.

- QS-Bereich 3.2

In den QS-Bereich 3.2 werden die Anlagenteile, Systeme und Komponenten eingestuft

- deren Versagen unmittelbar zu Aktivitätsfreisetzungen aus Abfallgebinden führen würde oder
- die der Beherrschung von Störfällen mit Aktivitätsfreisetzungen dienen.

Die qualitätssichernden Maßnahmen und der Umfang der Nachweise für in die QS-Bereiche 2 und 3 eingestufte Anlagenteile, Systeme und Komponenten werden in

- Ausführungsunterlagen (AfU),
- Lastenheften (LH),
- Technischen Lieferbedingungen (TL),
- System- und Komponentenbeschreibungen (SYB/KB) sowie
- Komponentenspezifikationen (KS) im QS-Bereich 3.2 festgelegt.

Zur Erfüllung der für die Qualitätssicherung bedeutsamen Anforderungen hat der Antragsteller ein Qualitätssicherungssystem eingeführt. Dieses ist in dem Qualitätssicherungsprogramm /EU 162/ enthalten. Hierin werden die grundsätzlichen Vorgehensweisen zur Einhaltung der Anforderungen der QS-Bereiche 1 bis 3 erläutert. Darüber hinaus enthält das QS-Handbuch grundsätzliche Vorgehensweisen für

- die Qualifizierung von Auftragnehmern,
- die Überwachung von Fertigungs- und Prüfvorgängen,
- die Behandlung von Abweichungen,
- das Führen der Qualitätsdokumentation,
- die Planungsänderungen,
- die Berücksichtigung von Auflagen aus dem Planfeststellungsverfahren.

Die Rahmenbeschreibung „Qualitätsmanagement-Rahmenbeschreibungen“ /EU 465/ gibt Vorgaben zur Erstellung von Verfahrensanweisungen zu folgenden Themen:

- Erstellen und Kontrolle des Qualitätsmanagementhandbuches (QSH),
- Prüf- und Freigabeverfahren von Unterlagen,
- Revision von Unterlagen,
- Qualitätssicherungsprogramm für den Dritten gemäß § 9a Abs. 3 Satz 2, Atomgesetz und andere Auftragnehmer,
- Qualitätsaudit,
- Vorgehen bei Abweichungen und Korrekturmaßnahmen,
- Zurverfügungstellung von Normen, Regeln und Richtlinien,
- Handhabung von Qualitäts-Aufzeichnungen.

### Bewertung

Mit der vom Antragsteller vorgeschlagenen Klassifikation in die QS-Bereiche 1 bis 3 sowie mit den Kriterien zur Einstufung in diese QS-Bereiche sind wir einverstanden. In die QS-Bereiche 2 und 3 sind die Anlagenteile, Systeme und Komponenten des Endlagers entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung eingestuft.

Der QS-Bereich 3 erfaßt diejenigen Anlagenteile, Systeme und Komponenten, für die gegenüber dem QS-Bereich 2 "ergänzende Anforderungen aus kerntechnischer Sicht bestehen". Die Randbedingungen der vom Antragsteller vorgelegten Störfallanalyse zeigen, daß an die vom QS-Bereich 3 erfaßten Anlagenteile, Systeme und Komponenten unterschiedliche Auslegungsanforderungen und damit unterschiedlich hohe Anforderungen an die zur Qualitätssicherung erforderlichen Maßnahmen bestehen. Daher haben wir keine Einwände gegen die weitere Unterteilung des QS-Bereiches 3 in die Bereiche 3.1 und 3.2.

Die Zuordnung in der Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ zu den einzelnen Qualitätssicherungsbereichen erfolgt im Grundsatz entsprechend den sicherheitstechnischen Erfordernissen, insbesondere den Randbedingungen der Stör-

fallanalyse. Auf die Einstufung in die Qualitätssicherungsbereiche, insbesondere auf bestehende Ausnahmen, gehen wir in den weiteren Kapiteln dieses Gutachtens im Detail ein. Dort, wo Anlagenteile, Systeme und Komponenten nach unserer Ansicht in höhere QS-Bereiche einzustufen sind, als sie der Antragsteller geplant hat, schlagen wir dazu Auflagen vor.

Zur Bewertung der vom Antragsteller vorgesehenen Qualitätssicherungsmaßnahmen legen wir die KTA-Regel 1401 /30/ sowie die DIN EN ISO 9001 /253/ zugrunde. Obwohl die weitaus überwiegende Mehrzahl der bestehenden KTA-Regeln Anforderungen an die Auslegung und den Betrieb von Kernkraftwerken (LWR) enthalten, lassen sich in manchen Bereichen des Endlagers Konrad mindestens Teile des KTA-Regelwerkes sinnvoll anwenden, um die Einhaltung der Schutzziele und der daraus resultierenden Auslegungsanforderungen zu gewährleisten (vgl. Kap. 2.1.1). Dies trifft in besonderem Maße für die KTA-Regel 1401 zu.

Die DIN EN ISO 9001 ist eine internationale Norm und legt Forderungen an das Qualitätssicherungssystem eines Lieferanten von Produkten fest. Die in dieser Norm festgelegten Forderungen zielen in erster Linie auf die Verhütung von Fehlern in allen Phasen der Auftragsbearbeitung. Die Norm ist als Grundlage für die Bewertung der Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Planung, der Errichtung und dem Betrieb des Endlagers Konrad voll anwendbar.

Das im Qualitätssicherungsprogramm /EU 162/ sowie in der Rahmenbeschreibung /EU 465/ beschriebene Qualitätssicherungssystem erfüllt grundsätzlich die Anforderungen der KTA-Regel 1401 und der DIN EN ISO 9001. Bei konsequenter Anwendung ist es geeignet, mit den festgelegten Grundsätzen in der Aufbau- und Ablauforganisation durch

- gezielte Information aller Beteiligten,
- geregelte Abläufe für die Prüfung, Freigabe und Revision von qualitätsrelevanten Unterlagen,
- geregelte Abläufe für die Behandlung von Abweichungen

die Vorgaben zu den Qualitätsanforderungen zu erfüllen. In der Rahmenbeschreibung /EU 465/ fehlen allerdings Festlegungen zum Vorgehen bei Änderungen der

genehmigten Anlage oder der genehmigten Betriebsweise. Hierzu nehmen wir in Kap. 2.1.2.2 des vorliegenden Gutachtens Stellung.

Nach unserer Auffassung sind durch die vorgegebenen Verfahrensabläufe die Grundlagen geschaffen, die für das Endlager Konrad geplanten Systeme und Komponenten mit hoher Qualität und ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung entsprechend herzustellen und zu betreiben. Wir halten es jedoch für erforderlich, die Qualitätsmanagement-Verfahrensanweisungen nach den Vorgaben des Qualitätssicherungsprogramms /EU 162/ und der Qualitätsmanagement-Rahmenbeschreibungen /EU 465/ vor Errichtung und Betrieb des Endlagers zu erstellen und die sachgerechte Umsetzung der Vorgaben der Rahmenbeschreibungen in Verfahrensanweisungen unter Hinzuziehung eines unabhängigen Sachverständigen vor Errichtung und Betrieb des Endlagers zu prüfen /AV 2.1-1/. Die Prüfung muß entsprechend dem internationalen Regelwerk unabhängig von den Vorgaben der für die Errichtung und den Betrieb des Endlagers zuständigen Stellen des BfS oder des zugezogenen Dritten erfolgen. In diesem Zusammenhang verweisen wir auf Kap. 4.3.1 unseres Gutachtens.

### **2.1.2.2 Maßnahmen zur Qualitätssicherung**

Der Antragsteller hat im Planfeststellungsverfahren neben dem Plan eine große Anzahl sogenannter "ergänzender" und "erläuternder" Unterlagen vorgelegt (EG/EU). Hierbei handelt es sich um Bau- und Systembeschreibungen, Spezifikationen, Rahmenbeschreibungen oder gleichartige Unterlagen, wie z.B. Endlagerungsbedingungen und Durchführungsvorschriften. Diese Unterlagen dienen dazu, den Genehmigungsantrag hinreichend präzise darzustellen und alle Maßnahmen festzulegen, die bei Errichtung und Betrieb des Endlagers ergriffen werden, um die Erfüllung der sicherheitstechnisch relevanten Genehmigungsvoraussetzungen nach § 7 Atomgesetz /2/ sicherzustellen.

Für die Umsetzung der festgelegten Maßnahmen bei Errichtung und Betrieb hat der Antragsteller unterschiedliche Qualitätssicherungsansprüche festgelegt und hierzu Qualitätssicherungsbereiche definiert. Er hat weiterhin die einzelnen Anlagenteile, Systeme und Komponenten entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung in der Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in



Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ eingestuft (vgl. Kap. 2.1.2.1 dieses Gutachtens). In dieser Rahmenbeschreibung werden Art und Umfang der begleitenden Kontrolle sowie die Prüfbeteiligung während der Errichtung und Inbetriebnahme nicht festgelegt; dies geschieht in den eingangs erwähnten "ergänzenden" und "erläuternden" Unterlagen.

Entsprechend den Vorgaben des Atomgesetzes findet § 19 Atomgesetz keine unmittelbare Anwendung bei Anlagen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle. Gleichwohl hat das BfS zur Wahrnehmung seiner Rolle als Aufsichtsbehörde über das Endlager - neben seiner Rolle als Errichter und Betreiber - eine Organisationseinheit zur Eigenüberwachung vorgesehen (vgl. Kap. 4.3 dieses Gutachtens). Dieser Organisationseinheit (OE EÜ) obliegt es, über Änderungen bei allen planfeststellungsrelevanten Sachverhalten zu entscheiden, die während der Errichtung oder des Betriebes des Endlagers gegenüber den im Planfeststellungsbeschluß festgelegten Sachverhalten vorgenommen werden sollen. Dies betrifft zum Beispiel die Überführung eines genehmigten Zustands von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten oder der genehmigten Randbedingungen für den Betrieb des Endlagers in einen neuen Sollzustand. Als wesentlich werden Änderungen bezeichnet, wenn sie mehr als nur offensichtlich unerhebliche Auswirkungen auf das Sicherheitsniveau der Anlage haben und somit Anlaß zur erneuten Prüfung der Planfeststellungsvoraussetzungen geben. Alle anderen Änderungen werden als nicht wesentlich bezeichnet /EU 410/. Die Änderungen werden in vier Kategorien für die Durchführung und Freigabe von Änderungen eingestuft:

- Kategorie 1: Unwesentliche Änderungen ohne Auswirkungen auf die Einhaltung von Schutzziele und Sicherheitsanforderungen,
- Kategorie 2: Nicht wesentliche Änderungen mit Auswirkungen auf die Genehmigungsunterlagen,
- Kategorie 3: Wesentliche Änderungen ohne die Berührung der Belange Dritter,
- Kategorie 4: Wesentliche Änderungen mit Berührung der Belange Dritter.

Die OE EÜ hat Einspruchsmöglichkeiten bei Änderungen der Kategorie 1 und erteilt die Zustimmung zu Änderungen der Kategorie 2. Änderungen der Kategorien 3 und 4 beantragt das BfS bei der zuständigen Planfeststellungsbehörde /EU 410/. Eine Verknüpfung der genannten Kategorien mit den Einstufungen in die Qualitätssicherungsbereiche gemäß der Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ ist nicht dargestellt.

Das BfS vertritt in seinem Schreiben vom 12.05.1997 /108/ die Ansicht, daß das Vorgehen bei Änderungen gesetzlich geregelt und eine Festschreibung des Vorgehens in einer Genehmigungsunterlage nicht notwendig ist. Die erläuternde Unterlage zum Vorgehen bei Änderungen /EU 410/ wird demnach nicht als Genehmigungsunterlage eingestuft.

Zur Dokumentation des genehmigten Zustandes des Endlagers hat der Antragsteller vorgesehen, eine Genehmigungsdokumentation, eine Realisierungs- und Qualitätsdokumentation, eine Betriebsdokumentation, eine Dokumentation nach Bergrecht sowie eine Zweitdokumentation anzulegen /EU 391/. Das Dokumentationssystem besteht aus:

- den Grundsätzen zur Dokumentation von Unterlagen bei Planung, Erkundung, Errichtung/Umrüstung und Betrieb von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und Endlagerung radioaktiver Abfälle und
- dem Unterlagenverwaltungssystem.

Die Genehmigungsdokumentation wird im Original beim BfS aufbewahrt. Alle anderen Dokumentationen befinden sich bei der DBE, wobei das BfS Kopien wichtiger Unterlagen zur Zweitdokumentation aufbewahrt. Auf der Schachtanlage Konrad befindet sich die vollständige Zweitdokumentation /EU 391/. Der Antragsteller legt außerdem in der Rahmenbeschreibung für das "Dokumentationssystem für fachliche und genehmigungsrelevante Unterlagen" des BfS /EU 391/ als Anforderungen fest, daß

- alle Unterlagen nach einem Ordnungssystem mit einem detaillierten Schlüssel versehen werden,
- kontrollierte Ergänzung und Aktualisierung sowie Vollständigkeitsprüfung möglich sein müssen,
- sicheres Auffinden der gesuchten Informationen gewährleistet und Verwechslungen mit veralteten Informationen ausgeschlossen sein müssen und
- die Lagerfähigkeit der Unterlagen entsprechend der vorgegebenen Aufbewahrungsfristen sichergestellt sein muß.

Das Unterlagenverwaltungssystem dient zum schnellen Auffinden von Informationen, zur Durchführung von Ergänzungen und Aktualisierungen von Unterlagen sowie zur Durchführung von Revisions- und Änderungsdiensten. Details sind in der Anwendungsrichtlinie zum Unterlagenverwaltungssystem festgelegt /EU 391/.

### Bewertung

Für die Errichtung und die Inbetriebsetzung der gesamten Einrichtungen des Endlagers Konrad enthalten die verschiedenen erläuternden und ergänzenden Unterlagen des Antragstellers uneinheitliche Angaben zu Art und Umfang der begleitenden Kontrolle sowie zur Prüfbeteiligung und -veranlassung. Für die Durchführung der Prüfung werden Sachverständige eingeschaltet, die zum Beispiel als „anerkannte“ Sachverständige, als „unabhängige“ Sachverständige oder als „Sachverständiger SB“ bezeichnet werden. Diese Begriffe werden nicht definiert, so daß unklar bleibt, auf welcher Rechtsgrundlage, in wessen Auftrag oder auf wessen Veranlassung sie tätig werden. Nach unserer Auffassung muß bei der Errichtung aller Gebäude, Gebäudeteile, Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten, bei denen sicherheitstechnisch wichtige Auslegungsanforderungen bestehen und die gemäß Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ oder aufgrund von Festlegungen durch den Planfeststellungsbeschluß in die Bereiche QSB 3.1 oder QSB 3.2 eingestuft sind, gewährleistet sein, daß die sicherheitstechnisch wichtigen Auslegungsanforderungen beachtet und eingehalten werden. Dies ist Voraussetzung dafür, daß die Genehmigungsvoraussetzungen des § 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz /2/ für die Errichtung und den Betrieb des Endlagers als erfüllt angesehen werden können. Aus diesem Grunde halten wir es für erforderlich,

- die Ausführungsplanung,
- die vorgesehenen Maßnahmen zur Herstellungs- und Bauüberwachung,
- die Programme für die Abnahme- und Funktionsprüfungen rechtzeitig vor der Errichtung,
- die Inbetriebnahmeprogramme rechtzeitig vor der Inbetriebnahme

für die Gebäude, Gebäudeteile, Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten des Endlagers einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen. Die Prüfung muß entsprechend dem internationalen Regelwerk unabhängig von den Vorgaben der für die Errichtung und den Betrieb des Endlagers zuständigen Stellen des BfS oder des zugezogenen Dritten erfolgen /AV 2.1-2/. In diesem Zusammenhang verweisen wir auf Kap. 4.3.1 des Gutachtens.

Bei Beachtung dieses Auflagenvorschlages können die Einrichtungen des Endlagers nach unserer Meinung entsprechend den sicherheitstechnisch wichtigen Auslegungsanforderungen errichtet und in Betrieb genommen werden.

Das Verfahren zur Durchführung von Änderungen an Gebäuden, Gebäudeteilen, Anlagen, Anlagenteilen, Systemen und Komponenten oder der genehmigten Randbedingungen für den Betrieb des Endlagers muß nach unserer Auffassung gewährleisten, daß die sicherheitstechnisch wichtigen Auslegungsanforderungen auch bei Änderungen eingehalten werden. Der Zustimmungsvorbehalt der Organisationseinheit EÜ des BfS sowie die Möglichkeit, zur Prüfung von Änderungsvorhaben unabhängige Sachverständige heranzuziehen, sind hierfür ein geeignetes Mittel. Als Kriterien für das Tätigwerden der Eigenüberwachung EÜ des BfS reichen aber nach unserer Ansicht die Kategorien 1 bis 4 zur Einstufung von Änderungen /EU 410/ allein nicht aus. Wir halten es für erforderlich, zusätzlich bei vorgesehenen Änderungen von Gebäuden, Gebäudeteilen, Anlagen, Systemen und Komponenten oder von genehmigten Randbedingungen für den Betrieb der Endlagereinrichtungen deren sicherheitstechnische Bedeutung zu berücksichtigen. Außerdem halten wir es für erforderlich, die Grundsätze zum Vorgehen bei Änderungen /EU 410/ bei der Durchführung von Änderungen zu beachten. Dies ist bei der Erstellung der QS-Verfahrensweisung zum Vorgehen bei Änderungen zu berücksichtigen /AV 2.1-3/.

Nach den Vorgaben der QMR 0004 /EU 465/ können nach Planfeststellungsbeschluß vorübergehende Änderungen an den Einrichtungen des Endlagers und ihrer Betriebsweise vorgenommen werden, ohne daß die sicherheitstechnisch wichtigen Auslegungsanforderungen und die Vorgaben des Planfeststellungsbeschlusses beeinträchtigt werden. In diesem Zusammenhang verweisen wir auch auf Kap. 4.3 "Betriebliche Organisation" unseres Gutachtens.

Die Rahmenbeschreibung für das Dokumentationssystem für fachliche und genehmigungsrelevante Unterlagen des BfS /EU 391/ ist nach unserer Auffassung geeignet, die sicherheitstechnisch wichtige Anforderung zu erfüllen, unmittelbar zu jeder Zeit auf die Dokumentation zurückgreifen zu können. Wir stellen allerdings fest, daß diese Rahmenbeschreibung in der Vergangenheit vom BfS nicht konsequent angewendet wurde. So werden zum Beispiel die Endlagerungsbedingungen /EU 117/ dem Anwenderkreis, nämlich den potentiellen Ablieferern, den Konditionierern, ande-

ren Behörden und Gutachterorganisationen, ohne das im Planfeststellungsverfahren festgelegte Deck- und Revisionsblatt, sondern lediglich mit dem üblichen BfS-Deckblatt und der internen BfS-Berichtsnummer zugänglich gemacht. Anhand dieses BfS-Deckblattes ist es nicht in allen Fällen möglich, verschiedene Revisionsstände zu unterscheiden (vgl. Revision 6, Stand: 18.10.1991 und Revision 7, Stand: 03.02.1992 der Endlagerungsbedingungen /EU 117/). Wir halten es deshalb aus Gründen der Dokumentationssicherheit und der Erkennbarkeit überholter Unterlagen bei interner und bei externer Anwendung für erforderlich, alle Bau- und Systembeschreibungen, Spezifikationen, Rahmenbeschreibungen, Unterlagen des Zechenbuchs/Betriebshandbuchs oder gleichartige Unterlagen, wie z.B. Endlagerungsbedingungen /EU 117/ und Durchführungsvorschriften /EU 240/, entsprechend den Vorgaben des Unterlagenverwaltungssystems mit einem Dokumentationskennzeichen einschließlich Angabe des Revisionsstandes zu versehen und außerdem auf dem Revisionsblatt jeweils für jede Seite der betreffenden Unterlage den Revisionsstand anzugeben. Nur derart gekennzeichnete Unterlagen dürfen nach unserer Auffassung für den internen und externen Gebrauch freigegeben und verteilt werden /AV 2.1-4/.

Bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge halten wir die vorgesehenen Qualitätssicherungsmaßnahmen für geeignet, die Einrichtungen des Endlagers entsprechend den im Planfeststellungsverfahren nach § 9b Atomgesetz festgelegten Vorgaben zu errichten und zu betreiben.

## **2.2 Bauanlagen**

### **2.2.1 Übersicht**

Die für die Endlagerung radioaktiver Abfälle vorgesehene Schachtanlage Konrad besteht aus den Tagesanlagen und dem untertägigen Bergwerksbetrieb. Das Grubengebäude liegt in einer Teufe von 800 bis 1300 m und wird über die Schächte Konrad 1 und Konrad 2, die etwa 1400 m voneinander entfernt liegen, erschlossen.

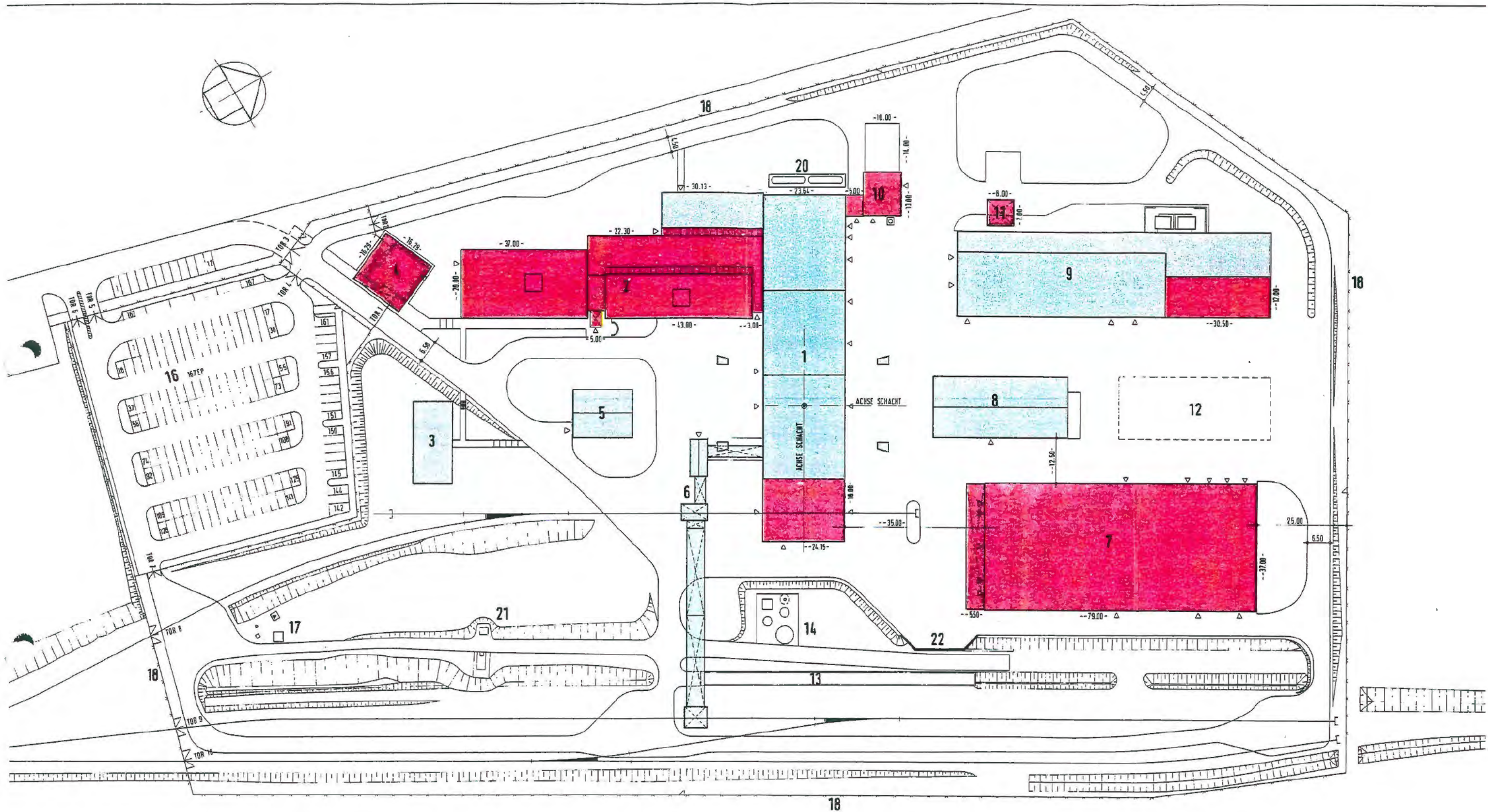
Schacht Konrad 1 ist Haufwerksförder-, Material- und Seilfahrtsschacht sowie einziehender Wetterschacht. Schacht Konrad 2 ist Einlagerungsschacht, Seilfahrtsschacht und ausziehender Wetterschacht.

Zu den Tagesanlagen gehören die infrastrukturellen Einrichtungen über Tage sowie die baulichen Einrichtungen am Schacht Konrad 1 und Konrad 2. Die baulichen Anlagen sind in der Bauwerksliste /239/ zusammengestellt sowie im Plan /1/ und in der erläuternden Unterlage /EU 477/ im Überblick dargestellt. Nähere Angaben zu den Bauwerken finden sich in den ergänzenden Planunterlagen /EG/.



Die noch aus dem ehemaligen Erzbergwerksbetrieb am Schacht Konrad 1 vorhandenen Bauwerke werden im Zuge der Baumaßnahmen teilweise abgebrochen. Einige Bauwerke werden instandgesetzt, umgerüstet oder ergänzt; andere werden neu errichtet. Die betriebsnotwendigen Bauwerke am Schacht Konrad 1 sind in der Tabelle 2.2.1 aufgeführt. Im Lageplan (Abb. 2.2.1) sind darüber hinaus die infrastrukturellen Einrichtungen eingetragen.

Der jetzige Gebäudebestand der Schachtanlage Konrad 2 wird im Zuge der veränderten Nutzung vollständig beseitigt. Für die geplante Nutzung als Endlager werden die in der Tabelle 2.2.2 aufgeführten Bauwerke neu errichtet. Die infrastrukturellen Einrichtungen am Schacht Konrad 2 sind im Lageplan (Abb. 2.2.2) eingetragen.





- |   |                                |    |   |    |                   |
|---|--------------------------------|----|---|----|-------------------|
| 1 | SCHACHTHALLE EINSCHL. ANBAUTEN | 9  | WERKSTATT MIT SCHALTHAUS                              | 16 | PARKPLATZ         |
| 2 | VERWALTUNGS- UND SOZIALGEBÄUDE | 10 | HEIZZENTRALE MIT KOHLEBUNKER<br>UND ERSATZSTROMDIESEL | 17 | WETTERSTATION     |
| 3 | VERWALTUNGSGEBÄUDE             | 11 | DIESELÖLLAGER MIT TANKSTELLE (ÜBERDACHT)              | 18 | ZAUN              |
| 4 | WACHGEBÄUDE                    | 12 | FREIFLÄCHE MATERIALWIRTSCHAFT                         | 19 | "                 |
| 5 | FÖRDERMASCHINE SÜD             | 13 | REGENWASSERRÜCKHALTEBECKEN                            | 20 | HEIZÖLLAGER       |
| 6 | BAND- UND VERLADANLAGE         | 14 | KLÄRANLAGE  | 21 | WASSERZÄHLSCHACHT |
| 7 | MATERIALWIRTSCHAFT             | 15 | "   | 22 | WINKELSTÜTZMAUER  |
| 8 | FÖRDERMASCHINE NORD            |    |   |    |                   |

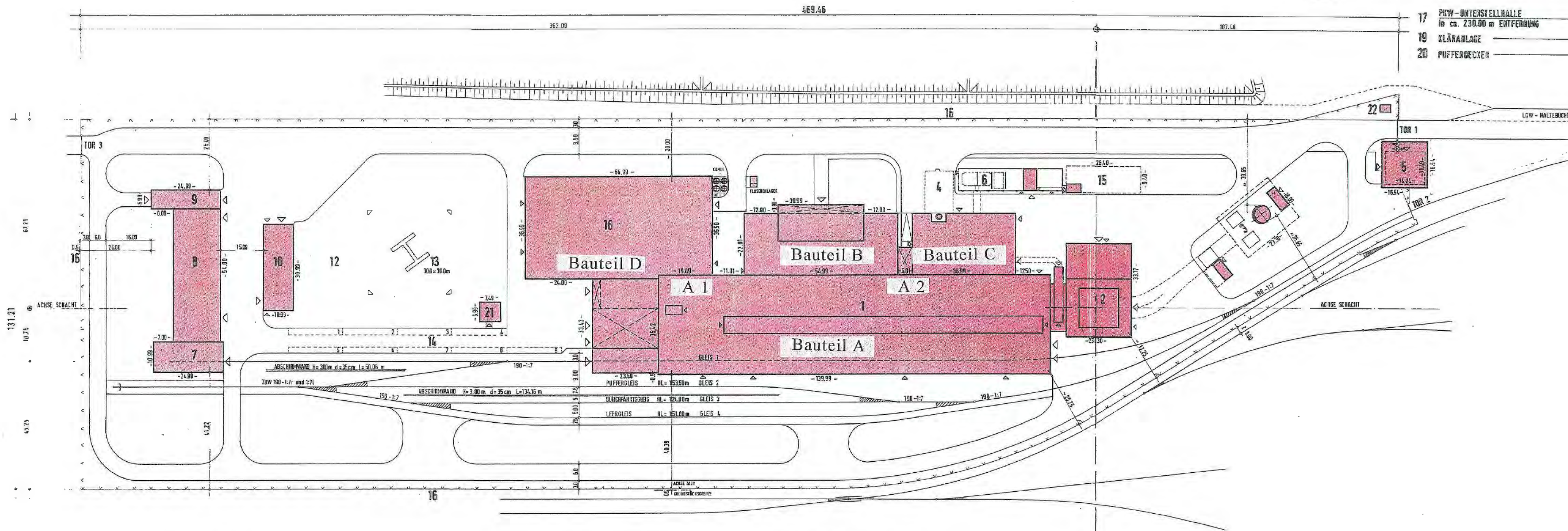
 VORHANDENE BEBAUUNG  
 GEPLANTE NEUBAUTEN

0 5 10 20 30 Meter  
 RHB = 98.507 ü. NN ± 0.00

Abb. 2.2.1: Lageplan Schacht Konrad 1







- 17 PKW-UNTERSTELLHALLE  
in ca. 230.00 m ENTFERNUNG
- 19 KLÄRANLAGE
- 20 PUFFERBECKEN

- 1 UMLADEANLAGE
- 2 FÖRDERTURM MIT SCHACHTHALLE
- 3 LÜFTERGEBÄUDE MIT DIFFUSOR UND ABWETTERKANAL
- 4 KOHLEBUNKER
- 5 WACHGEBÄUDE
- 6 FREILUFTTRAFU-ANLAGE
- 7 LOKSCHUPPEN
- 8 LAGER UND WERKSTATT
- 9 FRIKTIONSWINDE
- 10 ERSATZFÖRDERMITTEL, GABELSTAPLER UND GARAGE

- 11
- 12 BEREITSTELLFLÄCHE
- 13 HWSCHRAUBERLANDMÖGLICHKEIT
- 14 LKW-PARKPLÄTZE
- 15 GRUBENWÄSSER-ÜBERGABESTATION
- 16 ZAHN
- 17 PKW-UNTERSTELLHALLE
- 18 PUFFERHALLE
- 19 KLÄRANLAGE
- 20 PUFFERBECKEN

- 21 STEUERSTAND TROCKNUNGSANLAGE
- 22 IMMISSIONSMESS-STELLE

Abb. 2.2.2: Lageplan Schacht Konrad 2

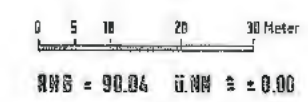


Tabelle 2.2.1: Bauliche Anlagen am Schacht Konrad 1 \*)  
(gemäß Plan /1/, /EU 477/, Bauwerksliste /239/ sowie /EG 46/)

Bauwerk- Nr.	Bezeichnung	vorhanden (teilweise)	neu errichtet (teilweise)
1	ZAC Schachthalle einschl. Anbauten	(x)	(x)
	ZAB Fördergerüst	x	
2	ZXA Verwaltungs- und Sozialgebäude	(x)	(x)
3	ZXB Verwaltungsgebäude	x	
4	ZWA Wachgebäude		x
5	ZAD Fördermaschinengebäude Süd		x
6	ZAG Band- und Verladeanlage	x	
7	ZVB Materialwirtschaftsgebäude		x
8	ZAD Fördermaschinengebäude Nord		x
9	ZVA Werkstattgebäude mit Schaltheis	(x)	(x)
10	ZTG Heizzentrale mit Kohlebunker und Ersatzstromdiesel		x
11	ZQB Tankstelle		x
17	ZWT Wetterstation	x	
20	ZQA Heizöllager	x	

\*) Weitere bauliche Anlagen der Infrastruktur wie Verkehrsanlagen, Einfriedungen und Entwässerungsanlagen sind im Lageplan /EG 46/ eingetragen (vgl. Abb. 2.2.1 - Lageplan Schacht Konrad 1)



Tabelle 2.2.2: Bauliche Anlagen am Schacht Konrad 2 \*)  
(gemäß Plan /1/, /EU 477/, Bauwerksliste /239/)

Bauwerk-Nr.	Bezeichnung		von sicherheitstechnischer Bedeutung (auch teilweise)
1	Umladeanlage (einschl. Pufferhalle)		
	ZEA	Bauteil A1 Trocknungsanlage, Werkstatt 1, Sonderbehandlungsraum, Übergabebereich	x
		Bauteil A2 Umladehalle Übergang Schachthalle (Hauptleitstand)	x
	ZXC	Bauteil B Büro- und Sozialgebäude	
	ZTG	Bauteil C Heiz- und Elektrozentrale mit Kamin	(x)
	ZEB	Bauteil D Pufferhalle	x
2	ZAA	Förderturm mit Schachthalle, Schachthallenanbau und Schachtkeller	x
3	ZTE	Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal	x
5	ZWA	Wachgebäude	
6	ZPF	Freiluft-Trafoanlage	
7, 8, 9	ZVA	Werkstattgebäude mit Lokschuppen und Friktionswindenhalle	
10	ZVK	Gebäude für Ersatzfördermittel, Gabelstapler und Garage	
15	ZRH	Grubenwasser-Übergabestation	x
17	ZVR	PKW-Unterstellhalle	
18	ZEB	Pufferhalle (siehe Nr. 1) mit Abluftkamin	x
21	ZVS	Gebäude für Steuerstand Trocknungsanlage	(x)
22	ZWS	Gebäude für Immissionsmeßstelle	
—	ZZW	Abschirmwände außen	x

\*) Weitere bauliche Anlagen der Infrastruktur wie Verkehrsanlagen, Einfriedungen und Entwässerungsanlagen sind im Lageplan /EG 47/ eingetragen (vgl. Abb. 2.2.2 - Lageplan Schacht Konrad 2)

Das Auslegungskonzept des Endlagers sieht aus sicherheitstechnischen Gründen eine räumliche Trennung zwischen Auffahr- und Einlagerungsbetrieb vor. Die baulichen Anlagen am Schacht Konrad 1, als Haufwerksförderschacht, gehören zum konventionellen Bereich des Endlagers und sind nur für die betrieblichen Belange der Anlage erforderlich. Ausgenommen hiervon sind die Räume der Zentralen Warte Konrad 1. Aus sicherheitstechnischer Sicht werden an die Auslegung und Konstruktion dieser Bauwerke keine besonderen Anforderungen gestellt, die über die üblichen Anforderungen an Bauwerke, wie sie sich nach der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) /11/ ergeben, hinausgehen. Dies bedeutet vor allem, daß keine Auslegung gegen Einwirkungen von außen (EVA) und innen (EVI) erforderlich ist und auch keine besonderen Maßnahmen zum Einschluß radioaktiver Stoffe getroffen werden müssen. Für diese Bauwerke wird durch das bauaufsichtliche Prüfverfahren im Rahmen der Errichtung sichergestellt, daß Auslegung, Konstruktion und Ausführung in Übereinstimmung mit dem öffentlichen Baurecht erfolgen. Eine Einzelbegutachtung der Bauwerke am Schacht Konrad 1 halten wir daher aus sicherheitstechnischer Sicht nicht für erforderlich.

Mit radioaktiven Abfällen wird nur am Schacht Konrad 2 als Einlagerungsschacht umgegangen. Die zugehörigen Bauwerke zählen daher zum nichtkonventionellen Bereich des Endlagers. Allerdings haben nicht alle Bauwerke eine sicherheitstechnische Bedeutung. Eine entsprechende Einstufung gemäß der nachfolgenden Definition haben wir in Tabelle 2.2.2 vorgenommen. Diese Klassifizierung entspricht der vom Antragsteller in der Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/, vorgenommenen Einstufung in den Qualitätssicherungsbereich 3, für den „ergänzenden Anforderungen aus kerntechnischer Sicht“ bestehen. Bau-/Anlagenteile, die in diesen Bereich eingestuft sind, unterliegen entsprechenden qualitätssichernden Maßnahmen bei der Planung, der Errichtung und dem Betrieb. Dieser Klassifizierung der Bauwerke stimmen wir zu.

Die sicherheitstechnische Bedeutung der einzelnen Bauwerke ergibt sich aus den Anforderungen, die im Hinblick auf die Gewährleistung der in Kap. 2.1 dieses Gutachtens genannten allgemeinen Auslegungsanforderungen von den Bauwerken zu erfüllen sind. Danach haben die baulichen Anlagen zunächst die Aufgabe, die anlagentechnischen Systeme und Komponenten in einer für den Anlagenbetrieb zweckmäßigen räumlichen Anordnung aufzunehmen und alle daraus resultierenden Lasten sicher abzutragen. Darüber hinaus bilden sie eine Barriere zum Einschluß bzw. zur Rückhaltung radioaktiver

Stoffe und tragen zur ausreichenden Abschirmung der ionisierenden Strahlung sowie zur brandschutztechnischen Trennung bei. Die Gebäude übernehmen außerdem Schutzfunktionen für die Anlagenteile bei Einwirkungen von außen (EVA) und bei anlageninternen Störfällen (EVI). Der Diffusor und der Abluftkamin der Pufferhalle haben u.a. die sicherheitstechnische Aufgabe, im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen die Abgabe radioaktiver Stoffe unter definierten Bedingungen sicherzustellen. Außerdem werden der Diffusor, der Abluftkamin der Pufferhalle und der Schornstein der Heizzentrale gegen Erdbeben ausgelegt, um Folgeschäden durch Bauteiltrümmer zu vermeiden.

In diesem Sinne sind die in der Tab. 2.2.2 gekennzeichneten baulichen Anlagen sicherheitstechnisch relevant. Die übrigen Bauwerke sind nur für betriebliche Belange der Anlage erforderlich.

In diesem Gutachten gehen wir ausführlich nur auf die sicherheitstechnisch relevanten baulichen Anlagen am Schacht Konrad 2 ein. Wir haben geprüft, ob die betrieblichen und insbesondere die sicherheitstechnischen Anforderungen an diese Bauwerke mit dem baulichen Konzept sowie bei der Errichtung durch entsprechende Anordnung, Aufteilung, Nutzung, Konstruktion und Auslegung erfüllt werden.

Die an bauliche Anlagen allgemein gestellten Grundanforderungen ergeben sich aus der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) /11/, den ergänzenden Gesetzen und Verordnungen sowie den Technischen Baubestimmungen. Darüber hinausgehend sind von den Bauwerken kerntechnischer Anlagen zusätzliche Anforderungen im Hinblick auf die nach § 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz /2/ erforderliche Schadensvorsorge zu erfüllen. Die diesbezüglich an die baulichen Anlagen zu stellenden besonderen sicherheitstechnischen Anforderungen gehen allgemein aus den in Kap. 2.1 dieses Gutachtens genannten übergeordneten Beurteilungsgrundlagen hervor.

Im einzelnen müssen alle aus den Standorteigenschaften, der Anlagentechnik, dem Brandschutz, dem Strahlenschutz sowie den Störfallbetrachtungen resultierenden Anforderungen an die Bauanlagen berücksichtigt werden.

Der Begutachtung liegen neben den in Kap. 2.1 dieses Gutachtens genannten übergeordneten Vorschriften die einschlägigen Regeln, Richtlinien und Normen der Bautechnik

sowie das diesbezüglich anwendbare KTA-Regelwerk zugrunde. Vorschriften, die wesentliche Beurteilungsmaßstäbe enthalten, sind in den jeweiligen Kapiteln aufgeführt.

Das Planfeststellungsverfahren nach § 9b Atomgesetz /2/ umfaßt neben dem atomrechtlichen Genehmigungsverfahren auch das baurechtliche Genehmigungsverfahren nach der NBauO /11/. Im Rahmen dieses Verfahrens wird von der zuständigen Bauaufsichtsbehörde anhand der Bauantragsunterlagen geprüft, ob das Bauvorhaben dem öffentlichen Baurecht entspricht. Hierzu gehört insbesondere die Prüfung der Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit der Bauwerke auf der Grundlage der technischen Baubestimmungen. Als grundlegende Randbedingungen sind dabei die aus der sicherheitstechnischen Begutachtung im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens resultierenden Anforderungen, wie sie in diesem Gutachten aufgeführt sind, zu berücksichtigen. Im wesentlichen betrifft dies die Auslegung gegen Einwirkungen von außen (EVA) und innen (EVI) und die vom Bauwerk abzutragenden anlagenbedingten Lasten. Eine Bestätigung über die Berücksichtigung dieser Randbedingungen im bauaufsichtlichen Verfahren erfolgt durch die Prüfberichte des Prüfsachverständigen für Baustatik. Darüber hinaus sind zusätzliche konstruktive Anforderungen zu erfüllen, deren Einhaltung im Rahmen der sicherheitstechnischen Vorprüfung und der baubegleitenden Kontrolle überprüft werden muß (vgl. Kap. 2.2.6 dieses Gutachtens).

Basis unserer Begutachtung sind die vom Antragsteller vorgelegten, in den nachfolgenden Kapiteln im einzelnen zitierten Unterlagen.

### **2.2.2 Anordnung, Gründung und Setzungen der Bauwerke am Schacht Konrad 2**

#### **– Anordnung**

Die Gesamtanordnung der Bauwerke auf dem Betriebsgelände von Schacht Konrad 2 ist im Lageplan (/1, EG 47/) dargestellt (vgl. Abb. 2.2.2). In der Unterlage /EG 47/ sind außerdem Angaben zur Erschließung sowie über die Lage und Größe des Baugrundstückes gemacht.



Das Gelände ist von einem Zaun umgeben und hat eine maximale Ausdehnung von ca. 470 m x 130 m. Die Fläche innerhalb der Einfriedung beträgt ca. 5,5 ha. Die mittlere Geländehöhe liegt bei +90,00 m ü.NN.

Das Betriebsgelände wird durch eine neu zu errichtende Zufahrtsstraße und Gleistrasse erschlossen. Die Anbindung an das anlagenseitige Straßen- und Schienennetz erfolgt am Wachgebäude auf der Nordostseite des Grundstückes.

Die Umladeanlage bildet mit der versetzt angeordneten Pufferhalle einen geschlossenen Gebäudekomplex. Der Förderturm mit Schachthalle schließt stirnseitig nordöstlich an die Umladehalle an. Durch einen unterirdischen Abwetterkanal mit dem Schachtkeller verbunden liegt nördlich des Förderturms das Lüftergebäude mit dem Diffusor. Die Grubenwasser-Übergabestation befindet sich nordwestlich des Förderturms. Weitere Betriebsgebäude sind im südwestlichen Teil des Geländes angeordnet.

Zur Abschirmung der Direktstrahlung, die von Gebinden auf abgestellten LKW bzw. Waggons ausgeht, werden neben den LKW-Parkplätzen bzw. dem Puffergleis zum Zaun hin Abschirmwände aus Stahlbeton errichtet.

Der Hauptpersonenzugang zur Umladehalle erfolgt über die Kontrollbereichspforte im Büro-, Labor- und Sozialgebäude. Der Antransport der Abfallgebinde per LKW oder per Bahn findet über die Tore zwischen Umladehalle und Trocknungsanlage statt.

### - Gründung und Setzungen

Im Auftrag des Antragstellers wurden Baugrunduntersuchungen /EU 36.25, EU 503/ durchgeführt und die Ergebnisse dieser Untersuchungen in der gutachtlichen Stellungnahme /EU 503/ zusammengefaßt. Auf der Basis dieser Stellungnahme sind die bei der Errichtung der Bauwerke und Verkehrsanlagen zu berücksichtigenden Anforderungen an den Baugrund in der Spezifikation /EU 504/ angegeben.

Auf dem gesamten Gelände befinden sich Aufschüttungen bis zu einer Mächtigkeit von ca. 6,0 m. Bis zu den Gründungssohlen der nicht unterkellerten Bauwerke stehen Böden verminderter bis nicht ausreichender Tragfähigkeit an. Die geplanten Flachgründungen können daher erst nach einem Bodenaustausch bis zu einer Tiefe von zum Teil 6 m unter Geländeoberkante durchgeführt werden. Der ausgehobene Boden ist bei entspre-

chender Verdichtung für den Wiedereinbau als tragfähiges Material geeignet. Die Gründungssohlen in den unterkellerten Bereichen erreichen überall gut tragfähigen Baugrund. Allerdings erfordert der Grundwasserstand (NN +84,00 bis NN +85,50 m) für die unterkellerten Bauwerke die Ausbildung von Wannern.

Den als Folge des Bergwerksbetriebes noch zu erwartenden Bodensenkungen bzw. Senkungsunterschieden von 1 cm auf 200 m Länge werden für die geplanten Gebäude am Schacht Konrad 2 keine Bedeutung beigemessen. Setzungen infolge der Bauwerkslasten sind für den Schachtkeller mit Förderturm und für das Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal ermittelt worden /EU 503/. Als maximale Setzungsdifferenz zwischen Schachtkeller und Abwetterkanal werden maximal 2 cm erwartet.

### Bewertung

#### - Anordnung

Die Anordnung der Bauwerke auf dem Gelände Schacht Konrad 2 wird von uns unter den Gesichtspunkten der betrieblichen Zweckmäßigkeit, des Strahlenschutzes, des Brandschutzes und möglicher Störfallauswirkungen beurteilt. Die Erfüllung baurechtlicher Anforderungen, wie z.B. die Einhaltung von Grenzabständen, an die Anordnung der Bauwerke wird bauaufsichtlich geprüft.

Die räumliche Lage der Bauwerke ermöglicht unter Berücksichtigung der in Kap. 2.3.1.2.2 dieses Gutachtens beschriebenen und kommentierten Verkehrslenkungsmaßnahmen einen ungehinderten Antransport von Abfällen auf dem Gelände.

Von der zentral gelegenen Umladehalle sind der unmittelbar anschließende Sonderbehandlungsraum und die Werkstatt auf kurzen Wegen gut erreichbar. Die Gebinde Transporte von der Umladehalle in die Schachthalle können ebenfalls leicht durchgeführt werden.

Dagegen bedeutet die gegenüber der Umladehalle versetzte Anordnung der Pufferhalle eine Erschwernis für den ungehinderten Einlagerungsbetrieb, weil der innerbetriebliche Gebindefortschritt zum Zwecke der Pufferung nur über den relativ engen Übergabebereich möglich ist, der beide Hallen miteinander verbindet. Allerdings wer-

den diese Nachteile größtenteils durch den vorgesehenen Einsatz eines besonders manövrierfähigen Seitenstapelfahrzeugs oder einer anderen Transporteinrichtung (vgl. Kap. 2.3.1.2.7 dieses Gutachtens) ausgeglichen.

Mit der Trennung von Personal- und Materialführung sowie der räumlichen Trennung der einzelnen Funktionsbereiche - Einlagerungsbereich, Technische Dienste, Sozialtrakt - wie auch des Gebindeumschlags in der Umladehalle von der temporären Gebindelagerung in der Pufferhalle wird den Anforderungen des Strahlenschutzes entsprochen.

Durch die Anordnung der Abschirmwände auf dem Gelände wird die Ortsdosisleistung am Südostzaun reduziert. Ausführlich gehen wir auf die Abschirmaßnahmen in Kap. 3.2 dieses Gutachtens ein.

Die Anordnung der Bauwerke in der beschriebenen Konstellation ist Basis für die Ausbreitungsrechnungen.

Aus der Sicht des Brandschutzes bestehen gegen die Anordnung der Bauwerke keine Einwände.

Die gegenseitige Beeinflussung der Gebäude im Erdbebenfall behandeln wir in den Kap. 2.2.4 und 2.2.5 dieses Gutachtens.

### - Gründung und Setzungen

Bauliche Anlagen sind grundsätzlich so zu gründen, daß ihre Standsicherheit unter den zu erwartenden Belastungen gewährleistet ist und die Standsicherheit anderer, z.B. benachbarter Bauwerke nicht gefährdet wird. Darüber hinaus sind die Auswirkungen unterschiedlicher Gebäudesetzungen auf die Bau- und Anlagenteile zu betrachten.

Zu den durchgeführten Baugrunduntersuchungen und Gründungsempfehlungen /EU 36.25/ hat das Ing.-Büro Prof. Duddeck und Partner, Braunschweig, gutachterlich Stellung genommen /240/. Darin wird den Gründungsempfehlungen des Antragstellers - Bodenaustausch in den nicht unterkellerten Teilen der Bauwerke, Ausbildung einer Wanne für die unterkellerten Bauwerke, Anordnung von Ringdrainagen -

zugestimmt. Es wird aber empfohlen, die vorhandene Tragfähigkeit der gewachsenen Gründungssohlen sowie des eingebauten und verdichteten Austauschbodens im Zuge der Ausführung zu überprüfen. Die Durchführung dieser Maßnahmen ist im Rahmen der Bauüberwachung durch die Bauaufsichtsbehörde sicherzustellen.

Prof. Duddeck geht in seinem Gutachten auch auf die besondere Konstruktion der Bodenplatte der Umladehalle ein. Wir kommen im Kap. 2.2.4 dieses Gutachtens - Baukonstruktion - hierauf zurück.

Zu den Ergebnissen der ergänzend durchgeführten Baugrunduntersuchungen und den daraus resultierenden Empfehlungen /EU 503/ sowie zur Baugrundspezifikation /EU 504/ liegt ebenfalls eine Stellungnahme des Baugrundgutachters Prof. Duddeck /109/ vor. Die Überprüfung dieser Unterlagen ergab keine Beanstandung. Wir haben keine Einwände gegen die Gründungsempfehlungen des Antragstellers, in fast allen Fällen einen Bodenaustausch bis auf tragfähigen Boden vorzunehmen und tiefreichende Gebäudeteile wasserundurchlässig auszuführen.

Die bautechnischen Nachweise der ordnungsgemäßen Gründung der Bauwerke werden im bauaufsichtlichen Verfahren vorgelegt und vom Prüfenieur für Baustatik geprüft. In den Bauantragsunterlagen zu den sicherheitstechnisch relevanten Bauwerken /EG 32, EG 33, EG 42, EG 43/ sowie in den uns vorliegenden, geprüften Standsicherheitsnachweisen /44/ sind die Gründungsempfehlungen /EU 36.25, EU 503/ weitgehend berücksichtigt worden. Unter Beachtung der Bemerkungen in den Prüfberichten des baustatischen Prüfers /44/, insbesondere zum Förderturm und zur Pufferhalle, ist die Standsicherheit der betrachteten Bauwerke für alle in Frage kommenden Lastfälle bezüglich der Gründung nachgewiesen.

Die Auswirkungen von Gebäudesetzungen auf die Bau- und Anlagenteile sind vom Antragsteller bisher nicht vollständig betrachtet worden. Setzungen, vor allem Setzungsunterschiede, können bei Bauwerken zu unzulässig großen Verformungen oder zu Rissen führen. Hierdurch kann die Nutzung der Bodenplatten (Fugenversatz, Kranbetrieb, Grundwasserabdichtung) der Anlage beeinträchtigt werden. In diesem Zusammenhang sind der setzungsempfindliche, aber nachrichtbar konstruierte Förderturm, der anschließende Abwetterkanal, die Stützen und Bodenplatten der Puffer- und Umladehalle sowie die Übergänge zwischen den Bautei-

len von besonderer Bedeutung. Der Antragsteller hat Setzungen bisher nur für den Schachtkeller mit Förderturm und für das Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal ausgewiesen /EU 503/. Im Rahmen der Ausführungsplanung sind auch für die übrigen sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude entsprechende Setzungsberechnungen durchzuführen. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind bei der Ausführungsplanung zu berücksichtigen und in bautechnischer Hinsicht vom Prüfenieur für Baustatik zu bewerten. Die Auswirkungen von Setzungen auf die Anlagenteile sind von einem unabhängigen Sachverständigen prüfen zu lassen.

Die vom Antragsteller angegebenen Bergsenkungen /EU 36.25, EU 503/ können nach unserer Meinung von den Bauwerken ohne Schäden aufgenommen werden. Die Anlagenteile werden hierdurch nicht nennenswert beeinträchtigt.

Insgesamt bestehen gegen die Gesamtanordnung und Gründung der Bauwerke am Schacht Konrad 2 keine sicherheitstechnischen Bedenken. Die Anordnung der Pufferhalle ließe sich in funktioneller Hinsicht allerdings noch verbessern, wenn sie parallel zur Längsachse der Umladehalle in Richtung Förderturm versetzt angesetzt würde (siehe oben). Die Setzungen der sicherheitstechnisch wichtigen Bauwerke sind gemäß Auflagenvorschlag AV 2.2-1 vor der Errichtung zu ermitteln und die Auswirkungen auf die Bauwerke und die Anlagenteile sind durch den Prüfenieur für Baustatik und einen unabhängigen Sachverständigen überprüfen zu lassen.

### **2.2.3 Abmessungen, Aufteilung und Nutzung**

Wir geben im folgenden eine zusammenfassende Darstellung der Abmessungen, der Aufteilung und der Nutzung der sicherheitstechnisch wichtigen Bauwerke am Schacht Konrad 2, wie sie sich aus dem Plan /1/ und den ergänzenden Bauantragsunterlagen /EG 32, EG 33, EG 42, EG 43, EG 47/ ergeben.

- Umladeanlage (Bauwerk Nr. 1), /EG 43/

Die Umladeanlage wird entsprechend ihrer Funktionsbereiche in die Bauteile A1, A2, B, C und D unterteilt. Aufgrund ihrer Größe wird die Pufferhalle (Bauteil D) auch als eigenständiges Bauwerk (Nr. 18) geführt.

Bauteil A1: Bereich Trocknungsanlagen, Werkstatt 1,  
Sonderbehandlung und Übergabebereich (ZEA)

Dieser Bereich erstreckt sich an der südwestlichen Stirnseite der Umladehalle zwischen den Gebäudeachsen 01 bis 9 und nimmt eine Fläche von etwa 54 m x 33 m ein.

In den Trocknungsanlagen werden ebenerdig in je einem Raum die Anlieferungsfahrzeuge LKW und Waggon bei Bedarf getrocknet. Die dazu erforderlichen raumlufttechnischen Einrichtungen befinden sich im 1. Obergeschoß über den Anlagen.

Der Bereich Sonderbehandlung schließt seitlich unmittelbar an die LKW-Trocknungsanlage an und ist über ein Schiebetor und einen Gleisanschluß mit der Umladehalle verbunden. Er hat eine Grundfläche von ca. 31 m x 10 m. Die Gebäudehöhe beträgt ca. 16 m. Im Erdgeschoß ( $\pm 0,0$  m) werden Abfallgebände, die nicht den Endlagerungsbedingungen entsprechen, einer Sonderbehandlung unterzogen. Ferner sollen hier feste radioaktive Betriebsabfälle vorübergehend gelagert werden. Bei Bedarf ist zur Konditionierung radioaktiver Betriebsabfälle bzw. Betriebsabwässer der Einsatz einer mobilen Kompaktier- bzw. Zementieranlage vorgesehen. Diese Anlagen können durch ein Rolltor von außen in den Sonderbehandlungsraum befördert werden. Darüber hinaus können im Erdgeschoß Transportfahrzeuge und Werkzeuge aus dem Kontrollbereich gereinigt oder dekontaminiert werden. Als Fördermittel ist eine 25-t-Krananlage vorgesehen. Im Kellergeschoß (-5,20 m) befinden sich in einer Auffangwanne aus Beton vier Sammelbehälter für radioaktive Betriebsabwässer sowie zwei Auffangbecken aus Beton für Löschwasser aus dem Kontrollbereich /EG 22/. Die im gemeinsamen Obergeschoß (+8,67 m) von Trocknungsanlage und Sonderbehandlungsraum angeordneten Technikräume werden für elektro- und maschinentechnische Einrichtungen genutzt.

Die Werkstatt 1 ist, seitlich versetzt, zwischen dem Sonderbehandlungsraum und der Pufferhalle angeordnet. Das Gebäude ist nicht unterkellert und durch Wände nicht weiter unterteilt. Es verfügt im Erdgeschoß über einen Gleisanschluß zur Umladehalle sowie über eine Wartungsgrube. Als Fördermittel ist ein 10-t-Kran vorgesehen. In der Werkstatt erfolgt die Inspektion, Wartung und Instandsetzung der Fahrzeuge, Maschinen und Anlagen. Das Gebäude hat eine Grundfläche von ca. 28 m x 11 m und ist ca. 9,50 m hoch.

Der Übergabebereich bildet die Verbindung zwischen der Umladehalle und der Werkstatt bzw. der Pufferhalle. Hierüber erfolgen die Transporte von Gebinden mit einem speziellen Seitenstapelfahrzeug in die Pufferhalle sowie der Zugang zur Werkstatt. Der Bereich umfaßt eine Fläche von ca. 24 m x 10 m.

Bauteil A2: Umladehalle, Übergang Schachthalle, Bereich Hauptleitstand (ZEA)

Bei der Umladehalle handelt es sich um eine eingeschossige, einschiffige Halle mit den Hauptabmessungen:

- Länge: 109,60 m
- Breite: 35,40 m
- Höhe: ca. 16,00 m
- mit Dachaufbau: 19,80 m

In der Halle erfolgt der Umschlag der Transporteinheiten vom LKW oder Waggon auf die Plateauwagen. Hierzu werden zwei 30-t-Brückenkrane eingesetzt.

Etwa die Hälfte der Hallenfläche wird durch die LKW-Fahrspur und das Bahngleis eingenommen. In der anderen Hälfte befinden sich die Gleise der Flurförderanlage, auf denen die Plateauwagen mittels Gleisfördereinrichtungen zur Eingangskontrolle und anschließend auf eine Warteposition in den Puffertunnel bis vor die Schachthalle gefahren werden. Zwischen den Gleisen können die Plateauwagen über zwei Querverschübe verfahren werden. Die Bodenplatte der Halle ist in diesem Bereich um 1,30 m abgesenkt.

Die Umladehalle ist über einen zweigeschossigen Zwischenbau mit dem Förderturm bzw. der Schachthalle verbunden. Im Erdgeschoß werden die Plateauwagen von der Umladehalle in die Schachthalle geschleust. Im Obergeschoß des Zwischenbaus befinden sich der Hauptleitstand für die Umladehalle und ein Besucherraum.

Die Bauteile B und C haben keine sicherheitstechnische Bedeutung. Sie werden aber als Teile der Umladeanlage der Vollständigkeit wegen mit aufgeführt.

Bauteil B: Büro- und Sozialgebäude (ZXC)

Das Büro- und Sozialgebäude liegt an der Nordwestseite der Umladehalle. Das Gebäude ist nicht unterkellert und zum Teil zweigeschossig aufgebaut.

Im Erdgeschoß befinden sich u.a. Strahlenschutzlabors, Personendekontaminationseinrichtungen, Hygieneräume sowie der zentral gelegene Kontrollbereichszugang. Im Obergeschoß ist die Verwaltung untergebracht.

Die Hauptabmessungen des Büro- und Sozialgebäudes betragen:

- Länge: 55 m
- Breite: 22 m
- Höhe: ca. 4 m bzw. 8,60 m.

Bauteil C: Heiz- und Elektrozentrale mit Kamin (ZTG)

Das Gebäude für die Betriebstechnik ist ebenfalls an der Nordwestseite der Umladehalle, neben dem Büro- und Sozialgebäude, angeordnet.

In einem eingeschossigen Teil sind die Lüftungszentrale für den Büro- und Sozialbereich zusammen mit der Heizzentrale für Wärme und Warmwasser untergebracht. Neben der Heizzentrale befinden sich der Kamin (Höhe: 36 m) sowie unterirdisch der Kohlebunker. Die Elektrozentrale für die Stromverteilung und Ersatzstromversorgung ist im zweiten Teil des Betriebstechnikgebäudes untergebracht. Dieser Teil ist für die Kabelverlegung unterkellert und über Kanäle sowohl mit der Freiluft-Trafoanlage als auch mit dem Schachtkeller verbunden.

Die Hauptabmessungen der Betriebstechnikzentrale betragen:

- Länge: 37 m
- Breite: 22 m
- Höhe: 4 m.

Bauteil D: Pufferhalle (Bauwerk Nr. 18, ZEB)

Die Pufferhalle ist eine eingeschossige, zweischiffige Halle mit den Hauptabmessungen:

- Länge: 76 m
- Breite: 37 m
- Höhe: ca. 10 m.

In der Halle können temporär 154 Abfallbinde mit der größten Stellfläche einlagig auf Sockelbänken im Bereich der Längswände und der Mittelstützen gelagert werden. Die



Abfallgebände werden im Übergabebereich zwischen Pufferhalle und Umladehalle vom Seitenstapelfahrzeug übernommen und in die Pufferhalle gefahren. Hierzu sind in der Bodenplatte der Pufferhalle Führungsschienen eingelassen.

Neben der Pufferhalle ist der aus vier Rohren bestehende, 30 m hohe Kamin angeordnet, über den die Fortluft aus der Umladehalle abgeführt wird.

- Förderturm mit Schachthalle, Schachthallenanbau und Schachtkeller  
(Bauwerk Nr. 2, ZAA), /EG 42/

Der nordöstlich an die Umladehalle anschließende Gebäudekomplex "Förderturm" besteht aus dem Schachtkeller auf -5,60 m (Bauteil B), dem darüberliegenden, als Schachthalle genutzten unteren Teil des Förderturms (bis ca. +16 m) sowie aus dem Turm selbst (Höhe: 40,0 m), (Bauteil A). Die Schachthalle geht seitlich des Förderturms ohne Trennwand in den Schachthallenanbau (Bauteil C) über.

Die Grundfläche des Förderturms mit Anbau beträgt 33 m x 23 m. Der Förderturm nimmt die Schachtförderanlage auf. Diese dient dem Abfallgebändetransport von über Tage im Schacht zum Füllort unter Tage sowie der Seilfahrt von Personal und dem Transport von Maschinenteilen zum Füllort.

Zur Schachtförderanlage gehören die Fördermaschine auf der Maschinenbühne (+27,10 m) und die zugehörigen elektrischen Anlagen auf der Elektrobühne (+19,26 m). Auf der Maschinenbühne ist außerdem eine Hilfsfahranlage angeordnet. Unter dem Dach des Förderturms ist ein 25-t-Brückenkran installiert. Die Be- und Entladevorgänge über Tage erfolgen über zwei Drehscheibenvorrichtungen in der Schachthalle.

Der Schachthallenanbau dient als Lager-, Montage- und Wartungsraum für technische Einrichtungen der Schachtförderanlage. Als Fördermittel ist ein weiterer 25-t-Brückenkran vorgesehen.

- Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal  
(Bauwerk Nr. 3, ZTE), /EG 32/

Das Lüftergebäude im nordöstlichen Teil des Anlagengeländes ist ein unterirdisches Bauwerk mit den Abmessungen 23 m x 18 m und der Gründungstiefe von -8 m. Im Lüftergebäude sind der Hauptgrubenlüfter zur saugenden Bewetterung des Grubengebäudes sowie weitere Technikräume untergebracht.

Der Diffusor mit einem Durchmesser von max. 6,70 m und einer Höhe von 45 m steht über dem Lüftergebäude. Er dient zur Abführung der angesaugten Grubenluft.

Der Abwetterkanal schließt an den Diffusor an und verbindet unterirdisch das Lüftergebäude mit dem Schachtkeller. Der Kanal ist ca. 45 m lang und hat einen Querschnitt von 5,30 m x 5,30 m (außen), der sich zum Schachtkeller hin auf 7,60 m x 5,30 m erweitert. Die Verlegetiefe beträgt -6,10 m.

- Grubenwasser-Übergabestation (Bauwerk Nr. 15, ZRH), /EG 33/

Die Grubenwasser-Übergabestation im nordwestlichen Teil des Anlagengeländes ist ebenfalls ein unterirdisches Bauwerk mit den Abmessungen 26 m x 10 m und der Gründungstiefe von -5,50 m. In dem Gebäude erfolgt das Sammeln und Ausmessen der Grubenwasser. Hierzu befinden sich im Behälterraum des Gebäudes vier 40-m<sup>3</sup>-Behälter aus Edelstahl.

- Abschirmwände außen (ZZW), /EG 47/

Die Abschirmwände im südlichen Teil des Anlagengeländes bestehen aus Stahlbeton und weisen eine Dicke von 35 cm und eine Höhe von 3 m auf. Die Wand zwischen Abstellgleis und Südostzaun ist 134 m, die Wand zwischen LKW-Parkplatz und Südostzaun 50 m lang.

- Steuerstand Trocknungsanlage (Bauwerk Nr. 21, ZVS), /EG 43/

Das Gebäude für den Steuerstand der Trocknungsanlage befindet sich neben den LKW-Parkplätzen auf der Bereitstellfläche vor der Umladehalle. Das Gebäude ist eingeschossig und voll unterkellert. Die Abmessungen betragen L/B/H = 7,40/6,70/3,10 m. Das Ge-

bäude dient der Überwachung der Trocknungsanlage und als Aufenthaltsraum für Fahrer der Anlieferungsfahrzeuge.

### Bewertung

Die Aufteilung und Nutzung der zuvor beschriebenen Bauwerke werden dem geplanten übertägigen Einlagerungsbetrieb grundsätzlich gerecht.

Allerdings ist u.E. der Übergabebereich zwischen Umladehalle und Pufferhalle im Hinblick auf einen ungehinderten innerbetrieblichen Transport der Abfallgebinde knapp bemessen. Sicherheitstechnische Bedenken bestehen in diesem Fall jedoch aufgrund der Betriebsweise des Seitenstapelfahrzeugs und der bei der Auslegung berücksichtigten möglichen Transportstörfälle nicht.

Ansonsten bieten die Bauwerke ausreichend Platz für die Unterbringung und den Betrieb der anlagentechnischen Einrichtungen.

Die Anforderungen des baulichen Brandschutzes hinsichtlich der Einteilung in Brandabschnitte sowie der Einrichtung von Flucht- und Rettungswegen werden durch die vorgesehene Aufteilung der Bauwerke erfüllt (vgl. Kap. 2.4 dieses Gutachtens).

Aus der Sicht des Strahlenschutzes bestehen ebenfalls keine Einwände gegen die geplante Aufteilung und Nutzung der Bauwerke (vgl. Kap. 3.4.4.1 dieses Gutachtens). Auf die Abschirmung ionisierender Strahlen, die vor allem durch die Bauteildicke bestimmt wird, gehen wir ausführlich in Kap. 3.2, 3.3 und 3.4.4 dieses Gutachtens ein.

### **2.2.4 Baukonstruktion**

Die Konstruktion der Bauwerke an den Schächten Konrad 1 und 2 geht allgemein aus der Baubeschreibung und den Gebäudezeichnungen im Plan /1/ hervor. Detailliertere Angaben zur Konstruktion der näher begutachteten sicherheitstechnisch wichtigen Bauwerke am Schacht Konrad 2 sind in den ergänzenden Planunterlagen /EG 32, EG 33, EG 42, EG 43/ enthalten oder können den bereits vorliegenden Standsicherheitsnach-

weisen /44/ entnommen werden. Wir beschränken uns im folgenden auf die Beschreibung und Bewertung der Konstruktion dieser Bauwerke.

- Trocknungsanlagen, Werkstatt, Sonderbehandlung, Übergabebereich (ZEA)

Der Bereich Trocknungsanlagen, Werkstatt, Sonderbehandlung, Übergabe ist ein z.T. unterkellertes Stahlbetonskelettbau mit Flachdach.

Der Kellerbereich besteht aus einer Gebäudewanne aus wasserundurchlässigem Beton gemäß DIN 1045 /32/. Im nicht unterkellerten Bereich wird das Bauwerk über Einzel- und Streifenfundamente gegründet. Die Bodenplatte wird als monolithische Stahlbetonplatte hergestellt.

Alle erdberührten Wände erhalten eine äußere Bauwerksabdichtung nach DIN 18195 /33/.

Die Tragkonstruktion wird aus Stahlbetonstützen, -unterzügen und -decken gebildet. Die Außen- und Innenwände bestehen aus Stahlbeton und z.T. aus Kalksandsteinmauerwerk, das durch Stahlbetonscheiben ausgesteift ist.

Im Bereich der Abwassersammelbehälter im Keller der Sonderbehandlung wird die Rohbetondecke von unten mit einer Schutzdecke aus Stahlblech zum Abfangen von Betonabplatzungen im Falle eines Gebindeabsturzes im Erdgeschoß der Sonderbehandlung versehen.

Das Dach wird als Warmdachkonstruktion auf Stahlbeton- bzw. Gasbetonplatten ausgeführt und durch Stahlbetonunterzüge oder -binder unterstützt.

Als Bodenbelag ist in der Werkstatt und im Sonderbehandlungsraum (einschl. Kellergeschoß) eine Dekontbeschichtung aus Epoxidharz auf Hartstoff-Estrich, ansonsten ein Epoxidharz-Anstrich direkt auf Beton, vorgesehen.

- Umladehalle (ZEA)

Die Umladehalle ist ein nicht unterkellertes Stahlbetonbau, der in den Außenachsen über Streifenfundamente flach gegründet ist. Die Bodenplatte besteht aus einer unteren und

einer oberen Stahlbetonplatte mit zwischenliegender Dichtungsbahn. Der Baugrundgutachter des Antragstellers empfiehlt, die untere Platte fugenlos auszuführen, um unterschiedliche Setzungen zu verhindern. Die obere Platte soll im Abstand von 18 bzw. 24 m Fugen erhalten, um die Rissefreiheit zu gewährleisten. Die einzelnen Felder werden in den Fugen miteinander verdübelt /EU 36.25/. Dagegen ist nach der Baubeschreibung /EG 43/ eine obere monolithische Bodenplatte ohne Fugen vorgesehen. Der Gesamtaufbau besteht aus einer 25 cm dicken unteren Stahlbetonplatte, der Abdichtung, einem 5 cm starken Schutzestrich und einer 33 cm dicken oberen Bodenplatte. Die Unterlagen /EU 503, EU 504/ enthalten keinen Hinweis auf Fugen in der Bodenplatte. Der Hallenfußboden wird als 65 cm starke Platte angegeben. In die Bodenplatte sind die Gleise und die Führungskanäle der Plateauwagen sowie ein Rinnen- und Leitungssystem mit den erforderlichen Pumpensümpfen zur Abführung der in der Halle anfallenden Wässer eingelassen. In Hallenlängsrichtung sind im Abstand von 6,00 m Stahlbetonstützen fest in die Fundamente eingespannt. Die Stützen haben einen abgestuften Querschnitt und stellen mit den dadurch gebildeten Konsolen die tragende Unterkonstruktion für die Kranbahnträger und die Spannbeton-Dachbinder dar. Zwischen den Stützen sowie an den Stirnseiten werden die Außenwände aus Stahlbeton errichtet. Diese sind durch Vertikalfugen, die durch Bleiabschirmung und Edelstahlbleche abgedeckt sind, unterbrochen /EU 161/.

Das Flachdach besteht aus Stahlbetonfertigteilen mit einem Warmdachaufbau. Die Dachdecke trägt gleichzeitig den Technikaufbau aus Stahl.

Als Fassade ist für die gesamte Umladehalle bis zu einer Höhe von ca. 5,0 m hinterlüftetes und wärmegeprägtes Verblendmauerwerk vorgesehen. Darüber erhalten die Außenwände eine gedämmte Trapezblechbekleidung, die im Abstand von 6,0 m durch hochgezogene Mauerwerkspfeiler unterbrochen ist. Der Bodenbelag der Halle besteht aus einer Dekontbeschichtung auf Epoxidharz-Basis auf der oberen Bodenplatte mit Hartstoff-Verschleißschicht.

Der Puffertunnel in der Halle wird aus Abschirmgründen in Schwerbeton (Barytbeton) ausgeführt, wobei die Decke aus demontierbaren Fertigteilplatten besteht.

- Pufferhalle (ZEB)

Die Konstruktionselemente der Pufferhalle sind grundsätzlich vergleichbar mit denen der Umladehalle. Es handelt sich ebenso um eine flach gegründete, nicht unterkellerte Stahlbetonhalle, die aber durch eine mittlere Stützenreihe unterteilt ist.

An den Längswänden und im Bereich der Mittelstützen befinden sich 2,0 m hohe Sockelbänke aus Stahlbeton zum Lagern der Abfallgebinde.

Der Einsatz eines Krans ist in der Pufferhalle nicht vorgesehen. Deshalb haben die Stahlbetonstützen in den Hallenlängswänden nicht die in der Umladehalle vorhandenen Konsolen zur Auflagerung der Kranbahnträger.

Der Fortluftkamin besteht aus vier am Fuß eingespannten Stahlröhren.

Die Fugenbreiten zwischen den Baukörpern der Umlade- und der Schachtförderanlage sowie die Vertikalfugen in den Außenwänden der großen Hallen betragen nach den Planunterlagen /EG 43/ einheitlich 10,0 cm.

- Förderturm mit Schachthalle, Schachthallenanbau und Schachtkeller (ZAA)

Der Schachtkeller ist eine um den Schacht herum gebaute Stahlbetonkonstruktion mit rechteckigem Grundriß. Das Bauwerk überträgt die Lasten des Förderturms und der Schachthalle in den Baugrund.

Die Konstruktion besteht aus einer Fundamentplatte und den bis zur Geländeoberkante reichenden Außenwänden aus wasserundurchlässigem Beton. Sämtliche erdberührten Bauteile erhalten zusätzlich eine äußere Bauwerksabdichtung nach DIN 18195 /33/.

Die Gebäudewanne ist in den Ecken zur Aufnahme der Turmstützen verstärkt. An der Nordostseite bindet der Abweatherkanal in den Schachtkeller ein.

Die Stahlbeton-Deckenkonstruktion des Schachtkellers wird, in der Höhe nachrichtbar, auf Elastomerlagern abgesetzt.

Der Förderturm ist eine räumliche Stahlkonstruktion, die in ein Unter-, Mittel- und Oberteil gegliedert werden kann. Die tragende Konstruktion des Unterteils, bis zur Elektrobühne auf +19,36 m, besteht aus vier Eckstützen in geschweißter Hohlkastenbauweise. Diese sind auf Elastomerlagern in den Ecken des Schachtkellers gelagert und in der Höhe von 12,30 m durch allseitige Querriegel miteinander verbunden. Das Mittelteil, bis zur Maschinenbühne auf +27,10 m, wird ebenso wie das Oberteil als Rahmenkonstruktion aus Profilstahl ausgeführt und durch Verbände stabilisiert.

Die Bühnen sind als Trägerrostkonstruktionen, versehen mit einer Stahlbetonauflage auf Trapezblechen, ausgebildet.

Die Dachabdeckung erfolgt mit einem Warmdachaufbau auf Trapezblechen, die auf längsgespannten Pfetten aufliegen.

Die Außenfassade des Förderturms besteht oberhalb der Schachthalle (ab ca. 17,20 m) aus wärmegeprägten Trapezblechen, die auf einer Unterkonstruktion aus außenliegenden Hängern aus Profilstahl befestigt sind. Im unteren Teil des Förderturms, bis zur Elektrobühne, werden die tragenden Teile der Stahlkonstruktion mit einer feuerbeständigen F90-Brandschutzbekleidung versehen /EU 423/.

Den unteren Teil des Förderturms nimmt die Schachthalle ein, an die der Schachthallenanbau anschließt. Die Außenwände dieser beiden Bauwerksteile bestehen aus Stahlbeton. Sie erhalten als Fassade bis zu einer Höhe von 5,00 m Verblendmauerwerk und darüber eine Trapezblechverkleidung. Die Außenwände werden durch eingespannte Stahlbetonstützen ausgesteift. Sie bilden im Schachthallenanbau die tragende Unterkonstruktion für die Krananlage und die Stahl-Fachwerkbinder der Dachkonstruktion.

Das Dach des Schachthallenanbaus ist ein Flachdach, bestehend aus einer Trapezblechabdeckung auf Stahlpfetten und einem Warmdachaufbau.

Die Bodenplatten der Schachthalle und des Schachthallenanbaus werden mit einem Verbundestrich und einer Hartstoffschicht versehen. Die Oberflächen erhalten eine Dekontbeschichtung auf Epoxidharzbasis.

- Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal (ZTE)

Das unterirdische Lüftergebäude ist eine Stahlbetonkonstruktion aus wasserundurchlässigem Beton.

Der Diffusor wird als Stahlbetonschornstein mit kreisförmigem Querschnitt errichtet. Er ist ca. 45 m hoch und verläuft in der unteren Hälfte konisch.

Lüftergebäude und Diffusor werden mittels einer 2,0 m dicken Stahlbetonsohlplatte gegründet.

Der Abwetterkanal hat einen quadratischen Querschnitt und wird ebenfalls in Stahlbeton ausgeführt.

Alle erdberührten Bauteile erhalten eine äußere Abdichtung nach DIN 18195 /33/.

Die Sohlplatte und die Zwischendecken des Lüftergebäudes werden mit einem Verbundestrich versehen und erhalten eine Dünnbeschichtung auf Epoxidharzbasis.

- Grubenwasser-Übergabestation (ZRH)

Die unterirdische Grubenwasser-Übergabestation ist eine Stahlbetonkonstruktion aus wasserundurchlässigem Beton.

Das Bauwerk wird über eine Sohlplatte flach gegründet. Die Abdeckung des Behälterraums erfolgt durch Stahlbeton-Fertigteilplatten, auf die ein Zementverbundestrich aufgebracht wird. Alle erdberührten Bauteile erhalten eine äußere Abdichtung nach DIN 18195 /33/.

Der Bodenbelag besteht aus Verbundestrich und einer Dünnbeschichtung auf Epoxidharzbasis.



– Abschirmwände außen (ZZW)

Die Abschirmwände bestehen aus Stahlbeton und sind aufgrund ihrer Auslegung 1,40 m tief und 1,80 m breit gegründet. Im Bereich der Fugen erhalten die Wände beidseitig 50 mm dicke Stahlplatten.

– Steuerstand Trocknungsanlage (ZVS)

Die Außenwände des Gebäudes bestehen aus Kalksandsteinmauerwerk und Stahlbeton. Das Dach ist ein Flachdach aus Trapezblechen auf einer Stahlkonstruktion. Die im Strahlungsfeld geparkter LKW liegenden Außenwände bestehen aus 17,5 cm bzw. 25 cm Stahlbeton. Das Fenster in der den LKW-Parkplätzen zugewandten Seite wird als Strahlenschutzfenster mit einer Abschirmwirkung äquivalent der Außenwand ausgeführt.

### Bewertung

Die Konstruktion der genannten Bauwerke muß den Grundanforderungen der NBauO genügen und darüber hinaus geeignet sein, die besonderen betrieblichen und sicherheitstechnischen Anforderungen zu erfüllen. Entsprechende Anforderungen resultieren insbesondere aus der baulichen Auslegung, dem Strahlenschutz, dem Brandschutz sowie der Störfallanalyse und sind größtenteils bereits in den betreffenden Fachkapiteln abgeleitet und bewertet. Im folgenden greifen wir die wesentlichen Gesichtspunkte auf und gehen in bautechnischer Hinsicht vertiefend darauf ein.

#### 2.2.4.1 Bauwerksfugen

In diesem Kapitel wird Bezug genommen auf die zu Beginn des Kap. 2.2.4 (Baukonstruktion) dieses Gutachtens gegebene Beschreibung.

### Bewertung

Bauwerksfugen sollen eine zwängungsfreie Verformung der Bauwerksteile, z.B. bei Temperatureinwirkung, Setzungen oder Schwinden des Betons ermöglichen. Daher

sind in den Stahlbetonaußenwänden der Umlade- und Pufferhalle Dehnungsfugen und in den Hallenböden Schwindfugen vorgesehen.

Es ist Aufgabe des Baustatikers, im Rahmen der bautechnischen Ausführungsplanung zu untersuchen, ob die Einflüsse von Zwangsbeanspruchungen durch die Anordnung von Fugen vernachlässigt werden können oder durch entsprechende Bemessung und Konstruktion der Bauteile berücksichtigt werden müssen. Dies ist bauaufsichtlich zu prüfen. Dabei sollte insbesondere darauf geachtet werden, daß der zweischichtige Aufbau des Hallenbodens (untere Platte fugenlos, obere Platte fugenlos) in der Umlade- und Pufferhalle die Forderungen nach größtmöglicher Rissefreiheit bei gleichzeitiger Vermeidung unterschiedlicher Setzungen erfüllen kann. In diesem Zusammenhang weisen wir darauf hin, daß der Baugrundgutachter, Prof. Duddeck, in seiner ersten Stellungnahme /240/ einen Fugenabstand in der oberen Platte von mehr als 18 m zur sicheren Vermeidung von Rissen als nicht ausreichend ansieht. Seiner Ansicht nach sollte der Fugenabstand, abhängig von der Verzahnung zwischen oberer und unterer Platte, nicht über 12 m betragen. Diese Forderung erübrigt sich, wenn die obere Bodenplatte, wie vorgesehen /EG 43/, fugenlos ausgeführt wird. Prof. Duddeck geht in seiner zweiten Stellungnahme /109/ zu den neuen Baugrunduntersuchungen /EU 503, EU 504/ auf die geänderte Ausführung der oberen Bodenplatte nicht weiter ein. Unseres Erachtens sollte sich der Baugrundgutachter zu dieser Planungsänderung im Hinblick auf die Forderung nach größtmöglicher Rissefreiheit und Vermeidung unterschiedlicher Setzungen noch äußern.

Aus betrieblicher Sicht dürfen die Lage und die Breite eventueller Fugen sowie ein möglicher Fugenversatz an den Übergängen zwischen den Bauteilen nicht zu einer Beeinträchtigung des Fahrverkehrs in den Hallen führen. Dies gilt insbesondere für den Betrieb des Seitenstapelfahrzeugs in der Pufferhalle.

Aus sicherheitstechnischer Sicht sind Fugen in den Bodenplatten im Hinblick auf die Rückhaltung kontaminierter Wässer und einer guten Dekontaminierbarkeit des Hallenbodens von Bedeutung. Fugen in den Außenwänden sind unter den Gesichtspunkten der Abschirmung von Strahlenquellen sowie des Brandschutzes zu beurteilen.

Die Abdichtung der Bodenfugen kann durch geeignete Fugenbänder und Fugendichtungsmassen erfolgen. Die Schwindrisse im Hallenboden sind so klein zu halten, daß sie von der Dekontbeschichtung überbrückt werden können (vgl. Kap. 2.2.4.5 dieses Gutachtens). Die Fugen in den Stahlbetonaußenwänden sind konstruktiv so auszubilden, daß ein direkter Strahlendurchgang nicht möglich ist und in den Fugenbereichen die gleiche Abschirmwirkung wie in den ungestörten Wandbereichen vorhanden ist.

Alle Fugen sind aus Brandschutzgründen mit nicht brennbaren Baustoffen zu verschließen.

In der Unterlage /EU 161/ sind im Zusammenhang mit der Dekontaminierbarkeit der Oberflächen für diverse Bauwerksfugen Ausführungsvorschläge angegeben. Diese sind u.E. geeignet, die oben genannten Anforderungen zu erfüllen.

Die Fugenausbildung ist im Hinblick auf die oben genannten Punkte bei der bautechnischen Ausführungsplanung zu berücksichtigen und wird im Rahmen der begleitenden Kontrolle überprüft.

Die Anordnung von Fugen zwischen den Baukörpern oder den Bauteilen ist auch im Hinblick auf die Erdbebensicherheit der Bauwerke von Bedeutung. Im Erdbebenfall sollen ausreichend breite Fugen die gegenseitige Bewegung der Bauwerksteile ermöglichen und so verhindern, daß benachbarte Bauteile aneinanderschlagen, wobei unvorhersehbare Schäden entstehen können. Der Antragsteller hat daher die bei Erdbebeneinwirkung maximal zu erwartenden horizontalen Verschiebungen der einzelnen Gebäude ermittelt und alle für eine erdbebensichere Auslegung erforderlichen seismischen Fugen zwischen den Bauwerken bzw. Bauwerksteilen nach Lage und Größe angegeben /EU 184.0/. Die maximal erforderliche Fugenbreite beträgt weniger als 10 cm. In den Bauantragsunterlagen sind die sogenannten "seismischen Fugen" bereits durch die Wahl einer einheitlichen Fugenbreite von 10 cm berücksichtigt. Nach erfolgter Prüfung der Erdbebennachweise der Bauwerke können wir diese Fugenbreite bestätigen.

Im Rahmen der Vorprüfung und der begleitenden Kontrolle der Bauausführung wird darauf zu achten sein, daß die genaue Lage und konstruktive Ausbildung der Bau-

werksfugen den betrieblichen und sicherheitstechnischen Anforderungen genügen. Entsprechende Prüfschritte sind bereits vorgesehen /EU 453/.

### **2.2.4.2 Bauliche Abschirmmaßnahmen**

In diesem Kapitel wird Bezug genommen auf die zu Beginn des Kap. 2.2.4 (Baukonstruktion) dieses Gutachtens gegebene Beschreibung.

#### **Bewertung**

Bauliche Abschirmmaßnahmen sind als Dauereinrichtungen wesentliche Voraussetzungen für einen effektiven Strahlenschutz des Personals und von Personen in der näheren Umgebung der Anlage.

Wir haben die Abschirmwirkung der Bauteile im Hinblick auf die zu erwartende Strahlenexposition am Zaun und den notwendigen Strahlenschutz des Personals ausführlich in den Kap. 3.2 und 3.4.4 dieses Gutachtens beurteilt. Danach schirmen die inneren und äußeren Gebäudestrukturen bei den vorgesehenen Baustoffen und den geplanten Wanddicken die Strahlung, die von den Gebäuden ausgeht, soweit ab, so daß die jeweiligen Dosisgrenzwerte der StrSchV in keinem Fall überschritten werden. Zu weiteren Einzelheiten verweisen wir auf die genannten Gutachtenskapi-  
tel.

Im Rahmen der baubegleitenden Kontrolle wird anhand der Bauausführungsunterlagen und durch entsprechende Bauüberwachung zu prüfen sein, ob die vorgesehenen Abschirmmaßnahmen im Detail realisiert wurden.

### 2.2.4.3 Abschirmbeton

In diesem Kapitel wird Bezug genommen auf die zu Beginn des Kap. 2.2.4 (Baukonstruktion) dieses Gutachtens gegebene Beschreibung.

#### Bewertung

Die Abschirmung des Personals und der Umgebung vor direkter Strahlung wird im wesentlichen von den Stahlbetonstrukturen der Bauwerke übernommen. Die Abschirmwirkung von Stahlbetonbauteilen gegenüber Gammastrahlung wird neben den Bauteildicken vor allem durch die Rohdichte des Betons bestimmt. Bei der abschirmtechnischen Auslegung der Wände und Decken geht der Antragsteller von Normalbeton mit der Dichte  $2,3 \text{ g/cm}^3$  und von Schwerbeton in Form von Barytbeton ohne genaue Dichteangabe aus. Nach DIN 25413, Teil 2 /179/ kann bei Auslegungsberechnungen für Abschirmungen aus Normalbeton von der angegebenen Trockenrohddichte (= Trockenmassengehalt zuzüglich Wasseranteil) ausgegangen werden. Für Barytbeton kann mindestens eine Trockenrohddichte von  $3,2 \text{ g/cm}^3$  angesetzt werden. Damit diese Trockenrohddichten nach Errichtung der Bauwerke sicher erreicht werden, sind bereits bei der Betonherstellung im Rahmen der Eignungsprüfung die entsprechenden Frischbetonrohddichten einzustellen und im Zuge der Errichtung in den Güteprüfungen nachzuweisen. Die Prüfungen erfolgen im bauaufsichtlichen Verfahren, wobei die Bestimmung und der Nachweis der Frischbetonrohddichte für Bauteile mit Abschirmwirkung auch der begleitenden Kontrolle im atomrechtlichen Verfahren unterliegen. Entsprechende Prüfungen sind vorgesehen /EU 453/.

#### 2.2.4.4 Bauliche Brandschutzmaßnahmen

In diesem Kapitel wird Bezug genommen auf die zu Beginn des Kap. 2.2.4 (Baukonstruktion) dieses Gutachtens gegebene Beschreibung.

##### Bewertung

Die Anforderungen des baulichen Brandschutzes werden bei der Umladeanlage durch die Ausführung der Brandabschnittswände in Stahlbeton mit mindestens 20 cm Dicke oder in 24 cm Kalksandsteinmauerwerk erfüllt. Die Decken bestehen aus mindestens 14 cm Stahlbeton. Somit besitzen alle Bauteile mit Brandschutzfunktion eine Feuerwiderstandsdauer die größer ist als die Feuerwiderstandsklasse F90. In Verbindung mit den überwiegend geringen Brandlasten sind die bautechnischen Brandschutzmaßnahmen - abgesehen von einer Ausnahme - ausreichend, um den erforderlichen Brandschutz sicherzustellen. Einzige Ausnahme ist das Lager für flüssige Abfälle unter dem Sonderbehandlungsraum. In diesem Bereich wird der erforderliche Brandschutz wegen der höheren Brandlast durch eine stationäre Löschanlage gewährleistet (vgl. Kap. 2.4 dieses Gutachtens).

Beim Förderturm sehen wir die für den unteren Teil vorgesehene Brandschutzbekleidung der tragenden Stahlkonstruktion als ausreichende Maßnahme an, um den erforderlichen Brandschutz zu gewährleisten. Im oberen Teil des Förderturms ist eine brandschutztechnische Auslegung der tragenden Bauteile nicht vorgesehen. Stattdessen werden große Brandlasten durch feuerbeständige Verkleidungen eingeschlossen und Räume mit erhöhtem Brandrisiko durch stationäre Löschanlagen geschützt. Aus unserer Sicht sind diese Maßnahmen akzeptabel (vgl. Kap. 2.4.1.5.1 dieses Gutachtens). Insgesamt genügt damit der Förderturm den Anforderungen des baulichen Brandschutzes, so daß seine Standsicherheit im Brandfall gewährleistet ist.

Im Detail betrachten wir die baulichen Brandschutzmaßnahmen in Kap. 2.4.1.5.1 dieses Gutachtens.

#### **2.2.4.5 Beschichtungen auf mineralischen zementgebundenen Untergründen**

In diesem Kapitel wird Bezug genommen auf die zu Beginn des Kap. 2.2.4 (Baukonstruktion) dieses Gutachtens gegebene Beschreibung.

##### **Bewertung**

In den Räumen des Kontrollbereichs sind zur Rückhaltung kontaminierter Flüssigkeiten und zur leichten Entfernung aufgetretener Kontaminationen dekontaminierbare Oberflächen unterschiedlicher Ausführung vorgesehen /EU 161/. Die Betriebsräume erhalten überwiegend Wand- und Bodenbeschichtungen auf Epoxidharzbasis.

Die Anforderungen und die Prüfungen für Beschichtungsstoffe, die in Kontrollbereichen kerntechnischer Anlagen auf mineralischen zementgebundenen Untergründen wie Beton, Putz oder Estrich verwendet werden, sind in DIN 55991, Teil 1 /218/ geregelt. Wir gehen hierauf im Hinblick auf eine ausreichend getroffene bauliche Strahlenschutzvorsorge näher im Kap. 3.4.4.3 dieses Gutachtens ein. Danach ist diese Art der Oberflächenbehandlung für den vorgesehenen Zweck geeignet und erlaubt in den überwiegenden Fällen eine sehr gute Dekontaminierbarkeit der Räume. Aus der Sicht des Strahlenschutzes ist damit hinsichtlich der Dekontaminierbarkeit eine ausreichende Strahlenschutzvorsorge getroffen worden (vgl. Kap. 3.4.4.3 dieses Gutachtens).

In diesem Abschnitt gehen wir ausschließlich auf die baulichen Voraussetzungen ein, die bei der Konstruktion und Ausführung von Beton-, Putz- und Estrichuntergründen erfüllt sein müssen, damit diese für die Beschichtungen als geeignet angesehen werden können.

Die Anforderungen an die Baukonstruktionen, an die Ausführung des Beton-, Estrich- und Putzuntergrundes sowie an Art und Umfang der Qualitätssicherungsmaßnahmen sind in DIN 55991, Teil 3 /218/ geregelt. Für unsere Beurteilung ziehen wir darüber hinaus die IfBt-Richtlinie /238/ für beschichtete Auffangräume aus Stahlbeton zur Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten sowie die DIN 28052, Teil 2 /224/ heran, in der Beschichtungen im chemischen Apparatebau geregelt werden. Allgemeine Anforderungen an den Betonuntergrund und an verschiedene Beschich-

tungssysteme sind einschließlich ihrer Eigenschaften in der DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen /235/ genannt.

Für die Betonkonstruktionen haben bereits zum Zeitpunkt der Planung die Wahl der Betonfestigkeitsklasse und die Festlegung der Bewehrung im Hinblick auf eine spätere Beschichtung der Oberfläche zu erfolgen. Gemäß DIN 55991, Teil 3 soll der Beton mindestens die Bedingungen der Festigkeitsklasse B 25 nach DIN 1045 /32/ erfüllen. In den statischen Berechnungen und in der Unterlage /EU 161/ sind für die Böden überwiegend Beton B 35 und für die Wände B 25 gewählt worden. Damit sind die Voraussetzungen hinsichtlich des Baustoffes Beton erfüllt.

Von besonderer Bedeutung für die spätere Funktionstüchtigkeit der Beschichtung sind die durch Zwangsbeanspruchungen infolge Temperaturänderungen, Schwinden und Setzungen in den Stahlbetonteilen auftretenden Risse. Die Rißbreiten lassen sich durch entsprechende Konstruktionsregeln so beschränken, daß sie von den Beschichtungssystemen dauerhaft überbrückt werden können. Es ist davon auszugehen, daß Beschichtungssysteme im allgemeinen Risse mit einer Breite von 0,2 mm sicher überbrücken. Mit besonderen Maßnahmen ist auch eine Rißüberbrückung bis 0,4 mm möglich.

Risse im Beton lassen sich auf die zuvor genannten Breiten beschränken, wenn die Bemessung und Konstruktion der Stahlbetonteile nach DIN 1045, Abschnitt 17.6 /32/ in Verbindung mit den diesbezüglichen Erläuterungen im DAfStb-Heft 400 erfolgen. Dabei sind neben den üblichen Belastungen im Gebrauchslastfall auch Zwangsbeanspruchungen aus behinderter Temperatur- und Schwindverformung sowie aus Setzungsdifferenzen zu berücksichtigen. Bei Stahlbetonbauteilen, die nach den Bestimmungen von DIN 1045, Abschnitt 17.6, bemessen werden, ist mit Rißbreiten bis 0,4 mm zu rechnen. Insbesondere wenn beschichtete Bauteile aus Beton auch zur Rückhaltung kontaminierter Flüssigkeiten, wie die Löschwasserauffangbecken und die Auffangwannen für kontaminierte Abwässer im Keller der Sonderbehandlung, herangezogen werden, ist eine weitergehende Beschränkung der Rißbreite erforderlich. Wir orientieren uns in diesem Fall an der Festlegung in der IfBt-Richtlinie /238/ und halten für die genannten Bauteile eine Beschränkung der Rißbreite unter Gebrauchslasten auf 0,2 mm für erforderlich. Ein entsprechender Nachweis ist unter Verwendung der in der IfBt-Richtlinie und im DAfStb-Heft 400 /32/ aufgeführten



Verwendung der in der IfBt-Richtlinie und im DAfStb-Heft 400 /32/ aufgeführten Grenzwerte für Durchmesser und Abstände der Bewehrungsstäbe zu führen (vgl. nachfolgenden Auflagenvorschlag AV 2.2-2).

Zusammenfassend bleibt festzustellen, daß für Stahlbetonkonstruktionen im Kontrollbereich, die mit einer Beschichtung versehen werden sollen, der Nachweis der Beschränkung der Rißbreite unter Gebrauchslast zu führen ist. Die Anforderungen an den Nachweis sind in Abhängigkeit von den rißüberbrückenden Eigenschaften des vorgesehenen Beschichtungssystems festzulegen. Auftretende Risse in den Stahlbetonbauteilen sollten eine Breite von 0,4 mm nicht überschreiten. Sie sind für den Fall, daß beschichtete Bauteile aus Beton auch zur Rückhaltung radioaktiver Flüssigkeiten herangezogen werden, im Gebrauchslastfall auf eine Breite von 0,2 mm zu beschränken. Die Nachweise sind im bauaufsichtlichen Verfahren zu prüfen /AV 2.2-2/.

Als Putzuntergrund für dekontaminierbare Beschichtungen ist nur Zementmörtel der Mörtelgruppe P III b nach DIN 18550, Teil 2 /270/ zulässig. Ein solcher Zementmörtel wird als Untergrund für die Beschichtung auf Wänden verwendet /EU 161/. Die genannten Anforderungen sind damit erfüllt.

Zementestrich als Beschichtungsträger muß mindestens der Festigkeitsklasse ZE 30 nach DIN 18560, Teil 1 /281/ entsprechen. In der Unterlage /EU 161/ ist als Untergrund für die Beschichtung Zementestrich ZE 40 vorgesehen. Die Mindestanforderung an diesen Baustoff ist damit erfüllt.

Neben den erwähnten konstruktiven Anforderungen sind an den Ausgangszustand der zu beschichtenden Beton-, Estrich- und Putzuntergründe weitere Anforderungen zu stellen, die alle in den zuvor genannten Regeln und Richtlinien genannt sind. Hier soll nur auf die wesentlichen Voraussetzungen hingewiesen werden. Diese sind:

- die Oberflächenbeschaffenheit  
(u.a. fest und frei von losen Teilen, frei von Graten, entsprechende Rauheit)
- die Oberflächenvorbereitung  
(u.a. Spachteln, Strahlen, Saugen)

- die Oberflächenzugfestigkeit  
(Beton: i.M. > 1,5 N/mm<sup>2</sup>, Putz: > 1,0 N/mm<sup>2</sup>  
Estrich: i.M. > 2,0 N/mm<sup>2</sup>)
- die Betonfeuchte  
(trocken, Restfeuchte ca. < 4 %) und
- die Oberflächentemperatur  
(je nach Beschichtungssystem)

Weitere Angaben sind in den Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller enthalten.

Die genannten Anforderungen an den Ausgangszustand der zu beschichtenden Oberflächen sind größtenteils auch in der Unterlage /EU 161/ aufgeführt. Sie sind noch in einer Arbeitsvorschrift zusammenzustellen und vor der Beschichtung zu erfüllen (siehe unten). Die Ausführung der Beschichtungsarbeiten selbst wird in Kap. 3.4.4.3 dieses Gutachtens behandelt.

Um sicherzustellen, daß alle in diesem Abschnitt genannten Anforderungen an den jeweiligen Beschichtungsuntergrund erfüllt werden, sind bereits vor Beginn und während der Beschichtungsarbeiten entsprechende Prüf- und Überwachungsschritte notwendig. Die Art und der Umfang der Qualitätssicherungsmaßnahmen sowie deren Dokumentation sind in einer noch zu erstellenden Arbeitsvorschrift festzulegen (siehe auch Kap. 3.4.4.3 dieses Gutachtens). Angaben hierzu finden sich u.a. in DIN 55991, Teil 3 /218/. Die Arbeitsvorschrift ist einem unabhängigen Sachverständigen zusammen mit der Verarbeitungsrichtlinie der zur Anwendung kommenden Beschichtungssysteme rechtzeitig vor Beginn der Beschichtungsarbeiten zur Prüfung vorzulegen /AV 2.2-3/.

#### **2.2.4.6 Äußere Bauwerksabdichtung**

Als Abdichtung sieht der Antragsteller für alle unterkellerten oder eingerdeten Bauwerke die Ausführung der Sohlplatten und der erdberührten Außenwände aus wasserundurchlässigem Beton vor. Zusätzlich werden in fast allen Fällen unter den Fundamentplatten bituminöse Schutzschichten gemäß DIN 18195 /33/ auf Unterbeton und mit Schutzbetonschicht angeordnet. Alle erdberührten Wände erhalten im Grundwasserbereich

außerdem eine bituminöse Abdichtung gegen drückendes Wasser, die oberhalb des höchsten Grundwasserstandes in eine Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser übergeht. Die Ausführung erfolgt jeweils nach DIN 18195 /33/. Für flachgegründete, nichtunterkellerte Gebäude sind unter den Bodenplatten keine Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit vorgesehen. Ausnahmen bilden die besonders ausgebildeten Bodenplatten der Umlade- und Pufferhalle. Diese schließen eine Abdichtung zwischen der oberen und unteren Betonplatte ein.

Für die Gebäudewanne der Grubenwasserübergabestation als Abdichtungsträger wird im Hinblick auf die bei Erdbeben sicherzustellende Integrität ein Nachweis der Rißbreitenbeschränkung für Erdbebenlasten nach KTA 2201.1 /41/ geführt.

### Bewertung

Die äußere Abdichtung von Bauwerken hat primär die Aufgabe, das Eindringen von Wasser in Form von Bodenfeuchtigkeit, von nichtdrückendem Oberflächen- und Sickerwasser sowie von drückendem Grundwasser zu verhindern.

Eindringendes Wasser kann die Widerstandsfähigkeit der Baustoffe und Bauteile mindern und zu örtlichen Zerstörungen sowohl der tragenden Teile als auch der Ausbaukonstruktionen führen und dadurch die Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit des Bauwerks beeinträchtigen. Der Schutz der Bauwerke gegen Feuchtigkeit und Wasser gehört daher zu den Grundregeln der Bautechnik.

Die besondere Aufgabe der Bauwerksabdichtung in kerntechnischen Anlagen besteht in dem Schutz von sicherheitstechnisch wichtigen Systemen und Anlagenteilen vor Feuchtigkeit und Wasser im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen. Außerdem darf die Integrität der zum Zwecke der inneren Abdichtung und Dekontaminierbarkeit im Gebäudeinneren aufgetragenen Oberflächenbeschichtungen im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht durch eine feuchtigkeitsbedingte Schädigung des Untergrundes beeinträchtigt werden.

Innere Abdichtungen in Form von Beschichtungen verhindern das Eindringen von im Betrieb unplanmäßig freigesetzten kontaminierten Flüssigkeiten in den Beton. Sie

können aber bei Störfällen und Einwirkungen von außen durch mechanische und thermische Beanspruchungen ihre Schutzwirkung verlieren. In solchen Fällen kann die äußere Abdichtung als letzte Barriere gegen das Austreten von radioaktiv kontaminierten Flüssigkeiten in das Erdreich und das Grundwasser dienen. Sie ist generell aber kein Ersatz für eine betrieblich erforderliche innere Abdichtung.

Die Abdichtung der Bauwerke gegen Feuchtigkeit und Wasser kann entweder durch eine von außen auf den zu schützenden Baukörper aufgebraute Dichthaut erfolgen oder der Baukörper wird wannenartig aus wasserundurchlässigem Beton hergestellt und übernimmt als sogenannter Dichter Baukörper selbst die Abdichtungsaufgabe. Letztere Möglichkeit ist bei dynamischen Beanspruchungen aus Erdbeben und der damit verbundenen Gefahr der Rissebildung und der Entstehung undichter Fugen nicht unproblematisch.

Der Stand der Bautechnik wird für Außenhautabdichtungen in den Normen DIN 18195, Teil 1 bis 6 und 8 bis 10 /33/ beschrieben. Für kerntechnische Anlagen gelten zusätzliche Anforderungen, die aus der KTA 2501 /35/ (wortgleich: DIN 25487) abgeleitet werden können. Die Anforderungen an wasserundurchlässigen Beton sind in DIN 1045 /32/, Abschn. 6.5.7.2, genannt. Regelungen zur Beschränkung der Rißbreite sind in DIN 1045, Abschn. 17.6 /32/ sowie im Heft 400 des DAfStb /32/ enthalten.

Für die Bauwerke am Schacht Konrad 2 ergeben sich in Abhängigkeit ihrer betrieblichen und sicherheitstechnischen Funktion und unter Berücksichtigung des Auslegungskonzepts zusammengefaßt folgende Anforderungen an die Auslegung der äußeren Bauwerksabdichtung:

Im bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage ist die Dichtfunktion der Abdichtung unter Gebrauchslasten sicherzustellen.

Weitergehende Anforderungen an die Bauwerksabdichtung, wie sie sich nach der Abdichtungsnorm für Kernkraftwerke (vgl. KTA 2501) ergeben, stellen wir hier nicht, denn im Gegensatz zu Kernkraftwerken gibt es beim Endlager Konrad keine aktiven sicherheitstechnisch wichtigen Systeme und Anlagenteile, die zur Erfüllung ihrer Aufgaben auch im Störfall vor dem schädigenden Einfluß von Feuchtigkeit und Wasser

zu schützen sind. Die äußere Bauwerksabdichtung wird bei anlageninternen Störfällen, die möglicherweise auch als Folge eines Erdbebens eintreten, nicht als Barriere gegen ein Austreten radioaktiver Flüssigkeiten in den Boden herangezogen. Die Rückhaltung potentiell radioaktiv kontaminierter Wässer erfolgt durch die im Keller des Sonderbehandlungsraums aufgestellten Sammelbehälter für flüssige radioaktive Stoffe und durch die Löschwasserauffangbecken. Im Erdbebenfall wird durch die erdbebensichere Auslegung der Löschwasserauffangbecken und der Auffangwanne unter den Abwassersammelbehältern sichergestellt, daß keine kontaminierten Flüssigkeiten im Boden versickern.

Das im Zusammenhang mit einem Folgebrand nach einem Erdbeben im Kontrollbereich der Umladeanlage anfallende Löschwasser ist vernachlässigbar gering kontaminiert und wird über die Abwasseranlage unmittelbar den Auffangbecken in der Sonderbehandlung zugeführt. Sollten dennoch durch erdbebenbedingte Risse in der Bodenplatte und den Abdichtungen geringe Mengen Löschwasser versickern, so ist nach unserer Ansicht hiermit keine Gefährdung von Boden und Grundwasser verbunden. Besondere Anforderungen im Hinblick auf die Rückhaltung von Löschwasser ergeben sich daraus für die Bodenplatten und deren Abdichtungen nicht.

Einen Sonderfall hinsichtlich der Auslegungsanforderungen an die äußere Bauwerksabdichtung bildet die Gebäudewanne der Grubenwasserübergabestation. Da die Sammelbehälter für Grubenwässer selbst nicht gegen Erdbeben ausgelegt sind, ist der Verlust ihrer Integrität zu unterstellen. In diesem Fall muß die Gebäudewanne zusammen mit der äußeren Abdichtung sicherstellen, daß keine radioaktiv kontaminierten Wässer nach außen gelangen.

Im bestimmungsgemäßen Betrieb werden die oben genannten Anforderungen an die äußere Bauwerksabdichtung bereits durch die vorgesehene Ausführung der Abdichtung nach DIN 18195 /33/ und durch eine Bemessung und Bewehrung der als Abdichtungsträger wirkenden Stahlbetonbauteile nach DIN 1045 /32/ erfüllt. Um den Bedingungen der DIN 18195 hinsichtlich einer Beschränkung der Rißbreiten zu genügen, ist bereits bei der Planung für die Stahlbetonbauteile ein entsprechender Nachweis nach DIN 1045, Abschn. 17.6, für Gebrauchslasten und unter Berücksichtigung von Zwangsbeanspruchungen zu führen. Bei der Wahl der Abdichtungsarten sind die nach DIN 18195 jeweils zulässigen Druckbelastungen einzuhalten.

Unter Beachtung dieser Hinweise in der bautechnischen Ausführungsplanung sind die vorgesehenen Abdichtungen gegen drückendes und nichtdrückendes Wasser nach DIN 18195 geeignet, das Eindringen von Wasser in die Bauwerke zu verhindern.

Diese Aufgabe kann im Betrieb ebenso von den Gebäudewannen selbst übernommen werden, wenn diese aus wasserundurchlässigem Beton im Sinne von DIN 1045, Abschn. 6.5.7.2, hergestellt sind. Allerdings sind in diesem Fall hohe Anforderungen an die Planung, Konstruktion und Ausführung solcher Bauteile zu stellen, um Mängel zu vermeiden, die unmittelbar den Verlust der Wasserundurchlässigkeit zur Folge hätten. Besondere Bedeutung kommt dabei allen Maßnahmen zur Rißbreitenbeschränkung zu, wobei davon auszugehen ist, daß ein Bauteil mit Rissen bis etwa 0,15 mm Breite als wasserundurchlässig gilt. Desweiteren ist beim Einsatz von wasserundurchlässigem Beton besondere Sorgfalt auf die Abdichtung von Arbeits- und Bewegungsfugen sowie auf die Nachbehandlung des Betons zu verwenden.

Aus den genannten Gründen wäre eine Abdichtung durch wannenartige Baukörper aus wasserundurchlässigem Beton allein problematisch. Dagegen bietet die überwiegend gewählte Kombination mit einer Außenhautabdichtung im bestimmungsgemäßen Betrieb auf jeden Fall einen sicheren Schutz der Bauwerke gegen das Eindringen von Wasser. Daher ist auch unter der Sohlplatte im unterkellerten Bereich der Sonderbehandlung eine Bauwerksabdichtung gegen drückendes Wasser gemäß DIN 18195 Teil 6 anzuordnen. Dies ist zwar nach den Bauzeichnungen /EG 43/ so vorgesehen; die Baubeschreibung enthält jedoch keine entsprechende Festlegung. Um auch für die Werkstatt und den Schachthallenanbau, die beide flach gegründet sind, die Anforderung an einen trockenen Hallenboden sicher zu erfüllen, ist unter den Bodenplatten dieser Bauwerke eine Abdichtung gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit gemäß DIN 18195, Teil 4, vorzusehen /AV 2.2-4/.

Zur Sicherstellung der erforderlichen Qualität der Abdichtung nach DIN 18195 sind vor Beginn der Errichtung detaillierte Ausführungsunterlagen einem unabhängigen Sachverständigen zur Vorprüfung vorzulegen. Diese müssen enthalten:

- Ausführungspläne für die Abdichtungen,
- Ausbildung der Abdichtung (Spezifikation),
- Nachweise, daß die auftretenden Beanspruchungen von der Abdichtung ertragen und die zulässigen Rißbreiten der Abdichtungsträger eingehalten werden,

- Eignungsnachweise für die Abdichtungsstoffe und -systeme,
- Prüf- und Abnahmeprogramm für die auszuführenden Abdichtungen.

Die fachgerechte Ausführung der Abdichtung ist entsprechend den vorgeprüften Unterlagen durch einen unabhängigen Sachverständigen baubegleitend kontrollieren und durch Abnahmeberichte bestätigen zu lassen /AV 2.2-5/.

Art und Umfang der zum Nachweis der Güte von wasserundurchlässigem Beton durchzuführenden Prüfungen gehen aus DIN 1045, Abschn. 7 und 8 /32/ in Verbindung mit DIN 1048 /282/ hervor. Ihre Durchführung wird bauaufsichtlich überwacht.

Die als Sonderfall für die Abdichtungswanne der Grubenwasserübergabestation im Erdbebenfall geforderte Rückhaltefunktion kann prinzipiell ebenfalls auf zwei Arten erreicht werden.

Üblicherweise erfolgen in solch einem Fall Auslegung und Ausführung der äußeren Bauwerksabdichtung nach der KTA-Regel 2501 /35/. In dieser Regel werden die über DIN 18195 /33/ hinausgehenden besonderen Anforderungen an Bauwerksabdichtungen kerntechnischer Anlagen genannt. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Berücksichtigung dynamischer Beanspruchungen, z.B. aus Erdbeben, sowie die Rückhaltefunktion der Bauwerksabdichtung gegen das Austreten radioaktiv kontaminierter Flüssigkeiten zu nennen. Weitere Anforderungen betreffen

- die möglichen Arten des Abdichtungsaufbaus,
- die dynamischen Beanspruchungen aus Erdbeben, wobei das Bemessungserdbeben nach KTA 2201.1 zugrunde zu legen ist,
- die hydrostatische Beanspruchung infolge Behälterleckage,
- die Begrenzung der Risse im Abdichtungsträger auf eine Grenzißbreite von 4,0 mm; dies entspricht einer mittleren Rißbreite an den Außenflächen des Konstruktionsbetons von 1,2 mm.

Abdichtungen, deren Aufbau und Auslegung den Bestimmungen der KTA 2501 entsprechen, bleiben auch bei spontaner Rißöffnung bzw. Rißerweiterung aufgrund dynamischer Beanspruchungen bei einem Bemessungserdbeben nach KTA 2201.1 bis zu den genannten Rißbreiten dicht.

Der Antragsteller beabsichtigt, für die Gebäudewanne der Grubenwasserübergabestation einen Reißbreitennachweis für Erdbeben nach dem KTA-Regelwerk zu führen /EU 315/. Er erklärt in diesem Zusammenhang aber nicht explizit, daß Auslegung und Aufbau der Abdichtung entsprechend KTA 2501 erfolgen sollen. Wir halten dies zur Sicherstellung der Dichtheit der Bauwerksabdichtung nach einem Erdbeben aber für erforderlich /AV 2.2-6/. Die Qualitätssicherung der Abdichtung selbst erfolgt anhand der Ausführungsunterlagen sowie baubegleitender Prüfung und Überwachung durch einen unabhängigen Sachverständigen entsprechend den Festlegungen im Auflagenvorschlag AV 2.2-5.

Als Alternative zu der hier beschriebenen Vorgehensweise, die Rückhaltefunktion der Gebäudewanne der Grubenwasserübergabestation über die äußere Bauwerksabdichtung sicherzustellen, besteht noch die Möglichkeit, die Wasserdurchlässigkeit des Betonkörpers selbst zu begrenzen („Weiße Wanne“). In diesem Fall hat neben der Verwendung von wasserundurchlässigem Beton die Bemessung der Stahlbetonkonstruktion nach KTA 2201.3, Abschnitt 4.2.6 /283/ zu erfolgen. Die statischen Nachweise der Verformungsbegrenzungen für die Gebäudewanne sind vor Beginn der Errichtung zu führen und bauaufsichtlich zu prüfen(vgl. /AV 2.2-6/).

### 2.2.5 Bauliche Auslegung

Die Auslegung der Bauwerke am Schacht Konrad 1 und Konrad 2 ist in der Übersichtstabelle /EU 315/ dargestellt. Darin sind für jedes Bauwerk die aus dem bestimmungsgemäßen Betrieb sowie aus den zugrunde gelegten Auslegungsstörfällen resultierenden Lastfälle aufgeführt.

Diese allgemeinen Angaben sind in weiteren Unterlagen konkretisiert.

Für alle sicherheitstechnisch wichtigen Bauwerke am Schacht Konrad 2 sind die konventionellen und betrieblich bedingten Gebrauchslasten in Lastenplänen und Lastenlisten, die zu den jeweiligen Standsicherheitsnachweisen /44/ gehören, erfaßt.



Als ein Ergebnis aus der Analyse anlageninterner Störfälle (EVI-Ereignisse) werden bei der Auslegung der Umladeanlage Anpralllasten aus einem möglichen Anprall von Transportfahrzeugen nach DIN 1055 /37/ berücksichtigt oder es werden konstruktive Maßnahmen zum Anprallschutz getroffen /EU 245/. Der Boden des Sonderbehandlungsraumes wird für den Absturz eines Abfallgebindes ausgelegt /EU 315, EU 324/. In einer Mitteilung der DBE /36/ sind bereits die für die Berechnung notwendigen Absturzlasten zusammengestellt.

Der Antragsteller geht in seiner Störfallanalyse /EU 228/ davon aus, daß die sicherheitstechnisch relevanten Bauwerke und Anlagenteile so gegen Erdbeben ausgelegt werden, daß eine Freisetzung radioaktiver Stoffe im Erdbebenfall vermieden wird. Das Auslegungskonzept /1, EU 184.0/ gegen seismische Einwirkungen sieht vor, für folgende Bauwerke die Standsicherheit für das Bemessungserdbeben (Anm.: Das Bemessungserdbeben entspricht nach der neuen Fassung der KTA 2201.1 von 06/90 dem früheren Sicherheitserdbeben) im Sinne einer Klasse-II-Auslegung nach KTA 2201.1, Abschnitt 5 (3), nachzuweisen:

- Trocknungsanlagen,
- Werkstatt und Sonderbehandlungsraum einschl. Kellergeschoß,
- Übergabebereich,
- Umladehalle einschl. Hauptleitstand,
- Kamin der Heizzentrale,
- Pufferhalle mit Abluftkamin,
- Förderturm mit Schachtkeller und Schachthalle,
- Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal,
- Grubenwasserübergabestation,
- Abschirmwände außen.

Die Nachweise werden nach KTA 2201.3 /283/ unter Berücksichtigung der Vorschriften der DIN 4149 /38/ geführt.

Über den Standsicherheitsnachweis hinaus wird für Bauteile, die auch zur Rückhaltung radioaktiver Flüssigkeiten dienen, zusätzlich die Integrität bei Erdbeben durch den Nachweis einer Rißbreitenbeschränkung für Erdbebenlasten sichergestellt. Dabei han-

delt es sich um die Gebäudewanne der Grubenwasserübergabestation sowie die Löschwasserauffangbecken und die Auffangwanne unter den Sammelbehältern für kontaminierte Abwässer im Keller der Sonderbehandlung.

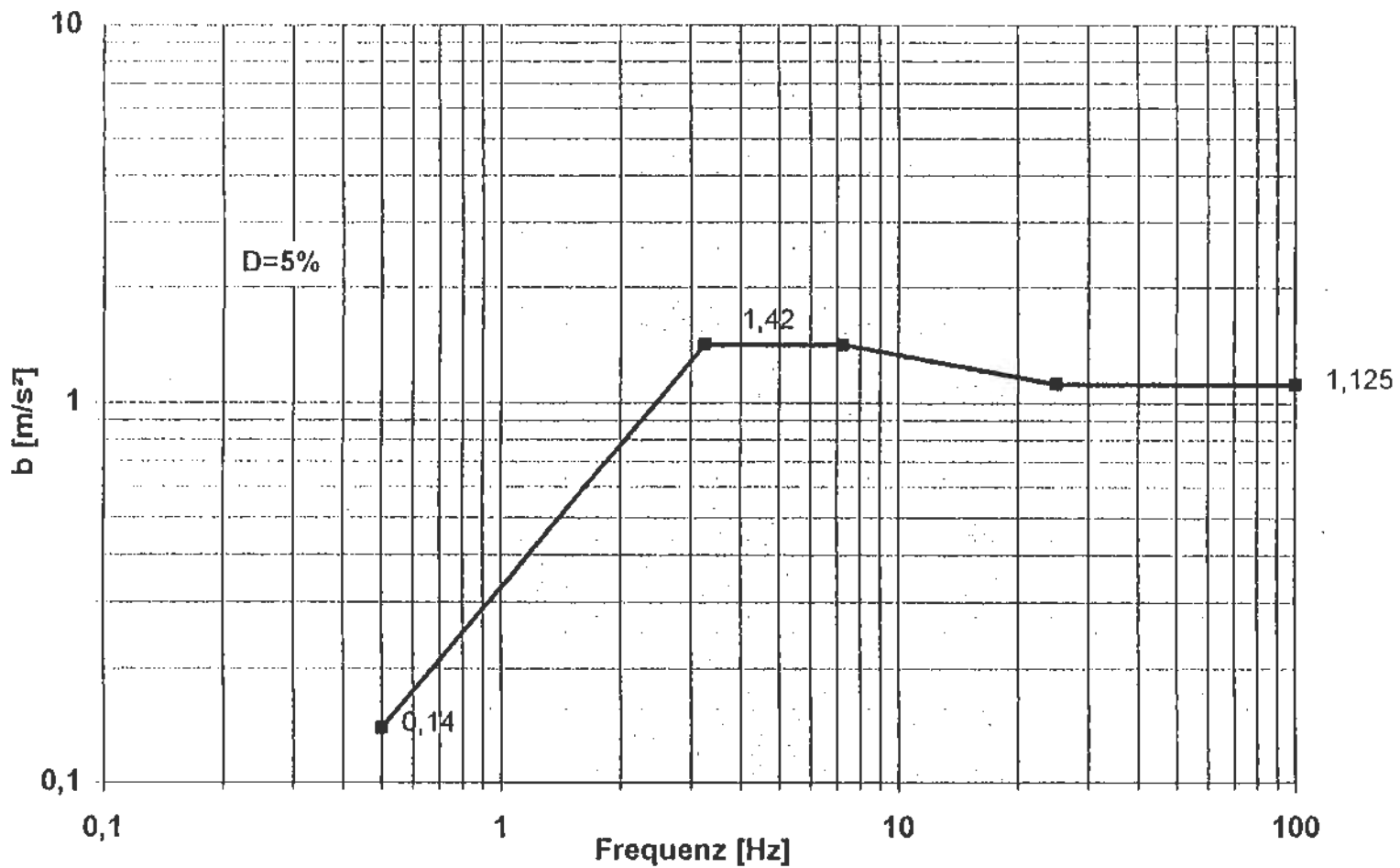
Die Auslegung elektro- und maschinentechnischer Anlagenteile gegen Erdbeben erfolgt auf der Basis der KTA 2201.4 /284/. Im Anhang 1 der Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwirkungen /EU 184.0/ sind die Komponenten aufgeführt, deren Standsicherheit im Erdbebenfall nachgewiesen wird.

Die Intensität des Bemessungserdbebens am Standort beträgt  $I = 7,0$ . Als seismische Lastannahme wird den Standsicherheitsnachweisen der baulichen Anlagen das in Abb. 2.2.3 dargestellte inelastische Bemessungsspektrum zugrunde gelegt. Als Bemessungsgrundlage für die Standsicherheitsnachweise der elektro- und maschinentechnischen Anlagenteile sowie zur Ermittlung von Verformungen (Rißbreiten, Fugen) wird das für den Standort abgeleitete elastische Freifeld-Antwortspektrum (Abb. 2.2.4) verwendet. Die dynamischen Berechnungen werden in Verbindung mit der Finite-Elemente-Methode nach dem Antwortspektrenverfahren durchgeführt /EU 184.0/.

In Verbindung mit den Standsicherheitsnachweisen /44/ liegen für alle gegen Erdbeben ausgelegten Bauwerke entsprechende Erdbebenberechnungen /145/ vor. Zu den Einzelnachweisen für die Komponenten hat der Antragsteller ein Konzept zur Ermittlung von Etagenantwortspektren /147/ vorgelegt. Von den gegen Erdbeben auszulegenden Komponenten liegen Erdbebennachweise für die Schachteinbauten /152/ und die Förderseile /156/ vor.

Die Auslegung von Bauwerken gegen die EVA-Ereignisse Flugzeugabsturz und Druckwelle aus chemischen Reaktionen werden dem Restrisiko zugeordnet. Eine Auslegung der Gebäude ist nicht vorgesehen.

Hochwasser wird standortbedingt nicht unterstellt. Weitere Ereignisse wie Blitzschlag, Wind, Eis und Schnee werden im baurechtlichen Genehmigungsverfahren auf der Basis der technischen Baubestimmungen berücksichtigt.



**Abb. 2.2.3:** Inelastisches Bemessungsspektrum der resultierenden horizontalen Bodenbeschleunigung für die Erdbebenauslegung der Bauwerke Konrad 2

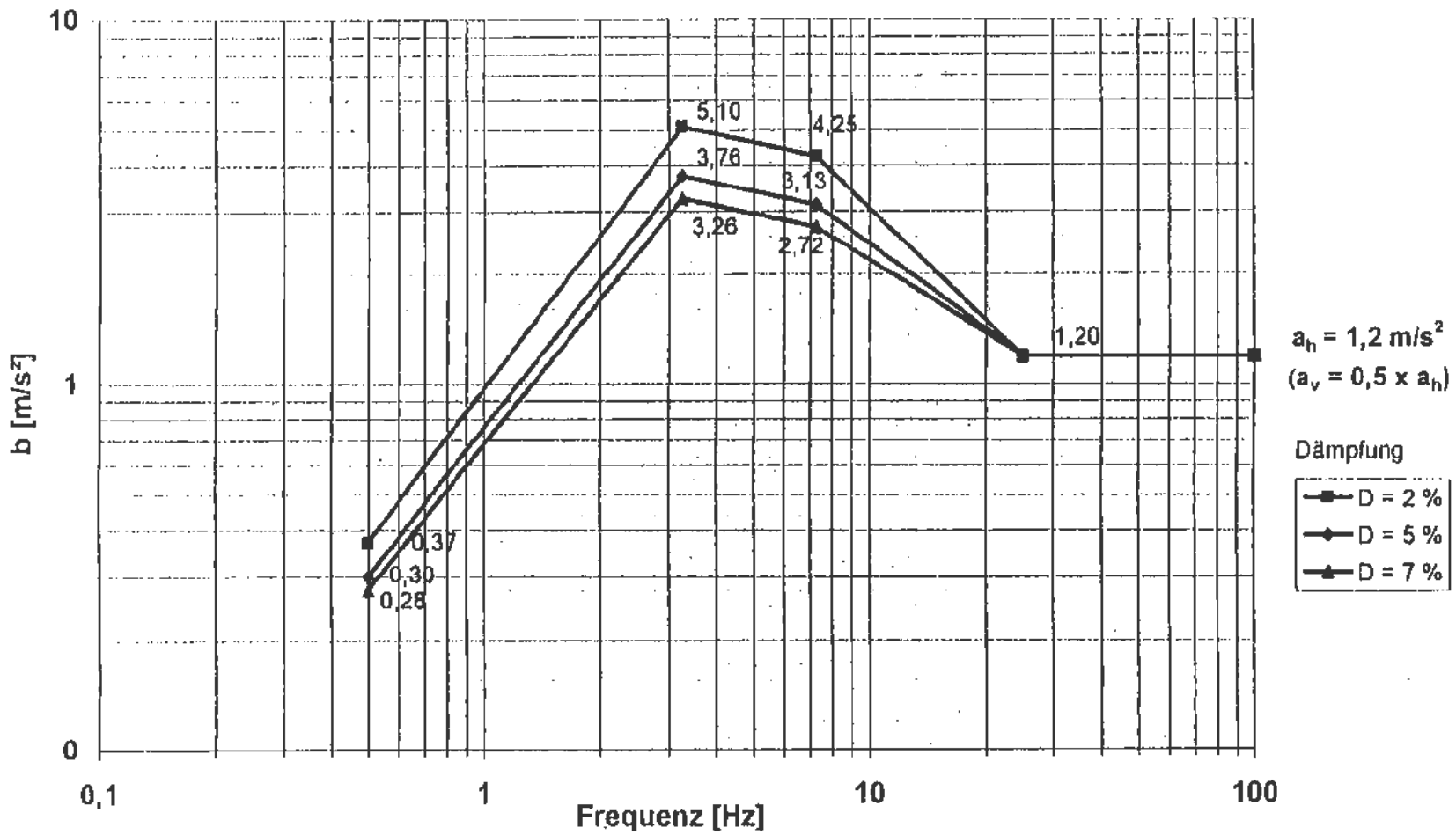


Abb. 2.2.4: Elastisches Freifeld-Antwortspektrum der horizontalen Bodenbeschleunigung für die Intensität I = 7,0 am Standort Konrad

### Bewertung

Das aus der Lastenmatrix Konrad 1 und 2 /EU 315/ hervorgehende Auslegungskonzept für die sicherheitstechnisch relevanten Bauwerke am Schacht Konrad 2 ist, insbesondere hinsichtlich der berücksichtigten EVI- und EVA-Ereignisse, Grundlage der vom Antragsteller vorgelegten Störfallanalyse /EU 228/. Aus der Bewertung dieser Analyse (vgl. Kap. 5 dieses Gutachtens) haben sich keine darüber hinausgehenden Anforderungen an die bauliche Auslegung der Bauwerke ergeben. Allerdings sind im Hinblick auf die von einigen Bauteilen im Erdbebenfall zu erfüllende Dichtheitsfunktion bei den statischen Nachweisen Rißbreitenbeschränkungen zu berücksichtigen. Wir gehen darauf weiter unten näher ein.

Im folgenden werden von uns die aus den allgemeinen Auslegungsvorgaben resultierenden Belastungen, denen die Bauwerke ausgesetzt sind oder sein können, betrachtet. Diese beanspruchen die Baukonstruktionen je nach Lastfall in globaler und/oder lokaler Hinsicht. Sie lassen sich unterscheiden in

- Gebrauchslasten im bestimmungsgemäßen Betrieb,
- Sonderlasten aus anlageninternen Störfällen (EVI),
- Sonderlasten aus Einwirkungen von außen (EVA).

Die Begutachtung der verschiedenen Lastfälle erfolgt jeweils unter dem Aspekt, daß bei der Prüfung der Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit der Bauwerke im bauaufsichtlichen Verfahren alle aus anlagen- und sicherheitstechnischer Sicht anzusetzenden Lasten richtig und vollständig berücksichtigt werden.

Das Verfahren der Lastbestätigung ist exemplarisch für EVA-Lasten in einem Fachgespräch zwischen den Beteiligten vereinbart worden /43/. Danach werden die anlagenbedingten Gebrauchs- und Sonderlasten sowie die Bemessungsschnittgrößen aus Erdbeben vom sicherheitstechnischen Gutachter geprüft und das Ergebnis dem Prüfingenieur für Baustatik mitgeteilt. Der Prüfstatiker bestätigt seinerseits gegenüber dem sicherheitstechnischen Gutachter, daß die im atomrechtlichen Verfahren geprüften und festgelegten Belastungen und Beanspruchungen in den Standsicherheitsnachweisen als grundlegende Randbedingungen berücksichtigt wurden.

Im Zusammenhang mit der Begutachtung der Lastannahmen gehen wir auch auf besondere Auslegungsbedingungen ein, die bei der Bemessung und Konstruktion der Bauwerke einzuhalten sind.

### - Gebrauchslasten im bestimmungsgemäßen Betrieb

Unter Gebrauchslasten sind alle unveränderlichen und veränderlichen Lasten zu verstehen, die im bestimmungsgemäßen Betrieb auf die Bauwerke einwirken. Dabei ist zwischen den nicht anlagenspezifischen und den anlagenspezifischen Lasten zu unterscheiden.

Zu den nicht anlagenspezifischen Gebrauchslasten zählen die Bauteileigengewichte, die nicht anlagenbedingten Verkehrslasten sowie die Wind- und Schneelasten. Der Ansatz dieser Lasten nach den einschlägigen Technischen Baubestimmungen, insbesondere nach DIN 1055 /37/ entspricht den anerkannten Regeln der Bautechnik und erfüllt damit die baurechtlichen Grundanforderungen der NBauO /11/. Die getroffenen Lastannahmen werden im Zusammenhang mit den Standsicherheitsnachweisen bauaufsichtlich geprüft. Die ordnungsgemäße Auslegung der Bauwerke für diese Lasten wurde durch die bisher vorliegenden Prüfberichte des Prüfindenieurs für Baustatik bestätigt.

Die anlagenspezifischen Lasten resultieren aus der Errichtung der maschinen- und elektrotechnischen Systeme und Komponenten sowie aus den Betriebs- und Instandhaltungsvorgängen. Dazu zählen z. B. die Komponenteneigengewichte, Unterdruckbelastung, Lasten aus dem Betrieb von Hebezeugen und Transportmitteln, Lasten aus Abschirmmaßnahmen und Lasten aus der Lagerung von Abfallgebinden.

Die entsprechenden Lastannahmen sind in den vorliegenden Lastenplänen und erläuternden Lastenlisten (vgl. Standsicherheitsnachweise /44/) erfaßt. Wir haben diese Unterlagen unter Berücksichtigung der anlagen- und sicherheitstechnischen Belange geprüft und stellen fest, daß darin die anlagenspezifischen Gebrauchslasten im Sinne einer zu treffenden Lastvorsorge in ausreichendem Umfang berücksichtigt sind. Die aus den mobilen Abschirmwänden in der Umladehalle resultierenden Linielasten sowie die Verkehrslasten auf den Lagerflächen sind durch die Lastannahmen für die Transportfahrzeuge abgedeckt.

Der Prüfsachverständige für Baustatik bestätigt in seinen vorliegenden Prüfberichten, daß die Belastungspläne mit den in den geprüften Standsicherheitsnachweisen getroffenen Annahmen übereinstimmen.

Im Hinblick auf den Planfeststellungsbeschluß wird damit der grundlegenden Forderung entsprochen, alle im bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage auftretenden Lasten bei der Bauwerksauslegung zu berücksichtigen.

Die Ausführungsplanung erfolgt mit den Lastvorgaben aus den begutachteten Belastungsplänen. Sollten sich aufgrund fortschreitender Anlagenplanung Änderungen in den Belastungsannahmen ergeben, so sind die Belastungsunterlagen zu aktualisieren und im Rahmen der baubegleitenden Kontrolle einem unabhängigen Sachverständigen erneut zur Prüfung einzureichen.

Zur Bestätigung der Berücksichtigung aller anlagen- und sicherheitstechnischen Auslegungsanforderungen in den bautechnischen Ausführungsunterlagen sind einem unabhängigen Sachverständigen die im Zuge der bauaufsichtlichen Prüfung und Überwachung erstellten Prüfberichte des Prüfsachverständigen für Baustatik vorzulegen /AV 2.2-7/. Diese Forderung bezieht sich auch auf die in den folgenden Abschnitten behandelten Sonderlasten.

- Sonderlasten aus anlageninternen Störfällen  
(EVI-Ereignisse)

Die Anforderungen an die bauliche Auslegung gegen anlageninterne Störfälle ergeben sich aus den Randbedingungen der in Kap. 5 dieses Gutachtens beurteilten Störfallanalyse. Danach sind in der übertägigen Anlage mögliche mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde durch Trümmerlasten infolge Anprall von Transportmitteln gegen Bauwerksteile oder infolge eines Gebindeabsturzes wegen der damit verbundenen Gefahr einer Freisetzung radioaktiver Stoffe zu vermeiden.

Der Antragsteller wird diesen Anforderungen durch die Rahmenbeschreibung zu den Lastannahmen und Maßnahmen zum Anprallschutz /EU 245/ gerecht.

Die Lastannahmen für einen möglichen Anprall von Transportfahrzeugen entsprechen den nach DIN 1055, Teil 3 /37/, für den innerörtlichen Anprall von Straßenfahr-

zeugen bzw. für den Anprall von Gabelstaplern in Lagerräumen anzusetzenden Ersatzlasten. Diese sind für die Bauwerke am Schacht Konrad 2 abdeckend. In den vorliegenden Belastungsplänen sind die Anpralllasten an den Stellen richtig berücksichtigt, an denen sich tragende Bauteile befinden, die zur Gewährleistung der Standsicherheit des Gebäudes für den Anprall von Fahrzeugen auszulegen sind.

An anderen Stellen, insbesondere an den Ein- und Ausfahrten der Gebäude sind konstruktive Maßnahmen zum Anprallschutz, wie Leitplanken, Poller und Anprallblöcke aus Beton vorgesehen. Diese Vorrichtungen werden in einem ausreichenden Abstand vor den zu schützenden Bauteilen angeordnet werden, um bei einem Anprall die Belastung von diesen Bauteilen fernzuhalten oder durch entsprechende Verformung soweit zu reduzieren, daß diese Bauteile der übrigbleibenden Belastung standhalten.

Als besondere Schutzmaßnahme werden die Wände der LKW-Trocknungsanlage mittels einer am Boden befestigten, auf die Spurbreite der Transportfahrzeuge abgestimmten Leit-/Führungseinrichtung, gegen Anprall geschützt. Zum Schutz der Umladeanlage gegen Anprall von Schienenfahrzeugen werden für die Gleise Rillenschienen verwendet, in denen die Züge geführt werden /EU 245/. Anpralllasten sind in diesen Fall nicht zu unterstellen.

Mit den vorgesehenen Auslegungs- und Schutzmaßnahmen werden die Anforderungen an einen Schutz vor dem möglichen Anprall von Transportfahrzeugen in ausreichendem Maße erfüllt.

Der Übergabebereich ist hinsichtlich eines möglichen Anpralls des Seitenstapelfahrzeugs aufgrund der engen Raumverhältnisse von besonderer Bedeutung. Die Auswirkungen werden daher in der Beurteilung der Störfallanalyse gesondert betrachtet. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Wand zum Sonderbehandlungsraum so bemessen und konstruktiv ausgebildet ist, daß Trümmerlasten nur bis zu einer Wandhöhe von ca. 2 m entstehen können. In der statischen Berechnung /44/ wird diese Anforderung durch entsprechende Bemessung und Konstruktion berücksichtigt. Die Wand zur Werkstatt stellt demnach für ein vom Seitenstapelfahrzeug transportiertes Abfallgebände bei einem Anprall aufgrund der geometrischen Verhältnisse keine Gefahr dar.



Zum Nachweis, daß auch in den bautechnischen Ausführungsunterlagen die Anpralllasten vollständig und richtig berücksichtigt sind, sind dem atomrechtlichen Sachverständigen die diesbezüglichen Prüfberichte des Prüfindgenieurs für Baustatik vorzulegen (vgl. AV 2.2-7).

Die Ausführung der konstruktiven Anprallschutzmaßnahmen sind von einem unabhängigen Sachverständigen im Rahmen der begleitenden Kontrolle zu überprüfen (vgl. nachfolgender Auflagenvorschlag AV 2.2-11).

Eine weitere Auslegungsanforderung ergibt sich für die Kellergeschoßdecke im Sonderbehandlungsraum aus dem in der Störfallanalyse unterstellten Absturz eines Abfallgebundes /EU 324/. Dieser Lastfall wird bei der Bauauslegung berücksichtigt /EU 315/. Das Schutzziel bei einem Gebindeabsturz besteht darin, die im Kellergeschoß der Sonderbehandlung aufgestellten Sammelbehälter für radioaktive Abwässer vor einer Beschädigung durch Deckentrümmer zu bewahren. Auf diese Weise werden unzulässige radiologische Auswirkungen vermieden und die Ermittlung der störfallbedingten Aktivitätsfreisetzung auf die im Rahmen der Störfallanalyse untersuchten Ereignisabläufe beschränkt.

Das Schutzziel wird erreicht, wenn durch entsprechende Auslegung die Tragfähigkeit der Decke sichergestellt wird, ohne daß es zu nennenswerter Trümmerbildung kommt. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn die Decke für potentielle Absturzlasten entsprechend der Anforderungskategorie A der DIN 25449 /285/ bemessen wird.

Die DBE hat die für die Bauauslegung relevanten Absturzlasten mit ihren charakteristischen Größen, wie Absturzhöhe, abstürzende Masse, Aufprallfläche und -bedingung zusammengestellt /36/. Die maximale Absturzhöhe im Sonderbehandlungsraum /EU 324/ wird mit 1,4 m angegeben. In einem Nachtrag zur Statik des Sonderbehandlungsraumes /36/ wurden mit diesen Vorgaben die Auswirkungen auf die Konstruktion der Kellerdecke untersucht. Danach ist die vorgesehene Kellerdecke für ungünstige Absturzkonstellationen zwar nicht ausreichend bemessen; sie könnte aber in den vorhandenen Abmessungen mit erhöhtem Bewehrungsgehalt entsprechend ausgelegt werden. Dies teilen wir dem Prüfstatiker in unserem Bericht über die Prüfung der Lastannahmen mit. Bei dieser Beanspruchung nicht auszu-

schließende Betonabplatzungen werden von einer im Bereich der Abwasserbehälter unter der Rohdecke angeordneten Stahlblechdecke oder verlorenen Blechschalung /EG 43/ abgefangen.

Nach unserer Prüfung sind in der Unterlage /36/ unter Berücksichtigung der Krananlage und der zu transportierenden Abfallgebinde die für die Kellerdecke der Sonderbehandlung auslegungsrelevanten Absturzfälle erfaßt. Im Rahmen der Ausführungsplanung ist die Kellerdecke für diese Absturzlasten auszulegen. Der Bemessung ist die Anforderungskategorie A der DIN 25449 zugrunde zu legen /AV 2.2-8/. Mit dieser Auslegung und den zusätzlichen konstruktiven Schutzmaßnahmen werden die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Kellerdecke der Sonderbehandlung zum Schutz der Abwassersammelbehälter erfüllt.

Zum Nachweis, daß diese Auslegungsanforderung an die Kellerdecke in den bautechnischen Nachweisen berücksichtigt ist, ist dem atomrechtlichen Sachverständigen der diesbezügliche Prüfbericht des Prüfenieurs für Baustatik vorzulegen (vgl. AV 2.2-7).

Nach unserer Ansicht sind bei der Bauauslegung weitere Absturzlasten in anderen Bereichen der Anlage aus sicherheitstechnischen Gründen nicht anzunehmen. Der Absturz eines Abfallgebindes auf die Bodenplatte der Umlade- oder Pufferhalle führt nur zu örtlichen Zerstörungen, ohne die Standsicherheit der Gebäude zu gefährden. Eine zeitlich begrenzte, örtliche Beschädigung der Bodenplatte ist akzeptabel, da die Abfallgebinde keine Flüssigkeiten enthalten und die Barrierefunktion der Bodenplatte in Verbindung mit der äußeren Bauwerksabdichtung in diesem Fall nicht unbedingt erhalten bleiben muß. Die beschädigte Bodenplatte kann anschließend in dem betroffenen Bereich wieder saniert werden.

#### – Sonderlasten aus Einwirkungen von außen (EVA)

Bei den im Rahmen der Störfallanalysen untersuchten EVA-Ereignissen wird vorausgesetzt, daß eine Freisetzung radioaktiver Stoffe durch mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde durch Gebäudetrümmer oder herabfallende Anlagenteile im Fall eines Erdbebens vermieden wird. Ein Versickern kontaminierter Flüssigkeiten soll durch die erdbebensichere Auslegung der Grubenwasserübergabestation, der Löschwasserauffangbecken und der Auffangwanne für die Abwassersammelbehälter

in der Sonderbehandlung verhindert werden. Außerdem geht der Antragsteller in seiner Störfallanalyse von einer standsicheren Auslegung der Anlagen zur Wetterführung aus, damit bei einem Erdbeben die Aktivitätsfreisetzung nicht bodennah, sondern über den Diffusor erfolgt.

Die für den Lastfall Erdbeben genannten Auslegungsanforderungen an die Gebäude und Anlagenteile sowie das beschriebene Nachweiskonzept /184.0/ orientieren sich an dem für die Schachtanlage Konrad einzuhaltenden Schutzziel, nämlich eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu verhindern. Die Barrierefunktion eines sicheren Einschlusses bzw. einer Rückhaltung radioaktiver Stoffe wird nach dem Auslegungskonzept bereits von den Abfallgebinden selbst übernommen. Die Bauwerke erfüllen im Erdbebenfall überwiegend keine sicherheitsrelevante Funktion und können im Sinne der KTA 2201.1 /41/ in die Klasse II - sicherheitstechnisch nicht wichtig - eingeordnet werden. Für sie ist allerdings zu zeigen, daß durch die bei einem Erdbeben an ihnen möglicherweise entstehenden Wirkungen und Schäden keine zur Klasse I (sicherheitstechnisch wichtig) gehörenden Anlagenteile, also Abfallgebinde, in ihrer sicherheitstechnischen Funktion beeinträchtigt werden. Anlagenteile und Bauwerke der Klasse II, die auf Anlagenteile der Klasse I einwirken können, werden üblicherweise auch als „Anlagenteile der Klasse II\*“ bezeichnet. Im folgenden verwenden wir zur Kennzeichnung des Sachverhalts diesen Begriff. Diese Zielsetzung wird mit dem für vergleichbare Bauwerke in kerntechnischen Anlagen angewendeten Verfahren erfüllt, die Standsicherheit der Bauwerke auf der Basis des der Intensität des Bemessungserdbebens am Standort entsprechenden inelastischen Antwortspektrums für die horizontale Bodenbeschleunigung (Abb. 2.2.3) nachzuweisen. Damit wird sichergestellt, daß bei Erdbeben seismische Einwirkungen nicht zum Versagen der Tragkonstruktionen führen und an den Bauwerken entstehende Schäden begrenzt bleiben. Durch diese Auslegung wird eine über die Störfallberechnungsannahmen hinausgehende Beschädigung der Abfallgebinde vermieden.

Zusätzliche Auslegungsanforderungen sind an alle Bauteile in der Anlage zu stellen, die im Erdbebenfall den Einschluß radioaktiver Flüssigkeiten sicherstellen sollen. Zu diesen Bauteilen gehören die Gebäudewanne der Grubenwässerübergabestation, die Löschwasserauffangbecken und die Auffangwanne für die Abwassersammelbehälter im Keller der Sonderbehandlung. Für diese Bauteile ist neben der Standsi-

cherheit auch die Dichtheit für das Bemessungserdbeben nach KTA 2201.1 nachzuweisen. Dies macht besondere Maßnahmen zur Rißbreitenbeschränkung und zur inneren oder äußeren Abdichtung erforderlich.

Gegen das beschriebene Auslegungs- und Nachweiskonzept der Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwirkungen /EU 184.0/ sowie gegen den vorgesehenen Umfang der Gebäudeauslegung gegen Erdbeben haben wir keine Einwände.

Den Standsicherheitsnachweisen der „Klasse-II\*-Bauwerke“ liegt, wie bereits erwähnt, als seismische Lastannahme das in Abb. 2.2.3 dargestellte, entsprechend der Intensität des Bemessungserdbebens von  $I = 7,0$  ermittelte inelastische Bemessungsspektrum für die resultierende horizontale Bodenbeschleunigung zugrunde. In diesem Spektrum ist das duktile Bauwerksverhalten bei Erdbeben bereits berücksichtigt.

Die Intensität des Bemessungserdbebens am Standort von  $I = 7,0$  ist vom Antragsteller /EU 36.14/ ermittelt und vom seismologischen Gutachter bestätigt worden /9/.

Das Bemessungsspektrum einschließlich seiner Anwendung wurden von uns in einer Stellungnahme /42/ begutachtet. Es entspricht dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft und kann den Erdbebennachweisen der Klasse-II\*-Bauwerke als seismische Lastannahme zugrunde gelegt werden.

Die Ermittlung der Erdbebenbeanspruchung von Bauwerken und Komponenten erfolgt nach dem Antwortspektrenverfahren. Dieses Berechnungsverfahren ist am gebräuchlichsten und entspricht dem Stand der Technik. Es stellt entsprechend der Lastvorgabe und der Aufgabenstellung eine angemessene Vorgehensweise dar.

Die Erdbebenberechnungen für die Klasse-II\*-Bauwerke /145/ werden im Rahmen der sicherheitstechnischen Vorprüfung der baulichen Anlagen vereinbarungsgemäß /43/ von uns geprüft. Die Ergebnisse werden in Form von bestätigten Bemessungsschnittgrößen dem baustatischen Prüfer zur abschließenden Beurteilung der Standsicherheit der Bauwerke mitgeteilt (vgl. Standsicherheitsnachweise /44/).

Die Erdbebenberechnungen der Bauwerke liegen uns vollständig vor und sind zum großen Teil bereits geprüft. Als vorläufiges Prüfergebnis werden die ausgewiesenen Erdbebenschnittgrößen im wesentlichen als zutreffend bzw. als auf der sicheren Seite liegend bestätigt. Gegen die Verwendung der Schnittgrößen im Rahmen der statischen Berechnung bestehen keine Einwände. Die Prüfung der Erdbebenberechnung für den Hauptleitstand zwischen Umladehalle und Schachthalle hat höhere, aber nicht auslegungsbestimmende Schnittgrößen ergeben. Die in der Berechnung für den Schachtkeller gewonnenen Schnittgrößen beschreiben nicht allein die Erdbebenbeanspruchung. Da unsere Vergleichsberechnungen zeigen, daß die Beanspruchungen infolge Erdbeben weit unter denen aus Wind bleiben, ist der Lastfall Erdbeben nicht bemessungsbestimmend. Im Erdbebennachweis für die Außenwände der Schachthalle wurde abweichend von der vorgesehenen Wandhöhe von 15,8 m nur eine Wandhöhe von 10 m angesetzt. Die Berechnung ist entsprechend zu korrigieren. Auswirkungen sind nicht zu erwarten, da hier die Windbelastung gegenüber der Erdbebenbelastung dominiert.

Die bereits durchgeführte Prüfung der Erdbebenberechnungen hat im Hinblick auf die konstruktive Ausführung ergeben, daß bei der Durchbildung der Dachbinderauflager für die Gebäude der Umladeanlage die Absturzsicherheit der Binder zu gewährleisten und in der Pufferhalle zwischen den Randstützen und dem Betonkanal („Sockelbank“) eine umlaufende Abfugung der Stützen gegenüber der Decke des Betonkanals vorzusehen ist. Diesen Sachverhalt teilen wir dem Prüfstatiker in unserem Bericht über die Prüfung der Erdbebenberechnungen mit.

Das unmittelbar an die Umladehalle anschließende Büro- und Sozialgebäude sowie das Betriebstechnikgebäude werden nicht gegen Erdbeben ausgelegt. Aufgrund der im Verhältnis zur Umladehalle geringen Größe dieser Gebäude ist im Erdbebenfall keine unzulässige Beeinträchtigung der massiven Stahlbetonkonstruktion der Umladehalle zu erwarten.

Den Erdbebennachweisen der oben genannten Bauteile, bei denen es neben der Standsicherheit auch auf die Dichtheit ankommt, wird als seismische Lastannahme das auf der Basis der KTA 2201.1 ermittelte elastische Beschleunigungs-Antwortspektrum für das Bemessungserdbeben /EU 36.14/ zugrunde gelegt. Dieser Ansatz ist richtig, da die geforderte Dichtheit von Stahlbetonbauteilen im Erdbeben-

fall nur über eine Rißbreitenbeschränkung, ggf. in Verbindung mit einer inneren oder äußeren Abdichtung der Bauteile zu erreichen ist und sich die hierfür benötigten Verformungen nur mit Hilfe eines elastischen Spektrums bestimmen lassen.

Wir erwarten, daß die Gebäudewanne der Grubenwasserübergabestation (vgl. Kap. 2.2.4.6) eine äußere Bauwerksabdichtung nach KTA 2501 /35/ erhält. In diesem Fall ist bei der Bemessung und Konstruktion der Wanne für Erdbebenlasten sicherzustellen, daß Risse im Abdichtungsträger auf die in der KTA 2501 angegebenen zulässigen Breiten ( $W_{gr} = 4,0$  /  $W_m = 1,2$  mm) begrenzt bleiben (vgl. Kap. 2.2.4.6, AV 2.2-6).

Die Löschwasserrückhaltebecken und die Auffangwanne für die Abwassersammelbehälter im Keller der Sonderbehandlung werden innen mit einer dekontaminierbaren Beschichtung auf Epoxidharzbasis versehen. Bei entsprechender Auswahl des Beschichtungssystems in Verbindung mit der in Kap. 2.2.4.5 geforderten Rißbreitenbegrenzung der Betonbauteile kann die Dichtheit der Wannen im Gebrauchslastfall gewährleistet werden. Um der Dichtheitsanforderung auch bei Erdbeben zu genügen, halten wir es für erforderlich, die Wasserdurchlässigkeit der Stahlbetonbauteile unter Erdbebenbeanspruchungen entsprechend den in Kap. 4.2.6 der KTA 2201.3 /283/ vorgeschlagenen Verfahren zu begrenzen oder die Wannen mit einer Stahlblechauskleidung zu versehen /AV 2.2-9/.

Aus Erdbeben resultieren neben der globalen Bauwerksbelastung zusätzliche lokale Lasten aufgrund der dynamischen Wechselwirkung zwischen den anlagentechnischen Komponenten und den Bauwerksstrukturen. Diese Sonderlasten werden über entsprechende Stütz- und Verankerungskonstruktionen in das Bauwerk eingeleitet und müssen von diesem aufgenommen und abgetragen werden können.

Die Ermittlung der Bauanschlußlasten erfolgt gewöhnlich in Verbindung mit den Erdbebennachweisen der Komponenten auf der Basis von Etagen-Antwortspektren. Grundlage für die Erdbebennachweise der elektro- und maschinentechnischen Anlagenteile ist die KTA 2201.4 /284/. Der Antragsteller beabsichtigt ebenso zu verfahren /EU 184.0/. Als Bemessungsgrundlage geht er dabei von dem elastischen Bemessungsspektrum (Abb. 2.2.4) aus. Mit den Auslegungsanforderungen gegen seismische Anforderungen /147/ liegt bereits ein methodisches Konzept zur Ermitt-

lung von Etagen-Antwortspektren vor. Die Vorgehensweise bei der Erdbebenauslegung von Anlagenteilen und der Ermittlung von Bauanschlußlasten entspricht grundsätzlich dem Stand von Wissenschaft und Technik. Die konkrete Ermittlung von Etagen-Antwortspektren erfolgt ebenso wie die Aufstellung der Standsicherheitsnachweise für die gegen Erdbeben auszulegenden Komponenten im Zuge der Systemerrichtung. Sie müssen von einem unabhängigen Sachverständigen geprüft werden /AV 2.2-10/.

Auf der Basis der von einem unabhängigen Sachverständigen bestätigten Lasten überprüft der Prüfsachverständige für Baustatik, ob die jeweilige Verankerungskonstruktion diese Lasten aufnehmen kann und die lokale Bemessung des Bauwerks ausreichend ist.

Für die Befestigung von Komponenten, deren Standsicherheit auch bei Erdbeben zu gewährleisten ist, sind nur solche Verankerungskonstruktionen zu verwenden, die auch bei den aufgrund der Gebäudeauslegung zu erwartenden Rißbreiten noch tragfähig sind /AV 2.2-11/. Dieser Anforderung genügen in der Regel einbetonierte Verankerungskonstruktionen (z.B. Ankerplatten mit Kopfbolzendübeln), die entsprechend gestaltet und bemessen werden. Nachträglich angebrachte Befestigungselemente, wie Dübelplatten erfüllen diese Anforderung nur unter besonderen Bedingungen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß trotz der im vorliegenden Kapitel im einzelnen herausgearbeiteten offenen Punkte an der bautechnischen Realisierbarkeit der Bauwerke am Schacht Konrad 2 keine Zweifel bestehen. Bei Beachtung der Auflagenvorschläge werden die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Bauwerke erfüllt.

Die bautechnischen Nachweise sind durch den Prüfsachverständigen für Baustatik bereits weitgehend geprüft worden. Entsprechende Prüfberichte liegen bereits vor. Darüber hinaus halten wir eine Bauüberwachung für erforderlich, damit gewährleistet wird, daß alle sicherheitstechnischen Anforderungen an die Bauwerke bei der Bauausführung berücksichtigt werden. Hierauf gehen wir im folgenden Kapitel näher ein.

### 2.2.6 Begleitende Kontrolle bei der Bauausführung

Der Antragsteller hat zur Qualitätssicherung bei der Errichtung der Bauwerke in anlagen- und sicherheitstechnischer Hinsicht mit der Unterlage /EU 453/ ein entsprechendes Konzept in Form einer Rahmenbeschreibung für Prüfungen an baulichen Anlagen vorgelegt.

Für die sicherheitstechnisch wichtigen Bauwerke

- Umladeanlage einschließlich Pufferhalle und Kamin,
- Förderturm mit Schachthallenanbau und Schachtkeller,
- Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal,
- Grubenwasserübergabestation,
- Abschirmwände außen und
- Steuerstand Trocknungsanlage (Außenwände in Richtung LKW-Parkplätze).

sind in der Unterlage /EU 453/ Aspekte genannt, die über den Umfang der bauaufsichtlichen Prüfung und Überwachung hinausgehen und, da sie anlagen- und sicherheitstechnische Anforderungen betreffen, der begleitenden Kontrolle von unabhängigen Sachverständigen unterliegen.

Diese Punkte sind:

- Abwasserleitungen aus dem Kontrollbereich,
- Erdungs- und Blitzschutzanlagen,
- Bauwerksabdichtung/wasserundurchlässiger Beton,
- bauliche Brandschutzmaßnahmen,
- Abschirmungen,
- Gebäudefugen,
- Verankerungen von Komponenten,
- Schutzmaßnahmen gegen Trümmerlasten,
- Anprallschutzmaßnahmen,
- Dekontoberflächen.

Im Rahmen der Ausführungsplanung werden die erforderlichen Prüfungen in Form von Prüfanweisungen konkret festgelegt.



### Bewertung

Aufgrund der besonderen Art und Nutzung einiger Bauwerke am Schacht Konrad 2 sind die nach der NBauO /11/ gestellten Grundanforderungen nicht in jedem Fall ausreichend, im Hinblick auf die beabsichtigte Nutzung die erforderliche Schadensvorsorge nach dem Atomgesetz /2/ zu gewährleisten. In diesen Fällen sind zusätzlich besondere Anforderungen an die baulichen Anlagen zu stellen, deren Erfüllung bei der Bauausführung z.T. im Rahmen der bauaufsichtlichen Prüfung und Überwachung, z.T. aber auch im Rahmen der begleitenden Kontrolle durch den atomrechtlich zugezogenen Sachverständigen zu prüfen ist. Die genannten Bauwerke, für die eine besondere begleitende Kontrolle vorgesehen ist, sind auch von uns als sicherheitstechnisch wichtig klassifiziert worden und entsprechen der vom Antragsteller vorgenommenen Einstufung dieser Bauwerke in den Qualitätssicherungsbereich 3 /EU 344/.

Besondere Anforderungen resultieren aus der anlagen- und sicherheitstechnischen Begutachtung und betreffen im wesentlichen die Bauauslegung und -konstruktion (Rohbau und Ausbau).

Mit der Zusammenstellung in der Unterlage /EU 453/ hat der Antragsteller die wesentlichen Aspekte genannt, die zu sicherheitstechnischen Anforderungen führen und damit einer baubegleitenden Kontrolle durch unabhängige Sachverständige bedürfen.

Im Zusammenhang mit den genannten Punkten sind während der Ausführungsplanung und der Bauwerkerrichtung folgende Prüfungen erforderlich /AV 2.2-12/:

1. Prüfung der Ausführungsunterlagen für die Gebäudeentwässerung sowie Überwachung der ordnungsgemäßen Verlegung im Zuge der Bauerrichtung.
2. Prüfung der Erdungs- und Blitzschutzanlagen durch Vorlage von Ausführungsunterlagen und Abnahmen vor Ort.
3. Prüfung der Ausführungsunterlagen für die Bauwerksabdichtung und Bauüberwachung.

4. Prüfung der bautechnischen Brandschutzmaßnahmen durch Abnahme vor Ort.
5. Prüfung der baulichen Abschirmmaßnahmen anhand der Bauantragsunterlagen und Abnahmeprüfungen vor Ort sowie Kontrolle, ob die vorgegebenen Frischbetonrohdichten für Bauteile mit Abschirmfunktion eingehalten sind.
6. Prüfung der Lage und konstruktiven Ausbildung von Bauwerksfugen.
7. Im Rahmen der begleitenden Kontrolle der Komponenten und Systeme ist durch Vorlage entsprechender Unterlagen nachzuweisen, daß die für die Verankerungskonstruktionen bei der Bauausführung getroffenen Vorgaben hinsichtlich Lage und Auslegung eingehalten werden.
8. Prüfung aller Maßnahmen zum konstruktiven Anprallschutz durch Abnahmen vor Ort.
9. Prüfung der Ausführungsunterlagen für dekontaminierbare Oberflächen sowie Überwachung der ordnungsgemäßen Ausführung der Beschichtungen.

Die Prüfanweisungen zur konkreten Durchführung der genannten Prüfungen sind noch vorzulegen.

Zur begleitenden Kontrolle durch den atomrechtlich zugezogenen Sachverständigen gehört auch die Prüfung, ob bei der Ausführungsplanung alle anlagen- und sicherheitstechnischen Auslegungsanforderungen in den statischen Nachweisen für die Bauwerke berücksichtigt werden. Eine Bestätigung erfolgt auf der Basis der Prüfberichte des Prüfsachverständigen für Baustatik (vgl. AV 2.2-7).

### **2.3 Betriebseinrichtungen**

#### **2.3.1 Förder-, Transport- und Handhabungseinrichtungen**

##### **2.3.1.1 Aufgaben und Bewertungskriterien**

Das Endlager Konrad hat die Aufgabe, alle Arten fester radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aufzunehmen. Es besteht aus den Tagesanlagen der Schächte Konrad 1 und Konrad 2 und dem Grubengebäude mit den jeweils zugehörigen technischen Einrichtungen.

Der Transport radioaktiver Abfälle und die Förderung des Haufwerks sind räumlich getrennt. Betriebspunkte in Gebäuden und unter Tage, in denen mit Abfallgebinden oder radioaktiven Betriebsabfällen umgegangen wird, gehören zum Kontrollbereich (vgl. Kapitel 3.4.3 dieses Gutachtens). Die übrigen Betriebspunkte, wie z.B. Schacht Konrad 1, gehören zum konventionellen Bereich. Mit der Schachtförderanlage Konrad 1 werden Personen, Material und Haufwerk gefördert. Der Schacht Konrad 1 ist der einziehende Wetterschacht für das Grubengebäude.

Der Gebindetransport erfolgt im Kontrollbereich über den Schacht Konrad 2 in das Grubengebäude, in dem Einlagerungsfelder mit einzelnen Einlagerungskammern angeordnet sind. Die Einlagerungskammern werden über Transportstrecken von dem Schacht Konrad 2 aus erreicht.

Die Förder-, Transport- und Handhabungseinrichtungen für den Gebindetransport auf der Schachtanlage Konrad 2 sowie im Grubengebäude werden vom Antragsteller als Einlagerungssystem bezeichnet /EU 208/. Dieses hat die Aufgabe, die Transporteinheiten in der Umladehalle in Empfang zu nehmen, sie über die Schachtförderanlage zum Füllort auf der 850-m-Sohle und von dort weiter zu den Einlagerungskammern zu transportieren und die Abfallbinde dort zu stapeln. Die Abfälle werden in

- zylindrischen Beton- oder Gußbehältern auf Tauschpaletten oder Transportpaletten (vgl. Kap. 2.3.1.2.8) oder in
- Stahl-, Beton- oder Gußcontainern

angeliefert. Unter einer Transporteinheit wird jeweils eine Tauschpalette, eine Transportpalette oder ein Container verstanden. Leere Paletten und Betriebsabfälle aus dem untertägigen Kontrollbereich werden nach über Tage gefördert. Abgelegte Seile der Schachtanlage Konrad 2 können im Grubengebäude verbleiben /EU 422/.

Nach den Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk /6/ sind die Transporteinrichtungen für die Einlagerung so auszulegen, daß die Strahlenexposition von Personen möglichst gering bleibt und Schäden an den Behältern auch bei Störungen an den Transporteinrichtungen vermieden werden. Hierzu sind die Gesetze, Verordnungen und Vorschriften zum Schutz vor ionisierender Strahlung sowie das Bundesberggesetz mit den Verordnungen und Bestimmungen der Bergbehörden anzuwenden. Die anerkannten Regeln der Technik sind unter Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik der Errichtung, dem Betrieb und der Stilllegung zugrunde zu legen. Wir gehen deshalb bei der Beurteilung des Endlagers anhand folgender Bewertungskriterien vor:

- I. Durch hohe Anforderungen an die Auslegung und die Qualität der Anlage sowie an die Qualifikation des Personals muß auch ohne Inanspruchnahme der Sicherheitseinrichtungen ein möglichst störungsfreier und umweltverträglicher Betrieb der Anlage gewährleistet sein. Zu diesem Zweck sind sicherheitsfördernde Auslegungs-, Fertigungs- und Betriebsgrundsätze anzuwenden.

Insbesondere sind zu verwirklichen:

- Berücksichtigung ausreichender Sicherheitszuschläge bei der Auslegung der Systeme und Anlagenteile,
- Verwendung überprüfter Werkstoffe,
- Instandhaltungsfreundlichkeit von Systemen und Anlagenteilen unter besonderer Berücksichtigung der Strahlenexposition des Personals,
- ergonomische Maßnahmen an den Arbeitsplätzen,
- umfassende Qualitätssicherungsmaßnahmen bei Fertigung, Errichtung und Betrieb,
- Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen in angemessenem Umfang,
- sichere Überwachung der Betriebszustände,
- Aufzeichnung, Auswertung und sicherheitsbezogene Verwertung von Betriebserfahrungen.

- II. Systeme sind so auszulegen, daß Störfälle als Folge von Fehlfunktionen mit ausreichender Zuverlässigkeit vermieden werden. Weiterhin sind Maßnahmen zu treffen, um Störfälle zu beherrschen. Hierzu sind Sicherheitseinrichtungen vorzusehen, so

daß das Personal und die Umgebung vor den Auswirkungen von Störfällen geschützt werden.

Für Kernkraftwerke sind zur Erfüllung dieser sicherheitstechnischen Schutzziele KTA-Regeln erarbeitet worden. Für Hebezeuge in Kernkraftwerken gelten die KTA-Regeln 3902 /46/ und 3903 /47/. Wir legen für die Beurteilung einer ausreichenden Auslegung der Hebezeuge diese KTA-Regeln zugrunde und berücksichtigen dabei die besonderen Anforderungen für das Endlager.

Für die Beurteilung der Schachtförderanlage ziehen wir die Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen (BVOS) /12/, die Technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS) /13/ sowie die Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 228, EU 324/ und der sonstigen Untersuchungen des Antragstellers /EU 0.2, EU 0.3, EU 24, EU 36.11/ heran. Die Transport- und Stapelfahrzeuge werden nach dem Stand der Technik, der Maschinenverordnung /67/ in Verbindung mit der Maschinenrichtlinie /34/ und den vom Oberbergamt erlassenen Fahrzeugvorschriften /15, 16/ unter Berücksichtigung möglicher Störfallfolgen /EU 36.11, EU 228, EU 324/ beurteilt.

### Abgrenzung

In den folgenden Kapiteln beschreiben wir den Funktions- und Handhabungsablauf sowie die maschinentechnischen Komponenten des Einlagerungs- und Versatzsystems bei ungestörtem Betrieb, bei Störungen und bei Störfällen entsprechend den Angaben des Antragstellers in den Systembeschreibungen Einlagerungssystem /EU 208/, Abruf- und Einlagerungsvorgang /EU 226/, in weiteren im Text aufgeführten Unterlagen sowie in System- und Komponentenbeschreibungen zum Versatzsystem /EU 390, EU 404, EU 406, EU 407, EU 413, EU 467/. Die Bewertung erfolgt nach den o.g. Bewertungskriterien.

Die Strahlenschutzvorsorge wird nach den Kriterien beurteilt, die in den Kapiteln 3.4.1 und 3.4.2 dieses Gutachtens dargestellt sind.

Folgende Anlagen gehören nicht zum Einlagerungssystem oder zum Versatzsystem und werden deshalb im folgenden Kapitel nicht behandelt:

- die maschinentechnischen Einrichtungen im betrieblichen Überwachungsbereich des Grubengebäudes,
- die maschinentechnischen Einrichtungen der Schachtanlage Konrad 1,
- die Werkstatteinrichtungen.

An diese Anlagen und Anlagenteile bestehen keine sicherheitstechnischen Anforderungen, die sich aus der Störfallanalyse (vgl. Kap. 5 dieses Gutachtens) oder aus dem Umgang mit radioaktiven Stoffen ergeben. Auf Einflüsse und Anforderungen, die sich aus der natürlichen Strahlung im Grubengebäude für diese Anlagen ergeben, gehen wir in Kapitel 3.4.1 und 3.4.6.2 ein. Diese Anlagen und Anlagenteile sind zutreffend in den Qualitätssicherungsbereich 2 eingestuft (vgl. Kap. 2.1.2.1 dieses Gutachtens).

### Auslegung

Das Einlagerungssystem wird im Jahresmittel für 17 Transporteinheiten je Schicht ausgelegt /EU 208/. Bei 200 Einlagerungstagen je Jahr werden im Zwei-Schichtbetrieb 6800 Transporteinheiten eingelagert. Im Ein-Schichtbetrieb können 3400 Transporteinheiten eingelagert werden. Die maximale Annahmelleistung an einem Tag beträgt bei einschichtigem Betrieb 40 Transporteinheiten. Es sind 154 Abstellpositionen vorhanden, so daß teilweise zweilagig bis ca. 258 Transporteinheiten in der Pufferhalle gepuffert werden können.

Die Abmessungen und Gewichte der Transporteinheiten sind auf die in der Tab. 2.3.1.1-1 angegebenen Maximalwerte begrenzt /EU 208/. Zum Vergleich haben wir diesen Werten die entsprechenden Abmessungen und Gewichte für die Containertypen 1 C und 1 D nach DIN ISO 668 /242/ gegenübergestellt.

Tabelle 2.3.1.1-1: Abmessungen und Gewichte von Konrad-Transporteinheiten und DIN-ISO-Containern

	Konrad-Transporteinheiten		Container nach DIN-ISO 668	
	Container	Paletten	Typ 1 C	Typ 1D
Höhe	1700 mm	2000 mm	2438 mm	2438 mm
Breite	2000 mm	2000 mm	2438 mm	2438 mm
Länge	3200 mm	2560 mm	6058 mm	2991 mm
Masse	20 t	20 t	24 t	10,2 t
max. horizontaleSchwerpunktabweichung von der Mitte bei Konrad-Transporteinheiten (nach DIN-ISO keine Festlegung)			± 10 % der Breite	

Um die Strahlenexposition für alle im Kontrollbereich eingesetzten Personen zu begrenzen, sind automatischer Betrieb, Fernbedienung und Abschirmmaßnahmen vorgesehen. Die Vorgehensweise bei der Auslegung der Abschirmeinrichtungen bewerten wir in Kap. 3.3 dieses Gutachtens.

### 2.3.1.2 Handhabungssystem über Tage

#### 2.3.1.2.1 Beschreibung und Auslegung des Systems

Ungestörter Betrieb

Die Abfallgebände werden mit LKW oder Eisenbahnwaggons antransportiert. Diese werden nach einer Kontrolle, die das Wachpersonal vornimmt, auf dem Betriebsgelände abgestellt, bevor sie noch am Anlieferungstag in der Umladehalle entladen werden /EU 208, EU 226, EU 303/.

In der Umladehalle befinden sich zwei baugleiche Brückenkrane mit Spreadern als Lastaufnahmemittel, die zur Kontrolle der Gebindemasse und der Schwerpunktlage eingerichtet sind. Mit dem Kran 1 werden die LKW oder die Waggons entladen. Der Kran 2 dient zum Abnehmen und Aufsetzen von LKW-Hauben und zum Beladen der LKW oder Waggons mit leeren Tauschpaletten. Die Transporteinheiten werden auf Plateauwagen abgesetzt und mit der Flurförderanlage zur Gebindeeingangskontrolle gefördert.

Nach Freigabe der Transporteinheit durch den Strahlenschutz transportiert die Flurförderanlage den Plateauwagen in eine freie Abstellposition im Puffertunnel. Der Puffertunnel ist beidseitig mit Toren verschlossen und dient als Schleuse zwischen Umladehalle und Schachthalle. Ein beladener Plateauwagen wird mit der Flurförderanlage am Ausgang des Puffertunnels bereitgestellt und von dort durch die Schleusentür des Puffertunnels in die Bereitstellungsposition vor die Schachtschleuse gezogen. Der Plateauwagen wird dort durch die Schachtsperre und durch eine Gleissperre gegen unbeabsichtigtes Verfahren gesichert.

Falls Transporteinheiten in der Pufferhalle gelagert werden müssen, zieht die Flurförderanlage jeweils einen Plateauwagen zu einer Übergabeposition in der Umladehalle, wo das Seitenstapelfahrzeug die Transporteinheit aufnimmt und in der Pufferhalle absetzt. Das Auslagern aus der Pufferhalle erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

Leere oder mit leeren Paletten beladene Plateauwagen werden von der Schachtförderanlage auf Gleis 5 abgestellt und von dort mit der Flurförderanlage in die Umladehalle zurücktransportiert.

### Störungen

In der Rahmenbeschreibung für das Zechenbuch/Betriebshandbuch (ZB/BHB), Rahmenbeschreibung "Anomaler Betrieb" /EU 316/ sowie in den Systembeschreibungen Einlagerungssystem /EU 208/ und Abruf- und Einlagerungsvorgang /EU 226/ sind die bei Störungen vorgesehenen Maßnahmen dargestellt. Im einzelnen ist vorgesehen:

Beim Ausfall eines Kranes in der Umladehalle kann der andere Kran jeweils die Aufgaben des ausgefallenen Kranes übernehmen. Bei Störungen an den Fahrwerken oder am Hubwerk ist das Verschieben des Krans und das Absenken einer Last durch Handmaßnahmen möglich /EU 208, EU 316/. Treten Störungen im nachfolgenden Handhabungsablauf auf, wird der Einlagerungsvorgang unterbrochen. In diesem Fall können die Gebinde an der Übergabeposition (Gleis 10) in der Umladehalle von dem Seitenstapelfahrzeug aufgenommen und in der Pufferhalle abgestellt werden. In der Pufferhalle werden Stellplätze freigehalten, um die Abfallgebände aufnehmen zu können, die innerhalb von drei Tagen nach einer Unterbrechung des Einlagerungsbetriebs noch angeliefert wer-



den. Durch die Regelungen für den Abruf und den Einlagerungsvorgang /EU 226/ wird sichergestellt, daß nach dieser Frist keine weiteren Abfallgebände angeliefert werden.

Für Abfallgebände, die bei der Eingangskontrolle nicht den Endlagerungsbedingungen entsprechen, sind Sondermaßnahmen vorgesehen /EU 84/. Hierzu sind als Vorsorge-  
maßnahme technische Einrichtungen im Sonderbehandlungsraum vorhanden, mit denen Abfallgebände so instandgesetzt werden können, daß ein Transport nach unter Tage und die Einlagerung möglich sind. Zur Nachbehandlung /EU 283/ kann eine zeitweilige Aufbewahrung, z.B. im Sonderbehandlungsraum, erforderlich sein. Ergibt die Schadensanalyse, daß eine Endlagerfähigkeit am Endlager nicht hergestellt werden kann, wird das Abfallgebände in einen zu beschaffenden Container gesetzt, mit dem ein sicherer Einschluß und der Rücktransport durchgeführt werden können /EU 84/.

### Störfälle

Bei den Handhabungen und Transporten über Tage können Kollisionen, der Absturz eines Gebindes oder ein Absturz schwerer Lasten auf Gebinde sowie Brand nicht ausgeschlossen werden. Diese Ereignisse werden in den Analysen des Antragstellers behandelt /EU 324, EU 388/ (vgl. Kap. 5.2 dieses Gutachtens). Daraus resultierende Auslegungsanforderungen an die Komponenten des Einlagerungssystems /EU 208/ werden in den folgenden Kapiteln beschrieben und bewertet.

### Auslegung

Zur Erfüllung der grundlegenden Auslegungsanforderungen an das Einlagerungssystem stellt der Antragsteller nach der System- und Komponentenbeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ an das Handhabungssystem über Tage folgende grundsätzliche Anforderungen:

Bei einschichtigem Betrieb können maximal 40 Transporteinheiten je Tag angenommen werden. In der Umladehalle können gleichzeitig maximal drei Waggons mit je zwei Transporteinheiten sowie ein LKW mit einer Transporteinheit zum Entladen und zum Freimessen bereitstehen /EU 208/. Im Puffertunnel können neun Transporteinheiten ste-

hen. Weiterhin können mindestens 154 Transporteinheiten einlagig in der Pufferhalle abgestellt werden. Im Keller des Sonderbehandlungsraumes können Behälter mit radioaktiven Betriebsabfällen aus dem Kontrollbereich gehandhabt werden.

Vor der Trocknungsanlage sind neun LKW-Parkplätze und das ca. 152 m lange Puffergleis für Waggons vorgesehen /EG 47, EU 208/.

Aus der Störfallanalyse leitet der Antragsteller Auslegungsanforderungen und Randbedingungen für den späteren Betrieb ab /EU 208, EU 324/, wie zum Beispiel maximale Hubhöhe der Transporteinheiten, maximale Transportgeschwindigkeit, Begrenzung von Brandeinwirkungen auf die Abfallgebäude. Diese behandeln wir in den folgenden Kapiteln im einzelnen.

### Klassifizierung und Qualitätssicherung

Für die Förder-, Transport- und Handhabungseinrichtungen über Tage bestehen je nach den Auswirkungen von Betriebsstörungen oder von Störfällen unterschiedliche Anforderungen an die Auslegung, an die Maßnahmen zur Qualitätssicherung und an die wiederkehrenden Prüfungen. Diese hat der Antragsteller unter anderem mit Hilfe einer Anlagenbewertung des geplanten Endlagers Konrad /EU 238/ abgeleitet. Die Anforderungen und Maßnahmen sind in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ sowie in Abhängigkeit von der Einstufung in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ in Spezifikationen sowie im Prüfhandbuch /EU 316/ enthalten.

Im Prüfhandbuch werden Prüfgegenstand, Prüffart, Prüfumfang, Prüfanweisung, Prüfintervall, Prüfer und Betriebszustand der Anlage in der Prüfliste zusammengefasst. Eine Prüfanweisung enthält die Festlegung der Arbeitsschritte für die Durchführung und Protokollierung einer Prüfung unter Angabe von Voraussetzungen und Randbedingungen. Sofern gemäß Prüfliste Sachverständige an den Prüfungen beteiligt sind, wird in den Prüfanweisungen die Vorgehensweise bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Prüfung als Hilfsmittel und Dokumentationsunterlage beschrieben /EU 316/. Hierzu verweisen wir auf unseren Auflagenvorschlag AV 2.3.1-5. Die betreffenden Festlegungen werden in den folgenden Kapiteln beschrieben und bewertet.

Für die Inbetriebnahme der Förder-, Transport- und Handhabungseinrichtungen über Tage sieht der Antragsteller nach der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ eine Abnahme- und Funktionsprüfung der jeweiligen Komponente, eine Funktionsprüfung des Gesamtsystems mit inaktiven Transporteinheiten und eine Funktionsprüfung mit Transporteinheiten mit radioaktiven Abfällen vor (vgl. Kap. 2.1.2.2 dieses Gutachtens, AV 2.1-2).

### **2.3.1.2.2 Transporte auf dem Anlagengelände und Verkehrslenkung über Tage**

Die LKW oder die Bahnwaggons fahren bei der Anlieferung von Abfallgebinden nach der Kontrolle durch das Wachpersonal durch eines der Tore neben dem Wachgebäude auf das Betriebsgelände bis zu den LKW-Parkpositionen vor der Trocknungsanlage oder bis zu dem Puffergleis /EU 208, EU 226, EU 316/. Von dort fahren sie nach Abruf über die Trocknungsanlage in die Umladehalle.

Folgende Anforderungen werden an die Verkehrslenkung über Tage und an die Transporte der Abfallgebinde auf dem Anlagengelände gestellt /EU 208, EU 324/:

- Gewährleistung eines störungs- und unfallfreien Transportes,
- Vermeiden von Kollisionen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s,
- Vermeiden einer Aktivitätsfreisetzung durch Brand.

Die zentrale Verkehrslenkung für anliefernde LKW auf dem Betriebsgelände erfolgt vom Steuerstand der Trocknungsanlage aus, der in einem separaten Gebäude in der Nähe der LKW-Parkplätze untergebracht ist /EU 208/. Hier befinden sich die Bedienelemente für die Lichtzeichenanlagen und für die Schranken sowie deren Stellungsanzeige. Der Verkehrsablauf wird von hier über Monitore und eine Geschwindigkeitsmessung überwacht /EU 208, EU 303/. Diese Einrichtungen werden durch organisatorische Maßnahmen (Verkehrszeichen, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Handlungsanweisungen an LKW-Fahrer) ergänzt /EU 208, EU 303/.

Auf der Fahrstrecke für LKW herrscht generelles Halteverbot und eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 10 km/h. An allen in die Fahrstrecke einmündenden oder diese kreuzenden Nebenstraßen sind Schranken errichtet, die während der Einlagerungs-

schicht geschlossen sind. Halte- und Abrufpositionen sind für LKW-Fahrer klar erkennbar angelegt; Stop und Weiterfahrt werden durch Signalanlagen geregelt /EU 208/.

Für die Gebindeanlieferung mit LKW sind keine besonderen Strahlenschutzmaßnahmen vorgesehen. Vom Betriebspersonal ist in dieser Phase im wesentlichen das Wachpersonal der Strahlung der Abfallgebinde ausgesetzt. Der Antragsteller hat die Personendosis des Wachpersonals bei 50 % LKW-Anlieferung mit 2,4 mSv pro Jahr abgeschätzt /EU 72.5/. Hinzu kommen etwa 0,1 mSv pro Jahr durch die Vorbeifahrt der Eisenbahnwaggons am Wachgebäude /EU 446/. Von der insgesamt für das Wachpersonal abgeschätzten Personendosis entfallen ca. 0,7 mSv pro Jahr auf die Tätigkeiten im Wachgebäude und ca. 1,8 mSv pro Jahr auf Fahrzeugkontrollen (vgl. Kap. 3.4.4.2 dieses Gutachtens).

Die Bahnwaggons werden außerhalb des Betriebsgeländes in einer Entfernung von ca. 100 m vom Wachgebäude im Übergabebereich bereitgestellt und dort vom Rangierfahrzeug übernommen. Das Wachpersonal führt eine Sichtkontrolle der Waggons durch und vergleicht die an den Waggons mitgeführten Abfalldatenblätter und Lieferscheine mit den Daten, die dem Endlager bereits vorab gemeldet wurden /EU 226/. Nach Abruf durch den Steuerstand der Trocknungsanlage werden die beladenen Waggons auf das Puffergleis (Gleis 2) und entladene nach dem Freimessen auf das Leergleis befördert. Die Weichen sind elektromotorisch verstellbar; die Betätigung erfolgt vom Steuerstand der Trocknungsanlage. Die Ein- und Ausfahrt der Trocknungsanlage und der Umladehalle werden durch Lichtzeichenanlagen gesichert. Das Rangierpersonal ist über ein tragbares Funkgerät mit dem Steuerstand der Trocknungsanlage verbunden.

Das Rangierfahrzeug ist batteriebetrieben. Die Fahrgeschwindigkeit ist in zwei Fahrbereichen stufenlos regelbar:

- Fahrbereich 1 (Lastfahrt): maximal 1 m/s,
- Fahrbereich 2 (Leerfahrt): maximal 2,5 m/s.

Das Rangierfahrzeug ist auf beiden Seiten mit einer automatischen Kupplung ausgerüstet, die vom Fahrzeugführer ferngesteuert gelöst werden kann. Beim Annähern an einen Waggon wird die Fahrgeschwindigkeit automatisch auf Kupplungsgeschwindigkeit reduziert. Das Rangierfahrzeug kann entweder mit einem tragbaren Steuergerät über

Funk oder von seinem Fahrerstand aus gesteuert werden. Beide Steuerungen sind gegeneinander verriegelt.

Für die Strahlenschutzvorsorge werden die folgenden Maßnahmen vom Antragsteller getroffen: Der Waggonverband wird durch das Rangierfahrzeug vom Übergabebereich ohne Halt am Wachgebäude vorbei auf das Betriebsgelände zum Puffergleis gezogen. Der Abstand vom nicht abgeschirmten Fahrerstand bis zum Abfallgebäude beträgt mindestens 7 m / EU 208, EU 72.5/. Die Arbeitszeit, bei der sich der Lokführer im Fahrerstand im Strahlenfeld der Gebinde befindet, beträgt 98 h im Jahr und die resultierende Ortsdosis 0,3 mSv im Jahr (100 % Bahnanlieferung) /EU 72.5/. Neben dem Puffergleis befindet sich eine 35 cm starke Abschirmwand aus Normalbeton mit zwei Abschirmtüren /EG 47, EU 208/. Der Lokführer fährt den Waggonverband für jeden Abkuppelvorgang so, daß die zu öffnende Kupplung an einem Türdurchlaß steht. Es werden je nach Waggongröße zwei oder drei Waggons gemeinsam abgekuppelt, vom Puffergleis gezogen und in die Trocknungsanlage geschoben. Das Abkuppeln und das Sichern der Waggons mit Gleisschuhen erfolgt manuell. Die jährliche Personendosis bei diesen Arbeiten wird mit 3,6 mSv für das Abkuppeln und mit 3,3 mSv für das Sichern angegeben /EU 72.5/.

Die Ein- und Ausfahrtore der Umladehalle sind für den LKW- und Schienenverkehr so gegeneinander verriegelt, daß ein gleichzeitiges Öffnen und eine gleichzeitige Offenstellung ausgeschlossen sind.

Nach dem Trocknen schiebt das Rangierfahrzeug die Waggons in die Umladehalle. Der Lokführer kuppelt dort die Waggons vom Führerhaus aus mittels der automatischen Kupplung ab und fährt das Fahrzeug aus der Umladehalle durch die Trocknungsanlage auf das Freigelände. Hierbei wirken die beiden Tore der Trocknungsanlage als Schleuse.

In der Umladehalle werden zur Sicherung der Waggons gegen Wegrollen Gleisschuhe gesetzt /EU 208/. Die LKW werden über ihre Feststellbremsen gesichert.

In der Umladehalle entriegelt jeweils eine Person die Haube der LKW oder Bahnwaggons. Nach dem Öffnen wird die Sichtkontrolle von einer Person durchgeführt. Teleskophauben von Waggon oder LKW werden über einen aufsteckbaren Hilfsantrieb aufgeschoben /EU 208/. Andere LKW-Hauben werden mit dem Kran 2 abgehoben. Für die

Sichtkontrolle der Abfallgebände von oben steht ein TV-Monitor zur Verfügung /EU 282, EU 303/.

Das Öffnen und Entriegeln dauert unabhängig davon, ob die Transporteinheiten per LKW oder per Bahntransport angeliefert werden, ca. 30 h im Jahr bei einem Arbeitsabstand von 1 m. Für die Sichtkontrolle werden für beide Anlieferungsvarianten ca. 27 h in 3 m Abstand von den Abfallgebänden angesetzt. Die tätigkeitsbezogene Dosis beträgt dann ca. 5 mSv im Jahr /EU 72.5, EU 208/.

Das Rangierfahrzeug ist in den QS-Bereich 2, die Verkehrslenkung über Tage in den QS-Bereich 3.1 eingestuft /EU 344/. Aufgrund dieser Einstufung sind für die Verkehrslenkung über Tage in der Prüfliste /EU 316/ jährlich Sicht- und Funktionsprüfungen durch sachkundige Personen, sowie zweijährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch unabhängige Sachverständige festgelegt.

Bezüglich der stationären Sprühwasserlöschanlagen in der Umladehalle verweisen wir auf Kap. 2.4 dieses Gutachtens.

### Bewertung

Durch die Straßenführung der Fahrstrecke, die Sperrung ihrer Zufahrten, die Verkehrsregelung und die Geschwindigkeitsbegrenzung wird die Wahrscheinlichkeit einer Kollision auf dem Betriebsgelände für einen LKW beim Antransport verringert. Die zulässige Geschwindigkeit von 10 km/h ist so gering, daß die Auslegungsanforderungen eingehalten werden. Der Fahrzeugverkehr kann über Videokameras und Monitore sowie Geschwindigkeitsmessung vom Steuerstand der Trocknungsanlage aus überwacht werden. Um die Auswirkungen von Kollisionen zu reduzieren, sind an gefährdeten Stellen Leitplanken oder andere Schutzeinrichtungen vorgesehen. Hierzu nehmen wir in Kapitel 2.2.2 dieses Gutachtens Stellung.

Beim Rangierfahrzeug wird die Einhaltung der zulässigen Geschwindigkeit auslegungsgemäß sichergestellt. Da ein betriebseigenes Fahrzeug sowie geschultes Betriebspersonal eingesetzt werden, wird die Wahrscheinlichkeit einer Kollision weiter verringert. Aufgrund der technischen Auslegung der Rangierlok werden Kollisionen,

die Auswirkungen auf die Gebinde mit Aktivitätsfreisetzung haben können, ausgeschlossen.

Das An- und Abkuppeln der Waggons untereinander wird vom Rangierpersonal vorgenommen. Hierbei sind keine Störungen mit unzulässigen Einwirkungen auf die Abfallgebände zu unterstellen.

Die vom Antragsteller angegebenen Waggontypen /EU 208/ können für den Transport von Konradcontainern oder anderen konradspezifischen Transporteinheiten nicht ohne Zusatzeinrichtungen und ergänzende Festlegungen mit der Deutschen Bahn (DB) für den Bahntransport eingesetzt werden. Auch bei Waggons, die von der DB speziell für den Containerverkehr eingesetzt, aber vom Antragsteller bisher nicht vorgesehen sind, sowie bei den LKW sind Hilfseinrichtungen erforderlich, da die Konradcontainer in ihren Abmessungen von den DIN-ISO-Containern /242/ abweichen und beim Transport gesichert werden müssen. Für das Entriegeln und Öffnen der Waggons und der LKW sowie für die Sichtkontrolle beim Anliefern der Abfallgebände sind technische Einrichtungen vom Antragsteller erwähnt, aber nicht näher festgelegt (vgl. nachfolgender AV 2.3.1.2-4).

Die für die Planung, Ausführung, Inbetriebnahme und den Betrieb der leittechnischen Einrichtungen der Verkehrslenkung in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ herangezogenen Vorschriften und Richtlinien enthalten vollständig die notwendigen Qualitätsanforderungen, die an die übertragenden Verkehrslenkeinrichtungen zu stellen sind.

Wir haben die Abschätzung des Antragstellers zur erwarteten Strahlenexposition des Wachpersonals für die Tätigkeiten außerhalb des Wachgebäudes geprüft. Zu den Tätigkeiten innerhalb des Wachgebäudes verweisen wir auf Kap. 3.4.4.2 dieses Gutachtens.

Wir schätzen für die Fahrzeugkontrollen an den LKW eine Strahlenexposition von 3,5 mSv im Jahr ab. Dieser Wert ist höher als der vom Antragsteller angegebene Wert, weil wir den Reduktionsfaktor 2 (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens) nicht berücksichtigen. Zur Strahlenexposition bei der Sichtkontrolle an den Waggons und bei der Entnahme der Begleitpapiere macht der Antragsteller keine Angaben. Wir

schließen nicht aus, daß diese Tätigkeiten unter ungünstigen Randbedingungen zu einer ähnlich großen Individualdosis führen wie die Kontrolle der LKW. Diese Strahlenexposition kann verringert werden, wenn die Kontrollgänge in der Nähe der beladenen Transportfahrzeuge auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Der Antragsteller hat vorgesehen, die mit der Gebindeannahme und -einlagerung verbundenen Handhabungsabläufe im Rahmen der Inbetriebsetzung und während des Betriebes zu optimieren /EU 282, EU 316/. Hierbei berücksichtigt er auch das Personal im betrieblichen Überwachungsbereich (vgl. Kap. 3.4.2 dieses Gutachtens). In dieses Optimierungsverfahren müssen die Kontrollen durch das Wachpersonal bei der Gebindeanlieferung einbezogen werden. Hierzu zählen insbesondere

- der Zeitpunkt der Entnahme von Transportbegleitpapieren aus den Bahnwaggons beim Antransport von Abfallgebinden,
- der Umfang von Prüfungen an beladenen Anlieferungsfahrzeugen, sowie
- die Notwendigkeit von Kontrollgängen /AV 2.3.1.2-1/.

Bei einer vollständigen Anlieferung der Transporteinheiten per Bahn werden pro Tag im Mittel drei Waggonverbände in die Umladehalle gefahren. Die Individualdosis beim Entkuppeln der Waggons schätzen wir auf ca. 4 mSv im Jahr ab. Dabei gehen wir nicht von dem Reduktionsfaktor 2 aus (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens), berücksichtigen aber im Unterschied zum Antragsteller kürzere Arbeitszeiten bei zügigem Arbeitsablauf. Beim Entlanggehen am Puffergleis zum Entkuppeln wird das Rangierpersonal durch die Abschirmwand in ausreichendem Maße vor Strahlungen geschützt. Damit die Abschirmung optimal genutzt werden kann, muß sich die zu öffnende Kupplung der Waggons direkt vor einer der Türen befinden. Dieses muß in den Betriebsanweisungen für das Fahr- und Rangierpersonal festgelegt werden (vgl. Kap. 4.3 dieses Gutachtens, AV 4.3-1).

Für das Setzen und Entfernen von Gleisschuhen auf dem Puffergleis halten wir die von BfS angesetzte Arbeitszeit von 10 h im Jahr für abdeckend. Hinzu kommen noch ca. 5 h im Jahr in der Umladehalle. Ohne Berücksichtigung des Reduktionsfaktors 2 (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens) schätzen wir die Personendosis mit diesem Zeitansatz zu 7,5 mSv im Jahr ab. Derart hohe Personendosen halten wir für solche Arbeitsvorgänge nicht für akzeptabel (vgl. Kap. 3.4.1 dieses Gutachtens). Deshalb muß im Rahmen der Optimierung der Betriebsabläufe (vgl. Kap. 3.4.2 dieses Gutachtens, AV 3.4.2-1) geprüft werden, ob die Strahlenbelastung des Personals durch



den Einsatz fernbedienbarer Arretiervorrichtungen für die Waggonen vermindert werden kann (siehe AV 2.3.1.2-1). Derartige fernbedienbare Arretiervorrichtungen sind Stand der Technik; sie können nach unserer Auffassung installiert werden, sofern bereits bei der Errichtung der Gleisanlagen die notwendigen bautechnischen Voraussetzungen für den nachträglichen Einbau getroffen werden. Die Gleisanlagen müssen daher entsprechend vorbereitet werden /AV 2.3.1.2-2/.

Die Arbeitszeit des Lokführers im Fahrerstand des Rangierfahrzeugs schätzen wir beim Gebindetransport mit etwa 180 h im Jahr fast doppelt so hoch ab wie der Antragsteller, weil wir auch den Transport der Waggonen vom Übergabepunkt der PSE zum Puffergleis berücksichtigen und für einige Betriebsabläufe (Öffnen von Toren, Weichenstellen etc.) längere Zeiten ansetzen. Aufgrund der Länge der Rangierlok halten wir die Angaben in der Systemanalyse zum Strahlenschutz des Betriebspersonals /EU 72.5/ zu dem Abstand zwischen dem Fahrerstand und den zu transportierenden Transporteinheiten mit Abfallgebinden von ca. 7 m für realistisch. Ohne Berücksichtigung der Abschirmwirkung des Motors schätzen wir für den Fahrzeugführer eine jährliche Individualdosis von 1,8 mSv ab. Die Abschirmwirkung des Motorraumes läßt sich zwar schwer quantifizieren, wir erwarten jedoch, daß die tatsächliche Strahlenexposition deutlich unter diesem Wert liegt. Zusätzliche Abschirmmaßnahmen sind daher an dieser Stelle nicht erforderlich.

Wir halten die vom Antragsteller angegebenen Arbeitszeiten für das Öffnen der LKW-Hauben und der Abstände für realistisch und legen sie auch unserer Abschätzung der Dosis bei diesen Arbeiten zugrunde.

Für das Entriegeln und Öffnen der Waggonen sowie für die Sichtkontrolle schätzen wir unter konservativen Randbedingungen bei 100 % Anlieferung mit der Bahn deutlich höhere tätigkeitsbezogene Dosen ab als der Antragsteller. Unter den in Tabelle 2.3.1.2-1 angegebenen Randbedingungen liegen die maximalen Individualdosen bei ca. 18 mSv im Jahr. Diese deutlichen Unterschiede zu den vom Antragsteller angegebenen Werten sind darauf zurückzuführen, daß wir

- den Reduktionsfaktor 2 für die Dosisleistung nicht berücksichtigen,
- das Entriegeln bei einem kürzeren Arbeitsabstand (0,5 m) gesondert berücksichtigen und

- Wegezeiten für das Entlanggehen an den Waggons zum Entriegeln berücksichtigen.

Werden 50 % der Gebinde mit LKW angeliefert, beträgt die jährliche Dosis ca. 13 mSv.

Die für diesen Arbeitsplatz maximal abgeschätzte Individualdosis liegt deutlich über dem Wert von 10 mSv pro Jahr, der nach § 54 StrlSchV nicht überschritten werden soll. Aus diesem Grunde halten wir vor Aufnahme des Betriebes weitere technische Einrichtungen, Abschirmungen und organisatorische Maßnahmen zur Verringerung der Personendosen für erforderlich. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um

- Benutzung abstandgebender Hilfsmittel zum Entriegeln der Waggonhauben,
- Vergrößerung der Abstände beim Öffnen,
- Motorgetriebenes Öffnen der Hauben,
- Aufstellen zusätzlicher Abschirmwände,
- Einsatz von Open-All-Containern,
- Einsatz von ISO-Containern auf DB-Flachwaggons,
- Verlagerung der Sichtkontrollaufgaben auf abgeschirmte Arbeitsplätze (z.B. Kabine der Hallenkrane).

Zur Beurteilung der technischen Einrichtungen sind Beschreibungen und Zeichnungen erforderlich. Zur Prüfung dieser Einrichtungen und Maßnahmen ist ein unabhängiger Sachverständiger hinzuzuziehen /AV 2.3.1.2-4/.

Wir sind der Ansicht, daß bei Umsetzung dieser Maßnahmen und bei Einsatz der genannten Einrichtungen die tätigkeitsbezogene Dosis für diese Arbeiten auf unter 10 mSv/a gesenkt werden kann.

Die Einrichtungen der Verkehrslenkung über Tage sind zutreffend in den QS-Bereich 3.1 eingestuft /EU 344/ (vgl. Kap. 2.1.2 dieses Gutachtens). Mit der Einstufung des Rangierfahrzeuges in den QS-Bereich 2 sind wir einverstanden, da seine Maximalgeschwindigkeit mit 2,5 m/s unter der ertragbaren Aufprallgeschwindigkeit der Transporteinheiten von mindestens 4 m/s liegt.

Für die wiederkehrenden Prüfungen der Verkehrslenkung über Tage werden die Prüfanweisungen einem Zustimmungsverfahren unterworfen, soweit berg- oder atomrechtliche Belange berührt sind. Hiermit sind wir einverstanden. Um eine ausreichende Betriebssicherheit zu erreichen, sind in der Prüfliste /EU 316/ die Prüfintervalle für die Sicht- und Funktionsprüfungen für fachkundige Personen und für fachkundige Aufsichtspersonen unter Berücksichtigung der anzuwendenden Vorschriften, der betrieblichen Anforderungen und der Betriebsanleitungen der Hersteller festzulegen /AV 2.3.1.2-5/.

Bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge haben wir keine Bedenken gegen die Errichtung, die Inbetriebnahme und den Betrieb der Verkehrslenkeinrichtungen über Tage sowie der Transporte und Transporteinrichtungen auf dem Betriebsgelände.

Tabelle 2.3.1.2-1: Von uns angesetzte Randbedingungen und ermittelte Personendosen für das Entriegeln und Öffnen von DB-Waggons sowie für die Sichtkontrolle

Arbeitsvorgang	Zeit / 3400 TE (h/a)	Abstand m	Dosis (mSv/a)
Gang entlang des Zuges	15	1	3,5
Entriegelung der Waggons	15	0,5	5,7
Öffnen der Waggons	30	1	6,9
Sichtkontrolle	27	3	1,5
Summe der Personendosis			17,6

### 2.3.1.2.3 Trocknungsanlage

Die Trocknungsanlage soll die Anlieferungsfahrzeuge bei Bedarf reinigen und trocknen. Sie befindet sich unmittelbar vor der Umladehalle und besteht aus einer Kammer für LKW und einer davon getrennten Kammer für Waggons. Folgende Haupteinrichtungen und Komponenten sind vorgesehen:

- Dampfstrahlgeräte,

- Trocknungsaggregate,
- Luftleitsystem,
- Schalt-, Steuer- und Überwachungseinrichtungen.

Die Dampfstrahlgeräte, die manuell bedient werden, kommen im Einfahrtbereich der Trocknungsanlage zum Einsatz, um bei Bedarf Schnee und Eis von den Fahrzeugen zu entfernen. Im Trocknungsaggregat sind Umluftventilatoren, Vorfilter und Lufterhitzer installiert. Diese Aggregate befinden sich in Räumen oberhalb der Trocknungskammer. Im Brandfall wird der Trocknungsvorgang durch die Brandmeldeanlage abgebrochen /EU 208/. Zur Vorsorge gegen Brandausbreitung ist die Trocknungsanlage mit einer stationären Sprühwasserlöschanlage ausgerüstet /EU 324, EU 208/. Zur Brandmeldeanlage und zur Sprühwasserlöschanlage verweisen wir auf Kap. 2.4 dieses Gutachtens.

Vor Beginn der Trocknung verlassen alle Personen die Trocknungskammer /180, EU 208/. Die Trocknung erfolgt durch Einblasen trockener, erwärmter Luft über einstellbare Luftlenkjalousien. Das gleichzeitige Trocknen von LKW und Waggons ist möglich /EU 208/. Die Einfahrt in die Trocknungsanlage ist nur möglich, wenn das Tor zwischen Trocknungsanlage und Umladehalle geschlossen ist /EU 324, EU 208/. Die Einfahrt in die Umladehalle ist nur möglich, wenn das äußere Tor der Trocknungsanlage und das Ausfahrttor der Umladehalle geschlossen sind /EU 208/.

Bei der Anlieferung mit Waggons sind sieben Trocknungszyklen je Schicht möglich, wobei sechs Transporteinheiten auf zwei oder drei Waggons stehen. Für die LKW-Anlieferung sieht der Antragsteller neun Trocknungszyklen je Schicht mit jeweils einer Transporteinheit vor.

Der Antragsteller hat die Trocknungsanlage in den QS-Bereich 2 eingestuft. Wiederkehrende Prüfungen sind in der Prüfliste nicht festgelegt /EU 316/.

### Bewertung

Die Trocknungsanlage wird so ausgelegt und ausgeführt /EU 208/, daß neun LKW und maximal 20 Bahnwaggons je Schicht getrocknet werden können. Die Trocknungsanlage und die Dampfstrahlgeräte sind geeignet, die LKW und die Wag-

gons zu reinigen und zu trocknen. Verschmutzungen im Kontrollbereich der Umladehalle durch LKW und Waggonen werden dadurch gering gehalten. Wir halten es allerdings wegen der Auslegung der Trocknungsanlage für die Trocknung von neun LKW je Schicht für erforderlich, eine entsprechende Begrenzung für die Anlieferung von Abfallgebunden mit LKW im Zechenbuch/Betriebshandbuch festzulegen /AV 2.3.1.2-6/.

Während des Trocknungsvorgangs steht das Rangierfahrzeug nicht im Bereich der Luftlenkjalousien der Trocknungsanlage, so daß möglicherweise Wasser vom Rangierfahrzeug abtropfen kann, wenn dieses die Waggonen in die Umladehalle geschoben hat. Hiergegen bestehen aus der Sicht des Strahlenschutzes keine Bedenken, weil das Rangierfahrzeug ebenso wie die LKW und Waggonen von außen nicht kontaminiert sein kann. Wenn das auf diese Weise in den Gleisbereich der Umladehalle eingebrachte Tropfwasser aus Gründen der Arbeitssicherheit entfernt werden muß, kann der Betreiber der Anlage dies problemlos durchführen.

Zu den Anforderungen des Brandschutzes nehmen wir in Kapitel 2.4 dieses Gutachtens Stellung.

Durch die fernbediente Steuerung der Trocknungsanlage vom abgeschirmten Steuerstand aus wird der Strahlenschutz des Personals berücksichtigt. Der Steuerstand der Trocknungsanlage wird abgeschirmt (vgl. Kap. 3.4.3.2 und Kap. 3.4.4.2 dieses Gutachtens).

Den vorgesehenen Einsatz von Dampfstrahlgeräten zum Entfernen von Schnee und Eis von den Anlieferungsfahrzeugen halten wir für geeignet, um z.B. vereiste Verschlüsse gängig zu machen oder größere Schneepackungen aus den Radkästen zu lösen. Wir halten es andererseits nicht für unbedingt erforderlich, die Fahrzeuge vollständig von Schnee und Eis zu befreien, da sie in der Trocknungsanlage mit warmer Luft getrocknet werden. Deshalb nehmen wir für die Dampfstrahlgeräte eine mittlere Reinigungszeit je Fahrzeugseite von 2 min an.

Wir haben die Strahlenexposition des Betriebspersonals beim Entfernen von Schnee und Eis mit einem Dampfstrahlgerät abgeschätzt. Dabei nehmen wir an, daß

- an 37 Tagen im Jahr Schneefall oder Regen mit Schnee > 0,1 mm auftritt (siehe Klimaatlas von 1977),
- an diesen Tagen alle Fahrzeuge (LKW und Waggon) mit Dampfstrahlgeräten gereinigt werden müssen,
- je 1 Mitarbeiter die rechte oder die linke Fahrzeugseite reinigt,
- 50 % der Abfallgebände auf LKW angeliefert werden und
- pro Fahrzeug im Mittel 2 Minuten Reinigungsarbeiten in einem Arbeitsabstand von 3 Metern zum Gebinde erforderlich sind.

Mit diesen Annahmen ermitteln wir eine tätigkeitsbezogene Personendosis von 0,9 mSv im Jahr. Wir haben deshalb aus Gründen des Strahlenschutzes keine Einwände dagegen, Schnee und Eis im o.g. Umfang mit einem manuell geführten Dampfstrahlgerät zu entfernen (vgl. Kap. 3.4.1 dieses Gutachtens).

Bei der Abluft tritt keine Kontamination auf. Daher sind Angaben zur Weiterleitung der Abluft nicht erforderlich.

Die Trocknungsanlage ist zutreffend in den QS-Bereich 2 eingestuft. Festlegungen zu wiederkehrenden Prüfungen sind nur für die Brandschutz- und Brandmeldeeinrichtungen erforderlich (vgl. Kapitel 2.4 und AV 2.4-8 dieses Gutachtens).

Gegen die Errichtung, die Inbetriebnahme und den Betrieb der Trocknungsanlage haben wir keine Bedenken, sofern unsere Auflagenvorschläge erfüllt werden.

### 2.3.1.2.4 Krananlage

In der Umladehalle werden zwei baugleiche Brückenkrane mit jeweils einem Spreader als Lastaufnahmemittel vorgesehen /EU 208/. Die beiden Brückenkrane haben folgende Aufgaben:

- Hauben von den LKW abheben, auf die Haubenabstellplätze absetzen und wieder auf die leeren LKW aufsetzen,
- Transporteinheiten von LKW und Bahnwaggon auf die Plateauwagen umladen,
- leere Tausch- oder Transportpaletten

- · von Plateauwagen auf LKW oder Bahnwaggons,
- · von Plateauwagen in das Palettenlager,
- · vom Palettenlager auf LKW und Bahnwaggons umladen.

Die Kranbrücke ist eine geschweißte Kastenkonstruktion mit zwei Katzbahnträgern, die an den Stirnseiten durch Kopfträger miteinander verbunden sind. Das Hubwerk wird mit einer Betriebs- und mit einer Zusatzbremse ausgerüstet. Die Zusatzbremse fällt gegenüber der Betriebsbremse verzögert ein. Beide Bremsen wirken unabhängig voneinander. Von der Seiltrommel laufen acht Seilstränge ab, die über Umlenkrollen an den Eckpunkten der Traverse zu den Seilfestpunkten am Katzrahmen geführt werden. Durch diese Seilführung wird ein Pendeln der Traverse vermieden /EU 208/.

Die Traverse ist mit einer Kugeldrehverbindung für die Spreaderanhängung sowie mit den Meßflaschen der Wiegeeinrichtung ausgerüstet.

Die Spreader können von der Kranfahrerkanzel auf die Abmessungen der Transporteinheiten eingestellt werden. Der Spreader für LKW-Hauben ist nicht verstellbar; er wird an die Drehzapfen des Verstellspreaders angekoppelt. Der Spreader wird mit dem Hubwerk auf die Last abgesetzt und über seine Führung zentriert, so daß seine Drehzapfen in die ISO-Eckbeschläge der Last eingeführt werden. Nach dem Aufsitzen drehen Hydraulikzylinder die Drehzapfen (Twist-Lock). Dadurch ist der Spreader in den ISO-Eckbeschlägen formschlüssig mit der Last verbunden. Das Aufsetzen der Spreader und die Endstellungen der Twist-Lock werden überwacht. Bei Funktionsstörungen können die Twist-Lock manuell entriegelt werden /EU 310/.

Der Kranfahrer steuert Kran und Spreader aus der abgeschirmten und klimatisierten Kranfahrerkanzel, die an der Katze befestigt ist. Für den Kran 2 ist zusätzlich eine Flursteuerung vorgesehen.

Hub-, Katz- und Kranfahrwerk werden über Gleichstrommotore angetrieben. Am Hubwerk wird zusätzlich eine Handbetätigung vorgesehen, um die Last bei Störungen absetzen zu können /EU 208, EU 310/. Am Kran- und Katzfahrwerk werden manuelle Einrichtungen vorgesehen, damit Kran und Katze bei Störungen an den Antrieben verfahren werden können /EU 310/. Das Drehwerk des Spreaders wird über einen polumschaltba-

ren Drehstrommotor angetrieben. Kran- und Katzfahrwerk sind mit Radbruchstützen und mit Fanghaken ausgerüstet.

Alle betrieblichen Arbeitsbewegungen der Krane der Umladehalle und der zugehörigen Lastaufnahmemittel werden je Kran über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) gesteuert, verriegelt und überwacht.

Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation Krananlage /EU 310/ folgende Auslegungsanforderungen an die Krane in der Umladehalle fest:

- Übernahme der Funktionen eines ausgefallenen Kranes durch den anderen Kran,
- Minimierung der tatsächlichen Hubhöhen,
- Aufnehmen der Transporteinheiten ohne Wechsel des Lastaufnahmemittels,
- Kontrolle des Gewichtes der Transporteinheit mit Lastschwerpunkterfassung,
- Vorsorge gegen Kollisionen,
- Absenken der Transporteinheiten bei längerfristigen betrieblichen Störungen,
- Kommunikationseinrichtung zwischen dem Hauptleitstand und den Kranen,
- Begrenzung der Hubhöhe von Transporteinheiten auf maximal 3 m,
- Begrenzung der Transportgeschwindigkeiten auf weniger als 4 m/s,
- Begrenzung der Transporthöhe von LKW-Hauben (Masse  $\leq 1$  t) auf maximal 2 m über dem Abfallgebinde,
- Sicherstellung der formschlüssigen Aufnahme der Last mit dem Spreader,
- Sicherung der Krane gegen Absturz aufgrund von seismischen Einwirkungen,
- Dekontaminierbarkeit der Krananlage und ihrer Einrichtungen,
- Abschirmung des Bedienungspersonals.

Anforderungen an Signale, Signalverarbeitung und Steuerfunktionen mit sicherheitstechnischen Aufgabenstellungen sind ebenfalls in der Komponentenspezifikation Krananlage /EU 310/ festgelegt.



Beiden Kranen sind im Normalbetrieb feste Arbeitsbereiche zugeordnet. Folgende Verriegelungsbedingungen werden in den jeweiligen SPS-Programmen realisiert:

- Die Arbeitsbereiche der beiden Krane sind vorgegeben und gegeneinander verriegelt. Nur bei Störungen werden beide Arbeitsbereiche für einen Kran freigegeben.
- Zur Vermeidung von Kollisionen der Krane miteinander sind Abstandssicherheitseinrichtungen vorhanden.
- Die Einfahrt von LKW in den Umladebereich kann nur erfolgen, wenn Kran 1 im Umladebereich für Bahnwaggons keine Transporteinheiten umlädt.
- Während der Umladung von Transporteinheiten mit Kran 1 sind die Tore der Umladehalle zum Schachtgelände und zur Trocknungsanlage geschlossen.
- Über eine Hubwegmessung und Abschaltung wird die Transporthöhe der Transporteinheiten begrenzt. Die Transporteinheiten werden nur ca. 0,3 m über der Ladefläche eines Anlieferungsfahrzeugs angehoben /EU 324/.
- Die Wiegeeinrichtung der Krane ist als Überlastsicherung ausgelegt. Bei Ansprechen der Überlastabschaltung werden alle Bewegungen des Kranes gesperrt; ein Absetzen der Transporteinheit ist jedoch noch möglich.
- Die Flurfördereinrichtung und die Kranfahrt sind teilweise gegeneinander verriegelt.

Die Meßwerte der Wiegeeinrichtung werden in der Kranfahrerkanzel angezeigt und können bei Anschluß eines Druckes dokumentiert werden.

- Einzel- und Summenlastmessungen der vier Meßzuglaschen,
- Überlastbegrenzung,
- Messung der Lastexzentrizität in Längs- und Querrichtung (Lastschwerpunkterfassung),
- Schlaffseilsicherung.

Jeder Kran ist folgendermaßen ausgelegt /EU 208/:

- Tragfähigkeit am Spreader: 25 t.
- Arbeitsgeschwindigkeiten:
- Heben regelbar bis 8 m/min,
  - Katzfahrt regelbar bis 25 m/min,
  - Kranfahrt regelbar bis 40 m/min.

Boden und Seitenwände der beiden Krankabinen sind abgeschirmt. Der Abschirmfaktor beträgt mindestens 7 /EU 208/. Um diesen Abschirmfaktor zu erreichen, sind als Materialstärken ca. 7 cm Stahl bzw. ca. 5,4 cm Bleiglas RS 520 vorgesehen /EU 72.5/. Die tätigkeitsbezogene Personendosis des Kranfahrers von Kran 1 beträgt nach Angaben des Antragstellers 3,6 mSv im Jahr. Die tätigkeitsbezogene Personendosis des Fahrers von Kran 2 wird bei 50 % LKW-Anlieferung ohne Berücksichtigung einer Abschirmung mit 3,5 mSv im Jahr angegeben.

Die Anforderungen an die Auslegung, an die Ausführung und an die Maßnahmen zur Qualitätssicherung hat der Antragsteller in der Komponentenspezifikation Krananlage /EU 310/ festgelegt. Die Krananlagen sind in den QS-Bereich 3.2 eingestuft /EU 344/. Als wiederkehrende Prüfungen sind in der Prüfliste /EU 316/ jährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch einen unabhängigen Sachverständigen vorgesehen. Beispielfähig hat der Antragsteller für den Brückenkran der Umladehalle eine Musterprüfanweisung vorgelegt.

### Bewertung

Die Festlegungen in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation Krananlage /EU 310/ genügen den sicherheitstechnischen Anforderungen. Insbesondere sind die Anforderungen für den Betrieb innerhalb des Endlagers sowie die Sicherheitseinrichtungen, die auch bei Anwendung der KTA-Regel 3902 /46/ erforderlich werden, berücksichtigt. Hierzu gehören im wesentlichen

- die Zusatzbremse,
- Hauptstromschalter für die Hubwerke,
- Fahrbereichsverriegelungen,
- Abschirmung,
- Mindestanforderungen an die Dimensionierung,
- Mindesteinstufung in Triebwerksgruppen,
- Formschluß zwischen Last und Lastaufnahmeeinrichtung,
- Überlastungsschutz.

Der für die Errichtung, Inbetriebsetzung und den Betrieb vorgesehene Prüfablauf und Prüfumfang entspricht den Anforderungen der KTA-Regeln 3902 /46/ und 3903 /47/ sowie der EIBergV /3/.

Die Übernahme der Funktionen eines ausgefallenen Krans durch den anderen Kran ist möglich. Der Arbeitsbereich des defekten Krans kann elektrisch für den intakten Kran freigegeben werden. Zusätzlich muß der defekte Kran aus dem Bereich entfernt werden. Hierzu hat der Antragsteller vorgesehen, daß beim ausgefallenen Kran die Katze und der Kran nach Betätigung von manuellen Einrichtungen von Hand verfahren oder die Last abgesetzt werden kann. Lüfteinrichtungen für die Bremsen des Kranfahrwerkes sind in Verbindung mit dem anderen Kran ausreichend, den defekten Kran zu verfahren.

Mit der vom Antragsteller vorgesehenen Aufhängung des Spreaders ist ein weitgehend pendelfreier Betrieb der Lastaufnahmeeinrichtung zu erwarten. Der Ausgleich der Seilkräfte und -längungen ist aufwendig. Deshalb ist bei der begleitenden Kontrolle insbesondere bei der Abnahme- und Funktionsprüfung und den wiederkehrenden Prüfungen zu überprüfen, daß alle Seile gleichmäßig belastet werden.

Die Untersuchung des Antragstellers zur Schwerpunktlage der Transporteinheit /EU 459/ zeigt ausreichend, daß bei einem befüllten Container oder Rundgebilde die Schwerpunktabweichung in der Höhe auch bei ungünstiger Massenverteilung innerhalb der Toleranz liegt /EU 208/ und deshalb nicht mehr gemessen werden muß.

Die vorgesehene Wiegeeinrichtung erlaubt es, die Gebindemasse sowie die Schwerpunktlage bezogen auf die Grundfläche der Transporteinheit für den Weitertransport zu ermitteln. Durch die Überwachung der zulässigen Massen und Schwerpunktlagen werden auch Überlastungen der nachfolgenden Komponenten im Einlagerungssystem vermieden.

Für den Strahlenschutz der Kranfahrer bewerten wir es als positiv, daß die gesamte Steuerung von Kran und Spreader von den abgeschirmten Krankabinen aus durchgeführt wird. Für die tätigkeitsbezogenen Personendosen der Kranfahrer haben wir eine eigene Abschätzung ohne Berücksichtigung des Reduktionsfaktors 2 durchgeführt (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens). Nach unserer Einschätzung beträgt die Do-

sisleistung in der Krankabine höchstens  $85 \mu\text{Sv/h}$ ; sie liegt damit nur unwesentlich höher als vom BfS mit dem Reduktionsfaktor 2 angenommen wird. Mit dem vom Antragsteller benannten Abschirmfaktor 7 erhielten wir als tätigkeitsbezogene Personendosis  $2,9 \text{ mSv}$  im Jahr. Der Abschirmfaktor der angegebenen Bleiglasabschirmung /EU 72.5/ beträgt nach unserer Prüfung nur 5,5 (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens). Wie der Antragsteller legen wir bei unseren Berechnungen einen Abstand von 2,3 m zwischen Krankabine und Gebinde zugrunde. Unter diesen ungünstigen Randbedingungen bestätigen wir das Endergebnis des Antragstellers für die tätigkeitsbezogene Dosis des Kranfahrers 1 von  $3,6 \text{ mSv}$  im Jahr als obere Abschätzung.

Die tatsächlich auftretenden Personendosen in der Krankabine werden nach unserer Ansicht deutlich niedriger liegen, weil

- der tatsächliche Abstand zwischen Gebinde und Krankabine z.B. wegen der Reduzierung der Hubhöhen der Transporteinheiten deutlich größer als 2,3 m ist,
- durch die schräge Einstrahlung von den Transporteinheiten in die Kabine die reale Abschirmwandstärke höher ist als bei senkrechter Einstrahlung,
- die Grenzwerte der Endlagerungsbedingungen nicht immer ausgeschöpft werden.

Auf dieser Grundlage haben wir keine Einwände gegen das Abschirmkonzept der Krankabine des Kranes 1.

Die tätigkeitsbezogene Dosis des Fahrers von Kran 2 schätzen wir mit dem Abschirmfaktor 7 zu etwa  $0,7 \text{ mSv/a}$  und mit den angegebenen Bleiglasfenstern /EU 72.5/ zu etwa  $0,8 \text{ mSv}$  im Jahr ab. Die Abschirmung dieser Krankabine ist ausreichend.

Die Krane in der Umladehalle sind zutreffend in den QS-Bereich 3.2 eingestuft. Der Prüfumfang und das Prüfintervall für die wiederkehrenden Prüfungen durch unabhängige Sachverständige sind in der Prüfliste /EU 316/ ausreichend festgelegt. Über die jährlichen Prüfungen hinaus sind allerdings auch tägliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch fachkundige Personen und entsprechende vierteljährliche Prüfungen durch fachkundige Aufsichtspersonen erforderlich, um einen sicheren Betrieb der Krananlagen zu ermöglichen. Die vorgelegte Musterprüfanweisung, die grundsätzlich als Anleitung für die Prüfungen durch unabhängige Sachverständige geeignet ist, muß deshalb um die oben genannten Prüfungen durch fachkundige Perso-

nen/Aufsichtspersonen ergänzt werden. Die Prüfliste und die Prüfanweisung für die wiederkehrenden Prüfungen sind vor Aufnahme des Betriebes einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Wir haben keine Bedenken, die Krane der Umladehalle entsprechend den Festlegungen in der Systembeschreibung /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation /EU 310/ zu errichten, in Betrieb zu setzen und zu betreiben, sofern unsere Auflagenvorschläge berücksichtigt werden.

### **2.3.1.2.5 Flurförderanlage**

Die Flurförderanlage hat die Aufgabe, beladene oder leere Plateauwagen innerhalb der Umladehalle auf den Gleisen zu verschieben und diese in der Schachtsperre innerhalb der Schachthalle für das Beladen des Förderkorbes bereitzustellen. Sie besteht aus folgenden Teilen /EU 208/:

- Gleisfördereinrichtungen in fünf Gleisabschnitten mit den Baugruppen
  - Seilzugsystem mit Seilwinde, Umlenkrollen, Spannrollen und Zugseil,
  - Mitnehmerwagen,
  - Mitnehmerschaltsystem,
  - Gleiskörper,
  - Gummigleisbremse,
  
- Querverschübe mit den Baugruppen
  - Fahrbahn,
  - Rahmen,
  - Fahrwerk,
  - Justiervorrichtung,
  - Aufzieh-/Abschiebevorrichtung,
  - Leitungswagen,
  
- Gleissperren,
  
- elektrische Anlagen.

Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Systembeschreibung /EU 208/ folgende Anforderungen an die Flurförderanlage fest:

- vorrangige Bedienung der Schachtförderanlage,
- Fördergeschwindigkeit höchstens 4 m/s,
- Vorsorge für eine Dekontamination der Bau- und Anlagenteile.

Die Gleisfördereinrichtungen sind abgesehen von der Gleislänge und der Seillänge baugleich. Sie ziehen die Plateauwagen mit dem Mitnehmerwagen bis zu den jeweiligen Gummigleisbremsen oder Gleissperren. Die Mitnehmerwagen, die im Führungskanal zwischen den Schienen fahren, werden über das Seilzugsystem angetrieben. Die Antriebsstationen für das Seilzugsystem sind mit der Seilwinde vor den Querverschüben angeordnet. Im Rahmen des Mitnehmerwagens ist eine schwenkbare Klinke angeordnet, die über das Mitnehmerschaltsystem betätigt wird und an das Stegblech des Plateauwagens greift.

Der Gleiskörper besteht aus den Hauptfahr­schienen für den Plateauwagen und dem Führungskanal mit den Laufschi­nen für den Mitnehmerwagen. Der Führungskanal ist bis auf den Schlitz für die Mitnehmerklinke abgedeckt.

Der Plateauwagen wird im Bereich der Freimessung, vor dem Querverschub 1, in den Bereichen der Beladung, des Probenahmemanipulators, des Ortsdosisleistungsmesssystems und im Bereich des Puffertunnels durch Gummigleisbremsen gebremst.

Die Querverschübe transportieren die Plateauwagen, die durch die Aufzieh- und Abschiebevorrichtung auf ihnen arretiert werden, zu den einzelnen Gleisen. Vor dem Auf- und Abschieben der Plateauwagen werden die Querverschübe formschlüssig gesichert.

An den Übergabestellen von den Gleisen zu den Querverschüben oder zu den Drehscheiben in der Schachthalle wird ein Plateauwagen durch Gleissperren in jede Fahr­richtung gesichert. Eine Gleissperre hat zwei Sperrhebel. Die Sperrhebel werden durch elektrische Stellantriebe betätigt. Die Sperrhebel, die sich unmittelbar vor bzw. hinter den Drehscheiben in der Schachthalle befinden, werden Schachtsperre genannt und sind Bestandteil der Schachtbeschickungseinrichtung (vgl. Kap. 2.3.1.3 dieses Gutachtens).

Das koordinierte Zusammenwirken aller Komponenten der Flurförderanlage wird durch eine SPS gesteuert, verriegelt und überwacht /EU 208/. Verriegelungen mit angrenzenden Funktionsbereichen bestehen u. a. zur Krananlage, zur Schachtbeschickung, zur Gebindeeingangskontrolle und zum Seitenstapelfahrzeug (Positionserfassung der Fahrzeug- und Hubmaststellung) sowie zu Toren der Umladehalle und Schachthalle. Bei Übernahme oder Übergabe von Transporteinheiten durch das Seitenstapelfahrzeug ist die Gleisfördereinrichtung im Gleis 10 gesperrt. Die Flurförderanlage wird vorrangig im Automatikbetrieb vom Hauptleitstand Konrad 2 gesteuert und überwacht. In der Betriebsart Automatik können bestimmte Abläufe, wie z.B. Schachtzuführung, Pufferung, Einlagerung und Entpufferung manuell im Hauptleitstand oder vom Rechner vorgegeben werden /EU 208/. Eine Betriebsartenumstellung auf Handbetrieb ist für bestimmte Sonderabläufe nur von diesem Hauptleitstand aus möglich. Der Handbetrieb erfolgt über zwei örtliche Bedienpulte an den Querverschüben in der Umladehalle.

Die Flurförderanlage ist in den QS-Bereich 3.1 /EU 344/ eingestuft. In der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ sind wiederkehrende Prüfungen durch fachkundige Personen in Halbjahresfrist festgelegt. Abweichend davon sind in der Prüfliste /EU 316/ jährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch fachkundige Personen und zweijährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch Sachverständige vorgesehen.

### Bewertung

Die Festlegungen in der Systembeschreibung /EU 208/ genügen den sicherheitstechnischen Anforderungen für den Gebindetransport. Maßnahmen zum Personenschutz werden hier nicht beurteilt. Diese können in der Vor- und Abnahmeprüfung ausreichend festgelegt werden. Das Funktionsprinzip der Flurförderanlage ist geeignet, die Plateauwagen sicher zu transportieren. Die aus der Störfallanalyse /EU 324/ abgeleiteten Auslegungsanforderungen werden erfüllt. Die ausreichende Wirksamkeit der Gummigleisbremse in den vorgesehenen Abmessungen ist unter Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen während der Errichtung und Inbetriebnahme zu führen. Dies muß bei der Erstellung der Programme für die Funktions- und Abnahmeprüfungen berücksichtigt werden (vgl. /AV 2.1-2/). Grundsätzliche Bedenken zur Wirksamkeit der Bremse bestehen nicht. Bei Störungen kann der Plateauwagen auch im Puffertunnel entladen werden, da die Deckenriegel abnehmbar sind.

Für den Strahlenschutz des Personals wird durch die Fernsteuerung vom Hauptleitstand und die Automatisierung ausreichend Vorsorge getroffen. Die Vorkehrungen zur Abschirmung des Hauptleitstands halten wir für ausreichend (vgl. Kap. 3.4.4.2 dieses Gutachtens).

Die Flurförderanlage ist zutreffend in den QS-Bereich 3.1 eingestuft. In der Komponentenbeschreibung Flurförderanlage /EU 208/ hat der Antragsteller zutreffend eine halbjährliche Prüfung durch fachkundige Personen vorgesehen. Dieses ist auch in der Prüfliste /EU 316/ als Sicht- und Funktionsprüfung aufzuführen (vgl. Kap. 4.3 und AV 4.3-1). Wir halten es weiterhin für erforderlich, jährliche wiederkehrende Prüfungen durch fachkundige Aufsichtspersonen vorzusehen und die in der Prüfliste /EU 316/ bereits vorgesehenen zweijährlichen Prüfungen durch unabhängige Sachverständige beizubehalten. Vor Aufnahme des Betriebes sind die Prüfliste und die Prüfanweisungen einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Wir haben keine Bedenken gegen die Errichtung, die Inbetriebnahme und den Betrieb der Flurförderanlagen, sofern unsere Auflagenvorschläge erfüllt werden.

### **2.3.1.2.6 Plateauwagen**

Mit einem schienengebundenen Plateauwagen wird jeweils eine Transporteinheit innerhalb der Umladehalle sowie von dort über die Schachtbeschickung und den Förderkorb bis zum Füllort befördert. Außerdem werden mit dem Plateauwagen leere Tausch- oder Transportpaletten und Behälter für Betriebsabfälle vom Füllort zurück zur Umladehalle und zum Sonderbehandlungsraum transportiert.

Der Plateauwagen besteht aus den Hauptbaugruppen /EU 208/:

- Rahmen,
- Fahrwerk,
- Federung,
- Muldenaufsatz.



Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ folgende Anforderungen an den Plateauwagen fest:

- Vorsorge gegen den Absturz von Transporteinheiten,
- Dekontaminierbarkeit des Plateauwagens und seiner Einrichtungen.

Auf den Rahmen des Plateauwagens ist ein Muldenaufsatz aus nicht rostendem Stahl aufgesetzt, der die Transporteinheiten zentriert und sichert. An der Unterseite des Rahmens ist eine Konsole mit Stegblech angeschraubt. Dieses nimmt den Mitnehmer der Gleisfördereinrichtung oder der Schachtbeschickung auf. Der Plateauwagen besitzt keinen eigenen Antrieb und keine eigene Bremse; Antrieb und Bremsung erfolgen über Zusatzeinrichtungen (z.B. Mitnehmerwagen der Flurförderanlage, Gleisbremse oder Beschickungs- und Sperreinrichtung). Er wird für eine Tragfähigkeit von 20 t bei einem Eigengewicht von weniger als 5 t ausgelegt. Die maximal zulässige Transportgeschwindigkeit für den beladenen Plateauwagen beträgt 0,2 m/s, für den leeren 0,8 m/s. Die größte Muldentiefe beträgt 0,32 m.

Der Plateauwagen ist in den QS-Bereich 3.1 /EU 344/ eingestuft. Der Antragsteller hat in der Prüfliste /EU 316/ jährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch einen Fachkundigen und zweijährige Sicht- und Funktionsprüfungen durch einen Sachverständigen vorgesehen.

### Bewertung

Die Tragfähigkeit, das Eigengewicht, die Abmessungen und die Transportgeschwindigkeit der Plateauwagen sind entsprechend den sicherheitstechnischen Anforderungen an das Einlagerungssystem festgelegt. Bei ausreichender Auslegung und Ausführung der Flurförderanlage, der Schachtbeschickungseinrichtungen, der Plateauwagensperre im Förderkorb und des Plateauwagens selbst kann dieser auch ohne eigene Bremse angehalten und in den erforderlichen Positionen gegen unkontrollierte Bewegungen gesichert werden (vgl. Kap. 2.3.1.3.2 und 2.3.1.3.6 dieses Gutachtens).

Der Plateauwagen ist zutreffend in den QS-Bereich 3.1 eingestuft. Für die wiederkehrenden Prüfungen durch unabhängige Sachverständige sind Prüffart und Prüfintervall ausreichend festgelegt. Wir halten aber zusätzlich halbjährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch fachkundige Personen und jährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch fachkundige Aufsichtspersonen für erforderlich, damit eine ausreichende Verfügbarkeit und Betriebssicherheit erreicht werden kann. Vor Aufnahme des Betriebes sind einem unabhängigen Sachverständigen die Prüfliste und die Prüfanweisungen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

In der Systembeschreibung /EU 208/ werden ausreichende Festlegungen getroffen. Deshalb bestehen gegen die Errichtung, die Inbetriebnahme und den Betrieb des Plateauwagens keine Bedenken, sofern unsere Auflagenvorschläge erfüllt werden.

### 2.3.1.2.7 Seitenstapelfahrzeug

Das Seitenstapelfahrzeug befördert die Transporteinheiten vom Gleis 10 der Umladehalle in die Pufferhalle und zurück /EU 208/. Es ist ein gummibereiftes Fahrzeug, das durch Zusatzräder auf Schienen zwangsgeführt werden kann. Da beide Achsen lenkbar sind und die Räder auch im rechten Winkel zur Längsrichtung geschwenkt werden können, ist Querfahrt ohne Wendekreisanspruch möglich. Zur Steuerung dieser Radstellungen und der Lenkbewegungen sieht der Antragsteller eine SPS-gesteuerte, hydraulische Fremdkraftlenkung vor; bei Ausfall der Lenkung hat er einen Notbetrieb vorgesehen /EU 208/.

Zur Lastaufnahme wird das Seitenstapelfahrzeug abgestützt. Mit einem Hubmast wird ein Top-Spreader seitlich bis über die Last geschoben. Der Spreader verfügt über Drehzapfen (Twist-Lock), die bei angehobenen Transporteinheiten nicht entriegelt werden können. Nach der Lastaufnahme wird der Hubmast zurückgeschoben und die Last auf dem Fahrzeugrahmen abgesetzt. Das ordnungsgemäße Aufnehmen der Last und die Verriegelungen werden in der Fahrerkabine angezeigt. Anstelle des Spreaders können für Sondertransporte Gabeln eingesetzt werden. Für das Ein- und Ausgleisen ist eine Videokameraanlage mit Monitor in der Fahrerkabine vorgesehen. Alle betrieblichen Arbeitsbewegungen des Seitenstapelfahrzeuges und des Lastaufnahmemittels werden über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) gesteuert, verriegelt und überwacht.

Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Systembeschreibung /EU 208/ folgende Anforderungen an das Seitenstapelfahrzeug fest:

- Batterieelektrische Versorgung aller Antriebe,
- Sitzposition des Fahrers für beide Fahrrichtungen,
- Sprechverbindung zwischen Seitenstapelfahrzeug und Hauptleitstand,
- Vorsorge gegen Kollisionen mit dem Plateauwagen und den Transporteinheiten in der Pufferhalle,
- Sicherstellung der eindeutigen Positionierung der Drehzapfen des Lastaufnahmemittels zur Last,
- Absetzen der Transporteinheit bei längerfristigen betrieblichen Störungen,
- Begrenzung der möglichen Absturzhöhe auf höchstens 3 m,
- Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit auf höchstens 2 m/s,
- Begrenzung der Brandlast,
- Dekontaminierbarkeit des Seitenstapelfahrzeugs,
- Abschirmung zur Dosisbegrenzung des Bedienungspersonals.

Die Anforderungen an die Auslegung, an die Ausführung und an die Maßnahmen zur Qualitätssicherung legt der Antragsteller in der Komponentenspezifikation Seitenstapelfahrzeug /EU 359/ fest.

Der Antragsteller legt der Auslegung des Seitenstapelfahrzeugs zugrunde, daß ca. 25 % der Gebinde bei Einschichtbetrieb die Pufferhalle durchlaufen, bevor sie eingelagert werden.

Die Fahrerkabine ist allseitig abgeschirmt. Der Antragsteller legt für sie den Abschirmfaktor 9 fest, wobei die Wandstärke 25 mm für Blei, 61 mm für Glas oder 70 mm für Stahl beträgt /EU 72.5, EU 208, EU 359/. Die tätigkeitsbezogene Dosis des Fahrers schätzt der Antragsteller mit 3,3 mSv im Jahr ab /EU 72.5/.

Das Fahrzeug ist mit einer fest installierten Feuerlöschanlage sowie zwei Handfeuerlöschern ausgerüstet /EU 208, EU 359/.

Das Seitenstapelfahrzeug ist in den QS-Bereich 3.2 /EU 344/ eingestuft. Der Antragsteller hat in der Prüfliste /EU 316/ Sicht- und Funktionsprüfungen durch fachkundige Personen in Abständen von drei Monaten oder nach 200 h Betrieb, durch fachkundige Aufsichtspersonen in Abständen von sechs Monaten und durch Sachverständige jährlich festgelegt.

### Bewertung

Das Seitenstapelfahrzeug wird nach den Festlegungen der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ und der Komponentenspezifikation /EU 359/ ausgeführt. Weiterhin gelten über die Maschinenverordnung /67/ die Festlegungen der Maschinenrichtlinie /34/. Der Antragsteller sieht eine Vorprüfung der Ausführungsplanung sowie Abnahme- und Funktionsprüfungen durch einen Sachverständigen der Behörde vor.

Der Betrieb des Seitenstapelfahrzeuges erfolgt im Übergabebereich der Umladeanlage unter beengten Platzverhältnissen. Dem wird Rechnung getragen, indem für das Seitenstapelfahrzeug Längs- und Querfahrt ohne Wendekreisanspruch vorgesehen ist und die Wände in diesem Bereich gegen Anpralllasten ausgelegt werden (vgl. Kap. 2.2.5 dieses Gutachtens). Die Sicherheitsanforderungen an die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) der Fremdkraftlenkung sind vom Antragsteller nicht spezifiziert worden. Im Rahmen der Vorprüfung ist vom Hersteller nachzuweisen, daß die SPS nach VDE 0411, Teil 500 und Teil 500/A11 /74/ ausreichend sicher ausgelegt ist. Da das Fahrzeug jederzeit stillgesetzt werden kann, muß keine redundante Steuerung vorgesehen werden. Eine Grundlage der Fahrzeugtechnik ist, daß die Richtungsänderung beim Fahren ohne Zeitverzögerung und proportional zum Ausschlag des Lenkrades erfolgt. Für die eingesetzte SPS ist daher im Rahmen der begleitenden Kontrolle nachzuweisen, daß diese Grundanforderung erfüllt ist. Zeitverzögerungen, die ein Fahrer nicht wahrnehmen kann, sind tolerierbar /AV 2.3.1.2-3/.

Zum Brandschutz nehmen wir in Kapitel 2.4.1 dieses Gutachtens Stellung.

Die wesentlichen technischen Anforderungen an das Seitenstapelfahrzeug, die der Einhaltung der sich aus der Störfallanalyse ergebenden Randbedingungen /EU 324/ dienen, sind in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation Seitenstapelfahrzeug /EU 359/ berücksichtigt. Der für die Errichtung, Inbetriebsetzung und den Betrieb vorgesehene Prüfablauf und Prüfumfang entspricht, soweit Anforderungen und Schutzziele übertragbar sind, den KTA-Regeln 3902 /46/ und 3903 /47/, der ElBergV /3/, den Fahrzeugbauvorschriften und Richtlinien des Oberbergamtes in Clausthal-Zellerfeld /15, 241/.

Aufgrund der Maschinenverordnung /67/ ist die Maschinenrichtlinie /34/ auch für Fahrzeuge über und unter Tage anzuwenden. Festlegungen zu Bauartzulassungen von Fahrzeugen durch das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld sind im EG-Rahmen oder nationalen Rahmen nicht getroffen worden. Die bisherigen Erfahrungen im über- und untertägigen Betrieb eines Bergwerks basieren auf Vorschriften und Richtlinien des Oberbergamtes. Da diese Erfahrungen auch in die Störfallbetrachtungen des Antragstellers eingeflossen sind, wurden diesbezüglich Festlegungen in der Spezifikation /EU 359/ getroffen. Deshalb werden auch die Vorprüfung sowie Abnahme- und Funktionsprüfungen zusammen mit einem Sachverständigen der Behörde durchgeführt. Wir empfehlen, die Auswahl des Sachverständigen mit dem Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld abzustimmen.

Vor Aufnahme des Betriebes ist einem unabhängigen Sachverständigen eine Prüfanweisung für die wiederkehrenden Prüfung zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5). Prüffart, Prüfintervalle und Prüfbeteiligungen sind in der Prüfliste /EU 316/ ausreichend festgelegt. Das Seitenstapelfahrzeug ist zutreffend in den QS-Bereich 3.2 eingestuft.

Für den Strahlenschutz des Fahrers des Seitenstapelfahrzeugs erfolgt die gesamte Steuerung von Fahrzeug und Spreader von der abgeschirmten Fahrerkabine aus. Für die Personendosis des Fahrers haben wir eine eigene Abschätzung durchgeführt, bei der wir auch die Notwendigkeit der Pufferung mit einbezogen haben. Der Antragsteller hat in der Pufferhalle 24 Abstellplätze für Abfallgebände vorgesehen, die wegen der Begrenzung der thermischen Belastung des Wirtsgesteins oder wegen der Randbedingungen der Kritikalitätssicherheit bei der Einlagerung mit anderen Gebänden gemischt werden müssen /EU 240/. Desweiteren ist eine Pufferung vorge-

sehen, um bis zu 40 Transporteinheiten am Tag annehmen zu können. Nach unseren bisherigen Kenntnissen über Abfälle und Konditionierungsverfahren erwarten wir, daß dies selten notwendig wird. Aufgrund der Transportlogistik beim Abruf und der Kapazitäten der Ablieferer wird die Annahme von 40 Transporteinheiten je Schicht eine Ausnahme darstellen. Deshalb haben wir angenommen, daß bei konsequenter Anwendung der Systembeschreibung Abruf und Einlagerungsvorgang /EU 226/ lediglich 10 % aller angelieferten Gebinde in der Pufferhalle abgestellt werden müssen. Andererseits gehen wir von folgenden ungünstigeren Randbedingungen aus:

- Den Reduktionsfaktor 2 (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens) berücksichtigen wir nicht.
- Die Dosisleistung in der Fahrerkabine, die vom Gebinde auf dem Fahrzeug ausgeht, errechnen wir entsprechend der vorgegebenen Konfiguration in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/.
- Wir leiten aus den Materialdicken niedrigere Abschirmfaktoren als die vom Antragsteller angegebenen ab (vgl. Kapitel 3.3 dieses Gutachtens).

Mit diesen Randbedingungen ergeben sich höhere Ortsdosisleistungen in der Fahrerkabine. Wir ermitteln mit ca. 5,4 mSv pro Jahr eine deutlich höhere Personendosis als der Antragsteller. Die Personendosis kann durch technische Maßnahmen reduziert und damit der Strahlenschutz des Fahrers verbessert werden. Dazu müßten die den Gebinden zugewandten Wand- und Fensterflächen der Fahrerkabine um ca. 2 cm verstärkt werden, sofern dies unter Beachtung statischer und dynamischer Randbedingungen des Fahrzeugs konstruktiv möglich ist. Dabei können auch die Massen der Fahrerkabine umverteilt werden. Alternativ besteht zur Verbesserung des Strahlenschutzes auch die Möglichkeit, ein ganz anderes Transportfahrzeug, nämlich ein fernbedienbares Luftkissenfahrzeug, einzusetzen /AV 2.3.1.2-7/.

Luftkissenfahrzeuge werden in der Flurfördertechnik seit längerem mit Erfolg z.B. im Bereich der Montage von Flugzeugen und von Eisenbahnwaggons zum Bewegen schwerer Güter eingesetzt. Diese Fahrzeuge haben sich betrieblich bewährt. Die Anwesenheit von Personal beim Betrieb der Fahrzeuge und bei der Handhabung der transportierten Lasten in unmittelbarer Nähe zu den Fahrzeugen ist nicht erforderlich. Ein Fahrzeug dieses Typs wird, allerdings ohne Fernsteuerung, seit längerem im Abfallager Gorleben betrieben; es ist in der Lage, zweifach gestapelte Konrad-Container Typ V zu bewegen.

Nach unserer Ansicht kann ein Luftkissenfahrzeug auch im Endlager Konrad anstelle des bisher geplanten Seitenstapelfahrzeugs eingesetzt werden. Das Fahrzeug würde in einfacher oder zweifacher Stapelung der Gebinde im Übergabebereich der Umladehalle (R 002) durch den Brückenkran beladen oder entladen. Von dort erfolgt der Transport zur Abstellposition in der Pufferhalle. Die Transportvorgänge können fernbedient z.B. von einer ortsfest in der Pufferhalle eingebauten, abgeschirmten Kabine durchgeführt werden. Dadurch würden der Aufenthalt des Fahrers auf dem Transportfahrzeug und damit die unmittelbare Nähe zu den transportierten und den in der Pufferhalle bereits gestapelten Abfallgebinden entfallen.

Der Einsatz eines Luftkissenfahrzeugs hat nach unserer Einschätzung möglicherweise auch wirtschaftliche Vorteile gegenüber dem Einsatz eines Seitenstapelfahrzeugs. Bei ersterem handelt es sich - wie bereits oben ausgeführt - um ein betrieblich bewährtes System, dessen Anschaffungs-, Betriebs- und Instandhaltungskosten verlässlich kalkuliert werden können. Ein Seitenstapelfahrzeug der von BfS/DBE vorgesehenen Bauart existiert unseres Wissens bisher nicht. Die Kosten für Entwicklung, Bau, betriebliche Erprobung, Betrieb und Instandhaltung, die zur Zeit wahrscheinlich nicht verlässlich ermittelt werden können, wären den o.g. Kosten für ein Luftkissenfahrzeug gegenüberzustellen. Durch den Einsatz eines Luftkissenfahrzeugs könnten vermutlich auch die Anprallsockel aus Stahlbeton entlang der Außenwände und in der Mittelachse der Pufferhalle entfallen. Das hätte den Vorteil, daß in der Pufferhalle eine größere Lagerfläche zur Verfügung steht. Insgesamt wären bei einer solchen Umplanung auch deren direkte Kosten und Folgekosten in die Überlegungen einzubeziehen.

Der Boden in der Umladehalle und in der Pufferhalle kann an die Anforderungen aus dem Betrieb des Luftkissenfahrzeugs angepaßt werden. Für das Beladen des Luftkissenfahrzeugs muß die Transporteinheit noch einmal vom Plateauwagen mit dem Kran aufgenommen werden. Bei der Auslagerung aus der Pufferhalle läuft die Handhabung in umgekehrter Reihenfolge ab. Für beide Arbeitsschritte schätzen wir für den Kranfahrer eine Dosis von weniger als 0,1 mSv im Jahr ab. Auch im Hinblick auf die Störfallvorsorge ist ein Luftkissenfahrzeug wegen des geringen Eigengewichtes und der geringen Hubhöhe vorteilhaft. Weitere sicherheitstechnische Vorteile der Verwendung eines Luftkissenfahrzeugs sehen wir darin, daß ein Absturz von Gebin-

den in der Pufferhalle nicht mehr zu betrachten ist. Außerdem würden die Brandlasten in der Pufferhalle und im Übergabebereich der Umladehalle deutlich reduziert.

Gegen die Einrichtungen zum Transport von Gebinden zwischen Umladehalle und Pufferhalle bestehen keine Einwände, sofern unsere Auflagenvorschläge beachtet werden.

### **2.3.1.2.8 Tauschpalette und Transportpalette für zylindrische Abfallgebinde**

Die Tauschpaletten /EU 402/ oder die Transportpaletten mit integriertem Störfallschutz /EU 352/ dienen zum Transport zylindrischer Abfallgebinde von den Abfallverursachern bis zu den Einlagerungskammern des Endlagers. Die zylindrischen Abfallgebinde liegen gesichert auf den Paletten. Die Paletten werden genauso wie die Container mit LKW oder Bahn antransportiert und wie die Container gehandhabt. Unter Tage werden sie vom Stapelfahrzeug mit Gabelzinken transportiert. Die Transportsicherungen werden mit den Gabelzinken des Stapelfahrzeugs gelöst. Die Abfallgebinde werden unter Tage von den Paletten abgehoben. Die leeren Paletten werden zur Wiederverwendung nach über Tage transportiert.

Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Komponentenbeschreibung Tauschpalette /EU 402/ und in der Komponentenbeschreibung Transportpalette /EU 352/ folgende Anforderungen fest:

- annähernd gleichmäßige Massenverteilung auf der Tausch- und der Transportpalette,
- Sicherung der zylindrischen Abfallgebinde bei Beförderung und Handhabung,
- Lösen der Sicherungseinrichtungen sowohl manuell als auch mit Handhabungseinrichtungen aus abgeschirmten Steuerständen,
- Handhaben der Tauschpalette mit der Spreadertechnik und Gabelzinken,
- Stapelmöglichkeit der Tausch- und der Transportpalette,
- Dekontaminierbarkeit der Tausch- und der Transportpalette,
- sicheres Halten der Gebinde auch bei Verzögerungen von 2 g in Fahrtrichtung und 1 g quer zur Fahrtrichtung,
- Einhalten der Schwerpunktlage der Transporteinheit,
- Wiederverwendbarkeit der Tausch- und der Transportpalette.



Die Transportpalette wird zusätzlich mit integriertem Störfallschutz ausgelegt:

- als Typ B-Versandstück nach der GGVS /53/ und GGVE /50/,
- für den Schutz der Abfallgebinde bei einem Brand von 1 h Dauer bei 800°C.

Die Tauschpaletten werden für eine Nutzlast von 17 t ausgelegt, ihr Eigengewicht beträgt 3 t. Die Transportpaletten tragen eine Nutzlast von 16,5 t; ihr Eigengewicht liegt bei 3,5 t. Es müssen maximal drei beladene Tauschpaletten übereinander gestapelt werden können. Die Transportpaletten sind so ausgelegt, daß sie zweifach gestapelt werden können.

Für die Auslegung beider Palettentypen wird ein Gefälle auf den Transportstrecken von maximal 12 % berücksichtigt.

Tauschpalette und Transportpalette sind in den QS-Bereich 3.2 eingestuft /EU 344/. Der Antragsteller hat für die Tauschpalette in der Prüfliste /EU 316/ zweijährige Sichtprüfungen durch fachkundige Aufsichtspersonen und vierjährige Sichtprüfungen durch Sachverständige vorgesehen. Für die Transportpalette sind mit den gleichen Prüfintervallen und Prüfbeteiligungen Sicht- und Funktionsprüfungen festgelegt. Alle vier Jahre werden an beiden Palettentypen zerstörungsfreie Prüfungen der Schweißnähte und Eckbeschläge durch einen Sachverständigen durchgeführt.

### Bewertung

Die Tragfähigkeiten und die Abmessungen der Tauschpalette sind in der Komponentenbeschreibung Tauschpalette /EU 402/ zutreffend festgelegt.

Die Tauschpalette wird einer Typprüfung nach den verkehrsrechtlichen Anforderungen /50, 53/ unterzogen. Um eine ausreichende Sicherheit bei horizontalen Stoßbelastungen z.B. im Rangierverkehr zu erreichen, werden dabei Versuche mit Verzögerungen von mindestens 2 g in Fahrtrichtung durchgeführt /EU 402/. Damit können auch die Anforderungen des innerbetrieblichen Transports und der Handhabung erfüllt werden. Außerdem halten wir eine Erprobung des Handhabungsablaufs beim Entladen mit dem Stapelfahrzeug für erforderlich. Bei beiden Prüfumfängen ist nach

unserer Ansicht die Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen notwendig /AV 2.3.1.2-10/.

Die Transportpalette wird mit integriertem Störfallschutz als Typ-B-Versandstück von der BAM entsprechend den verkehrsrechtlichen Anforderungen geprüft /EU 352/. Damit sind die Anforderungen und Prüfbeteiligungen für die Bauartprüfung ausreichend festgelegt. Das zulässige Eigengewicht der Transportpalette mit integriertem Störfallschutz ist an die Tragfähigkeit des Hubwerks für Kleinlasten am Portalhubwagen angepaßt /EU 208/. Hierzu verweisen wir auf Kap. 2.3.1.4.2 dieses Gutachtens.

Die Transportpalette ist nach der Komponentenbeschreibung /EU 352/ mit einer Haube versehen. Dadurch kann die Kontaminationskontrolle der Gebinde nicht ohne Abnehmen der Haube durchgeführt werden. Zur Eingangskontrolle (z.B. Identifizierung der Abfallgebände, Kontaminationskontrolle) muß die Haube in der Umladehalle abgenommen werden. Dies wird mit dem Kran der Umladehalle /EU 208/ durchgeführt. Details zu diesen Einrichtungen sind in den vorliegenden Unterlagen nicht dargestellt. Die Funktion der Einrichtungen und der vorgesehene Handhabungsablauf sind vor Inbetriebnahme des Endlagers im Beisein eines unabhängigen Sachverständigen nachzuweisen /AV 2.3.1.2-11/.

Die Transportpalette und die Tauschpalette sind zutreffend in den QS-Bereich 3.2 eingestuft.

Bei den wiederkehrenden Prüfungen halten wir sechsmonatige Sichtprüfungen für die Tauschpalette und sechsmonatige Sicht- und Funktionsprüfungen für die Transportpalette durch fachkundige Personen für erforderlich. Bei der Festlegung der Prüfintervalle ist die Umlauffrequenz der Paletten zu berücksichtigen. Außerdem halten wir es mindestens für erforderlich, Sichtprüfungen oder Sicht- und Funktionsprüfungen halbjährlich durch fachkundige Personen, jährlich durch fachkundige Aufsichtspersonen und zweijährlich durch unabhängige Sachverständige durchzuführen und Prüfanweisungen zu erstellen, die einem unabhängigen Sachverständigen vor Aufnahme des Betriebs zur Prüfung vorzulegen sind (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Wir haben keine Bedenken, die Tauschpalette und Transportpalette entsprechend den Feststellungen in den Komponentenbeschreibungen zu bauen, in Betrieb zu setzen und zu betreiben, sofern unsere Auflagenvorschläge erfüllt werden.

### 2.3.1.2.9 Einbauten und Geräte des Sonderbehandlungsraumes

Der Sonderbehandlungsraum befindet sich im Kontrollbereich der Umladeanlage zwischen der Trocknungsanlage für LKW und dem Übergabebereich zur Pufferhalle. Zur Freifläche wird er durch ein Rolltor und eine Tür, zur Umladehalle durch ein Schiebetor abgegrenzt. Er soll sowohl während der Einlagerungsschicht als auch in den Wartungsschichten genutzt werden. Nach den Angaben des Antragstellers /EU 173/ werden im Sonderbehandlungsraum folgende Arbeiten durchgeführt:

- Behandeln von Abfallgebinden, die nicht den Endlagerungsbedingungen entsprechen,
- Vorübergehende Lagerung von festen radioaktiven Betriebsabfällen,
- Konditionieren fester Betriebsabfälle und kontaminierter Betriebsabwässer aus dem Kontrollbereich,
- Reinigen der im übertägigen Kontrollbereich eingesetzten Transportfahrzeuge,
- Umpumpen von Betriebsabwässern des Kontrollbereiches in fest installierte Sammelbehälter im Keller des Sonderbehandlungsraums,
- Umschlagen von Kanistern mit Betriebsabwässern und Behältern mit Altöl,
- Dekontamination.

Die zu behandelnden Transporteinheiten oder die Behälter für radioaktive Betriebsabfälle können auf den Plateauwagen mit der Gleisförderanlage bis in den Sonderbehandlungsraum transportiert werden. Dort steht ein Kran mit einer Tragfähigkeit von 25 t am Haupthubwerk und 1 t am Hilfshubwerk zur Verfügung /EU 401/. Als Lastaufnahmemittel des Haupthubwerkes werden ein Spreader mit Drehzapfen (z.B. für die Transporteinheiten) und Haken, um Seile oder Ketten anschlagen zu können, vorgesehen. Der Spreader kann gegen ein Gabel-Ladegeschirr ausgetauscht werden, um Rundgebinde aufzunehmen. Das Hilfshubwerk ist mit einem Faßgreifer ausgerüstet und befindet sich an der Hilfskatze, die auf dem Unterflansch eines der Hauptbrückenträger verfahrbar ist.

Die Hubwerke des Krans werden mit einer Lastmessung sowie Überlast- und Schlaffseilsicherung ausgerüstet. Am Haupthubwerk können zwei Begrenzungen der Hubhöhen vorgewählt werden, um die zulässigen Transporthöhen einzuhalten /EU 401/. Das Haupthubwerk wird mit einer Betriebs- und Zusatzbremse ausgerüstet. Transporteinheiten können bei betrieblichen Störungen abgesenkt werden. Der Kran wird nach der Komponentenspezifikation Krananlage ausgeführt und für die Belastungen aus Erdbeben standsicher ausgelegt /EU 310/.

Ein Aufzug mit einer Tragfähigkeit von 2500 kg verbindet den Sonderbehandlungsraum mit dem Raum zur Behandlung flüssiger Abfälle. In diesem Raum ist ein elektrisch angetriebener Gabelstapler mit ca. 1 t Tragfähigkeit vorgesehen, der mit einem Faßgreifer ausgerüstet und auch im Sonderbehandlungsraum eingesetzt werden kann.

Im Sonderbehandlungsraum sind u. a. folgende stationäre und mobile Einrichtungen sowie Geräte vorgesehen /EU 173/:

- Edelstahlwanne,
- Trichter und Bodenabläufe,
- Dekontaminationszelt,
- mobile Lüftungsanlage,
- Bodenreinigungsgerät,
- mobiler Heißwasserhochdruckreiniger,
- Strahl-Recyclinggerät,
- Waschsaugergerät,
- elektrische Spritzpistole,
- Kompaktierungsanlage für radioaktive Abfälle,
- Verfestigungsanlage für radioaktive Schlämme und Abwässer,
- Lagereinrichtungen,
- Strahlenschutzmeßeinrichtungen,
- Anschluß für Transportbeton,
- Be- und Entlüftung.

Zum Konditionieren der Abfälle sollen auch externe mobile Anlagen eingesetzt werden /EU 173/.

Der Gabelstapler ist in den QS-Bereich 2, der Kran ist in den QS-Bereich 3.2 eingestuft. Die Ver- und Entsorgungssysteme und die raumluftechnischen Anlagen des Sonderbehandlungsraumes sind in den QS-Bereich 3.1 eingestuft. Die mobilen Einrichtungen zur Abfallbehandlung sind nicht eingestuft. Die übrigen Einrichtungen sind dem QS-Bereich 2 zugeordnet.

Der Antragsteller hat für den Brückenkran in der Prüfliste /EU 316/ jährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch einen Sachverständigen vorgesehen.

### Bewertung

Im Sonderbehandlungsraum wird durch die vorgesehenen Einrichtungen für Reinigungs-, Dekontaminations- und Instandsetzungsarbeiten ausreichend Vorsorge getroffen, um Betriebsabfälle oder beschädigte Abfallgebinde zu behandeln. Die Funktionsfähigkeit der Einrichtungen wird in einer Funktions- und Abnahmeprüfung nachgewiesen, wobei auch die Strahlenschutzbelange berücksichtigt werden können. Für die mobilen Einrichtungen zur Abfallbehandlung ist nach der Technischen Beschreibung des Sonderbehandlungsraumes /EU 173/ eine Überprüfung des Aufbaus mit Sachverständigenbeteiligung vorgesehen. Bei dieser Gelegenheit können auch die Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen für den Einsatz dieser Einrichtungen, insbesondere die Maßnahmen zur Verhinderung von Kontaminationsausbreitungen, geprüft werden.

Für die Arbeiten im Sonderbehandlungsraum halten wir die Auslegung des Krans für ausreichend. Bis zur Abnahme- und Funktionsprüfung der jeweiligen Komponenten sind die Bedienungsabläufe und die wesentlichen Randbedingungen für den Betrieb in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufzunehmen. Die Regelungen sind unter Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen zu prüfen (vgl. Kap. 4.3 dieses Gutachtens, AV 4.3-1).

Zu den Hilfseinrichtungen, wie z.B. den Anschlagmitteln, zum Aufrichten zylindrischer Beton- und Gußbehälter liegen keine Unterlagen vor. Entsprechende Unterlagen sind vor Inbetriebnahme zur Vorprüfung durch einen unabhängigen Sachverständigen vorzulegen. Die Funktionsfähigkeit ist im Rahmen der vorgesehenen Funktions-

und Abnahmeprüfungen im Beisein eines unabhängigen Sachverständigen nachzuweisen /AV 2.3.1.2-12/.

Die raumluftechnischen Anlagen und den Brandschutz bewerten wir in Kap. 2.3.2 und 2.4.1 dieses Gutachtens.

Der Kran ist zutreffend in den QS-Bereich 3.2 eingestuft. Gegen die Einstufung des Gabelstaplers und der übrigen Einrichtungen des Sonderbehandlungsbereiches in den QS-Bereich 2 haben wir keine Einwände. Die mobilen Einrichtungen müssen nicht eingestuft werden, da Prüfungen durch Sachverständige vor Inbetriebnahme vorgesehen sind.

Der Antragsteller hat in der Prüfliste /EU 316/ Prüffart und Prüfintervall für den Kran ausreichend festgelegt. Vor Aufnahme des Betriebes sind einem unabhängigen Sachverständigen die Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Wir haben keine Bedenken, die Einrichtungen des Sonderbehandlungsraumes entsprechend den Festlegungen der Systembeschreibung Sonderbehandlungsraum /EU 173/, der Komponentenbeschreibung Brückenkran Sonderbehandlungsraum /EU 401/ und der Komponentenspezifikation Krananlage /EU 310/ zu errichten, in Betrieb zu setzen und zu betreiben, sofern unsere Auflagenvorschläge erfüllt werden.

### **2.3.1.3 Schachtförderanlage**

#### **2.3.1.3.1 Beschreibung und Auslegung der Schachtförderanlage**

##### **Ungestörter Betrieb**

Die Schachtförderanlage Konrad 2 verbindet mit einer Hauptseilfahrtanlage und einer mittleren Seilfahrtanlage die übertägigen Anlagenteile mit den untertägigen /EU 208/. Sie ist die Hauptanlage des Einlagerungssystems und fördert die Transporteinheiten auf den Plateauwagen von über Tage bis zum Füllort unter Tage (850-m-Sohle).

Die Hauptseilfahrtanlage wird zum Personentransport (Seilfahrt) und zum Transport radioaktiver Gebinde oder sonstiger Lasten eingesetzt. Die mittlere Seilfahrtanlage dient als Hilfsfahrtanlage für Seilfahrt und Materialtransport. Da sie nicht für den Gebindetransport benutzt wird, behandeln wir sie in diesem Gutachten nicht.

Der Antragsteller sieht als Hauptseilfahrtanlage eine Achtseil-Turmfördermaschine mit Treibscheibe vor. Die Fördermaschine steht auf der Maschinenbühne im Förderturm. Die wichtigsten Teile der Schachtförderanlage sind:

- die Fördermaschine mit Antrieb, Treibscheibe, Bremseinrichtungen, Steuer-, Regel- und Sicherheitseinrichtungen,
- der Förderturm mit der Schachthalle,
- die Seile mit den Zwischengeschirren,
- das Fördergestell und das Gegengewicht,
- die Schachteinbauten,
- die Anschläge mit den Schachtbeschickungseinrichtungen.

Die Hauptseilfahrtanlage und die Schachtbeschickung über Tage werden beim Einlagebetriebsbetrieb vom Hauptleitstand Konrad 2 bedient. Die Schachtbeschickung am Füllort wird vom örtlichen Leitstand am Füllort vorgenommen.

Der Förderturm trägt alle über Tage für die Schachtförderung erforderlichen mechanischen und elektrischen Einrichtungen. In der Schachthalle befinden sich die Einrichtungen der Schachtbeschickung und die Schachtschleusen. Förderturm und Schachthalle als Bauwerke werden in Kap. 2.2 dieses Gutachtens beurteilt.

Die Flurförderanlage stellt die beladenen Plateauwagen über Tage an der Schachtsperre für die Schachtbeschickung bereit. Die Schachtsperre befindet sich innerhalb der Schachthalle vor der Schachtschleuse. Da der Plateauwagen keine Eigenbremse hat, wird er dort und beim weiteren Transport durch Formschluß gesichert. Die Beschickung des Fördergestells ist dann freigegeben, wenn die Abfahrt der Fördermaschine gesperrt ist und der Absetzboden des Fördergestells auf den Absetzklinken aufliegt. Nachdem das Tor der Schachtschleuse geöffnet ist, wird der Plateauwagen an die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung gekuppelt. Erst dann wird die Schachtsperre geöffnet und die Auf-

zieh-/Abschiebevorrichtung zieht den Plateauwagen auf die Drehscheibe in der Schachtschleuse.

Nach dem Schließen des Schleusentores öffnet sich das Schachttor, die Drehscheibe wird um 90° gedreht und die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung schiebt den Plateauwagen auf den Absetzboden des Fördergestells. Dort wird er mit der Plateauwagensperre festgesetzt. Die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung fährt auf die Drehscheibe zurück, diese wird um 90° zurückgedreht, und das Schachttor schließt sich. Damit ist der Beladevorgang beendet.

Das Fördergestell hängt über Zwischengeschirre an den Seilen, wird durch die Fördermaschine bewegt und elektrisch bis zum Stillstand verzögert, um dann durch die Fahrbremse in dieser Position gehalten zu werden. Falls die elektrische Verzögerung oder die Fahrbremse nicht ordnungsgemäß funktionieren, wird die mechanische Sicherheitsbremse aufgelegt. Das Auslösen der Sicherheitsbremse erfolgt über den Sicherheitskreis. Durch den Sicherheitskreis wird außerdem der Abfahrsperrkreis überwacht.

Falls die Wirksamkeit der Sicherheitsbremse unzureichend ist oder die Bremsung zu spät eingeleitet wird, besteht die Möglichkeit des Übertreibens. Damit es nicht zum Übertreiben kommt, wirken Überwachungseinrichtungen im Schacht und bei der Schachtbeschickung in Abhängigkeit von der möglichen Gefährdung über den Sicherheitskreis auf die Sicherheitsbremse und auf die Überwachungskreise.

Beim Übertreiben fahren das Fördergestell und das Gegengewicht über die betrieblichen, durch Schalter gesicherten Endstellungen hinaus. Um den Schaden beim Übertreiben so gering wie möglich zu halten, werden in den technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS) /13/ Übertreibsicherungen sowie freie Wegstrecken zwischen den betrieblichen Endstellungen und den Übertreibsicherungen vorgeschrieben. Die Übertreibsicherungen, zum Beispiel verdickte Spurlatten oder SELDA-Anlagen, dienen dazu, das Fördergestell durch Verformungsarbeit mechanisch zu verzögern. Der Prellträger ist als letzter Schutz vor dem Einziehen des Zwischengeschirrs in die Treibscheibe vorgesehen. Hier halten Fangklinken das Fördergestell oder das Gegengewicht, um zu verhindern, daß diese abstürzen.



Nach der Abwärtsförderung zum Füllort auf der 850-m-Sohle zieht die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung den Plateauwagen über die Schachtsperre bis zur Umladeposition des Plateauwagens, wo dieser durch die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung und die Schachtsperre gesichert wird. Die Transporteinheiten werden durch den Portalhubwagen vom Plateauwagen gehoben und über den Distanzhalter hinweg in die Beladeposition des Transportwagens verfahren. Der entladene Plateauwagen kann erst dann bewegt werden, wenn sich das Gebinde über dem Distanzhalter befindet. Der Plateauwagen wird entweder leer, mit Tausch- oder Transportpaletten oder mit dem Behälter für Betriebsabfälle nach über Tage gefördert.

Das Entladen des Fördergestells über Tage erfolgt über die Schachtschleuse an der Ablaufseite. Der Entladevorgang entspricht in umgekehrter Reihenfolge dem Beladevorgang.

### Störungen

Bei einem Versagen von Gleissperre, Drehscheibe, Schleusentor, Schachttor oder Aufzieh-/Abschiebevorrichtung werden vom Antragsteller keine Auswirkungen auf die Transporteinheiten erwartet, die zu einer unmittelbaren Strahlenbelastung des Personals oder der Umgebung führen können. Bei einem Fehler oder Versagen dieser Einrichtungen ist die Beschickung und damit das Einlagern unterbrochen. Störungen an der Fördermaschine oder am Fördergestell führen zu einem Stillsetzen der Förderanlage. Je nach Art der Störung kann die Förderung unter besonderen Bedingungen, die im Betriebshandbuch festgelegt werden, bis zur 850-m-Sohle zum Entladen fortgesetzt werden.

Die mögliche Strahlenbelastung des Personals bei Instandsetzungsarbeiten in Gebindenähe beurteilen wir in Kap. 4.2 dieses Gutachtens.

### Störfälle

Störfälle im Bereich der Schachtförderung werden nach den Angaben des Antragstellers durch die Auslegung der Schachtfördereinrichtungen verhindert /EU 324/. Hierzu hat der Antragsteller Störfälle im Bergbau untersucht /EU 0.2/. Aufgrund der Störfalluntersuchungen hat der Antragsteller Vorsorgemaßnahmen gegen den Eintritt von Störfällen erarbeitet /EU 0.3, EU 24/, die bei der Errichtung der Schachtförderanlage umgesetzt werden /EU 208, EU 409/.

### Auslegung

Die Hauptseilfahranlage der Schachtförderanlage Konrad 2 wird für Personentransport (Seilfahrt) und für Gebindetransport ausgelegt. Die Nutzlast beträgt 25 t, die Fördergeschwindigkeit maximal 12 m/s.

Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Systembeschreibung /EU 208/ folgende Anforderungen an die Hauptseilfahranlage Konrad 2 fest:

- Verhindern von Wetterausgleichsströmungen zwischen dem Schacht und der Schachthalle mit dem Förderturm,
- Sicherung der Transporteinheit auch bei längerfristigen betrieblichen Störungen,
- Kommunikationseinrichtung zwischen den Anschlägerständen sowie zwischen jedem Anschlägerstand und dem Bedienungsstand,
- Formschlüssige Sicherung des Plateauwagens in allen Betriebsstellungen,
- Durchführung der wiederkehrenden Prüfungen wie für eine Hauptseilfahranlage mit mehr als 300 Zügen je Fördertag,
- Vermeidung des Absturzes eines Plateauwagens mit Transporteinheit in den Schacht bei der Beschickung des Fördergestells,
- Vermeidung des Absturzes schwerer Lasten auf die Transporteinheit,
- Vermeidung von schwerem Übertreiben des Fördergestells in den Schachtsumpf,
- Vermeidung des Absturzes des Fördergestells in den Schacht,
- Sicherung bzw. Auslegung von Anlagenteilen gegen Absturz auf Transporteinheiten infolge Erdbeben,
- Vorsorge für die Dekontamination der Bau- und Anlagenteile.

Aus diesen Auslegungsanforderungen hat der Antragsteller den Umfang der rechnerischen Nachweise für die Errichtung der Schachtförderanlage sowie die bei den Berechnungen anzusetzenden Sicherheitsbeiwerte abgeleitet und in der Komponentenspezifikation /EU 409/ festgelegt. Außerdem hat er darin die Auslegungsgrundsätze für die Überwachungs- und die Verriegelungseinrichtungen definiert.

### Klassifizierung und Qualitätssicherung

Die Hauptseilfahranlage der Schachtförderanlage Konrad 2 ist vom Antragsteller in den Qualitätssicherungsbereich 3.2 eingestuft /EU 344/. Der Umfang der Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Ausführungsplanung, bei der Herstellung und bei der Inbetriebsetzung ist vom Antragsteller in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation Hauptseilfahranlage der Schachtförderanlage Konrad 2 /EU 409/ festgelegt.

Für die Inbetriebnahme der Hauptseilfahranlage sieht der Antragsteller nach der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ eine Abnahmeprüfung der Hauptseilfahranlage, eine Funktionsprüfung mit inaktiven Transporteinheiten und eine Funktionsprüfung mit Transporteinheiten mit radioaktiven Abfällen vor (vgl. Kap. 2.1.2.2 dieses Gutachtens, AV 2.1-2).

Die Fristen der wiederkehrenden Prüfungen sind vom Antragsteller im Prüfhandbuch /EU 316/ derart festgelegt, wie sie für Hauptseilfahranlagen mit mehr als 300 Zügen je Tag in der Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen (BVOS) /12/ vorgeschrieben sind. Im Prüfhandbuch werden die Prüfliste, in der Prüfungen mit verbindlichen Angaben zu Prüfgegenstand, Prüfmethode, Prüfumfang, Prüfanweisung, Prüfintervall und Betriebszustand der Anlage zusammengestellt sind, und die Prüfanweisungen zusammengefaßt. Die Prüfanweisung enthält die Festlegung der Arbeitsschritte für die Durchführung und Protokollierung einer Prüfung unter Angabe von Voraussetzungen und Randbedingungen. Für die vorgeschriebene Beteiligung von Sachverständigen an Prüfungen wird hierin die Vorgehensweise bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Prüfung als Hilfsmittel und Dokumentationsunterlage beschrieben. Eine detaillierte Zuordnung zu einzelnen Baugruppen, Teilsystemen und Komponenten wurde in die Prüfliste /EU 316/ nicht aufgenommen.

Im folgenden behandeln wir die Teilsysteme und Komponenten der Hauptseilfahranlage Konrad 2, wobei wir uns bei der Beschreibung auf die vorliegenden Unterlagen /EU 208, EU 274, EU 315, EU 324, EU 409/ stützen.

### **2.3.1.3.2 Schachtbeschickung und Schachtschleuse**

Die Schachtbeschickung hat die Aufgabe, das Fördergestell über Tage an der Rasenhängebank (RHB) und unter Tage am Füllort (850-m-Sohle) mit dem Plateauwagen zu beladen oder zu entladen.

Über Tage sind eine wettertechnische Schleuse mit Schleusen- und Schachttor sowie eine Beschickungseinrichtung auf der Zulaufseite und gegenüberliegend eine weitere Schleuse mit Schleusen- und Schachttor sowie eine Beschickungseinrichtung auf der Ablaufseite vorgesehen. Die Schachtbeschickung über Tage besteht aus folgenden Baugruppen:

- Gleise,
- Schachtsperren,
- Drehscheiben mit Aufzieh-/Abschiebevorrichtung,
- Stellgeräte der Plateauwagensperre.

Voraussetzung für die Freigabe der Schachtbeschickung ist, daß das Fördergestell am Anschlag steht und der Absetzboden des Fördergestells auf den Absetzklinken aufliegt. Die Schleusen- und Schachttore sind bis zum Einleiten der Beschickung geschlossen. Die Gleise der Drehscheiben stehen in Ruhestellung quer zum Fördergestell. Die Absetzklinken müssen zum einen die Last aus dem Absetzboden mit beladenem Plateauwagen sicher aufnehmen, zum anderen dürfen sie bei der Förderung nicht in den Schacht hineinragen. Aus diesem Grund werden die Endstellungen der Absetzklinken redundant überwacht /EU 208, EU 409/. Ebenso werden die Stellungen des Fördergestells beim Aufnehmen oder Absetzen des Absetzbodens durch Schachtschalter erfaßt und in der Steuerung verarbeitet /EU 208/ (vgl. Kap. 2.3.1.3.7 dieses Gutachtens).

Beim Anfahren eines Anschlages fährt das Fördergestell so weit, daß sich der Absetzboden ca. 150 mm über der Oberkante der Absetzklinken befindet. Die Absetzklinken werden ausgefahren. Das Fördergestell wird nun langsam abwärtsgefahren, bis der in-

nerhalb des Fördergestells vertikal bewegliche Absetzboden auf den Absetzklinken aufgesetzt. Dann wird das Fördergestell weitere 150 mm abwärts in die Endposition gefahren. Jede der vier Absetzklinken hat eine Wiegeeinrichtung, mit der das ordnungsgemäße Aufliegen des Absetzbodens überwacht wird.

Die Schachtbeschickung wird durch den Anschläger eingeleitet, sobald die Freigabe zur Schachtbeschickung vorliegt und die Fördermaschine gesperrt ist. Folgende Schritte laufen dann automatisch ab /EU 208/:

- Schleusentor öffnen,
- Aufzieh-/Abschiebevorrichtung von der Drehscheibe zum Plateauwagen bewegen und an den Plateauwagen ankuppeln,
- Schachtsperre senken,
- mit der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung den Plateauwagen auf die Drehscheibe ziehen,
- die Schachtsperre heben,
- das Schleusentor schließen und
- das Schachttor öffnen,
- mit der Drehscheibe den Plateauwagen in Richtung Schacht drehen,
- die bewegliche Plateauwagensperre auf dem Absetzboden des Fördergestells öffnen,
- mit der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung den Plateauwagen auf den Absetzboden des Fördergestells schieben,
- die bewegliche Plateauwagensperre im Absetzboden schließen,
- die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung vom Plateauwagen lösen und auf die Drehscheibe zurückziehen,
- das Schachttor schließen,
- die Drehscheibe in Richtung Umladehalle drehen,
- Fertigsignal geben.

Damit ist der Beladevorgang beendet. Die ordnungsgemäße Beladung wird vom Anschläger quittiert. Dadurch wird die Schachtbeschickung gesperrt und die Abfahrt der Fördermaschine freigegeben. Das Fördergestell wird danach langsam an den Absetzboden herangefahren. Dabei dringen feststehende Sperrhebel des Fußrahmens des Fördergestells durch den Absetzboden und arretieren den Plateauwagen zusätzlich zur be-

weglichen Plateauwagensperre. Anschließend werden die Absetzklinken wieder zurückgezogen. Damit ist das Fördergestell frei für die Fahrt. Beim Entladen des Fördergestells laufen die beschriebenen Schritte über Tage in umgekehrter Reihenfolge ab.

Die Schachttore sind so ausgelegt, daß sie in geschlossenem Zustand den Auftriebskräften der Beschickungseinrichtung widerstehen /EU 409/. Die Absetzklinken sind so ausgelegt, daß jeweils zwei die gesamte Last des Absetzbodens mit beladenem Plateauwagen tragen können /EU 409/.

Die Freigaben "Schachtbeschickung" und "Fördermaschine" sind gegeneinander verriegelt. Ebenso sind das Öffnen von Schachttor und Schleusentor gegeneinander verriegelt. Das Aufziehen und Abschieben ist nur dann möglich, wenn das jeweilige Schleusen- oder Schachttor und die jeweilige Schachtsperre ebenfalls geöffnet sind. Das Aufliegen des Absetzbodens auf den Absetzklinken wird überwacht. Der Plateauwagen wird ab der Schachtsperre immer formschlüssig geführt und gehalten, indem

- entweder eine Schachtsperre geschlossen,
- die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung angekuppelt oder
- die Plateauwagensperre auf dem Absetzboden geschlossen ist.

Die Schachtbeschickung im Füllort (850-m-Sohle) besteht aus folgenden Baugruppen:

- Gleise
- Schacht-/Rücklaufsperre
- Aufzieh-/Abschiebevorrichtung
- Stellgeräte der Plateauwagensperre

Die Schachtbeschickungseinrichtung im Füllort kann nur anlaufen, wenn:

- der Absetzboden des Fördergestells auf den Absetzklinken aufliegt und
- die Fördermaschine nach Aufliegen der Bremseinrichtung gesperrt ist.

Die Schachtbeschickung unter Tage wird vom Leitstand im Füllort eingeleitet, sobald die Freigabe vorliegt und die Fördermaschine gesperrt ist. Die einzelnen Abläufe der Schachtbeschickung mit ihren Verriegelungen sind mit denen über Tage vergleichbar, wobei die Schleus- und Drehvorgänge entfallen. Außerdem sind folgende zusätzliche Bedingungen festgelegt:

- Der Plateauwagen bleibt vor dem Distanzhalter mit der Aufzieh- und Abschiebevorrichtung verbunden.
- Der Aufschiebevorgang kann nur eingeleitet werden, wenn
  - der Portalhubwagen den Umladevorgang beendet hat und
  - das Bedienungspersonal des Portalhubwagens die Beschickung freigibt.

Die Fördermaschine wird erst freigegeben, wenn die Schachtbeschickungseinrichtung sich in der Ruhestellung befindet und der Anschläger die Beendigung quittiert hat.

Folgende Betriebsarten sind für die Beschickung vorgesehen:

- Halbautomatikbetrieb (Automatik mit Anschläger),
- verriegelter Handbetrieb,
- unverriegelter Handbetrieb (Wartungsbetrieb).

Die Förderung von Abfallgebinden ist nur im Halbautomatikbetrieb vorgesehen /EU 208/.

Die Anlagenteile der Schachtbeschickung werden für Standsicherheit bei Erdbeben ausgelegt /EU 274, EU 315/.

### Bewertung

Die vorgesehene Anordnung und Auslegung der Schleusen am Schacht sind geeignet, Wetterausgleichsströmungen zwischen Schacht und Schachthalle zu verhindern (vgl. Kap. 2.3.2 dieses Gutachtens).

Die oben genannten Verriegelungen und die vorgesehenen Beschickungsabläufe sind geeignet, unkontrollierte Bewegungen des Plateauwagens, der Absetzklinken und des Fördergestells zu verhindern. Der Plateauwagen ist in allen Betriebsstellungen formschlüssig gesichert. Dies gilt auch beim Auftreten längerfristiger betrieblicher Störungen.

Der Absturz von schweren Lasten auf eine Transporteinheit und der Absturz eines Plateauwagens mit Transporteinheit in den Schacht werden verhindert durch die

vorgesehene Anordnung von Toren, Gleisen, Absetzklinken, Drehscheiben und Schachtsperren, durch die Verriegelungen sowie durch die vorgesehene Dimensionierung und die Qualitätssicherungsmaßnahmen. Dies gilt auch beim Auftreten eines Erdbebens (vgl. Kap. 2.2.5 dieses Gutachtens). Weitere Anlagenteile sind im Übergabebereich Puffertunnel/Schachtförderkorb für den Gebindettransport nicht vorgesehen.

Die Prüfanweisungen sind einem unabhängigen Sachverständigen vor Aufnahme des Betriebes zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Die Einrichtungen zu den Schachtbeschickungen an der Rasenhängebank und im Füllort sowie zur Schachtschleuse genügen den sicherheitstechnischen Anforderungen. Die Auslegungsanforderungen sind in der Systembeschreibung /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation /EU 409/ ausreichend festgelegt. Bei Beachtung unseres Auflagenvorschlages haben wir keine Bedenken gegen die Errichtung, die Inbetriebnahme und den Betrieb der Schachtbeschickungseinrichtungen und Schachtschleuse.

### **2.3.1.3.3 Einrichtungen des Schachtes**

Zu den Einrichtungen des Schachtes gehören folgende Baugruppen /EU 208/:

- Schachtstühle,
- Spurlatten mit Konsolen,
- Sumpfeinbauten,
- Abbremsvorrichtungen.

Fördergestell und Gegengewicht werden an je zwei Stahlspurlatten geführt, die mit Konsolen an der Schachtwand, im Führungsgerüst und im Schachtstuhl befestigt sind. Der Schachtstuhl ist eine Stahlbaukonstruktion, die am Füllort zusammen mit dem Schachtotor den Zugang zum Schacht bildet und absichert.

Der Einbau der Spurlatten in den Schacht wird vor Aufnahme der Förderung geometrisch vermessen, um die Einhaltung der in den Herstellungsunterlagen festgelegten Einbautoleranzen zu überprüfen. Zusätzlich wird im Rahmen der Abnahmeprüfung und



-untersuchung eine Beschleunigungsmessung oder eine gleichwertige Messung durchgeführt, um den Bezugspunkt für spätere Messungen, z.B. für wiederkehrende Prüfungen, zu definieren /EU 24, EU 409/.

Im Schachtsumpf ist quer durch die Unterseilbucht ein Buchholz angeordnet, das eine Verdrehung der Unterseile verhindert. Im Schachtsumpf und im Fördergerüst sind Sicherheitseinrichtungen vorgesehen, die das Fördergestell und das Gegengewicht im Falle des Übertreibens abbremsen. Hierfür sind oberhalb der höchsten Betriebsstellung des Fördergestells oder des Gegengewichtes freie Höhen von mindestens 10 m mit Abbremsvorrichtungen und unterhalb der tiefsten Betriebsstellung des Fördergestells oder Gegengewichtes freie Teufen von mindestens 10 m mit Abbremsvorrichtungen vorgesehen.

Für die Abwärtsförderung sieht der Antragsteller als Abbremsvorrichtung das Fördergestell und des Gegengewichtes jeweils eine SELDA-Anlage vor. Bei der Aufwärtsförderung wird beim Übertreiben des Fördergestells durch eine SELDA-Anlage und das Gegengewicht durch verdickte Spurlatten verzögert.

Für den Fall, daß die Abbremsvorrichtungen das Fördergestell oder das Gegengewicht nicht bis zum Stillstand verzögern, fahren diese gegen die Prellhölzer am Prellträger im Förderturm. Etwa 0,5 m unterhalb dieser Positionen befinden sich Fangklinken, die bei einem Versagen der Aufhängung das Fördergestell oder das Gegengewicht auffangen.

Die SELDA-Anlage und die verdickten Spurlatten werden so bemessen, daß Fördergestell oder Gegengewicht bei den auftretenden Verzögerungen ihre Aufhängungen nicht verlieren. Die SELDA-Bremsvorrichtung wandelt kinetische Energie in Formänderungsarbeit um, indem jeweils ein Stahlband durch einen Satz beweglicher Rollen verformt und mäßige Wärme freigesetzt wird. Die SELDA-Einheit besteht aus zwei oder mehr Stahlbändern, die im Führungsgerüst stehend oder im Schachtsumpf hängend montiert und durch Rollenkästen geführt sind. Diese Kästen halten den Fangträger. Während eines Bremsvorganges werden Fangträger und Rollenkästen vom Fördergestell mitgenommen und an den Stahlbändern entlanggeschoben. Die Stahlbänder werden dadurch zwischen den Rollen verformt; sie bringen das Fördergestell kontrolliert zum Stillstand.

Die Rollenkästen werden so ausgelegt, daß die maximale Verzögerung nicht zu einer Beschädigung der Abfallbinde im Falle des Übertreibens führen kann. Die Auslegung der SELDA-Bremseinrichtung erfolgt nach den bisherigen Erfahrungen bei Herstellung und Betrieb solcher Anlagen /45/.

Die Auslegung der verdickten Spurlatten erfolgt nach den Festlegungen der TAS /13/.

### Bewertung

Die Anforderungen an die Auslegung und die Herstellung der Schachtstühle und an die Einbauten im Sumpf sind in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation /EU 409/ unter Berücksichtigung der Anforderungen der TAS /13/ ausreichend festgelegt.

Die Stahlspurlatten mit Rollenführung sind geeignet, Fördergestell und Gegengewicht sicher zu führen. Zwischen Fördergestell und Gegengewicht einerseits und den Spurlatten andererseits kann Verschleiß auftreten. Außerdem kann die Führung durch Verschiebungen im Schacht beeinträchtigt werden. Es werden daher wiederkehrende Prüfungen durchgeführt, um Beeinträchtigungen der Führung von Fördergestell und Gegengewicht feststellen zu können /EU 316, EU 409/. Hierfür ist eine Prüfanweisung zu erstellen und vor Aufnahme des Betriebes einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5). Nach der BVOS /12/ sind die Führungen aufgrund der Einstufung der Hauptseilfahrtanlage einmal jährlich durch einen Sachverständigen zu prüfen.

Der Antragsteller sieht vor, den Einbau der Spurlattenstränge im Rahmen der Abnahmeuntersuchung und -prüfung mittels einer Beschleunigungsmessung oder eines gleichwertigen Meßverfahrens zu überprüfen. Als Anzeigewert bei der Beschleunigungsmessung läßt er Horizontalbeschleunigungen von maximal 0,3 g zu /EU 409/. Außerdem hält die WBK eine geometrische Vermessung der eingebauten Spurlatten vor Aufnahme der Förderung für notwendig /EU 24/. Die Vermessung der Spurlatten ist eine der Voraussetzungen für eine ordnungsgemäße Führung des Fördergestells und damit zum Ausschluß des Störfalls Absturz eines Fördergestells /EU 238/. Wir halten die Kombination beider Meßverfahren für geeignet, die Lage

der Spurlatten im Schacht und den Zustand der Führung von Fördergestell und Gegengewicht zu erfassen. Dadurch können der Bezugspunkt für spätere wiederkehrende Prüfungen eindeutig definiert und Abhilfemaßnahmen bei Abweichungen vom ursprünglichen Zustand im Bedarfsfall geplant werden. Wir halten es allerdings für erforderlich, die Beschreibungen der Meßverfahren und die jeweiligen Meßprogramme rechtzeitig vor Durchführung der Messungen einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen /AV 2.3.1.3-1/.

Die Anforderungen an verdickte Spurlatten sind in der TAS /13/ festgelegt. Diese Anforderungen beruhen auf Erfahrungen im Bergbau. Damit ist ein ausreichender Schutz für das Gegengewicht im Schachtsumpf gewährleistet.

Durch die Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen soll ein schweres Übertreiben von Fördergestell und Gegengewicht, bei dem der Prellträger angefahren wird, verhindert werden. Ein Übertreiben des beladenen Fördergestell mit Transporteinheit und Plateauwagen in Richtung Förderturm könnte beim Aufnehmen des Absetzbodens auftreten. Da aber die Bewegung aus der Ruhestellung eingeleitet wird, die Abstände zu der SELDA-Anlage relativ gering sind und das Fördergestell schwerer als das Gegengewicht ist, kann nach unserer Ansicht ein schweres Übertreiben des Fördergestells in Aufwärtsrichtung, bei dem der Prellträger angefahren wird, ausgeschlossen werden. Bei der Abwärtsförderung des beladenen Fördergestells kann ein Übertreiben, bei dem die untere betriebliche Endstellung erheblich überfahren wird, dagegen nicht ausgeschlossen werden, wenn Sicherheitseinrichtungen versagen. Der Abstand vom Füllort bis zu der SELDA-Anlage im Schachtsumpf beträgt für das Fördergestell 130 m. Sofern kein Seilrutsch und kein Bruch in den tragenden Teilen auftreten, können Fördergestell und Gegengewicht innerhalb dieser Strecke stillgesetzt werden. Die hierzu getroffenen Vorsorgemaßnahmen sind:

- Einhalten der zulässigen Lasten für das Fördergestell,
- Ausbildung der Bremseinrichtung als Zweikreisbremsanlage,
- Überwachungseinrichtungen, Schachtschalter und Fahrtregler.

Das Fördergestell kann bei der Abwärtsförderung auch dann vor der SELDA-Anlage stillgesetzt werden, wenn ein Bremskreis ausgefallen ist und damit nur 50 % Bremswirkung vorhanden sind /EU 208, EU 409/. Für die Abwärtsförderung von Gebinden bestehen an die SELDA-Anlage keine Anforderungen aus den Vorsorgemaßnahmen

zur Vermeidung von Störfällen. Die Bedeutung der SELDA-Anlage ergibt sich aus den TAS für die Personen- und Materialförderung.

Zur Frage des Seilrutsches und des Bruches von tragenden Teilen verweisen wir auf Kap. 2.3.1.3.4, 2.3.1.3.5 und 2.3.1.3.6 dieses Gutachtens.

Für die Auslegung, die Dimensionierung und den Wirksamkeitsnachweis einer SELDA-Anlage gibt es keine Normen oder bergrechtliche Vorschriften. Die Anforderungen an die Werkstoffeigenschaften und die erforderlichen Nachweise sind in der Komponentenspezifikation Schachtförderanlage /EU 409/ ausreichend festgelegt. Die übrigen Randbedingungen für den Einsatz der SELDA-Anlagen werden gemäß den Vorschriften der TAS /13/ bereits im Planungsstadium mit der zuständigen Bergbehörde abgestimmt.

Die Einrichtungen des Schachtes genügen den sicherheitstechnischen Anforderungen. Die Auslegungsanforderungen sind in der Systembeschreibung /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation /EU 409/ ausreichend festgelegt. Bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge haben wir keine Bedenken gegen die Errichtung, die Inbetriebnahme und den Betrieb der Einrichtungen des Schachtes.

### **2.3.1.3.4 Fördermaschine**

Die Fördermaschine der Schachtförderanlage besteht aus folgenden Komponenten /EU 208, EU 409/:

- Antriebsmotor,
- Treibscheibe,
- Bedienungsstände,
- Steuer- und Regeleinrichtungen,
- Bremsenrichtungen,
- zugehörige Fundamente und Auflager (Verlagerungen).

Sie hat die Aufgabe, über die Treibscheibe und die Seile das Fördergestell und das Gegengewicht zu tragen, anzutreiben und stillzusetzen.

Die acht Oberseile, an denen auf der einen Seite das Fördergestell und auf der anderen Seite das Gegengewicht hängen, sind mit einem Umschlingungswinkel von 180° über die Treibscheibe geführt. Die Antriebsmomente oder die Bremsmomente der Fördermaschine werden über das Treibscheibenfutter durch Reibung auf die Seile und damit auf das Fördergestell und das Gegengewicht übertragen. Der Antriebsmotor ist mit seinem Rotor direkt an der Treibscheibenwelle angekuppelt. An der Treibscheibe selbst sind an beiden Seiten die Bremscheiben angeschraubt.

Auf die zwei Bremscheiben wirken acht Bremskrafterzeugerpaare, die an Ständern angeschraubt sind und von denen jeweils vier eine Scheibe von beiden Seiten umfassen. Die Bremskraft wird von Tellerfedern erzeugt, die über einen Kolben direkt auf den Bremsbelag und damit auf die Bremscheibe wirken. Zum Lüften der Bremse werden die Kolben hydraulisch gegen die Federn bewegt und dadurch von der Bremscheibe entfernt. Beim Bremsvorgang wird dieser Hydraulikdruck abgebaut und das Hydrauliköl fließt aus den Bremskrafterzeugern ab. Die jeweilige Bremskraft ergibt sich aus den Kräften der Tellerfedern in den Bremskrafterzeugern, die um die Kräfte vermindert werden, die der jeweilige Öldruck in den Zylindern erzeugt. Es wird zwischen

- Fahrbremmung und
- Sicherheitsbremmung

unterschieden. Sicherheits- und Fahrbremse sind als Zweikreisbremsanlage ausgebildet. Zu jedem Kreis gehören eine Fahr- und eine Sicherheitsbremse und jeweils vier Bremskrafterzeugerpaare.

Das Fördergestell wird im Automatikbetrieb mit Hilfe der Regel- und Steuereinrichtungen der Fördermaschine durch den Antriebsmotor mit den vorgegebenen Geschwindigkeiten in Bewegung gesetzt, an den Anschlägen elektrisch verzögert und durch die Bremse gehalten. Die Verzögerungen und die Höchstgeschwindigkeit werden vom Fahrtregler und weiteren Überwachungseinrichtungen überwacht. Bei unzulässigen Betriebszuständen wird das Fördergestell über die Fördermaschine automatisch abgebremst. Die Fahr- und die Sicherheitsbremse werden jeweils elektrohydraulisch angesteuert.

Bei Handbetrieb der Fördermaschine verändert der Fördermaschinist den Lüftdruck der Bremsen mit dem Fahrbremshebel über ein elektrohydraulisches Steuerventil stufenlos, bis die Bremsbeläge im Stillstand mit voller Federkraft aufliegen. Im Automatik- und im Handbetrieb der Fördermaschine erfolgen Verzögerungen elektrisch durch den Motor.

Erst kurz vor dem Stillstehen der Anlage wird im Automatikbetrieb der Druck zum Lüften der Bremse durch die Fördermaschinensteuerung soweit vermindert, daß die Bremsbeläge an den Brems­scheiben anliegen. Beim Stillstand sind sie mit voller Federkraft aufgelegt. Diese Bremsvorgänge werden als Fahrbrem­sung bezeichnet.

Die Sicherheitsbremse und die Fahrbremse wirken auf dieselben Bremskraf­terzeugerpaare. Die Ansteuerung der Sicherheitsbrem­sung erhält gegenüber der Fahrbrem­sung Vorrang (vgl. Kap. 2.3.1.3.7 dieses Gutachtens). Durch die Sicherheitsbrem­sung, die durch Ansprechen des Sicherheitskreises eingeleitet wird, wird die Fördermaschine ohne Eingriffsmöglichkeit des Fördermaschinisten sowohl bei Handbedienung als auch im Automatikbetrieb mechanisch bis zum Stillstand gebremst. Beim Auslösen der Sicherheitsbrem­sung wird der elektrische Teil des Steuerungssystems spannungslos geschaltet, wodurch die Hydraulikventile in die Ruhestellung gelangen und der Hydraulikdruck, der zum Lüften der Bremse erforderlich ist, sich abbaut. Mit Hilfe von fest eingestellten Drosseln läßt sich, soweit erforderlich, bis zum Stillstand der Fördermaschine ein Restdruck aufrechterhalten, wodurch eine gegenüber dem Maximalwert der Fahrbrem­sung verminderte Bremskraft und damit eine verminderte Verzögerung erzeugt werden kann.

Der Kraftfluß zwischen Treibscheibe und Seilen wird nur über die Reibungskräfte hergestellt. Deshalb werden die Beschleunigungs- und die Bremskräfte der Fördermaschine so ausgelegt, daß kein Seilrutsch auftritt, das Fördergestell sicher an den Anschlägen zum Stillstand gebracht und eine ausreichende Seilrutschsicherheit eingehalten wird. Nach den Festlegungen des Antragstellers reichen 50 % der Bremskraft aus, das Fördergestell bei der Abwärtsförderung vor Erreichen der SELDA-Anlage stillzusetzen /EU 409/.

### Bewertung

Für den sicheren Betrieb der Fördermaschine sind die Fördermaschinensteuerung, die Fördermaschinenbremse und die Treibscheibe von besonderer Bedeutung. Für die Ansteuerung und Funktion der Fördermaschinenbremse werden die Begriffe Fahr- und Sicherheitsbrem­sung oder Fahr- und Sicherheitsbremse verwendet, die in den bergrechtlichen Vorschriften der TAS /13/ eingeführt, erläutert und festgelegt sind. Die Fahr- und die Sicherheitsbremse wirken auf jedes der acht Bremskraf­ter-

zeugerpaare, wobei die Sicherheitsbremse unabhängig von der Fahrbremse wirkt. Jeweils vier der acht Bremskrafterzeugerpaare werden von einer elektrohydraulischen Bremsensteuerung mit Fahr- und Sicherheitsbremse angesteuert. Bei der Sicherheitsbremsung sind die Ventile stromlos und im Sicherheitskreis durch Federkraft geöffnet.

Das Fördermittel soll auch bei 50 % Bremskraft ausreichend abgebremst werden /EU 208, EU 409/. Der Antragsteller legt aus diesem Grund eine ausreichende Mindestbremsverzögerung fest. Nach der BVOS /12/ dürfen nur Bremsen mit Bauartzulassung eingesetzt werden. Dadurch ist sichergestellt, daß die Auslegungswerte eingehalten werden. Bei der Abnahmeuntersuchung und bei den wiederkehrenden Prüfungen werden zur Kontrolle die Verzögerungen gemessen und überprüft.

Erfahrungen, die bei Störungen und Störfällen an Bremseinrichtungen gesammelt wurden /45, 48, EU 0.3/, werden bei der Auslegung der vorgesehenen Bremseinrichtung durch folgende Maßnahmen berücksichtigt /EU 208, EU 409/:

- Die Bremskräfte werden durch acht Bremskrafterzeugerpaare aufgebracht. Der Ausfall eines Bremskrafterzeugerpaares hat daher nur geringe Auswirkungen.
- Die Bremskraft wird durch Tellerfedern erzeugt.
- Die elektrohydraulische Steuerung ist redundant aufgebaut.
- In jeder der beiden Steuerungen sind zwei Auslaßventile vorgesehen, um den zum Lüften der Bremse erforderlichen Hydraulikdruck bei der Sicherheitsbremsung zuverlässig abzubauen.

Die Anforderungen der BVOS /12/ und der TAS /13/ legen mit der redundanten Geschwindigkeits- und Verzögerungsüberwachung einen ausreichend hohen Sicherheitsstand fest. Der als Hauptregel- und Überwachungseinrichtung vorgesehene Fahrtregler erhält eine Bauartzulassung nach den Vorschriften der BVOS. Die Anforderungen werden damit erfüllt.

Die Seilrutschsicherheit wird durch das Verhältnis der Rutschgrenze der Seile an der Treibscheibe zu den auftretenden Beschleunigungen oder Verzögerungen gekennzeichnet. Die auftretenden Beschleunigungen oder Verzögerungen sind durch die Ausführung der Schachtförderlage, z.B. durch die Konstruktion des Bremsapparates und des Antriebsmotors sowie durch die Massen von Fördergestell und Gegenge-

wicht, vorgegeben. Als Seilrutschgrenze bezeichnet man die Beschleunigung oder Verzögerung, bei der Seilrutsch eintreten kann. Die entsprechenden Nachweise werden vor Errichtung der Anlage geprüft. In der Komponentenspezifikation /EU 409/ sind hierzu ausreichende Anforderungen und Nachweisumfänge festgelegt.

Durch die Festlegung der Gewichte insbesondere von Fördergestell, Gegengewicht, Seilen und Nutzlast liegen die Seilzugkräfte in Abhängigkeit von der Förderrichtung fest. Mit dem Umschlingungswinkel und dem in der TAS /13/ vorgegebenen Mindestreibbeiwert von 0,25 kann die Verzögerung errechnet werden, die zu einem Seilrutsch führt (Seilrutschgrenze). Fördermaschine und Bremse werden so ausgelegt, daß bei Abwärtsfahrt die Verzögerungen, die durch die Bremskrafteerzeugerpaare erzeugt werden, mindestens 10 % unter diesem errechneten Grenzwert bleiben /13/. Durch die bergrechtlichen Prüfungen bei der Zulassung der Treibscheibenfutter und durch die nach BVOS /12/ durchzuführenden Untersuchungen wird sichergestellt, daß der tatsächliche Reibbeiwert höher als 0,25 ist und die real auftretenden Beschleunigungen oder Verzögerungen einen mit dem tatsächlichen Reibbeiwert errechneten Seilrutschwert um mehr als 10 % unterschreiten. Die Streuung der Reibbeiwerte wird durch die Auswahl der Treibscheibenfutter eingeschränkt.

Durch die Prüfungen im Zulassungsverfahren nach Bergrecht sowie durch die Prüfungen und Untersuchungen bei der Abnahme und beim Betrieb der Anlage wird ein hoher sicherheitstechnischer Auslegungsstand erreicht. Vor Aufnahme des Betriebes ist einem unabhängigen Sachverständigen eine Prüfanweisung für wiederkehrende Prüfungen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Die Fördermaschine genügt den sicherheitstechnischen Anforderungen. Die Auslegungsanforderungen sind in der Systembeschreibung /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation /EU 409/ ausreichend festgelegt. Wir haben deshalb keine Bedenken gegen die Errichtung, die Inbetriebnahme und den Betrieb der Fördermaschine.



### 2.3.1.3.5 Seile

Fördergestell und Gegengewicht werden durch acht Förderseile getragen. Sie übertragen die Bewegung der Fördermaschine auf das Gestell und das Gegengewicht. Es werden je vier drehungsarme, rechts- und linksgängige Kreuzschlagseile verwendet. Die Förderseile sind Rundseile, deren Litzen um eine Chemiefasereinlage verseilt sind. Jede Litze besteht aus verzinkten Drähten, die in drei Lagen um Stahleinlagen verseilt sind.

Die drei Unterseile gleichen in den jeweiligen Betriebsstellungen das Förderseilgewicht aus. Es handelt sich um einfach genähte Flachseile. Sie bestehen jeweils aus vier linksgängigen und vier rechtsgängigen Rundseilen. Rechtsgängige und linksgängige Seile werden abwechselnd nebeneinander gelegt und durch Nähen zum Flachseil verbunden. Die Unterseile werden unter das Fördergestell und unter das Gegengewicht gehängt und verbinden diese miteinander.

Die Enden der Förderseile sind vergossen, damit sie in die Zwischengeschirre eingehängt werden können. Die Enden der Flachseile sind über Kauschen am Fördergestell und am Gegengewicht befestigt /EU 208, EU 409/.

Die Förder- und die Unterseile werden entsprechend den Vorgaben der Systembeschreibung /EU 208/, der Komponentenspezifikation /EU 409/ und der TAS /13/ ausgelegt und hergestellt. Der Betrieb und die wiederkehrenden Prüfungen erfolgen nach den Vorgaben der BVOS /12/. Allerdings werden die Prüfintervalle bemessen wie für eine Schachtförderanlage, mit der mehr als 300 Förderzüge je Tag durchgeführt werden.

#### Bewertung

Der Einlagerungsschacht erhält eine Acht-Seil-Förderanlage. Die Anzahl der Seile einer Mehrseilförderanlage wird nach der tatsächlichen Belastung der Seile durch Fördermittel und Gegengewicht einerseits und andererseits nach dem Durchmesser der Treibscheiben, von dem wiederum der maximal zulässige Einzelseildurchmesser abhängt, bemessen. Die Festlegung einer bestimmten Seilanzahl wird innerhalb dieser Randbedingungen durch sicherheitstechnische, betriebliche und bautechnische Gesichtspunkte bestimmt.

Die TAS /13/ fordern für die Dimensionierung der Seile eine mindestens 6,7fache Sicherheit gegenüber der rechnerischen Bruchkraft. Die im Versuch /12, 13/ zu ermittelnde tatsächliche Bruchkraft des Seiles muß größer oder mindestens gleich der rechnerischen Bruchkraft sein. Die tatsächliche Sicherheit bezieht sich auf den vorhandenen metallischen Querschnitt der Seile. Das Vorhandensein eines ausreichenden Querschnitts wird nach den Vorgaben der BVOS /12/ im Rahmen der wiederkehrenden Prüfungen überwacht.

Zur Gewährleistung der Werkstoffeigenschaften und der Fertigungsgüte werden die Seile nach der Fertigung untersucht. Dabei werden Probelängen genommen, von denen eine im Zugversuch zerrissen wird, um die tatsächliche Bruchkraft zu ermitteln /12/.

Während des Betriebes verschleifen die Seile z.B. durch Abrieb, Korrosion und Bruch einzelner Drähte. Bei den regelmäßigen Prüfungen durch Sachverständige wird der Zustand eines Seiles optisch und mit zerstörungsfreien Prüfungen kontrolliert. Außerdem wird jeweils der Seildurchmesser ermittelt. Das Ablegen der Seile erfolgt in Abhängigkeit vom Verschleiß und von der Zahl der Drahtbrüche, damit die Mindestsicherheit eingehalten werden kann.

Die Unterseile sind an den Stellen, die beim Stillstand des Fördergestelles im Schachtsumpf hängen, besonders durch Korrosion gefährdet. Um Korrosion zu verringern, wird das Wasser aus dem Schachtsumpf regelmäßig abgepumpt /EU 363/. Bei den wiederkehrenden Prüfungen kann der Zustand der Unterseile ausreichend beurteilt werden.

Die Auslegung, die Herstellung und die Überwachung der Förder- und Unterseile sind in der Systembeschreibung /EU 208/, in der Komponentenspezifikation /EU 409/, in der TAS /13/ und in der BVOS /12/ ausreichend festgelegt. Die Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen der Seile sind vor Aufnahme des Betriebes zu erstellen und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Wir haben keine Bedenken gegen den Einsatz der Seile für die Hauptseilfahrtanlage Konrad 2 im Rahmen der vorgesehenen Randbedingungen.

### **2.31.3.6 Fördermittel, Gegengewicht, Zwischengeschirre, Unterseilaufhängungen**

Das Fördergestell hat zwei Etagen, wobei die untere Etage zum Materialtransport und die obere Etage zum Personentransport (Seilfahrt) dienen. Die wesentlichen Bauteile sind Kopf- und Fußrahmen, die durch Hängestreben miteinander verbunden sind /EU 208, EU 409/. Die Führungsrollen, die das Fördergestell an den stählernen Spurlatten des Schachtes führen sind am Kopf- und am Fußrahmen angebracht. Außerdem befinden sich am Kopf- und am Fußrahmen je zwei diagonal angeordnete feste Führungsschuhe als Bremsschuhe und Entgleisungsschutz. Der bewegliche Absetzboden, der beim Abheben durch Zapfen an den Ecken geführt wird, liegt auf dem Fußrahmen. Im Absetzboden sind zwei bewegliche, versenkbare Plateauwagensperren angeordnet, die an den Stirnseiten des Plateauwagens angreifen und unabhängig von der Stellung des Absetzbodens wirksam sind. Die Stellung der beweglichen Plateauwagensperren wird durch Magnetschalter überwacht. Im Fußrahmen sind vier feststehende Sperrhebel vorgesehen, die bei abgesetztem Absetzboden die Räder des Plateauwagens arretieren.

Die Seilfahrtetage befindet sich etwa 3,6 m über dem Absetzboden; sie wird an beiden Seiten mit Rolltoren gesichert.

Die wesentlichen tragenden Bauteile des Gegengewichts sind der Kopf- und der Fußrahmen. Diese sind durch Hängestreben miteinander verbunden /EU 208, EU 409/. Auf dem Fußrahmen ruhen die Gewichtsplatten, die in Profilrahmen gehalten und innerhalb der Hängestreben positioniert werden. Die Führungsrollen, die das Gegengewicht an den stählernen Spurlatten führen, sind am Fuß- und am Zwischenrahmen angebracht. Am Kopf- und am Fußrahmen sind je zwei starre Führungsschuhe angeordnet, die als Entgleisungsschutz und zum Abbremsen des Gegengewichtes beim Übertreiben in den verdickten Spurlatten dienen.

Die Zwischengeschirre verbinden die Kopfrahmen von Fördergestell und Gegengewicht mit den Oberseilen /EU 208/. Im Zwischengeschirr des Fördergestells ist eine sogenannte Versteckvorrichtung vorgesehen, durch die unterschiedliche Seillängen ausgeglichen werden können. In dem Zwischengeschirr des Gegengewichts ist eine Seilzugmeßeinrichtung angeordnet.

Die Unterseilaufhängungen, die im wesentlichen aus den Flachseil-Klemmkauschen bestehen, verbinden die Fußrahmen von Fördergestell und Gegengewicht mit den Unterseilen.

Das Fördermittel, das Gegengewicht, die Zwischengeschirre und die Unterseilaufhängungen werden entsprechend den Vorgaben der Systembeschreibung /EU 208/, der Komponentenspezifikation /EU 409/ und der TAS /13/ ausgelegt und hergestellt. Der Betrieb und die wiederkehrenden Prüfungen erfolgen nach den Vorgaben der BVOS /12/.

### Bewertung

Die TAS /13/ schreibt die Dimensionierung von Fördermittel, Gegengewicht, Zwischengeschirren und Unterseilaufhängungen ausreichend fest. Die Systembeschreibung /EU 208/ und die Komponentenspezifikation /EU 409/ enthalten entsprechende Festlegungen. Die Auslegungsanforderungen an die feststehenden Sperrhebel im Fußrahmen des Fördergestells und an die beiden beweglichen Plateauwagensperren des Absetzbodens sind in der Spezifikation /EU 409/ ausreichend vorgegeben.

Durch Überwachung der Seilzugkräfte mit Hilfe der Seilzugmeßeinrichtung kann Schlaffseil erkannt und ein Lösen des Seiles in der Kausche verhindert werden. Aus diesem Grunde halten wir es für erforderlich, die Seilzugkräfte zu kontrollieren. Die Prüffristen sind in § 19 Abs. 1 BVOS /12/ festgelegt. Es ist eine Prüfanweisung zu erstellen, die bis zur Aufnahme des Betriebes einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen ist (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Die Auslegung, die Herstellung und die Überwachung des Fördermittels, des Gegengewichts, der Zwischengeschirre und der Unterseilaufhängungen sind bei Beachtung unseres Auflagenvorschlags in der Systembeschreibung /EU 208/, in der Komponentenspezifikation /EU 409/, in der TAS /13/ und in der BVOS /12/ ausreichend festgelegt. Die Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen dieser Anlagenteile sind vor Aufnahme des Betriebes zu erstellen und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5). Unter diesen Voraussetzungen haben wir keine Bedenken gegen den Einsatz der genannten Einrichtungen.

### 2.3.1.3.7 Leittechnische Einrichtungen der Schachtförderanlage

Zu den leittechnischen Einrichtungen der Hauptseilfahrtanlage Konrad 2 gehören nach der Systembeschreibung und der Komponentenspezifikation /EU 208, EU 409/

- die Schachtsteuerung einschließlich der zugehörigen Anschlägerstände und Anschläge,
- die Fördermaschinensteuerung und -regelung einschließlich der Bremsensteuerung und
- die Steuerungen der Schachtbeschickung an der Rasenhängebank (RHB) und am Einlagerungsfüllort (850-m-Sohle).

Das schematische Zusammenwirken dieser Steuerungen ist in den Abbildungen 3.1.4-4, 3.1.4-5 und 3.1.7-1 der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ dargestellt. In diesem Steuerungsverbund übernimmt die Schachtsteuerung die "Master"-Funktion. Es wird eine Kombination aus speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS), konventionellen Relaissteuerungen und digital arbeitendem Regelsystem eingesetzt. Die Fördermaschinensteuerung und die Schachtsteuerung erhalten SPS, die sich gegenseitig überwachen /EU 208, EU 409/.

Die Schachtsteuerung übernimmt die Koordination zwischen der Steuerung der Fördermaschine (FM) und den Schachtanschlügen, dem Anschlägerstand RHB (= Hauptleitstand Konrad 2), dem Anschlägerstand Einlagerungsfüllort, dem Bedienungsstand und den Steuerungen der Schachtbeschickung. Im Automatikbetrieb werden die Signale zur FM-Steuerung direkt übermittelt. Die Anforderungssignale von den Tastern der Anschläge und der Anschlägerstände führen im Handbetrieb über die SPS der Schachtsteuerung zu einer Signalgabe an den Fördermaschinisten.

Die Fördermaschinensteuerung erhält im Automatikbetrieb von der Schachtsteuerung alle erforderlichen Signale für die Fahrtfreigabe, den Zielort und die Betriebsart. Sie koordiniert alle Teilfunktionen der Fördermaschine und deren Hilfsantriebe. Die Regelung der Fördermaschine erfolgt über einen bauartzugelassenen digitalen Fahrtregler mit unterlagerter, digitaler Regelung (Simadyn-D) von Phasenstrom, Fluß, Drehzahl und Erregerstrom der Antriebsmaschine. Als Antriebsmaschine wird ein Drehstromsynchronmotor eingesetzt. Der digitale Fahrtregler führt und überwacht die Antriebsmaschine beim Treiben des Fördergestells im Schacht. Er führt, unabhängig von der Handsteuerung, die

teufenabhängige Begrenzung des Drehzahlollwertes in den Anschlägen und Schachtendlagen durch und verhindert ein Überschreiten der Höchstgeschwindigkeit.

Die Steuerungen der beiden Bremsaggregate arbeiten entsprechend dem Grobstrukturplan /EU 208/ steuerungstechnisch mit der Fördermaschinensteuerung zusammen und bewirken je nach Signalgabe über die Ansteuerung der Hydraulikventile das Lüften und Auflegen der Bremskrafterzeugerpaare.

Die Steuerungen der Schachtbeschickungseinrichtungen an der RHB und auf der 850-m-Sohle erhalten jeweils eigene, autark arbeitende SPS. Diese korrespondieren mit den übrigen Steuerungseinrichtungen der Schachtförderanlage nur in Form von Freigaben oder Sperrsignalen an die Schachtsteuerung. Die Einrichtungen der Schachtbeschickung werden durch die SPS in der vom Ablauf der Handhabung vorgegebenen Reihenfolge angesteuert. Jeder Schachtbeschickungssteuerung ist ein eigener Freigabekreis in Relaissteuerungstechnik zugeordnet.

Alle Überwachungseinrichtungen und Auslösesignale der vorgenannten Steuerungen, die bei Gefahr für das Personal, das Fördergut oder die Schachtförderanlage ansprechen, sind im Sicherheitskreis der Hauptseilfahranlage zusammengefaßt. Als weitere Überwachungseinrichtungen sind der Fahrbremskreis und der Abfahrsperrkreis vorhanden. Der Fahrbrems- und der Abfahrsperrkreis werden durch den Sicherheitskreis überwacht. Die Auslösesignale der o.g. Überwachungseinrichtungen werden in den Relaiskreisen des Sicherheits-, Fahrbrems- und Abfahrsperrkreises verarbeitet. Parallel dazu erfolgt eine Verarbeitung in der SPS der Schachtsteuerung. Der Gleichstand beider Verarbeitungswege wird überwacht. Die Abschlußglieder des Sicherheits-, Fahrbrems- und Abfahrsperrkreises sind konventionelle, in Ruhestromschaltung betriebene Relais.

Der Sicherheitskreis veranlaßt im Störfall die Sicherheitsbremsung. Diese Sicherheitsbremsung wird eingeleitet durch gezielte Abschaltung der Steuerungen der Bremsaggregate. Dadurch öffnen sich Hydraulikventile durch Federkraft, so daß sich der zum Lüften der federbelasteten Bremskrafterzeuger vorhandene Druck abbaut. Diese Bremsung erfolgt rein mechanisch ohne Nutzung der Antriebsmaschine, die in diesem Fall mittels Reglersperre und "Aus-Befehl" auf die Einspeiseschalter sofort außer Betrieb gesetzt wird:

Beim Auslösen des Fahrbremskreises wird die Antriebsmaschine elektrisch bis zum Stillstand verzögert; unmittelbar vor dem Stillstand wird die Fahrbremse aufgelegt. Der Abfahrsperrkreis verhindert bei Störungen nach Auflegen der Fahrbremse eine erneute Abfahrt.

Die wesentlichen Überwachungen und Verriegelungsbedingungen der Schachtförderanlage und der Schachtbeschickung werden in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ erläutert. Die technischen Anforderungen an den Aufbau dieser Steuerungen und deren Verriegelungen und Überwachungen sind in der Komponentenspezifikation /EU 409/ festgelegt.

Die Energieversorgung der Steuer- und Regeleinrichtungen der Schachtförderanlage und der Schachtbeschickung erfolgt aus Netzgeräten mit Pufferbatterien. Die Netzgeräte werden von Niederspannungsschaltanlagen versorgt, die über Transformatoren an die 6-kV-Schaltanlage 03 PDH angeschlossen sind. Die Batterien sind für eine Entladezeit von mindestens 60 Minuten ausgelegt.

### Bewertung

Grundlegende Bewertungskriterien für die leittechnischen Einrichtungen der Hauptseilfahrtanlage und der Schachtbeschickung ergeben sich aus der BVOS /12/, der EIBergV /3/ und den TAS /13/. Wir haben geprüft, ob die leittechnischen Einrichtungen geeignet sind, die Planungsvorgaben des Antragstellers und die Anforderungen aus der Störfallanalyse zu erfüllen. Wesentliche Anforderungen sind, daß

- zwischen den einzelnen Teilsteuerungen sowie zum Sicherheits-, Fahrbrems- und Abfahrsperrkreis zuverlässige Signalübertragungen möglich sind,
- bei Gefahr für die Transporteinheiten, für das Personal und für die Maschine sowie bei einem Spannungsausfall ein sofortiges Stillsetzen der Fördermaschine erfolgt,
- Steuerungen und Regeleinrichtungen sicher mit Energie versorgt werden.

Die Steuerungseinrichtungen der Hauptseilfahrtanlage einschließlich der Schachtbeschickung werden so aufgebaut, daß eine zuverlässige Signalübertragung zwischen

den einzelnen Teilsteuerungen sowie zum Sicherheits-, Fahrbrems- und Abfahrsperrkreis möglich ist /EU 208/.

Bei Gefahr für Transportgut, Personal und Maschine ist durch den schaltungstechnischen Aufbau des Sicherheitskreises und des Fahrbremskreises das sichere Stillsetzen der Fördermaschine gewährleistet /EU 409/. Das gleiche gilt für den schaltungstechnischen Aufbau des Abfahrsperrkreises. Hierdurch wird eine unzulässige Abfahrt sicher verhindert. Bei einem Ausfall der Energieversorgung wird durch Einfall der Bremsen unverzüglich das Stillsetzen des Fördergestells eingeleitet.

Die Stromversorgung der leittechnischen Einrichtungen erfolgt bei Netzausfall aus den Batterien. Die vorgesehene Entladezeit von einer Stunde halten wir für ausreichend.

Die Festlegungen zur Auslegung zum Aufbau und zur Überwachung dieser Einrichtungen, die in der Komponentenbeschreibung /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation /EU 409/ enthalten sind, sind geeignet, die Anforderungen der TAS /13/, der BVOS /12/, der EIBergV /3/, der Störfallanalyse /EU 324/ und der Planungsvorgaben des Antragstellers /EU 0.3, EU 24/ zu erfüllen.

Wir haben unter diesen Voraussetzungen keine Einwände gegen den Einsatz der Steuerungs- und Regelungseinrichtungen für die Hauptseilfahrtanlage Konrad 2.

Vor Aufnahme des Betriebes sind vom Antragsteller Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen zu erstellen und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

### **2.3.1.3.8 Bewertung der Hauptseilfahrtanlage der Schachtförderanlage Konrad 2**

Im Kapitel 2.3.1.3 dieses Gutachtens haben wir die Auslegungsanforderungen der Hauptseilfahrtanlage Konrad 2 mit ihrem ungestörten Betrieb, dem Betrieb bei Störungen und die zu betrachtenden Störfälle untersucht. Die Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen wurden von uns bewertet. Insbesondere wurden baugruppenweise

- die Einrichtungen des Schachtes



- die Fördermaschine
- die Seile
- das Fördermittel, das Gegengewicht, die Zwischengeschirre und die Unterseilaufhängungen und
- die leittechnischen Einrichtungen

geprüft und beurteilt. Dabei haben wir festgestellt, ob die Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/, die sonstigen Untersuchungen des Antragstellers /EU 0.3, EU 24, 48/ sowie die Erfahrungen beim Betrieb von Schachtförderanlagen /EU 0.2, 45/ bei der Auslegung ausreichend berücksichtigt sind und die BVOS /12/ die TAS /13/ und die ElBergV /3/ eingehalten werden.

Die Einzelergebnisse fassen wir im folgenden zusammen:

- Die Schachtschleuse verhindert in Verbindung mit der Steuerung der Schachttore Wetterausgleichsströmungen zwischen Schacht und Schachthalle.
- Transporteinheiten und Plateauwagen werden ausreichend gesichert.
- Der Absturz des Plateauwagens in den Schacht wird aufgrund der Auslegung und der Verriegelungen verhindert.
- Aufgrund der Auslegung oder der Sicherungen wird ein Absturz schwerer Lasten auf Transporteinheiten auch infolge Erdbeben vermieden.
- Bei dem Gebindettransport erfolgt die Bedienung in dem Hauptleitstand Konrad 2 und in dem örtlichen Leitstand am Füllort (850-m-Sohle). Damit ist eine ausreichende Strahlenschutzvorsorge für das Bedienungspersonal getroffen, wenn unser Auflagenvorschlag (vgl. AV 3.4.4-2) beachtet wird.
- Ein schweres Übertreiben des Fördergestells in den Schachtsumpf wird im wesentlichen durch die Sicherheitseinrichtungen, die Auslegung der Fördermaschinenbremse und den Abstand der Sumpfeinbauten zu dem Füllort vermieden.
- Ein Absturz des Fördergestells wird aufgrund der Auslegung und der qualitätssichernden Maßnahmen, die für die Errichtung und die Inbetriebnahme in der Komponentenspezifikation /EU 409/ festgelegt sind, vermieden. Durch die festgelegten Prüfintervalle, Prüfbeteiligungen und Prüfarten für die wiederkehrenden Prüfungen kann dieser Zustand ausreichend sichergestellt werden. Diese Aussage gilt unter der Voraussetzung, daß unsere Auflagenvorschläge beachtet werden.

Die Hauptseilfahranlage ist zutreffend in den QS-Bereich 3.2 eingestuft.

Vor Aufnahme des Betriebes sind Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen der Hauptseilfahranlage zu erstellen und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Wir haben keine Einwände gegen die Auslegung, die Errichtung, die Inbetriebnahme und gegen den Betrieb der Hauptseilfahranlage Konrad 2 nach den Festlegungen der System- und Komponentenbeschreibung /EU 208/, der Komponentenspezifikation /EU 409/ sowie der bergrechtlichen Vorschriften, sofern unsere Auflagenvorschläge beachtet werden.

#### **2.3.1.4 Handhabungssystem unter Tage**

##### **2.3.1.4.1 Beschreibung und Auslegung des Systems**

###### Ungestörter Betrieb

Der beladene Plateauwagen wird durch die Schachtbeschickungseinrichtung bis vor den Distanzhalter am Füllort (850-m-Sohle) gefördert (vgl. Kap. 2.3.1.3.2 dieses Gutachtens). Dort hebt der Portalhubwagen die Transporteinheit vom Plateauwagen ab, hebt sie über den Distanzhalter und setzt sie auf dem Transportwagen ab. Dieser transportiert die Transporteinheiten vom Füllort durch die Einlagerungstransportstrecke direkt zu den Entladekammern. In der Transportstrecke befinden sich Begegnungspunkte für in Gegenrichtung fahrende Fahrzeuge. Die Strecke ist einspurig und durch eine Ampelsteuerung gesichert. In den Entladekammern übernimmt das Stapelfahrzeug die Transporteinheit und stapelt die Abfallgebände am Einlagerungsort.

Container werden direkt gestapelt; zylindrische Gebinde müssen vorher von der Tausch- oder Transportpalette abgenommen werden. Leere Paletten werden beim nächsten Transport mit dem Transportfahrzeug zum Füllort zurückgefahren.

Mit den Einrichtungen des Versatzsystems (Spritzmanipulatorfahrzeug und Versatztransportfahrzeug) werden die Hohlräume zwischen den Abfallgebänden dem Einlagerungsfortschritt folgend versetzt. Nach dem Verfüllen der Einlagerungskammern werden

diese durch Kammerabschlußbauwerke verschlossen. Der Antragsteller sieht zum Verfüllen der Einlagerungskammern Pumpversatz vor /EU 404/.

### Störungen

Beim Versagen von Komponenten des Einlagerungssystems unter Tage kann der Einlagerungsbetrieb bis zur Instandsetzung oder dem Einsatz von Ersatzfahrzeugen nicht fortgesetzt werden.

### Störfälle

Beim Umsetzen der Transporteinheiten mit dem Portalhubwagen wird der Absturz aus maximal 1 m Höhe als Auslegungsstörfall betrachtet /EU 228/. Für das Stapeln der Gebinde in der Einlagerungskammer werden die Auswirkungen eines Absturzes des Gebindes aus 5 m Höhe untersucht. Für die Transporte mit dem Portalhubwagen, dem Transportwagen und dem Stapelfahrzeug werden die Auswirkungen von Kollisionen mit Fahrgeschwindigkeiten von maximal 4 m/s als Auslegungsstörfall betrachtet. Außerdem wird der Brand eines Transportwagens untersucht (vgl. Kap. 5.2 dieses Gutachtens).

### Auslegung

Aus der Störfallanalyse leitet der Antragsteller folgende Auslegungsanforderungen und Randbedingungen für den späteren Betrieb ab /EU 208, EU 324/:

- Begrenzung der möglichen Absturzhöhe am Füllort auf maximal 0,9 m,
- Begrenzung der möglichen Absturzhöhe in der Einlagerungskammer auf maximal 5 m,
- maximale Transportgeschwindigkeit 4 m/s,
- Vermeidung von Kollisionen mit Fahrgeschwindigkeiten größer als 4 m/s,
- Reduzierung des Brandinventars in der Nähe der Abfallgebände und Vorsehen von Löscheinrichtungen,
- zuverlässige Sicherung der Ladung.

### Klassifizierung und Qualitätssicherung

Für die Förder-, Transport- und Handhabungseinrichtungen unter Tage bestehen je nach den Auswirkungen von Betriebsstörungen oder von Störfällen unterschiedliche Anforderungen an die Auslegung, die Maßnahmen zur Qualitätssicherung und die wiederkehrenden Prüfungen. Der Antragsteller hat hierzu die Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ sowie in Abhängigkeit von der Einstufung in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ Spezifikationen und das Prüfhandbuch /EU 316/ vorgelegt. Im Prüfhandbuch werden die Prüfliste, in der Prüfungen mit verbindlichen Angaben zu Prüfgegenstand, Prüffart, Prüfungsumfang, Prüfanweisung, Prüfintervall und Betriebszustand der Anlage zusammengestellt sind, und die Prüfanweisungen zusammengefaßt. Eine Prüfanweisung enthält die Festlegung der Arbeitsschritte für die Durchführung und Protokollierung einer Prüfung unter Angabe von Voraussetzungen und Randbedingungen. Für die vorgeschriebene Beteiligung von Sachverständigen an Prüfungen wird hierin die Vorgehensweise bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Prüfung als Hilfsmittel und Dokumentationsunterlage beschrieben. Die betreffenden Festlegungen werden in den folgenden Kapiteln beschrieben und bewertet.

Für die Inbetriebnahme der Förder-, Transport- und Handhabungseinrichtungen unter Tage sieht der Antragsteller nach der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ eine Abnahmeprüfung der jeweiligen Komponente, eine Funktionsprüfung mit inaktiven Transporteinheiten und eine Funktionsprüfung mit radioaktiven Abfällen vor (vgl. Kap. 2.1.2.2 dieses Gutachtens).

#### 2.3.1.4.2 Portalhubwagen

Der Portalhubwagen hebt am Füllort die Transporteinheiten vom Plateauwagen auf den Transportwagen. In umgekehrter Richtung werden leere Tausch- oder Transportpaletten oder beladene Behälter für radioaktive Betriebsabfälle des untertägigen Kontrollbereiches vom Transportwagen auf den Plateauwagen gestellt.

Der Portalhubwagen ist ein fahrbarer, schienengebundener Portalkran mit zwei Hubwerken. An den Seilen jedes Hubwerkes hängt jeweils ein Hubrahmen, der pendelfrei in den Portalen geführt wird. Der Portalhubwagen besteht aus zwei Fahrwerkträgern, auf denen zwei Schwerlastportale und ein Kleinlastportal stehen. Das Hubwerk für Schwerlast ist

außerhalb des Portals an einem der Fahrwerkträger, das Hubwerk für Kleinlast an einem Rahmen angeordnet, der aus dem Portal herausgeschoben werden kann.

Am Hubrahmen des Schwerlasthubwerks hängt ein Spreader als Lastaufnahmeeinrichtung, der vom örtlichen Leitstand am Füllort auf die Abmessungen der Transporteinheit eingestellt werden kann. Der Spreader kann im Hubrahmen zum Positionieren quer zur Fahrtrichtung verschoben werden.

Am Hubrahmen des Kleinlasthubwerks hängt ein nicht verstellbarer Spreader. Diese Lastaufnahmeeinrichtung kann im Hubrahmen so weit quer zur Fahrbahn verschoben werden, daß leere Paletten außerhalb der Spur seitlich neben den Portalen transportiert werden können. Hierdurch wird sichergestellt, daß leere Paletten nicht über Transporteinheiten gehoben werden müssen.

Die Hubwerke werden durch ungeriegelte Drehstrommotoren angetrieben.

Zwischen der Position des Plateauwagens und der Position des Transportwagens begrenzt ein Distanzhalter mögliche Absturzhöhen auf 0,9 m.

Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Systembeschreibung /EU 208/ folgende Anforderungen an den Portalhubwagen fest:

- Abschirmung für das Bedienungspersonal,
- Vorsorge gegen Kollisionen zwischen leeren und beladenen Tauschpaletten,
- Vorsorge gegen Kollisionen mit Plateauwagen und Transportwagen,
- Standsicherheit des Portalhubwagens bei Neigung der Fahrschienen infolge Sohlenhebungen,
- Absenken oder Unterbauen der Transporteinheiten bei längerfristigen betrieblichen Störungen,
- Begrenzung der möglichen Absturzhöhe von Transporteinheiten auf höchstens 0,9 m,
- Begrenzung der Hubhöhe zwischen Sohle des Füllortes und Unterkante der Transporteinheit auf höchstens 1,9 m,
- Begrenzung der Transportgeschwindigkeit auf höchstens 4 m/s,

- Sicherstellung der formschlüssigen Aufnahme der Last mit den Drehzapfen (Twist-lock) der Lastaufnahmemittel,
- Dekontaminierbarkeit des Portalhubwagens und des Leitstands.

Alle Arbeitsbewegungen des Portalhubwagens werden durch eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) eingeleitet, gesteuert und überwacht /1, EU 208/. Als Steuerungsarten sind Automatikbetrieb und Handbetrieb vorgesehen /EU 313/. In der Betriebsart Automatik sind folgende Umladezyklen möglich:

- Beladen des leeren Transportwagens mit einer vom Plateauwagen angelieferten Transporteinheit (Container oder beladene Palette),
- Wechseln einer leeren Palette vom Transportwagen gegen eine vom Plateauwagen angelieferte beladene Palette in einem Arbeitsspiel und
- Umladen von leeren oder vollen Betriebsabfallbehältern zwischen Transport- und Plateauwagen.

Die Einleitung und Überwachung dieser Arbeitszyklen erfolgt vom örtlichen Leitstand am Füllort. In der Betriebsart Handbetrieb ist jede der Arbeitsbewegungen einzeln steuerbar, wobei im verriegelten Handbetrieb die Ablauf- und Folgeverriegelungen erhalten bleiben. Im für Prüf- und Wartungszwecke vorgesehenen und nur über Schlüsselschalter einschaltbaren unverriegelten Handbetrieb sind lediglich die Endlagenverriegelungen wirksam, die Antriebssteuerungen in der SPS sind dann auf Tippbetrieb ohne Selbsthaltung umgeschaltet.

Die Bedingungen für die Verriegelung der Steuerungsabläufe sind in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ erläutert und im folgenden zusammengefaßt dargestellt:

Erst wenn der beladene Plateauwagen mit Hilfe der Aufschiebe-/Abziehvorrichtung aus dem Fördergestell zum Distanzhalter geschoben worden ist, kann der Portalhubwagen über den Distanzhalter hinaus zum Plateauwagen fahren und die Transporteinheit oder den leeren Behälter für Betriebsabfälle mit dem Schwerlasthubwerk vom Plateauwagen abheben. Durch Überwachungseinrichtungen wird sichergestellt, daß die Transporteinheit oder die leere Palette an allen vier Drehzapfen angekoppelt ist und daß die Drehzapfen unter Last nicht gelöst werden können.

Der Portalhubwagen kann nur verfahren werden, wenn die Hubwerke die obere Endstellung erreicht haben. Die Last kann nur dann mit dem Portalhubwagen weiter zum Transportwagen transportiert werden, wenn dieser am Distanzhalter steht. Erst wenn sich der Portalhubwagen über dem Distanzhalter befindet, kann der Plateauwagen wieder auf das Fördergestell zurückgezogen werden. Die Ausfahrt des Transportwagens aus der Umladeposition ist erst dann freigegeben, wenn der leere Hubrahmen in der höchsten Hubstellung steht und die Transporteinheit gesichert aufliegt.

Die wichtigsten Daten des Portalhubwagens /EU 208/ sind:

- Tragfähigkeit
  - Hubwerk für Transporteinheiten: 20 t
  - Hubwerk für leere Tausch- oder Transportpaletten ca. 3,5 t
  
- Arbeitsgeschwindigkeiten
  - Hubwerk für Transporteinheiten: ca. 1 m/min; ca. 4 m/min
  - Hubwerk für leere Tauschpaletten: ca. 4 m/min
  - Fahrwerk: ca. 6 m/min; 42 m/min
  
- Hubhöhen
  - Abstand zwischen Niveau Füllort und Unterkante Transporteinheit: ca. 1,9 m
  - Abstand zwischen Niveau Füllort und Unterkante der leeren Palette: ca. 2,3 m
  
- Distanzhalter
  - Länge: ca. 2,5 m
  - Breite: ca. 2,0 m
  - Höhe über Sohle Füllort: < 1,2 m

Die Anforderungen an die Auslegung, an die Ausführung und an die Maßnahmen zur Qualitätssicherung legt der Antragsteller in der Komponentenspezifikation Portalhubwagen /EU 313/ fest.

Der Portalhubwagen ist in den QS-Bereich 3.2 /EU 344/ eingestuft. Der Antragsteller hat in der Prüfliste /EU 316/ jährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch einen Sachverständigen vorgesehen. In der Komponentenspezifikation /EU 313/ ist festgelegt, daß einem unabhängigen Sachverständigen Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen zur Prüfung vorgelegt werden.

### Bewertung

Die Festlegungen in der Systembeschreibung /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation Portalhubwagen /EU 313/ genügen den sicherheitstechnischen Anforderungen. Allerdings ist bei den sicherheitstechnischen Auslegungsanforderungen nicht festgelegt, daß der Abstand zwischen Distanzhalter und Schachtmitte mindestens 18 m betragen muß. Diese Randbedingung wurde bei den Störfalluntersuchungen zugrunde gelegt. Die Systembeschreibung muß entsprechend ergänzt werden /AV 2.3.1.4-1/.

Bei Beachtung des Auflagenvorschlags sind alle technischen Anforderungen berücksichtigt worden.

Um den Absturz von Transporteinheiten zu vermeiden, stellen wir an das Hubwerk für Transporteinheiten und an die Lastaufnahmeeinrichtung besondere Anforderungen, die aufgrund der Gefährdung den zusätzlichen Anforderungen der KTA-Regel 3902 /46/ und der KTA-Regel 3903 /47/ entsprechen müssen. Diese Anforderungen sind in der Komponentenspezifikation für den Portalhubwagen /EU 313/ berücksichtigt.

Der Strahlenschutz des Personals wird dadurch sichergestellt, daß alle Betriebsabläufe automatisiert oder ferngesteuert vom Leitstand aus erfolgen. Für den Leitstand halten wir jedoch eine zusätzliche Abschirmung für erforderlich (vgl. Kap. 3.4.4.2, AV 3.4.4-2 dieses Gutachtens). Die Strahlenexposition durch Radon-Folgeprodukte im Leitstand behandeln wir in Kap. 3.4.6.2 dieses Gutachtens.

Der Portalhubwagen ist zutreffend in den QS-Bereich 3.2 eingestuft.



Prüfart, Prüfungsumfang und Prüfintervall für die wiederkehrenden Prüfungen durch unabhängige Sachverständige sind in der Prüfliste /EU 316/ ausreichend festgelegt. Um eine ausreichende Betriebssicherheit sicherzustellen, halten wir außer den jährlichen Sicht- und Funktionsprüfungen durch Sachverständige tägliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch Fachkundige und vierteljährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch fachkundige Aufsichtspersonen für erforderlich. Die betreffenden Prüfanweisungen sind einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen, bevor der Betrieb des Endlagers aufgenommen wird (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Wir haben keine Bedenken, den Portalhubwagen entsprechend den Festlegungen in der Komponentenspezifikation zu errichten, in Betrieb zu setzen und zu betreiben, sofern unsere Auflagenvorschläge berücksichtigt werden.

### 2.3.1.4.3 Transportwagen

Der Transportwagen befördert die Transporteinheiten vom Portalhubwagen im Füllort durch die Einlagerungstransportstrecke zur Entladekammer, die sich jeweils am Kopf der Einlagerungskammern befindet. Von dort fährt das Fahrzeug entweder leer oder mit leerer Palette beladen zurück zum Füllort. Außerdem werden mit dem Transportwagen die Behälter für radioaktive Betriebsabfälle befördert. Die Einlagerungstransportstrecke kann nach den Angaben des Antragstellers in der Systembeschreibung Planung Grubengebäude /EU 279/ Neigungen bis ca. 12 % haben. Das Fahrzeug wird nach den Festlegungen der Komponentenbeschreibung für 25 % Steigung ausgelegt.

Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Systembeschreibung /EU 208/ folgende Anforderungen an den Transportwagen fest:

- Sicherung der Transporteinheiten auf der Ladefläche,
- Sprechverbindung zwischen dem Transportwagen, dem örtlichen Leitstand am Füllort und dem Stapelfahrzeug,
- Positionierhilfen am Füllort,
- Vermeiden von Kollisionen mit Fahrgeschwindigkeiten von mehr als 4 m/s,
- Begrenzung der Brandlast,

- Dekontaminierbarkeit des Transportwagens,
- Abschirmung für das Bedienungspersonal.

Der Transportwagen ist ein allradangetriebenes Fahrzeug /EU 208/. Er besteht im wesentlichen aus:

- Motor- und Lastrahmen mit Dreh-Knick-Gelenk,
- hydrodynamischem Antrieb,
- Starrachsen,
- Bremssystem,
- Lenkung,
- Verriegelungsvorrichtung für die Transporteinheiten,
- elektrischer Anlage,
- abgeschirmter Fahrerkabine.

Außerdem ist er mit einer bordfesten Feuerlöschanlage und zwei Handfeuerlöschern ausgestattet. Zur Beschreibung und Bewertung dieser Einrichtungen verweisen wir auf Kap. 2.4.2.3 dieses Gutachtens.

Motor- und Lastrahmen sind geschweißt. Beide Rahmen sind durch ein Dreh-Knick-Gelenk miteinander verbunden. Die Lenkung erfolgt durch Veränderung des Knickwinkels mit Hilfe doppelt wirkender Hydraulikzylinder. Der maximale Knickwinkel ist durch starre Anschläge begrenzt. Zusätzlich ist eine Notlenkeinrichtung vorgesehen /EU 208/.

Die Transporteinheiten stehen einzeln auf dem Lastrahmen. Mit einer einstellbaren Verriegelungsvorrichtung werden sie auf der Ladefläche zentriert und gesichert. Am Motor- und am Lastrahmen sind Abschleppösen vorgesehen.

Der Transportwagen wird entweder durch einen Dieselmotor über Drehmomentwandler und Lastschaltgetriebe oder einen Elektromotor angetrieben. Der Antrieb wirkt auf beide Achsen /EU 208/.

Der Drehmomentwandler übernimmt die hydrodynamische Leistungsübertragung zwischen Motor und Lastschaltgetriebe. In einem gemeinsamen Gehäuse befinden sich

Pumpenrad, Turbinenrad und Leitrad. Das Pumpenrad ist mit der Antriebswelle, das Turbinenrad mit der Abtriebswelle und das Leitrad mit dem Gehäuse verbunden. Das leistungsübertragende Öl zirkuliert zwischen Pumpenrad und Turbinenrad. Bei der Übertragung der Motordrehmomente dreht das Turbinenrad entsprechend dem Schlupf etwas langsamer als das Pumpenrad.

Als Dauerbremseinrichtung wird ein Retarder, der als hydrodynamische Strömungsbremse wirkt, eingesetzt. Er wandelt beim Abbremsen die mechanische Leistung verschleißarm in Wärmeleistung um. Er wirkt über Getriebe und Achsübersetzung auf alle vier Antriebsräder. Wenn der Retarder vom Fahrer betätigt wird, wird automatisch der Lock-Up geschaltet. Der Lock-Up verbindet dann Pumpen- und Turbinenrad des Drehmomentwandlers mechanisch.

Für den Transportwagen sind eine Betriebs- und eine Feststellbremse vorgesehen, die jeweils auf alle Räder wirken. Die Betriebsbremse ist eine hydraulische Zweikreisbremsanlage. Die Feststellbremse wirkt über den Antriebsstrang auf alle vier Räder. Sie ist eine Federspeicherbremse, die bei Stillstand des Motors automatisch einfällt. Die Feststellbremse kann bei Ausfall des Motors gelüftet werden.

Der Transportwagen ist mit einem 24-V-Bordnetz ausgerüstet.

Die Verriegelung für die Transporteinheiten erfolgt durch klappbare Aufsetzapfen, die manuell verstellt werden. Diese Aufsetzapfen sind schon vor dem Aufsetzen einer Transporteinheit positioniert. Sie prüfen die unteren Eckbeschläge der Transporteinheiten. Die formschlüssige Verriegelung wird überwacht und in der Fahrerkabine angezeigt.

Zur Überwachung der Position des Transportwagens am Distanzhalter des Portalhubwagens werden Lichtschranken in der Firste des Füllortes oberhalb des Knickgelenkes und Näherungsschalter am Distanzhalter angebracht. Diese steuern Signallampen an, die sich am Distanzhalter befinden und die korrekte Position anzeigen.

Die Oberflächen des Transportwagens werden mit einem dekontaminierbaren Deckanstrich versehen.

Die Fahrerkabine ist an der Rückwand in Richtung Abfallgebinde und an beiden Seitenflächen abgeschirmt. Die Abschirmdicken betragen jeweils 5,3 cm Glas, 6,3 cm Stahl oder 2,2 cm Blei. Der Abschirmfaktor beträgt jeweils 6,5 /EU 208/. Auf dieser Basis wird vom Antragsteller für den Fahrer eines Transportwagens eine tätigkeitsbezogene Dosis von 2,2 mSv im Jahr abgeschätzt /EU 72.5/.

Der Transportwagen ist in den QS-Bereich 3.1 eingestuft /EU 344/. Die Auslegungsanforderungen und QS-Maßnahmen sind in der Systembeschreibung /EU 208/ beschrieben. Der Antragsteller hat in der Prüfliste /EU 316/ für die wiederkehrenden Prüfungen Sicht- und Funktionsprüfungen vorgesehen. Diese Prüfungen werden vierteljährlich bzw. alle 200 h von fachkundigen Personen, halbjährlich bzw. vierteljährlich von fachkundigen Aufsichtspersonen und jährlich von Sachverständigen durchgeführt.

### Bewertung

Der Transportwagen wird nach den vom Oberbergamt erlassenen Fahrzeugbauvorschriften /15/ sowie nach den Festlegungen der Systembeschreibung /EU 208/ gebaut. In der Systembeschreibung sind die Erfahrungen, die im untertägigen Betrieb von Fahrzeugen gesammelt wurden und die Anforderungen, die aus den Störfalluntersuchungen /EU 228/ abgeleitet werden /EU 323, EU 324/, festgelegt.

Aufgrund der Maschinenverordnung /67/ ist die Maschinenrichtlinie /34/ auch für Fahrzeuge über und unter Tage anzuwenden. Festlegungen zu Bauartzulassungen durch das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld sind im EG-Rahmen oder im nationalen Rahmen nicht getroffen worden. In den Komponentenbeschreibungen des Antragstellers sind Anforderungen an Auslegung und Prüfung des Transportwagens, einzeln aufgeführt. Die bisherigen Erfahrungen im über- und untertägigen Betrieb eines Bergwerks basieren auf Vorschriften und Richtlinien des Oberbergamtes. Da diese Erfahrungen auch in die Störfallbetrachtungen des Antragstellers eingeflossen sind, wurden diesbezüglich Festlegungen in der Systembeschreibung Einlagerungssystem getroffen /EU 208/. Die Vorprüfung, die Abnahmeprüfung und die wiederkehrenden Prüfungen werden von einem Sachverständigen der Behörde durchgeführt. Wir empfehlen, die Auswahl des Sachverständigen mit dem Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld abzustimmen.

Die Rampen und Wendeln können Neigungen von ca. 12 % haben. Da das Fahrzeug aber für Neigungen von 25 % ausgelegt wird, haben der Antrieb und die Betriebsbremse ausreichende Reserven für den Betrieb in der Einlagerungstransportstrecke.

Aufgrund der Störfalluntersuchungen des Antragstellers /EU 208/ ist die Transportgeschwindigkeit auf 4 m/s (14,4 km/h) begrenzt. Der Transportwagen wird für eine Geschwindigkeit von 10 km/h ausgelegt und hält deshalb bei Betrieb in der Ebene die gemäß Störfalluntersuchungen maximal zulässige Geschwindigkeit sicher ein. Im Gefällebetrieb kann die Hangabtriebskraft eine beschleunigte Bewegung des Fahrzeuges bewirken. Der Fahrer kann in diesem Fall das Fahrzeug mit der Betriebsbremse auch aus einer überhöhten Geschwindigkeit auf die Grenzgeschwindigkeit von max. 4 m/s und weiter bis zum Stillstand abbremsen. In einem Gefälle von 25 % wirkt dann eine Abbremsung von mindestens 10 %. Das entspricht bei dem vorgesehenen maximalen Gefälle in der Einlagerungstransportstrecke von 12 % /EU 279/ einer Abbremsung von mindestens 23 % beim Bremsen mit der Betriebsbremse. Die Feststellbremse kann das Fahrzeug im Gefälle im Stillstand halten.

Wenn die Betriebsbremse im Gefälle als Dauerbremse eingesetzt wird, werden die Radbremsen entsprechend der Bremsleistung stark erwärmt. Um dieses zu verhindern, soll ein Retarder mit Lock-Up als Dauerbremseinrichtung eingesetzt werden. Hierzu ist es erforderlich, daß der Retarder mit dem Motorbremsmoment in der Lage ist, die Hangabtriebskraft bei dem maximalen Gefälle bei der maximalen Geschwindigkeit von 4 m/s aufzuheben. Dadurch kann erreicht werden, daß das Fahrzeug mit einer Beharrungsgeschwindigkeit von weniger als 4 m/s im Gefälle ohne Betätigen der Betriebsbremse fahren kann. Der Antragsteller hat gemäß Komponentenbeschreibung /EU 208/ den Retarder mit Lock-Up als Dauerbremseinrichtung vorgesehen, ohne die Auslegungsbedingungen zu spezifizieren. Die Auslegung von Retarder und Lock-Up oder des hydraulischen Wandlers sowie das Einhalten und die Begrenzung der maximalen Geschwindigkeit ist im Rahmen der Vor-, Bau- und Abnahmeprüfungen dem Sachverständigen der Behörde nachzuweisen /AV 2.3.1.4-3/. Im Fahrbetrieb wird der Retarder zusammen mit dem Lock-Up vom Fahrer ein- und ausgeschaltet, damit das Fahrzeug mit einer an die Strecke angepaßten Geschwindigkeit gefahren werden kann /EU 208/. Wir halten es für erforderlich, daß auch im Gefälle die maximale Fahrzeuggeschwindigkeit auf 4 m/s konstruktiv begrenzt und

überwacht wird, damit die Randbedingungen der Störfalluntersuchungen auch ohne Eingriff des Fahrers durch technische Einrichtungen, wie z.B. Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen, eingehalten werden können (vgl. AV 2.3.1.4-3). Dieses kann bei Erreichen der Grenzgeschwindigkeit zum Beispiel durch automatisches Zuschalten von Retarder mit Lock-Up erreicht werden.

Voraussetzung für die Übertragung der Motor- und Bremsmomente auf die Fahrbahn ist eine ausreichende Reibung. Die Fahrzeugbetriebsrichtlinien /16/ des Oberbergamtes geben vor, daß ein Betrieb der Fahrzeuge nur bei ausreichenden Fahrbahnverhältnissen zulässig ist. Da weiterhin nach den Fahrzeugbetriebsrichtlinien des Oberbergamtes /16/ und den Vorgaben des Antragstellers im BHB/ZHB /EU 316/ nur ausgebildete Fahrer eingesetzt werden, kann mit den vorgesehenen technischen Möglichkeiten sichergestellt werden, daß keine Geschwindigkeiten über 4 m/s auftreten, sofern unsere Auflagenvorschläge berücksichtigt werden.

Mit dem Konzept der Überwachung der Verriegelungsvorrichtungen des Transportfahrzeuges werden die Auslegungsanforderungen /EU 324/, die sich aus der Störfallanalyse ergeben, erfüllt.

Die Systembeschreibung /EU 208/ enthält ausreichende Vorgaben für die Dimensionierung der Verriegelungsvorrichtung sowie zum Prüfumfang der Vor-, Bau- und Abnahmeprüfungen.

Der Fahrer des Transportwagens wird durch die abgeschirmte Fahrerkabine vor der Strahlung der transportierten Abfallgebindinges geschützt. Die Personendosis aus dieser Quelle haben wir durch eigene Rechnungen abgeschätzt. Den Reduktionsfaktor 2 haben wir dabei nicht berücksichtigt (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens). Die von uns ermittelte Dosis beträgt bei den vorgesehenen Wandstärken der Abschirmmaterialien etwa 4,6 mSv im Jahr.

Zusätzlich zur Strahlung des transportierten Gebindinges kann bei einer nahezu gefüllten Einlagerungskammer die Strahlung des Gebindingestapels durch die unabgeschirmte Frontseite zur Dosis des Fahrers beitragen. Die Höhe dieses Beitrags hängt vom Abstand des Gebindingestapels, der Dosisleistung der dort eingelagerten Gebindinge und von der Arbeitszeit in diesem Bereich ab. Sie kann unter ungünstigen Randbe-

dingungen bei der Befüllung einer Einlagerungskammer mehr als 1 mSv pro Jahr betragen. Wir halten es deshalb für vernünftig, diesen Beitrag der Strahlenexposition des Transportwagenfahrers durch organisatorische Maßnahmen zu reduzieren. Mögliche Schutzmaßnahmen sind beispielsweise, in der Nähe der Entladekammer bevorzugt Gebinde mit niedriger Dosisleistung oder große Gebinde einzulagern (vgl. AV 2.3.1.2-1).

Eine Abschirmung der Frontseite der Fahrerkabine halten wir nicht für erforderlich, da sich die Strahlenexposition durch organisatorische Maßnahmen ausreichend reduzieren läßt. Eine besondere Abschirmung von Dach und Boden der Fahrzeugkabine halten wir ebenfalls für nicht erforderlich, da Streustrahlung nur einen geringen Beitrag zur Dosis liefert. Die Abschirmwirkung der Rückwand kann beispielsweise noch um einen Faktor 2 verbessert werden, wenn die Wandstärke von Stahl- oder Bleiglasabschirmungen um ca. 2 cm vergrößert wird. Die Seitenwände der Fahrerkabine müssen nach unserer Abschätzung nicht in gleichem Maße abgeschirmt werden wie die Rückseite. Wir halten die Verstärkung der dem transportierten Gebinde zugewandten Rückseite der Fahrerkabine um ca. 2 cm für erforderlich, sofern dies unter Beachtung statischer und dynamischer Randbedingungen des Fahrzeugs konstruktiv möglich ist. Hierbei können auch die Massen der Fahrerkabine umverteilt werden /AV 2.3.1.4-4/.

Die Strahlenexposition durch Radon-Folgeprodukte in der Kabinenluft bewerten wir in Kap. 3.4.6.2 dieses Gutachtens.

Der Transportwagen ist zutreffend in den QS-Bereich 3.1 eingestuft.

Der Antragsteller hat die Prüfarm und Prüfbeteiligung für die wiederkehrenden Prüfungen in der Prüfliste /EU 316/ ausreichend festgelegt. Vor Aufnahme des Betriebes des Endlagers sind Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen zu erstellen und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Wir haben keine Bedenken, den Transportwagen entsprechend den Festlegungen in der Komponentenbeschreibung zu errichten, in Betrieb zu setzen und zu betreiben, sofern unsere Auflagenvorschläge berücksichtigt werden.

### 2.3.1.4.4 Verkehrslenkung unter Tage

Aufgabe der Verkehrslenkung unter Tage ist es, Zusammenstöße von Fahrzeugen beim Transport vom Füllort zur Einlagerungskammer zu verhindern.

Die untertägige Verkehrslenkung auf der Einlagerungstransportstrecke erfolgt durch ein über Lichtzeichen gesteuertes Blocksysteem /EU 208/. An Kreuzungen, Einmündungen und Ausweichstellen der Einlagerungstransportstrecke werden vom Füllort bis zur Einlagerungskammer detektor- und funktionsüberwachte Lichtsignalanlagen installiert /EU 208/. Der Verkehr auf den Einlagerungstransportstrecken wird vom Verkehrslenkungsrechner im örtlichen Leitstand des Füllortes über die Lichtzeichenanlagen an den Ausweich-(Begegnungs-)stellen und Einmündungen gelenkt und mit den Detektoren überwacht. Nach der Komponentenbeschreibung /EU 208/ wird die Einfahrt in einen Streckenabschnitt nur freigegeben, wenn sich keine Fahrzeuge in ihm befinden und die anderen Zufahrten gesperrt sind. Beim Einfahren eines Fahrzeuges in einen gesperrten Streckenabschnitt wird dort vor Ort und im örtlichen Leitstand Alarm ausgelöst.

Die Einfahrt der beladenen Transportfahrzeuge in die Einlagerungskammern wird ebenfalls durch Ampeln geregelt. Eine Freigabe erfolgt nur, wenn das Stapelfahrzeug seine Warteposition in der Entladekammer eingenommen hat. Die Lichtzeichen werden unter Berücksichtigung des Bremsweges der Fahrzeuge bei ungünstigsten Fahrbedingungen so installiert, daß die Fahrzeugführer bei Erkennen des Lichtzeichens ihre Fahrzeuge bis zum vorgesehenen Haltepunkt abbremsen können.

Zwischen den Fahrzeugführern und dem Personal des örtlichen Leitstandes besteht eine Sprechverbindung über die Grubenfunkanlage.

Fahrten von Fahrzeugen der Betriebsaufsicht, des Strahlenschutzes und von Sonder-einsätzen zur Behebung von Störungen in die Einlagerungstransportstrecke hinein erfolgen während des Einlagerungsbetriebes ausschließlich nach Weisung und Leitung durch den örtlichen Leitstand /EU 208/. Mit Transporteinheiten beladene Transportwagen haben Vorfahrt vor allen anderen Fahrzeugen.



Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Störfallanalyse /EU 324/ in der Systembeschreibung /EU 208/ folgende Anforderungen an die Verkehrslenkung unter Tage fest:

- Vorsorge gegen Kollision,
- Überwachung des Verkehrs.

Für die Qualitätssicherung, die Errichtung und die Inbetriebsetzung werden die Festlegungen der Systembeschreibung /EU 208/ und damit auch die EIBergV /3/, die DIN/VDE 0832 /64/ und die Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) /65/ zugrunde gelegt.

Regelungen für den anomalen Betrieb werden nach den Festlegungen der Systembeschreibung /EU 208/ im Zechenbuch/Betriebshandbuch (ZB/BHB) vorgesehen.

Die Verkehrslenkung unter Tage ist in den QS-Bereich 3.1 /EU 344/ eingestuft. In der Prüfliste /EU 316/ sind jährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch fachkundige Personen und zweijährige Sicht- und Funktionsprüfungen durch Sachverständige vorgesehen.

### Bewertung

Die Verkehrslenkeinrichtungen unter Tage sind sicherheitstechnisch wichtig, weil sie der Verhinderung von Kollisionen und dadurch verursachten möglichen Fahrzeugbränden dienen.

In der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ werden die technischen Maßnahmen, durch die die Funktion des "Lichtzeichen gesteuerten Blocksystems" gewährleistet wird, ausreichend festgelegt. Ausreichende Vorsorge gegen Kollisionen ist getroffen, da

- überwacht wird, ob sich in einer Strecke ein Fahrzeug befindet,
- eine Strecke gesperrt wird, wenn sich in ihr ein Fahrzeug befindet und
- bei Überfahren eines "Stop"-Signals Alarm im Signalbereich und im örtlichen Leitstand ausgelöst wird.

Die Vorfahrtsregelung für mit Abfallgebinden beladene Transportwagen wirkt vorteilhaft für den Strahlenschutz der Transportwagenfahrer.

Bei einer Geschwindigkeit von 10 km/h und auslegungsgemäßen Fahrzeug- und Fahrbahnverhältnissen ergeben sich Anhaltewege von etwa 7 m mit der Betriebsbremse und 10 m mit der Feststellbremse. Deshalb sind bei der Anordnung der Lichtzeichenanlage keine besonderen Anforderungen zu stellen.

Prüfumfang und Prüfbeteiligung bei Herstellung und Errichtung sind in der Komponentenbeschreibung ausreichend festgelegt.

Die Verkehrslenkung unter Tage ist zutreffend in den QS-Bereich 3.1 eingestuft. Ergänzend zu dem vom Antragsteller vorgesehenen Prüfumfang für die wiederkehrenden Prüfungen, halten wir halbjährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch fachkundige Personen und jährliche Sicht- und Funktionsprüfungen durch fachkundige Aufsichtspersonen für erforderlich, um eine ausreichende Betriebssicherheit zu erreichen. Die Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen sind vor Aufnahme des Betriebs des Endlagers einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Wir haben keine Bedenken, die Verkehrslenkung unter Tage zu errichten, in Betrieb zu setzen und zu betreiben, sofern unsere Auflagenvorschläge erfüllt werden.

### **2.3.1.4.5 Stapelfahrzeug**

Das Stapelfahrzeug entlädt den Transportwagen in der Entladekammer, fährt die Transporteinheit in die Einlagerungskammer bis zum Gebindestapel und lagert dort das Abfallgebinde ein. Tausch- und Transportpaletten werden vor dem Gebindestapel abgesetzt, um die zylindrischen Abfallgebinde einzeln einlagern zu können. Das Stapelfahrzeug transportiert die leeren Paletten zurück bis vor die Entladekammer, um sie nach dem nächsten Entladen auf den Transportwagen zu setzen.

Die Einlagerungskammern haben nach den Festlegungen des Antragstellers in der Systembeschreibung Planung Grubengebäude /EU 279/ Neigungen von höchstens 2,5 %.

Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Systembeschreibung /EU 208/ folgende Anforderungen an das Stapelfahrzeug fest:

- Absetzmöglichkeit der Transporteinheit bei längerfristigen betrieblichen Störungen,
- Begrenzung der Transporthöhe bei Beförderung der Abfallbinde auf höchstens 0,5 m,
- Anzeige der Hubhöhe,
- Kommunikationseinrichtung zwischen dem Stapelfahrzeug, dem örtlichen Leitstand im Füllort und dem Transportwagen,
- Vermeiden von Kollision mit Fahrgeschwindigkeiten größer als 4 m/s,
- Begrenzung der möglichen Absturzhöhe auf höchstens 5 m,
- Begrenzung der Brandlast,
- Dekontaminierbarkeit des Stapelfahrzeuges und seiner Einrichtungen,
- Abschirmung für das Bedienungspersonal.

Das Stapelfahrzeug ist ein allradangetriebenes Fahrzeug /EU 208/. Es besteht im wesentlichen aus:

- Fahrgestell mit Knickgelenk,
- hydrodynamischem Antrieb,
- Starrachsen,
- Bremssystem,
- Lenkung,
- Hubgerüst mit Lastaufnahmeeinrichtungen,
- elektrischer Anlage,
- abgeschirmter Fahrerkabine.

Außerdem ist es mit einer bordfesten Feuerlöschanlage und mit Handfeuerlöschern ausgestattet. Zur Beschreibung und Bewertung dieser Einrichtungen verweisen wir auf Kap. 2.4.2.3 dieses Gutachtens.

Vorder- und Hinterrahmen des Fahrgestells sind durch ein Knickgelenk miteinander verbunden. Die Lenkung des Fahrzeugs erfolgt über zwei doppelwirkende Hydraulikzylinder.

der, die am Knickgelenk eine Winkelbewegung herbeiführen. Der maximale Knickwinkel ist durch starre Anschläge begrenzt. Zusätzlich ist eine Notlenkeinrichtung vorgesehen.

Für das Stapelfahrzeug ist eine Betriebs- und eine Feststellbremse vorgesehen, die jeweils auf alle Räder wirken. Die Betriebsbremse ist eine zweikreisige hydraulische Fremdkraftbremsanlage, die in getrennten Bremskreisen jeweils auf Vorder- und Hinterräder wirkt. Die Feststellbremse wirkt über den Antriebsstrang auf alle vier Räder. Sie ist eine Federspeicherbremse, die bei Stillstand des Dieselmotors automatisch einfällt. Sie kann auch bei Ausfall des Motors gelüftet werden. Als zusätzliche Dauerbremseinrichtung ist ein zuschaltbarer Retarder vorgesehen. Der Drehmomentwandler erhält einen Lock-up, der das Pumpen- mit dem Turbinenrad im Drehmomentwandler mechanisch verbinden kann und zusammen mit dem Retarder geschaltet wird (hierzu siehe auch Kap. 2.3.1.4.3 dieses Gutachtens).

Das Hubgerüst wird entweder mit einem Teleskopmast oder mit einem kippbaren Hubmast ausgerüstet. Die Hubbewegung wird entweder durch Hydraulikzylinder oder Hydromotoren ausgeführt. Die Lastaufnahmeeinrichtung kann quer zur Fahrtrichtung bewegt und geschwenkt werden.

Der Hubwagen trägt die Lastaufnahmeeinrichtungen. Im Hubgerüst wird der Hubwagen durch Ketten oder Hydromotoren bewegt. Als Lastaufnahmeeinrichtungen sind für die Handhabung der Tauschpaletten und zylindrischen Abfallgebilde Gabelzinken, zur Handhabung der Container Spreaderhaken vorgesehen. Gabelzinken und Spreaderhaken können von der Fahrerkabine aus auf die unterschiedlichen Aufnahme- und Anschlagpunkte der Abfallgebilde eingestellt werden. Die Container werden mit Spreaderhaken aufgenommen und an der unteren Seitenwand vom Hubwagen des Stapelfahrzeugs abgestützt.

Zusätzlich zu den vom Dieselantrieb des Fahrzeugs betriebenen Nebenaggregaten wird durch einen elektrohydraulischen Hilfsantrieb ein kontrolliertes Absetzen der Last und eine Lenkfähigkeit bei Ausfall des Motors oder des Hydraulikaggregates ermöglicht. Die Hydraulik für die Hubeinrichtung ist mit Rohrbruchsicherungen ausgerüstet, um die Last auch bei Rohr- oder Schlauchbruch sicher zu halten. Es sind zwei Hydromotoren vorgesehen, wobei ein Hydromotor die Last noch sicher absetzen kann.

Das Stapelfahrzeug hat eine Tragfähigkeit von 20 t. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt maximal 10 km/h. Die Hubgeschwindigkeit beträgt maximal 0,2 m/s. Als Nutzhub sind 4,08 m vorgesehen.

Das Einrasten der Spreaderhaken in die Eckbeschläge der Transporteinheiten wird dem Fahrer in der Kabine angezeigt. Zusätzlich kann er über Videokamera und Monitore die Lastaufnahme beobachten.

Der Fahrer ist über die Grubenfunkanlage mit dem örtlichen Leitstand am Füllort und dem Transportwagen verbunden.

Für die Abschirmung der Fahrerkabine werden Abschirmfaktoren für die Frontseite von 30, für das Dach von 6,5 und für beide Seitenflächen von 4 vorgegeben. Dafür werden folgende Materialstärken benannt /EU 208/

	Frontseite cm	Dach cm	Seitenflächen cm
Glas (5,2 g/cm <sup>3</sup> )	9,0	5,3	4,0
Stahl (7,85 g/cm <sup>3</sup> )	9,9	6,3	5,0
Blei (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	3,8	2,2	1,7

Die tätigkeitsbezogene Dosis wird vom Antragsteller zu 1,4 mSv im Jahr für die Einlagerung von Containern und zu 2,6 mSv im Jahr für die Einlagerung von zylindrischen Abfallgebänden berechnet /EU 72.5/. Das Fahrzeug wird mit einem dekontaminierbaren Anstrich versehen /EU 208/.

Die Anforderungen an die Auslegung, an die Ausführung und an die Maßnahmen zur Qualitätssicherung legt der Antragsteller in der Komponentenspezifikation Stapelfahrzeug /EU 358/ fest. Das Stapelfahrzeug ist in den QS-Bereich 3.2 /EU 344/ eingestuft. Der Antragsteller hat in der Prüfliste /EU 316/ Sicht- und Funktionsprüfungen vorgesehen, die monatlich von fachkundigen Personen, vierteljährlich von fachkundigen Aufsichtspersonen und jährlich von Sachverständigen durchgeführt werden.

### Bewertung

Das Stapelfahrzeug wird nach den Festlegungen der Systembeschreibung /EU 208/ und der Komponentenspezifikation /EU 358/ gebaut. Aufgrund der Maschinenverordnung /67/ ist die Maschinenrichtlinie /34/ u.a. auch für Fahrzeuge über und unter Tage anzuwenden. Festlegungen zu Bauartzulassungen durch das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld sind im EG-Rahmen oder im nationalen Rahmen nicht getroffen worden. In der Komponentenbeschreibung /EU 208/ und der Spezifikation /EU 358/ sind Einzelanforderungen an Auslegung und Prüfung des Stapelfahrzeugs aufgeführt. Die bisherigen Erfahrungen im über- und untertägigen Betrieb eines Bergwerks basieren auf den Vorschriften und Richtlinien des Oberbergamtes. Da diese Erfahrungen auch in die Störfallbetrachtungen des Antragstellers eingeflossen sind, wurden diesbezüglich die Festlegungen in der Spezifikation getroffen. Die Vor-, Bau- und Abnahmeprüfung sowie die wiederkehrenden Prüfungen werden von einem Sachverständigen der Behörde durchgeführt. Wir empfehlen, die Auswahl des Sachverständigen mit dem Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld abzustimmen.

In der Systembeschreibung /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation /EU 358/ sind ausreichende Festlegungen zur Auslegung, zur Dimensionierung und zur Qualitätssicherung getroffen worden. Bei der Inbetriebsetzung wird überprüft und nachgewiesen, daß die dynamischen Belastungen auf das Fahrzeug und die Abfallgebände nicht größer sind als in den Berechnungen zugrunde gelegt wurde /EU 358/.

Die Hubeinrichtung mit kippbarem Mast und Hydromotor weicht von den Standardeinrichtungen eines Gabelstaplers ab. Um die Lebensdauer dieser Einrichtungen ausreichend bewerten zu können, sind neben der rechnerischen Auslegung Betriebserfahrungen erforderlich. Deshalb muß die Hubeinrichtung unter betriebsnahen Bedingungen erprobt werden. Dies kann zum Beispiel dadurch geschehen, daß mit dem Fahrzeug ca. 3000 Hub- und Absetzvorgänge unter Nennlast und den Bedingungen des Grubenbetriebs durchgeführt werden. Anhand der Versuchsergebnisse ist der Prüfumfang für wiederkehrende Prüfungen und der Mindestumfang für Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen festzulegen. Das Erprobungsprogramm sowie die Wartungs- und Prüfanweisungen sind einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen /AV 2.3.1.4-5/.

Hubhöhe und Geschwindigkeit des Stapelfahrzeuges sind auf die Auslegungsanforderungen abgestimmt. Die Auslegungsgeschwindigkeit des Stapelfahrzeugs hat einen ausreichenden Abstand zu der Geschwindigkeit, die bei den Störfallbetrachtungen maximal zugrunde gelegt wurde. Die Betriebs- und Feststellbremse reichen jede für sich aus, um das Stapelfahrzeug aus allen Fahrzuständen stillzusetzen. Zur Unterstützung und Schonung der Betriebsbremse kann mit dem Retarder ein zusätzliches Bremsmoment aufgebracht werden. Durch die Betriebsweise entsprechend den Richtlinien des Oberbergamtes /16/, durch die vorgesehene Auslegung, durch den Einsatz ausgebildeten Personals für die Bedienung und durch die Begrenzung des zulässigen Gefälles in den Einlagerungskammern kann sichergestellt werden, daß dort keine Geschwindigkeiten über 4 m/s auftreten, sofern bei der Motor- und Getriebeauslegung dieses berücksichtigt, der Retarder ausreichend dimensioniert und Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen vorgesehen werden (vgl. AV 2.3.1.4-3).

Für den Bau und die Inbetriebsetzung des Stapelfahrzeugs sind die Vor-, Bau- und Abnahmeprüfungen in der Komponentenspezifikation /EU 358/ ausreichend festgelegt.

Mit dem zusätzlichen elektrohydraulischen Hilfsaggregat und den beiden Hubantrieben wird erreicht, daß bei Störungen die Last abgesenkt werden kann.

Die Aufnahme von beladenen Containern mit einem Seitenrahmenspreader ist eine Besonderheit, die nicht in DIN-ISO-Normen geregelt ist. Die Aufhängung führt zu anderen Beanspruchungen der Container-Eckbeschläge. Container können allerdings auch mit einem Seitenrahmenspreader sicher angeschlagen und transportiert werden, wenn diese hierfür ausreichend qualifiziert sind. Deshalb wird entsprechend den Festlegungen für die Bauartprüfung der Container /EU 240/ für diese Art der Handhabung eine Belastungsprüfung mit der zweifachen Nennlast durchgeführt (vgl. Kap. 2.5.1.2.2 dieses Gutachtens).

Nach den Endlagerungsbedingungen /EU 117, EU 240/ soll ein Container mit dem Seitenrahmenspreader an zwei oberen und zwei unteren ISO-Ecken aufgenommen werden. Die Systembeschreibung beschreibt diesen Belastungsfall nicht ausrei-

chend. Bei der Konstruktion und dem Bau des Stapelfahrzeugs muß dies beachtet werden /AV 2.3.1.4-6/.

Die Bemessungsvorgabe für das Stapelfahrzeug ist auch für diesen Belastungsfall in der Komponentenspezifikation ausreichend festgelegt.

Der Fahrer des Stapelfahrzeugs wird durch die abgeschirmte Fahrerkabine vor Strahlung geschützt. Zur Überprüfung der tätigkeitsbezogenen Personendosis haben wir eigene Abschätzungen unter folgenden Randbedingungen durchgeführt:

- Der Reduktionsfaktor 2 wird nicht berücksichtigt (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens),
- Wir nehmen eine mittlere Strahlungsenergie von 0,8 MeV an (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens).

Wir bestätigen die Aussage des Antragstellers, daß die Einlagerung von zylindrischen Abfallgebinden zu höheren tätigkeitsbezogenen Personendosen führt als die Einlagerung von Containern. Für die Einlagerung von Containern berechnen wir eine Personendosis von bis zu 6,9 mSv im Jahr und für zylindrische Abfallgebinde eine Personendosis von bis zu 9,4 mSv im Jahr. Für beide Fälle unterstellen wir längere Handhabungszeiten vor der Stapelwand als der Antragsteller. Wir haben ebenso wie der Antragsteller die Wandstärken berücksichtigt, die der Antragsteller für die Fahrerkabine angegeben hat.

Das Stapelfahrzeug weist Baugruppen auf, die zwischen der Fahrerkabine und dem zu transportierenden Gebinde angeordnet sind. Hierbei handelt es sich um das Hubgerüst mit dem Hubwagen und seinen Antrieben. Diese Strukturen tragen nach unserer Erfahrung dazu bei, die Abschirmwirkung für den Fahrer mindestens um den Faktor 2 zu verbessern. Außerdem werden die Grenzwerte für die Dosisleistung der Gebinde nicht immer ausgeschöpft, so daß auch deshalb mit einer niedrigeren Strahlenexposition des Fahrers zu rechnen ist. Eine weitere Verbesserung der Abschirmung durch Verstärkung der Wände kann nach unserer Einschätzung nicht gefordert werden, ohne die Standsicherheit, das Fahrverhalten und die Statik des Fahrzeugs zu gefährden.

Wir weisen außerdem darauf hin, daß der Strahlenschutz des Fahrers bei der Anlieferung von Paletten dadurch verbessert werden kann, wenn die Einzelgebinde in



größerem Abstand von der Stapelwand von der Tausch- oder Transportpalette genommen werden, als dies der Antragsteller vorgesehen hat. Dies ist im Rahmen der vom Antragsteller vorgesehenen Erprobung der Arbeitsabläufe vor Beginn der Einlagerung und während der ersten Einlagerungsphase zu überprüfen (vgl. AV 2.3.1.2-1).

Die Strahlenexposition des Fahrers durch Radon-Folgeprodukte in der Kabinenluft behandeln wir in Kap. 3.4.6.2 dieses Gutachtens.

Zum Brandschutz nehmen wir in Kapitel 2.4 dieses Gutachtens Stellung.

Das Stapelfahrzeug ist zutreffend in den QS-Bereich 3.2 eingestuft. Die Prüffart, Prüffristen und Prüfbeteiligungen sind als Mindestumfang ausreichend festgelegt. Weitere Anforderungen aus der Betriebsanleitung sind zu berücksichtigen. Die Prüfanweisungen für wiederkehrende Prüfungen müssen einem unabhängigen Sachverständigen vor Aufnahme des Betriebs zur Prüfung vorgelegt werden (vgl. AV 2.3.1.2-5).

Wir haben keine Bedenken, das Stapelfahrzeug entsprechend den Festlegungen in der Systembeschreibung /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation /EU 358/ zu errichten, in Betrieb zu setzen und zu betreiben, sofern unsere Auflagenvorschläge berücksichtigt werden.

### 2.3.1.5 Versatzsystem

Die untertägigen Hohlräume werden mit geeignetem Versatzmaterial verfüllt. In die Einlagerungskammern wird abschnittsweise je nach Einlagerungsfortschritt Pumpversatz eingebracht /EU 404/. Andere untertägige Hohlräume werden mit Schleuderversatz verfüllt /EU 390/. Im vorliegenden Gutachten behandeln wir das Einbringen von Pumpversatz in die Einlagerungskammern. Auf den Schleuderversatz gehen wir nicht ein, da hier ausschließlich bergtechnische Anforderungen zum Tragen kommen, die vom Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld beurteilt werden.

Die Einlagerungskammern werden in Abschnitten von ca. 50 m versetzt /EU 404/. Dazu wird in einer einlagerungsfreien Schicht vor der Gebindestapelwand eine Versatzwand

aus Spritzbeton errichtet. Nach dem Abbinden des Spritzbetons wird der Hohlraum in dem Einlagerungsabschnitt verfüllt. Beim Pumpversatz handelt es sich um ein pumpfähiges Gemisch aus Zement, aufbereitetem Haufwerk und Wasser.

Zur Errichtung der Versatzwand und zum Einbringen des Pumpversatzes dient das Spritzmanipulatorfahrzeug (vgl. Kap. 2.3.1.5.1 dieses Gutachtens), welches durch das Versatztransportfahrzeug (vgl. Kap. 2.3.1.5.2 dieses Gutachtens) mit Beton oder Pumpversatz versorgt wird.

Für die Inbetriebnahme des Versatzsystems sieht der Antragsteller nach der Systembeschreibung Pumpversatz /EU 404/ eine Funktionsprüfung der jeweiligen Komponenten, eine Funktionsprüfung mit Teilsystemen und anderen Komponenten und eine Funktionsprüfung bei eingelagerten radioaktiven Abfällen vor (vgl. Kap. 2.1.2.2 dieses Gutachtens, AV 2.1-2).

### **2.3.1.5.1 Spritzmanipulatorfahrzeug**

Mit dem Spritzmanipulatorfahrzeug wird die Versatzwand nach einem vorgegebenen Spritzschema und entsprechender Düsenführung mit dem Spritzmanipulator aufgebaut /EU 413/. Die Versatzwand wird mindestens 50 cm stark und soll nach den Angaben des Antragstellers innerhalb einer Schicht errichtet werden. Nach dem Aufbau der Versatzwand wird mit Hilfe des Spritzmanipulatorfahrzeugs der Pumpversatz in den dahinterliegenden Kammerabschnitt gepumpt.

Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Komponentenbeschreibung /EU 407/ folgende Anforderungen an das Spritzmanipulatorfahrzeug fest:

- Abschirmung für das Bedienungspersonal,
- Erstellen der gesamten Versatzwand von einem Standort aus,
- Eignung für Spritzbeton und Dickstoff (Pumpversatz),
- Dekontaminierbarkeit des Spritzmanipulatorfahrzeugs und seiner Einrichtungen,
- Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit auf maximal 10 km/h,
- Begrenzung des zulässigen Gesamtgewichts auf 50 t,

- Begrenzung der Brandlast.

Das Spritzmanipulatorfahrzeug ist ein allradantriebenes Fahrzeug mit folgenden wesentlichen Konstruktionselementen:

- Motor- und Hinterrahmen mit Knickgelenk,
- hydrodynamischer Fahrtrieb,
- Antriebsachsen,
- Bremssystem,
- Lenkung,
- Spritzmanipulator,
- Betonpumpe,
- Leitungstrommel,
- höhenverstellbare, abgeschirmte Fahrerkabine für Vorwärtsfahrt und Bedienung des Spritzmanipulators,
- abgeschirmte Fahrerkabine für Rückwärtsfahrt.

Seine elektrische Anlage besteht aus dem Bordnetz und einer Schaltanlage mit Netzanschluß für den Antrieb der Elektromotoren des Spritzmanipulators, der Betonpumpe, der Treibluftanlage und der Wasserpumpe. Das Bordnetz ist für eine Spannung von 24 V ausgelegt. Die Speisung erfolgt über Batterie/Lichtmaschine. Die Schaltanlage wird über eine Leitungstrommel mit Schleppleitung und Netzanschlußstecker aus dem Netz gespeist. Der Netzanschluß wird von Hand hergestellt; die Anschlußstelle befindet sich etwa 30 m von der Gebindestapelwand entfernt in der Strecke /EU 72.5/. Die Elektromotoren werden von den Fahrerkabinen aus manuell geschaltet. Die Leitungstrommel wird vom Fahrmotor angetrieben. Außerdem ist das Spritzmanipulatorfahrzeug mit einer bordfesten Feuerlöschanlage und zwei Handfeuerlöschern ausgestattet. Zur Beschreibung und Bewertung dieser Einrichtungen verweisen wir auf Kap. 2.4.2.3 dieses Gutachtens.

Die Fahrerkabine wird nach Angabe des Antragstellers an der Frontseite mit einem Faktor 8 abgeschirmt; der Abschirmfaktor von Seitenwänden, Dach und Boden beträgt 3. Die Fahrerkabine für Rückwärtsfahrt ist an der Rückwand mit einem Faktor 2 abgeschirmt /EU 407/. Für die Berechnung der Strahlenexposition des Fahrers wird angenommen, daß pro Jahr 13 Versatzabschnitte von je ca. 50 m Länge mit einer Versatz-

wand geschlossen und anschließend mit Pumpversatz befüllt werden /182, EU 406, EU 407/. Für das Errichten der Versatzwände wird dabei eine Arbeitszeit von 78 h im Jahr und ein Abstand vom Gebindestapel von 10 m zugrunde gelegt /EU 72.5/.

Bei einem vom Antragsteller durchgeführten Demonstrationsversuch über Tage /EU 474/ wurden die Abfallgebände nach einer Arbeitszeit von 6 h vollständig von der Spritzbetonwand verdeckt. Eine gesonderte Vorbehandlung der Sohle vor Errichten der Versatzwand ist nicht erforderlich /EU 413/.

Der Antragsteller ermittelt für das Errichten der Versatzwand eine tätigkeitsbezogene Dosis von insgesamt 1 mSv im Jahr. Dabei hat er berücksichtigt, daß während des Errichtens der Gebindestapel in zunehmendem Maße abgeschirmt wird.

Die Arbeitszeit beim Einbringen des Pumpversatzes beträgt 396 h pro Jahr. Die fertige Versatzwand hat eine Mindeststärke von 50 cm. Die tätigkeitsbezogene Dosis beim Einbringen des Pumpversatzes ermittelt der Antragsteller mit 0,4 mSv im Jahr /EU 72.5/. Damit erhält der Fahrer des Spritzmanipulatorfahrzeugs eine Personendosis von 1,4 mSv im Jahr.

Die Anforderungen an die Auslegung, die Ausführung und an die Maßnahmen zur Qualitätssicherung legt der Antragsteller in der Komponentenbeschreibung Spritzmanipulatorfahrzeug /EU 407/ fest. Das Spritzmanipulatorfahrzeug ist in den QS-Bereich 3.1 eingestuft. In der Prüfliste /EU 316/ sind für die wiederkehrenden Prüfungen Sicht- und Funktionsprüfungen alle 200 h oder vierteljährlich durch fachkundige Personen, vierteljährlich oder halbjährlich durch fachkundige Aufsichtspersonen und jährlich durch Sachverständige festgelegt.

### Bewertung

Das Fahrzeug wird nach den Festlegungen in der Komponentenbeschreibung /EU 407/ gebaut. Aufgrund der Maschinenverordnung ist die Maschinenrichtlinie /34/ auch für Fahrzeuge über und unter Tage anzuwenden. Festlegungen zu Bauartzulassungen durch das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld sind im EG-Rahmen oder im nationalen Rahmen nicht getroffen worden. Die bisherigen Erfahrungen im über-

und untertägigen Betrieb eines Bergwerks basieren auf den Vorschriften und Richtlinien des Oberbergamtes. Da diese Erfahrungen auch in die Störfallbetrachtungen des Antragstellers eingeflossen sind, wurden diesbezüglich Festlegungen in der Komponentenbeschreibung /EU 407/ getroffen. Die Vor- und Abnahmeprüfung und die wiederkehrenden Prüfungen werden von einem Sachverständigen der Behörde durchgeführt. Wir empfehlen, die Auswahl des Sachverständigen mit dem Oberbergamt abzustimmen.

In der Komponentenbeschreibung /EU 407/ sind ausreichende Festlegungen zur Auslegung, Dimensionierung und zur Qualitätssicherung festgelegt. Insbesondere werden die bei den Störfallbetrachtungen zugrunde gelegten Geschwindigkeiten und Massen von dem Spritzmanipulatorfahrzeug eingehalten. Prüfmart, Prüfintervall und Prüfbeteiligung für die wiederkehrenden Prüfungen sind in der Prüfliste ausreichend festgelegt. Die Prüfanweisung ist vor Aufnahme des Betriebes einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5). Die Einstufung in den QS-Bereich 3.1 ist zutreffend.

Die konstruktive Begrenzung der Geschwindigkeit im Gefälle ist entsprechend den Festlegungen für den Transportwagen und für das Stapelfahrzeug vorzusehen (vgl. Kap. 2.3.1.4.3, AV 2.3.1.4-3 dieses Gutachtens).

Der Fahrer des Spritzmanipulatorfahrzeugs wird durch die abgeschirmten Fahrerka-binen vor Strahlung geschützt. Wir haben die Dosisabschätzung des Antragstellers überprüft und außerdem eigene Abschätzungen durchgeführt. Dabei legen wir den Reduktionsfaktor 2 nicht zugrunde (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens). Die vom An-tragsteller angenommene Anzahl von 13 Versatzabschnitten kann nach unserer Auffassung deutlich höher sein. Sollten zum Beispiel vor allem Container vom Typ V im Einschichtbetrieb eingelagert werden, müssten voraussichtlich 28 Versatzab-schnitte versetzt werden. Bei Einlagerung im Zweischichtbetrieb könnten noch mehr Versatzabschnitte erforderlich werden. Die maximale Anzahl der Versatzabschnitte, die von einer Person errichtet werden kann, errechnen wir aus der zulässigen Jah-resarbeitszeit des Grubenpersonals von 1200 h sowie aus dem Zeitbedarf für das Errichten einer Versatzwand und das Befüllen eines Versatzabschnittes. Wir errechnen mit diesen Randbedingungen 32 Versatzabschnitte. Dies hätte nach unserer Abschätzung eine tätigkeitsbezogene Personendosis von 5,5 mSv im Jahr zur Folge.

Der größte Teil dieser Dosis fällt bei den Arbeiten in der frontseitigen Fahrerkabine an. Die jährliche Personendosis des Fahrers des Spritzmanipulatorfahrzeugs wird gegenüber dieser Maximalabschätzung nach unserer Erwartung geringer sein, weil die Anzahl der zu errichtenden Versatzwände von uns konservativ ermittelt wurde und weil die Grenzwerte für die Dosisleistung der Gebinde nicht immer ausgeschöpft werden. Eine weitere Verbesserung der Abschirmung der Fahrerkabine durch Verstärkung der Kabinenwände und -fenster kann nur durch deutliche Erhöhung der Kabinenmasse erreicht werden. Dies kann nach unserer Einschätzung nicht gefordert werden, ohne die Tragfähigkeit der Hubeinrichtung und des Fahrzeugs selbst zu gefährden.

Mindestdicke und Abschirmfaktor der Versatzwand halten wir für ausreichend, weil die Arbeiten nach dem Errichten der Versatzwand nur wenig zur Gesamtdosis beitragen.

Die Strahlenexposition des Fahrers durch Radon-Folgeprodukte behandeln wir in Kap. 3.4.6.2 dieses Gutachtens.

Wir haben keine Bedenken, das Spritzmanipulatorfahrzeug entsprechend den Festlegungen der Komponentenbeschreibung /EU 407/ zu errichten, in Betrieb zu setzen und zu betreiben, sofern unsere Auflagenvorschläge beachtet werden.

### **2.3.1.5.2 Versatztransportfahrzeug**

Das Versatztransportfahrzeug hat nach den Festlegungen des Antragstellers in der Komponentenbeschreibung /EU 406/ die Aufgaben,

- den Frischbeton und den Dickstoff (Pumpversatz) vom Ort der Herstellung bis vor Ort zu transportieren,
- vor Ort den Frischbeton und den Dickstoff auf die nachgeschaltete Anlage zu übergeben,
- im Bedarfsfall vor Ort den Dickstoff in die Wetterbohrlöcher direkt zu verstürzen.

Es handelt sich um ein allradangetriebenes Fahrzeug mit folgenden wesentlichen Konstruktionselementen:

- Motor- und Lastrahmen mit Knickgelenk,
- hydrodynamischer Fahrtrieb,
- Starrachsen,
- Bremssystem
- hydrostatische Lenkung,
- Mischtrommel mit Übergabeeinrichtung,
- elektrischer Anlage mit 24-V-Spannung,
- 2 abgeschirmte Fahrerkabinen mit Bedienungs- und Kontrollelementen.

Die Oberflurfahrerkabine ist für die Normalfahrt und Hauptfahrtrichtung, die Unterflurkabine für die Fahrt in Gegenrichtung in der Nähe der Übergabeeinrichtung vorgesehen. Außerdem ist das Versatztransportfahrzeug mit einer bordfesten Feuerlöschanlage und zwei Handfeuerlöschern ausgestattet. Zur Beschreibung und Bewertung dieser Einrichtungen verweisen wir auf Kap. 2.4.2.3 dieses Gutachtens.

Der Antragsteller legt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Störfallanalyse /EU 324/ in der Komponentenbeschreibung /EU 406/ folgende Anforderungen an das Versatztransportfahrzeug fest:

- Abschirmung für das Bedienungspersonal,
- dosiertes Austragen von Frischbeton und Dickstoff,
- Entleermöglichkeit der Mischtrommel bei Betriebsstörungen,
- Dekontaminierbarkeit des Versatztransportfahrzeuges und seiner Einrichtungen,
- Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit auf 12 km/h,
- Begrenzung der Brandlast.

Die Frontfläche der Unterflur-Fahrerkabine und die Rückwand der Oberflur-Fahrerkabine sind mit einem Faktor 2 abgeschirmt. Die Abschirmfaktoren von Seitenflächen, Dach und Boden beider Kabinen betragen 1,5.

Zur Übergabe von Frischbeton oder Dickstoff wendet das Fahrzeug in der Entladekammer und fährt dann rückwärts an das Spritzmanipulatorfahrzeug heran. Beim Erstellen des vorletzten und des letzten Versatzabschnittes wendet das Fahrzeug schon vor Erreichen der Entladekammer an einem geeigneten Ort /EU 406/. Für den Transport des

Frischbetons zum Errichten der Versatzwand werden in der Regel zwei Versatztransportfahrzeuge eingesetzt /EU 404/.

Bei der Berechnung der Dosis geht der Antragsteller von 13 Versatzabschnitten von je 50 m Länge pro Jahr aus /182, EU 406, EU 407/. Beim Einbringen des Dickstoffes berücksichtigt er die Abschirmwirkung der fertigen Versatzwand mit einem Faktor 200 /EU 72.5/. Beim Errichten der Versatzwand trägt deren Abschirmfaktor im zeitlichen Mittel 2 /EU 72.5/. Die Abschirmwirkung der Versatzwand während der Errichtung und die der Fahrerkabinen berücksichtigt der Antragsteller jedoch nicht bei der Berechnung der tätigkeitsbezogenen Dosis. Für die Fahrer der beiden Versatztransportfahrzeuge werden jeweils 3,7 mSv/a angegeben /75/.

Das Versatztransportfahrzeug ist in den QS-Bereich 3.1 eingestuft /EU 344/. Die Auslegungsanforderungen und QS-Maßnahmen sind in der Komponentenbeschreibung /EU 406/ festgelegt. Prüffart, Prüfintervall und Prüfbeteiligung für die wiederkehrenden Prüfungen entsprechen denen des Spritzmanipulatorfahrzeugs. Sie sind in der Prüfliste /EU 316/ festgelegt.

### Bewertung

Das Fahrzeug wird nach den Festlegungen in der Komponentenbeschreibung /EU 406/ gebaut. Aufgrund der Maschinenverordnung /67/ ist die Maschinenrichtlinie /34/ auch für Fahrzeuge über und unter Tage anzuwenden. Festlegungen zu Bauartzulassungen durch das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld sind im EG-Rahmen oder im nationalen Rahmen nicht getroffen worden. Die bisherigen Erfahrungen im über- und untertägigen Betrieb eines Bergwerks basieren auf den Vorschriften und Richtlinien des Oberbergamtes. Da diese Erfahrungen auch in die Störfallbetrachtungen des Antragstellers eingeflossen sind, wurden diesbezüglich Festlegungen in der Komponentenbeschreibung getroffen /EU 406/. Die Vor- und Abnahmeprüfungen und die wiederkehrenden Prüfungen werden von einem Sachverständigen der Behörde durchgeführt. Wir empfehlen, die Auswahl des Sachverständigen mit dem Oberbergamt abzustimmen.

In der Komponentenbeschreibung sind die Anforderungen aus der Störfallanalyse hinsichtlich maximal zulässiger Geschwindigkeit und zulässiger Brandlasten zutref-



fend festgelegt. Die konstruktive Begrenzung der Geschwindigkeit im Gefälle ist entsprechend den Festlegungen für den Transportwagen und für das Stapelfahrzeug vorzusehen (vgl. Kap. 2.3.1.4.3, AV 2.3.1.4-3 dieses Gutachtens).

Prüfart, Prüfintervall und Prüfbeteiligung für die wiederkehrenden Prüfungen sind in der Prüfliste ausreichend festgelegt. Die Prüfanweisungen für wiederkehrende Prüfungen sind vor Aufnahme des Betriebes einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen (vgl. AV 2.3.1.2-5). Die Einstufung in den QS-Bereich 3.1 ist zutreffend.

Der Fahrer des Versatzfahrzeugs wird durch eine abgeschirmte Fahrerkabine vor Strahlung geschützt.

Die Aussagen des Antragstellers zur Strahlenexposition in der Systemanalyse zur Strahlenexposition des Betriebspersonals /EU 72.5/ stimmen nicht vollständig mit den neueren Planungen /EU 404, EU 406/ überein. Deshalb haben wir eine eigene Abschätzung unter folgenden Annahmen durchgeführt:

- 32 Versatzabschnitte pro Jahr (vgl. Kap. 2.3.1.5.1 dieses Gutachtens)
- Arbeitsabstand zur Gebindestapelwand:     20 m Unterflur-Kabine  
   28 m Oberflur-Kabine
- Aufenthaltszeiten in den Fahrerkabinen entsprechen den geänderten Arbeitsabläufen /EU 406/.
- Ortsdosisleistung der Transporteinheiten entsprechend den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens).

Außerdem werden folgende Abschirmfaktoren berücksichtigt:

- Fahrzeugkabinen: 2
- Versatzwand während der Errichtung: 2 (zeitliches Mittel)
- fertiggestellte Versatzwand: 180 (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens).

Die tätigkeitsbezogene Dosis der Fahrer beträgt unter diesen Annahmen maximal 1,9 mSv im Jahr für das Errichten der Versatzwände und maximal 0,2 mSv im Jahr für das Einbringen des Pumpversatzes. Der größte Teil dieser Strahlenexposition fällt in der Oberflur-Fahrerkabine an. Diese Kabine wird zusätzlich durch die Beton-

mischtrommel abgeschirmt. Deshalb halten wir die vorgesehene Abschirmung der Kabinen für ausreichend. Weitere Maßnahmen zur Verbesserung oder Optimierung der Abschirmung an den Fahrerkabinen sind nicht erforderlich.

Die Strahlenexposition des Fahrers durch Radon-Folgeprodukte behandeln wir in Kap. 3.4.6.2 dieses Gutachtens.

Wir haben keine Bedenken, das Versatztransportfahrzeug entsprechend den Festlegungen der Komponentenbeschreibung /EU 406/ zu errichten, in Betrieb zu setzen und zu betreiben sofern unsere Auflagenvorschläge beachtet werden.

### **2.3.1.6 Sonstige Einrichtungen in den Einlagerungskammern**

Im folgenden Kapitel behandeln wir weitere Arbeitsabläufe, die zur Strahlenexposition des Personals beitragen können. Es handelt sich um

- den Rückbau von Bewetterungseinrichtungen und Beleuchtungskörpern,
- den Einbau von Befüll- und Entlüftungsleitungen für den Pumpversatz,
- das Verfüllen von Wetterbohrlöchern bei Kammerlängen über 800 m,
- die Fahrbahnpflege und
- das Errichten von Kammerabschlüssen und Kammerabschlußbauwerken.

#### Rückbau von Bewetterungseinrichtungen und Beleuchtungskörpern

Mit zunehmender Befüllung der Einlagerungskammern werden die Beleuchtungskörper und die Bewetterungseinrichtungen (saugende Sonderbewetterung, fliegende Lutten-tour) zurückgebaut /EU 72.5/. Unter der Annahme, daß pro Jahr 625 m Kammerlänge befüllt werden, der Rückbau in Abschnitten von 2 m erfolgt und jeweils 3 Personen diese Arbeiten in einer Entfernung von ca. 65 m vom Gebindestoß durchführen, ermittelt der Antragsteller eine tätigkeitsbezogene Dosis von ca. 0,7 mSv je Person und Jahr /183, 184/.

Am Ende der Befüllung einer Einlagerungskammer ist der Arbeitsabstand zur Gebindestapelwand geringer als 65 m und die Ortsdosisleistung dadurch höher. Wird pro Jahr

eine Kammer befüllt, so beträgt die tätigkeitsbezogene Dosis insgesamt 1,1 mSv im Jahr /183, 184/.

### Bewertung

Wir haben die Randbedingungen und die Dosisabschätzung des Antragstellers geprüft und können diese bestätigen. Allerdings werden vom Antragsteller nicht alle für den Strahlenschutz ungünstigen Abläufe betrachtet. Bei ausschließlicher Einlagerung von Containern des Typs V können bis zu 1400 m Einlagerungskammerlänge pro Jahr befüllt werden und es können Arbeiten an drei Kammerenden erforderlich werden. Mit diesen Annahmen errechnen wir eine tätigkeitsbezogene Dosis für jeden der drei Mitarbeiter von maximal 5 mSv im Jahr. Dabei haben wir für die einzelnen Handhabungsschritte die gleichen Arbeitszeiten zugrunde gelegt wie der Antragsteller.

Die realistisch zu erwartenden Dosiswerte können zur Zeit nicht verlässlich abgeschätzt werden, weil einerseits die Arbeitszeiten nur grob geschätzt sind, andererseits die zugrunde gelegte Einlagerungslänge konservativ gewählt wurde. Wir halten es daher für erforderlich, die Strahlenexposition des Personals an diesen Arbeitsplätzen zu erfassen, die Meßwerte in den Berichten zum Strahlenschutz des Betriebspersonals darzustellen und diese der Eigenüberwachung des BfS regelmäßig vorzulegen. Der Strahlenschutzbeauftragte kann aufgrund der erfaßten Daten bei Bedarf Optimierungsmaßnahmen ergreifen. Die Eigenüberwachung kann diese Maßnahmen auf der Grundlage der Berichte veranlassen und kontrollieren (vgl. AV 3.4.2-1 und Kap. 3.4.2 dieses Gutachtens). Zur Minimierung der Strahlenexposition können Hilfsmittel zur Verbesserung der Handhabung oder Abschirmungen an Arbeitsbühnen eingesetzt werden.

### Einbau von Befüll- und Entlüftungsleitungen für den Pumpversatz

Die Montage der Rohraufhängungen für die Befüll- und Entlüftungsleitungen erfolgt im Zuge der Auffahrung der Einlagerungskammern. Die Montage und Demontage von Leitungen und Absperrarmaturen wird vor dem Einlagern der Gebinde oder nach dem Versetzen des letzten mit Gebinden befüllten Abschnittes der Einlagerungskammer durchgeführt /EU 404/.

### Bewertung

Durch die zeitliche Abfolge der Arbeiten wird der Strahlenschutz des Personals optimal berücksichtigt, da alle Arbeiten entweder ohne Direktstrahlung oder hinter der Abschirmung der jeweils letzten Versatzwand stattfinden. Wegen des hohen Abschirmfaktors der Versatzwand (ca. 180, vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens) wird die Dosisleistung auch dicht hinter der Versatzwand nur weniger als 10  $\mu\text{Sv/h}$  betragen. Da nach unserer Einschätzung keine langen Arbeitszeiten in diesem Bereich anfallen, halten wir zusätzliche Abschirmungen nicht für erforderlich.

### Verfüllen von Wetterbohrlöchern

Die Versatztransportfahrzeuge verfüllen die Wetterbohrlöcher von der Abwettersammelstrecke aus in Sturzversatztechnik. Zuvor wird der betreffende Versatzabschnitt in der Einlagerungskammer bereits mit Pumpversatz befüllt /EU 404/.

### Bewertung

Der Fahrer ist durch das Gebirge und den Dickstoff in der Einlagerungskammer vor der Strahlung der Abfallgebinde abgeschirmt. Zusatzabschirmungen werden nicht benötigt. Zum Versatztransportfahrzeug verweisen wir auf Kap. 2.3.1.5.2 dieses Gutachtens.

### Fahrbahnpflege

Das unter Tage anfallende und gesammelte Wasser aus dem Grubengebäude wird zur Staubbekämpfung und Fahrbahnpflege verwendet /EU 362, EU 470/. Hierzu wird das Wasser von einem Fahrzeug aus in den Strecken verrieselt (vgl. Kap. 3.4.6.1.2 dieses Gutachtens). Abschirmmaßnahmen an dem Fahrzeug sind nicht vorgesehen.

### Bewertung

Zur Strahlenexposition des Fahrers durch Inhalation von Radionukliden aus dem verrieselten Grubenwasser nehmen wir in Kap. 3.4.6.1.2 dieses Gutachtens Stellung.

Eine Strahlenexposition durch Direktstrahlung aus den Abfallgebinden läßt sich weitgehend vermeiden, weil Pflegearbeiten in Transportstrecken und Einlagerungskammern bei gleichzeitigem Einlagerungsbetrieb nicht durchgeführt werden /EU 208/. Außerdem sind Pflegearbeiten unmittelbar vor einer unabgeschirmten Gebindestapelwand nicht erforderlich, da sie nach Errichten der Versatzwand und Verfüllen des dahinterliegenden Abschnitts durchgeführt werden können. Entsprechende Anweisungen sind in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufzunehmen /AV 2.3.1.6-1/.

### Errichten von Kammerabschlüssen und Kammerabschlußbauwerken

Nach dem Versetzen des letzten Einlagerungsabschnittes wird eine weitere Versatzwand errichtet. Der Zwischenraum wird über das Wetterbohrloch mit Dickstoff befüllt. Alle Arbeiten finden bei Dosisleistungen von weniger als 1  $\mu\text{Sv/h}$  statt /EU 72.5, EU 404/.

Die vorbereitenden Arbeiten zur Errichtung von Kammerabschlußbauwerken finden bereits vor der Einlagerung von Abfallgebinden in der betreffenden Kammer statt /EU 266/.

### Bewertung

Die durchzuführenden Arbeiten entsprechen weitgehend denen beim Versatz der Abfallgebinde. Da sie hinter der Abschirmung der letzten Versatzwand stattfinden, sind keine weitergehenden Strahlenschutzmaßnahmen erforderlich.



### **2.3.2           Bewetterung, Lüftung**

#### **2.3.2.1        Bewetterung**

##### **2.3.2.1.1     Übersicht**

Das Grubengebäude des Endlagers Konrad wird künstlich bewettert. Die Frischwetter ziehen über Schacht Konrad 1 ein, werden im Grubengebäude verteilt und dann am Schacht Konrad 2 vom Hauptgrubentlüfter über einen Diffusor an die Atmosphäre abgegeben. Der Betrieb des Endlagers wird in Abhängigkeit von der Auffahrung der Einlagerungsfelder und der Einlagerungskammern in einzelne Phasen unterteilt, denen die Bewetterung jeweils angepaßt wird. Die Phase 1 beginnt mit der Einlagerung im Feld 5/1 und der gleichzeitigen Auffahrung von Feld 5/2. Die Bewetterung des Endlagers Konrad in der Phase 1 ist vom Antragsteller in der Systembeschreibung Bewetterung /EU 284/ dargestellt.

Hauptbewettert werden alle durchschlägigen Grubenbaue; nicht durchschlägige Grubenbaue werden sonderbewettert.

Aus Strahlenschutzgründen wird das Endlager in einen Überwachungsbereich und in einen Kontrollbereich unterteilt. Diese Trennung wird auch wettertechnisch berücksichtigt /EU 284/.

Im vorliegenden Gutachten nehmen wir Stellung zur Bewetterung aus Sicht der atomrechtlichen Anforderungen. Im übrigen verweisen wir auf die Stellungnahme des Oberbergamtes im Planfeststellungsverfahren /10/.

##### **2.3.2.1.2     Bewertungsmaßstäbe**

Für die Bewertung von Lüftungstechnischen Anlagen in Kernkraftwerken werden die KTA 3601 /55/ oder die gleichlautende DIN 25414 /271/ herangezogen. Die Hauptaufgaben von Lüftungsanlagen in einem Kernkraftwerk sind mit denen der Bewetterung eines Endlagers vergleichbar. Sie dienen in einem Kernkraftwerk dazu, die mit der Fortluft abgeleitete Aktivitätsmenge gezielt abzugeben und so gering wie möglich zu halten. Durch die Bewetterung eines als Endlager genutzten Bergwerkes soll vorhandene Aktivität natürlichen Ursprungs sowie aus Gebinden entweichende Aktivität gezielt abgeführt

werden. Außerdem werden die Abgase der unter Tage betriebenen Dieselfahrzeuge verdünnt, und die Belegschaft wird mit frischen Wettern versorgt.

Wenn auch grundlegende Forderungen aus dem KTA-Regelwerk auf die Bewetterungseinrichtungen im weiteren Sinne übertragbar sind, halten wir aufgrund der unterschiedlichen Ausführungen und Größe von Lüftungstechnischen Anlagen eines Kernkraftwerkes einerseits und der Bewetterung eines Endlagers andererseits die KTA 3601 /55/ bis auf einige Grundsätze hier nicht für anwendbar.

Die Bewertung der eingereichten Unterlagen stützt sich daher hauptsächlich auf die Strahlenschutzverordnung /4/. Die Allgemeine Bergverordnung /14/, die Fahrzeugbetriebsrichtlinien /16/ sowie das Normenwerk für die unter Tage eingebauten Komponenten werden ebenfalls berücksichtigt.

### 2.3.2.1.3 Planungsgrundlagen

Für die Erschließung und den Betrieb des Endlagers werden folgende Grundvoraussetzungen festgelegt /EU 284/:

- Schacht Konrad 1 ist Förder-, Material- und Seilfahrtsschacht sowie einziehender Wetterschacht.
- Schacht Konrad 2 ist Einlagerungsschacht und Seilfahrtsschacht für das am Füllort tätige Personal sowie ausziehender Wetterschacht.
- Das Grubengebäude ist in einen betrieblichen Überwachungsbereich (Auffahrbereich) und einen Kontrollbereich (Einlagerungsbereich) unterteilt.
- Die einzelnen Einlagerungsfelder und die Auffahrbereiche werden getrennt bewettert und bilden eigene Wetterabteilungen.
- Die Einlagerungskammern werden saugend sonderbewettert.
- Die Auffahrungen werden blasend sonderbewettert.
- Die Abwetter aus den Einlagerungsbereichen werden keinem ständig belegten Betriebspunkt zugeführt.



- Am Schacht Konrad 2 ist über Tage ein Hauptgrubenlüfter installiert, der die Abwetter über einen Diffusor an die Atmosphäre abgibt. Der Hauptgrubenlüfter ist mit einem Wechselaktivteil ausgerüstet.
- Der Gesamtwetterstrom und die Teilwetterströme werden nach der stärkstbelegten Schicht und der Gesamtleistung der gleichzeitig eingesetzten dieselbetriebenen Maschinen bemessen.
- Die Trockentemperatur soll in sonderbewetterten Bereichen 28°C, die Effektivtemperatur 25°C nicht überschreiten.
- Die Inhalationsdosis wird durch die Bewetterung minimiert.
- Die Radon-Konzentration ist auf 1 % des Grenzwerts für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A zu begrenzen.

### Bewertung

Die in der Systembeschreibung Bewetterung /EU 284/ genannten Planungsgrundsätze zur Erfüllung der Schutzziele der Strahlenschutzverordnung sind vollständig aufgeführt. Zur Einhaltung dieser Grundsätze nehmen wir in den folgenden Kapiteln Stellung.

#### **2.3.2.1.4 Bewetterung beim Beginn der Einlagerung im Feld 5/1 und der Auffahrung von Feld 5/2**

Der Hauptgrubenlüfter sorgt für die Aufrechterhaltung eines ausreichenden Wetterstromes und gibt die Abwetter gezielt über einen Diffusor ab.

Die Bemessung der Wetterströme richtet sich nach der Motorleistung der unter Tage eingesetzten Fahrzeuge mit Dieselmotoren. Nach den Fahrzeugbetriebsrichtlinien /16/ wird Frischluft in der Menge von 3,4 m<sup>3</sup>/min je kW zugeführt. Der Antragsteller errechnet für diese Phase einen Volumenstrom von

- ca. 93 m<sup>3</sup>/s im Einlagerungsbereich,
- ca. 78 m<sup>3</sup>/s im Auffahrbereich,
- ca. 70 m<sup>3</sup>/s für die übrigen Wetterwege,

so daß unter Berücksichtigung der Zustandsänderung des Wetterstroms der Hauptgrubenlüfter mit einem Volumenstrom von ca.  $260 \text{ m}^3/\text{s}$  betrieben wird. Diese Wettermenge soll auch ausreichend sein, die Inhalationsdosis des Personals auf weniger als 1 % des Grenzwertes für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A zu halten /EU 282/. Sie ist auch ausreichend, um die Bewetterung für die gesamte Einlagerungszeit sicherzustellen /EU 284/. Hierzu wurden Wetternetzrechnungen durchgeführt, denen In-situ-Druckmessungen in verschiedenen Grubenbauen zugrunde liegen.

### Bewertung

Die Wettermengen werden nach der Motorleistung der unter Tage eingesetzten Fahrzeuge und Maschinen mit Dieselmotoren bemessen. Die zur Abführung und Verdünnung benötigten Wettermengen von  $3,4 \text{ m}^3/\text{min}$  je kW decken nach unserer Prüfung auch die aus Strahlenschutzgründen erforderliche Versorgung mit Frischwetter ab, so daß die oben genannten Anforderungen aus den Fahrzeugbetriebsrichtlinien ausreichend sind. Die Inhalationsdosen können damit auf weniger als 1 % des in § 52 der Strahlenschutzverordnung genannten Grenzwertes für beruflich strahlenexponierte Personen gesenkt werden.

#### 2.3.2.1.4.1 Hauptbewetterung

Hauptbewettert werden alle durchschlägigen und befahrbaren Grubenbaue. Die natürliche Bewetterung wird durch den Hauptgrubenlüfter am Schacht Konrad 2 unterstützt. Die Schachthalle ist durch eine Schachtschleuse von der Grubenlüfteranlage getrennt. Für die gezielte Verteilung des Wetterstroms im Grubengebäude sind Wetterschleusen und Wetterdrosseln vorhanden /EU 284/.

Die Bewetterung des Kontrollbereichs erfolgt über die 1100 m-Sohle (Wetterzweig 401-407-404-405-418) und die Rampe Süd (Wetterzweig 418-419-420-320-205-206). Die Bewetterung ist in der Anlage 2 der Systembeschreibung Bewetterung /EU 284/ dargestellt. Die Frischwetter ziehen über die Einlagerungstranstrecke zum Einlagerungsfüllort Schacht Konrad 2 (Wetterzweig 206, 210, 208) und zum Einlagerungsfeld 5/1 über Wetterzweig 206-221.

Die Abwetter vom Feld 5/1 werden über die 800 m-Sohle (Wetterzweig 107-105-109) zum Schacht Konrad 2 abgeführt. Es sind bautechnische Maßnahmen wie Wetterleitrichtungen vorhanden, die ein Übertreten von Abwettern aus dem Kontrollbereich in betriebliche Überwachungsbereiche auch bei Betriebsstörungen verhindern. Offene Übergänge, an denen ein Übertreten der Abwetter aus dem Kontrollbereich nur durch eine gerichtete Wetterströmung verhindert wird, sind nicht vorgesehen.

Beim Hauptwetterzug wird darauf geachtet, daß befahrbare Bereiche nicht mit belasteten Wettern versorgt werden. Ein Teilstrom des Hauptwetterzugs führt über die Wendel Süd zur Wendel 270. Wie Messungen der Radonkonzentration (Rn 222) gezeigt haben, kann es in einzelnen Bereichen des Grubengebäudes, zum Beispiel in der Wendel Süd, zu erhöhten Radonfreisetzungen aus einmündenden Strecken kommen /EU 36.23/. Die erhöhte Radonkonzentration von etwa  $600 \text{ Bq/m}^3$  wird allerdings durch unbelastete Wetter von Rampe 350, Rampe Ost und der Parallelstrecke verdünnt.

Der Weg der Wetter in den Kontrollbereich über die 1100-m-Sohle und über die Rampe Süd führt, wie frühere Messungen der Radongehalte in den Grubenwettern zeigen /EU 36.23/, nicht durch Bereiche des Grubengebäudes, in denen Schleichwetter mit hohen Radonkonzentrationen auftreten. Ebenso erfolgt keine Belastung durch Dieselaabgase.

Es werden alle belegten Betriebspunkte mit Frischwettern versorgt. Außerdem wird nach der Planung ein Übertritt von Wettern aus dem Kontrollbereich in den betrieblichen Überwachungsbereich unterbunden.

### Bewertung

Mit dem Hauptwetterzug werden alle belegten Betriebspunkte ausreichend mit Frischwettern versorgt. Erhöhungen der Radonkonzentration von bis zu  $600 \text{ Bq/m}^3$ , die stellenweise durch Freisetzungen aus einmündenden Strecken auftreten können, werden durch unbelastete Wetter soweit verdünnt, daß sie unterhalb des im Kapitel 3.4.6.2 dieses Gutachtens näher erläuterten, tolerierbaren Wertes von  $200 \text{ Bq/m}^3$  liegen.

Ein Wetterübertritt aus dem Kontrollbereich in den angrenzenden betrieblichen Überwachungsbereich wird durch Wetterschleusen verhindert. Auch an den Wettertüren erfolgt die Strömung der Leckagen in den Kontrollbereich. Dies wird durch die Einstellung der Wetterleiteinrichtungen erreicht. Über den Versatzbunker besteht ebenfalls eine Verbindung zum Kontrollbereich. Hier wird die wettertechnische Trennung durch das Füllgut im Bunker sichergestellt /EU 284/. Wir halten die vorgesehenen Einrichtungen der Hauptbewetterung bei Normalbetrieb für geeignet, die für den Strahlenschutz erforderlichen Luftwechsel einzuhalten und die Lüftungstechnische Trennung von Kontrollbereichen und betrieblichen Überwachungsbereichen sicherzustellen.

### 2.3.2.1.4.2 Sonderbewetterung

Sonderbewettert werden alle Grubenbaue, die befahrbar und nicht durchschlägig sind. Es wird zwischen der saugenden Sonderbewetterung für die Einlagerungskammern und der blasenden Sonderbewetterung für den Auffahrbereich unterschieden.

Die Bewetterung des Auffahrbereichs im Niveau der 850-m-Sohle erfolgt über die 1000-m-Sohle und die Rampe Ost. Über blasende Sonderbewetterungsanlagen gelangen die Frischwetter bis vor Ort. Die Sonderbewetterung ist in Anlage 9 der Systembeschreibung Bewetterung /EU 284/ dargestellt. Die Staubabsaugung vor Ort erfolgt über Entstaubungsanlagen und Rückführung über die freie Strecke am Hauptwetterstrom.

Im Einlagerungsbereich werden die Wetter im Vorortbereich über eine Luttentour abgesaugt und über ein Wetterbohrloch, die Abwettersammelstrecke und die Hauptabwetterstrecke zum Schacht Konrad 2 geführt. Bei Kammerlängen von mehr als 800 m ist ein zweites Wetterbohrloch vorgesehen.

Die Abwettersammelstrecke verläuft in einem Abstand von mindestens 35 m oberhalb der Entladekammer und hat einen Querschnitt von ca. 20 m<sup>2</sup>.

Die Wetterbohrlöcher, welche die Einlagerungskammern mit den Abwetterstrecken verbinden, haben einen freien Durchmesser von 1200 mm. Die Luttentour wird mit einem Luttenkrümmer an das Bohrloch angeschlossen /EU 284/.

Aus arbeitstechnischen Gründen enden die Lutten der saugenden Sonderbewetterung ca. 15 m vor der Ortsbrust. Die Frischluftversorgung vor Ort erfolgt deshalb über den freien Streckenquerschnitt der Strecke mit einem Luttenlüfter und einer fliegenden, blasenden Luttentour mit einem Volumenstrom von  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  bei einer Austrittsgeschwindigkeit von  $21 \text{ m/s}$ . Die saugende und die blasende Luttentour werden jeweils an der gegenüberliegenden Stoßseite unter der Firste angeordnet. Das Ausblasende der blasenden Luttentour ragt ca. 1 m über das Ansaugende der saugenden Luttentour hinaus /EU 284/. Der Abstand zwischen dem Ausblasende der blasenden Luttentour und der Ortsbrust beträgt mindestens ca. 8 m. Der Abstand zwischen dem Ansaugende der saugenden Luttentour und der Ortsbrust liegt maximal bei ca. 15 m. Eine mittige Anordnung der saugenden und der blasenden Luttentour unter der Firste ist alternativ dann vorgesehen, wenn im Betriebsplanverfahren nachgewiesen wird, daß

- der lichte Querschnitt von mind. 0,5 m Abstand beim Einsatz der Fahrzeuge eingehalten wird,
- ein ausreichendes Freispülen der Ortsbrust sowie
- die Eingrenzung der Staubentwicklung bei den Versatzarbeiten gewährleistet wird /EU 284/.

Für die Sonderbewetterung des Einlagerungsfeldes 5/1 steht eine Wettermenge von  $46 \text{ m}^3/\text{s}$  zur Verfügung, die in Abhängigkeit vom Einlagerungsbetrieb auf die beiden Einlagerungskammern und die zum Versatz anstehende Kammer verteilt wird. Die jeweils für die Einlagerung benutzte Kammer wird mit der Hälfte des Wetterstroms, also mit  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  bewettert. Die zweite Einlagerungskammer und die zu versetzende Kammer werden mit jeweils  $11,5 \text{ m}^3/\text{s}$  versorgt. Eine gleichzeitige Einlagerung in beiden Kammern findet nicht statt. Während des Versatzbetriebes wird die zu versetzende Kammer mit  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  bewettert, die beiden Einlagerungskammern mit jeweils  $11,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . In dieser Betriebsphase erfolgt keine Einlagerung. Die Aufteilung der Wetterströme auf die beiden Einlagerungskammern und die zu versetzende Kammer erfolgt durch eine Steuereinrichtung /EU 284/. Der Betriebszustand der saugenden Sonderbewetterung wird in der Einlagerungskammer angezeigt (Betrieb: grüne Signalleuchte; Ausfall: rote Signalleuchte) /EU 284/.

Es werden regelbare zweistufige Axiallüfter eingesetzt. Bis zu einer Sonderbewetterungslänge von 600 m kann ein Axiallüfter zweistufig betrieben werden. Bei Sonder-

bewetterungslängen von mehr als 600 m werden zwei hintereinandergeschaltete Luttentourer benötigt.

Werkstätten in den Auffahr- und Einlagerungsbereichen sowie die Räume für Betriebsstoffe zählen zu den sonstigen Grubenbauen. Diese Grubenbaue wurden so angeordnet, daß ihre Abwetter (z.B. über Berg 6) direkt in den Abwetterstrom münden.

### Bewertung

Im Auffahrbereich (betrieblicher Überwachungsbereich) gelangen die Frischwetter nach der Planung des Grubengebäudes /EU 279/ größtenteils über neu aufgefahrene Strecken ohne Verbindung zu Nebenstrecken und zu abgeworfenen Grubenbauen aus dem Hauptwetterstrom zu den einzelnen Betriebspunkten. Im Hinblick auf den Strahlenschutz bestehen keine Bedenken, den Auffahrbereich mit Wetter aus dem Hauptwetterstrom blasend zu bewettern. Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf die Stellungnahme des Oberbergamtes.

Bei der Einlagerung der Abfallgebände können im Normalbetrieb Aktivitätsfreisetzungen in die Einlagerungskammern erfolgen. Durch die saugende Sonderbewetterung wird sichergestellt, daß kontaminierte Wetter gezielt abgeführt werden und nicht in andere befahrene Grubenbaue gelangen. Der Betriebszustand ist für das Personal durch die Signallampen ausreichend erkennbar.

Die beabsichtigte Versorgung des Vor-Ort-Bereichs mit Wetter über den freien Querschnitt und den Einsatz eines Luttentourers halten wir für geeignet. Durch die hohe Ausblasegeschwindigkeit von 21 m/s wird eine Verwirbelung erreicht, so daß Aufkonzentrierungen von Schadstoffen in den Einlagerungskammern vermieden werden. Gegen die alternativ vorgesehene Aufhängung der blasenden Luttentourer neben der Luttentourer der saugenden Sonderbewetterung in der Firste haben wir keine Einwände, wenn die Einhaltung der von BfS genannten Voraussetzungen /EU 284/ im Betriebsplanverfahren nachgewiesen wird.

Die Abführung der Abwetter über Luttentourer, Wetterbohrloch und Abwetersammelstrecke ist so geplant, daß keine ständig belegten Grubenbaue berührt werden /EU 284/.

Wir haben im Hinblick auf den Strahlenschutz keine Bedenken gegen die geplante Bewetterung des Einlagerungsbereichs.

Aus der Bewetterung sonstiger Grubenbaue wie Werkstätten und Betriebsmittellager ergeben sich keine Anforderungen für den Strahlenschutz. Wir verweisen hier auf die Stellungnahme des Oberbergamtes.

### **2.3.2.1.5 Technische Ausrüstung**

Für die Bewetterung sind die in den folgenden Kapiteln beschriebenen technischen Einrichtungen vorgesehen. Eine Beschreibung und Bewertung erfolgt nur, wenn diese Einrichtungen für den Strahlenschutz von Bedeutung sind. Einrichtungen wie Wetterkühlanlagen und Entstaubungsanlagen mit konventioneller Bedeutung werden hier nicht betrachtet. An Einrichtungen mit sicherheitstechnischen Auslegungsanforderungen werden vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt /EU 316/. Zu den Arbeiten gehören Inspektion, Wartung und Instandsetzung. Die Instandhaltungsmaßnahmen werden nach der Rahmenbeschreibung Zechenbuch/Betriebshandbuch /EU 316/ und den dazugehörigen Wartungs- und Instandhaltungsplänen durchgeführt.

Die gesamten Einrichtungen des Bewetterungssystems unter Tage, insbesondere die Sonderbewetterungsanlagen, die Wetterleiteinrichtungen, der Hauptgrubenlüfter und die Wettermeßgeräte sind in den QS-Bereich 2, das Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal in den QS-Bereich 3.1 eingestuft /EU 344/. Der Antragsteller hat in den Prüflisten /EU 316/ wiederkehrende Sicht- und Funktionsprüfungen vorgesehen. Danach werden das Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal 2jährlich und der Hauptgrubenlüfter 1jährlich durch einen unabhängigen Sachverständigen geprüft, die anderen Systeme und Komponenten der Bewetterung in Abständen von sechs Monaten durch eine fachkundige Person.

#### **Bewertung**

Der Antragsteller hat in der Systembeschreibung Bewetterung /EU 284/ Auslegungsanforderungen z.B. zur Wetterführung an den Kontrollbereichsgrenzen und zur Überwachung der Wetterströme festgelegt. Danach hat die Bewetterung unter anderem

die Aufgabe, Strahlenexpositionen des Personals zu minimieren und Kontaminationen zu vermeiden. Aus diesem Grunde halten wir eine Einstufung aller Einrichtungen, die zur Einhaltung der Auslegungsanforderungen gemäß Systembeschreibung Bewetterung /EU 284/ vorgesehen sind, in den Qualitätssicherungsbereich QSB 3.1 für erforderlich. Dazu gehören der Hauptgrubenlüfter mit Wechselaktivteil und die Sonderbewetterungsanlagen. Die Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ ist entsprechend zu ändern /AV 2.3.2-3/.

Mit der Festlegung von Sicht- und Funktionsprüfungen als wiederkehrende Prüfungen sind wir einverstanden. Wir halten es jedoch für erforderlich, daß vor der Aufnahme des Betriebes des Endlagers Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen an den Komponenten der Bewetterungsanlagen, die in den QSB 3.1 eingestuft werden, erstellt und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden /AV 2.3.2-4/.

Bei den wiederkehrenden Prüfungen von den Teilen der Bewetterungsanlagen, die in den Qualitätssicherungsbereich QSB 3.1 eingestuft sind, halten wir zusätzlich zur vorgesehenen Beteiligung fachkundiger Personen die Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen für erforderlich, soweit dies nicht bereits durch § 15 ElBergV /3/ geregelt ist. Die Prüfbeteiligung eines unabhängigen Sachverständigen sollte in 2jährigen Abständen, wie sie beim Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal vorgesehen ist, erfolgen /AV 2.3.2-5/.

### **2.3.2.1.5.1 Hauptgrubenlüfter, Diffusor und Wetterschieber**

Die Hauptgrubenlüfteranlage ist über Tage im Lüftergebäude untergebracht. Sie besteht aus einem zweistufigen, am Ende des Wetterkanals zwischen Vorrohr und Nachstrecke eingebauten Axial-Grubenlüfter sowie den stationären, fest installierten Teilen wie Wetterschieber, Meßstrecke, Nachstrecke, Diffusor und Schalldämpfer. Der Lüfter besteht aus Lüftergehäuse, Laufrad und Motor /EG 32/. Der Hauptgrubenlüfter ist ständig in Betrieb. Ein zweiter Lüfter steht als Wechselaktivteil in Reserveposition. Der Austausch kann nach den Angaben des Antragstellers /EU 284, EG 32/ in weniger als 15 min durchgeführt werden.



Die Leistungsregelung erfolgt über eine hydraulische Laufschaufelverstellung. Die Einstellung erfolgt bei Betrieb der Anlage fernbedient von einer Steuerwarte. Bei Stillstand des Lüfters kann die Umstellung auch von Hand erfolgen.

Die Abwetter werden über einen Diffusor an die Atmosphäre abgegeben. Der Diffusor hat eine freie Höhe von 45 m (48,45 m über Ventilatorachse). Die Mündungsöffnung hat einen freien Querschnitt von ca. 30 m<sup>2</sup>.

Dem Hauptgrubenlüfter ist der Wetterschieber vorgeschaltet. Während eines unplanmäßigen Lüfterausfalls bleibt der Wetterschieber geöffnet. Der dann vorhandene Naturzug wird durch das Verstellen der Lüfterschaufeln und die Kaminwirkung des Diffusors begünstigt. Eine bodennahe Freisetzung erfolgt nicht /157/. Bei einem unplanmäßigen Aktivteilwechsel wird nach Aussage der Deutschen Montan Technologie (DMT) der Wetterschieber für maximal sechs Minuten geschlossen. Ein Wetterstillstand im Untertagebereich ist dabei nach Angaben der DMT zeitlich "kaum meßbar" /157/.

Die Steuerung und Verriegelung des Hauptgrubenlüfters (HGL) einschließlich aller Hilfs- und Nebenantriebe erfolgt über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Für die Vorortsteuerung ist ein örtliches Steuerpult im Grubenlüftergebäude angeordnet. Es sind drei Betriebsarten vorgesehen: Automatikbetrieb, Handsteuerung und Wechselvorgang. Im Automatikbetrieb erfolgt die Signalgabe EIN/AUS entweder über die Zentrale Prozeßleittechnik (ZLT) von der Zentralen Warte K 1 oder über das örtliche Steuerpult. Die folgerichtige Ansteuerung aller Komponenten wird über die SPS vorgenommen und erfolgt automatisch. Die SPS des HGL ist auch bei Ausfall der Ansteuerung durch die ZLT noch voll funktionsfähig.

Im Falle der Handsteuerung erfolgt eine Einzelbefehls-gabe je Antrieb, die Befehlsausführung erfolgt wie im Automatikbetrieb über die SPS.

Die Trennung zwischen den raumlufttechnischen Anlagen über Tage und der Bewetterung des Grubengebäudes erfolgt durch die Schachtschleuse an der Rasenhängebank Schacht Konrad 2. Die Schachtschleuse besteht aus der Schachteinhausung und zwei separaten Schleusen-kammern. Die Schleusen-kammern, die beidseitig an die Schachteinhausung angrenzen, sind mit je einem Schachttor zum Schacht und einem Schleusentor zur Umladehalle ausgerüstet. Die Tore sind so untereinander verriegelt,

daß immer nur ein Tor geöffnet werden kann. Im Schacht selbst ist der Druck niedriger als in der Umladehalle. Leckageluft wird deshalb aus der Umladehalle über den Abwetterkanal und den Diffusor kontrolliert abgegeben.

### Bewertung

Die für den Austausch des Wechselaktivteils benötigte Zeit von weniger als 15 min ist ausreichend kurz. Die Anforderungen an die Ableitung radioaktiver Stoffe und an den Strahlenschutz des Personals werden in diesem Zeitraum nicht unzulässig beeinflusst.

Wetterkurzschlüsse zwischen Hauptgrubenlüfter und Schachthalle treten durch die Ausführung der Schachtschleuse nur kurzzeitig auf. Durch den Unterdruck im Schacht ist eine gerichtete Luftströmung zum Hauptgrubenlüfter sichergestellt. Die Schleusenfunktion bleibt auch bei Beschickung des Fördermittels aufrechterhalten. Somit sind die Anforderungen des Strahlenschutzes erfüllt.

Die Abgabe der Wetter erfolgt über den Diffusor. Zur Aktivitätsabgabe mit den Wetternehmern nehmen wir in Kap. 3.5.1 dieses Gutachtens Stellung.

Gegen das Konzept, die Errichtung, die Inbetriebnahme, den Betrieb und die in diesem Zusammenhang durchzuführenden Prüfungen der Leittechnik des Hauptgrubenlüfters haben wir keine Bedenken.

Die Einhaltung der in der Systembeschreibung Bewetterung /EU 284/ genannten Grenzwerte für Wettermengen und Wettergeschwindigkeiten ist für den Strahlenschutz wichtig. Sind für die Versorgung des Personals mit Frischwettern und die Verdünnung von Schadstoffen und Kontaminationen möglichst hohe Wettergeschwindigkeiten vorteilhaft, dürfen im Hinblick auf die Abgabenreduzierung, insbesondere nach Störfällen, obere Grenzwerte nicht überschritten werden. Wir verweisen hierzu auf die Störfallanalysen im Kapitel 5 dieses Gutachtens.

### 2.3.2.1.5.2 Rückhalteeinrichtungen

Bei der Einlagerung werden Störfälle unterstellt, bei denen es aus Abfallgebinden zu Aktivitätsfreisetzungen und erhöhten Abgaben kommen kann.

Zur Reduzierung dieser Abgaben könnten Filter im Abwetterstrom vorgesehen werden. Der Antragsteller hat den Einsatz von betrieblichen Filteranlagen und Bedarfsfilteranlagen im Grubengebäude und im Abwetterkanal untersucht. In Unterlagen des Antragstellers /EU 325, EU 393/ wird der dazu erforderliche Aufwand für die Errichtung und den Betrieb solcher Filteranlagen beschrieben. Der Antragsteller kommt zu dem Ergebnis, daß aufgrund der Abwettermenge von fast  $10^6 \text{ m}^3/\text{h}$  und des hohen Staubgehaltes eine betriebliche Filteranlage nicht realisierbar sei. Bedarfsfilteranlagen könnten im Anforderungsfall nicht rechtzeitig eingeschaltet werden, so daß ihr Nutzen fraglich ist. Auch wird ein Versagen der Filter durch Taupunktunterschreitung bei ungünstigen Witterungsbedingungen unterstellt.

Der Antragsteller beabsichtigt deshalb, Störfallfolgen nicht durch technische Maßnahmen, sondern durch Regelungen in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ zu minimieren. Außer den untertägigen Entstaubungsanlagen werden keine weiteren Rückhalteeinrichtungen vorgesehen /EU 284/.

#### Bewertung

Die Realisierungsmöglichkeit einer Filteranlage für die Grubenwetter haben wir bereits in unserer Stellungnahme vom 03.09.92 /187/ betrachtet. Eine betriebliche Filteranlage ist auch nach unserer Auffassung für die Grube Konrad nicht realisierbar, selbst wenn hinsichtlich Abscheidegrad, Qualität der Filtergehäuse und Strahlenschutz niedrigere Anforderungen gestellt werden. Dagegen halten wir den Einsatz einer Bedarfsfilteranlage für den Gesamtwetterstrom für realisierbar. Neu entwickelte hochfeste Schwebstofffilter sind für höhere Durchsätze ausgelegt und widerstehen besser als herkömmliche Filter Druckschwankungen und Feuchtigkeitseinträgen. Wir sind jedoch auch der Auffassung, daß auf Filteranlagen im Abwetterstrom verzichtet werden kann, wenn Störfallfolgen durch andere Maßnahmen minimiert werden. Solche Maßnahmen sind vorgesehen, dazu haben wir im Kapitel 5 dieses Gutachtens

Stellung genommen. Wir halten deshalb Rückhalteeinrichtungen nicht für erforderlich.

Die im Auffahrbereich vorgesehenen Entstaubungsanlagen haben für den Strahlenschutz eine untergeordnete Bedeutung und werden an dieser Stelle nicht bewertet. Wir verweisen auf das Kap. 3.4.4.2 dieses Gutachtens und auf die Stellungnahme des Oberbergamtes /10/.

### **2.3.2.1.5.3 Wetterleiteinrichtungen**

Wetterleiteinrichtungen sind für die bedarfsgerechte Bewetterung des Grubengebäudes erforderlich; es wird zwischen Wetterschleusen, Wettertüren und Wetterdrosseln unterschieden. Wetterschleusen und -türen dienen zur Trennung von Wetterströmen; Wetterdrosseln regulieren durch einstellbare Öffnungen den durchziehenden Wetterstrom. Darüber hinaus sind an den Kontrollbereichsgrenzen Wetterbauwerke vorgesehen, die im Bedarfsfall geschlossen werden können. Durch diese soll z.B. bei einem Fahrzeugbrand eine Wetterumkehr verhindert werden.

Die Wetterschleusen bestehen aus zwei aufeinander folgenden Wettertüren. Der Abstand zwischen den beiden Türen richtet sich nach der Länge der unter Tage eingesetzten Fahrzeuge und beträgt ca. 25 m.

Wettertüren werden zwischen zwei senkrecht stehenden Trägern in die Strecken eingebaut. Die meist zweiflügelig ausgeführten Türen besitzen in einem Flügel eine Fahrtür (Schlupftür) mit einer lichten Weite von 750 mm, im zweiten Flügel eine Öffnung mit Schieber zur Wetterdrosselung. Der Freiraum zwischen der Rahmenkonstruktion und dem Gebirge wird mit Gasbeton-Mauerwerk abgedichtet.

Wettertüren sind mit einem elektrohydraulischem Türöffnungssystem ausgerüstet und werden fernbedient betätigt.

#### Bewertung

Bei der Errichtung werden die technischen Regeln berücksichtigt /EU 284/. Diese werden in der Stellungnahme des Oberbergamtes bewertet. Wir haben keine weitergehenden Anforderungen an die Wetterleiteinrichtungen, verweisen allerdings auf die generellen Aussagen zur technischen Ausrüstung der Bewetterungseinrichtungen und auf die dort angegebenen Auflagenvorschläge (vgl. Kap. 2.3.2.1.5 dieses Gutachtens).

#### **2.3.2.1.5.4 Leittechnische Einrichtungen**

Alle Einrichtungen des Funktionsbereichs Wettertechnik wie Wetterschleusen, Wetterdrosseln, Luttenlüfter etc. werden über örtliche Relais-/Schützensteuerungen gesteuert /EU 284/. Die Einleitung von Steuerungsfunktionen erfolgt überwiegend von Hand (Ein, Aus, Öffnen, Schließen) über Taster oder Seilzugschalter. Teilweise ist auch eine automatische Steuerung über Sensoren vorgesehen (Ultraschall u.ä.). Die Steuerfunktionen der Türen der Wetterschleusen sind gegenseitig so verriegelt, daß jeweils nur eine Tür geöffnet werden kann.

Alle Einrichtungen werden örtlich und über die Zentrale Prozeßleittechnik (ZLT) überwacht (vgl. Kap. 2.3.4 dieses Gutachtens). Es werden die Zustände EIN/AUS und Störung angezeigt. Meldeorte sind die Zentrale Warte auf Konrad 1 und die örtlichen Leitstände auf der 1000-m-Sohle von Konrad 1 und am Füllort (850-m-Sohle) von Konrad 2 /EU 284, EU 400/.

#### Bewertung

An die leittechnischen Einrichtungen des Funktionsbereichs Bewetterung ergeben sich im Hinblick auf den Strahlenschutz dann besondere Anforderungen, wenn die betreffenden wettertechnischen Einrichtungen in den Qualitätssicherungsbereich 3.1 einzustufen sind (vgl. Kap. 2.3.2.1.5, AV 2.3.2-3, dieses Gutachtens). Hierzu verweisen wir auf Kap. 2.3.4.3, AV 2.3.4-4, dieses Gutachtens.

Die Anforderungen an die Prüfungen bei Inbetriebsetzung der leittechnischen Einrichtungen und an die wiederkehrenden Prüfungen haben wir in Kap. 2.3.4 dieses Gutachtens behandelt.

Wir haben keine Bedenken gegen das Konzept, die Errichtung, die Inbetriebsetzung und den Betrieb der leittechnischen Einrichtungen für die Bewetterung, sofern unsere Auflagenvorschläge beachtet werden. Zur Einhaltung von Grenzwerten für Wettergeschwindigkeiten verweisen wir auf das Kap. 5 dieses Gutachtens.

### **2.3.2.1.5.5 Wettermessung und -überwachung**

Mit fest installierten Meßgeräten werden die Hauptwetterstrecken und Wetterabteilungen überwacht. Die Meßgeräte zur Überwachung der Wetterströme liegen noch nicht fest. Es kommen im Untertagebetrieb nur erprobte und bergbehördlich zugelassene Geräte zum Einsatz. Alle von diesen Geräten erfaßten Daten werden über die Zentrale Leittechnik an die Zentrale Warte Konrad 1 übertragen und dort angezeigt, ausgewertet und protokolliert. Weiterhin werden die örtlichen Leitstände 1000-m-Sohle Füllort K 1, 850-m-Sohle Füllort K 2, 850-m-Sohle Strahlenschutzstützpunkt Werkstatt und Leitstand Strahlenschutz K 2 über Tage über das "BUS-System" und die Bildschirmanzeigen über die aktuellen Wetterdaten informiert /EU 284, EU 400/.

Die Wettermeßstellen zur kontinuierlichen Wetterüberwachung des Grubengebäudes, auch Wettermeßstationen genannt, werden

- in den Hauptwetterströmen,
- im Abwetterkanal,
- am Hauptgrubenlüfter,
- in den Wetterabteilungen,
- an wesentlichen Sonderbewetterungsanlagen und
- in den Abwetterwegen von Sonderräumen

eingerrichtet. Sie sind mit fest installierten Meßgeräten ausgerüstet, die folgende Werte kontinuierlich messen:

- Wettergeschwindigkeit in m/s,
- Trockentemperatur in °C,
- relative Feuchte in %,

- Differenzdruck in Pa und
- Kohlenmonoxidbelastung in ppm (nur einige Meßstellen).

Die Lage der Wettermeßstellen und die Art der Meßfühler sind im Wetternetzschaltplan /EU 284/ dargestellt.

Die Überwachung der Hauptwetterströme erfolgt auf der Frischwetterseite auf der 1000-m-, 1100-m-, 1200-m- und der 1300-m-Sohle und in den Abwettern auf der 1000m-, 850-m- und der 800-m-Sohle.

Auf dem Schachtgelände Konrad 1 befindet sich die meteorologische Meßstation. Die hier erhaltenen Meßwerte werden zur Ermittlung der Feuchtebilanz im Grubengebäude herangezogen.

Der Hauptgrubenlüfter wird über Differenzdruckmessung überwacht. Zusätzlich wird die Wettergeschwindigkeit im Abwetterkanal vor dem Hauptgrubenlüfter gemessen und daraus die Abwettermenge ermittelt.

In den Auffahr- und Einlagerungsbereichen werden die gleichen Parameter wie in den Hauptwetterströmen überwacht, in einigen Sonderräumen und Werkstätten nur die CO-Konzentration.

Die Luttenlüfter der Sonderbewetterungsanlagen werden durch Differenzdruckmessung überwacht; bei Unterschreiten oder Überschreiten eines Grenzwertes erfolgt Warnmeldung in der zentralen Warte. In den Einlagerungskammern wird der Betriebszustand der saugenden Sonderbewetterung zusätzlich durch Signalleuchten angezeigt /EU 284/.

Die Messungen in fest installierten Wettermeßstellen werden durch Handmessungen ergänzt. Zur Messung werden Meßgeräte eingesetzt, die sich untertage bewährt haben /EU 284/.

### Bewertung

Die im Wetternetzschaltplan dargestellte Verteilung der Wettermeßstellen genügt aus der Sicht des Strahlenschutzes den Anforderungen.

An die Geräte zur Wettermessung und zur Wetterüberwachung gibt es im Hinblick auf den Strahlenschutz keine Anforderungen, die über die aus bergtechnischer Sicht erforderlichen Anforderungen hinausgehen; wir verweisen allerdings auf unsere Aussage in Kap. 2.3.2.1.5 dieses Gutachtens.

Die Überwachung der Hauptgrubenlüfter und der Luttenlüfter der Sonderbewetterungsanlage durch Differenzdruckmessung mit Grenzwertmeldung ist Stand der Technik. Es wird sichergestellt, daß der Ausfall dieser Einrichtungen sofort festgestellt wird. Wir halten deshalb die Differenzdruckmessung zur Lüfterüberwachung für geeignet.

### **2.3.2.1.6 Anomaler Betrieb**

#### **2.3.2.1.6.1 Ausfall Hauptgrubenlüfter und Grubenbrände**

Der Hauptgrubenlüfter unterstützt den im Grubengebäude vorhandenen natürlichen Wetterzug. Bei Ausfall des Hauptgrubenlüfters wird bei niedrigen und mittleren Außentemperaturen der Wetterstrom mit verringertem Durchsatz aufrechterhalten. Nur bei hohen Außentemperaturen wird ein Wetterstillstand vom Antragsteller nicht ausgeschlossen. Die Prüfstelle für Grubenbewetterung der Westfälischen Berggewerkschaftskasse hat die Auswirkung des Ventilatorstillstandes unter verschiedenen Randbedingungen untersucht /EU 284/.

Bei diesen Berechnungen stellte sich heraus, daß es bei Temperaturen von +25°C zu einer Reduzierung des Abwetterstroms auf 40 % und bei gleichzeitigem Ausfall aller Sonderbewetterungsanlagen auf 20 % kommen kann. Ein Übertreten von Abwettern aus dem Kontrollbereich wird unter der Voraussetzung als nicht wahrscheinlich angesehen, daß alle Wetterschleusen und Wetterdrosseln intakt sind.

Bis zu Außentemperaturen von 30°C beträgt der ausziehende Wetterstrom noch 52,5 m<sup>3</sup>/s und in den Einlagerungskammern ist noch ein gerichteter Wetterstrom von



0,13 m<sup>3</sup>/s vorhanden. Wetterübertritte aus dem Kontrollbereich in den betrieblichen Überwachungsbereich werden nicht erwartet.

Erst bei Temperaturen von über 32 °C kann es zu Wetterstillständen, Wetterumkehr und Übertritten aus dem Kontrollbereich kommen.

Zur Beurteilung der Auswirkungen von Grubenbränden hat die Deutsche Montan Technologie (DMT) in ihrem Gutachten /186/ den Brand eines gleislosen dieselangetriebenen Fahrzeugs in vier Wetterzweigen betrachtet. Als brennbares Material eines dort verkehrenden Fahrzeugs wurden 300 l Dieselkraftstoff, 400 l Öl und 1300 kg Gummi angenommen. Ein gleichzeitiges Versagen der Bewetterungsanlagen im Brandfall wurde nicht unterstellt. Die Berechnungen der DMT haben gezeigt, daß es in allen vier Fällen zu Wetterstromänderungen und zur Wetterumkehr kommen kann. Bei einem Brand im Wetterzweig 320-205 kann es nach Aussagen der DMT auch zu einem Übertritt der Wetter aus dem Kontrollbereich in den betrieblichen Überwachungsbereich kommen. Die nach heutiger Planung in der Systembeschreibung /EU 284/ vorgesehenen Wetterleiteinrichtungen wurden hierbei noch nicht berücksichtigt.

Die DMT kommt zu dem Ergebnis, daß durch die Errichtung von weiteren Wetterbauwerken eine Wetterumkehr an der Kontrollbereichsgrenze verhindert werden kann. Dies gilt sowohl für den totalen Ausfall der Energieversorgung bei Außentemperaturen ab 32° C wie bei dem ungünstigsten Fahrzeugbrand im Wetterzweig 320-205.

### Bewertung

Bei einem Ausfall der Energieversorgung für den Hauptgrubenlüfter können die meisten Defekte innerhalb einer Schicht behoben werden; die Energieversorgung wird bereits durch einfaches Umschalten schon nach weniger als 10 Minuten wieder hergestellt sein.

Bei Reparaturarbeiten am Motor des Hauptgrubenlüfters bleibt nach den Berechnungen der DMT bei Außentemperaturen unter 32°C ein natürlicher Wetterstrom erhalten. Dabei wird der Grubenlüfter durchströmt, die Abgabe erfolgt über den Diffusor. Bei Reparaturarbeiten am Hauptgrubenlüfter müssen dieser und der Diffusor abgeschottet werden. Abschottungen von ca. 6 Minuten haben nach Berechnungen

der DMT /157/ keinen Einfluß auf die untertägige Bewetterung. Bei längeren Abschottungen kommt es zu Wetterstillständen im Grubengebäude. Der Fahrzeugbetrieb ist einzustellen und das Grubengebäude muß verlassen werden. Wie die Prüfung der Bergbehörde /10/ ergeben hat, ist auch in einem solchen Fall das gefahrlose Verlassen des Grubengebäudes möglich. Da die Sonderbewetterung noch wirksam ist, können begonnene Einlagerungen noch abgeschlossen werden.

Routinemäßige Instandhaltungsarbeiten und wiederkehrende Prüfungen werden durchgeführt, wenn keine Einlagerungen stattfinden. Somit ergeben sich keine besonderen Anforderungen.

Die meisten Störungen in der Energieversorgung können in wenigen Minuten behoben werden. Solche Störungen haben keine radiologischen Auswirkungen. Bei dem seltenen Ereignis eines längeren Ausfalls des Hauptgrubenlüfters wird der Fahrzeugbetrieb innerhalb von 30 Minuten eingestellt. Da der Einlagerungsbetrieb jederzeit unterbrochen werden kann, haben wir aus der Sicht des Strahlenschutzes keine weiteren Anforderungen an die Energieversorgung des Hauptgrubenlüfters (vgl. Kap. 2.3.3 dieses Gutachtens).

Im Falle eines Grubenbrandes wird nach den Berechnungen der DMT und unter Berücksichtigung der in ihrem Gutachten /186/ genannten Maßnahmen ein Austritt von Wettern aus dem Kontrollbereich verhindert. Unter Berücksichtigung der Ungenauigkeiten, denen nach unserer Auffassung eine Wetternetzrechnung unterliegt, können eine Wetterumkehr und ein Übertritt aus dem Kontrollbereich nicht ganz ausgeschlossen werden, wobei die Wettergeschwindigkeit sehr gering ist. Die vom Antragsteller vorgesehenen Wetterbauwerke verhindern nach Aussage des Oberbergamts Clausthal-Zellerfeld den Übertritt von Wettern.

Nach einer Verringerung des Abwetterstromes kommt es im Grubengebäude zu einer Erhöhung der Radonkonzentration in den Wettern. Beim Wiedereinsetzen der ungedrosselten Hauptbewetterung kommt es dann zu einer erhöhten Radonabgabe. Nach einer Darstellung des BfS kann der durch die Anwendung des Langzeitausbreitungsfaktors bei den radiologischen Berechnungen festgelegte Tagesgrenzwert von 1 % der Jahresabgabe für die Aktivitätsabgabe frühestens bei einem Wetterstillstand

von 2,65 Tagen überschritten werden /EU 411/. Wetterstillstände über mehrere Tage können jedoch ausgeschlossen werden.

#### **2.3.2.1.6.2 Ausfall der Sonderbewetterung**

Bei Ausfall der Sonderbewetterungsanlagen ist nach den Berechnungen des Antragstellers ein Restwetterstrom von  $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$  vorhanden; eine Wetterumkehr wird deshalb ausgeschlossen. Zum Schutz des Personals wird der Betrieb und Ausfall der saugenden Sonderbewetterung nicht nur in der zentralen Warte, sondern auch vor Ort durch Signalleuchten angezeigt. Für Sofortreparaturen wird die Vorhaltung von Reservematerial und Reservelüfter festgeschrieben /EU 284/.

#### **Bewertung**

Durch Vorhalten von Reservematerial können Störungen der Sonderbewetterungsanlagen schnell behoben werden. Radiologische Auswirkungen für das Personal sind auch bei Ausfall der saugenden Sonderbewetterung für die Einlagerungskammern nicht zu befürchten, da durch den Hauptgrubenlüfter noch ein geringer Wetterstrom in den Kammern erzeugt wird. Wir vertreten wie der Antragsteller die Auffassung, daß begonnene Arbeiten noch beendet werden können. Eine Funktionsanzeige der saugenden Sonderbewetterung über Signalleuchten halten wir für ausreichend (vgl. Kap. 2.3.2.1.4.2 dieses Gutachtens).

#### **2.3.2.1.6.3 Ausfall von Wetterleiteinrichtungen**

Wetterleiteinrichtungen wie Wetterschleusen und Wetterdrosseln können durch den Fahrzeugverkehr beschädigt werden. Die Betätigung von Toren kann durch Energieausfall behindert werden. Beschädigungen an Wetterleiteinrichtungen werden durch den Verursacher sofort festgestellt und können behoben oder provisorisch abgedichtet werden. Bei Energieausfall wird der Fahrzeugverkehr eingestellt /EU 284/.

### Bewertung

Beschädigungen von Wetterleiteinrichtungen beeinflussen die Wetterwege. Wir unterstellen bei Wetterschleusen nicht das gleichzeitige Versagen beider Wettertüren. Eine Veränderung der Wetterführung kann jedoch auch dann eintreten, wenn eine Tür beschädigt ist und die zweite Tür zum Durchfahren geöffnet wird. Durch die Festlegung im Zechenbuch/Betriebshandbuch, defekte Wettertüren umgehend zu reparieren oder provisorisch abzudichten, wird hiergegen ausreichende Vorsorge getroffen.

### **2.3.2.2 Raumluftechnische Anlagen**

#### **2.3.2.2.1 Übersicht**

Die übertägigen Räume am Schacht Konrad 2 werden größtenteils durch raumluftechnische Anlagen (RLT) mechanisch be- und entlüftet.

Die RLT-Anlagen haben die Aufgabe, in den Arbeitsräumen der Schachtanlage Konrad 2 aufbereitete Außenluft bereitzustellen und Schadstoffe abzuführen. Außerdem sind hinsichtlich Luftwechselzahlen und Frischluftanteil die Anforderungen gemäß den Ergebnissen der Störfallanalyse einzuhalten. Für den Kontrollbereich ist eine kontrollierte Ableitung der Fortluft über den Kamin sicherzustellen.

Durch die RLT-Anlagen wird eine Luftströmung aus dem Kontrollbereich in den Überwachungsbereich verhindert. Des weiteren wird mit den RLT-Anlagen im Brandfall das Entrauchen ermöglicht (siehe dazu Kapitel 2.4 dieses Gutachtens). Lüftungszentralen sind innerhalb des Kontrollbereichs und innerhalb des Überwachungsbereichs vorgesehen.

#### **2.3.2.2.2 Bewertungsmaßstäbe**

Für die Auslegung und Bewertung konventioneller raumluftechnischer Anlagen in Gebäuden und Laboratorien sind grundlegende Anforderungen in der Normenreihe der DIN 1946 /274/ genannt. Spezielle Anforderungen an Einrichtungen in kerntechnischen Anlagen und Radionuklidlaboratorien enthalten die DIN 25414 /271/ die entsprechenden

Kapitel der DIN 25425 Teil 1 /272/ und die DIN 25466 /193/. Diese Normen haben wir berücksichtigt.

### **2.3.2.2.3 Systembeschreibung und Bewertung**

Die im folgenden angegebene Aufteilung der RLT-Anlagen ist der Systembeschreibung /EU 383/ zu entnehmen:

#### Innerhalb des Kontrollbereichs:

- RLT-Anlage für den Bereich Umladehalle,
- RLT-Anlage für den Bereich Kabine Strahlenschutz,
- RLT-Anlagen für die Bereiche Werkstatt, Sonderbehandlung, Personendekontamination, Wäscherei,
- RLT-Anlage für den Bereich Labor,
- RLT-Anlage für den Bereich Pufferhalle,
- RLT-Anlage für die Entrauchung des Kontrollbereichs,

#### Innerhalb des Überwachungsbereichs:

- RLT-Anlage für den Bereich Hauptleitstand,
- RLT-Anlage für den Bereich Besucherraum,
- RLT-Anlage für den Bereich Dusch- und Umkleieräume,
- RLT-Anlage für den Bereich Elektrozentrale und Kabelkeller einschließlich Medienkanal Bauteil ZXC,
- RLT-Anlage für den Bereich Ausfahrt Umladehalle (Torluftschleier),
- RLT-Anlage für den Bereich Einfahrt Umladehalle (Torluftschleier),
- RLT-Anlage für den Bereich Rechner- und Programmierraum,
- RLT-Anlage für den Bereich Feuerlöschzentrale,
- RLT-Anlage für den Bereich Meßraum unter dem Kamin,
- RLT-Anlage für den Bereich Traforäume Bauteil 02 ZTG

Der Antragsteller hat vorgesehen, die RLT-Anlagen unter Beachtung der allgemein anerkannten Regeln der Technik, wie z.B. der geltenden Normen, Richtlinien und Vorschriften der DIN, VDI, VDE und VDMA auszulegen und zu errichten /EU 383/.

RLT-Anlagen an der Schachtanlage Konrad 1 werden in diesem Gutachten nicht betrachtet, da ein Versagen dieser Anlagen keine Auswirkungen auf den Strahlenschutz und keine sicherheitstechnischen Auswirkungen hat und deshalb in dieser Hinsicht keine besonderen Anforderungen zu stellen sind. Nach der Systembeschreibung /EU 302/ erfolgt die Auslegung der einzelnen Komponenten der Gebäudeautomation nach den am Einsatzort herrschenden Umgebungsbedingungen.

Von den oben aufgelisteten Anlagen werden in diesem Gutachten nur diejenigen bewertet, die für Räume des Kontrollbereichs vorgesehen sind oder deren Versagen negative Auswirkungen auf den Strahlenschutz hat.

Die RLT-Anlagen werden als Einkanal-Anlagen erstellt und sollen unabhängig von einander ohne gegenseitige Beeinflussung betrieben werden können.

Mit dem Einschalten jeder RLT-Anlage öffnen deren Außen- und Fortluftklappen und die Zu- und Fortluftventilatoren gehen über Anfahrerschaltung in Betrieb. Die Fortluft aus den Anlagen des Kontrollbereichs wird über einen 30 m hohen Kamin abgegeben. Aus dem Fortluftstrom werden kontinuierlich Luftproben zur Bilanzierung der Abgabe radioaktiver Stoffe entnommen.

Bei Ausfall eines Zu- oder Fortluftventilators wird der jeweils andere Ventilator ausgeschaltet. Der Frostschutzfühler schaltet bei Frostgefahr die Ventilatoren ab, schließt die Klappen und öffnet das Erhitzervertil.

Es ist keine definierte Druckhaltung vorgesehen. Durch einen Abluftüberschuß wird eine Unterdruckhaltung in den Räumen des Kontrollbereichs erwartet.

Die Steuerungen der einzelnen RLT-Anlagen sind Teil der Gebäudeautomation (GA) der Schachtanlage Konrad 2 /EU 302/. Die GA ist ein rechnergestütztes, hierarchisch gegliedertes Leittechniksystem, das nach der VDI-Richtlinie 3814 /188/ aufgebaut und betrieben wird. Grundsätzlich arbeiten alle RLT-Anlagen der Schachtanlage Konrad 2 voll-

automatisch. Eine bedarfsweise Bedienung und Überwachung erfolgt zentral vom Hauptleitstand über den Bedienplatz des Rechners der GA. Störungen dieses Rechners haben keinen Einfluß auf die Funktion der RLT-Anlagen, weil in diesem Fall eine gegebenenfalls erforderliche Bedienung über tragbare Bedienterminals in den Automationsstationen erfolgen kann. Eine eingeschränkte Bedienbarkeit ist schließlich noch über NOT-Handschalteinrichtungen gewährleistet /EU 302/. Die RLT-Anlagen werden über die Monitore und Meldedrucker der Gebäudeautomation im Hauptleitstand K2 und in der Zentralen Warte K1 überwacht. Zusätzlich erfolgt für alle RLT-Anlagen von K2 noch eine Sammelstörmeldung im Meldetableau der Zentralen Warte K1 /EU 400/.

Die raumluftechnischen Anlagen (RLT) sind in der Unterlage /EU 383/ beschrieben und schematisch dargestellt. Weitere Angaben sind in den Datenblättern enthalten.

Der Aufbau der einzelnen RLT-Anlagen ist ähnlich. Alle Anlagen verfügen mindestens über folgende Bauteile: motorgetriebene Zuluftklappe, Zuluftfilter EU6, Erhitzer (Ausnahme Strahlenschutzkabine), Zuluftventilator, Brandschutzklappen, Luftauslässe, Ansauggitter, Fortluftventilator und Abluftklappe (Ausnahme Strahlenschutzkabine). Zur Energieeinsparung sind bei allen RLT-Anlagen Wärmerückgewinnungsanlagen vorgesehen, ausgenommen ist die RLT-Anlage für den Bereich Umladehalle.

### RLT-Anlage für den Bereich Umladehalle

Der Aufbau der Anlage entspricht der o.g. Beschreibung, hinzu kommen Abluftfilter und Umluftklappe. Als Ventilatoren sind Geräte mit Gehäuse vorgesehen. Die Anlage ist für einen 2,5fachen stündlichen Luftwechsel ausgelegt. Die Außenluft rate ist zwischen 0 und 100 % einstellbar. Während der Handhabung von Gebinden mit radioaktiven Abfällen beträgt der Außenluftanteil maximal 10 %. Die Abluft wird über den Kamin abgeleitet. Abgesaugt wird die Luft unter dem Hallendach und im unteren Bereich in einer Höhe von mindestens 1 m über Boden. Die Brandgasabfuhr erfolgt über die zentrale Brandgasentrauchung bzw. direkt über den Kamin.

Die RLT-Anlage "Werkstatt" besitzt zusätzlich zu den o.g. Bauteilen in der Abluft Schwebstofffilter der Klasse S. Die Abfuhr der Brandgase erfolgt über die zentrale Brandgasentrauchungsanlage.

Als Ventilatoren sind Geräte mit Gehäuse vorgesehen. Die Anlage ist für reinen Außenluftbetrieb und einen ca. 11fachen stündlichen Luftwechsel bei reinem Außenluftbetrieb ausgelegt. Die Abluft wird über den Kamin abgeleitet.

Die RLT-Anlage "Sonderbehandlung" besitzt den gleichen Aufbau wie die RLT-Anlage Werkstatt aber mit einem 10fachen stündlichen Luftwechsel.

Die RLT-Anlage "Personendekontamination" ist zusätzlich mit einem Abluftfilter ausgerüstet. Für den Teilstrom Duschen ist ein Nacherhitzer vorgesehen. Der stündliche Luftwechsel ist 10fach. Die Abluft wird über den Kamin abgeleitet. Die Abfuhr der Brandgase erfolgt über die Zentrale Brandgasentrauchungsanlage.

Die RLT-Anlage "Wäscherei" entspricht im Aufbau der Anlage Personendekontamination. Es fehlt der Nacherhitzer. Es ist ein 24facher stündlicher Luftwechsel vorgesehen. Die RLT-Anlage "Labor" besitzt zusätzlich für jeden Bereich einen Nacherhitzer und Volumenstromregler in der Zuluft und Abluft sowie Abluftfilter EU6. Die Abluft aus den Digestorien wird gesondert behandelt. Hier sind Schwebstofffilter Sonderstufe S, Volumenstromregler, Fortluftventilator und motorgetriebene Klappen vorgesehen. Die Abfuhr der Brandgase erfolgt über die zentrale Brandgasentrauchungsanlage.

Die RLT-Anlage "Pufferhalle" besitzt zusätzlich Abluftfilter der Klasse EU6. Die RLT-Anlage ist für reinen Außenluftbetrieb ausgelegt. Die Luftwechselzahl wird auf maximal 2,5 pro Stunde begrenzt /EU 383/. Die Absaugung erfolgt an der Nordwestwand und/oder an der Südostwand. Die Anlage "Pufferhalle" geht beim Öffnen des Hallentores bzw. bei Betrieb des Seitenstapelfahrzeuges außer Betrieb. Die Ausschaltzeiten sind begrenzt (vgl. Kap. 3.4.6.1 dieses Gutachtens). Die Brandgasabfuhr erfolgt über die zentrale Brandgasentrauchungsanlage bzw. direkt über den Kamin.

Von der RLT-Anlage "Kabine Strahlenschutz" wird die Zuluft der Umladehalle entnommen und die Abluft dort wieder eingeblasen. Sie besitzt deshalb zusätzlich ein Schwebstofffilter der Sonderstufe S in der Zuluft. Es ist ein 10facher stündlicher Luftwechsel vorgesehen.

Die Fortluftvolumenströme der RLT-Anlagen des Kontrollbereichs werden einer Fortluftkammer zugeführt. Aus dieser Kammer saugen zwei regelbare Ventilatoren die Luft an



und geben sie über ein Kanalsystem und den Kamin an die Atmosphäre ab. Die RLT-Anlage „Fortluftableitung aus dem Kontrollbereich“ wird parallel zu den einzelnen Anlagen für den Kontrollbereich betrieben.

Für die Lüftungsanlage des Kontrollbereichs sind drei Lüftungszentralen vorgesehen. In der Lüftungszentrale Umladehalle Ebene + 8,67 m sind die RLT-Anlagen Umladehalle, Pufferhalle, Werkstatt, Sonderbehandlung und Labor untergebracht. Die Zuluft-Anlagen für die Wäscherei und die Personendekontamination sind außerhalb des Kontrollbereichs in der Heizzentrale mit Schaltstation auf Ebene - 3,06 m installiert. Die dazugehörigen Fortluftanlagen stehen im selben Gebäude, allerdings auf + 0,60 m innerhalb des Kontrollbereichs.

Die RLT-Anlage "Entrauchung des Kontrollbereichs" wird hier nicht behandelt. Es wird auf das Kapitel 2.4 dieses Gutachtens verwiesen.

### Raumlufttechnische Anlagen des Förderturms und des Schachthallenanbaus

Bei den raumlufttechnischen Anlagen des Förderturms und des Schachthallenanbaus erfolgt die Zuluftversorgung der Elektrobühne +19,36 m und der Maschinenbühne +27,10 m über jeweils zwei Kastengeräte mit Außenklappen, Filter, Gebläse und Heizgerät. Durch Klappensteuerung ist reiner Umluftbetrieb möglich. Entlüftet werden die Räume über Kanalsysteme und jeweils einen Fortluftventilator. Im Brandfall werden die Fortluftventilatoren in der zweiten Schaltstufe zur Abführung der Brandgase genutzt. Die Elektroschalträume auf der Elektrobühne und auf der Maschinenbühne werden über Zuluftöffnungen mit Außenluft versorgt. Die Entlüftung der Schalträume erfolgt mit Ventilatoren ins Turminnere. Im Brandfall werden die Rauchgase über einen gemeinsamen Brandgasventilator über Dach abgeführt /EU 314/.

Das Treppenhaus des Förderturms wird mit einem Fortluftventilator entlüftet, die Außenluft strömt über Klappen in der Außenwand nach. Im Brandfall werden die Brandgase mit dem Fortluftventilator abgeführt.

Die Schachthalle wird über Gebäudeöffnungen belüftet. Für die Entrauchung sind drei Brandgasventilatoren vorgesehen.

Der Aufzugschacht wird wie das Treppenhaus über Klappen mit Frischluft versorgt. Die Entlüftung erfolgt durch Naturzug.

Die beiden Steuerkabinen auf +27,10 m werden im Umluftbetrieb mit jeweils einem Klimagerät klimatisiert.

Die RLT-Anlage "Hauptleitstand" sorgt hier für einen 20fachen stündlichen Luftwechsel. Der Frischluftanteil beträgt 20 bis 100 %.

Die RLT-Anlage "Besucherraum" sorgt hier für einen 9fachen stündlichen Luftwechsel. Der Frischluftanteil beträgt 20 bis 100 %.

Durch die RLT-Anlage "Dusch- und Umkleieräume" wird die Abluft aus dem Sanitärbereich über Dachventilatoren an die Atmosphäre abgegeben.

Bei der RLT-Anlage "Elektrozentrale" wird ein Teilstrom im Umluftbetrieb gefahren, nur die Abluft aus Sonderraum, Tankraum und Batterieraum wird direkt abgegeben.

Die RLT-Anlage "Rechner- und Programmiererraum" ist für einen 20fachen stündlichen Luftwechsel bei mindestens 10 % Frischluftanteil ausgelegt.

Die RLT-Anlage „Feuerlöschzentrale“ sorgt bei einem reinen Außenluftbetrieb für einen 3,6fachen stündlichen Luftwechsel.

Die RLT-Anlage „Meßraum unter dem Kamin“ ist für einen 12,5fachen stündlichen Luftwechsel mit einem Außenluftanteil von 20 bis 100 % ausgelegt.

Die RLT-Anlage „Traforäume“ besteht aus jeweils einem Fortlüfter mit Deflektorhaube und einem Außenluftansauggitter je Traforaum.

Für die Bereiche Ausfahrt Umladehalle und Ausfahrt Trocknungsanlage sind Torluftschleieranlagen für LKW und Bahn vorgesehen. Die Torluftschleieranlagen sollen das Eindringen von Kaltluft verhindern. Sie dienen auch zur Unterstützung des Trocknungsvorgangs.

Vorprüfungen, Inbetriebsetzung und Prüfungen sind in der Systembeschreibung /EU 383/ erläutert. Die RLT-Anlagen des Kontrollbereichs und die zugehörige Gebäudeautomation sind mit Ausnahme der RLT-Anlage "Kabine Strahlenschutz" in den QS-Bereich 3.1 eingestuft /EU 302, EU 344, EU 383/. Die Inbetriebnahme der RLT-Anlagen erfolgt in zwei Phasen. In der Phase A werden die Bauelemente und Baugruppen in Betrieb genommen. Danach werden in der Phase B die Funktion der Gesamtanlagen und das Zusammenspiel aller Anlagen unter Berücksichtigung der Brandgasabsaugung einschließlich Leittechnik geprüft. Die Inbetriebnahme erfolgt unter Hinzuziehung eines unabhängigen Sachverständigen.

Wiederkehrende Sicht- und Funktionsprüfungen werden halbjährlich durch eine sachkundige Person und jährlich durch einen unabhängigen Sachverständigen durchgeführt.

### Bewertung

Die Steuerungen der RLT-Anlagen sind Teil der Gebäudeautomation (GA) /EU 302/. An diesen Teil der GA bestehen sicherheitstechnische Anforderungen /EU 383/. Zur Einhaltung der festgelegten Randbedingungen sind gegenseitige Verriegelungen zwischen Toren, maschinentechnischen Einrichtungen und den RLT-Anlagen vorgesehen. Die verfahrenstechnisch notwendigen Verriegelungen und Abläufe sind in dem vorgesehenen System der Gebäudeautomation realisierbar.

Die Einstufung der RLT-Anlagen des Kontrollbereichs und der zugehörigen Gebäudeleittechnik in den QS-Bereich 3.1 entspricht der sicherheitstechnischen Bedeutung.

Mit der Art und den Intervallen der wiederkehrenden Prüfungen sind wir einverstanden. Wir halten es jedoch für erforderlich, daß vor der Aufnahme des Betriebes Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen der RLT-Anlagen erstellt und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden /AV 2.3.2-7/.

Durch die RLT-Anlagen für die Räume des Kontrollbereichs muß eine Luftströmung aus dem Kontrollbereich in den Überwachungsbereich verhindert werden. Dies ist durch den vorgesehenen Abluftüberschuß möglich. Dieses Sollverhalten muß nicht nur bei Betrieb der RLT-Anlagen, sondern auch beim Anfahren der Anlagen sicher-

gestellt werden. Bei den RLT-Anlagen des Kontrollbereichs sind deshalb hinsichtlich der Dichtheit des Kanalsystems erhöhte Anforderungen an die druckseitig angeordneten Abluftkanäle zu stellen. Die zulässigen Leckraten und Leckvolumenströme sind in der DIN 25496 /273/ zusammengestellt.

Aus der Störfallanalyse ergeben sich Auslegungsanforderungen an die Lüftungsanlagen; hierzu verweisen wir auf Kap. 5.5.4 dieses Gutachtens.

### RLT-Anlage Umladehalle

Die Umladehalle ist in erster Linie aufgrund der durch die Abfallgebinde verursachten Dosisleistung Kontrollbereich im Sinne der Strahlenschutzverordnung. Durch die Art der Gebinde und die Begrenzung der Oberflächenkontamination ist im Normalbetrieb keine Raumluftkontamination zu befürchten. Wegen dieses Sachverhaltes und der Größe der Umladehalle bestehen keine Bedenken, die RLT-Anlage auch im reinen Umluftbetrieb zu fahren. Durch den Überschuß der Abluft zur Zuluft wird bei reinem Umluftbetrieb eine Leckluftmenge von ca. 15 000 m<sup>3</sup>/h nachströmen. Diese Leckluft reicht zur Verdünnung der Schadstoffe in der Halle aus.

Durch den Abluftüberschuß kann ein Überströmen von Luft aus dem Kontrollbereich in den Überwachungsbereich verhindert werden. Die genaue Einstellung des dafür erforderlichen Zuluft/Abluft-Verhältnisses wird in der Inbetriebsetzungsphase B erfolgen.

Die Abgabe erfolgt über den gemeinsamen Kamin für die Anlagen aus dem Kontrollbereich. Somit ist die Ableitung kontrolliert und wird durch das hier installierte Probenahmesystem erfaßt.

### RLT-Anlage Werkstatt

In der Werkstatt im Bereich Umladeanlage kann es bei den hier durchzuführenden Arbeiten an kontaminierten Komponenten zu leichten Aktivitätsfreisetzungen kommen. Die RLT-Anlage wird deshalb mit 100 % Außenluft betrieben. Die Wärmerückgewinnungsanlage arbeitet rekuperativ. Es ist somit sichergestellt, daß keine kontaminierte Luft aus dem Abluftstrom in den Zuluftstrom übertritt.

Der ca. 11fache stündliche Luftwechsel ist aus hygienischer Sicht ausreichend und erfüllt auch die Anforderungen, die an vergleichbare Anlagen in kerntechnischen Anlagen gestellt werden.

Durch die Installation von Hochleistungsschwebstofffiltern der Klasse S mit einem Abscheidegrad von mindestens 99,97 % wird der Austrag von radioaktiven Aerosolen vermindert.

### RLT-Anlage Sonderbehandlung

Im Sonderbehandlungsraum werden Maßnahmen zur Vermeidung von Raumluftkontaminationen vorgesehen. Zu diesen Maßnahmen gehören z.B. das Dekontaminationszelt und Umluftfilteranlagen. Dennoch können Aktivitätsfreisetzungen in die Raumluft nicht völlig ausgeschlossen werden. Durch den reinen Außenluftbetrieb mit rekuperativer Wärmerückgewinnung wird die Kontamination der Zuluft durch die Abluft verhindert.

Der vorgesehene 10fache stündliche Luftwechsel ist aus hygienischer und radiologischer Sicht ausreichend. Die vorgesehenen Einrichtungen zur Aerosolrückhaltung entsprechen dem heutigen Stand. Die Anforderungen der DIN 1946 /274/ werden eingehalten.

Die Abluftanlage wird als Kastengerät ausgeführt, d.h. die Komponenten wie Ventilator und Motor sind im Abluftstrom und können dadurch außen kontaminiert werden. Obwohl die Kontamination durch das vorgeschaltete S-Filter sehr gering sein wird, ist dies bei Instandhaltungsarbeiten zu beachten. Dies wird durch die Beteiligung des Strahlenschutzes bei Instandhaltungsarbeiten sichergestellt.

### RLT-Anlage Personendekontamination

An die RLT-Anlage Personendekontamination sind überwiegend konventionelle Anforderungen zu stellen. Die angestrebte Temperatur von 22°C ist ausreichend. Durch den reinen Außenluftbetrieb mit Wärmerückgewinnung wird eine Kontamination der Zuluft durch den Abluftstrom verhindert.

### RLT-Anlage Wäscherei

Für diese Anlage gelten die gleichen Anforderungen und Bewertungen wie für die RLT-Anlage Personendekontamination.

### RLT-Anlage Labor

In den Laborräumen des Kontrollbereichs wird mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen. Diese Arbeiten werden jedoch bevorzugt in den Digestorien durchgeführt, so daß diesen Einrichtungen besondere Bedeutung zukommt. Die für diese Einrichtungen vorgesehenen Filter der Klasse S entsprechen dem Stand der Technik. Um zu verhindern, daß die Lüftungskanäle durch die Fortluft aus den Digestorien kontaminiert werden, sollten diese Filter gemäß DIN 25425 /272/ in Verbindung mit DIN 25466 /193/ möglichst nahe zu den Digestorien installiert werden /AV 2.3.2-8/.

Aus dem übrigen Laborbereich sind die Abluftkontaminationen gering. Die hier vorgesehene Filtereinrichtung mit Filtern der Klasse EU6 dienen dem Schutz der Wärmerückgewinnungsanlage.

Durch das vorgesehene Abluft/Zuluft-Verhältnis wird eine gerichtete Luftströmung in den Laborbereich ermöglicht und somit der Übertritt von Raumluft aus dem Kontrollbereich in den Überwachungsbereich verhindert. Die genaue Einstellung muß jedoch bei der Inbetriebsetzung erfolgen.

Die Abgabe aus dem gesamten Laborbereich erfolgt kontrolliert über den Abluftkamin, wobei die Abluft aus den Digestorien nicht über die Wärmerückgewinnungsanlage und den Fortlüfter im Klimagerät geführt wird. Somit wird eine Kontamination der Einbauteile im Kastengerät durch die Digestorienabluft vermieden.

### RLT-Anlage Pufferhalle

Die Pufferhalle gehört aufgrund der durch die Abfallbinde verursachten Dosisleistung zum Kontrollbereich. Durch die Begrenzung der Oberflächenkontamination an den Gebinden wird die Raumluftkontamination gering sein. Die Filter in der Abluft dienen somit mehr dem Schutz der Wärmerückgewinnungsanlage.

Bei Störfällen wird allerdings mit einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen gerechnet (vgl. Kap. 5 dieses Gutachtens). Um eine Abgabe dieser Stoffe über die Lüftungsanlage zu vermeiden, ist ein Abschalten der Lüftungsanlage beim Betrieb des Seitenstapelfahrzeugs vorgesehen. Die Steuerung der RLT-Anlagen ist vor Errichtung der Lüftungsanlage in vorprüffähigen Unterlagen zu beschreiben /AV 2.3.2-9/.

Der für die Pufferhalle vorgesehene 2fache stündliche Luftwechsel ist für die Mindestaußenluftversorgung des Personals nach DIN 1946 /274/ ausreichend und entspricht den Werten der DIN 25414 /271/ für häufig begangene Betriebsräume. Gegen ein zeitweises Ausschalten der Lüftungsanlage bestehen aus der Sicht des Strahlenschutzes des Personals keine Bedenken (vgl. Kap. 3.4 dieses Gutachtens).

### RLT-Anlage Kabine Strahlenschutz

Die Kabine Strahlenschutz ist in der Umladehalle installiert und wird mit gereinigter Luft aus der Halle versorgt. In der Kabine wird nicht mit radioaktiven Stoffen umgegangen. Es bestehen deshalb keine Bedenken, wenn die Abluft aus der Kabine ungefiltert in die Umladehalle eingeblasen wird.

Der vorgesehene 10fache stündliche Luftwechsel ist aus hygienischer Sicht gemäß DIN 1946 /274/ ausreichend.

### RLT-Anlagen des Förderturms und des Schachthallenanbaus

Die raumluftechnischen Anlagen dienen zum Heizen und Belüften der Räume. Darüber hinaus werden im Brandfall die Räume von Brandgasen freigehalten.

Die Schachthalle wird durch den Unterdruck im Wetterkanal frei von Abwettern gehalten. Mit einer Kontamination der Räume des Förderturms ist demnach nicht zu rechnen.

An die raumluftechnischen Anlagen des Förderturms und des Schachthallenanbaus bestehen deshalb aus Sicht des Strahlenschutzes keine Anforderungen. Zum Brandschutz verweisen wir auf Kapitel 2.4.1 dieses Gutachtens.

### RLT-Anlage Hauptleitstand

Der Hauptleitstand wird ausreichend mit klimatisierter Luft versorgt. Aus radiologischer Sicht bestehen keine Anforderungen an die RLT-Anlage.

### RLT-Anlage Besucherraum

Der Besucherraum wird ausreichend mit Frischluft versorgt. Aus radiologischer Sicht bestehen keine Anforderungen an diese RLT-Anlage.

### RLT-Anlage Dusch- und Umkleieräume

Die Dusch- und Umkleieräume werden ausreichend mit Frischluft versorgt. Aus radiologischer Sicht bestehen keine Anforderungen an diese RLT-Anlagen.

### RLT-Anlage Elektrozentrale

Die Elektrozentrale wird ausreichend mit Frischluft versorgt. Aus radiologischer Sicht bestehen keine Anforderungen an diese RLT-Anlage.

### RLT-Anlage Rechner- und Programmierraum

Rechnerraum und Programmierraum werden ausreichend mit klimatisierter Luft versorgt. Aus radiologischer Sicht bestehen keine Anforderungen an diese RLT-Anlagen.

### RLT-Anlage für den Bereich Feuerlöschzentrale

An die RLT-Anlagen für den Bereich Feuerlöschzentrale bestehen keine Anforderungen im Hinblick auf den Stahlschutz.

### RLT-Anlage Meißraum unter dem Kamin

Im Meißraum unter dem Kamin wird mit kontaminierten Proben umgegangen. Durch die Umgangsart und die nur geringe Kontamination kann eine Raumluftkontamination ausgeschlossen werden. Es bestehen somit gegen den Mischluftbetrieb keine Bedenken. Der 12,5fache stündliche Luftwechsel ist aus hygienischer Sicht ausreichend.



### RLT-Anlage Traforäume Bauteil 02 ZTG

An die RLT-Anlage Traforäume Bauteil 02 ZTG bestehen keine Anforderungen im Hinblick auf den Strahlenschutz.

### RLT-Anlage Fortluftableitung Kontrollbereich

Die RLT-Anlage Fortluftableitung des Kontrollbereichs muß die Fortluftströme der einzelnen Anlagen über den Kamin ableiten. Die einzelnen Anlagen sind über diese RLT-Anlage miteinander verbunden. Störungen der RLT-Anlage Fortluftableitung Kontrollbereich können Rückwirkungen auf die einzelnen Anlagen haben. Die beiden Luftventilatoren müssen deshalb als 2·100 % Fortluftventilatoren ausgelegt sein oder die Rückwirkungen sind durch Verriegelungen mit den einzelnen Anlagen auszuschließen /AV 2.3.2-1/.

### Torluftschleieranlagen

Die Torluftschleieranlagen in der Aus- und Einfahrt für LKW und Bahn sind zur Verhinderung von Kaltlufteinbrüchen geeignet. Gleichzeitig wird der Austrag radioaktiver Stoffe wirksam unterbunden.



### **2.3.3 Elektrische Einrichtungen**

#### **2.3.3.1 Energieversorgung**

##### **2.3.3.1.1 Übersicht und Bewertungsmaßstäbe**

Zur Schachtanlage Konrad gehören die beiden Schächte Konrad 1(K 1) und Konrad 2 (K 2). Der Schacht K1 bezieht seinen Energiebedarf über eine 30-kV-Kabelverbindung vom Umspannwerk (UW) Hallendorf, der Schacht K2 über zwei Kabelverbindungen vom UW VW-Salzgitter.

Die Energieversorgung der elektrischen Verbraucher des Endlagers erfolgt je Schacht aus den folgenden Einrichtungen:

- Normalstromversorgung,
- Netzersatzanlage,
- unterbrechungslose Stromversorgung.

Der Aufbau, die Aufgaben und die Auslegung der zugehörigen Anlagenteile werden im Plan /1/ und in der Systembeschreibung /EU 271/ dargelegt, die außerdem Angaben zur Inbetriebsetzung und zum Betrieb enthält. Die Verknüpfung der einzelnen Anlagenteile ist in den Übersichtsplänen der Systembeschreibung /EU 271/ dargestellt.

An die Energieversorgungseinrichtungen des Endlagers sind außer den Anforderungen aus dem konventionellen Regelwerk keine zusätzlichen sicherheitstechnischen Anforderungen zu stellen, da Störungen in der Energieversorgung nicht zu einer zusätzlichen Aktivitätsfreisetzung und nicht zu wesentlichen Dosisbeiträgen am Anlagenzaun oder für das Betriebspersonal durch äußere Bestrahlung führen. Wir haben deshalb unserer Bewertung die VDE-Vorschriften, die Bergverordnung für elektrische Anlagen (ElBergV) /3/, die DIN-Normen und die Unfallverhütungsvorschriften (VGB4) /61/ zugrunde gelegt, gehen aber in einzelnen Fällen über die dort gestellten Anforderungen hinaus, da Störungen innerhalb der Energieversorgungseinrichtungen zu ungewollten Betriebsunterbrechungen (Unterbrechung des Einlagerungsbetriebes) führen können.

### 2.3.3.1.2 Normalstromversorgung

Von der Normalstromversorgung werden diejenigen Verbraucher mit elektrischer Energie versorgt - wie z.B. Hauptgrubenlüfter, Fördermaschinen und Allgemeinbeleuchtung -, die nach einem Netzausfall längerfristig ausfallen dürfen.

Sie besteht aus den folgenden Energieversorgungseinrichtungen:

#### Schacht K 1

- 30-kV-Schaltanlage	01 PBB
- 30/6-kV-Transformatoren	01 PDQ und 02 PDQ
- 6-kV-Schaltanlagen	01 PDA bis 05 PDA
- 6/0,5-kV-Transformator	01 PKQ
- 0,5-kV-Schaltanlage	01 PKA
- 6/0,4-kV-Transformatoren	01 PMQ bis 03 PMQ
- 0,4-kV-Schaltanlagen	01 PMA, 02 PMA
- Kompensations- und Filterkrisanlage	PDG
- 6-kV-Schaltanlage	01 PDX (unter Tage)

#### Schacht K 2

- 30-kV-Schaltanlage	01 PBJ
- 30/6-kV-Transformatoren	01 PDR und 02 PDR
- 6-kV-Schaltanlagen	01 PDH bis 06 PDH
- 6/0,4-kV-Transformatoren	01 PMR bis 04 PMR
- 0,4-kV-Schaltanlagen	01 PMH, 02 PMH und 04 PMH
- Kompensations- und Filterkrisanlage	PDP
- 6-kV-Schaltanlage	01 PDU (unter Tage)

Über die 30-kV-Schaltanlagen 01 PBB und 01 PBJ bezieht die Schachtanlage die für alle Funktionsbereiche benötigte Energie von dem 30-kV-Umspannwerk (UW) Hallendorf und dem 30-kV-UW VW-Salzgitter.

Die 30-kV-Schaltanlage 01 PBB des Schachtes K 1 wird vom UW Hallendorf über eine erdverlegte 30-kV-Kabelverbindung versorgt. An dieser Schaltanlage sind über zwei parallelgeschaltete Transformatoren (01 und 02 PDQ) die übertägigen 6-kV-Schaltanlagen 01 und 02 PDA angeschlossen und von dort aus über vier Einspeisekabel die unter Tage auf der 1200 m-Sohle angeordnete 6-kV-Schaltanlage 01 PDX. Zwei Einspeisekabel sind der Schaltanlage 01 PDA und die beiden anderen der Schaltanlage 02 PDA fest zugeordnet. Darüber hinaus versorgen die 6-kV-Schaltanlagen 01 und 02 PDA die übertägigen dezentralen 6-kV-Schaltanlagen 03 bis 05 PDA sowie jeweils über Transformatoren die 0,5-kV-Schaltanlage 01 PKA, die 0,4-kV-Schaltanlagen 01 und 02 PMA sowie die 0,4-kV-Schaltanlage für die Druckluftanlage FM-Nord. An die 0,4-kV-Schaltanlage 01 PMA ist über eine Längskupplung die 0,4-kV-Schaltanlage 01 PRC der Netzersatzanlage angeschlossen.

Die 30-kV-Schaltanlage 01 PBJ des Schachtes K 2 wird über zwei erdverlegte - ständig zugeschaltete - Kabelverbindungen vom 30-kV-UW VW-Satzgitter mit elektrischer Energie versorgt. An dieser Schaltanlage sind über zwei parallel geschaltete Transformatoren (01 und 02 PDR) die übertägigen 6-kV-Schaltanlagen 01 und 02 PDH angeschlossen und von dort aus über vier Einspeisekabel die unter Tage auf der 850 m-Sohle angeordnete 6-kV-Schaltanlage 1 PDU. Zwei Einspeisekabel sind der Schaltanlage 01 PDH und die beiden anderen der Schaltanlage 02 PDH fest zugeordnet. Darüber hinaus versorgen die 6-kV-Schaltanlagen 01 und 02 PDH die übertägigen dezentralen 6 kV-Schaltanlagen 03 bis 06 PDH sowie jeweils über Transformatoren die 0,4-kV-Schaltanlagen 01 PMH, 02 PMH und 04 PMH sowie die 0,4-kV-Schaltanlage 01 PRK der Netzersatzanlage.

Die auf jedem Schacht vorgesehene 6-kV-Kompensations- und Filterkreisanlage soll den Leistungsfaktor auf einen vorgegebenen Mindestwert halten, eine unzulässige Spannungsabsenkung verhindern und die erzeugten Oberwellenströme innerhalb der festgelegten Frequenzbereiche in zulässigen Grenzen halten.

Die Energieversorgung der Verbraucher unter Tage erfolgt aus insgesamt sieben den einzelnen Sohlen zugeordneten 6-kV-Schaltanlagen, die über Kabelverbindungen zu einem Ring zusammengeschaltet werden können. Über die 6-kV-Schaltanlage 01 PDX wird die eine Seite und über die 6-kV-Schaltanlage 01 PDU die andere Seite des Rings gespeist.

Die unter Tage vorhandenen Niederspannungsverbraucher erhalten ihren Energiebedarf aus Niederspannungsschaltanlagen, die über Transformatoren von den 6-kV-Schaltanlagen des Rings versorgt werden. Der Ring wird im Normalbetrieb stets offen betrieben, um eine unzulässige Zusammenschaltung beider Energieversorgungsstränge zu vermeiden.

Fällt die 30-kV-Einspeisung einer Tagesanlage aus, so wird der 6-kV-Ring geschlossen und somit die Energieversorgung der vom Ausfall betroffenen Verbraucher über die Energieversorgungseinrichtungen der anderen Tagesanlage wieder hergestellt. In diesem Fall werden gezielt Verbraucher abgeschaltet, um eine Überlastung der dann noch vorhandenen Energieversorgungseinrichtungen zu verhindern.

Es ist geplant, den elektrischen Schutz selektiv aufzubauen und im Rahmen der herstellereinspezifischen Ausführungsplanung durch Spannungsfall-, Kurzschluß- und Lastflußberechnungen sowie durch einen Schutzstaffelplan, der die Einstellwerte der Schutzorgane enthält, die ordnungsgemäße Auslegung der elektrischen Einrichtungen nachzuweisen. Die entsprechenden Nachweise werden einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt /EU 271/.

Die 30-kV- und die 6-kV-Schaltanlagen (Mittelspannungsschaltanlagen) der Schachtanlage Konrad bestehen aus mehrfeldrigen, metallgekapselten Innenraum-Anlagen mit Einfachsammelschienensystemen in fabrikfertiger, typgeprüfter Ausführung. Die 30-kV-Schaltanlagen sind SF6-isoliert, die Sammelschienen-, Feld- und Abgangsräume der 6-kV-Schaltanlagen geschottet. Als Leistungsschalter werden jeweils wartungsarme Vakuum-Schalter eingesetzt.

Die Schutz- und Verriegelungseinrichtungen, die Einrichtungen für die Orts- und Fernsteuerung, für die Betriebs- und Störmeldungen und für die Messungen/Zählungen werden in Niederspannungsschränken angeordnet.

Der Betriebszustand der Mittelspannungsschaltanlagen wird vor Ort und auf der Zentralen Warte überwacht. Die Bedienung erfolgt von der Zentralen Warte aus /EU 400/. Die zentralen Mittelspannungsschaltanlagen des Schachtes K 1 werden im Werkstattgebäude 01 ZVA, die des Schachtes K 2 in der Heizzentrale 02 ZTG aufgestellt.

Die Niederspannungshauptverteilungen der Schachtanlage Konrad bestehen aus mehrfeldrigen, stahlblechgekapselten Innenraum-Anlagen mit Einfachsammelschienensystemen in fabrikfertiger, typgeprüfter Ausführung.

Über das Zentrale Leitsystem werden die Einspeiseschalter (Schalterstellungen) der über- und untertägigen Niederspannungshauptverteilungen überwacht und von der Zentralen Warte aus fernbedient. Das Ansprechen von Schutzeinrichtungen wird zur Zentralen Warte gemeldet (Sammelmeldung /EU 400/). Bei den untertägigen Niederspannungshauptverteilungen erfolgt darüber hinaus vor Ort eine Überwachung auf Erdschlußfreiheit. Die Niederspannungsschaltanlagen des Schachtes K 1 werden im Werkstattgebäude 01 ZVA und im Verwaltungs- und Sozialgebäude ZXA, die des Schachtes K 2 in der Heizzentrale 02 ZTG aufgestellt.

Als 30/6-kV-Transformatoren kommen ölgekühlte Drehstromtransformatoren zum Einsatz. Sie erhalten zur Überwachung jeweils ein Buchholzrelais und ein Kontaktzeigermeter und werden im Freien direkt am Werkstattgebäude 01 ZVA (Trafos 01 PDQ und 02 PDQ) und in unmittelbarer Nähe der Heizzentrale 02 ZTG (Trafos 01 PDR und 02 PDR) angeordnet.

Die Niederspannungstransformatoren sind als Gießharz-Drehstromtransformatoren (Übersetzungsverhältnis: 6/0,5 kV über und unter Tage, 6/0,4 kV über Tage) mit Temperaturvollschutz ausgeführt. Die Transformatoren des Schachtes K 1 werden im Werkstattgebäude 01 ZVA und im Verwaltungs- und Sozialgebäude ZXA, die des Schachtes K 2 in der Heizzentrale 02 ZTG aufgestellt.

Die zur Kompensation von schnellen Blindleistungsänderungen geplanten Kompensations- und Filterkreisanlagen bestehen je Kompensationsanlage aus Drehstrom-Transformatoren, Kompensations-Drosselspulen, Thyristor-Stromrichtern sowie einer Regelungseinrichtung mit Steuersatz. Jeder Filterkreis enthält Drosselspulen und Kondensatoren. Die Überwachung dieser Anlagen erfolgt über das Zentrale Leitsystem.

Die Kompensations- und Filterkreisanlage des Schachtes K 1 wird als Innenraumanlage im Werkstattgebäude 01 ZVA aufgestellt, die des Schachtes K 2 als Außenanlage im Freien in unmittelbarer Nähe der Heizzentrale 02 ZTG.

Die für die Energieübertragung und -versorgung vorgesehenen Kabel sollen je nach Verwendungszweck für Freiluft-, Innenraum-, Erd-, Schacht- und Grubenverlegung ausgelegt werden. Dabei ist vorgesehen, den Leiterquerschnitt so zu wählen, daß der Betriebsstrom geführt werden kann, der zugelassene Spannungsfall nicht überschritten wird und der höchstmögliche Kurzschlußstrom über die vorgegebene Abschaltzeit beherrscht wird. Die entsprechenden Nachweise werden im Rahmen der herstellereigenspezifischen Ausführungsplanung erstellt und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt /EU 271/.

Die Anordnung der Hauptkabeltrassen ist für die Außenanlagen und die Schachtscheiben K 1 und K 2 in den "Aufstellungs- und Anordnungsplänen für Komponenten der übergeordneten E-Versorgung einschließlich Ersatzstrom" /EU 412/ dargestellt.

### Bewertung

An die Normalstromversorgung ist neben der Erfüllung der Anforderungen aus dem konventionellen Regelwerk (siehe hierzu Kapitel 2.3.3.1.1) die Forderung zu stellen, daß die Energieversorgung der Normalstromverbraucher der Schachtanlage Konrad ausreichend zuverlässig sichergestellt ist, um störungsbedingte Betriebsunterbrechungen auf ein Mindestmaß zu begrenzen. Der geplante Aufbau der Normalstromversorgung des Endlagers mit getrennter Netzeinspeisung und eigenen Energieverteilungsanlagen für jeden Schacht ist grundsätzlich geeignet, diese Forderung zu erfüllen. Auf jedem Schacht besteht jedoch die Energieversorgung der Normalstromverbraucher je Mittelspannungsebene aus zwei miteinander längsgekuppelten Schaltanlagen (01 PDA/02 PDA bzw. 01 PDH/02 PDH), deren Einspeisungen jeweils über die geschlossene Längskupplung parallelgeschaltet sind. Eine weitere Vermaschung stellen die Einspeisungen des unter Tage angeordneten 6-kV-Ringes dar, da dessen Einspeiseschaltanlagen 01 PDX und 01 PDU jeweils aus den zugeordneten 6-kV-Schaltanlagen 01 PDA/02 PDA und 01 PDH/02 PDH mit elektrischer Energie versorgt werden. Wegen dieser Vermaschungen sind erhöhte Anforderungen an das Bedienungspersonal und die eingesetzten Schutz Einrichtungen zu stellen, um Fehlschaltungen während des Betriebes und bei Störungen zu verhindern sowie fehlerhafte Anlagenteile selektiv freizuschalten.

Möglichkeiten, durch Bedienungsfehler Störungen zu verursachen bestehen z. B.:



- beim 6-kV-Ring unter Tage, der im Normalbetrieb stets an zwei Stellen geöffnet sein muß, um eine unzulässige Parallelschaltung der Schachteinspeisungen K 1 und K 2 zu vermeiden und
- bei Ausfall einer Netzeinspeisung, einer 6-kV-Schaltanlage oder von mehr als einem der insgesamt vier vorhandenen Kabel je Einspeiseseite des untertägigen 6-kV-Ringes. In diesen Fällen müssen gezielt Verbraucher abgeschaltet werden, um eine Überlastung der dann noch vorhandenen Energieversorgungseinrichtungen zu vermeiden.

Um Fehlschaltungen im Bereich der Normalstromversorgung auf ein Mindestmaß zu begrenzen, beabsichtigt der Antragsteller den Ablauf von Schalthandlungen, die während des Betriebes und zur Beseitigung von Störungen erforderlich sind, im Zechenbuch/Betriebshandbuch zu regeln. Das Zechenbuch/Betriebshandbuch wird vor Aufnahme des Betriebes einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt /EU 271/. Wir haben gegen diese Vorgehensweise keine Einwände.

Der Antragsteller plant, im Bereich der Normalstromversorgung nur betriebsbewährte und typgeprüfte Schaltanlagen, Transformatoren und Kompensations- und Filterkreisanlagen einzusetzen, die nach den anzuwendenden VDE-Vorschriften und bergrechtlichen Verordnungen gebaut und geprüft wurden und die für die am Aufstellungsort auftretenden Umgebungsbedingungen ausgelegt sind. Dies Vorgehen genügt den Anforderungen; wir haben keine Einwände.

Das vorgesehene Schutz-, Überwachungs- und Bedienungskonzept für die Normalstromversorgung entspricht den zugrunde zu legenden VDE-Vorschriften und Verordnungen des Bergrechtes.

Gegen die vorgesehene Aufstellung der zu den zentralen Energieversorgungseinrichtungen gehörenden Innenraumanlagen im Werkstattgebäude 01 ZVA und im Verwaltungs- und Sozialgebäude ZXA (Schacht K 1) sowie in der Heizzentrale 02 ZTG (Schacht K 2) haben wir keine Bedenken. Anhand der Aufstellungs- und Anordnungspläne /EU 412/ können wir bestätigen, daß die in diesen Gebäuden ausgewiesenen elektrischen Betriebsräume ausreichend groß bemessen sind, um die vorgesehenen elektrischen Einrichtungen der zentralen Energieversorgung aufzu-

nehmen. Auch bestehen keine Bedenken gegen die vorgesehene Aufstellung der dezentralen Energieversorgungseinrichtungen und die im Freien geplante Anordnung der schachtzugehörigen 30/6-kV-Transformatoren sowie der Kompensations- und Filterkreisanlage des Schachtes K 2.

Gegen die geplante Trassenführung der Hauptkabeltrassen im Bereich der Außenanlagen und die Anordnung der Kabeltraversen in den Schachtscheiben K 1 und K 2 haben wir keine Einwände. Das hierfür vorgesehene Raumangebot ist ausreichend groß bemessen.

Der Raumbedarf für die unter Tage aufzustellenden elektrotechnischen Komponenten ist in den vorliegenden Unterlagen nicht angegeben. Die Komponenten sind aber in jedem Fall so bemessen, daß sie in Nischen, in Streckenaufweitungen oder in Streckenabzweigen aufgestellt werden können. Darüber hinaus bestehen aus kern-technischer Sicht keine Anforderungen an die Größe der Aufstellungsflächen. Die Auffahrung und die Herrichtung der entsprechenden Grubenräume können daher im bergrechtlichen Verfahren geprüft werden.

### **2.3.3.1.3 Netzersatzanlage**

Jeder Schacht ist über Tage mit einer Netzersatzanlage, bestehend aus einer 0,4-kV-Schaltanlage und einem Dieselmotor mit gekuppeltem Generator ausgerüstet. Die Dieselaggregate haben eine Typenleistung von ca. 550 kVA (Konrad 1) und ca. 1500 kVA (Konrad 2) /EU 271/.

Die 0,4-kV-Schaltanlage 01 PRC der Netzersatzanlage des Schachtes K 1 kann entweder über eine mit zwei Leistungsschaltern versehene Schienenverbindung aus der vorgelagerten 0,4-kV-Hauptverteilung 01 PMA der Normalstromversorgung oder von dem zugeordneten Notstromdieselaggregat gespeist werden. Im ungestörten Betrieb erfolgt die Energieversorgung aus der Normalstromversorgung.

Die 0,4-kV-Schaltanlage 01 PRK der Netzersatzanlage des Schachtes K 2 kann entweder über eine mit zwei Leistungsschaltern versehene Schienenverbindung über den 6/0,4-kV-Transformator 02 PMR aus der 6-kV-Schaltanlage 02 PDH der Normalstrom-

versorgung oder von dem zugeordneten Notstromdieselaggregat gespeist werden. Im ungestörten Betrieb erfolgt die Energieversorgung aus der Normalstromversorgung.

In beiden Schachtanlagen sind der Generatorschalter des Dieselaggregates und der Einspeiseschalter der 0,4-kV-Schaltanlage der Netzersatzanlage (unterer Schalter in der Kabelverbindung zur Normalstromversorgung) gegeneinander verriegelt.

Die Dieselaggregate sind jeweils für den gesamten Leistungsbedarf der Ersatzanlage des zugeordneten Schachtes ausgelegt. Sie können eine Stunde mit 10 % Überleistung - bezogen auf die Dauerleistung - betrieben werden. Jedes Aggregat besteht aus einem wassergekühlten Viertakt-Dieselmotor und einem Drehstrom-Innenpol-Generator mit eingebauter Erregermaschine. Dieselmotor und Generator werden elastisch gekuppelt und auf einem gemeinsamen Grundrahmen montiert.

Jeder Generator der Netzersatzanlage kann über einen Generatorschalter die Sammelschiene der zugeordneten 0,4-kV-Netzersatzschaltanlage speisen. Die Sammelschienenspannung wird überwacht /59/. Zwei Sekunden nach dem Ansprechen der Spannungsüberwachung (z.B. durch Ausfall der netzseitigen Energieversorgung) wird das Aggregat elektrisch gestartet, beide Kuppelschalter zur Normalstromversorgung werden automatisch geöffnet und der Generatorschalter wird nach dem Hochlaufen des Dieselaggregates (ca. 15 s) automatisch geschlossen. Danach ist die Versorgung der Grundlastverbraucher wieder hergestellt. Weitere Verbraucher werden anschließend manuell zugeschaltet. Nach Netzwiederkehr wird der Generator des Dieselaggregates mit dem Netz synchronisiert und der Dieselmotor automatisch zeitverzögert stillgesetzt.

Jedes Aggregat erhält einen Kraftstoff-Betriebsbehälter, der für einen achtstündigen Betrieb bemessen ist. Zusätzlich sind zwei Vorratsbehälter vorgesehen, die jeweils Kraftstoff für einen 64stündigen Betrieb enthalten /59/.

Es ist geplant, den elektrischen Schutz selektiv aufzubauen und im Rahmen der herstellerspezifischen Ausführungsplanung durch Spannungs-, Kurzschluß- und Lastflußberechnungen sowie durch einen Schutzstaffelplan, der die Einstellwerte der Schutzorgane enthält, die ordnungsgemäße Auslegung der elektrischen Einrichtungen nachzuweisen. Die entsprechenden Nachweise werden einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt /EU 271/.

Die Überwachung der Netzersatzanlagen (Dieselanlagen EIN/AUS, Sammelstörmeldung) erfolgt vor Ort und über das Zentrale Leitsystem in der Zentralen Warte.

Zu den Verbrauchern der Netzersatzanlage gehören im wesentlichen solche, deren Spannungsversorgung nur kurzzeitig ausfallen darf. Dies sind u.a. die Sicherheitsbeleuchtung, die Warn- und Rufanlage und die Gleichrichter der unterbrechungslosen Stromversorgung /EU 271/.

Die 0,4-kV-Schaltanlage 01 PRC der Netzersatzanlage des Schachtes K 1 wird im Verwaltungs- und Sozialgebäude ZXA aufgestellt, das zugehörige Dieselaggregat in der Heizzentrale 01 ZTG. Das Dieselaggregat und die 0,4-kV-Schaltanlage 01 PRK der Netzersatzanlage des Schachtes K 2 werden in der Heizzentrale 02 ZTG angeordnet.

### Bewertung

Der Antragsteller beabsichtigt, für die Netzersatzanlagen des Endlagers nur betriebsbewährte und typgeprüfte Schaltanlagen und Dieselaggregate einzusetzen, die nach den anzuwendenden VDE-Vorschriften und bergrechtlichen Verordnungen gebaut und geprüft wurden und die für die am Aufstellungsort auftretenden Umgebungsbedingungen ausgelegt sind. Dieses Vorgehen genügt den Anforderungen; wir haben keine Einwände.

Das vorgesehene Schutz-, Überwachungs- und Bedienungskonzept für die Netzersatzanlagen entspricht den zugrunde zu legenden VDE-Vorschriften und Verordnungen des Bergrechts.

Die 0,4-kV-Schaltanlagen der beiden Netzersatzsysteme sind jeweils über eine Schienenverbindung mit zwei in Reihe liegenden Leistungsschaltern an das Normalnetz angeschlossen. Im Normalbetrieb sind beide Leistungsschalter geschlossen. Im Anforderungsfall werden beide automatisch ausgeschaltet. Damit ist bei Ausfall des Normalnetzes die zur Aufnahme des Ersatzstrombetriebes erforderliche sichere Trennung zwischen Normal- und Ersatznetz gewährleistet.

Die für jede Schachtanlage vorgesehenen Maßnahmen zur Einleitung des Ersatzstrombetriebes und nach Wiederkehr des Netzes sind in vergleichbaren Anlagen Stand der Technik.

Das elektrische Anlassen von Dieselmotoren hat sich in der Vergangenheit als nicht so zuverlässig erwiesen wie das Anlassen über Druckluft. Da an die Netzersatzanlagen des Endlagers keine sicherheitstechnischen Anforderungen zu stellen sind, kann das vorgesehene elektrische Anlaßverfahren trotzdem akzeptiert werden.

Zur Bestimmung der Typenleistung der Dieselaggregate liegt die Bilanz in der Systembeschreibung /EU 271/ zugrunde. Wir können bestätigen, daß auf der Basis dieser Bilanz beide Dieselaggregate leistungsmäßig in der Lage sind, die Verbraucher des Netzersatzsystems ausreichend mit elektrischer Energie zu versorgen.

Die vorgesehene Kraftstoffbevorratung für einen Dieselbetrieb von 72 Stunden entspricht dem Stand der Technik.

Gegen die geplante Aufstellung der Komponenten der Netzersatzanlagen haben wir keine Einwände. Anhand der Aufstellungs- und Anordnungspläne /EU 412/ können wir bestätigen, daß die vorgesehenen elektrischen Betriebsräume ausreichend groß bemessen sind, um diese Komponenten aufzunehmen.

### **2.3.3.1.4 Unterbrechungslose Stromversorgung**

Für die Energieversorgung

- der Automatisierungsgeräte der Zentralen Leittechnik (ZLT) sowie von Teilen der Strahlenschutzinstrumentierung,
- der Sicherheitsbeleuchtung (Dauerlicht) und
- der Steuerung für die Schaltanlagen

sind nach der Systembeschreibung /EU 271/ auf jeder Tagesanlage unterbrechungslose Stromversorgungsanlagen (USV) vorgesehen. Sie dienen zur ständigen Versorgung dieser Verbraucher auch während der Startphase der Dieselaggregate oder bei Ausfall der Netzersatzanlage. Unter Tage erfolgt die Versorgung der Automatisierungsgeräte der ZLT und der Steuerspannung für die Schaltanlagen aus dezentralen USV-Anlagen.

Die Energieversorgung der Automatisierungsgeräte der ZLT und von Teilen der Strahlenschutzinstrumentierung besteht je Tagesanlage aus einem Gleichrichter, einem Wechselrichter mit elektronischer Umschaltvorrichtung, einer Batterie und einem Vertei-

lungsfeld. Der Gleichrichter wird an die zugehörige 0,4-kV-Schaltanlage der Netzersatzanlage angeschlossen. Er arbeitet mit der Batterie im Bereitschafts-Parallelbetrieb und versorgt den nachgeschalteten Wechselrichter mit elektrischer Energie. Bei Ausfall der Netzersatzanlage oder während der Startphase des Dieselaggregates erfolgt die Energieversorgung der leittechnischen Einrichtungen unterbrechungslos über den Wechselrichter aus der vorgeschalteten Batterie. Die Batterie ist für eine Entladezeit von einer Stunde ausgelegt und in einem separaten Batterieraum aufgestellt.

Gleichrichter, Wechselrichter und Verteilungsfeld sowie die zugehörigen Überwachungs-, Steuer- und Regeleinrichtungen werden gemeinsam in einen Stahlblechschrank eingebaut. Die unter Tage angeordneten dezentralen USV-Anlagen werden aus den untertägigen 0,5-kV-Schaltanlagen versorgt. Bei Ausfall der Normalstromversorgung wird die Energieversorgung der angeschlossenen Verbraucher über den Wechselrichter aus der Batterie der zugeordneten USV-Anlage unterbrechungslos aufrechterhalten. Die Überwachung der USV-Anlagen erfolgt auf der Zentralen Warte über das Zentrale Leitsystem.

Die Energieversorgung der Sicherheitsbeleuchtung (Dauerbetrieb) besteht je Tagesanlage aus einem Gleichrichter, einer Zentralbatterie und einem Verteilungsfeld. Der Gleichrichter wird an die zugehörige 0,4-kV-Schaltanlage der Netzersatzanlage angeschlossen. Er arbeitet mit der Batterie im Dauer- und Bereitschaftsbetrieb und versorgt über das nachgeschaltete Verteilungsfeld die angeschlossenen Leuchten. Bei Ausfall der Netzersatzanlage oder während der Startphase des Dieselaggregates erfolgt die Energieversorgung der Sicherheitsbeleuchtung aus der Batterie. Sie ist für eine Entladezeit von einer Stunde ausgelegt und in einem separaten Batterieraum auf Stufengestellen aufgestellt. Gleichrichter und Verteilungsfeld sowie die zugehörigen Überwachungs-, Steuer- und Regeleinrichtungen werden gemeinsam in einen Stahlblechschrank eingebaut. Die Überwachung erfolgt auf der Zentralen Warte über das Zentrale Leitsystem.

Für die Energieversorgung der Steuerungs-, Schutz- und Überwachungseinrichtungen der starkstromtechnischen Komponenten des Endlagers sind je Tagesanlage Gleichrichter, Batterien und Verteilungsfelder und unter Tage dezentrale USV-Anlagen Wechselrichter vorgesehen. Die Steuerspannung beträgt über Tage 220 V-DC (Gleichspannung) und unter Tage 220 V-AC (Wechselspannung). Die Gleichrichter der Tagesanlagen werden je Schacht an die zugehörige 0,4-kV-Schaltanlage der Netzersatzanlage, die unter

Tage angeordneten Gleichrichter an die über den 6-kV-Ring versorgten 0,5-kV-Schaltanlagen der Normalstromversorgung angeschlossen. Batterie und Gleichrichter arbeiten jeweils im Bereitschaftsparallelbetrieb.

Die Batterien der Tagesanlagen werden bei einem Ausfall der Netzersatzanlage oder während der Dieselhochlaufphase, die Batterien der untertägigen Anlagen bereits bei einem Ausfall der Normalstromversorgung zur Energieversorgung der angeschlossenen Steuerungs-, Schutz- und Überwachungseinrichtungen herangezogen. Jede Batterie ist für eine Entladezeit von einer Stunde ausgelegt. Sie sind über Tage in separaten Batterieräumen aufgestellt und unter Tage gemeinsam mit den Schalt- und Ladegeräten sowie den Wechselrichtern in Stahlblechschränken montiert. Die Schalt- und Ladegeräte der Tagesanlagen mit den zugehörigen Überwachungs-, Steuer- und Regeleinrichtungen werden jeweils gemeinsam in Stahlblechschränken angeordnet. Die Überwachung erfolgt auf der Zentralen Warte über das Zentrale Leitsystem.

Die Komponenten der übertägigen unterbrechungslosen Stromversorgungsanlagen des Schachtes K 1 werden im Werkstattgebäude 01 ZVA und im Verwaltungs- und Sozialgebäude ZXA, die des Schachtes K 2 in der Heizzentrale 02 ZTG aufgestellt.

### Bewertung

Der Antragsteller beabsichtigt nach der Systembeschreibung /EU 271/, im Bereich der unterbrechungslosen Stromversorgung nur betriebsbewährte und typgeprüfte Schaltfelder, Gleichrichter, Wechselrichter und Batterien einzusetzen, die nach den VDE-Vorschriften und den bergrechtlichen Verordnungen gebaut und geprüft wurden und die für die am Aufstellungsort auftretenden Umgebungsbedingungen ausgelegt sind. Dies Vorgehen genügt den Anforderungen; es bestehen keine Einwände.

Das Überwachungs- und Bedienungskonzept für die unterbrechungslose Stromversorgung ist geeignet, Fehler frühzeitig zu detektieren und schnell zu beheben.

Die leittechnischen Einrichtungen, die Sicherheitsbeleuchtung (Dauerlicht) sowie die Steuerungs-, Schutz- und Überwachungseinrichtungen der über Tage angeordneten starkstromtechnischen Komponenten werden jeweils an eigene unterbrechungslose Stromversorgungsanlagen angeschlossen, die ihren Energiebedarf aus dem Netzersatzsystem beziehen. Die Spannungsversorgung der leittechnischen Einrichtungen

und der Steuerungs-, Schutz- und Überwachungseinrichtungen der untertägigen Schaltanlagen erfolgt aus dezentralen unterbrechungslosen Stromversorgungsanlagen, die von der Normalstromversorgung gespeist werden. Wir haben gegen dieses Versorgungskonzept keine Einwände. Durch diese Art der Energieversorgung ist gewährleistet, daß auch nach einem Ausfall der Stromversorgung noch diejenige Energie bereitgestellt wird, die erforderlich ist, um notwendige Überwachungsaufgaben und Schalthandlungen ausführen zu können und ein gefahrloses Verlassen von Anlagenbereichen zu ermöglichen.

Die Entladezeit der eingesetzten Batterien beträgt mindestens eine Stunde. Dies reicht zur Durchführung der oben genannten Maßnahmen aus. Zur Energieversorgung der Alarmierungseinrichtungen der Warn- und Rufanlage und der Verstärkerzentralen verweisen wir auf die Kapitel 2.3.4.5.1 und 2.4.1.4 dieses Gutachtens.

Gegen die geplante Aufstellung der übertägigen unterbrechungslosen Stromversorgungseinrichtungen haben wir keine Einwände. Anhand der Aufstellungs- und Anordnungspläne /EU 412/ können wir bestätigen, daß die für die unterbrechungslose Stromversorgung ausgewiesenen elektrischen Betriebsräume ausreichend groß bemessen sind, um die vorgesehenen Komponenten aufzunehmen.

Zur räumlichen Anordnung der untertägigen Einrichtungen der unterbrechungslosen Stromversorgung enthalten die vorliegenden Unterlagen keine Angaben. Die Komponenten sind aber in jedem Fall so bemessen, daß sie in Nischen, in Streckenaufweitungen oder in Streckenabzweigen aufgestellt werden können. An die Größe der Aufstellungsflächen bestehen darüber hinaus keine besonderen Anforderungen aus unserer Sicht. Die Auffahrung und die Herrichtung der entsprechenden Grubenräume können daher im bergrechtlichen Verfahren geprüft werden.

### **2.3.3.1.5 Inbetriebnahme der elektrischen Energieversorgung**

Vor Beginn der Inbetriebnahme ist beabsichtigt, durch Prüfungen sicherzustellen, daß die Komponenten der elektrischen Energieversorgung einer Werksabnahme unterzogen wurden, alle Montagen ordnungsgemäß abgeschlossen sind, die Zugänglichkeit der Komponenten gewährleistet ist, die notwendigen Kennzeichnungen angebracht wurden



und die Anforderungen aus den zugrunde gelegten Regelwerken eingehalten sind /EU 271/.

Die ordnungsgemäße Funktion der elektrotechnischen Anlagen wird vor der Inbetriebnahme durch Funktionsprüfungen anhand von spezifizierten Festlegungen und Prüfprogrammen, die vorher vom Antragsteller freigegeben sind, nachgewiesen. Die Inbetriebnahme der elektrotechnischen Anlagen erfolgt in den Phasen A, B und C.

In der Inbetriebnahmephase A werden die Funktionen der einzelnen Systeme auf Erfüllung der spezifizierten Anforderung und auf Einhaltung der zugrunde zu legenden Regelwerke überprüft. Die Inbetriebnahmephase B dient zur Überprüfung des ordnungsgemäßen Zusammenspiels der Einzelsysteme zueinander sowie zu Systemen außerhalb der Anlagen der Energieversorgung. In der Inbetriebnahmephase C wird bei bestimmungsgemäßem Betrieb der Gesamtanlage deren ordnungsgemäße Funktion sowie die Erfüllung der spezifizierten Werte aller Systeme überprüft und protokolliert.

Die Prüfungen vor und während der Inbetriebnahme sollen in Anwesenheit eines unabhängigen Sachverständigen erfolgen. Die hierfür erforderlichen Unterlagen werden dem Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt /EU 271/.

### Bewertung

Die vom Antragsteller vorgesehenen Prüfungen im Bereich der elektrischen Energieversorgung vor und während der Inbetriebnahme sowie die Aufteilung in drei Inbetriebnahmephasen entsprechen dem Stand der Technik.

Wir haben keine Einwände gegen die vom Antragsteller geplante Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme der elektrotechnischen Anlagen der Schachtanlage Konrad.

### **2.3.3.1.6 Betrieb der elektrischen Energieversorgung**

Nach der Systembeschreibung /EU 271/ sollen die Einrichtungen der elektrischen Energieversorgung nach den erteilten Genehmigungen und den im Zechenbuch/Betriebshandbuch zusammengefaßten Regelungen betrieben werden.

Die Durchführung von planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen - sie bestehen aus Inspektion, Wartung und Instandsetzung - erfolgt nach der EI BergV /3/ und der VBG4 /61/.

Der Antragsteller beabsichtigt, die Überwachung der elektrotechnischen Einrichtungen des Endlagers in den nach den oben genannten Verordnungen vorgeschriebenen Zeitintervallen durch

- fachkundige Personen,
- fachkundige Aufsichtspersonen und
- vom Oberbergamt (OBA) anerkannte Sachverständige

durchführen zu lassen.

### Bewertung

Die Durchführung des Betriebes soll für die Einrichtung der elektrischen Energieversorgung nach den erteilten Genehmigungen und den im Zechenbuch/Betriebshandbuch zusammengefaßten Regelungen erfolgen. Es ist beabsichtigt, in diesem Buch auch die erforderlichen Maßnahmen im Bereich der Energieversorgung zur Aufrechterhaltung des Betriebes, zur Vorgehensweise bei Störungen und zur Durchführung von planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen zu regeln. Gegen diese Vorgehensweise bestehen keine Einwände.

Die Überwachung der elektrotechnischen Einrichtungen des Endlagers soll nach den in der EI BergV und der VGB4 vorgeschriebenen Zeitintervallen durch fachkundige Personen, fachkundige Aufsichtspersonen und durch vom OBA anerkannte Sachverständige erfolgen.

Für die Energieversorgung der elektrischen Verbraucher der Schachtanlage stehen je Schacht die Normalstromversorgung, eine Netzersatzanlage und eine unterbrechungslose Stromversorgung zur Verfügung. Im Betriebsbuch/Prüfhandbuch (BB/PHB) /EU 316/ ist jedoch nur für die Netzersatzanlage und für die unterbrechungslose Stromversorgung als wiederkehrende Prüfung eine Sicht- und Funktionsprüfung gemäß EI BergV vorgesehen. Da die Funktion des Einlagerungsbetriebes im wesentlichen von dem Funktionieren der Normalstromversorgung abhängt, ist auch deren Funktionsfähigkeit regelmäßig nachzuweisen.

Das BB/PHB ist um die Prüfung der Normalstromversorgung zu ergänzen. Es reicht jedoch nicht aus, im BB/PHB nur pauschal unter Prüfgegenstand die Normalstromversorgung, die Netzersatzanlage und die unterbrechungslose Stromversorgung aufzuführen. Die zu diesen Stromversorgungsarten gehörenden elektrotechnischen Komponenten unterliegen unterschiedlichen Prüfkriterien und Prüfvorschriften, die in Wiederholungsprüfanweisungen eingearbeitet werden müssen. Wir halten es daher für erforderlich, daß die einzelnen elektrotechnischen Komponenten der Normalstromversorgung, der Netzersatzanlage und der unterbrechungslosen Stromversorgung im BB/PHB aufgenommen werden (vgl. Kap. 4.3, AV 4.3-18 dieses Gutachtens). Die Prüfmethode und der Prüfumfang sind je Komponente in einer Prüfanweisung zu spezifizieren; diese ist einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen /AV 2.3.3-1/.

Bei Beachtung unseres Auflagenvorschlages haben wir keine Einwände gegen die vom Antragsteller geplante Durchführung des Betriebes der elektrotechnischen Anlagen des Endlagers Konrad.

### **2.3.3.2 Erdung und Blitzschutz**

#### **2.3.3.2.1 Beurteilungsgrundlagen und Anforderungen**

Die Anforderungen an die Auslegung und den Aufbau einer Erdungs- und Blitzschutzanlage werden im Vorschriftenwerk des VDE umfassend dargelegt. Insbesondere die Vorschriften VDE 100, Teil 540, VDE 141, VDE 151 und VDE 185, Teil 1 und 2, geben den Stand der Technik wieder und bilden deshalb auch die Grundlage für unsere Bewertung der Erdungs- und Blitzschutzanlage der Schachanlage Konrad. Des weiteren haben wir für unsere Bewertung die Bergverordnung für elektrische Anlagen (EiBergV) /3/, die DIN-Norm und die Unfallverhütungsvorschriften (VGB 4) /61/ zugrunde gelegt, gehen aber bei Gebäuden mit verfahrens-, leit- und elektrotechnischen Einrichtungen, an die erhöhte Anforderungen an die Funktionssicherheit zu stellen sind, über die Anforderungen des konventionellen Regelwerkes hinaus, da Störungen in diesen Bereichen zu ungewollten Betriebsunterbrechungen führen können.

Aufgabe der Erdungs- und Blitzschutzanlage ist es, Blitzentladungen aufzufangen und die Blitzströme sowie Erdfehlerströme, die bei Störungen in den elektrischen Anlagen

auftreten können, gefahrlos in die Erde abzuleiten. Dabei sind unzulässig hohe Berührungsspannungen zu verhindern und Überspannungen in den leittechnischen Einrichtungen auf ein beherrschbares Maß zu reduzieren.

Die Erdungs- und Blitzschutzanlage des Endlagers Konrad besteht je Tagesanlage aus einer Außen- und Innenerdungsanlage sowie den Einrichtungen des äußeren und inneren Blitzschutzes. Das Grubengebäude wird über die Schutzleiter der Schacht- und Grubenstreckenkel, die zur Energieversorgung der untertägigen elektrischen Verbraucher dienen, in das Gesamtsystem der Erdungs- und Blitzschutzanlage einbezogen /EU 375/.

### 2.3.3.2.2 Erdungsanlage

#### Außenerdung

Eine im Erdreich in ca. 0,8 m Tiefe verlegte netzförmige Anordnung aus Bandstahl oder Kupferseilen dient als Außenerdungsanlage. Hieran werden die Ring-/Fundamenterder der Gebäude, die an den Außenwänden der Gebäude herabgeführten Ableitungen des äußeren Blitzschutzes, die Gleisanlagen, die im Freien aufgestellten Transformatoren, die Anlagenumzäunung und die auf dem Gelände verteilten Betriebserder angeschlossen.

#### Innenerdung

Jedes Bauwerk der Tagesanlagen K 1 und K 2 erhält eine Innenerdungsanlage. Sie dient als Potentialausgleich und besteht aus dem in der Bauwerkssohle verlegten Fundamenterder (verzinkter Bandstahl 30 mm x 3,5 mm oder Baustahl als Rundmaterial, Durchmesser 10 mm) und den daran über Potentialausgleichsschienen angeschlossenen - im Inneren der Gebäude verlegten - Potentialausgleichsleitungen. In diesen Potentialausgleich werden die Schutzleiter der starkstromtechnischen Einrichtungen, die Erdungsleiter, die Blitzschutzleiter, Wasserrohre, leitfähige Rohrsysteme, Heizungs- und Klimaanlage, Kabeltragkonstruktionen und Stahlkonstruktionen einbezogen.

Gebäude, die länger oder breiter als 30 m sind, erhalten als Fundamenterder ein Maschennetz mit einer Maschenweite von maximal 20 m x 20 m. Bei Bauwerken mit Grundwasserisolierung wird der Fundamenterder unterhalb der Isolierung verlegt. Der

Anschluß der Fundamenterder an die Erdungsanlage erfolgt über CU-Seile 70 mm<sup>2</sup>, die mit einem PVC-Mantel umgeben sind.

Der Antragsteller sieht vor, Schutzleiterschienen von elektrischen Verteilungen und Schaltanlagen an die Potentialausgleichsschienen sichtbar auf kürzestem Weg anzuschließen und alle Metallgehäuse in den Potentialausgleich einzubeziehen. Die Schutzleiter von untertägigen Mittelspannungsanlagen werden über Tage geerdet und isoliert nach unter Tage geführt; in unter Tage angeordneten Niederspannungsanlagen wird ebenfalls das Schutzleitungssystem angewendet.

Der Isolationswiderstand gegen Erde wird überwacht. Die Außen- und Innenerdungsanlagen werden über Wanddurchführungen (Erdungsverteiler) miteinander verbunden.

### Bewertung

Der in der Systembeschreibung Erdungs- und Blitzschutzanlage /EU 375/ dargestellte Aufbau der Erdungsanlage entspricht den Anforderungen des konventionellen Regelwerks. Bei der Auswahl der Werkstoffe für die Erder und Verbindungsleitungen sollen die Vorgaben der VDE Vorschriften - hier ist insbesondere VDE 151 zu nennen - berücksichtigt werden; die vorgesehene Verbindungstechnik zur Verknüpfung der einzelnen Teile der Erdungsanlagen ist zweckmäßig und nach dem konventionellen Regelwerk zugelassen.

Auch die Maßnahmen zum Potentialausgleich innerhalb der Gebäude der Tagesanlagen Konrad 1 und Konrad 2 sind ausreichend. Die geplante Anordnung der Ring-/Fundamenterder und der die Gebäude verbindenden Erdungsleitungen der Außenerdungsanlage ist zweckmäßig; die verwendeten Werkstoffe entsprechen VDE 100, Teil 540.

Gegen die Einbeziehung leitfähiger Konstruktionen in den Potentialausgleich bestehen keine Einwände. Das genannte Spektrum der in den Potentialausgleich einzubeziehenden Bauteile genügt den Anforderungen des konventionellen Regelwerkes. Insgesamt haben wir keine Einwände gegen den Aufbau der Erdungsanlage und die Durchführung des Potentialausgleiches in der beschriebenen Art und Weise.

### 2.3.3.2.3 Blitzschutzanlage

Die Blitzschutzanlage besteht aus dem äußeren und dem inneren Blitzschutz.

#### Äußerer Blitzschutz

Nach der Systembeschreibung /EU 375/ erhalten alle über Tage angeordneten Bauwerke der Grube Konrad eine äußere Blitzschutzanlage, bestehend aus

- Fangeinrichtungen,
- Ableitungen an den Außenwänden sowie
- Erdungsverteilern, die als Meßpunkte und Verbindungsstellen zur Potentialausgleichsschiene und zu den Erdungsanlagen dienen.

Als Fangeinrichtungen werden auf den Gebäudedächern grundsätzlich Blitzschutz-Fangnetze mit einer Maschenweite von 10 m x 20 m installiert.

Metallteile von Dachaufbauten, die mehr als 0,3 m aus dem Schutzbereich des Netzes herausragen, werden direkt an das Fangnetz angeschlossen oder durch Auffangstangen geschützt. Dies gilt in gleicher Weise für metallene Anordnungen, die mindestens eine geschlossene Fläche von einem Quadratmeter bilden oder mindestens eine Länge von zwei Metern aufweisen. Von dem Fangnetz aus verlaufen an den Gebäudeaußenwänden die Ableitungen herunter bis zu den auf ca. 0,5 m über Erdniveau angeordneten Erdungsverteilern.

Erhalten Bauwerke Metallfassaden, so werden diese als Ableitungen genutzt. Dazu werden deren Unterkonstruktionen elektrisch leitend durchverbunden und über die Attika an die Auffangeinrichtungen sowie etwa 0,5 m über Erdniveau über die Erdungsverteiler an die Außen- und Innenerdung angeschlossen.

Zum Schutz von Bauwerken mit erhöhter Einschlagwahrscheinlichkeit sieht der Antragsteller die folgenden Blitzschutzmaßnahmen vor:

- Die Mündung des Abluftkamins erhält als Blitz-Fangeinrichtung einen Kaminkranz aus Edelstahl und Fangstangen. Die Verbindung zu den Ableitungen erfolgt über feuerverzinkte Anschlußstücke. Metallene Bühnen und Plattformen innerhalb und außerhalb des Kamins werden mit den Ableitungen verbunden und Metallverkleidungen sowie deren Tragkonstruktionen in den äußeren Blitzschutz einbezogen.

- Fördertürme aus Eisenkonstruktionen erhalten Blitzauffangstangen. Die Eisenkonstruktionen selbst werden an mehreren Stellen mit dem Fundament der Erde verbunden.
- Freistehende Behälter aus Metall für brennbare Flüssigkeiten und brennbare Gase sowie elektrisch gut leitend durchverbundene Rohrleitungen werden im Umkreis bis zu 20 m miteinander verbunden und an die Blitzschutzerdungen benachbarter Bauwerke und an die Erdungsanlage angeschlossen.
- Absichtlich isolierte Flanschverbindungen von Rohrleitungen werden über Trennfunkstrecken in die Erdungsanlage eingebunden. Leittechnikabel in solchen Bereichen erhalten Schutzbeschaltungen.

Bauwerke mit verfahrens-, leit- und elektrotechnischen Einrichtungen, an die erhöhte Anforderungen hinsichtlich der Funktionssicherheit zu stellen sind, erhalten Blitzschutzmaßnahmen, die teilweise über die in VDE 0185 gestellten Anforderungen hinausgehen. Diese Gebäude werden mit Fangeinrichtungen mit einer Maschenweite von 5 m x 5 m versehen. Enthält die Dachhaut eine Bewehrung, so wird diese in den Blitzschutz einbezogen. Der Abstand der an den Außenwänden herabgeführten Ableitungen beträgt 10 m.

### Innerer Blitzschutz

Um Überspannungen und sonstige unzulässige Auswirkungen auf die Betriebsmittel innerhalb der Gebäude als Folge von Blitzeinwirkungen zu verhindern, sieht der Antragsteller die folgenden Maßnahmen des inneren Blitzschutzes vor /EU 375/:

- Zentrale Warte, Hauptleitstand Konrad 2 und EDV-/Programmieraum Konrad 2 erhalten einen zweiten Potentialausgleich. Dieser soll als Faraday'scher Käfig ausgeführt werden.
- Einbau von Schutzbeschaltungen
  - in die Peripherieanbindung und Stromversorgung der Leitrechnieranlage,
  - in die Stromversorgung der Schrittbänder und der Zusatzgeräte,
  - in die Stromversorgung der Meßeinrichtungen zur Überwachung der Ortsdosisleistungen.

- Schutz von elektrischen und leittechnischen Einrichtungen, die aufgrund ihrer Anordnung (z.B. im oder am Kamin) besonders blitzgefährdet sind, durch Überspannungsschutzgeräte.
- Beidseitiges Erden des stromtragfähigen Schirms von Signalausenkabeln bei Gebäudeeintritt /EU 400/.

Die Schutzbeschaltungen werden direkt an den Potentialausgleich angeschlossen und so aufgebaut, daß ihre Funktionsfähigkeit ohne Eingriffe in die Verdrahtung wiederkehrend geprüft werden kann.

### Bewertung

Die Ausführung der äußeren Blitzschutzanlage mit Fangnetzen auf den Dächern, an die aus dem Schutzbereich herausragende Metallteile direkt angeschlossen sind oder die über Fangstangen geschützt werden, mit den Ableitungen an den Gebäudefassaden und mit der lösbar ausgeführten Anbindung an die Erdungsanlage entspricht den Anforderungen, welche die VDE 185 an die Auslegung, den Aufbau und die Prüfbarkeit derartiger Anlagen stellt.

Die Verringerung der Maschenweite des Blitzauffangnetzes von 10 m x 20 m auf 5 m x 5 m und des Abstandes der Ableitungen von 20 m auf 10 m bei Gebäuden mit verfahrens-, leit- und elektrotechnischen Einrichtungen, an die erhöhte Anforderungen hinsichtlich der Funktionssicherheit zu stellen sind, sind Maßnahmen, die teilweise über die Anforderungen der VDE 185 hinausgehen. Wir halten diese zusätzlichen Maßnahmen für zweckmäßig und geeignet, einen ausreichenden Schutz für die in diesen Gebäuden installierten Einrichtungen zu gewährleisten.

Die Ausführung und Anzahl der Ableitungen an den Gebäuden, die Einbeziehung der Unterkonstruktion von Metallfassaden in die Blitzschutzanlage und die elektrisch leitende Verbindung zwischen den Fassadenplatten und der Tragkonstruktion erlaubt eine Verteilung des Blitzableiterstromes und einen Schutz vor seitlichen Blitzeinschlägen, der für die Schachanlage Konrad als ausreichend anzusehen ist.

Die vorgesehenen Maßnahmen des äußeren Blitzschutzes bei Bauwerken mit einer erhöhten Blitzeinschlagwahrscheinlichkeit genügen den Anforderungen der VDE 185.



Gegen die vorgesehene Ausführung der äußeren Blitzschutzanlage haben wir keine Einwände.

Zum Schutz vor Überspannungen erhalten die Peripherieanbindung und die Stromversorgung der Leitrechneranlage, die Stromversorgung der Schrittbänder und der Zusatzgeräte sowie die der Meßeinrichtungen für die Überwachung der Ortsdosisleistung Schutzbeschaltungen, die ohne Eingriffe in die Verdrahtung wiederkehrend geprüft werden können.

Angaben zur technischen Ausführung dieser Schutzbeschaltungen liegen nicht vor. Der Antragsteller sieht vor, betriebsbewährte oder typgeprüfte Serienerzeugnisse einzusetzen, welche nach den einschlägig geltenden Normen, Vorschriften und Richtlinien hergestellt werden. Die Überprüfung der Gerätetechnik kann im Laufe des weiteren Verfahrens bei der Endabnahme der Erdungs- und Blitzschutzanlage erfolgen (vgl. Kap. 2.3.3.2.4, AV 2.3.3-2 dieses Gutachtens).

Nach der Systembeschreibung Leittechnische Einrichtungen /EU 400/ sind die Signalausenkabel zwischen den Gebäuden über Tage mit einem stromtragfähigen Schirm ausgestattet, der bei Gebäudeeintritt beidseitig geerdet wird. Diese Maßnahme halten wir für zweckmäßig. Unsere Erfahrungen zeigen, daß bei Verlegung von Leittechnikabeln im Erdreich Kabel mit einem stromtragfähigen Schirm, der vor oder unmittelbar nach Eintritt in die Gebäude (beidseitige Erdung) an die Erdungsanlage/Bewehrung angeschlossen wird, grundsätzlich einen ausreichenden Schutz gegen Blitzeinwirkung bieten. Dies belegen auch die in der Vergangenheit in kerntechnischen Anlagen durchgeführten Blitzsimulationsmessungen. Hierbei konnte nachgewiesen werden, daß bei solchen Kabeln wesentlich niedrigere Quer- und Längsspannungen als Folge von Blitzeinwirkung auftreten, als bei Kabeln ohne stromtragfähigen Schirm.

Gegen die vorgesehene Ausführung des inneren Blitzschutzes haben wir keine Einwände.

### 2.3.3.2.4 Inbetriebnahme der Erdungs- und Blitzschutzanlage

Vor der Inbetriebnahme ist beabsichtigt, durch Sichtprüfungen und Messungen sicherzustellen, daß die Montage der Erdungs- und Blitzschutzanlage ordnungsgemäß abgeschlossen ist und den Anforderungen aus den zugrunde gelegten Vorschriften genügt. So sollen Leitungen und Verbindungen, die baubegleitend eingebracht und später nicht mehr kontrolliert werden können, vor dem Verfüllen mit Beton oder Erdreich von der Bauleitung auf ordnungsgemäße Ausführung geprüft werden.

Die einwandfreie Ausführung von Schweißungen und Verrödelungen der Bewehrung im Beton, von Klemmenverbindungen im Erdreich, des korrekten Anschlusses aller Verbindungen, der Kennzeichnung aller Meßpunkte, des Korrosionsschutzes, des positionsgerechten Einbaus der Komponenten usw. werden anhand der Ausführungsunterlagen kontrolliert und auf Einhaltung der zugrunde gelegten Vorschriften geprüft.

Zum Abschluß der Inbetriebnahme wird der Erdungswiderstand der gesamten Erdungsanlage nach der "Wenner-Methode" gemessen. Die Prüfergebnisse werden in Protokollen dokumentiert.

#### Bewertung

Der von dem Antragsteller für die Erdungs- und Blitzschutzanlage der Schachtanlage Konrad vorgesehene Prüfumfang entspricht dem Stand der Technik. In der Systembeschreibung Erdungs- und Blitzschutzanlage /EU 375/ wird erläutert, daß die Erdungs- und Blitzschutzmaßnahmen, die während der Bauphase ausgeführt und später nicht mehr kontrolliert werden können, vor dem Verfüllen mit Beton oder Erdreich von der Bauleitung auf ordnungsgemäße Ausführung kontrolliert und diese baubegleitenden Prüfungen durch die Herstellerfirma und die Bauleitung dokumentiert werden. Diese Vorgehensweise halten wir für sinnvoll, da unterlassene Erdungs- und Blitzschutzmaßnahmen in Bereichen, die später nicht mehr zugänglich sind, aufwendige Ersatzmaßnahmen erfordern.

Die Teilnahme bei den Abnahmeprüfungen nach der Errichtung der Erdungs- und Blitzschutzanlage ist nicht geregelt. Nach unserer Ansicht sollten die Abnahmen in Anwesenheit eines unabhängigen Sachverständigen erfolgen. Die Ergebnisse der Abnahmen sollten von ihm, der Herstellerfirma und vom Betreiber der Schachtanla-

ge in einem Abnahmeprotokoll bestätigt werden. Rechtzeitig vor den Abnahmeprüfungen sind dem Sachverständigen die Ausführungsunterlagen mit vermaßter Darstellung der Erdungsanlage, der festinstallierten Einrichtungen zum Potentialausgleich und der Blitzschutzanlage zur Prüfung vorzulegen /AV 2.3.3-2/.

Bei Beachtung unseres Auflagenvorschlages ergeben sich keine Einwände gegen die geplante Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme der Erdungs- und Blitzschutzanlage.

### **2.3.3.2.5 Betrieb der Erdungs- und Blitzschutzanlage**

Nach der Systembeschreibung /EU 375/ soll die Erdungs- und Blitzschutzanlage nach den erteilten Genehmigungen und den im Zechenbuch/Betriebshandbuch zusammengefaßten Regelungen betrieben werden. Die Durchführung von planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen - sie bestehen aus Inspektion, Wartung und Instandhaltung - erfolgt nach der EIBergV /3/ und der VGB 4 /61/.

Der Antragsteller beabsichtigt, die Überwachung der Erdungs- und Blitzschutzanlage der Schachtanlage Konrad in den nach den oben genannten Verordnungen vorgeschriebenen Zeitintervallen durch

- fachkundige Personen,
  - fachkundige Aufsichtspersonen und
  - vom Oberbergamt (OBA) anerkannte Sachverständige
- durchführen zu lassen.

#### **Bewertung**

Die Durchführung des Betriebes soll für die Einrichtungen der Erdungs- und Blitzschutzanlage nach den erteilten Genehmigungen und den im Zechenbuch/Betriebshandbuch zusammengefaßten Regelungen erfolgen. Hiergegen bestehen keine Einwände. Die Überwachung der Erdungs- und Blitzschutzanlage des Endlagers erfolgt nach den in der EIBergV /3/ und der VGB 4 /61/ vorgeschriebenen Zeitintervallen durch fachkundige Personen, fachkundige Aufsichtspersonen und durch vom OBA anerkannte Sachverständige. Weitere Angaben hierzu sind in der Systembeschreibung /EU 375/ nicht enthalten. Im Betriebsbuch/Prüfhandbuch

(BB/PHB) /EU 316/ findet sich kein Hinweis auf eine wiederkehrende Prüfung der Erdungs- und Blitzschutzanlage.

Um jedoch während des Betriebes jederzeit einen Überblick über den Zustand der Erdungs- und Blitzschutzanlage zu haben, muß diese Anlage in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Die Erdungs- und Blitzschutzanlage ist deshalb unter die Prüfgegenstände im BB/PHB aufzunehmen. Die Prüfmethode und der Prüfumfang sind in einer Prüfanweisung zu spezifizieren; diese ist vor Inbetriebnahme des Endlagers einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen /AV 2.3.3-3/.

Bei Beachtung unseres Auflagenvorschlages bestehen keine Einwände gegen die Durchführung des Betriebes der Erdungs- und Blitzschutzanlage.

### **2.3.4 Leittechnische und nachrichtentechnische Einrichtungen**

#### **2.3.4.1 Übersicht und Bewertungsmaßstäbe**

Die leittechnischen Einrichtungen des Endlagers Konrad haben die Aufgabe, die organisatorischen und verfahrenstechnischen Abläufe zu steuern, zu regeln und zu überwachen. Durch den Aufbau der Gesamtanlage ergeben sich daraus die Aufgabengebiete:

- Grubenbetrieb,
- Einlagerungsprozeß,
- Gebäudetechnik,
- Strahlenschutz.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben sind die folgenden leittechnischen Anlagen vorgesehen:

- das Zentrale Leitsystem (ZLT),
- die autarke, dezentrale Leittechnik der Funktionsbereiche,
- die Gebäudeautomation (GA) und
- die nachrichtentechnischen Einrichtungen.

Wir haben in den nachfolgenden Kapiteln beurteilt, ob diese Anlagen in der Lage sind, die eingangs genannten Aufgaben zu erfüllen, ob sie so ausgelegt und aufgebaut werden, daß mit ihrer Hilfe ein störungsfreier Einlagerungsbetrieb möglich ist, und ob die vorgesehenen Überwachungseinrichtungen geeignet sind, Fehler schnell zu erkennen und unzulässige Betriebszustände anzuzeigen. Die dezentralen leittechnischen Einrichtungen der Handhabungs- und Transporteinrichtungen, der Gebäudeautomation und des Strahlenschutzes werden komponentenzugehörig in den jeweiligen Kapiteln behandelt. Die leittechnischen Einrichtungen des Bergwerksbetriebes, die nicht mit der Einlagerung von radioaktiven Abfällen zusammenhängen, sind nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

Unserer Bewertung haben wir

- die VDE-Vorschriften,
- die Bergverordnung für elektrische Anlagen (ElBergV) /3/,
- die DIN-Normen,
- die VDI-Richtlinien und
- die Unfallverhütungsvorschriften (VGB4) /61/

zugrunde gelegt.

### 2.3.4.2 Zentrales Leitsystem

Das Konzept der zentralen Leittechnik wird in der Systembeschreibung /EU 400/ erläutert und beschrieben. Das System hat die Aufgabe, dem Betriebspersonal einen Überblick über den Zustand der verschiedenen Funktionsbereiche des Endlagers Konrad im bestimmungsgemäßen und im gestörten Betrieb zu geben. Zu dem Gesamtsystem gehören die betrieblichen Funktionsbereiche Strahlenschutz, Stromversorgung, Einlagerungssystem, Wettertechnik, Fördermaschinen, Hauptgrubenlüfter, maschinelle Ausrüstung, Wasserhaltung, Kraftstoffversorgung und Gebäudeautomation. Aus den autarken, dezentralen leittechnischen Einrichtungen dieser Funktionsbereiche werden ausgewählte Warnungen, Störungen und Zustandsanzeigen über das zentrale Leitsystem in der Zentralen Warte auf Konrad 1 und an den örtlichen Leitständen über und unter Tage gemeldet.

Im einzelnen werden vom Zentralen Leitsystem folgende Aufgaben wahrgenommen:

- Zentrale Prozeßbedienung der betrieblichen Funktionsbereiche Stromversorgung, Hauptgrubenlüfter, Wasserhaltung im Grubengebäude,
- Datenverarbeitung und Archivierung aus der Prozeßbeobachtung und Prozeßbedienung,
- Datenverarbeitung und Archivierung aus den Funktionsbereichen Einlagerungssystem und Strahlenschutz,
- Unterstützung der Betriebsorganisation,
- Überwachung der prozeßtechnischen Abläufe.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben sind die nachfolgend aufgeführten Einrichtungen des Zentralen Leitsystems vorgesehen:

- Zentrale Warte mit zwei Bedienplätzen, einem Informationsplatz und einer Wartentafel auf Konrad 1,
- örtliche Leitstände auf Konrad 1 und Konrad 2,
- Leitrechner einschließlich Peripherie-Geräten,
- Automatisierungsgeräte (AG; speicherprogrammierbare Steuerungen/SPS),
- Bus-(Übertragungs-)Systeme.

Die Konfiguration der Einrichtungen des Zentralen Leitsystems ist aus der Anlage 1 zur Systembeschreibung /EU 400/ zu ersehen.

Die Zentrale Warte dient zur zentralen Betriebsführung des Gesamtbetriebes über und unter Tage /EU 400/. Sie hat die Funktion der Prozeßbeobachtung für alle Funktionsbereiche und der Prozeßbedienung für bestimmte Funktionsbereiche und ist ständig besetzt. Sie befindet sich im Verwaltungs- und Sozialgebäude der Schachtanlage Konrad 1. Von den Bedienplätzen der Zentralen Warte erfolgt über Farbmonitore die Prozeßbeobachtung und -bedienung. Durch die Prozeßbeobachtung werden überwacht:

- die Stromversorgung,
- die wettertechnischen Daten über und unter Tage,
- die Grubenwasserver- und -entsorgung,
- der Grubenbetrieb,
- der Hauptgrubenlüfter,
- die Kraftstoffversorgung und
- einige Betriebszustände der Schachtförderanlagen Konrad 1 (K 1) und Konrad 2 (K 2).

Zur Prozeßbedienung gehören folgende Aufgaben:

- Fernbedienung der 30-kV- und 6-kV-Schaltanlagen über Tage, der Einspeiseschalter der Niederspannungshauptverteilungen von K 1 und K 2 über Tage sowie der 6-kV-Schaltanlagen unter Tage,
- Fernbedienung der Grubenwasserver- und -entsorgung unter Tage,
- Fernbedienung des Hauptgrubenlüfters.

Im Falle einer Störung dieser Bedienfunktionen der zentralen Leittechnik können die o.a. Funktionsbereiche ohne Einschränkungen über ihre autarken, dezentralen leittechnischen Einrichtungen bedient werden.

Vom Informationsplatz der Zentralen Warte aus werden die Funktionsbereiche Strahlenschutz und Einlagerungssystem überwacht. Er ist mit zwei Farbsichtgeräten einschließlich zugehöriger Tastatur und Lichtgriffel ausgerüstet. Eine Prozeßbedienung von diesem Platz aus ist nicht möglich.

Die Personendosimetrie und die Personenzugangskontrolle wird von einem eigenen Rechner, der dem Funktionsbereich Strahlenschutz zugeordnet ist, verwaltet (siehe Kap. 3.6.4 dieses Gutachtens).

Die Wartentafel besteht aus zwei Leuchtschaubildern, einem Meldetableau und Registriergeräten. Auf den Leuchtschaubildern sind die 30/6-kV-Schaltanlagen und der Prozeß (Stellung der Fördermittel, Wasserver- und -entsorgung, CO-Messungen im Grubengebäude, Zustand des Hauptgrubenlüfters) von Konrad 1 und Konrad 2 über und unter Tage dargestellt. Im Meldetableau werden die Zustands- und Störmeldungen in Form von Sammelmeldungen aus den einzelnen Funktionsbereichen optisch und akustisch signalisiert. Die Registriergeräte dienen zur Aufzeichnung wichtiger Prozeßgrößen z.B. aus der Stromversorgung und der Wettertechnik.

Die Aufbereitung aller aus den Teilanlagen kommenden Signale für die Meldung, Anzeige und Registrierung auf der Wartentafel erfolgt über ein Automatisierungsgerät (SPS). Im Falle einer Störung oder eines Ausfalls dieser SPS stehen für Melde- und Informationszwecke weiterhin die Farbsichtgeräte einschließlich der Melde- und Protokolldrucker zur Verfügung. Beiden Bedienplätzen und dem Informationsplatz sind Melde- und Protokolldrucker zugeordnet. Mit ihnen wird die Betriebsdokumentation erstellt.

Es werden vier örtliche Leitstände eingerichtet /EU 400/. Sie dienen der Prozeßbeobachtung und Datenerfassung vor Ort; sie sind nicht ständig besetzt.

Der Leitstand 1 befindet sich im Kontrollbereich auf Schacht K 2 im Büro Strahlenschutz über Tage. Von hier aus werden Daten des Strahlenschutzes erfaßt und die Wasserhaltung beobachtet. Weiterhin hat dieser Leitstand Zugriff auf die wettertechnischen und die meteorologischen Daten.

Der Leitstand 2 ist im Kontrollbereich auf der 850-m-Sohle am Füllort des Schachtes K 2 angeordnet. Er dient zur Beobachtung des untertägigen Einlagerungsbetriebes, der Kraftstoffversorgung, der Wasserhaltung und der Erfassung von wettertechnischen Daten und Daten des Strahlenschutzes.

Weiterhin erfolgt von diesem Leitstand aus die Bedienung und Kontrolle der Verkehrlenkung unter Tage, des Portalhubwagens und der Schachtbeschickung über deren eigene, örtliche SPS sowie über den Anschlägerstand die Bedienung oder die Signalgabe für die Hauptseilfahrtanlage.



Ebenfalls im Kontrollbereich, auf der 850-m-Sohle des Schachtes K 2, ist der örtliche Leitstand 3 (zentraler Strahlenschutz) installiert. Von hier aus werden die wettertechnischen Daten und Daten des Strahlenschutzes erfaßt.

Der Leitstand 4 liegt im betrieblichen Überwachungsbereich und befindet sich am Füllort auf der 1000-m-Sohle des Schachtes K 1. Er dient zur Beobachtung des Grubenbetriebes einschließlich der Wasserhaltung sowie zur Erfassung von Wetterdaten und Daten des Strahlenschutzes.

Für die Bedien- und Beobachtungsplätze in allen Leitständen werden die sich aus dem Betrieb ergebenden ergonomischen Anforderungen berücksichtigt. Die Zentrale Warte, der Rechnerraum K 1, der Hauptleitstand, der Elektronikraum und der EDV-/Programmieraum auf Konrad 2 werden klimatisiert /EU 400/.

Der Leitrechner steht im EDV-/Programmieraum Konrad 2 (ZXC-11R009/010) /EU 400/. Er hat die folgenden Aufgaben:

- Funktionsbereich "Einlagerungsbetrieb"
  - Unterstützung der Gebindeabruflistik, Produktkontrolle und Abfalldokumentation
  - Erfassen der Gebidenummern nach der Umladung der Gebinde auf das innerbetriebliche Plateauwagensystem
  - Unterstützung der Gebindeeingangskontrolle des Strahlenschutzes
  - Bestandsführung für die Gebinde in der Pufferhalle und für die betrieblichen Abfälle
  - Speicherung der gebindebezogenen Daten
  - Ortsverfolgung der Gebinde während des Transportes durch das Plateauwagensystem
  - Dokumentation von Einlagerungsort und -zeitpunkt
  - Darstellung von Gebindearten am Bildschirm
- Funktionsbereich "Strahlenschutz"
  - Personenüberwachung
  - Radiologische Überwachung durch Verarbeitung und Speicherung der Daten aus der meteorologischen Überwachung und aus der Abgabenüberwachung
  - Strahlenüberwachung aus dem Prozeßbereich
  - Dokumentation von Laboranalysen.

Der Leitreechner erhält die zu dokumentierenden und zu archivierenden Daten von dem führenden Automatisierungsgerät (AG) des Schachtes Konrad 2. Diese Master-SPS wird redundant ausgeführt. Die Koordinierung der Datenerfassung aus Schacht K 1 wird ebenfalls durch eine redundant ausgeführte Master-SPS vorgenommen. Den beiden je Schachanlage koordinierenden Master-SPS sind je Funktionsbereich weitere AG (SPS) zur Sammlung und Vorverarbeitung der zu erfassenden Daten untergeordnet.

Ein Teil der für den Funktionsbereich "Strahlenschutz" erforderlichen Daten erhält der Leitreechner über Modem und serielle Schnittstelle vom Personendosimetrierechner.

Die Datenkommunikation der leittechnischen Einrichtungen untereinander und mit dem Leitreechner erfolgt

- von den Peripheriegeräten der Einzelleiteebene zu den Automatisierungsgeräten (Erfassungs-AG/SPS) des Zentralen Leitsystems als drahtgebundener entkoppelter Einzelsignalaustausch,
- zwischen den AG des Zentralen Leitsystems, den Master-SPS, dem Wartenbereich und den örtlichen Leitständen über zwei redundant ausgeführte serielle Datenbusse je Schachanlage K 1 und K 2,
- zwischen diesen Bus-Systemen von K 1 und K 2 über eine redundant ausgeführte, serielle Punkt-zu-Punkt-Kopplung der Master-SPS einschließlich der redundanten Standby-Master-SPS,
- von der Master-SPS K 2 des Zentralen Leitsystems zu dem Leitreechner und umgekehrt über ein einkanaliges Bus-System.

Eine Störung oder der Ausfall der Bus-Systeme wird optisch und akustisch in der Zentralen Warte gemeldet. Bei einem Ausfall des Bus-Systems ist eine ordnungsgemäße Gebindeverfolgung und Dokumentation nicht mehr gewährleistet. Deshalb wird dann der Einlagerungsbetrieb unterbrochen (vgl. Rahmenbeschreibung ZB/BHB, Abschnitt 2.2 /EU 316/).

Die dem Leitreechner zugeführten Daten sind durch spannungsausfallsichere Speicherung und periodische Aufzeichnung auf externen Massenspeichern gegen Verlust gesichert.

Die Stromversorgung der Einrichtungen des Zentralen Leitsystems erfolgt aus der unterbrechungslosen Stromversorgung (USV), die für eine Überbrückungszeit von 1 h bei Ausfall des Ersatznetzes ausgelegt ist. Die Stromversorgung der Automatisierungsgeräte über Tage erfolgt aus den Zentralen USV-Einheiten der beiden Schachtanlagen K 1 und K 2. Die untertägigen AG der ZLT werden über Dezentrale USV-Einheiten versorgt /EU 400/.

Vor Beginn der Inbetriebnahme des Zentralen Leitsystems wird sichergestellt, daß alle Komponenten unbeschädigt und vollständig sind, alle Montageunterlagen vorliegen, die Kennzeichnung von Kabeln, Leitungen und Bauteilen erfolgte, die Komponenten korrekt angeschlossen wurden, ihre Zugänglichkeit gewährleistet ist und die Anforderungen aus den zugrunde gelegten Regelwerken eingehalten wurden /EU 400/.

Die ordnungsgemäße Funktion des Zentralen Leitsystems wird vor der Inbetriebnahme durch Funktionsprüfungen anhand von spezifizierten Festlegungen und Prüfprogrammen, die vorher vom Antragsteller freigegeben wurden, nachgewiesen. Die Prüfprogramme werden nach dem Planfeststellungsbeschluß einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt /EU 400/.

Die Inbetriebnahme des Zentralen Leitsystems erfolgt in den Phasen A, B und C. In der Inbetriebnahme-Phase A werden die Funktionen der einzelnen Systeme und die der Stromversorgungseinheiten auf Erfüllung der spezifizierten Anforderungen und auf Einhaltung der zugrunde gelegten Regelwerke überprüft. Die Inbetriebnahme-Phase B dient zur Überprüfung des ordnungsgemäßen Zusammenspiels der Einzelsysteme. In der Inbetriebnahme-Phase C wird bei bestimmungsgemäßigem Betrieb der Gesamtanlage die Wirksamkeit sowie die Erfüllung der spezifizierten Werte aller Systeme überprüft und protokolliert.

Die Durchführung des Betriebes des Zentralen Leitsystems erfolgt nach den erteilten Genehmigungen und den im Zechenbuch/Betriebshandbuch zusammengefaßten Regelungen. Die Durchführung von planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen, die aus In-

spektion, Wartung und Instandsetzung bestehen, wird nach den Vorschriften der Bergverordnung für elektrische Anlagen (ElBergV) /3/ und den Unfallverhütungsvorschriften (UVV/VGB4) /61/ geregelt /EU 400/.

Der Antragsteller beabsichtigt, die Überwachung des Zentralen Leitsystems in den nach den obengenannten Verordnungen vorgeschriebenen Zeitintervallen durch

- fachkundige Personen,
- fachkundige Aufsichtspersonen und
- vom Oberbergamt anerkannte Sachverständige durchführen zu lassen.

Das zentrale Leitsystem wird vom Antragsteller dem QS-Bereich QSB 2 zugeordnet /EU 344/.

### Bewertung

Das Zentrale Leitsystem ist geeignet, dem Betriebspersonal jederzeit einen ausreichenden Überblick über den Zustand der verschiedenen Funktionsbereiche des Endlagers im bestimmungsgemäßen Betrieb, bei Störungen und bei Störfällen zu geben. Störungsbedingte Betriebseinschränkungen sind nur in geringem Umfang zu erwarten.

Bei einem Ausfall des Bus-Systems zwischen K 1 und K 2 wird der Einlagerungsbetrieb unterbrochen, da in diesem Fall eine ordnungsgemäße Betriebsaufzeichnung nicht mehr gewährleistet ist /EU 316, Abschnitt 2.2/. Da der Ausfall der Busverbindung zwischen Master-SPS K 2 und dem Leitreehner K 2 bzw. der Ausfall des Leitreehners selbst die Betriebsaufzeichnungen in gleichem Umfang beeinträchtigt, ist auch in diesen Fällen der Einlagerungsbetrieb gemäß der Rahmenbeschreibung /EU 316, Abschnitt 2.2/ zu unterbrechen. Entsprechende Regelungen sind in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufzunehmen /AV 2.3.4-1/.

An das Zentrale Leitsystem des Endlagers sind außer den Anforderungen aus dem konventionellen Regelwerk keine zusätzlichen sicherheitstechnischen Anforderungen zu stellen, weil Störungen im Zentralen Leitsystem nicht zu unzulässigen Be-

triebszuständen der Funktionsbereiche führen. Durch die unterlagerten autarken, dezentralen leittechnischen Einrichtungen werden Zustände verhindert, welche die Vorkehrungen

- für die Begrenzung der Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt durch betrieblich freigesetzte radioaktive Stoffe oder
- zur Vorsorge gegen Schäden an Abfallgebinden

beeinträchtigen können (vgl. Kap. 2.3.4.3 dieses Gutachtens).

Insbesondere führen Störungen im Zentralen Leitsystem nicht unmittelbar zu Aktivitätsfreisetzungen aus Abfallgebinden und beeinträchtigen nicht die Vorkehrungen zur Beherrschung von Störfällen mit Möglichkeiten zur Aktivitätsfreisetzung. Wir haben deshalb unserer Bewertung die im Kapitel 2.3.4.1 genannten Bewertungsmaßstäbe zugrunde gelegt.

Da aber Ausfälle und Störungen von Komponenten der Zentralen Leittechnik die Dokumentation von Gebindedaten (vgl. /EU 316/, Abschnitt 2.2) und weiteren dokumentationspflichtigen Anlagendaten beeinflussen können, halten wir es für erforderlich, die Vorkehrungen zur Überwachung der Komponenten der Zentralen Leittechnik einschließlich eines Maßnahmenkatalogs für Ersatzmaßnahmen bei Störungen von Komponenten, die der Übertragung und Aufzeichnung dokumentationspflichtiger Daten dienen, vor Errichtung des Systems festzulegen und diese Festlegungen von einem unabhängigen Sachverständigen prüfen zu lassen /AV 2.3.4-2/.

Die Zentrale Warte enthält alle für die Prozeßbeobachtung und -bedienung erforderlichen Einrichtungen. Die Bedienplätze und der Informationsplatz sind funktionsgerecht angeordnet. Es ist eine ausreichende Platzreserve vorhanden. Aufgrund der Aufgabenstellung bestehen keine über den normalen Industriestandard hinausgehenden Anforderungen an die Schnelligkeit und Zuverlässigkeit von menschlichen Eingriffen in die Verfahrensabläufe. Weitergehende ergonomische Anforderungen sind deshalb nicht zu stellen.

Das vom Antragsteller vorgesehene Meldekonzept ist geeignet, das Betriebspersonal im erforderlichen Umfang auf Störungen im Zentralen Leitsystem und in den einzelnen Funktionsbereichen aufmerksam zu machen. Die Gesamtheit aller Meldungen wird mit Angabe der Meldeorte und der Informationen, die aus diesen Meldun-

gen ableitbar sein sollen, in einer Meldeliste festgelegt. In den verschiedenen Unterlagen des Antragstellers zur Beschreibung der Systeme und des Betriebs der Anlagen sind diese Meldungen zwar angegeben, die im Anhang der Systembeschreibung /EU 400/ enthaltene Liste sicherheitstechnisch wichtiger Meldungen ist aber nicht vollständig. Es fehlen z.B. Meldungen über den Bewetterungszustand in den Einlagerungsstrecken (vgl. Kap. 2.3.2.1 dieses Gutachtens). Deshalb muß die Meldeliste vor Errichtung des Systems als Planungsvorgabe für den Hersteller der Einrichtungen anhand der Vorgaben aus den Systembeschreibungen und -spezifikationen, Rahmenbeschreibungen und sonstigen Unterlagen des Antragsteller erstellt und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden /AV 2.3.4-9/. In diesem Zusammenhang verweisen wir auch auf das Kap. 5.5.4.4 und den Auflagenvorschlag AV 5.5-2 dieses Gutachtens.

Durch die Versorgung des Zentralen Leitsystems aus der unterbrechungslosen Stromversorgung /EU 271/ ist sichergestellt, daß auch nach einem Ausfall der Normal- und Ersatzstromversorgung das Zentrale Leitsystem ohne Unterbrechung für eine Stunde mit elektrischer Energie versorgt werden kann. Diese Zeit reicht aus, um Leitrechnerdaten auf externen Datenträgern zu speichern.

Mit den vom Antragsteller vorgesehenen Funktionsprüfungen an den Einrichtungen des Zentralen Leitsystems vor und während der Inbetriebnahme sowie der Aufteilung in drei Inbetriebnahmephasen sind wir einverstanden. Dieses Verfahren entspricht dem Vorgehen bei der Inbetriebnahme vergleichbarer Anlagen. Die Vorlage der Prüfprogramme zur Prüfung durch einen unabhängigen Sachverständigen ist in der Systembeschreibung /EU 400/ geregelt. Sie erfolgt nach dem Planfeststellungsbeschluß. Wir haben gegen diesen Ablauf keine Einwände.

Während des Betriebes werden die Einrichtungen des Zentralen Leitsystems entsprechend den Vorschriften der ElBergV /3/ und der UVV/GB4 /61/ regelmäßig durch fachkundige Personen, fachkundige Aufsichtspersonen und vom Oberbergamt anerkannte Sachverständige geprüft. Gegen dieses Vorgehen haben wir keine Einwände. Die zur Durchführung der genannten Prüfungen erforderlichen Prüfvorschriften liegen noch nicht vor. Sie müssen rechtzeitig vor Inbetriebnahme des Endlagers erstellt und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden /AV 2.3.4-3/.

Der geplante Aufbau des Zentralen Leitsystems mit den Einrichtungen zur Prozeßbedienung und Prozeßbeobachtung ist geeignet, die Anforderungen aus den genannten konventionellen Regelwerken zu erfüllen. Die möglichen Folgen von Fehlern und Störungen in der ZLT berühren nicht die Kriterien, die eine Zuordnung zum QS-Bereich 3 erfordern. Daher haben wir, insbesondere bei Berücksichtigung der noch zur Prüfung vorzulegenden Meldeliste und der Funktionsprüfprogramme und bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge keine Einwände gegen die Einstufung der ZLT in den QS-Bereich 2.

Gegen die Errichtung, die Inbetriebnahme und den Betrieb der Zentralen Leittechnik entsprechend den Festlegungen der Systembeschreibung /EU 400/ haben wir bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge keine Bedenken.

#### **2.3.4.3 Dezentrale Leittechnik**

Die "Dezentrale Leittechnik" dient zur autarken Prozeßführung und Steuerung der Funktionsbereiche

- Strahlenschutz,
- Stromversorgung,
- Einlagerungssystem,
- Wassertechnik,
- Schachtförderanlage,
- Hauptgrubenlüfter,
- maschinelle Ausrüstung,
- Wasserhaltung,
- Kraftstoffversorgung,
- Raumluftechnische Anlagen (Gebäudeautomation; GA),

wobei die mit \* gekennzeichneten Funktionsbereiche bzw. Teile davon im Normalbetrieb über die Zentrale Leittechnik von der zentralen Warte auf Konrad 1 bedient werden (vgl. Kap. 2.3.4.2 dieses Gutachtens).

Jeder Funktionsbereich ist mit eigenen leittechnischen Einrichtungen zur Erfassung und Aufbereitung von Meßwerten und Meldungen und, soweit erforderlich, mit eigenen

Steuerungseinrichtungen versehen. Zwischen den einzelnen Funktionsbereichen und dem Zentralen Leitsystem erfolgt über die der Datenerfassung dienenden SPS (vgl. Kap. 2.3.4.2 dieses Gutachtens) ein Signalaustausch zur zentralen Prozeßbeobachtung und -bedienung.

Die örtlichen, komponentenzugehörigen Steuerungen der einzelnen Funktionsbereiche werden als speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) oder Relaissteuerungen ausgeführt.

Eine eindeutige, nachvollziehbare Zuordnung der "Dezentralen Leittechnik" zu den einzelnen Qualitätssicherungsbereichen geht aus der Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ nicht hervor.

Für die Prozeßbeobachtung und -bedienung sind außer der Zentralen Warte der Hauptleitstand Konrad 2 (K 2) und örtliche Leitstände vorgesehen. Der Hauptleitstand K 2 dient zur Prozeßbeobachtung und -bedienung für

- den übertägigen Einlagerungsbetrieb,
- die Gebäudeautomation von K2 und
- den Anschläger der Hauptseilfahrtanlage K2.

Er ist nur während des Einlagerungsbetriebs besetzt und im Schachthallenanbau ZEA angeordnet. Der Leitstandsbereich besteht im wesentlichen aus dem Leitstandsraum, dem Elektronikraum und der Eingangsschleuse. Die Aufteilung dieser Räume (R004, R005, R006) /EG 43/ und die wesentlichen Geräte, Komponenten und Bedienplätze sind aus der Anlage zu der Systembeschreibung der leittechnischen Einrichtungen /EU 400/ zu ersehen.

Die Zentrale Warte und die örtlichen Leitstände einschließlich der daran zu stellenden ergonomischen Anforderungen werden im Kap. 2.3.4.2 dieses Gutachtens behandelt.



### Bewertung

Durch die Ausstattung der Funktionsbereiche mit autarken leittechnischen Einrichtungen zur Erfassung und Aufbereitung von Meßwerten und Meldungen ist eine gute örtliche Prozeßbeobachtung möglich. Eigene Steuerungseinrichtungen erlauben auch bei Störungen der Kommunikationsbusse der Zentralen Leittechnik einen autarken Betrieb der Funktionsbereiche, deren Steuerung im Normalbetrieb durch die Zentrale Leittechnik erfolgt.

Die Dezentralen Leittechnischen Einrichtungen der Funktionsbereiche werden funktionsbereichszugehörig in den jeweiligen Kapiteln behandelt. Da eine Zuordnung dieser leittechnischen Einrichtungen zu den Qualitätssicherungsbereichen in der Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten /EU 344/ nicht enthalten ist, halten wir eine Ergänzung für erforderlich. Die funktionsbereichs- oder komponentenzugehörigen leittechnischen Einrichtungen müssen dem gleichen Qualitätssicherungsbereich zugeordnet werden wie der Funktionsbereich oder die Komponente selbst /AV 2.3.4-4/.

Aufgrund der untergeordneten Bedeutung der Bereiche "maschinelle Ausrüstung" und "Kraftstoffversorgung" gehen wir auf diese Bereiche nicht gesondert ein.

### **2.3.4.4 Nachrichtentechnische Einrichtungen**

#### **2.3.4.4.1 Aufgabe, Anforderungen, Bewertungskriterien**

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Aufgaben und die Auslegung der Geräte und Einrichtungen behandelt, die zur Durchgabe und zum Austausch von Informationen zwischen den Schächten Konrad 1 und Konrad 2, den Schacht- und Grubenbereichen, den Bedienstellen, den Leitständen und nach außerhalb dienen oder die im Notfall zur Alarmerung von Personen notwendig sind. Im einzelnen sind dies /EU 270/:

- die Warn- und Rufanlagen,
- die Personensucheinrichtungen,
- die Sprechanlagen einschließlich der Grubenfunkanlage,
- die Kommunikationsmittel nach außen und
- übergeordnet die Kabel- und Leitungsführung.

Aufgrund ihrer untergeordneten Bedeutung gehen wir auf die Uhrenanlage und die Fernsehanlage nicht ein. Die Alarmanlage ist zwar den Kommunikationsanlagen zuzuordnen, wird aber aufgrund ihrer alleinigen Bedeutung für den Anlagensicherungsbereich nicht in diesem Gutachten behandelt.

Für die Beurteilung der Kommunikationsanlagen werden die folgenden technischen Regeln und Richtlinien herangezogen:

- Bergverordnung für elektrische Anlagen (ElBergV) vom 21.07.1992 /3/
- Errichten elektrischer Anlagen im Bergbau unter Tage  
DIN/VDE 0118, Teil 3, Stand 09/90 /68/
- DIN/VDE 0800 Teil 1, Fernmeldetechnik  
Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte, Stand 05/89 /69/
- DIN/VDE 0804 Fernmeldetechnik  
Zusatzfestlegungen für Herstellung und Prüfung der Geräte, Stand 05/89 /70/.

Darüber hinaus haben wir, soweit auf die Beurteilung des Endlagers anwendbar, die folgenden kerntechnischen Regelwerke für unsere Beurteilung herangezogen:

- Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke /71/  
Kriterium 2.9: Fluchtwege und Kommunikationsmittel
- RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren /72/  
Abschnitt 12: Fluchtwege und Alarmierung
- KTA-Regel 3901 /73/  
Alarmanlagen, Personensuchanlagen und Fernmeldeverbindungen in und von Kernkraftwerken.

In den folgenden Kapiteln gehen wir auf die Teilanlagen der nachrichtentechnischen Einrichtungen ein. Die Betrachtung und Bewertung hinsichtlich Kabel- und Leitungsführung, Qualitätssicherung einschließlich der vom Antragsteller vorgenommenen Einstufung in den Qualitätssicherungsbereich 2 /EU 344/, Inbetriebnahme und Prüfungen sowie Betrieb dieser Teilanlagen erfolgt zusammenfassend in den Kapiteln 2.3.4.4.6 bis 2.3.4.4.9 dieses Gutachtens.

### 2.3.4.4.2 Warn- und Rufanlagen

Die Warn- und Rufanlagen dienen bei Gefahren und bei innerbetrieblichen Störungen zur Alarmierung des Betriebspersonals. Darüber hinaus können sie für Sprachdurchsagen und damit auch als Personensuchanlage im Sinne der KTA 3901 verwendet werden. Sie bestehen im wesentlichen aus zwei Alarmzentralen, einer Reservezentrale, Bedienplätzen und Endgeräten.

Die Alarmierung erfolgt durch akustische Signale über Lautsprecher /EU 270/. Diese Signale sollen im gesamten Schachtanlagenbereich und im Grubengebäude, insbesondere im Kontrollbereich, wahrnehmbar und unterscheidbar sein. Darüber hinaus werden diese Anlagen um optische Aufmerksamkeitszeichen (OAZ) ergänzt /EU 270/. Die Festlegung der einzelnen Alarmarten ist in der Rahmenbeschreibung "Alarmordnung" /EU 316/ enthalten. Die Alarme können gezielt für einzelne Gebäude und Bereiche sowie als Gruppen- oder Sammelalarm ausgegeben werden. Zur Auslösung sind Auslösestellen (Bedienplätze) in der Zentralen Warte (ZW) von Konrad 1, in dem Hauptleitstand (HL) von Konrad 2 und in den inneren Wachen der Wachgebäude von Konrad 1 und von Konrad 2 vorgesehen.

Diese Auslösestellen sind unter anderem mit Bedieneinrichtungen für die Gebäude- und Bereichsanwahl, für Linien-, Gruppen- und Sammelruf sowie für Sprachdurchsagen und Durchsagen von Tonträgern ausgerüstet. Alarme haben automatisch Vorrang vor Durchsagen.

Außer der generellen Handauslösung der einzelnen Alarme ist eine automatische Auslösung für den Brandalarm (Signalaufschaltung von der Brandmeldeanlage) vorgesehen. Die Brandmeldeanlage wird im Kapitel 2.4.1.4 dieses Gutachtens behandelt.

Die technischen Einrichtungen der Warn- und Rufanlagen werden je Schacht einfach aufgebaut. Eine der beiden Alarmzentralen wird auf Schacht Konrad 1 im Bereich der Zentralen Warte und die andere auf Schacht Konrad 2 im Bereich des Hauptleitstandes aufgestellt. Für den übertägigen Bereich von Konrad 2 wird eine Reservezentrale installiert.

Zum Informations- und Steuersignalaustausch zwischen den beiden Zentralen werden im Bereich der Schächte Kabeladern der Fernsprechschaftkabel verwendet. Die un-

tertägige Querverbindung zwischen den beiden Schächten erfolgt durch ein separates Streckenkabel. Über diesen Verbindungsweg ist eine Bedienung beider Zentralen von jeder Auslösestelle möglich und die Synchronisation der Alarmsignale gewährleistet.

Die betriebliche Energieversorgung der Alarmzentralen erfolgt aus den schachtzugeordneten NE-Systemen der elektrotechnischen Anlagen. Weiterhin erhält jede Alarmzentrale eine gepufferte Batterieanlage, die so ausgelegt ist, daß die Brandalarmauslösung über eine Zeit von 72 h gewährleistet wird.

Sobald die Alarmzentralen ausschließlich aus den gepufferten Batterieanlagen versorgt werden, wird die Verwendung als Rufanlage (Sprachdurchsagen) untersagt /EU 270/.

### Bewertung

Die Alarmzentralen enthalten jeweils die erforderlichen Misch-, Summen- und Endverstärker, das Relaischaltfeld für die Rufkreise, einen manuell zuschaltbaren Ersatzverstärker, ein Prüf- und Abhörfeld sowie ein Störmeldefeld. Dieser Aufbau ist geeignet zur Erfüllung der gestellten Anforderungen.

Gegen die vom Antragsteller vorgesehene Energieversorgung der Warn- und Rufanlagen aus den schachtzugeordneten NE-Systemen gibt es keine Einwände. Die sich aus der Verwendung der Warn- und Rufanlagen als Signalanlage für die Brandmeldeanlagen ergebenden Anforderungen werden durch die zusätzlichen batteriegepufferten Stromversorgungsanlagen einschließlich der vorgesehenen administrativen Regelungen erfüllt.

Die nach Abschnitt 3.2 der KTA 3901 /73/ geforderte Redundanz zu den Warn- und Rufanlagen wird unter Tage durch den "Freistrahlenen Grubenfunk" erfüllt, da durch die zugehörigen Feststationen in der Zentralen Warte Konrad 1, im Hauptleitstand Konrad 2 und im örtlichen Leitstand des Füllortes (850-m-Sohle) eine Alarmierung auch bei Ausfall der Alarmzentralen möglich ist. Über Tage wird diese Forderung durch die auf Konrad 2 installierte Reservezentrale erfüllt.

Die von dem Antragsteller geplanten Warn- und Rufanlagen sind geeignet, die Forderungen der von uns für die Bewertung zugrunde gelegten konventionellen Regelwerke und der KTA 3901 zu erfüllen.

Gegen die Planung und die Errichtung der Warn- und Rufanlagen gemäß den Festlegungen der Systembeschreibung haben wir keine Einwände.

### **2.3.4.4.3 Personensucheinrichtungen**

Die vorgesehenen drahtlosen Personensucheinrichtungen (PSE) je Schacht sollen ermöglichen, einen bestimmten, mit Rufempfängern versehenen Personenkreis in jedem übertägigen Bereich der Schachtanlage Konrad zu erreichen und ihm eine Nachricht in codierter Form zukommen zu lassen. Alle Rufempfänger sind wechselgesprächstauglich /EU 270/.

Die PSE-Anlagen bestehen jeweils aus zentralen Steuerungs- und Überwachungseinrichtungen, in den Anlagen verteilten Sendern und Rücksprechempfängern und den transportablen Sender-Empfängern, die von den zu benachrichtigenden Personen mitgeführt werden. Eine Anbindung an die Fernsprechnebenstellenanlage ist vorgesehen. Darüber hinaus sind Bedienterminals in den inneren Wachen der Wachgebäude von Konrad 1 und Konrad 2 installiert, von denen auch das unverzügliche Aussenden von gespeicherten Ruftelegrammen im Alarmfall ausgelöst wird.

Alle ortsfesten Einrichtungen der PSE werden aus den jeweiligen schachtzugehörigen NE-Anlagen versorgt.

#### **Bewertung**

Die PSE-Anlagen und die Warn- und Rufanlagen über Tage sind zueinander diversitäre Personensucheinrichtungen entsprechend KTA 3901. Aufgrund der räumlich getrennten Anordnung der Zentralen von Warn- und Rufanlage und PSE-Anlage auf Konrad 1 und Konrad 2 kann ein einzelnes versagensauslösendes Ereignis nicht zum gleichzeitigen Ausfall beider Anlagen führen /EU 270, EU 400/.

Gegen die Planung und die Errichtung der Personensucheinrichtungen auf der Grundlage der Systembeschreibungen haben wir keine Einwände.

#### 2.3.4.4.4 Sprechanlagen

Zur allgemeinen Kommunikation sind auf der Schachtanlage Konrad Sprechanlagen vorgesehen. Diese bestehen aus:

- der Fernsprechnebenstellenanlage,
- der Gegensprechanlage,
- den Sprechfunkanlagen einschließlich der Kran-/Lokfunkanlagen und der Grubenfunkanlage (nur unter Tage) /EU 270/.

Die Fernsprechnebenstellenanlage ermöglicht den Fernsprechverkehr innerhalb der Schachtanlage und mit dem öffentlichen Fernsprechnet. Die zentralen Einrichtungen dieser Anlage werden im Büro- und Sozialgebäude des Schachtes Konrad 1 installiert. Die zentrale Abfragestelle befindet sich in der Zentralen Warte (ZW) Konrad 1. Die Verkabelung erfolgt sternförmig vom Hauptverteiler im Nebenraum der ZW Konrad 1 auf Unterverteiler, an welche die Endgeräte angeschlossen werden. Das Kabelnetz, die Unterverteiler und die Endgeräte auf Schacht Konrad 2 sind über eine untertägig geführte Kabelverbindung an die Fernsprechnebenstellenanlage auf Konrad 1 angeschlossen. In der ZW Konrad 1 und im HL Konrad 2 wird jeweils eine besondere nur für Notfälle, Unfälle und Betriebsstörungen reservierte Nebenstelle mit spezieller Notrufnummer eingerichtet.

Die Energieversorgung der Fernsprechnebenstellenanlage erfolgt aus einer batteriegepufferten Stromversorgungsanlage, die an das NE-Netz auf Schacht Konrad 1 angeschlossen wird. Durch die Batteriepufferung wird ein Stromausfall von 72 h überbrückt.

Die Gegensprechanlagen stellen die direkte Sprechverbindung zwischen der ZW Konrad 1, dem HL Konrad 2, den örtlichen Leitständen und weiteren wichtigen Betriebspunkten her. Je Schacht wird eine ausfallüberwachte Zentraleinheit installiert, auf Konrad 1 im Wachgebäude, auf Konrad 2 in der Alarmzentrale /EU 270/. Von diesen Zentralen werden die untertägigen Unterverteiler über je zwei Schachtkabel versorgt. Die Schachtkabel

bel sind mit Überwachungseinrichtungen ausgerüstet, die beim Ausfall einer Verbindung die automatische Umschaltung auf die andere Verbindung bewirken /EU 270/.

Über ein unter Tage geführtes separates Querverbindungskabel werden die Anlagen von Konrad 1 und Konrad 2 miteinander verbunden. Die Endapparate (örtliche Sprechstellen) der Gegensprechanlagen werden über Unterverteiler sternförmig an die Zentralen angeschlossen und jeweils auf Ausfall überwacht. Es sind Einzel-, Gruppen- und Sammelgespräche möglich.

Die Zentralen der Gegensprechanlagen werden von den jeweils schachteigenen NE-Anlagen mit Energie versorgt.

Die Sprechfunkanlagen bestehen aus Feststationen mit den zugehörigen Sendern und Empfängern sowie transportablen Handsprechfunkgeräten. Eine dieser Anlagen ist dem Strahlenschutz zugeordnet. Die zugehörige Feststation wird im Büro Strahlenschutz installiert.

Für den Kran- und Lokfunk sind Feststationen im Hauptleitstand Konrad 2 und im Steuerstand der Trocknungsanlage vorgesehen. Die zugehörigen Handsprechfunkgeräte erlauben Wechselsprechverbindungen zwischen dem Personal des HL Konrad 2 und dem Kran- und Rangierpersonal sowie dem Personal am Steuerstand der Trocknungsanlage. Von den Feststationen sind Gruppenrufe möglich.

Die Grubenfunkanlage dient zur Kommunikation der Fahrzeugführer untereinander und mit dem Personal der zugehörigen Feststationen. Sie übernimmt darüber hinaus für den Bereich unter Tage die Funktion der Personensucheinrichtung. Die Feststationen werden in der ZW Konrad 1, im HL Konrad 2 und im örtlichen Leitstand des Füllortes auf der 850-m-Sohle installiert. Die zugehörigen im Grubengebäude angeordneten Sende-/Empfangsstationen sollen so installiert werden, daß an allen ständig befahrenen Strecken eine für die Durchführung des Funkverkehrs ausreichende Feldstärke zur Verfügung steht. Die mobilen Sende-/Empfangseinrichtungen werden auf Fahrzeugen installiert und von den Fahrzeugbatterien mit Energie versorgt. Sie erhalten eine optische Funktionsanzeige /EU 270/.

Die Energieversorgung der Feststationen erfolgt über batteriegepufferte Stromversorgungseinheiten aus dem 220-V-Netz.

### Bewertung

Der Antragsteller beabsichtigt, die Einrichtungen der Fernsprechnebenstellenanlage nach den FTZ-Richtlinien und den VDE-Vorschriften /69, 70/ zu bauen, zu qualifizieren und zu prüfen. Damit werden die von uns für die Bewertung zugrunde gelegten konventionellen Regelwerke und die Anforderungen aus der KTA-Regel 3901 /73/ erfüllt. Wir haben keine Einwände gegen die Errichtung und den Betrieb der Fernsprechnebenstellenanlage.

Die Gegensprechanlagen der Schachtanlage Konrad übernehmen die Aufgaben der im Abschnitt 3.4.1.2 der KTA 3901 /73/ geforderten Leitstandsfernsprechanlagen. Nach dieser Regel ist für die Stromversorgung der Gegensprechanlagen eine Energieversorgung aus dem unterbrechungslosen Netz gefordert. Im Endlager Konrad ist jedoch vorgesehen, diese Anlagen aus dem Netzersatz(NE)-System zu versorgen. Dies hat zur Folge, daß bei einem Ausfall der Normalstromanlage die Energieversorgung der Gegensprechanlagen während der Startphase der Dieselaggregate für etwa 15 s unterbrochen ist. Da jedoch die in diesem Fall unterbrochenen Sprechverbindungen unmittelbar nach Spannungswiederkehr automatisch neu aufgebaut werden, so daß Gespräche sofort weitergeführt werden können /EU 270/, halten wir die Versorgung aus dem NE-System für tolerierbar.

Durch die je Schacht redundanten, automatisch umschaltbaren Schachtkabel ist die anforderungsgerechte Unabhängigkeit von den anderen drahtgebundenen Sprechanlagen gewährleistet.

Gegen das Konzept und die Errichtung der Gegensprechanlagen gemäß den Festlegungen der Systembeschreibung haben wir keine Einwände.

Die Grubenfunkanlage übernimmt für den untertägigen Schachtanlagenbereich die redundante Funktion zu den Alarm- und Rufanlagen und die redundante Funktion zu der Personensucheinrichtung. Sie ist damit von ihrer Bedeutung her höher einzustufen.



fen als die übrigen Funksprechanlagen. Durch die Energieversorgung der Feststationen über batteriegepufferte Stromversorgungen steht sie auch bei einem Ausfall der Ruf-/Warnanlage, der PSE-Anlage oder beider Anlagen zur Verfügung.

Gegen das Konzept und die Errichtung der vom Antragsteller für das Endlager Konrad vorgesehenen Sprechfunkanlagen gemäß den Festlegungen der Systembeschreibung /EU 270/ haben wir keine Einwände.

### **2.3.4.4.5 Kommunikationsmittel nach außen**

Die Kommunikationsverbindungen der Schachtanlage Konrad nach außen haben die Aufgabe, neben der allgemeinen Kommunikation auch Warnungen, Hilfsanforderungen oder Weisungen weiterzugeben oder entgegenzunehmen. In der Schachtanlage Konrad sind folgende Kommunikationsverbindungen nach außen vorgesehen /EU 270/:

- unabhängige Posthauptanschlüsse,
- Eurosignalfunk,
- Fernschreibanlage,
- Verbindung zu öffentlichen Hilfsdiensten (hier: Polizeidirektverbindung).

Unabhängige Posthauptanschlüsse werden in der Zentralen Warte Konrad 1, dem Hauptleitstand Konrad 2, den Wachgebäuden Konrad 1 und Konrad 2 und im Büro Strahlenschutz eingerichtet.

Der Eurosignalfunk dient der Erreichbarkeit von verantwortlichen Personen im Bereich des europäischen Funkrufdienstes.

Die Fernschreibanlage besteht aus einem Fernschreiber in Verbindung mit einem Sichtgerät und einem Diskettenspeicher. Die Anlage wird an die Nebenstellenanlage angeschlossen.

Zur Verbindung der Schachtanlagen Konrad 1 und Konrad 2 mit den öffentlichen Hilfsdiensten wird jeweils eine Kombination von überwachtem Drahtweg und Richtfunkverbindung eingerichtet /EU 270, EU 316, EG 58/.

### Bewertung

Die in diesem Gutachten betrachteten Kommunikationsmittel zur Verbindung nach außen sind grundsätzlich geeignet, die erforderlichen Verbindungen von der Schachanlage nach außen sicherzustellen. Die Anforderungen der von uns zur Beurteilung herangezogenen Regelwerke sind für die hier betrachteten Teilanlagen erfüllt.

Die Anforderungen, die gemäß KTA-Regel 3901 /73/ an Kommunikationsmittel zu öffentlichen Diensten und Hilfsdiensten zu stellen sind, werden durch die Polizeidirektverbindung grundsätzlich erfüllt. Um dem organisatorisch verantwortlichen Personal der Zentralen Warte (ZW K1) und dem Hauptleitstand (HL K2) einen vollständigen Zugriff auf die Endeinrichtungen (Sprechapparate) zu ermöglichen, halten wir es für erforderlich, dort jeweils eine Endeinrichtung (Sprechapparat) zu installieren. Hierzu verweisen wir auf unsere Stellungnahme zum Frequenzökonomischen Ersatzbetrieb (Post) /77/. Diese Einrichtung hat nach unserer Ansicht auch eine sicherheitstechnische Bedeutung. Zu den entsprechend notwendigen wiederkehrenden Prüfungen verweisen wir ebenfalls auf diese Stellungnahme.

Bei Beachtung der Forderungen in der genannten Stellungnahme haben wir keine Einwände gegen das Konzept, die Errichtung und den Betrieb der vorgesehenen Kommunikationsmittel nach außen.

#### **2.3.4.4.6 Kabel- und Leitungsverlegung**

Aus den Teilkapiteln der Systembeschreibung /EU 270/ ergibt sich folgende Grobstruktur der Kabel- und Leitungsverbindungen.

Die drei drahtgebundenen Kommunikationsanlagen, die Fernsprechnebenstellenanlage, die Gegensprechanlage und die Ruf- und Warnanlage, haben jeweils eigene Kabelnetze. Von den Zentralen werden über Stammkabel Unterverteiler versorgt. An diese Unterverteiler werden über StICKkabel die Endgeräte angeschlossen.

Der Anschluß von Konrad 2 an die Zentrale der Fernsprechnebenstellenanlage, die sich in Konrad 1 befindet, erfolgt über ein Schachtkabel in Konrad 2, ein Querverbindungskabel zwischen Unterverteilern des Grubengebäudes und ein Schachtkabel in Konrad 1.

Die Gegensprechanlagen von Konrad 1 und Konrad 2 erhalten je Schacht zwei Schachtkabel mit Umschalteinrichtung und ein eigenes, nur den Gegensprechanlagen zugeordnetes Querverbindungskabel zwischen je einem Unterverteiler von Schacht 1 und 2.

Die Ruf- und Warnanlagen erhalten je Schacht ein Stammkabel für die Unterverteiler der Lautsprecher. Zur Steuer- und Informationsübertragung zwischen den Zentralen von K 1 und K 2 werden im Schachtbereich freie Adern der Fernsprechsachtkabel verwendet. Die untertägige Querverbindung wird über ein eigenes, separates Kabel geführt.

Angaben zu der Trassenführung der untertägigen Stamm- und Querverbindungskabel sowie der Anordnung der zugehörigen Unterverteiler liegen nicht vor. Ebenso liegen für den übertägigen Bereich von Konrad 2 keine Angaben zur Trassenführung der Stammkabel sowie der Anordnung der Unterverteiler vor. Die beabsichtigte räumliche Anordnung der durch die Schächte verlaufenden Stammkabel ist aus den Zeichnungen der Schachtscheiben zu ersehen /EU 412/.

### Bewertung

Damit durch ein einzelnes schädigendes Ereignis (mech. Zerstörung, Brand) nicht mehr als zwei der verschiedenen für Sprechverbindungen vorgesehenen Anlagen beeinträchtigt werden, sind die Sprechverbindungsanlagen von Konrad 2 in 2 Gruppen aufzuteilen und deren Stammkabel, Haupt- und Unterverteiler übertägig und untertägig räumlich und brandschutztechnisch getrennt zu verlegen und zu installieren /AV 2.3.4-5/. Dies entspricht auch den Anforderungen der KTA 3901, Abschnitt 3.1 /73/.

Die Ruf- und Warnanlage und die Grubenfunkanlage sind im Sinne der KTA 3901 im untertägigen Bereich von Konrad 2 zueinander diversitäre Einrichtungen (vgl. Kap. 2.3.4.4.2 dieses Gutachtens). Die im Schacht Konrad 2 verlegten Stammkabel der

Ruf- und Warnanlage und der Grubenfunktanlage sind daher im Schachtbereich mit größtmöglichem Abstand voneinander zu verlegen /AV 2.3.4-6/. Gegen die Führung der weiteren nachrichtentechnischen Kabel in den Schächten haben wir keine Einwände.

### **2.3.4.4.7 Qualitätssicherung der nachrichtentechnischen Einrichtungen**

Für die nachrichtentechnischen Einrichtungen werden betriebsbewährte oder typgeprüfte Geräte, Komponenten und Serienerzeugnisse eingesetzt, die nach einschlägig geltenden Normen, Vorschriften und Richtlinien erstellt werden /EU 270/.

Die ausreichende Qualität der zum Einsatz kommenden Geräte wird durch Zulassungszertifikate des FTZ der Deutschen Bundespost nachgewiesen. Der Antragsteller beabsichtigt, bei der Herstellung und Prüfung der Geräte für die nachrichtentechnischen Einrichtungen die VDE-Vorschriften - hier die Reihe DIN/VDE 0800, Fernmeldetechnik /69/ - einzuhalten. Alle nachrichtentechnischen Einrichtungen werden vom Antragsteller dem Qualitätssicherungsbereich 2 (QSB 2) zugeordnet.

#### **Bewertung**

Gegen die von dem Antragsteller vorgesehenen Maßnahmen zur Qualitätssicherung und zur Gerätequalifizierung haben wir keine Einwände. Sie gewährleisten die anforderungsgerechte Qualität der eingesetzten Baugruppen und Geräte. Ausschließlich der Teilanlagen Richtfunktanlagen, Gegensprechanlagen, Personensucheinrichtung, Ruf- und Warnanlagen und Grubenfunktanlagen haben wir keine Einwände gegen die Einstufung in den Qualitätssicherungsbereich 2.

#### **Die Teilanlagen**

- Richtfunktanlage einschließlich Drahtweg,
- Gegensprechanlage,
- Personensucheinrichtung,
- Ruf- und Warnanlage und
- Grubenfunktanlage

haben neben ihrer betrieblichen Funktion als allgemeine Kommunikationsmittel nach unserer Ansicht zusätzliche sicherheitstechnisch wichtige Aufgabenstellungen im Rahmen von Störungen und Störfällen zu erfüllen. Daher halten wir für diese Anlagen die Einstufung in den Qualitätssicherungsbereich 2 für nicht ausreichend. Diese Teilanlagen sind dem Qualitätssicherungsbereich 3.1 zuzuordnen. Die Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ ist entsprechend zu ergänzen /AV 2.3.4-7/.

### **2.3.4.4.8 Inbetriebnahme der nachrichtentechnischen Einrichtungen**

Die Inbetriebnahme der nachrichtentechnischen Einrichtungen erfolgt in den Phasen A, B und C.

Vor Beginn der Inbetriebsetzungsphase A wird durch Prüfungen sichergestellt, daß alle Komponenten unbeschädigt und vollständig sind, alle Montageunterlagen vorliegen, die Kennzeichnung von Kabeln, Leitungen und Bauteilen erfolgte, die Komponenten korrekt angeschlossen wurden, deren Zugänglichkeit gewährleistet ist und die Anforderungen aus den zugrunde gelegten Regelwerken eingehalten wurden /EU 270/.

Die ordnungsgemäße Funktion der nachrichtentechnischen Einrichtungen wird vor und während der Inbetriebnahmephase A durch Funktionsprüfungen anhand von spezifizierten Festlegungen und Prüfprogrammen, die vorher vom Antragsteller freigegeben wurden, nachgewiesen. Der an diesen Prüfungen zu beteiligende Personenkreis ist in der Systembeschreibung genannt.

Die Inbetriebnahme-Phase B dient zur Überprüfung des ordnungsgemäßen Zusammenspiels der Einzelsysteme.

In der Inbetriebnahme-Phase C wird bei bestimmungsgemäßem Betrieb der Gesamtanlage die Wirksamkeit sowie die Erfüllung der spezifizierten Werte aller Systeme überprüft und protokolliert.

Entsprechend den Festlegungen der Systembeschreibung werden an der Richtfunkanlage, der Gegensprechanlage, der PSE-Anlage und der Ruf-/Warnanlage Prüfungen mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen durchgeführt. Für die Grubenfunkan-

lage gilt diese Festlegung ebenfalls mit der Erweiterung, daß gemäß ElBergV /3/ bereits durchgeführte Prüfungen gesichtet, bewertet und einbezogen werden.

Art, Umfang, Prüfmethode, Prüfintervall und Prüfer werden nach den einschlägigen Vorschriften im Rahmen des Betriebsplanverfahrens festgelegt.

### Bewertung

Mit den vom Antragsteller vorgesehenen Prüfungen an den Nachrichtentechnischen Einrichtungen vor oder während der Inbetriebnahme sowie der Aufteilung in drei Inbetriebnahmephasen sind wir einverstanden. Dieses Verfahren entspricht dem Vorgehen bei der Inbetriebnahme vergleichbarer Anlagen.

Die in der Systembeschreibung enthaltenen Festlegungen zum Prüfumfang und zu dem an den Prüfungen zu beteiligenden Personenkreis sind ausreichend.

#### **2.3.4.4.9 Betrieb der Nachrichtentechnischen Einrichtungen**

Der Betrieb der Nachrichtentechnischen Einrichtungen erfolgt nach den erteilten Genehmigungen und den im Zechenbuch/Betriebshandbuch zusammengefaßten Regelungen.

Die Durchführung von planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen, die aus Inspektion, Wartung und Instandsetzung bestehen, erfolgt nach den Regelungen der ElBergV /3/ und der VBG4 /61/.

Der Antragsteller beabsichtigt, die Überwachung der Nachrichtentechnischen Einrichtungen in den nach den oben genannten Verordnungen vorgeschriebenen Zeitintervallen durch

- fachkundige Personen,
- fachkundige Aufsichtspersonen und
- vom Oberbergamt (OBA) anerkannte Sachverständige

durchführen zu lassen /EU 270/. Der beispielhafte Aufbau der Prüfanweisungen und die Zeitintervalle der Prüfungen sind im Betriebsbuch/Betriebshandbuch und der zugehörigen Prüfliste festgelegt. Für die Prüfung der Polizeidirektverbindung ist keine Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen vorgesehen /EU 316/.

#### Bewertung

Die nachrichtentechnischen Einrichtungen dienen neben der Kommunikation des Personals bei der Betriebsführung im wesentlichen zur Alarmierung des Personals bei einer auftretenden Gefahr und zur Kommunikation bei Störungen sowie deren Beseitigung. Somit sind an sie erhöhte Anforderungen an die Verfügbarkeit zu stellen.

Diese Anforderungen werden nach unserer Auffassung durch die Aufnahme der vier wesentlichen Kommunikationsanlagen in die Prüfliste erfüllt /EU 316/. Im übrigen verweisen wir zur Notwendigkeit von wiederkehrenden Prüfungen auf unsere Stellungnahme zum Frequenzökonomischen Ersatzbetrieb (Post) /77/.





### **2.3.5 Medienver- und entsorgung**

#### **2.3.5.1 Wasserversorgung**

##### **2.3.5.1.1 Trink- und Löschwasserversorgung**

Der Aufbau, die Aufgaben und die Auslegung der Wasserversorgung der Außenanlagen der Grube Konrad 2 sind in der Systembeschreibung /EU 419/ dargelegt /EU 458/. Die Wasserversorgung besteht aus der Trinkwasserversorgung (02 RAA) und der Löschwasserversorgung (02, 07 WDF).

Das Trinkwassernetz wird aus dem Verbundnetz der Preussag-Stahl AG versorgt, in das vier Wasserwerke einspeisen. Zum Verbundnetz gehören auch sechs Hochbehälter mit einem Fassungsvermögen von insgesamt 21 000 m<sup>3</sup>.

Aus dem Verbundnetz der Preussag-Stahl AG wird an drei Punkten in eine Ringleitung auf dem Gelände Konrad 2 eingespeist. Die unterschiedlichen Verbraucher werden durch Stichleitungen versorgt. Das System der Trinkwasserversorgung 02 RAA speist in das System der Betriebswasserversorgung unter Tage (02 RAB) und in das System Löschwasserversorgung (02 WDF) ein. Die Trinkwasserversorgung im Kontrollbereich der Umladeanlage entnimmt Wasser aus der Trinkwasseranlage der Außenanlagen (02 RAA). Nach einer Druckerhöhung wird das Wasser in das Versorgungsnetz der Umladeanlage eingespeist und als Löschwasser, Trinkwasser und erwärmtes Trinkwasser genutzt. Eine automatische druckabhängige Absperrung des Systems 02 RAB im Löschwasserentnahmefall über das System 02 WDF ist vorgesehen. Alle Entnahmestellen der Löschwasserversorgung 02 WDF sind einzeln absperrbar. Für die automatischen Löschanlagen der Umladeanlage ist ein Vorlagebehälter (130 m<sup>3</sup>) vorgesehen.

Als zusätzliche Löschwasserversorgung ist das System 07 WDF vorgesehen. Es ist vollständig vom System 02 WDF getrennt und soll im Brandfall bei Ausfall der Einspeisung von Wasser in das System 02 WDF die Löschwasserversorgung mit Geräten der Feuerwehr übernehmen. Dazu ist eine Löschwasserentnahmestelle mit Verbindungsleitung zum Zweigkanal Salzgitter projektiert. Die Wasserversorgung dieser Entnahmestelle erfolgt in freier Nachströmung mit einem Gefälle von 0,3 % bis zum Pumpenschacht. In diesem Pumpenschacht werden zwei Tauchmotorpumpen mit einer Förderleistung von jeweils 380 m<sup>3</sup>/h bei 1,5 bar vorgesehen. Die Inbetriebnahme des Systems erfolgt durch die Feuerwehr /EU 419/.

### Bewertung

An das System der Trinkwasserversorgung (02 RAA) gibt es keine sicherheitstechnisch wichtigen Anforderungen. Weder die direkt vom System versorgten Verbraucher und die Verbraucher im Kontrollbereich der Umladeanlage noch die Löschwasserversorgung (02 WDF) haben sicherheitstechnische Bedeutung. Dies gilt auch für die Versorgung des Systems Betriebswasserversorgung unter Tage (02 RAB; vgl. Kap. 2.3.5.1.2 dieses Gutachtens). Eine Aktivitätsverschleppung ist aufgrund von Druckbarrieren nicht denkbar. Sicherheitstechnisch wichtig ist hingegen die Löschwasserversorgung 07 WDF.

Die Versorgungssicherheit des Löschwassernetzes 02 WDF entspricht nicht dem Standard einer Löschwasserversorgung für sicherheitstechnisch wichtige Löschanlagen, weil sie von der Verfügbarkeit des Verbundnetzes der Preussag-Stahl AG abhängig ist. Hiergegen haben wir keine Einwände, da sicherheitstechnisch wichtige Löschanlagen für 30 Minuten aus einem Vorlagebehälter (130 m<sup>3</sup>), unabhängig von der Funktion des Trinkwassernetzes, versorgt werden. Nach dieser Zeit übernimmt in allen Bereichen die Feuerwehr die weitere Brandbekämpfung, für deren Löschwasserversorgung bei Ausfall der Trinkwasserversorgung das sicherheitstechnisch wichtige System 07 WDF vorgesehen ist. Für einen möglichst frühzeitigen Beginn der Brandbekämpfung durch die Feuerwehr schafft dieses System die Voraussetzungen.

Die verfahrenstechnische Auslegung des Systems (Nachströmung durch Gefälle, 2 x 100 % Pumpen) entspricht der sicherheitstechnischen Bedeutung des Systems. Mit der Einstufung des Systems 07 WDF in den Qualitätssicherungsbereich 3.1 und dem vorgesehenen Umfang an Prüfungen und einem Prüfzyklus von 6 Monaten (6 m) für fachkundige Personen (FP) und 2 Jahren (2 a) für eine Sachverständigenbeteiligung SB, kurz also 6 m/2 a (FP/SB), für wiederkehrende Prüfungen stimmen wir überein. Die Prüfanweisungen müssen vor Inbetriebnahme des Endlagers erstellt und zur Prüfung vorgelegt werden (vgl. Kap. 4.3, AV 4.3-1, dieses Gutachtens).

Der Bereich der Löschwasserversorgung der automatischen Sprühwasserlösch- und Sprinkleranlagen aus dem Vorlagebehälter wird in Kap. 2.4.1.6.2 dieses Gutachtens abgehandelt.

### **2.3.5.1.2 Betriebswasserversorgung unter Tage (Frischwasserversorgung)**

Die Betriebswasserversorgung unter Tage besteht aus zwei getrennten Systemen für den Schacht Konrad 1 (01 RAB) und Konrad 2 (02 RAB). Beide Systeme werden von den zu den Schächten gehörigen übertägigen Trinkwasserversorgungen (01, 02 RAA) über Falleitungen gespeist. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit der angeschlossenen Verbraucher befindet sich auf der 850-m-Sohle eine Verbindungsleitung. Während des Normalbetriebes ist diese Leitung durch zwei geschlossen verriegelte Armaturen abgesperrt. Die Öffnung dieser Armaturen erfolgt nur bei Störung der Versorgung eines Systems und bedarf einer Freigabe durch die Betriebsabteilung Strahlenschutz. Bei Druckabfall in einer von den Falleitungen abzweigenden Versorgungsleitung wird diese durch eine automatische Druckabfallverriegelung abgesperrt.

Das für den Kontrollbereich bereitgestellte Wasser wird hauptsächlich zu Dekontaminationszwecken und zur Versatzaufbereitung verwendet /EU 361/.

#### **Bewertung**

Die Betriebswasserversorgung des Überwachungsbereiches (01 RAB) ist sicherheitstechnisch nicht wichtig.

Da ein Ausfall der Versorgung der Verbraucher im Kontrollbereich akzeptabel ist, bleibt als sicherheitsrelevantes Schutzziel für dieses System nur die Verhinderung einer Kontaminationsverschleppung über die Verbindungsleitung.

Bei Normalbetrieb der Systeme ist eine Aktivitätsverschleppung durch die beiden geschlossen verriegelten Armaturen auszuschließen. Da ein Eintrag von Aktivität in das Rohrleitungssystem des Kontrollbereichs aufgrund der Druckbarriere zwischen Umgebung und Rohrleitung (hoher Innendruck und Druckabfallverriegelung) nicht denkbar ist, kann einer Öffnung der Verbindungsleitung bei Störung der Versorgung eines Systems zugestimmt werden.

Da die Funktion des Systems keine sicherheitstechnische Bedeutung hat, sind wiederkehrende Prüfungen nicht erforderlich.

### 2.3.5.1.3 Eigenwasserversorgung unter Tage RAN

Die Eigenwasserversorgung unter Tage erfolgt bei durchschnittlichem Verbrauch aus dem Sammelbecken Konrad 1 (Überwachungsbereich). Nur bei hohem Verbrauch muß ein Teil des Wassers aus dem Kontrollbereich (Sammelbecken Konrad 2) zur Verfügung gestellt werden.

Die Versorgung aus dem Sammelbecken Konrad 1 erfolgt durch diskontinuierliche Einspeisung in das Leitungssystem RAN. Dabei erfolgt eine mengenproportionale Probenahme. Im Schacht 1 ist oberhalb der 1. Sohle ein Eigenwasserspeicher mit einem Volumen von 3 m<sup>3</sup> vorgesehen, dessen Funktionen Druckhaltung und Bevorratung sind.

Zur Versorgung der Verbraucher im Schacht Konrad 2 zweigt auf der 3. Sohle eine Verbindungsleitung ab. Bei Normalbetrieb des Systems befinden sich die zwei Armaturen in dieser Leitung in offen verriegelter Stellung.

Um Wasser aus dem Sammelbecken Konrad 2 in das Rohrleitungsnetz der Eigenwasserversorgung unter Tage einzuspeisen, muß zuerst mit der Entnahmepumpe ein Kontrollbehälter (10 m<sup>3</sup>) gefüllt und dieses Wasser radiologisch freigemessen werden. Die Homogenisierung des Behälterinhalts erfolgt durch Umwälzen mit der Einspeisepumpe. Am Ende der Homogenisierung wird aus der Leitung, die das Wasser in den Kontrollbehälter zurückspeist, eine Probe genommen. Zwischen der Umwälz- und der Verbindungsleitung der Eigenwasserversorgung beider Schächte befindet sich eine Leitung mit einer geschlossen verriegelten Handarmatur, einer Motorarmatur und einer Rückschlagklappe.

Erfolgt eine Freigabe des Wassers im Kontrollbehälter zur Verwendung im Eigenwassersystem, müssen beide Armaturen geöffnet werden, um das Wasser mit der Einspeisepumpe in das Leitungssystem RAN zu fördern. In dieser Zeit ist die Füllarmatur zum Kontrollbehälter regelungstechnisch geschlossen verriegelt.

Wenn der Behälterinhalt nicht zur Wiederverwendung freigegeben wird, wird er durch Umschalten der Dreiwegearmatur ins Sammelbecken Konrad 2 zurückgeleitet /EU 362/.

Das System RAN wird zwecks Einstufung in Qualitätssicherungsbereiche (QS-Bereiche) in zwei Teilsysteme aufgeteilt. Das Teilsystem, in das eventuell kontaminiertes Wasser

eingespeist werden kann (vom Sammelbecken Konrad 2 bis zur Armatur RAN 70 AA008), wird in den QS-Bereich 3.1, der Rest des Systems in den QS-Bereich 2 eingestuft.

### Bewertung

Die Versorgungssicherheit des Eigenwassersystems ist sicherheitstechnisch nicht wichtig. Ein Ausfall der Versorgung der Zapfstellen führt weder zur Unterbrechung sicherheitsrelevanter Arbeiten noch zu Aktivitätsfreisetzungen.

Die vorgesehenen technischen Vorkehrungen entsprechen dem Stand der Technik und machen eine Verschleppung von Aktivität aus dem Kontrollbereich über das Eigenwassersystem ausreichend unwahrscheinlich. Ein Betreiben des Kontrollbehälters als Durchflußbehälter ist aufgrund der vorgesehenen Verriegelung nicht möglich. Die Einspeisung des Wassers in das Eigenwassersystem ist nur möglich, wenn nach der Freigabe durch die Betriebsabteilung Strahlenschutz die Handarmatur entriegelt und geöffnet wird. Ein ungewollter Rückfluß aus dem Eigenwasserbereich zwischen Sammelbecken Konrad 2 und Kontrollbehälter in das übrige Eigenwassersystem kann ausgeschlossen werden, da die bestehende Verbindung durch einen Trichtereinlauf unterbrochen ist. Eine Aktivitätsverschleppung kann auf diesem Weg ausgeschlossen werden.

Das Verfahren der Homogenisierung und Probenahme von Wasser des Kontrollbehälters führt zu einer repräsentativen Probe. Mit der Einstufung des Systems in zwei verschiedene QS-Bereiche in Abhängigkeit von der eventuellen Kontamination des Systems stimmen wir überein. Die bis zur Freimessung des aus dem Sammelbecken Konrad 2 geförderten Wassers geschlossen verriegelte Armatur RAN 70 AA008 stellt die noch zum QS-Bereich 3.1 gehörige Grenzarmatur dar. Für die Komponenten und Rohrleitungen dieses QS-Bereiches sind wiederkehrende Prüfungen mit Sachverständigenbeteiligung in einem Prüfintervall von zwei Jahren durchzuführen /AV 2.3.5-1/.

Durch die im Rahmen der Qualitätssicherung vorgesehenen Maßnahmen sind die Errichtung, die Inbetriebnahme und der Betrieb des Systems mit den vorgesehenen Eigenschaften möglich. Für das Erreichen dieser Eigenschaften sind bei der weiteren

Realisierung die anlagenspezifische Umsetzung dieser Maßnahmen und deren Kontrolle von gleicher Bedeutung. Der Detaillierungsgrad der Darstellung der Maßnahmen entspricht dem Stand der Projektierung und wird von uns als ausreichend angesehen.

Die für die Komponenten des Systems grundsätzlich vorgesehenen Werkstoffe (Polyethylen, unlegierter Stahl, gummierte Stahlbehälter) sind für den Einsatz im System Eigenwasserversorgung unter Tage geeignet.

### **2.3.5.2 Wasserentsorgung**

#### **2.3.5.2.1 Abwasserentsorgung Außenanlagen und Abwasserableitung von der Anlage Konrad 2**

Die Aufgabe dieses Systems ist die Sammlung und konventionelle Behandlung inaktiver Abwässer aus dem Überwachungsbereich und freigemessener Abwässer aus dem Kontrollbereich über Tage (02 RBD), die Sammlung von Niederschlagswasser (02 RBE) sowie die Ableitung dieser und der freigemessenen Grubenwässer in den natürlichen Wasserkreislauf (02, 03, 04 RBF) /EU 420/.

Über das System 02 RBE soll auch das bei der Brandbekämpfung im Bereich der LKW-Stellfläche anfallende Löschwasser abgegeben werden. Mit der Entnahme von Wasser aus einem der vier vorhandenen Hydranten wird über eine Schnellschlußarmatur in der Sammelleitung die Wasserableitung abgesperrt. Das Fassungsvermögen des dadurch entstehenden Stauraums beträgt ca. 14 m<sup>3</sup>.

Zur Ausmessung eventuell kontaminierten Löschwassers wird eine 5 m<sup>3</sup> große Speicherkammer gefüllt und das Wasser durch Zirkulation über eine Tauchmotorpumpe homogenisiert. Im Anschluß daran ist eine Probenahme aus der Speicherkammer vorgesehen.

In Abhängigkeit vom Ergebnis der ausgemessenen Probe wird entweder das kontaminierte Löschwasser zur externen Entsorgung in Tankwagen abgepumpt oder, falls eine Freimessung erfolgte, der Niederschlagswasserbehandlung zugeführt /EU 420/.

### Bewertung

Die Ableitung inaktiver und freigemessener Abwässer ist a priori nicht sicherheitstechnisch wichtig. Da in die Niederschlagswasserentsorgung (02 RBE) auch die eventuell kontaminierten Löschwässer aus dem Bereich der LKW-Stellfläche eingeleitet werden, ist dieses ansonsten konventionelle System sicherheitsrelevant.

Die vorgesehene verfahrenstechnische Lösung zur Absperrung des Systems und Speicherung des eventuell kontaminierten Löschwässers in den Sammelleitungen entspricht den Erfordernissen.

Die Möglichkeit, das Löschwasser in eine Speicherkammer zu leiten und dieses Volumen über eine Zirkulationspumpe zu homogenisieren, gewährleistet eine repräsentative Probenahme.

Das Speichervolumen ist ausreichend dimensioniert, um die in einem Brandfall zu erwartenden Löschwassermengen aufzunehmen. Die Entnahme von Löschwasser aus zwei Hydranten über C-Schlauchanschlüsse und 8 mm-Strahlrohre bei einer Löschdauer von einer halben Stunde führt zu einem Löschwasseranfall von ca. 5 m<sup>3</sup>. Mit einem Fassungsvermögen der Sammelleitungen von ca. 15 m<sup>3</sup> ist genügend Reserve für einen zusätzlichen Löschwasseranfall durch einen Feuerwehreinsatz oder durch andere Einwirkungen (z.B. Regen) vorhanden.

Mit der Einstufung des Bereichs der Löschwassersammlung der LKW-Stellfläche in den Qualitätssicherungsbereich 3.1 und dem vorgesehenen Prüfzyklus von 6 m/2 a (FP/SB) stimmen wir überein. Die Prüfanweisungen müssen vor Inbetriebnahme des Endlagers erstellt und zur Prüfung vorgelegt werden (vgl. Kap. 4.3, AV 4.3-1, dieses Gutachtens).

### 2.3.5.2.2 Abwasserentsorgung aus dem übertägigen Kontroll- und Überwachungsbereich (Abwasseranlage)

Zur Sammlung potentiell kontaminierten Wassers stehen im Keller der Sonderbehandlung vier 10-m<sup>3</sup>-Behälter und zwei 80-m<sup>3</sup>-Becken zur Verfügung.

In den 10-m<sup>3</sup>-Behältern werden die innerhalb des Kontrollbereichs anfallenden Schmutzwässer und die Kondens- und Tropfwässer aus dem Fortluftkamin gesammelt.

Das innerhalb des Kontrollbereiches in der Umladehalle, dem Förderturm, der Pufferhalle und dem Keller der Sonderbehandlung sowie außerhalb des Kontrollbereiches in der LKW-Trocknungsanlage und dem Medienkanal anfallende Löschwasser wird in die beiden 80-m<sup>3</sup>-Becken (Löschwasserauffangbecken) geleitet. Die Einleitung des im Brandfall im Bereich der LKW-Trocknung außerhalb des Kontrollbereichs anfallenden eventuell kontaminierten Löschwassers in die Löschwasserauffangbecken des Kontrollbereichs bedarf einer Umschaltung, da die Leitung im Normalbetrieb für die Schmutzwasserableitung in die Außenanlagen genutzt wird. Eine Umschaltung erfolgt auch bei dem Abwasser aus der Sonderbehandlung, welches im Brandfall nicht in die 10 m<sup>3</sup>-Behälter, sondern in die Löschwasserauffangbecken geleitet wird.

Abwasserleitungen mit potentiell kontaminierten Abwässern, die durch Räume außerhalb des Kontrollbereiches verlegt werden, werden in diesen Bereichen als doppelwandige Rohrleitungen ausgeführt, deren Ringspalt überwacht wird. Konventionelle Abwasserleitungen werden, sofern sie den Kontrollbereich queren, in diesem Bereich ebenfalls als Doppelrohr ausgeführt.

Die Füll- und Entleerungsventile der 10-m<sup>3</sup>-Behälter sind mit Endlagenschaltern gegeneinander verriegelt. Die Ventilstellung und Behälterfüllstände werden überwacht. Die Homogenisierung des Behälterinhaltes erfolgt durch Rührwerke. An den Behältern sind Probenahmestutzen angebracht. Ein Umpumpen von Wasser aus einem Behälter in einen anderen ist möglich. Dabei wird durch technische Maßnahmen gesichert, daß nur ein leerer Behälter bespeist werden kann und somit eine Verdünnung kontaminierter Wasser ausgeschlossen ist. Die Betriebsweise der vier Behälter ist so vorgesehen, daß ein Behälter befüllt, der zweite „freigemessen“ und der dritte entsorgt wird. Der vierte Behälter steht als Reserve zur Verfügung.



Freigemessenes Abwasser wird über das Schmutzwassersystem der Außenanlagen abgeleitet. Kontaminiertes Abwasser wird in Tankwagen abgefüllt und extern entsorgt oder einer mobilen Konditionierungsanlage zugeführt.

Die Behälter der Abwassersammelanlage werden in einer erdbebensicheren Auffangwanne aufgestellt, die das halbe Wasservolumen aller Behälter im Raum aufnehmen kann. Die Löschwasserauffangbecken im Keller der Sonderbehandlung werden erdbebensicher ausgeführt.

Lösch-Abwasser wird den beiden 80-m<sup>3</sup>-Auffangbecken in einem Rinnensystem entweder in freiem Gefälle (aus der Pufferhalle, dem Bereich Sonderbehandlung und der LKW-Trocknungshalle) oder über Tauchpumpen aus der Umladehalle und dem Medienkanal zugeleitet. Reicht das Fassungsvermögen in den Auffangbecken nicht aus, werden die Pumpen in der Umladehalle abgeschaltet und der Bereich der Querverschübe, Rinnen und Pumpensümpfe zur Sammlung von Löschwasser genutzt (Fassungsvermögen ca. 180 m<sup>3</sup>). Die Entsorgung von Löschwasser erfolgt durch Übergabe in die 10-m<sup>3</sup>-Behälter und danach in der gleichen Verfahrensweise wie die Schmutzwasserentsorgung des Kontrollbereichs /EU 380/.

### Bewertung

Die als Abwasseranlage zusammengefaßten Teilsysteme sind sicherheitstechnisch wichtig. Schutzziel ist die Verhinderung einer Aktivitätsverschleppung oder -freisetzung.

Verbindungen zu anderen Systemen außerhalb des Kontrollbereichs bestehen

- zur inaktiven Schmutzwasserentwässerung der Außenanlagen und
- zur externen Entsorgung.

Eine Verschleppung von Aktivität ist durch diese Verbindungen nicht zu erwarten, da

- bei Löschwässerentnahme zur Brandbekämpfung im Bereich der LKW-Trocknung die Ableitung des Wassers automatisch in den Kontrollbereich erfolgt,
- aus dem Kontrollbereich nur freigemessenes Wasser abgeleitet wird,
- der Anschluß zur externen Entsorgung von kontaminierten Wässern innerhalb der Auffangwanne im Keller der Sonderbehandlung angeordnet wird und

- die Behälterauffangwanne erdbebensicher ausgeführt wird.

Durch die teilweise Ausführung der Rohrleitungen als Doppelrohr ist ein ausreichender Schutz gegen unbeabsichtigte Aktivitätsabgaben gewährleistet.

Das Volumen der Behälterauffangwanne ist für die vorgesehene Betriebsweise der 10-m<sup>3</sup>-Behälter, bei der maximal zwei Behälter gefüllt sein können, richtig dimensioniert.

Das Verfahren zum Homogenisieren der Behälterinhalte erlaubt eine repräsentative Probenahme. Der Ablauf der Probenahme ist auf der Grundlage von Inbetriebnahmeversuchen im Zechenbuch/Betriebshandbuch festzulegen /AV 2.3.5-2/.

Da zu den in der Systembeschreibung Sanitärtechnische Anlagen (Umladehalle Konrad 2) beschriebenen Auslegungsprinzipien noch keine technischen Detailinformationen vorliegen, ist deren Übereinstimmung mit der technischen Ausführung im Rahmen der Vorprüfung nachzuweisen; dazu muß die Ausführungsplanung einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden /AV 2.3.5-3/.

Mit der Einstufung des Systems in den Qualitätssicherungsbereich 3.1 stimmen wir überein.

Die automatische Ableitung von Löschwasser aus dem Bereich der LKW-Trocknung in die Löschwasserauffangbecken verhindert das Eindringen von möglicherweise kontaminiertem Wasser in die Schmutzwasserableitung der Außenanlagen. Daher ist die Umschalteneinrichtung in den Qualitätssicherungsbereich 3.1 einzustufen und für dieses Teilsystem eine wiederkehrende Prüfung vorzusehen. Die in der Systembeschreibung Sanitärtechnische Anlagen (Umladehalle Konrad 2) beschriebenen qualitätssichernden Maßnahmen sind für den gesamten in den Qualitätssicherungsbereich 3.1 eingestufteten Systemumfang anzuwenden. Wiederkehrende Prüfungen sind in einem Zyklus von 6 Monaten (6 m) für fachkundige Personen (FP) und 2 Jahren (2 a) für eine Sachverständigenbeteiligung (SB) - kurz 6 m/2 a (FP/SB) - vorzusehen /AV 2.3.5-4/. Die Prüfanweisungen müssen vor Inbetriebnahme des Endlagers erstellt und zur Prüfung vorgelegt werden (vgl. Kap. 4.3, AV 4.3-1, dieses Gutachtens).

### 2.3.5.2.3 Grubenwasserentsorgung

Die Grubenwasserentsorgung besteht aus den drei Teilsystemen

- Entsorgung inaktiver Wässer aus dem Überwachungsbereich unter Tage - RBB,
- Entsorgung eventuell kontaminierter Wässer aus dem Kontrollbereich unter Tage - RJB - und
- Entsorgung von Dekontaminations- und Waschwässern aus dem Kontrollbereich unter Tage.

Letzteres ist nicht Gegenstand dieser Systembewertung, da es sich hierbei um eine dezentrale Sammlung und einen diskontinuierlichen Transport in Behältern über die Schachtfördereinrichtung handelt.

#### Grubenwasserentsorgung - RBB

Die Grubenwasserentsorgung RBB sammelt die im Überwachungsbereich anfallenden inaktiven Betriebsabwässer, Spülversatzrestwässer, Formations- und Kondenswässer im Sammelbecken Konrad 1 auf der 1200-m-Sohle.

Diese Wässer werden in die Eigenwasserversorgung unter Tage - RAN - eingespeist. Überschußwässer sollen in das Sammelbecken des Kontrollbereichs auf der 1000-m-Sohle in die Grube Konrad 2 geleitet und mit den Kontrollbereichswässern gemischt weiterverwendet oder entsorgt werden /EU 363/.

#### Bewertung

Die Grubenwasserentsorgung des Überwachungsbereichs ist eine rein konventionelle Anlage. Sie sammelt und transportiert ausschließlich inaktives Wasser, das zum Teil in nicht sicherheitstechnisch wichtigen Anlagen als Betriebswasser weiter genutzt wird. Der Rückfluß von kontaminiertem Wasser aus dem Kontrollbereich in den Überwachungsbereich ist durch einfache technische Maßnahmen zuverlässig ausschließbar. In Abhängigkeit von der technischen Lösung der Anbindung des Systems sind entsprechende Maßnahmen zur Rückflußverhinderung vorzusehen. Der

Nachweis über die Erfüllung dieser Forderungen ist vor Beginn der Errichtung dieser Systeme zu erbringen /AV 2.3.5-5/.

Durch die vorgesehene Übergabe des überschüssigen, nicht für die Eigenwasserversorgung unter Tage nutzbaren Wassers aus dem Sammelbecken Konrad 1 an das Sammelbecken Konrad 2 ist eine Verdünnung des eventuell kontaminierten Wassers im Sammelbecken Konrad 2 möglich. Diese Verfahrensweise steht im Widerspruch zu dem Gebot, eine Verdünnung oder Aufteilung in Freigrenzenmengen auszuschließen.

Die Ableitung des inaktiven Überschußwassers aus dem Überwachungsbereich über die Grubenwasserentsorgung des Kontrollbereichs ist deshalb so zu ändern, daß eine Verdünnung des Kontrollbereichswassers ausgeschlossen ist, z.B. durch Übergabe in einen Behälter in der Pumpenkammer Konrad 2. Dies ist in der Systembeschreibung Grubenwasserversorgung RBB/RJB /EU 363/ entsprechend festzulegen /AV 2.3.5-6/.

### Grubenwasserentsorgung - RJB

Die Grubenwasserentsorgung des Kontrollbereichs besteht aus

- den Anlagen zur Sammlung der Formations- und Betriebswässer unter Tage im Sammelbecken Konrad 2,
- den Anlagen zur Sammlung und Ableitung der im Abwetterdiffusor anfallenden Kondensate,
- den Anlagen zur Förderung der Grubenwässer nach über Tage und
- der Grubenwasserübergabestation.

Die unter Tage anfallenden Wässer (ca. 10 000 m<sup>3</sup>/a) können durch den Einlagerungsbetrieb kontaminiert sein. Sie werden durch jeweils eine von zwei parallel angeordneten Pumpen über eine Steigleitung in die Grubenwasserübergabestation über Tage gefördert. Zum RJB-System gehören ebenfalls die Sammlung und Abgabe der im Abwetterdiffusor anfallenden Kondensate. Diese Sammlung erfolgt im Sumpf des Maschinenraums im Lüftergebäude. Von dort werden die Kondensate in einen der zwei 3-m<sup>3</sup>-Behälter im

Maschinenraum oder in die Grubenwasserübergabestation gepumpt. Die Übergabeleitungen zur Grubenwasserübergabestation werden außerhalb des Kontrollbereichs als Doppelrohrleitung ausgebildet. In der Übergabestation befinden sich vier 40-m<sup>3</sup>-Behälter zur Aufnahme der Wässer. Die Behälter dienen der Aufnahme, der Ausmessung und der Abgabe von Grubenwasser sowie zur Aufnahme von Abwetterdiffusorkondensaten.

Die Rückführung von Leckagen in der Grubenwasserübergabestation erfolgt durch eine mobile Pumpe.

Die Homogenisierung jeweils eines Behälterinhalts erfolgt durch Umpumpen. Gleichzeitig können über einen Bypass zur Umpumpleitung Proben genommen werden.

Abhängig vom Ergebnis der Freigabemessung wird der Behälterinhalt entweder in das System zur Schmutzwasserableitung - RBF - oder in Tankwagen zur externen Entsorgung gepumpt. Das Dreiwegeventil, das im Fall einer notwendigen externen Entsorgung umgeschaltet werden muß, wird durch einen Schlüssel verriegelt.

Zur Spülung eventuell kontaminierter Rohrleitungen oder Behälter sind keine stationären Verbindungen vorgesehen. Im Bedarfsfall sind Schlauchverbindungen herzustellen.

Bei der baulichen Auslegung der Grubenwasserübergabestation wird das Sicherheitserdbeben berücksichtigt und für diesen Lastfall ein Rißsicherheitsnachweis erbracht /EU 315/.

### Bewertung

Das System der Grubenwasserentsorgung des Kontrollbereichs - RJB - ist sicherheitstechnisch wichtig. Schutzziel ist die Verhinderung einer unkontrollierten Abgabe oder Verschleppung kontaminierter Wässer. Verbindungen zu anderen Systemen bestehen

- zur Eigenwasserversorgung unter Tage - RAN,
- zur Schmutzwasserableitung von der Anlage - RBF,
- über Tankwagenanschlüsse ins Freie und
- gegebenenfalls zur Grubenwasserentsorgung RBB.

Eine Verschleppung von Aktivität über das System der Eigenwasserversorgung wird durch die Konstruktion dieses Systems ausgeschlossen (vgl. Kap. 2.3.5.1.3 dieses Gutachtens).

Ein Betreiben der Behälter in der Grubenwasserübergabestation als Durchflußbehälter ist nicht möglich, da Füll- und Ablassarmaturen mit Schlüsselschaltern ausgerüstet und regelungstechnisch entsprechend gegeneinander verriegelt sind.

Das Verfahren zur Homogenisierung des Behälterinhalts und zur Probenahme erlaubt eine repräsentative Bestimmung der Aktivität des Behälterinhalts.

Aufgrund der zu erwartenden Aktivitäten, die nur im Ausnahmefall zu Kontaminationen im System führen, die Spülhandlungen erfordern, ist die Vorbereitung von im Bedarfsfall herzustellenden Spülmöglichkeiten ausreichend.

Durch die Ausführung der Übergabeleitungen außerhalb des Kontrollbereichs zur Grubenwasserübergabestation als Doppelrohr mit Feuchtemessung ist auch an dieser Stelle ein ausreichender Schutz gegen unbeabsichtigte Aktivitätsabgaben gewährleistet. Die Aufnahme und Weiterleitung von Grubenwasser kann auch bei Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten an ein bis drei Strängen der Grubenwasserübergabestation aufrechterhalten werden.

Bei geeigneter Festlegung eines Puffervolumens im Sammelbecken Konrad 2 in Abhängigkeit von maximalen Reparaturzeiten ist die Übergabe der Wässer unter allen zu berücksichtigenden Betriebs- und Störfallbedingungen ordnungsgemäß möglich.

Die einzuhaltenden Betriebsweisen des Systems Grubenwasserentsorgung (RJB) - insbesondere die Festlegung des Puffervolumens im Sammelbecken Konrad 2 - sind zu begründen und im Zechenbuch/Betriebshandbuch festzuschreiben /AV 2.3.5-7/.

Auf die Schutzmaßnahmen gegen das Versickern von kontaminierten Wässern in der Grubenwasserübergabestation nach dem Störfall Erdbeben wird im Kapitel 2.2 dieses Gutachtens eingegangen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die technischen Vorkehrungen gegen Aktivitätsverschleppungen oder -freisetzungen der sicherheitstechnischen Bedeutung entsprechend ausgeführt werden.

Mit der Einstufung des Systems in den Qualitätssicherungsbereich 3.1. /EU 344/ stimmen wir überein.

Durch die im Rahmen der Qualitätssicherung vorgesehenen Maßnahmen sind die Errichtung, die Inbetriebnahme und der Betrieb des Systems mit den vorgesehenen Eigenschaften möglich. Für das Erreichen dieser Eigenschaften sind bei der weiteren Realisierung die anlagenspezifische Umsetzung dieser Maßnahmen und deren Kontrolle von gleicher Bedeutung. Der Detaillierungsgrad der Darstellung der Maßnahmen entspricht dem Stand der Projektierung und wird von uns als ausreichend angesehen.

Die für die Komponenten des Systems grundsätzlich vorgesehenen Werkstoffe (Polyethylen, unlegierter Stahl, gummierte Stahlbehälter) sind für den Einsatz im System Grubenwasserentsorgung geeignet. Eine Detailprüfung erfolgt im Rahmen der Vorprüfung.

Wiederkehrende Prüfungen mit Sachverständigenbeteiligung, insbesondere auch Funktionsprüfungen, sind mit einem Prüfintervall von einem Jahr durchzuführen, wie dies für die Prüfungen an elektrischen Einrichtungen nach ELBergV /3/ vorgesehen ist /AV 2.3.5-8/. Die Prüfanweisungen müssen vor Inbetriebnahme des Endlagers erstellt und zur Prüfung vorgelegt werden (vgl. Kap. 4.3, AV 4.3-1, dieses Gutachtens).

### **2.3.5.3 Betriebliche Abfälle**

Beim Betrieb des Endlagers fallen innerhalb des Kontrollbereiches feste und flüssige Betriebsabfälle an, bei denen eine Kontamination nicht ausgeschlossen ist. In dem folgenden Kapitel bewerten wir die Maßnahmen zur Behandlung dieser Abfälle bis zu ihrer Entsorgung und die dabei vorgesehenen Strahlenschutzmaßnahmen. Dabei legen wir die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung zugrunde. Weiterhin beziehen wir sinngemäß die in KTA 3604 /79/ für die Behandlung betrieblicher Abfälle in Kernkraftwerken

vorgegebenen Regelungen in unsere Bewertung mit ein. Dabei berücksichtigen wir, daß das Aktivitätsinventar der Abfälle erheblich kleiner ist als bei Abfällen aus dem Betrieb von Kernkraftwerken.

### 2.3.5.3.1 Feste Abfälle

Nach Angaben des Antragstellers /1, EU 38.1, EU 422/ werden pro Jahr im Kontrollbereich ca. 20 Mg Mischabfälle (z.B. Putzlappen, Wischtest-Papiere, Altreifen, Luftfilter) und ca. 60 Mg Schrott (z.B. Fahrzeugteile, Förderseile) entstehen. Außerdem wird mit dem Anfall von Bauschutt gerechnet /EU 316, EU 422/.

Die Abfälle werden, getrennt nach den genannten Abfallarten, dezentral an den Entstehungsorten gesammelt (Nebensammelstellen) und anschließend in die zentralen Sammelstellen gebracht (Zentrales Abfallager für feste Abfälle unter Tage, Sonderbehandlungsraum über Tage). 400-l-Fässer mit Mischabfällen, die unter Tage gesammelt wurden, werden nach der vollständigen Befüllung in den Sonderbehandlungsraum gebracht /EU 173, EU 422/. Als Stauraum für die Abfälle wird im Sonderbehandlungsraum eine Fläche von ca. 30 m<sup>2</sup> ausgewiesen, die bei Bedarf um benachbarte Funktionsflächen erweitert werden kann /EU 173, EU 422/. Im Zentralen Sammelager unter Tage stehen ca. 40 m<sup>2</sup> Stauraum zur Verfügung /EU 422/. Schrott und Bauschutt wird getrennt nach radioaktivem und nicht radioaktivem Abfall gesammelt /EU 316, EU 422/.

Für die Sammlung und Entsorgung von Bauschutt ist zur Zeit noch kein System vorgesehen. Die entsprechende Planung soll erst dann stattfinden, wenn im Rahmen späterer Umbaumaßnahmen mit Bauschutt zu rechnen ist. Dabei sind dann die Regelungen des ZB/BHB zu beachten /EU 422/.

Der Transport der übrigen Abfälle im Kontrollbereich erfolgt je nach Abfallart in Plastiksäcken, 400-l-Fässern, Containern oder - bei Großkomponenten - unverpackt. Als Hilfsmittel werden dafür u.a. Gabelstapler, Transportwagen, Plateauwagen und die Hebezeuge im Sonderbehandlungsraum und in der Werkstatt I eingesetzt. 400-l-Fässer werden zum Transport aus dem Grubengebäude nach über Tage auf spezielle Transportrahmen aufgesetzt. Zum Wechseln und zum Transport der Förderseile werden Wickelhaspeln und umgerüstete Plateauwagen verwendet. Beim Wechsel der Oberseile wird der Kontrollbereich zeitweise erweitert /EU 422/.



Die radioaktiven Abfälle werden je nach Bedarf zur externen Konditionierung durch Dritte abgegeben oder mittels mobiler Konditionierungsanlagen im Sonderbehandlungsraum konditioniert /EU 113.1, EU 316, EU 422/. Es sollen je nach Bedarf etwa drei Entsorgungskampagnen pro Jahr durchgeführt werden /EU 173, EU 422/. Die bei der Konditionierung anfallenden Gebinde werden dem Einlagerungsablauf zur Endlagerung zugeführt. Die Kriterien für den Beginn einer Konditionierungskampagne werden noch in das ZB/BHB aufgenommen /EU 316/. Wegen des geringen Kontaminationspotentials von Metallabfällen und ausgewechselten Förderseilen plant der Antragsteller, solche Abfälle gegebenenfalls auch ohne vorherige Konditionierung einer direkten Endlagerung zuzuführen. Die Sammlung der Abfälle in den Zentralen Lagern und deren Konditionierung wird dokumentiert, die einzelnen Abfallgebände werden entsprechend gekennzeichnet.

Nicht radioaktive Metallabfälle und Bauschutt werden freigemessen, aus dem Kontrollbereich ausgeschleust und dem nach § 13 KrW-/AbfG /80/ zuständigen öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger zugeführt /EU 316, EU 422/. Soweit dieser bestimmte Abfälle von der Entsorgung ausschließt, werden die Abfälle von entsprechenden Entsorgungsunternehmen entsorgt /EU 316/. Für Mischabfälle und Filter ist keine Freimessung vorgesehen /EU 316, EU 422/.

Als Freigabegrenzwert für die Oberflächenkontamination benennt der Antragsteller in der Rahmenbeschreibung „Abfallbehandlungsordnung“ /EU 316/ die Werte gemäß Anlage IX Spalte 4 StrlSchV /4/, für die spezifische Aktivität bezieht er sich auf § 4 Abs. 4 Satz 1 Nr. 2e StrlSchV /4/.

### Bewertung

Wir halten die Angaben des Antragstellers zu Menge und Aktivität der Abfälle für plausibel. Die Lage und die Anzahl der vorgesehenen Nebensammelstellen sind ausreichend; bei Bedarf können problemlos weitere Sammelstellen eingerichtet werden. Auch den vorgesehenen Stauraum in den zentralen Sammelstellen halten wir bei Berücksichtigung der jetzt bekannten Planungswerte für ausreichend groß, weil der Antragsteller vorgesehen hat, den freigemessenen Teil der Abfälle unmittelbar abzugeben, und weil die Konditionierung der übrigen Abfälle im Sonderbehandlungsraum bedarfsabhängig auch öfter erfolgen kann.

Aufgrund des geringen Kontaminationspotentials der Anlage erwarten wir, daß in der Nähe der Abfälle keine wesentlich erhöhten Dosisleistungen auftreten werden. Wir haben daher keine Einwände dagegen, einen Teil der Abfälle bis zur Konditionierung im Sonderbehandlungsraum aufzubewahren, auch wenn dort andere Arbeiten stattfinden. Gegen die Anordnung des zentralen Abfallagers unter Tage innerhalb des Werkstattbereichs haben wir aus diesem Grunde ebenfalls keine Bedenken.

Die für den Transport der Abfälle von der zentralen Sammelstelle unter Tage zum Sonderbehandlungsraum vorgesehenen Transportmittel werden für die Einlagerung der Gebinde benutzt; sie sind auch für den Transport der Abfälle geeignet (vgl. Kap. 2.3.1 dieses Gutachtens).

Die Abfälle werden in Fässern oder Sammelbehältern unter Tage gesammelt. Diese Fässer oder Behälter werden unter Tage mit einem Gabelstapler in Transportrahmen gesetzt und zusammen mit dem Transportrahmen auf den Transportwagen gestellt. Hierzu sind in der Systembeschreibung Betriebsabfälle /EU 422/ ausreichende Anforderungen festgelegt.

Die Entsorgung von Bauschutt wird mit den vorhandenen oder handelsüblichen Systemen durchgeführt. Dies kann bei der Planung von Baumaßnahmen, bei denen Schutt anfällt, berücksichtigt werden.

Gegen die vorgesehene zeitweise Erweiterung des Kontrollbereichs zum Zwecke des Wechsels der Förderseile haben wir keine Einwände. Allerdings müssen für die Arbeiten auf dem Freigelände außerhalb der Schachthalle Maßnahmen eingeplant werden, die eine Kontaminationsverschleppung ausschließen. Dies gilt auch für das Ausschleusen von freigemessenen Abfällen aus dem Kontrollbereich. Wegen des geringen Kontaminationspotentials haben wir auch gegen die direkte Endlagerung von Förderseilen oder sonstigen Metallabfällen keine Bedenken. Die vorgesehenen Maßnahmen müssen im Rahmen der Inbetriebsetzung noch zur Überprüfung vorgestellt werden. Wir halten es für ausreichend, wenn entsprechende Regelungen z.B. in die Fachanweisungen des ZB/BHB aufgenommen und zur Überprüfung vorgelegt werden (vgl. AV 4.3-1 in Kap. 4.3 dieses Gutachtens).

Gegen die vorgestellten Konditionierungsverfahren haben wir keine Einwände, da es sich um erprobte Verfahren handelt. Die Einlagerung der konditionierten Abfälle erfolgt in gleicher Weise wie die der übrigen Gebinde.

Die vom Antragsteller beantragten Grenzwerte für die spezifische Aktivität und Oberflächenkontamination von Abfällen, die als gewöhnliche Abfälle entsorgt werden sollen, entsprechen den Grenzwerten, die in anderen kerntechnischen Anlagen häufig in der Genehmigung festgelegt sind. Wir weisen jedoch darauf hin, daß in neueren Untersuchungen davon abweichende Grenzwerte für die einzelnen Nuklide empfohlen werden, die sich aus der radiologischen Bedeutung der Nuklide ergeben /194/. Vom BfS wurden entsprechende Berechnungen auf der Basis des de-minimis-Konzepts durchgeführt /189/. Die Strahlenexposition durch die Freigabe der Abfälle soll hiermit in der Regel auf 10 µSv pro Jahr begrenzt werden. Die Strahlenschutzkommission hat auf der Grundlage dieses Prinzips bereits mehrere Empfehlungen verabschiedet bzw. als Entwurf vorgelegt /170, 171, 177, 185, 190/. Die obersten Landesbehörden wurden vom BMU bereits aufgefordert, den Entwurf der SSK-Empfehlungen /185/ probeweise anzuwenden /191/. Außerdem ist vorgesehen, die Freigabe von Abfällen aus dem Geltungsbereich des Atomrechts in einer atomrechtlichen Reststoff- und Abfallverordnung zu regeln. Wir empfehlen daher, dies bei der Festsetzung von Grenzwerten im Planfeststellungsbeschluß zu berücksichtigen. Nach unseren Erfahrungen lassen sich neben Metallschrott und Bauschutt auch Mischabfälle häufig problemlos freimessen. Wir gehen auf die Freigabe von Abfällen und Reststoffen detailliert in einer separaten Stellungnahme /131/ ein.

Insgesamt halten wir das vorgestellte Verfahren für geeignet, um eine geordnete Entsorgung der festen Betriebsabfälle durchzuführen.

### 2.3.5.3.2 Flüssige Abfälle

Außer den radioaktiv kontaminierten Wässern fallen im Endlager Konrad auch flüssige Abfälle an verschiedenen Orten an /EU 422/. Dies sind

- kontaminierte Szintillationslösungen aus dem Labor, die in Kleinmengen anfallen (100 Liter pro Jahr), in Behältern gesammelt und zur externen Verbrennung bereitgestellt werden und
- Motor-, Getriebe- und Hydrauliköle sowie Lösungsmittel aus der Fahrzeug- und Maschinenwartung in einer Menge von ca. 1 m<sup>3</sup> pro Woche.

Motor- und Getriebeöle werden über Tage in der Werkstatt und unter Tage im zentralen Sammelager gesammelt. Die aus den Fahrzeugen stammenden Öle werden unter Tage nach der Systembeschreibung /EU 422/ in 50-l-Blechbehälter abgelassen. Nach Probenahme und Auswertung werden die kontaminationsfreien Öle in den 1-m<sup>3</sup>-Sammelbehälter VLA01BB001 des Sammelagers gepumpt, kontaminierte Öle in 200-l-Fässern gesammelt. Aus dem gefüllten Sammelbehälter wird vor dem Umfüllen in 200-l-Fässer wiederum eine Probe genommen und ausgewertet.

Ist der Inhalt kontaminationsfrei, werden die Fässer zur konventionellen Werkstatt auf der 1000-m-Sohle gebracht und für eine konventionelle Entsorgung zwischengelagert. Kontaminierte Öle werden in 200-l-Fässer gesammelt, über Tage gebracht und über den Sonderbehandlungsraum ZEA 10R003 für eine externe Entsorgung im Raum ZEA 09 R002, zentrale Sammelstelle für „Flüssige Abfälle 2“ über Tage, zwischengelagert.

Die Behandlung der Hydrauliköle erfolgt analog zur Behandlung der Motor- und Getriebeöle. Unter Tage steht der 1-m<sup>3</sup>-Sammelbehälter VLA01BBV002 zur Verfügung.

Beim Reinigen der Maschinen fallen über und unter Tage Lösungsmittel an, die entsorgt werden müssen /EU 422/. Unter Tage werden die Lösungsmittel in 50-l-Blechbehälter gesammelt. Kontaminierte Lösungsmittel werden zur Sammelstelle für flüssige Abfälle gebracht und bei Bedarf mit den kontaminierten Altölen nach über Tage in den Sammelraum für flüssige Abfälle gebracht.

Nicht kontaminierte Lösungsmittel werden in 200-l-Stahlfässer umgefüllt und verbleiben zur Zwischenlagerung unter Tage. Nicht kontaminierte Lösungsmittel von über Tage werden mit einem nach unter Tage rücklaufenden Transportrahmen zur Sammelstelle nach unter Tage gebracht und ebenfalls hier in der Sammelstelle für flüssige Abfälle zwischengelagert.

Entsorgt werden diese Lösungsmittel in einer externen Stelle bevorzugt dann, wenn auch Altöle von unter Tage einer konventionellen Entsorgung zugeführt werden sollen.

Für die Öle schließt der Antragsteller eine Aktivitätsakkumulation nahezu aus. Lediglich für etwa 1 ‰ der anfallenden Menge wird eine Tritiumkontamination mit einer daraus resultierenden spezifischen Aktivität von etwa  $7,4 \times 10^2$  Bq/g unterstellt. Insgesamt sollen etwa  $3,7 \times 10^7$  Bq/a abgegeben werden. Die unter Tage anfallenden Öle und Lösungsmittel werden am Entstehungsort gesammelt und über das Lager für flüssige Abfälle mit Transportwagen in das Füllort zur Übergabe an den Portalhubwagen gefördert. Die Weiterbehandlung erfolgt in den übertägigen Anlagen. Liegt die Aktivitätskonzentration unterhalb des für die Freigabe gültigen Grenzwertes, so erfolgt eine konventionelle Entsorgung. Im anderen Fall ist der Versand zur externen Verbrennung vorgesehen /EU 38.2/.

### Bewertung

Die Entsorgung kontaminierter Szintillationslösungen an externe Verbrennungsanlagen ist möglich und wird auch praktiziert. Hiergegen bestehen keine Bedenken.

Die in den Fahrzeugen und Maschinen vorhandenen Öle befinden sich in geschlossenen Kreisläufen. Eine vom Antragsteller angenommene Kontamination ist deshalb nur durch Tritium über die Dichtungssysteme möglich. Die erwartete Aktivität in den Auffangbehältern ist so gering, daß beim Transport der Behälter und bei der Zwischenlagerung keine besonderen Strahlenschutzmaßnahmen erforderlich sind. Wir haben deshalb keine Einwände gegen die vom Antragsteller vorgesehene innerbetriebliche Lagerung, den innerbetrieblichen Transport und die Entsorgung der betrieblich anfallenden Öle und Lösungsmittel. Das Freigabeverfahren für die kontaminierten flüssigen Abfälle ist analog zu dem im Kapitel 2.3.5.3.1 dieses Gutachtens

beschriebenen Verfahren bei der Freigabe fester Abfälle durchzuführen. Auf die Freigabegrenzwerte gehen wir in unserer Stellungnahme /131/ ein.

### 2.3.5.4 Technische Gase

In den Anlagen der Grube Konrad werden im Labor technische Gase als Brenngas und Zählgas sowie Zählgas an einigen weiteren Stellen benötigt. Die Gase werden überwiegend von einer zentralen Gasversorgung über eine ortsfeste Installation zu den Verbrauchern geführt. Einige Stellen werden auch dezentral versorgt. Der Systemaufbau der zentralen Gasversorgung wird nicht beschrieben. Bezüglich Abspermmöglichkeiten wird auf die konventionellen Vorschriften und Richtlinien zur Einrichtung von Laboratorien und zur Verwendung von Flüssiggas hingewiesen. Sicherheitsvorkehrungen für einen störungsfreien Betrieb werden erwähnt /EU 380/. Nach der Brandschutz- und Brandlastzusammenstellung für die Umladeanlage/Pufferhalle /EU 101/ ist eine Gaswarnanlage für das Flaschenlager vorgesehen.

#### Bewertung

Gegen das Konzept einer Versorgung von Anlagen mit technischen Gasen bestehen grundsätzlich keine Einwände, da diese erfahrungsgemäß so ausgeführt werden können, daß keine sicherheitstechnisch wichtige Anlagenteile derart beeinträchtigt werden, daß durch ihr Versagen unzulässige Mengen radioaktiver Stoffe freigesetzt werden könnten. Wir halten es für erforderlich, die Ausführungsplanung der Gasversorgung vor Errichtung der Systeme einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen /AV 2.3.5-9/.

Die Versorgungssicherheit mit technischen Gasen hat keine sicherheitstechnische Bedeutung.

### **2.4 Brandschutz**

#### **2.4.1 Brandschutz über Tage**

##### **2.4.1.1 Bewertungskriterien für den Brandschutz über Tage**

Das Brandschutzkonzept für die Schachtanlagen Konrad 1 und Konrad 2 soll sowohl konventionellen als auch nuklearen Schutzziele genügen /1/. Die Anforderungen an den konventionellen Brandschutz werden im Rahmen der baurechtlichen und bergrechtlichen Genehmigungsverfahren behandelt. Wir betrachten daher entsprechend dem im Kapitel 2.1 allgemein festgelegten Begutachtungsumfang nur den Brandschutz in den Bereichen der Tagesanlagen am Schacht Konrad 2, in denen die Einhaltung nuklearer Schutzziele zu gewährleisten ist. Die hierfür vorzusehenden Brandschutzmaßnahmen müssen auf den Basisanforderungen des konventionellen Brandschutzes aufbauen und zusätzlich noch spezielle kerntechnische Sicherheitsaspekte berücksichtigen.

Die grundsätzlichen Anforderungen an den konventionellen Brandschutz der Tagesanlagen am Schacht Konrad 2 resultieren aus der Niedersächsischen Bauordnung /11/. Sie werden ergänzt durch weitere gesetzliche Bestimmungen des Baurechts /81, 82/, durch bauaufsichtliche Richtlinien /83, 84/ und die Arbeitsstättenverordnung /85/. Technische Lösungen für die danach auszulegenden Brandschutzmaßnahmen sind in den DIN-Normen, den VDE-Richtlinien und den Richtlinien der Sachversicherer (VdS-Richtlinien) enthalten.

Für die zusätzlich zu berücksichtigenden kerntechnischen Sicherheitsaspekte stützen wir uns auf weitere Regeln und Richtlinien /6, 86, 87/ und insbesondere auf KTA 2101.1 /88/, KTA-REV 2101.2 /89/ und KTA-RE 2101.3 /95/. Diese Anforderungen sind zwar überwiegend auf die Gegebenheiten in Kernkraftwerken ausgerichtet, sie sind in vielen Punkten aber so grundsätzlicher Art, daß sie zumindest sinngemäß auf die Tagesanlagen beim Schacht Konrad 2 übertragen werden können.

### **2.4.1.2 Schutzziele und Begutachtungsumfang für den Brandschutz über Tage**

Nach den Vorgaben des Baurechts sind bauliche Anlagen so anzuordnen, zu errichten und zu benutzen, daß der Entstehung und Ausbreitung von Schadenfeuer vorgebeugt wird und bei einem Brand wirksame Lösch- und Rettungsarbeiten möglich sind /1/. Diese konventionellen Schutzziele müssen in Teilbereichen der Tagesanlagen am Schacht Konrad 2 noch um das nukleare Schutzziel ergänzt werden, eine Freisetzung radioaktiver Stoffe infolge thermischer Belastung von Abfallgebinden zu verhindern oder soweit wie erforderlich einzugrenzen.

In den folgenden Kapiteln werden wir die Brandschutzmaßnahmen, die im Plan /1/ und den dazu vorgelegten erläuternden (EU) und ergänzenden (EG) Unterlagen beschrieben sind, daraufhin überprüfen, ob mit ihnen die Einhaltung dieser Schutzziele in ausreichendem Umfang gewährleistet ist. Hierfür müssen sie den folgenden Anforderungen genügen:

- Der Entstehung von Bränden ist vorzubeugen.
- Brände müssen frühzeitig erkannt werden.
- Brände dürfen sich nicht über den Entstehungsbereich hinaus ausweiten.
- Brände müssen schnell und wirksam bekämpft werden können.

Betrachtet werden die Teile der Tagesanlagen, die zum Kontrollbereich gehören oder von denen Einwirkungen auf den Kontrollbereich ausgehen können, die Verkehrswege für den Gebindetransport auf dem Schachtgelände, die Flucht- und Rettungswege für den Kontrollbereich sowie der Einsatz von Feuerwehr und Betriebspersonal bei der Brandbekämpfung. Hierbei bewerten wir nicht nur die Angemessenheit der einzelnen Maßnahmen, sondern auch die Auslegung und Ausführung im Hinblick auf die Anforderungen des Regelwerkes sowie die Prüfungen zur Inbetriebsetzung und während des Einlagerungsbetriebes.



### 2.4.1.3 Maßnahmen zur Vermeidung einer Brandentstehung

Die vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen, mit denen das Entstehen eines Brandes vermieden werden soll, zielen darauf ab, über die Auswahl der verwendeten Bau- und Betriebsstoffe sowie die mengenmäßige Begrenzung brennbarer Stoffe das Brandinventar zu minimieren, durch die Kapselung von brennbaren Betriebsabfällen deren Entzündungsrisiko zu senken und Zündquellen weitestgehend zu vermeiden oder zumindest zu beherrschen /EU 101, EU 278/.

Bei der Errichtung der Gebäude werden deshalb vorrangig nicht brennbare Baustoffe eingesetzt. Wenn geeignete nicht brennbare Materialien nicht zur Verfügung stehen, sollen zumindest schwer entflammbare Stoffe verwendet werden /EU 101/.

Zur Reduzierung des durch betriebliche Einrichtungen gegebenen Brandinventars ist vorgesehen, die Inneneinrichtung der Räume, z.B. der Büros und der Sanitärbereiche, weitgehend in nicht brennbarer oder in schwer entflammbarer Ausführung zu halten sowie brennbare Betriebsmittel (Schmierstoffe, Hydraulikflüssigkeiten, Reinigungsmittel) auf das betrieblich notwendige Maß zu begrenzen und in speziell ausgelegten Behältern in besonderen Raum- oder Anlagenbereichen zu bevorraten /EU 278/.

Die brennbaren festen und flüssigen Abfälle, die während des Betriebes anfallen, werden zunächst dezentral in verschließbaren Behältnissen gesammelt und dann bis zur endgültigen Entsorgung nach Abfallarten getrennt im Sonderbehandlungsraum sowie im Lager für flüssige Abfälle zwischengelagert, wobei die Aufbewahrung ebenfalls in dicht schließenden, nicht brennbaren Behältnissen erfolgt /EU 422/.

Das gesamte brennbare Inventar der Betriebsräume ist in einem Brandlastverzeichnis /EU 101/ nach Art und Menge aufgeschlüsselt. Die Einhaltung der darin enthaltenen Angaben wird während der Errichtung durch einen unabhängigen Sachverständigen überwacht. Dieser Sachverständige kontrolliert auch, daß die brandschutztechnischen Anforderungen bei der Auswahl der Bau- und Betriebsstoffe berücksichtigt werden /EU 101/.

Zur Vermeidung nicht kontrollierbarer Zündquellen werden die technischen Einrichtungen nach den gültigen Regeln der Technik errichtet und in einer Abnahmeprüfung von Sachverständigen kontrolliert. Während des Betriebes ist eine regelmäßige Kontrolle

und Wartung geplant, deren Umfang und Ablauf im Zechenbuch/Betriebshandbuch geregelt werden /EU 101/. Darüber hinaus sollen besondere Auslegungsmerkmale, wie z.B. Temperaturüberwachung der Fördermaschinen-Bremseinrichtung und Wärmedämmung an heißen Teilen der Heizungsanlage sowie Betriebsanweisungen für bestimmte Arbeitsabläufe, z.B. Schweißarbeiten, den erforderlichen Schutz vor Entstehungsbränden sicherstellen /EU 101/.

### Bewertung

Die Maßnahmen, die vom Antragsteller vorgesehen sind, um der Entstehung von Bränden vorzubeugen, können unserer Ansicht nach dazu beitragen, dieses Schutzziel zu erreichen. Die Planungsvorgabe, für die Gebäudeerrichtung und den Innenausbau ausschließlich nicht brennbare oder zumindest schwer entflammbare Baustoffe einzusetzen, entspricht den diesbezüglichen Anforderungen des Baurechts /84/ und der KTA 2101.1 /88/. Der überwiegende Teil der in den Baubeschreibungen der Tagesanlagen /EG 42, EG 43/ genannten Baustoffe ist nach DIN 4101, Teil 4, ohne besonderen Nachweis als nicht brennbar einzustufen und genügt somit diesen Anforderungen. Für die übrigen Materialien wird durch die Kontrolle des unabhängigen Sachverständigen die Einhaltung der Brandschutzanforderungen gewährleistet /EU 101/.

Bei den brennbaren Betriebsstoffen ist zwar auch vorgesehen, die Einhaltung von Brandschutzanforderungen durch einen unabhängigen Sachverständigen kontrollieren zu lassen, die vorgelegten Unterlagen enthalten aber neben einem allgemein formulierten Minimierungsgebot /EU 278/ keine weiteren Auslegungsvorgaben.

Wir halten es für erforderlich die Brandlasten auch bei den Betriebsmitteln möglichst gering zu halten. Deshalb dürfen - abgesehen vom Dieselmotorkraftstoff und den Arbeits-, Steuer- und Schmierflüssigkeiten - grundsätzlich nur nicht brennbare Betriebsstoffe verwendet werden. Ausnahmen sind mit dem für die Bauüberwachung hinzugezogenen Brandschutzsachverständigen abzustimmen /AV 2.4-1/. Durch diese Forderung werden auch die entsprechenden Anforderungen, die das KTA-Regelwerk /88, 95/ an das Brandverhalten von Betriebsstoffen stellt, berücksichtigt.

Die Randbedingungen für den Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten und die Durchführung von Feuerarbeiten sollen im Kapitel 2.82 des Zechen- und Betriebsbuches festgelegt werden. Die daraus resultierenden Betriebsanweisungen werden dann in das Hauptkapitel 4 "Anweisungen" übernommen. Sie unterliegen dem Zustimmungsverfahren, das eine Überprüfung und Freigabe durch das BfS ggf. unter Hinzuziehung unabhängiger Sachverständiger vorsieht /EU 429/. Mit dieser Vorgehensweise sind wir einverstanden (vgl. Kap. 4.3 dieses Gutachtens).

Beim Umgang mit brennbaren Abfällen stellt die vorgesehene Aufbewahrung in feuerwiderstandsfähigen Behältern eine geeignete Maßnahme zur Senkung des Brandrisikos dar. Maßnahmen, die über die in der Systembeschreibung "Betriebsabfälle" /EU 422/ genannten hinausgehen, halten wir nicht für erforderlich. Die Vorgehensweise bei der Sammlung, Zwischenlagerung und Entsorgung dieser Abfälle wird in der Abfallbehandlungsordnung festgelegt. Die Überprüfung der hierzu vorgelegten Rahmenbeschreibung /EU 316/ ergab aus brandschutztechnischer Sicht keine Beanstandungen. Die Begutachtung der betrieblichen Einrichtungen auf die von ihnen ausgehenden Zündgefahren hat keine Notwendigkeit für besondere Schutzmaßnahmen ergeben. Auslegungsanforderungen, die über die einschlägigen technischen Regeln (VDE-Vorschriften, DIN-Normen und VdS-Richtlinien) hinausgehen, bestehen nicht. Bezüglich der Anforderungen an die Abnahmeprüfungen durch Sachverständige und an den Umfang und den Ablauf der wiederkehrenden Überprüfungen verweisen wir daher auf Kapitel 2.3 dieses Gutachtens, das sich mit den Betriebseinrichtungen des geplanten Endlagers befaßt.

Insgesamt stellen wir fest, daß bei Berücksichtigung unseres Auflagenvorschlages AV 2.4-1 ausreichende Vorkehrungen getroffen sind, um einer Brandentstehung vorzubeugen. Weitere Maßnahmen halten wir in diesem Zusammenhang nicht für erforderlich.

### **2.4.1.4 Branderkennung**

Für die frühzeitige Erkennung von Entstehungsbränden wird am Schacht Konrad 2 eine Brandmeldeanlage mit automatischen und nichtautomatischen Brandmeldern installiert /1/, die neben den Räumen der Tagesanlagen auch einige der untertägigen Betriebsstät-

ten überwacht. Den untertägigen Teil der Brandmeldeanlage behandeln wir in Kapitel 2.4.2.3 dieses Gutachtens.

In den Tagesanlagen sind nichtautomatische Melder (Druckknopfmelder) in allen Gebäuden in der Nähe von Ein- und Ausgängen, in den Fluchtwegen sowie in allen Schlauchkästen der Wandhydranten vorgesehen /EU 278/. Die Anordnung der automatischen Melder soll in allen Anlagenräumen eine flächendeckende Überwachung ermöglichen. Zusätzlich werden in Teilbereichen noch Melder für eine objektbezogene Überwachung installiert /EU 167/. Als Meldersysteme kommen Ionisationsrauchmelder, optische Rauchmelder sowie Flammen- und Wärmemelders zum Einsatz. Die einzelnen Melder werden zu Meldergruppen zusammengefaßt und auf Brandmeldeunterzentralen geschaltet, die ihrerseits sternförmig an eine Brandmeldezentrale angeschlossen sind.

Die Anbindung der Melder an die Zentrale oder die Unterzentralen erfolgt ebenfalls sternförmig über Unterverteiler und Stammkabel. Zusätzlich sind noch Notübertragungsleitungen für Sammelstörmeldungen vorgesehen, die von jeder Unterzentrale getrennt von der Hauptkabelführung zu der Brandmeldezentrale verlegt werden sollen /EU 167/.

Ein Teil der vorgesehenen Meldergruppen wird für die Auslösung von stationären Raum- und Objektlöschanlagen verwendet. Die Ansteuerung erfolgt über eine geeignete Schnittstelle von der zugehörigen Brandmeldeunterzentrale aus. Gleichzeitig besteht auch die Möglichkeit, in den Betrieb der raumluftechnischen Anlagen einzugreifen, um für den Löschbereich einen Lüftungsabschluß zu bewirken /EU 380/.

Die Signale aller Meldergruppen und der Druckknopfmelder werden über die Unterzentralen zur Auswertung an die Brandmeldezentrale weitergeleitet. Die Brandmeldezentrale ist im Feuerwehraum des Wachgebäudes untergebracht /EU 167/. Eine Alarmierung erfolgt bei manueller Brandmeldung über die Druckknopfmelder, beim Ansprechen der automatischen Melder (1- und 2-Melder-Abhängigkeit) oder bei der Auslösung einer Löschanlage /EU 278/. Auflaufende Alarme werden automatisch zur Brandmeldezentrale am Schacht Konrad 1 und über eigenständige Standleitungen zur Meldezentrale der Feuerwehr übertragen. Außerdem wird über die Ruf- und Alarmanlage ein Brandalarm ausgelöst /EU 167/.

Die Betriebsbereitschaft der Brandmeldeanlage wird durch ein eingebautes Fehlerdiagnosesystem ständig überwacht. Es überprüft im zyklischen Selbsttest sämtliche Meldeleitungen auf Kurzschluß und Drahtbruch. Die Energieversorgung der Brandmeldezentrale erfolgt im Normalbetrieb über das Netz-Ersatz-System (NE). Bei gestörter NE-Versorgung wird automatisch auf wartungsfreie Batterien umgeschaltet, deren Kapazität so bemessen wird, daß ein uneingeschränkter Betrieb für 72 h gewährleistet ist und danach noch alle erforderlichen Alarmierungseinrichtungen für die Dauer von 30 Minuten betrieben werden können.

Die Brandmeldeanlage für die Kontrollbereichsräume wird in den QS-Bereich 3.1 eingestuft. Dementsprechend sollen bei der Errichtung der Anlage nur vom VdS zugelassene betriebsbewährte und typgeprüfte Serienerzeugnisse verwendet werden. Zur Qualitätssicherung bei der Planung, der Errichtung und der Inbetriebnahme ist die Einschaltung eines unabhängigen Sachverständigen vorgesehen, der die Vorprüfung der endgültigen Ausführungsunterlagen übernimmt, die Einhaltung der im Regelwerk enthaltenen Auslegungsanforderungen kontrolliert und an den Inbetriebsetzungs- und Abnahmeprüfungen teilnimmt. Für die Zeit des Anlagenbetriebes soll dann ein Wartungs- und Inspektionsprogramm erstellt werden, nach dem in festen Abständen eine Überprüfung der Funktionsbereitschaft vorgenommen wird. Prüffart, Prüfumfang, Prüfintervalle und die beteiligten Personen werden in der Prüfliste /EU 316/ festgelegt.

### Bewertung

Die Schutzziele des Brandschutzes erfordern es, Brände in Bereichen mit radioaktiven Stoffen so frühzeitig zu erkennen, daß eine erfolgreiche Bekämpfung noch im Entstehungsstadium möglich ist. Dadurch erlangt die Zuverlässigkeit der Branderkennung eine sicherheitstechnische Bedeutung für den Einlagerungsbetrieb, die bei der Auslegung der Branderkennungseinrichtungen besonders zu berücksichtigen ist.

Zur Erfüllung der Auslegungsanforderungen beabsichtigt der Antragsteller, dem Aufbau der Brandmeldeanlage die einschlägigen technischen Regeln, insbesondere die VDE 0833 /90/, die DIN 14675 /91/ und die VdS-Richtlinie für automatische Brandmeldeanlagen /92/ zugrundezulegen /EU 167/. Hiermit sind wir einverstanden.

Die Brandmeldezentrale ist mit einem Mikroprozessorsystem ausgerüstet, das eine Einzelmeldererkennung und eine Sollwertnachführung zur Kompensation von Verschmutzungen ermöglicht und das sowohl mit Meldergruppen der Grenzwertmeldertechnik als auch der Pulsmeldertechnik betrieben werden kann. Damit ist nach unserer Ansicht eine zuverlässige Branderkennung möglich.

Mit Hilfe des eingebauten Fehlerdiagnosesystems können Störungen der Funktionsbereitschaft von Teilsystemen frühzeitig erkannt werden. Durch die sternförmige Anbindung der Meldergruppen an die Unterzentralen und der Unterzentralen an die Hauptzentrale wird auch bei Ausfällen von Teilbereichen ein Weiterbetrieb der nicht betroffenen Anlagenteile ermöglicht. Über die Notübertragungsleitungen können bei Störungen in den Übertragungswegen zumindest noch Sammelmeldungen aus den abgeschnittenen Teilbereichen an die Brandmeldezentrale abgesetzt werden. Diese Ausführung der Anlage, die auch konkreten Anforderungen aus dem KTA-RE 2101.3 /95/ entspricht, ist insbesondere bei den rauen Betriebsbedingungen unter Tage sinnvoll.

Die Aufteilung der automatischen und nichtautomatischen Melder auf die einzelnen Meldergruppen und die Zuordnung dieser Gruppen zu den einzelnen Anlagenräumen erfolgen brandabschnitts- und geschoßweise. Das entspricht den Vorgaben der VdS-Richtlinien /92/. Auch die Anforderungen, die an die Protokollierung und Alarmerung im Brandfall und an die Sicherstellung der Energieversorgung bei Netzstörungen zu stellen sind, werden im erforderlichen Umfang erfüllt.

Eine Auslegung der Brandmeldeanlage gegen Einwirkungen von außen ist nicht vorgesehen. Nach unserer Ansicht ist in den Tagesanlagen am Schacht Konrad 2 das Risiko einer Brandentstehung nach einem Erdbeben deutlich niedriger als in anderen kerntechnischen Anlagen, wo trotz höherer sicherheitstechnischer Anforderungen an die Brandmeldeanlage diese nicht gegen Erdbeben ausgelegt wird. Auch für das Endlager halten wir eine Auslegung der Brandmeldeanlage gegen Einwirkungen von außen nicht für erforderlich, zumal im Abschnitt "Anomaler Betrieb" des Zechenbuch/Betriebshandbuches /EU 316/ festgelegt wird, daß bei Störungen in der Brandmeldeanlage die betroffenen Brandabschnitte visuell überwacht werden. Diese Ersatzmaßnahme sehen wir als ausreichend an, da nach Einwirkungen von außen der Einlagerungsbetrieb unterbrochen wird, und dann das Risiko für brandbedingte

Aktivitätsfreisetzungen auf wenige Anlagenräume wie z.B. den Sonderbehandlungsraum reduziert wird.

Für die Berücksichtigung der übrigen sicherheitstechnischen Auslegungsaspekte müssen Anforderungen erfüllt werden, die über die Grundanforderungen der vorgenannten Vorschriften und Richtlinien hinausgehen. Sie betreffen die Anzahl und die Anordnung der Brandmelder bei einer Zwei-Melder-Abhängigkeit der Auslösung, die Diversität der Melderarten bei erhöhten Brandrisiken sowie die Anpassung der Melder an die überwiegend zu erwartenden Brandkenngößen oder die Brandentwicklung und sind festgelegt in dem Regelentwurf zur KTA 2101.3 /95/.

Wir haben die Anordnungspläne der Brandmeldeanlage /EU 167/ unter diesen Gesichtspunkten überprüft und stellen fest, daß die o.g. Auslegungsanforderungen erfüllt sind oder zumindest mit der vorgesehenen Melderbestückung erfüllt werden können. Eine Konkretisierung der Melderanordnung, bei der auch mögliche Abschattungen durch Betriebseinrichtungen wie z.B. Lüftungskanäle oder Krananlagen zu beachten sind, kann erst bei der Erstellung der Ausführungsunterlagen erfolgen, die dann durch einen unabhängigen Sachverständigen vorgeprüft werden. Dieser Sachverständige wird auch vor der Inbetriebnahme der Brandmeldeanlage die Wirksamkeit der verschiedenen Meldertypen am jeweiligen Einsatzort überprüfen. Da sich auf diese Weise die Melderauswahl und -anordnung optimieren läßt, sind wir mit dieser Vorgehensweise einverstanden.

Der Umfang der bei der Errichtung und der Inbetriebsetzung vorgesehenen Prüfungen wird ebenfalls in der Systembeschreibung der Brandmeldeanlage /EU 167/ dargestellt. Die aufgeführten Prüfschritte genügen den Anforderungen der zugrunde gelegten Bewertungsrichtlinien /90, 91, 92/ und bedürfen keiner weiteren Ergänzungen. Für die Durchführung der Prüfungen werden Programme oder Anweisungen erstellt und mit dem zugezogenen Sachverständigen abgestimmt /EU 101/. Dagegen bestehen keine Einwände.

Während des Betriebes werden an der Anlage entsprechend den Herstellerangaben mindestens einmal jährlich Wartungsarbeiten durchgeführt /EU 167/. Die technische Überprüfung auf Funktionstüchtigkeit erfolgt mindestens viermal jährlich in etwa gleichen Zeitabständen; einmal jährlich findet eine Prüfung mit Sachverständigenbeteili-

gung statt /EU 316/. Diese Prüfintervalle sehen wir als ausreichend an. Die Prüfweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen werden in Zusammenarbeit mit dem für die begleitende Kontrolle hinzugezogenen Brandschutzsachverständigen erstellt /EU 101/.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß Aufbau und Auslegung der Brandmeldeanlage den Anforderungen des konventionellen und des kerntechnischen Regelwerks genügen. Die vorgesehene Einstufung in den QS-Bereich 3.1 ist richtig. Die für den Betrieb der Anlage getroffenen Festlegungen sind ausreichend und zweckmäßig. Unsererseits bestehen keine Einwände gegen die vorgesehene Ausführung.

### **2.4.1.5 Maßnahmen zur Verhinderung einer Brandausweitung**

#### **2.4.1.5.1 Bautechnische Brandschutzmaßnahmen**

Um der Ausbreitung von Bränden entgegenzuwirken, wird die Umladeanlage in Brandabschnitte unterteilt. Innerhalb dieser Brandabschnitte werden alle Raumbereiche, in denen wegen der technischen Einrichtungen, wegen des Brandinventars oder wegen der darin ausgeübten Tätigkeiten ein erhöhtes Brandrisiko besteht, als Brandbekämpfungsabschnitte ausgebildet /EU 278/. Die Anordnung der einzelnen Brandabschnitte und Brandbekämpfungsabschnitte in den Tagesanlagen am Schacht Konrad 2 ist so festgelegt worden, daß die Kontrollbereichsgrenzen gleichzeitig auch die äußeren Begrenzungen von Brandabschnitten oder zumindest Brandbekämpfungsabschnitten sind /EU 145.2/. Nur in Sonderfällen, z.B. am Kontrollbereichsübergang, wird dieser Auslegungsgrundsatz erst von den dahinter, d.h. außerhalb des Kontrollbereichs gelegenen Umfassungsbauteilen erfüllt /EU 101/.

Bautechnisch sind alle Wände von Brandabschnitten als Brandwände ausgelegt; die Wände der Brandbekämpfungsabschnitte besitzen eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten und werden gemäß DIN 4102, Teil 3, stoßsicher ausgeführt. Das Haupttragwerk und die Tragglieder sowie die Decken werden mindestens in der Feuerwiderstandsklasse F90-AB gemäß DIN 4102, Teil 2, hergestellt /EU 101/.

Betrieblich erforderliche Öffnungen und Durchbrüche in diesen Wänden und Decken erhalten Feuerschutzabschlüsse wie z.B. Brandschutztüren, Kabel- und Rohrabschottun-



gen oder Brandschutzklappen. Türen und Tore, die vom Kontrollbereich ins Freie oder in konventionell genutzte Räume führen, werden zusätzlich noch rauchdicht nach DIN 18095 /93/ ausgeführt. Die innenliegenden Fenster in den Wänden des Leitstandes und des Besucherraumes erhalten eine feuerbeständige Verglasung (F-90-Qualität). In gleicher Qualität werden auch die Außenfenster des Kontrollbereichs ausgeführt, die an Flucht- und Rettungswegen liegen. Die übrigen Außenfenster sind feuerwiderstandsfähig (G30 oder G90) ausgelegt /EU 101, EU 145.2/.

Die Ausführung des Förderturms mit der Schachthalle und dem Schachthallenanbau weicht in wesentlichen Punkten von der vorstehenden Beschreibung ab /EU 101, EU 428/. Der gesamte Komplex gehört zu einem Brandabschnitt, der in diesem Bereich in zwei übereinanderliegende Brandbekämpfungsabschnitte unterteilt ist. Der untere Abschnitt besteht aus dem Schachtkeller, der Schachthalle, die den unteren Teil des Förderturmes umschließt, und dem Schachthallenanbau, der obere aus der Elektrobühne und der Maschinenbühne des Förderturmes.

Der Förderturm ist eine Stahlkonstruktion, die auf dem Stahlbeton-Fundament des Schachtkellers aufgebaut wird. Die Außenwände des Schachtkellers, der Schachthalle und des Schachthallenanbaus bestehen aus Stahlbeton. Innerhalb der Schachthalle werden die tragenden Teile der Stahlkonstruktion mit Brandschutzbekleidungen versehen, so daß sie die Anforderungen der Feuerwiderstandsklasse F 90 erfüllen /EU 101/. Die Abgrenzung zum oberen Brandbekämpfungsabschnitt bildet die Elektrobühne, die aus Stahlträgern mit daraufliegenden Stahlbetonplatten besteht, und deren Unterseite ebenfalls durch feuerbeständige Bekleidungen geschützt wird /EU 428/. Die in dieser Decke vorhandene Montageklappe und die Seilöffnungen werden mit Feuerschutzabschlüssen der Feuerwiderstandsklasse F90 versehen /EU 101, EU 145.2/.

Um einen äußeren Feuerüberschlag zum oberen Brandbekämpfungsabschnitt zu verhindern, wird die Fassade im Bereich des Bodens der Elektrobühne auf einer Höhe von 1,5 m in der Feuerwiderstandsklasse W 90 ausgeführt. Die Tragkonstruktion der Wandelemente wird ebenfalls feuerbeständig verkleidet.

Im oberen Brandbekämpfungsabschnitt, der von der Tragkonstruktion des Förderturmes gebildet wird und nach außen hin durch metallische Fassadenelemente abgeschlossen ist, sollen die tragenden Konstruktionsteile ohne Anforderungen an eine Feuerwider-

standsdauer ausgeführt werden. Statt dessen ist vorgesehen, alle Bereiche mit erhöhtem Brandinventar besonders zu schützen. Hierzu werden die Elektroräume und die Steuerstände durch feuerbeständige Wände allseitig von den übrigen Bereichen abgetrennt. Tragende Stahlbauteile dieser Räume und Konstruktionsteile des Förderturms, die durch diese Räume führen, erhalten eine Bekleidung der Feuerwiderstandsklasse F 90. In diesem Bereich verlaufende Kabeltrassen werden in feuerbeständigen Kabelkanälen verlegt; Wand- oder Deckendurchbrüche für diese Kanäle oder Lüftungsleitungen werden durch feuerbeständige Abschottungen geschützt. Zusätzlich sollen diese Räume noch mit automatischen CO<sub>2</sub>-Löschanlagen ausgestattet werden /EU 101/.

Für die Bekämpfung von Entstehungsbränden an den Hydraulikaggregaten der Fördermaschinen ist ebenfalls eine automatische CO<sub>2</sub>-Löschanlage vorgesehen.

Die Betriebsräume auf der Elektro- und der Maschinenbühne werden über ein Treppenhaus und einen Aufzugschacht erschlossen, die ebenerdig über eine gemeinsame Schleuse einen direkten Ausgang ins Freie besitzen. Die Außenwände beider Bauteile erhalten eine Bekleidung mit Brandschutzplatten, so daß sie voneinander und von den beiden Brandbekämpfungsabschnitten feuerbeständig abgetrennt sind. Die Türen des Treppenhauses und des Aufzugschachtes werden so ausgeführt, daß sie eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 min besitzen.

Die Brandschutzbekleidungen, durch die Teile der Stahlkonstruktion eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten erhalten, sollen ihre Aufgabe auch nach einem eventuellen Erdbeben erfüllen /EU 101/.

Sämtliche Bauwerke mit Kontrollbereichsräumen wurden in den QS-Bereich 3.1 eingestuft /EU 344/. Wiederkehrende Prüfungen mit Sachverständigenbeteiligung sind nach der Prüfliste /EU 316/ im Abstand von 2 Jahren vorgesehen.

### Bewertung

Die Aufteilung der gesamten Tagesanlagen am Schacht Konrad 2 in Brandabschnitte und Brandbekämpfungsabschnitte wird vorrangig durch betriebliche Belange bestimmt. So sind die Pufferhalle (Abmessungen 37 m x 67 m) und die Umladehalle

(Abmessungen 32,7 m x 108 m) jeweils als ein Brandabschnitt angelegt, obwohl die Abmessungen die nach der DVNBauO /81/ zulässigen Höchstwerte überschreiten. Da die besondere Nutzung dieser Räume eine weitere Unterteilung nicht zuläßt und der erforderliche Brandschutz unserer Ansicht nach durch die anlagentechnischen Maßnahmen im erforderlichen Umfang sichergestellt ist, halten wir diese Überschreitung für zulässig. Bei den übrigen Brandabschnitten werden die vorgeschriebenen Abmessungen eingehalten.

Die Lage der Brandabschnitte und der Brandbekämpfungsabschnitte innerhalb dieser Bereiche, die so angeordnet sind, daß die Kontrollbereichsgrenzen entweder selbst aus feuerwiderstandsfähigen Bauteilen gebildet werden oder zumindest die dahinterliegenden Umfassungsbauteile diese Anforderung erfüllen, ist zweckmäßig, da so dem Übergreifen von Bränden aus konventionell genutzten Räumen auf den Kontrollbereich wirksam vorgebeugt werden kann.

Bis auf die Bauteile "Förderturm mit Schachthalle und Schachthallenanbau", auf die wir später noch näher eingehen, werden die Wände der Brandabschnitte und Brandbekämpfungsabschnitte des Kontrollbereichs entweder aus Stahlbeton in einer Mindeststärke von 20 cm oder 24 cm dickem Kalksandsteinmauerwerk errichtet /EU 101, EU 278, EG 43/. Die Decken bestehen aus Stahlbetonplatten von mindestens 14 cm Dicke. Nach DIN 4102 /94/ besitzen somit alle Bauteile mit Brandschutzfunktion eine Feuerwiderstandsdauer, die deutlich größer ist als die der Feuerwiderstandsklasse F 90, die in den Antragsunterlagen /EU 101/ für diese Bauteile ausgewiesen wird. Innerhalb der Gebäude wird bei Türen und Toren in Brandabschnittsgrenzen generell eine feuerbeständige Ausführung (T90) vorgesehen. Sonstige Türen werden entweder als T-30- oder T-90-Türen ausgelegt. Die Feuerschutzabschlüsse an Lüftungsleitungen sowie Kabel- und Rohrleitungstrossen weisen eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten auf.

Zur brandschutztechnischen Qualität der Bauwerksfugen, die aufgrund von Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwirkungen in den Stahlbetonwänden der Schachthalle und der Umladehalle angeordnet werden /EG 43, EG 42/, enthalten die Antragsunterlagen keine Angaben. Sofern an die angrenzenden Bauteile Brandschutzanforderungen zu stellen sind, gelten diese auch für den Fugenabschluß. Gebäudefugen in den Außenwänden von Kontrollbereichsräumen und in inneren Wän-

den mit Brandschutzanforderungen sind so zu verschließen, daß die erforderliche raumabschließende Wirkung der angrenzenden Bauteile bei allen zu unterstellenden Brandereignissen erhalten bleibt /AV 2.4-2/. Vorgaben für eine geeignete Fugenausbildung sind in Abschnitt 6.3.6 der KTA-REV 2101.2 /89/ enthalten.

Die Angemessenheit der Bauteilauslegung wird mit einer Brandlastberechnung /EU 101/ nachgewiesen. Das Berechnungsverfahren und die darin angesetzten Randbedingungen haben wir mit Angaben aus der Fachliteratur /96, 97, 98, 99, 100/ verglichen sowie anhand der Bauantragsunterlagen /EG 42, EG 43/ und verschiedener Systembeschreibungen /EU 173, EU 316, EU 422/ überprüft. Wir können sie als konservativ bestätigen. Einzige Ausnahme ist allerdings das Lager für flüssige Abfälle, wo die im Brandlastverzeichnis /EU 101/ angesetzten Mengen an brennbaren Abfällen nur einen Bruchteil dessen ausmachen, was nach der Systembeschreibung Betriebsabfälle /EU 422/ dort eingelagert werden soll. Auf die sich daraus ergebenden Konsequenzen werden wir nachfolgend noch eingehen.

Zur Überprüfung der Ergebnisse haben wir eine Vergleichsrechnung aufgestellt, die auch den Einfluß der maschinellen Entrauchung auf die Brandentwicklung berücksichtigt. Dabei ergaben sich - abgesehen vom vorgenannten Bereich - keine gravierenden Abweichungen gegenüber den Resultaten des Antragstellers. Für die Bauteile der Umladeanlage wird belegt, daß die vorgesehene Auslegung wegen der überwiegend geringen Brandlasten im Kontrollbereich und den unmittelbar daran angrenzenden Räumen ausreicht, um den erforderlichen Brandschutz sicherzustellen. Dabei sind zum Teil erhebliche Auslegungsreserven vorhanden, die noch dadurch vergrößert werden, daß die Bauteilausführung die Mindestanforderungen der DIN 4102 /94/ übertrifft. Auch für die Türen in Brandbekämpfungsabschnitten, deren Feuerwiderstandsdauer nicht den Minimalanforderungen der KTA-REV 2102.2 /89/ entspricht, wird die Zulässigkeit der vorgenommenen Abminderung nachgewiesen.

Im Lager für flüssige Abfälle 2 ergibt sich bei Annahme der in der Systembeschreibung "Betriebsabfälle" /EU 422/ genannten Mengen an brennbaren Flüssigkeiten eine so große Brandbelastung, daß bautechnische Brandschutzmaßnahmen allein nicht ausreichen, um den erforderlichen Brandschutz sicherzustellen. Der Antragsteller sieht daher die Installation einer stationären Schaumlöschanlage vor /EU 145.2/.

Diese Maßnahme halten wir für angemessen und ausreichend. Die technische Ausführung dieser Löschanlage wird im Kapitel 2.4.1.6.2 dieses Gutachtens behandelt.

Im unteren Teil des Förderturmes werden die tragenden Stahlteile mit einer Brandschutzbekleidung versehen, mit der eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 min (F 90) erreicht wird /EU 101/. Für den oberen Teil des Förderturmes, der einen eigenen Brandbekämpfungsabschnitt bildet, ist eine brandschutztechnische Bemessung der tragenden Bauteile nicht vorgesehen. Als Ersatzmaßnahme werden große Brandlasten durch feuerbeständige Verkleidungen eingeschlossen und Räume sowie Betriebseinrichtungen mit erhöhtem Brandrisiko durch stationäre Löschanlagen geschützt. Die Anzahl der vorgesehenen stationären Löscheinrichtungen zum Schutz von Betriebsstätten und -einrichtungen im oberen Teil des Förderturms ist ausreichend; die Auslegungsanforderungen an stationäre Löschanlagen behandeln wir im Kapitel 2.4.1.6.2 dieses Gutachtens. Zur Ausführung und zum Umfang der vorgesehenen Brandschutzbekleidungen werden keine verbindlichen Angaben gemacht. Wir halten es aber für ausreichend, wenn ein unabhängiger Sachverständiger - wie vorgesehen - planungs- und errichtungsbegleitend die Ausführung dieser Brandschutzmaßnahme prüft und dabei auch die Vollständigkeit der Bekleidung, die Einhaltung der Feuerwiderstandsklasse F90 nach DIN 4102, Teil 2, und die Erfüllung der hinsichtlich der Erdbebensicherheit zu stellenden Anforderungen kontrolliert /EU 101/.

Die Einstufung der Bauwerke mit Kontrollbereichsräumen in den QS-Bereich 3.1 ist aus brandschutztechnischer Sicht richtig. Für die Bauwerksteile mit Brandschutzfunktion und die darin eingebauten Feuerschutzabschlüsse, die nach Angabe des Antragstellers /EU 101/ fester Bestandteil des Gebäudes sind, wird damit eine anforderungsgerechte Ausführung sichergestellt. Aus den Antragsunterlagen ist aber nicht ersichtlich, ob die übrigen bautechnischen Brandschutzmaßnahmen, wie z.B. Kabel- und Rohrleitungsabschottungen oder Brandschutzbekleidungen, von dieser Einstufung mit erfaßt werden. Die geplanten QS-Maßnahmen werden zwar beschrieben /EU 101/, insgesamt bemängeln wir jedoch die fehlende Präzisierung in der vorgelegten Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/. Sämtliche Brandschutzelemente, wie z.B. Feuerschutztüren und -tore, Feuerschutzabschlüsse, Brandschutzbekleidungen und -verglasungen, die in Bauteilen mit Brandschutzfunktion eingebaut

sind oder mit denen der erforderliche Brandschutz erreicht wird, sind in den QS-Bereich 3.1 einzustufen /AV 2.4-3/. Die genannte Rahmenbeschreibung muß entsprechend ergänzt werden.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß der vorgesehene Umfang der baulichen Brandschutzmaßnahmen in dem von uns betrachteten Teil der Tagesanlagen den zu stellenden Anforderungen genügt. Bei Berücksichtigung unserer Auflagenvorschläge AV 2.4-1 bis AV 2.4-3 haben wir keine Einwände gegen die geplante Bauausführung.

Für die Bauteile mit Brandschutzfunktion halten wir die vorgesehene Überprüfung in Abständen von zwei Jahren für ausreichend.

Eine wiederkehrende Überprüfung der sonstigen bautechnischen Brandschutzmaßnahmen auf Unversehrtheit und Funktionstüchtigkeit ist in der vorgelegten Prüfliste /EU 316/ nicht vorgesehen. In die Prüfliste sind für die Feuerschutzabschlüsse (Türen und Tore), für die Kabel- und Rohrleitungsabschottungen und für die Brandschutzverkleidungen wiederkehrende Überprüfungen auf Unversehrtheit und Funktionstüchtigkeit aufzunehmen. Die Prüfintervalle und die Sachverständigenbeteiligung sind entsprechend den Vorgaben in den Entwürfen zu den KTA-Regeln 2101.2 und 2101.3 festzulegen /AV 2.4-4/.

### **2.4.1.5.2 Maßnahmen zur Abführung von Wärme und Rauch**

In den Räumen der Umladeanlage wird für die gezielte Abfuhr von Wärme und Rauch eine zentrale Brandgasabsaugung installiert /EU 383/. Die heißen Brandgase werden über spezielle Brandgasventilatoren aus dem Brandraum abgesaugt, in einem feuerbeständigen Kanalnetz zum zentralen Brandgasfilter geführt und über den Fortluftkamin ausgeblasen. Eine Filterumgehung verhindert bei Erreichen der Aufnahmekapazität ein Durchbrechen des Filters; die Abgabe erfolgt dann ungefiltert. Die mit den Rauchgasen abgegebene Luft wird durch von außen nachströmende Luft ersetzt, die Nachströmung wird durch eine Klappensteuerung geregelt. Die nicht vom Brand betroffenen Bereiche werden mit gesteuerten Brandschutzklappen vom Zu- und Abluftkanalsystem abgetrennt.

Zur Unterstützung der Brandgasabfuhr aus der Umlade- und der Pufferhalle werden zusätzliche Brandgasventilatoren für eine zweite Entrauchungsstufe installiert, die bei einem Abfall des in der ersten Stufe abgeführten Brandgas-Volumenstromes infolge zu großer Aerosolbelastung des Brandgasfilters automatisch anlaufen und dann zusammen mit den Einrichtungen der ersten Entrauchungsstufe den verdoppelten Gesamtstrom ungefiltert über den Fortluftkamin abführen.

Um eine Entzündung des Brandgasfilters während der Entrauchung zu vermeiden, wird dieser genau wie die übrigen aktiven Komponenten der Entrauchungsanlage für eine Beanspruchung von 600 °C ausgelegt. Lediglich die Komponenten der o.g. zweiten Entrauchungsstufe weisen eine Temperaturbeständigkeit von nur 250 °C auf. Für die Werkstatt und den Sonderbehandlungsraum im Bauteil A1 wird zusätzlich die Möglichkeit vorgesehen, automatisch Kaltluft in die Abgaskanäle einzuleiten, bevor die Auslegungsgrenze des Brandgasfilters erreicht wird.

Im Bereich "Förderturm mit Schachthalle" werden mehrere maschinelle Entrauchungsanlagen installiert /EU 428/. Die einzelnen Anlagen erhalten eigene Brandgasventilatoren, die teilweise zweistufig ausgelegt sind und dann auch für die Bauwerksentlüftung eingesetzt werden. Die Zu- und Abluftleitungen werden in der Feuerwiderstandsklasse "L 90" nach DIN 4102 /94/ ausgeführt. Die Durchtrittsöffnungen in die feuerbeständig abgetrennten Anlagenräume erhalten Brandschutzklappen (K 90), die teilweise mit Stellantrieben ausgerüstet sind. Die Zuströmung von Außenluft erfolgt durch die motorbetätigten Jalousieklappen in der Außenwand oder durch das Tor der Schachthalle. Teilweise wird die nachströmende Luft in Lüftungskanälen in die betroffenen Abschnitte geleitet.

Die Entrauchungseinrichtungen der Umladeanlage werden über die Brandmeldeanlage angesteuert, die hierfür über eine Schnittstelle in den RLT-Schrank des betroffenen Abschnittes eingreift und zusätzlich bewirkt, daß die Be- und Entlüftung abgeschaltet und die Brandschutzklappen in die erforderliche Endstellung verfahren werden /EU 383/. Die Betriebszustände der zugehörigen Bauteile werden in der Zentralen Warte K1 /EU 400/ und auf Tableaus im Wachgebäude oder im Hauptleitstand angezeigt. Von diesen Tableaus aus besteht eine weitere Möglichkeit, die Entrauchungseinrichtungen für einzelne Brandbekämpfungsabschnitte manuell ein- und auszuschalten /EU 383/.

Für die Anlagen im Förderturm besteht nur eine manuelle Schaltmöglichkeit, die ebenfalls zentral von den Tableaus im Wachgebäude oder im Hauptleitstand aus vorzunehmen ist /EU 428/. Die Signalisierung der Betriebszustände erfolgt in gleicher Weise wie für die Einrichtungen der Umladeanlage.

Die technischen Einrichtungen zur Entrauchung der Kontrollbereichsräume werden vom Antragsteller in den QS-Bereich 3.1 eingestuft /EU 344/. Angaben zum Umfang und zur Häufigkeit wiederkehrender Überprüfungen der Funktionstüchtigkeit und zu den jeweils beteiligten Personen werden im Abschnitt 2.8 der Prüfliste /EU 316/ gemacht.

### Bewertung

Den Einbau von raumluftechnischen Anlagen zur Entrauchung des Kontrollbereiches bewerten wir positiv, da hierdurch im Brandfall die Belastung der Bauteile vermindert und die Brandbekämpfung erleichtert wird. Der vorgesehene Aufbau der Anlagen mit feuerbeständigen Zu- und Abluftleitungen, Brandschutzklappen zur Abtrennung nicht betroffener Raumbereiche und hitzebeständigen Rauchgasventilatoren ist anforderungsgerecht. Die Vorgabe, die Ventilatoren für eine Beanspruchung von 600 °C über 90 min auszulegen und nur bei nachweislich geringerer Beanspruchung hiervon abzuweichen /EU 383/, erfüllt die diesbezüglichen Anforderungen des KTA-RE 2101.3 /95/ und ist auch hier grundsätzlich vertretbar.

Im konkreten Fall der zweiten Entrauchungsstufe für die Umlade- und Pufferhalle läßt sich allerdings die Zulässigkeit der reduzierten Temperaturbeständigkeit von 250 °C anhand der vorliegenden Unterlagen nicht prüfen, da hierbei Einflußgrößen wie z.B. die Abkühlung der Rauchgase entlang der Entrauchungsleitungen zu beachten sind, die sich erst im Zuge der Ausführungsplanung quantitativ abschätzen lassen. Aus den gleichen Gründen können wir derzeit nicht beurteilen, ob die für die Werkstatt und den Sonderbehandlungsraum vorgesehene Kaltluftspeisung ausreicht, um ein temperaturbedingtes Versagen des Brandgasfilters zu verhindern und ob nicht auch noch bei anderen Kontrollbereichsräumen derartige Maßnahmen zu ergreifen sind. Wir halten es jedoch für ausreichend, wenn diese Auslegungsaspekte bei der begleitenden Kontrolle durch den zugezogenen Sachverständigen berücksichtigt werden. Im Rahmen der Ausführungsplanung der Entrauchungseinrichtungen für



den Kontrollbereich ist die Zulässigkeit von Abminderungen bei der thermischen Belastbarkeit von Bauteilen und Komponenten durch einen unabhängigen Sachverständigen bestätigen zu lassen. Weiterhin hat er zu überprüfen, ob die zur Verhinderung eines Filterversagens getroffenen Maßnahmen ausreichend wirksam sind und ob sie über den geplanten Umfang hinaus auch noch in anderen Kontrollbereichen erforderlich sind /AV 2.4-5/.

Mit der Umgehung der Abluftfilter der Umladeanlage bei Erreichen der Aufnahmekapazität sind wir einverstanden, da diese Betriebsweise nicht zu einer unzulässigen Strahlenexposition in der Umgebung führt (vgl. Kap. 5.2.1.2 dieses Gutachtens). Aus den gleichen Gründen können wir auch den Verzicht auf eine Filterung der aus dem Förderturm abgegebenen Rauchgase akzeptieren. Hier kommt noch hinzu, daß aufgrund der vorgesehenen Nutzung dieses Raumbereiches das Auftreten aktivitätsbelasteter Rauchgase äußerst unwahrscheinlich ist.

Zur Betriebsüberwachung der Entrauchungsanlagen bestehen keine weiteren Anforderungen. Umfang und Art der Anzeigen und Meldungen kann bei der Ausführungsplanung mit dem hierfür hinzugezogenen Sachverständigen festgelegt werden /EU 383, EU 428/. Die vorgesehene Ansteuerung dieser Anlagen genügt den Vorgaben des einschlägigen Regelwerks /95/. Bezüglich der technischen Ausführung sind keine weiteren Anforderungen zu stellen.

Entsprechend der vorgenommenen Einstufung in den QS-Bereich 3.1 wird zur Qualitätssicherung bei der Planung und der Errichtung der Entrauchungsanlagen ein unabhängiger Sachverständiger hinzugezogen, der die Ausführungsunterlagen vorprüft und die Montage und Inbetriebnahme der Anlagen überwacht /EU 101, EU 383, EU 428/. Dies halten wir für angemessen.

Während des Betriebes wird die Funktionstüchtigkeit der Entrauchungseinrichtungen in wiederkehrenden Prüfungen kontrolliert. Umfang und Häufigkeit dieser Überprüfungen sowie der zu beteiligende Personenkreis werden in der Prüfliste festgelegt /EU 316/. Mit den dort gemachten Angaben sind wir einverstanden.

Art und Umfang der qualitätssichernden Maßnahmen sehen wir als ausreichend an, um eine anforderungsgerechte Auslegung zu gewährleisten. Die Funktionstüchtigkeit

der Anlagen wird durch die Prüfungen bei der Errichtung und während des Betriebes ausreichend sichergestellt. Weitergehende Anforderungen sind diesbezüglich nicht zu stellen. Bei Berücksichtigung unseres Auflagenvorschlages AV 2.4-5 bestehen unsererseits keine Einwände gegen die Errichtung und den Betrieb der Entrauchungsanlagen.

### **2.4.1.6 Maßnahmen zur Bekämpfung von Bränden**

#### **2.4.1.6.1 Löschwasserversorgung**

Das für die Brandbekämpfung erforderliche Löschwasser soll der betrieblichen Trinkwasserversorgung entnommen werden, für die zwei Leitungen aus dem Verbundnetz der Preussag Stahl AG zur Verfügung stehen. Diese Leitungen speisen in ein vermaschtes Ringleitungsnetz ein, das um die Tagesanlagen am Schacht Konrad 2 herum aufgebaut ist /EU 145.2, EU 419/. An die Ringleitungen werden die Überflurhydranten im Bereich der Außenanlagen und die nassen Steigleitungen in den Gebäuden angeschlossen. Außerdem wird daraus der Vorratsbehälter für die stationären Löschanlagen befüllt (vgl. Kapitel 2.4.1.6.2 dieses Gutachtens).

Zusätzlich wird auf dem Schachtgelände eine weitere Löschwasserentnahmestelle (System 07 WDF) eingerichtet, die über eine erdverlegte Rohrleitung aus dem Zweigkanal Salzgitter gespeist wird. Sie ist unabhängig von der Trinkwasserversorgung und soll bei Ausfall der externen Versorgung das von der Feuerwehr benötigte Löschwasser bereitstellen /EU 145.2, EU 419/.

Beide Löschwasserversorgungen werden für den Feuerlöschfall ausgelegt und sollen jeweils eine Wassermenge von  $6,4 \text{ m}^3/\text{min}$  bei einem Fließdruck von mindestens 1,5 bar bereitstellen können /EU 419/.

#### **Bewertung**

Die technischen Einrichtungen der Löschwasserversorgung behandeln wir im Kapitel 2.3.5.1 dieses Gutachtens. An dieser Stelle gehen wir nur auf die Angemessenheit der Löschwasserversorgung ein.

Das Löschwasser soll dem öffentlichen Trinkwassernetz entnommen werden, aus dem auch andere Verbraucher uneingeschränkt Wasser entnehmen können. Es ist somit nicht auszuschließen, daß die im Feuerlöschfall bereitstehende Löschwassermenge nicht ausreicht. Außerdem unterliegt die externe Versorgung nicht dem Qualitätssicherungssystem des Endlagers, so daß ein Totalausfall der Versorgung nicht ausgeschlossen werden kann. Für diese Fälle wird der Feuerwehr mit der zusätzlichen Entnahmestelle 07 WDF die Möglichkeit geboten, nach dem Anrücken kurzfristig eine Ersatzversorgung mit mobilen Feuerlöschpumpen aufzubauen. In der Zeit, die zwischen der Alarmierung der Feuerwehr und der Einsatzbereitschaft der Ersatzversorgung verstreicht, kann ein Brand mit mobilen Brandbekämpfungseinrichtungen beherrscht werden. Da hierfür auf dem Schachtgelände ausreichende Feuerlöschgeräte bereitstehen und das Betriebs- sowie das Wachpersonal im Umgang mit diesen Geräten geschult werden (s. Kap. 2.4.1.6.3 und 2.4.1.8 dieses Gutachtens), sind wir mit dem vorgesehenen Konzept der Löschwasserversorgung einverstanden.

Die aus den beiden Versorgungsquellen entnehmbaren Löschwassermengen sind ausreichend für die mobile Brandbekämpfung. Da für den Betrieb der stationären Löschanlagen ein eigener, ausreichend bemessener Löschwasser-Vorratsbehälter vorgesehen ist /EU 381/, erfüllen die Auslegungsvorgaben der Löschwassermenge auch die diesbezüglichen Anforderungen des KTA 2101.3 RE /95/. Weitergehende Auslegungsanforderungen sind aus unserer Sicht nicht zu stellen.

### **2.4.1.6.2 Stationäre Löschanlagen**

In Teilbereichen der Umladeanlage und des Förderturms sollen erhöhte Brandrisiken, die von den technischen Einrichtungen oder dem Brandinventar ausgehen, durch stationäre Löschanlagen beherrscht werden.

In der LKW-Trocknungsanlage sowie am Ort der LKW-Entladung und der Gebinde-Freimessung in der Umladehalle werden Sprühwasserlöschanlagen zur Bekämpfung von Fahrzeugbränden installiert. Der Sonderbehandlungsraum erhält eine Sprinkleranlage; im Lager für flüssige Abfälle II wird eine Schaumlöschanlage eingebaut /EU 145.2/. Die Wasserversorgung dieser Anlagen erfolgt aus einem zentralen drucklosen Wasserspeicher über ersatzstromgesicherte Feuerlöschpumpen, die auch das Sprinklerrohrnetz

unter Betriebsdruck halten /EU 380, EU 381/. An dieses Versorgungssystem werden auch die Sprühwasser-Löschanlagen mit Schaummittelzumischung angeschlossen, die im Kabelkeller und im Kabelkanal unterhalb der Schaltanlagenräume im Bauteil C und im Medienkanal unterhalb von Bauteil B vorgesehen sind.

Der zentrale Leitstand und der zugehörige Elektronikraum im Bauteil A2, die Kontrollbereichsräume im Erdgeschoß sowie die EDV- und Archivräume im Obergeschoß von Bauteil B und die elektrischen Betriebsräume, die Lager- und Wartenräume und die Steuerstände im Förderturm und im Lüftergebäude werden mit Gas-Löschanlagen ausgerüstet, wobei als Löschmittel sowohl CO<sub>2</sub> als auch Inergen zum Einsatz kommen. CO<sub>2</sub>-Objektlöschanlagen sind außerdem in der Grubenwasserübergabestation, am Hauptgrubenlüfter im Lüftergebäude, an den Hydraulikaggregaten der Fördermaschinen im Förderturm und am Abstellplatz des Seitenstapelfahrzeugs mit der Batterieladestation in der Pufferhalle vorgesehen. Da dieser Platz nach drei Seiten hin offen ist, wird er vor der Auslösung der Löschanlage automatisch mit einer nicht brennbaren Jalousie abgeschottet, um so eine ausreichende CO<sub>2</sub>-Konzentration zu gewährleisten /EU 278, EU 380/. Zum Personenschutz wird hier ein CO<sub>2</sub>-Stopptaster installiert, dessen Betätigung die Vorwarnzeit bis zum Ausströmen des Löschgases verlängert und den Schließvorgang der Jalousie unterbricht.

Bis auf die Sprühwasser-Löschanlage in der LKW-Trocknungsanlage können sämtliche stationären Löschanlagen sowohl automatisch über die vorhandene Brandmeldeanlage (vgl. Kap. 2.4.1.4 dieses Gutachtens) als auch von Hand ausgelöst werden. Die Sprühwasserlöschanlage zur Bekämpfung von Fahrzeugbränden in der LKW-Trocknungsanlage läßt sich nur von Hand auslösen /EU 381/.

Das Seitenstapelfahrzeug wird mit einer bordfesten, manuell auszulösenden Löschanlage ausgerüstet. Zur Branderkennung werden am Fahrzeug Wärmefühler installiert, die beim Ansprechen in der Fahrerkabine eine optische Anzeige auslösen. Der Löschmittelvorrat wird für zwei Löschangriffe ausgelegt /EU 278/.

Bis auf die CO<sub>2</sub>-Objektlöschanlage im Maschinenraum des Lüftergebäudes, die dem QS-Bereich 2 zugeordnet wird, sind alle im Kontrollbereich vorgesehenen Löschanlagen in den QS-Bereich 3.1 eingestuft worden. Für die übrigen stationären Löschanlagen wird sowohl der QS-Bereich 3.1 als auch der Bereich 2 angegeben.

Die Vorgaben für die wiederkehrenden Prüfungen sind in der Prüfliste /EU 316/ zusammengestellt, die für die stationären Löschanlagen Betreiberprüfungen in 3-monatlichen Abständen und eine jährliche Überprüfung durch Sachverständige vorsieht. Lediglich bei der CO<sub>2</sub>-Löschanlage in der Grubenwasserübergabestation soll nur alle 2 Jahre eine Prüfung mit Sachverständigenbeteiligung stattfinden.

### Bewertung

Das Konzept, Betriebsräume mit erhöhtem Brandrisiko durch automatisch auslösende stationäre Löschanlagen zu schützen, bewerten wir positiv, da so die Forderung nach einer frühzeitigen und wirksamen Brandbekämpfung zuverlässig erfüllt werden kann. Dies ist unserer Ansicht nach besonders in den Kontrollbereichsräumen der Tagesanlagen erforderlich, da dort ein Brand direkt zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen führen kann. Wir haben deshalb in allen Kontrollbereichsräumen die Angemessenheit der jeweils vorgesehenen Brandbekämpfungsmaßnahmen überprüft und festgestellt, daß alle Räume oder Raumbereiche, in denen aufgrund der technischen Einrichtungen oder wegen des hohen Brandinventars ein erhöhtes Brandrisiko besteht, durch automatische Löschanlagen geschützt werden. Den Umfang der stationären Brandbekämpfungseinrichtungen sehen wir als ausreichend an.

Der Wasservorrat für den Betrieb der stationären Wasserlöschanlagen wird in einem Unterflurbehälter mit 130 m<sup>3</sup> Inhalt aufbewahrt. Zur Entnahme sind vier ersatzstromgesicherte Pumpen vorgesehen, von denen jede 33 % des Maximalbedarfs der größten Löschanlage fördern kann. Die Pumpen werden druckabhängig zugeschaltet. Damit ergibt sich eine Verfügbarkeit, die der sicherheitstechnischen Bedeutung dieser Anlagen angemessen ist. Die der Bemessung des Vorrats zugrunde gelegte Betriebszeit von 30 Minuten ist ausreichend, da innerhalb dieser Zeit die Feuerwehr anrücken und eventuell erforderliche Nachlöschmaßnahmen einleiten kann. Wir sind mit dieser Auslegung einverstanden.

Der Aufbau der LKW-Löschanlage erfolgt unter Berücksichtigung der Ergebnisse einer Systementwicklung, die eigens hierfür durchgeführt worden ist /EU 381/. Die Auslegungsvorgaben der Systembeschreibung sind experimentell abgesichert und bedürfen aus unserer Sicht keiner weiteren Ergänzungen. Die vorgesehene Hand-

auslösung als einzige Anreagemöglichkeit für die Löschanlage in der LKW-Trocknungsanlage können wir akzeptieren, da bei der Trocknung eines LKW auch immer Betriebspersonal anwesend sein wird, das den Trocknungsvorgang überwacht /EU 278/.

Die Sprühwasserlöschanlagen mit Schaummittelzumischung, die Sprinkleranlage und auch die Gas-Löschanlagen sollen nach den Angaben in den zugehörigen Systembeschreibungen /EU 380, EU 381/ auf der Grundlage der hierfür aufgestellten VdS-Richtlinien /101, 102, 103, 246, 286/ errichtet und in Betrieb genommen werden. Bei Einhaltung der in diesen Richtlinien enthaltenen Anforderungen an die Auslegung und die technische Ausführung dieser Anlagen ist unserer Ansicht nach eine ausreichende Zuverlässigkeit der Brandbekämpfung gewährleistet. Weitergehende Anforderungen bestehen nicht.

Eine Überprüfung der in den Antragsunterlagen /EU 380, EU 381, EU 428/ aufgeführten Auslegungsmerkmale und -daten auf Erfüllung der in den VdS-Richtlinien gestellten Anforderungen ergab keine Beanstandungen. Nur die Einsatzmengen der verschiedenen Löschanlagen ließen sich nicht abschließend beurteilen, da die hierfür zu beachtenden Randbedingungen erst im Zuge der weiteren Ausführungsplanung der Gesamtanlage bekannt werden. Gleiches gilt auch für die technische Ausführung aller Löschanlagen, da wesentliche Details, wie z.B. die Auswahl und Anordnung von Löschdüsen oder die Dimensionierung und Verlegung von Feuerlöschleitungen, von den örtlichen Gegebenheiten des Löschbereiches abhängen und somit erst im Zuge der Ausführungsplanung festgelegt werden können. Wir sehen es jedoch als ausreichend an, wenn ein unabhängiger Sachverständiger - wie vorgesehen /EU 101, EU 380, EU 381/ - die technische Ausführung der Löschanlagen planungs- und baubegleitend prüft und bei den Abnahmeprüfungen die Funktionstüchtigkeit kontrolliert.

Die bordfesten Löscheinrichtungen des Seitenstapelfahrzeugs bewerten wir in Kapitel 2.4.2 zusammen mit den Brandschutzmaßnahmen an den unter Tage eingesetzten Fahrzeugen.

Mit der Einstufung der Mehrzahl der im Kontrollbereich installierten stationären Löschanlagen in den QS-Bereich 3.1 wird den besonderen sicherheitstechnischen

Anforderungen dieser Anlagenteile entsprechen. Konsequenterweise sollte dies dann aber auch für alle dort vorgesehenen Löschanlagen geschehen. Die CO<sub>2</sub>-Objektlöschanlage im Maschinenraum des Lüftergebäudes ist in den QS-Bereich 3.1 einzustufen /AV 2.4-6/. Die Rahmenbeschreibung zur Einstufung in QS-Bereiche /EU 344/ ist entsprechend zu ändern. Bei den übrigen außerhalb des Kontrollbereiches geplanten stationären Löschanlagen bestehen gegen die vorgenommene Einstufung keine Einwände.

Zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit werden in den VdS-Richtlinien /101, 102, 103/, die auch Grundlage für die Planung und Errichtung der Löschanlagen sein sollen /EU 380, EU 381/, regelmäßige Kontrollen durch den Betreiber und durch Sachverständige vorgeschrieben. Gleichlautende Anforderungen sind auch im KTA-Regelwerk enthalten /95/. Um die für diese Prüfungen festgelegten Fristen korrekt einhalten zu können, bedarf es u. E. verbindlicher Festlegungen in einer Terminliste. Eine derartige Prüfliste ist als Bestandteil des Betriebshandbuches/Prüfhandbuches bereits vorgesehen /EU 316/. Sie enthält allerdings nur in den QS-Bereich 3.1 eingestufte Löschanlagen und ist auch darin derzeit noch unvollständig, da die Sprühwasserlöschanlagen für den Medienkanal, die Schaumlöschanlage für das Lager für flüssige Abfälle II, die Inergen-Löschanlagen im Bauteil B und CO<sub>2</sub>-Objektlöschanlage im Lüftergebäude nicht aufgeführt sind. Insgesamt sehen wir den Umfang der in der Prüfliste aufgeführten prüfpflichtigen Löschanlagen als unzureichend an. Wir halten es deshalb für erforderlich, für alle stationären Löschanlagen in den Tagesanlagen am Schacht Konrad 2 die Durchführung wiederkehrender Prüfungen verbindlich in einer Prüfliste festzulegen /AV 2.4-7/.

Die in den VdS-Richtlinien /101, 102, 103/ geforderten Prüfungen sind z. T. täglich oder wöchentlich, z. T. aber auch in mehrmonatigen Abständen bis zu einem Jahr vorzunehmen. Die in der Prüfliste /EU 316/ genannten Fristen halten wir demgegenüber nicht für ausreichend. Einen geeigneten, dem Stand der Technik entsprechenden Kompromiß stellen die im Regelentwurf zur KTA-Regel 2101.3 /95/ aufgeführten Prüfumfänge und -fristen dar. Der Prüfumfang und die Prüfintervalle für die wiederkehrenden Prüfungen an den stationären Löschanlagen sind entsprechend den Vorgaben des Regelentwurfs zur KTA-Regel 2101.3, festzulegen /AV 2.4-8/.

Zusammenfassend können wir bestätigen, daß in den Tagesanlagen am Schacht Konrad 2 bei Berücksichtigung unserer Auflagenvorschläge AV 2.4-6 bis AV 2.4-8 alle Bereiche mit erhöhten Brandrisiken durch stationäre Löschanlagen geschützt und die Löschanlagen in einer Weise geplant, errichtet und betrieben werden, die der sicherheitstechnischen Bedeutung dieser Anlagenteile angemessen ist. Weitergehende Anforderungen sind nicht zu stellen.

### **2.4.1.6.3 Einrichtungen zur manuellen Brandbekämpfung**

Für die manuelle Brandbekämpfung außerhalb der Gebäude sind auf dem Anlagengelände am Schacht Konrad 2 längs der Löschwasser-Ringleitungen im Abstand von etwa 70 m voneinander 19 Überflurhydranten vorgesehen. Im Bereich der LKW-Parkplätze zwischen Betriebshof und Umladehalle werden zusätzlich vier Wandhydranten installiert, die mit 30 m C-Schlauch und einem Strahlrohr ausgestattet sind /EU 145.2, EU 419/.

Innerhalb der Umladeanlage und des Förderturms steht ein Wasserlöschsystem mit Wandinnenhydranten für die Brandbekämpfung zur Verfügung. Die Wandhydranten sind mit 30 m langen formbeständigen Druckschläuchen und D-Strahlrohren ausgerüstet. In der Pufferhalle und in der Umladehalle werden diese so angeordnet, daß alle Hallenflächen von mindestens einem Hydranten aus mit Löschwasser beaufschlagt werden können /EU 278/. Zusätzlich werden am LKW-Parkplatz, im Bereich der Umladeanlage und der Pufferhalle, im Förderturm mit der Schachthalle und am Hauptleitstand Handfeuerlöscher bereitgestellt. Ein Teil wird jeweils in den Wandhydrantenschränken angeordnet. Die übrigen Löscher befinden sich in Rettungswegen, an Ein- und Ausgängen sowie in Korridoren und Treppenhäusern /EU 145.2/. In der Umladehalle und am LKW-Parkplatz wird je ein fahrbarer 250-kg-Löscher aufgestellt /EU 145.2/. Die Anzahl der Handfeuerlöscher sowie die Art der Löschmittel werden entsprechend der Brandgefährdung und der Größe des jeweiligen Raumbereiches festgelegt /EU 278/.

Die Einrichtungen zur manuellen Brandbekämpfung sind vom Antragsteller in den QS-Bereich 2 eingestuft worden /EU 344/. Eine Überprüfung der Funktionstüchtigkeit soll einmal pro Jahr durch fachkundiges Personal erfolgen /EU 316/.



### Bewertung

Gegen die Anordnung der Überflurhydranten auf dem Schachtgelände haben wir keine Einwände.

Die Installation der vier Wandhydranten am LKW-Parkplatz ist positiv zu bewerten, weil sie beim Brand eines beladenen LKW eine frühzeitige und wirkungsvolle Brandbekämpfung ermöglichen. Die vier Außenhydranten werden allerdings aus dem Löschwassersystem gespeist, so daß bei einem Ausfall der öffentlichen Versorgung eine wirkungsvolle Brandbekämpfung erst nach Eintreffen der Feuerwehr, also frühestens nach etwa 15 Minuten, möglich ist (vgl. Kap. 2.4.1.8 dieses Gutachtens). In der Zwischenzeit läßt sich der Brand mit Hilfe der vorhandenen mobilen Löschgeräte (Handfeuerlöscher, fahrbarer 250-kg-Löschler) so eindämmen, daß es nicht zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe kommt. Da auf diese Weise die Zuverlässigkeit der Brandbekämpfung für LKW auf dem LKW-Parkplatz an die in der Umladeanlage angeglichen wird, sind wir mit der Auslegung der Löschwasserversorgung am LKW-Parkplatz einverstanden.

Innerhalb der Umladeanlage und des Förderturms müssen die Wandhydranten so verteilt sein, daß für jeden Raum des Kontrollbereichs, der nicht durch stationäre Löschanlagen geschützt ist, ausreichende Möglichkeiten für die Bekämpfung von Entstehungsbränden bestehen. Mit der vorgesehenen Anzahl der Wandhydranten läßt sich diese Anforderung in allen Teilen des Kontrollbereichs erfüllen. Die genaue Anordnung der einzelnen Hydranten soll erst im Rahmen der Detailplanung festgelegt werden /EU 145.2/. Da hierfür auch der mit der Bauüberwachung beauftragte Brandschutzsachverständige hinzugezogen wird, haben wir dagegen keine Einwände.

Bei der Ausstattung der Betriebsräume des Kontrollbereichs mit mobilen Brandbekämpfungseinrichtungen muß neben den Anforderungen der konventionellen Vorschriften, wie z.B. der Arbeitsstättenverordnung /85/, auch berücksichtigt werden, daß bei einem Ausfall des Löschwassersystems in allen Räumen mit Aktivitätsinventar eine ausreichende Löschmittelmenge zur Verfügung steht. Wir haben die Dispositionspläne der Feuerlöscheinrichtungen /EU 145.2/ unter diesen Gesichtspunkten überprüft und festgestellt, daß Art und Menge der im Kontrollbereich verfügbaren

Löschmittel diesen Anforderungen genügen. Gegen die vorgesehene Auswahl der mobilen Löscheinrichtungen bestehen keine Einwände. Die endgültige Platzierung der einzelnen Löscher soll erst später mit dem unabhängigen Brandschutzsachverständigen abgestimmt werden. Damit sind wir einverstanden.

Zur Qualitätssicherung bei der Auswahl und dem Betrieb der Einrichtungen zur manuellen Brandbekämpfung wird ausgeführt, daß ausschließlich erprobte und betriebsbewährte Serienprodukte zum Einsatz kommen, die nach den Regeln des DIN und nach Herstellerangaben gewartet und überprüft werden /EU 145.2/. Diese Maßnahmen sehen wir als ausreichend an. Die Einstufung in den QS-Bereich 2 können wir unter den gegebenen Randbedingungen (vgl. Kapitel 2.3.5.1.1) akzeptieren. Die in der Prüfliste /EU 316/ genannten Fristen für die Überprüfung dieser Einrichtungen genügen den zu stellenden Anforderungen. Die Prüfprotokolle sind einmal jährlich einem unabhängigen Sachverständigen zur Einsichtnahme vorzulegen /AV 2.4-9/.

### 2.4.1.7 Rettungswege

Nach den Übersichtsplänen Brandschutz und Fluchtwege /EG 43/ sind in den Außenwänden der ebenerdig gelegenen Kontrollbereichsräume zusätzlich zu den Zu- und Ausfahrttoren Notausgänge vorgesehen, die direkt ins Freie führen. Außerdem besteht in jedem Fall noch die Möglichkeit, über Brandschutztüren in benachbarte Brandabschnitte auszuweichen, von wo aus dann ein gesicherter Rettungsweg ins Freie führt. Am Übergang vom Sozial- und Bürobereich in die Umladehalle befindet sich eine Schleuse mit einer rauchdichten Tür, die auch bei einer eventuellen Verrauchung der Umladehalle ein Verlassen dieses Bereiches über den regulären Kontrollbereichsausgang ermöglicht. Die nicht ebenerdig gelegenen Betriebsräume werden über Treppenträume erschlossen, die als gesicherte Rettungswege ausgelegt sind /EU 278/. Zusätzlich sind für einige dieser Räume noch Notausstiege vorgesehen.

### Bewertung

In der DVNBauO /81/ wird die Forderung erhoben, daß von jeder Stelle eines Aufenthaltsraumes aus in demselben Geschoß ein Treppenraum oder ein Ausgang ins

Freie in einer Entfernung von höchstens 35 m erreichbar sein muß. Zusätzlich sind nach der NBauO /111/ für alle Aufenthaltsräume zwei voneinander unabhängige Rettungswege vorzusehen. Wir haben die Erfüllung dieser Anforderungen für alle Kontrollbereichsräume überprüft. Dabei ergaben sich zur Länge, zum Verlauf und zur bautechnischen Ausführung der Rettungswege keine Einwände.

Für die Türen im Zuge von Flucht- und Rettungswegen wird in den Antragsunterlagen /EU 101/ festgelegt, daß diese mit Ausnahme der Eingangstüren vom Freien und der Zugangstüren zu Treppenträumen bei nur einer Fluchtrichtung generell in diese aufschlagen sollen. Diese Auslegung entspricht aber hinsichtlich der vorgenommenen Einschränkung nicht exakt den Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung /85/ und ist nur in besonders begründeten Ausnahmefällen zulässig. Außerdem haben wir bei der Überprüfung der Gebäuderißzeichnungen /EU 145.2/ mehrere Türen gefunden, die entgegen der o. g. Festlegung nicht in Fluchtrichtung aufschlagen.

Die Aufschlagrichtung der im Verlauf von Fluchtwegen gelegenen Türen ist grundsätzlich so festzulegen, daß diese Türen in Fluchtrichtung zu öffnen sind. Ausnahmen bedürfen der Prüfung durch einen unabhängigen Brandschutzsachverständigen und sind im baurechtlichen Verfahren zu entscheiden /AV 2.4-10/.

Die Forderung nach zwei voneinander unabhängigen Fluchtwegen wird für die Betriebsräume, die zum dauernden Aufenthalt von Personen bestimmt sind, im erforderlichen Umfang erfüllt. Bei Berücksichtigung unseres Auflagenvorschlags AV 2.4-10 bestehen keine Einwände gegen die vorgesehenen Flucht- und Rettungswege.

### **2.4.1.8 Einsatz von Feuerwehr und Betriebspersonal**

Für die Brandbekämpfung in den Tagesanlagen am Schacht Konrad 2 ist die Berufsfeuerwehr Salzgitter zuständig, die bei normalen Witterungsbedingungen etwa 7 bis 8 Minuten nach der Alarmierung vor Ort eintrifft /EU 278/. Erste Brandbekämpfungsmaßnahmen müssen daher vom Betriebspersonal eingeleitet werden /EU 278/. Während des Einlagerungsbetriebes wird gewährleistet, daß ständig drei bis vier in der Brandbekämpfung ausgebildete Personen in der Umladeanlage anwesend sind. Außerhalb der Einla-

gerungszeiten befindet sich nur das Wachpersonal auf dem Schachtgelände, das aber auch in die regelmäßigen Unterweisungen des Betriebspersonals einbezogen wird (vgl. Kap. 4.3.2 dieses Gutachtens). Die Einrichtung einer Werksfeuerwehr ist nicht vorgesehen.

### Bewertung

Der Einsatz des Betriebspersonals und der öffentlichen Feuerwehr für die Brandbekämpfung wird durch bergrechtliche Verordnungen /14/ und das Niedersächsische Brandschutzgesetz /82/ geregelt. Damit ist während des Einlagerungsbetriebes eine ausreichend zuverlässige und wirksame Brandbekämpfung gewährleistet.

Außerhalb der Einlagerungszeiten steht für die Einleitung erster Brandbekämpfungsmaßnahmen das Wachpersonal zur Verfügung, das aufgrund der regelmäßigen Einweisungen in die Handhabung der Brandbekämpfungseinrichtungen ebenfalls qualifiziert ist, einen Brand bis zum Eintreffen der Feuerwehr unter Kontrolle zu halten. Auf diese Weise kann das in den Tagesanlagen bestehende Brandrisiko auch außerhalb des Einlagerungsbetriebes ausreichend beherrscht werden. Deshalb sehen auch wir keine Notwendigkeit für die Einrichtung einer Werksfeuerwehr.

## **2.4.2 Brandschutz unter Tage**

### **2.4.2.1 Bewertungskriterien für den Brandschutz unter Tage**

Die grundsätzlichen Anforderungen an den Brandschutz unter Tage sind in Verordnungen, Vorschriften, Richtlinien und Verfügungen enthalten, die das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld auf der Grundlage des Bundesberggesetzes /104/ erlassen hat. Bei der Begutachtung berücksichtigen wir:

- die Allgemeine Bergverordnung (ABVO) /14/,
- die Fahrzeugbauvorschriften /15/,
- die Fahrzeugbetriebsrichtlinien /16/.

Außerdem ziehen wir die Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk /6/ heran.

### **2.4.2.2 Schutzziele und Begutachtungsumfang für den Brandschutz unter Tage**

Analog zur Vorgehensweise bei der Begutachtung des Brandschutzes in den übertägigen Anlagen betrachten wir auch unter Tage nur die Bereiche, in denen die Einhaltung nuklearer Schutzziele zu gewährleisten ist. Dies betrifft die im Kontrollbereich gelegenen Einlagerungstransportstrecken, das Einlagerungsfüllort am Schacht Konrad 2 sowie die Entlade- und Einlagerungskammern. Weiterhin betrachten wir auch die in den Gruben- nebenräumen des Kontrollbereichs untergebrachten Betriebsstätten wie Tanklager, Werkstatt oder Betriebsmittellager hinsichtlich des bestehenden Brandrisikos, da dort entstandene Brände zu einer direkten Aktivitätsfreisetzung aus kontaminierten Betriebsabfällen führen können.

Die bergrechtlichen Anforderungen, die zur Beherrschung der Brandrisiken zu erfüllen sind, werden in den Verfahren nach Bergrecht geprüft. Zur Erfüllung der atomrechtlichen Anforderungen müssen mit den vorgesehenen Brandschutzmaßnahmen folgende Schutzziele erreicht werden:

- Verhinderung von Bränden, die durch Aktivitätsfreisetzung zu Strahlenexpositionen oberhalb der Störfallplanungswerte gemäß § 28 Abs.3 StrlSchV führen können, und
- Minimierung brandbedingter Aktivitätsfreisetzungen durch Begrenzung von Brandlasten, Reduzierung der Brandentstehungsmöglichkeiten und wirksame Bekämpfung von Entstehungsbränden.

Nachfolgend beschreiben wir für den unter Tage eingerichteten Kontrollbereich zunächst die insgesamt vorgesehenen Brandschutzmaßnahmen und bewerten dann diejenigen Einrichtungen und Maßnahmen, die unserer Ansicht nach erforderlich sind, um beim Betrieb des Endlagers die Einhaltung der vorgenannten Schutzziele sicherzustellen.

### 2.4.2.3 Brandschutzkonzept im Kontrollbereich unter Tage

In den untertägigen Teilen des Kontrollbereichs sind Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes vorgesehen, die dazu beitragen sollen, das Risiko einer Brandentstehung zu minimieren. Außerdem sollen nicht völlig auszuschließende Entstehungsbrände frühzeitig erkannt, wirksam bekämpft und möglicherweise auftretende Vollbrände auf den Entstehungsbereich begrenzt werden.

Zur Reduzierung des Risikos für eine Brandentstehung sollen in allen Bereichen des Grubengebäudes, in denen Abfallgebinde transportiert und gehandhabt werden, grundsätzlich nur geringe permanente Brandlasten vorhanden sein /EU 238/. Dementsprechend beschränkt sich das brennbare Inventar im Schacht Konrad 2 auf die Isolierstoffe der Leistungs- und Steuerkabel /EU 250, EU 278/.

Die Brandlasten im Füllort am Schacht Konrad 2 setzen sich zusammen aus den Kunststoffanteilen und den Isolierstoffen der elektrischen Einrichtungen, geringen Mengen an Hydraulik-Flüssigkeit aus den Auf- und Abziehvorrichtungen, den brennbaren Anteilen der Gummigleisbremsen /EU 278/ sowie den Kabelisolierungen, den Schmierstoffen und der Dekontbeschichtung des Portalhubwagens /EU 208/. Hinzu kommen noch brennbare flüssige und feste Betriebsabfälle, die aber nur in relativ geringen Mengen anfallen /EU 38.1, EU 38.2/.

In den Transportstrecken, in der Entladekammer und der Einlagerungskammer beschränkt sich das brennbare Inventar auf die Isolierstoffe und Kunststoffe der elektrischen Ausrüstung /EU 278/ und auf die im Betriebsablauf unvermeidbaren flüssigen und festen Betriebsstoffe und Abfälle /EU 38.1, EU 38.2/.

Außer den genannten stationären Brandlasten sind an allen betrachteten Betriebspunkten als temporäre Brandlasten die Fahrzeuge für den Gebindetransport und die Durchführung von Versatarbeiten sowie Service- und Befahrungsfahrzeuge mit den entsprechenden Dieselmotorkraftstoff- und Ölmengen, der Bereifung und zum Teil auch erheblichen Mengen an Hydraulikflüssigkeit vorhanden /EU 278/. Diese Fahrzeuge verkehren unregelmäßig in den genannten Bereichen, wobei sich bedingt durch den Einlagerungsablauf zeitweilig auch zwei Fahrzeuge gleichzeitig an einem Betriebspunkt befinden /EU 208/.

Für die im Kontrollbereich eingesetzten Fahrzeuge werden abseits der Transportstrecken in Grubennebenräumen Werkstätten, Schmiermittel- und Öllager, eine zentrale Sammelstelle für flüssige Abfälle sowie ein Tanklager für Dieselkraftstoff eingerichtet. Die Grubennebenräume werden als eigene Brandschutzabschnitte ausgebildet und durch Einrichtungen zur Branderkennung und -bekämpfung gesichert /1, EU 250, EU 278/. Das Tanklager enthält sechs doppelwandige Lagerbehälter mit insgesamt 42000 l Inhalt, die mit Überfüllsicherungen sowie Entlüftungs- und Füllstandsmeßeinrichtungen ausgestattet sind /EU 241/. Die Befüllung erfolgt über eine nicht absperrbare Falleitung. Die im Lager für Öl- und Schmiermittel vorhandenen Maschinen- und Hydraulikölvorräte werden auf maximal 500 l begrenzt /EU 278/. Brennbar flüssige Abfallstoffe können in einer Gesamtmenge von einigen tausend Litern angesammelt werden /EU 422/. Die Aufbewahrung der Betriebsstoffe und der Abfälle erfolgt in verschließbaren Metallbehältnissen /EU 278, EU 422/.

In den Werkstätten, die sich in einer Entfernung von über 30 m von der Transportstrecke befinden /1, EU 278/, sind als permanente Brandlasten nur geringe Mengen brennbarer Betriebsstoffe sowie die Kunststoff- und Gummienteile der Werkzeugmaschinen und des dort eingesetzten Gabelstaplers vorhanden. Hinzu kommen als temporäre Brandlasten die dort gewarteten Betriebsfahrzeuge sowie geparkte Servicefahrzeuge /EU 278/.

Die technischen Maßnahmen zur Vermeidung von Entstehungsbränden werden beim Betrieb des Endlagers durch organisatorische Regelungen für die Befüllung des zentralen Tanklagers, für das Betanken der Fahrzeuge und für die Durchführung von Arbeiten mit offenem Feuer ergänzt /EU 250/.

Zur Erkennung von Entstehungsbränden werden an den Betriebsstätten mit erhöhtem Brandrisiko (Tanklager, Öl- und Schmiermittellager, zentrale Sammelstelle für flüssige Abfälle, Leitstand im Füllort) automatische Brandmelder installiert /EU 167, EU 278/, die über zwei Brandmeldeunterzentralen in die übertägige Brandmeldeanlage eingebunden sind. Weiterhin sind im Ausziehstrom jeder Wetterabteilung zur Branderkennung CO-Meßgeräte vorgesehen, die den Wetterstrom kontinuierlich überwachen /EU 250/.

Für die manuelle Brandmeldung werden in der Einlagerungstransportstrecke und in den Einlagerungskammern Druckknopfbrandmelder angeordnet /EU 250/. Diese sind auf die Brandmeldeunterzentrale im Leitstand am Einlagerungsfüllort aufgeschaltet /EU 167/.

Die Alarmierung vor Ort erfolgt mit Blitzleuchten und Sirenen, deren Versorgung auch bei bereichsweisem Spannungsausfall über die Batterien der Brandmeldeanlage sichergestellt wird /EU 250, EU 167/. Zusätzlich kann das Betriebspersonal Brände auch über die betrieblichen Kommunikationseinrichtungen (Grubenfunk, Grubentelefon) an die Zentrale Warte am Schacht Konrad 1 melden.

Die Grubennebenräume mit dem zentralen Tanklager, dem Lager für Öle und Schmiermittel, der zentralen Sammelstelle "Flüssige Abfälle" sowie der Leitstand am Füllort Konrad 2 werden mit stationären Löschanlagen ausgerüstet /EU 250/. Zum Einsatz kommen Schaumlöschanlagen und CO<sub>2</sub>-Löschanlagen, die für den Raumschutz ausgelegt werden /EU 278/. Die Auslösung erfolgt automatisch über die Brandmeldeunterzentralen; eine manuelle Auslösung ist ebenfalls möglich.

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden wird das unter Tage anwesende Betriebspersonal eingesetzt. Hierfür werden in der Nähe von Elektroanlagen und Traforäumen, in den Werkstätten, in den Einlagerungskammern und im Füllort sowie auch an den Lagern für Reifen, Kraftstoff und Schmiermittel Feuerlöscher mit geeigneten Löschmitteln bereitgestellt. Ein Teil des Betriebspersonals wird regelmäßig in die Handhabung der Feuerlöscheinrichtungen eingewiesen /EU 250, EU 388/. Für die im Einlagerungsfüllort am Schacht Konrad 2, auf den Transportwagen, auf den Stapelfahrzeugen und bei Versatzarbeiten eingesetzten Mitarbeiter ist diese Ausbildung obligatorisch /EU 278/. Außerdem wird aufgrund bergrechtlicher Bestimmungen eine Grubenwehr eingerichtet, deren Mitglieder so in den Personalbestand integriert werden, daß im Alarmfall ein bis zwei Grubenwehrtrupps zur Verfügung stehen /EU 278/. Bei der Handhabung von Abfallgebinden im Füllort und in den Entladekammern ist mindestens eine Person anwesend, die zur Grubenwehr gehört /EU 250, EU 278/.

Im Bereich der Werkstätten und der Lager mit brennbaren Betriebs- und Abfallstoffen werden Vorkehrungen getroffen, um eine Brandausweitung auf andere Teile des Grubengebäudes zu verhindern. Die betreffenden Grubennebenräume werden so in die Wetterführung eingebunden, daß ihre Abwetter direkt in die Abwetterstrecken zum Schacht Konrad 2 strömen, ohne die Transportwege zu belasten /EU 250, EU 284/. Das Zentrale Tanklager, die Zentrale Sammelstelle "Flüssige Abfälle" und das Öl- und Schmiermittellager erhalten am Zugang feuerbeständige Wände und Türen. Öffnungen,



die für die durchgehende Bewetterung erforderlich sind, werden mit Brandschutzklappen gesichert /EU 250/.

Für den Transport und die Einlagerung der Abfallgebinde sowie die Durchführung von Versatarbeiten werden dieselbetriebene Fahrzeuge eingesetzt. Das Brandrisiko, das der Betrieb derartiger Fahrzeuge mit sich bringt, soll durch die technische Ausführung und durch Einrichtungen zur Branderkennung und -bekämpfung beherrscht werden /EU 278, EU 323/.

Zur Reduzierung der Brandgefahr werden betriebsmäßig heiße Teile wie Auspuff- und Bremsanlagen so angeordnet, daß sich Kraftstoffanlage, Hydraulikanlage und Reifen nicht unzulässig erwärmen. Bei Beschädigung oder Überfüllung des Kraftstoffsystems kann austretender Kraftstoff frei zur Fahrbahn abfließen, ohne betriebsmäßig heiße Teile zu berühren. Die Hydraulikanlage, die eine Mindestmengenanzeige mit optischer oder akustischer Warnung für den Fahrer erhält, wird so ausgelegt, daß bei Leitungs- oder Schlauchbrüchen ein vollständiges Ausströmen der Hydraulikflüssigkeit verhindert werden kann.

Die gesamte elektrische Anlage der Fahrzeuge läßt sich mit einem Batterie Hauptschalter spannungsfrei schalten. Bis auf die Anlasserleitung, die nur während des Anlaßvorgangs unter Spannung gesetzt wird, erhalten die einzelnen Stromkreise Sicherungen. Sämtliche elektrischen Leitungen des Bordnetzes werden so verlegt, daß sie vor unzulässiger Erwärmung und Beschädigung geschützt sind und ausreichenden Abstand zu Kraftstoff- und Hydraulikleitungen einhalten /EU 323/.

Zur Erkennung und Bekämpfung von Entstehungsbränden werden alle Fahrzeuge einschließlich des in der Umladeanlage eingesetzten Seitenstapelfahrzeugs mit Temperaturfühlem und bordfesten Löschanlagen ausgestattet. Die Temperaturfühler erfassen alle Fahrzeugbereiche mit höherer Entzündungsgefahr und höherer Brandlast, wie z.B. Motor, Wandler und Getriebe /EU 278/. Ihr Ansprechen wird in der Fahrerkabine optisch und außerhalb des Fahrzeugs akustisch angezeigt. Die Löschanlagen werden für zwei Löschangriffe ausgelegt und können von Hand durch Seilzüge an den Außenseiten des Fahrzeugs ausgelöst werden. Das Löschmittel (Trockenlöschpulver) wird in Druckflaschen unter einem Betriebsdruck von 60 bar aufbewahrt und bei der Auslösung innerhalb von etwa 1 bis 2 Sekunden ausgebracht /EU 323/. Die Löschdüsen sind so ange-

ordnet, daß alle Fahrzeugbereiche, in denen Brandlasten vorhanden sind oder Entzündungsmöglichkeiten bestehen, von dem Löschmittel erreicht werden.

Ergänzend dazu werden die Fahrzeuge für die Brandbekämpfung durch das Betriebspersonal mit zwei Handfeuerlöschern ausgerüstet.

Die Brandschutzsysteme der Einlagerungsfahrzeuge sind in den QS-Bereich 3.2 eingestuft worden, die Feuerlöscheinrichtungen der Versatzfahrzeuge in den QS-Bereich 3.1 /EU 344/. Angaben zu den Intervallen für die wiederkehrende Prüfung der Fahrzeuge und den daran beteiligten Personen sind in der Prüfliste /EU 316/ enthalten.

### Bewertung

Im untertägigen Bereich besteht das größte Risiko für brandbedingte Aktivitätsfreisetzungen beim Brand eines beladenen Transport- oder Stapelfahrzeugs. In der Störfallanalyse des Antragstellers /EU 228/ wird daher der Vollbrand eines beladenen Transportfahrzeugs als ein Ereignis definiert, das der Auslegung der Abfallgebinde zugrunde zu legen ist (vgl. Kapitel 5.2.2 dieses Gutachtens). Hierfür wurde auf der Basis experimenteller Untersuchungen /EU 36.11, EU 36.12/ eine Modellkurve für den bei einem Fahrzeugbrand zu erwartenden Temperatur-Zeit-Verlauf ermittelt /EU 132.1, EU 132.3/. Die Signifikanz dieser Kurve bewerten wir in Kap. 5.2.2.2 dieses Gutachtens; die aus der thermischen Einwirkung resultierenden Quellterme behandeln wir in Kap. 5.5.3 dieses Gutachtens.

Voraussetzung für die Einhaltung dieser Modellkurve bei einem realen Fahrzeugbrand ist die Beschränkung des Brandinventars (Öle, Hydraulikflüssigkeit, Reifen, Fahrzeugausrüstung) auf die Mengen, die bei der Ermittlung der Kurve zugrunde gelegt wurden /EU 132.1, EU 132.3, EU 389/. Für die Auslegung aller Fahrzeuge werden daher die zulässigen Brandlasten in den Spezifikationen oder Systembeschreibungen /EU 208, EU 358, EU 359, EU 406, EU 407/ festgelegt.

Darüber hinaus sind besondere Maßnahmen zur Reduzierung des Brandrisikos vorgesehen. Dies wird bei der Konstruktion der Fahrzeuge im wesentlichen durch die Berücksichtigung der in den bergrechtlichen Vorschriften und Richtlinien /15, 16,

241/ enthaltenen Auslegungsanforderungen erreicht, deren Umsetzung von der Bergbehörde sowie von der Eigenüberwachung des BfS und von ihnen zugezogenen unabhängigen Sachverständigen überprüft wird /EU 250/. Außerdem werden Temperaturfühler, Pulver-Löschanlagen und zusätzliche Feuerlöscher zur Verbesserung der Branderkennung und Brandbekämpfung an den Fahrzeugen installiert.

Die Maßnahmen sehen wir bei Berücksichtigung unseres Auflagenvorschlags AV 2.4-1 (vgl. Kap. 2.4.1.3 dieses Gutachtens) als ausreichend und geeignet an, um die Eintrittswahrscheinlichkeit für Fahrzeugvollbrände durch die sichere Beherrschung von Entstehungsbränden zu verringern. Gegen die manuelle Auslösung der Löschanlagen haben wir keine Einwände, weil dadurch die Gefahr von Fehlauflösungen vermieden wird. Das Risiko, daß eine Löschanlage im Brandfall überhaupt nicht ausgelöst wird, weil der Fahrzeugführer z.B. infolge einer vorausgegangenen Kollision des Fahrzeugs mit dem Stoß hierzu nicht in der Lage ist, sehen wir in Anbetracht der zulässigen maximalen Fahrgeschwindigkeiten als gering an.

Die Ausführungsunterlagen der Brandschutzeinrichtungen werden bei der Herstellung der Fahrzeuge von einem Sachverständigen vorgeprüft, der dann auch bei der Inbetriebnahme die technische Ausführung dieser Einrichtungen kontrolliert /EU 208, EU 358, EU 359, EU 406, EU 407/. Darüber hinaus ist bei der Abnahme der Erstfahrzeuge für jeden Fahrzeugtyp eine scharfe Auslösung der Löschanlage vorgesehen, um so deren Wirksamkeit nachzuweisen /EU 323/. Da hierbei zu ersehen ist, ob alle brandgefährdeten Teile mit einer ausreichenden Löschmittelmenge beaufschlagt werden, sehen wir diese Art der Nachweisführung als ausreichend an.

Der Umfang der bei der Herstellung der Fahrzeuge vorgesehenen qualitätssichernden Maßnahmen entspricht den Anforderungen, die aus der Einstufung in die QS-Bereiche 3.1 bzw. 3.2 resultieren. Die Zuordnung zu diesen QS-Bereichen ist aus brandschutztechnischer Sicht richtig.

Die Funktionstüchtigkeit der Brandschutzeinrichtungen wird in wiederkehrenden Prüfungen kontrolliert. Der vorgesehene Umfang und die Häufigkeit dieser Kontrollen sind angemessen. Einmal jährlich erfolgt eine Kontrolle mit Sachverständigenbeteiligung /EU 316/. Dies ist unserer Ansicht nach ausreichend.

Größere Auswirkungen im Brandfall, als sie durch den angenommenen Temperatur-Zeit-Verlauf beim Brand eines Fahrzeugs vorgegeben sind, können eintreten, wenn zusätzlich zum Fahrzeug weitere Brandlasten vorhanden sind, wie z.B. aus betrieblichen Einrichtungen oder aus anderen Fahrzeugen. Für diese Fälle muß durch wirksame Einrichtungen zur Branderkennung und Brandbekämpfung sichergestellt werden, daß sich ein Brandereignis nicht über das Entstehungsstadium hinaus entwickeln kann. Deshalb betrachten wir die an einzelnen Betriebspunkten möglichen Brandszenarios, die zu einer Aktivitätsfreisetzung führen können, und bewerten die insgesamt vorgesehenen Maßnahmen im Hinblick auf die Einhaltung der in Kapitel 2.4.2.2 dieses Gutachtens genannten Schutzziele. Hierbei unterscheiden wir

- Brände in den Einlagerungstrecken,
- Brände in den Grubennebenräumen,
- Brände am Einlagerungsfüllort, in der Entladekammer und in der Einlagerungskammer.

In den Einlagerungstransportstrecken sollen nach Angaben des Antragstellers /EU 278/ nur geringe permanente Brandlasten aus den Kunststoffanteilen der Kabel und elektrischen Einrichtungen vorhanden sein. Entsprechende Festlegungen werden im Zechenbuch/Betriebshandbuch getroffen; ihre Einhaltung wird durch einen unabhängigen Sachverständigen kontrolliert /EU 250/. Damit sind wir einverstanden.

Eine Kollision von beladenen Transportfahrzeugen mit anderen in der Einlagerungstransportstrecke verkehrenden Fahrzeugen, bei der nach den Ergebnissen der Störfallanalyse /EU 228/ als Folge der Brand zweier Fahrzeuge zu unterstellen ist, soll durch Maßnahmen der Verkehrsplanung und -führung verhindert werden /EU 324/. Die Verkehrslenkeinrichtungen haben wir im Kapitel 2.3.1.4.4 dieses Gutachtens behandelt. Die brandschutztechnischen Anforderungen sind erfüllt.

Die Grubennebenräume für das Tanklager, das Öl- und Schmiermittellager, die Sammelstelle für flüssige Abfälle und die Werkstätten sind in Querschlägen und Nebenstrecken angeordnet, die keine direkte Anbindung an die Transportstrecken besitzen. Die Entfernung von den Grubennebenräumen zur Einlagerungstransportstrecke beträgt mindestens 30 m /EU 241, EU 278/. Bei einem Brand werden durch die Wetterführung heiße Brahdgase aus diesen Grubennebenräumen von den Transportstrecken ferngehalten und direkt den Abwetterstrecken zugeführt /EU 250/.

Wir halten bei einem Brand im Werkstatt- und Lagerbereich eine Beeinträchtigung von Abfallgebinden für hinreichend unwahrscheinlich, weil Gebinde abseits der Transportstrecken nicht in unmittelbarer Nähe der Grubennebenräume abgestellt werden. Für die Betankung der Transportfahrzeuge sind entsprechende organisatorische Regelungen vorgesehen /EU 250, EU 278/. Für den Fall, daß die Weiterfahrt eines beladenen Transportfahrzeugs infolge eines technischen Defekts nicht möglich ist, sind Vorkehrungen getroffen, um das Fahrzeug entladen zu können, bevor es zur Instandsetzung in die Werkstatt gebracht wird (vgl. Kap. 4.2 dieses Gutachtens).

Bei Bränden in den Lagerräumen für feste und flüssige Betriebsabfälle sind brandbedingte Aktivitätsfreisetzungen grundsätzlich nicht auszuschließen. Das in den Betriebsabfällen des Endlagers vorhandene Aktivitätsinventar ist aber so gering (vgl. Kap. 2.3.5 dieses Gutachtens), daß an die dort vorgesehenen Brandschutzmaßnahmen aus unserer Sicht keine weitergehenden Anforderungen zu stellen sind. Die in KTA 3604 /79/ enthaltene Forderung nach automatischen Branderkennungseinrichtungen für die Abfallager sehen wir durch die installierten Brandmelder und die vorgesehene CO-Überwachung der einzelnen Wetterstrecken als ausreichend erfüllt an.

Die Betriebspunkte, an denen es im Brandfall zu unzulässigen Aktivitätsfreisetzungen kommen kann, reduzieren sich somit auf das Einlagerungsfüllort, die Entladekammer und die Einlagerungskammer, wo das zu berücksichtigende Brandinventar durch betriebliche Einrichtungen, zusätzliche Betriebsstoffe, brennbare Abfälle und unter Umständen durch die Anwesenheit eines zweiten Fahrzeuges (z.B. Kombination Transportwagen/Stapelfahrzeug oder Versatzschleudermaschine/Versatztransportfahrzeug) vergrößert werden. Insofern ist für diese Orte nicht auszuschließen, daß der Brandverlauf durch die Temperatur-Zeit-Kurve /EU 132.1/ nicht mehr abgedeckt wird. An die Brandschutzmaßnahmen sind deshalb erhöhte Anforderungen zu stellen.

Zunächst soll das Risiko für eine Brandentstehung durch betriebliche Regelungen für den Umgang mit brennbaren Betriebsstoffen verringert werden. Entsprechende Anweisungen werden in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufgenommen; ihre Einhaltung wird durch unabhängige Sachverständige kontrolliert /EU 250/. Bei Berücksichtigung unseres Auflagenvorschlags AV 2.4-1 (vgl. Kap. 2.4.1.3 dieses Gutachtens)

sind wir mit dieser Vorgehensweise einverstanden. Eine frühzeitige Branderkennung ist unserer Ansicht nach durch das anwesende Betriebspersonal gewährleistet.

Die Grubenwehr trifft infolge der relativ langen Ausrüst- und Anfahrtzeit erst dann vor Ort ein /EU 278/, wenn eine manuelle Brandbekämpfung wegen der extrem hohen Brandraumtemperaturen /EU 115/ nicht mehr möglich ist. Für die Bekämpfung der Entstehungsbrände kann deshalb auch nur auf das anwesende Betriebspersonal zurückgegriffen werden. Aus diesem Grunde ist vorgesehen, daß an diesen Betriebspunkten mindestens ein Angehöriger der Grubenwehr präsent ist und daß die Fahrzeugführer im Umgang mit Löscheinrichtungen besonders geschult sind. Für die Brandbekämpfung stehen an diesen Betriebspunkten jeweils zwei fahrbare Pulverlöcher mit 50 kg Inhalt zur Verfügung /EU 250/. Mit diesen Löschmitteln können auch Treibstoffbrände, die nach der Analyse der Brandentwicklung /EU 132.3/ den Übergang zum Fahrzeugvollbrand einleiten, wirkungsvoll bekämpft werden.

Die unter Tage eingesetzten mobilen Feuerlöscher entsprechen der Bergbau-Feuerlöschgeräte-Verordnung /105, EU 250/. Dadurch wird gewährleistet, daß nur solche Bauarten von Löschern eingesetzt werden, die für die untertägigen Einsatzbedingungen erprobt sind. Der Umfang der regelmäßigen Überprüfungen, die eine ständige Funktionsbereitschaft gewährleisten sollen, wird im Zechenbuch/Betriebshandbuch geregelt /EU 316/. Die vorgesehenen Fristen sehen wir als ausreichend an.

Zusammenfassend können wir bestätigen, daß für alle Phasen des Gebindetransports vom Füllort bis zur Einlagerungskammer ausreichende Brandschutzmaßnahmen vorgesehen sind, um das Risiko für brandbedingte Aktivitätsfreisetzungen zu minimieren. Weitergehende Maßnahmen halten wir bei Berücksichtigung unseres Auflagenvorschlags AV 2.4-1 (vgl. Kap. 2.4.1.3 dieses Gutachtens) nicht für erforderlich.

### **2.5 Abfälle**

#### **2.5.1 Eigenschaften der Abfälle**

##### **2.5.1.1 Abfallarten und Abfallmengen**

Angaben zu den Abfallarten sowie zu den Aktivitätsinventaren der Abfallgebinde, zur Art des ursprünglichen Rohabfalles und zu den Konditionierungsverfahren sind in Datenblättern enthalten, die zu dem Bericht PTB-SE-IB 3 /EU 36.01/ gehören. Diese Datenblätter unterscheiden nach Entstehungsart der Abfälle zwischen:

- Kraftwerksabfällen,
- BE-Fabrikabfällen,
- Abfällen aus Forschungseinrichtungen,
- Wiederaufarbeitungsabfällen,
- Stilllegungsabfällen,
- sonstigen Abfällen.

Die genannten Datenblätter enthalten Angaben zum Rohabfall, zu den Konditionierungsverfahren und zur Verpackung. Weiterhin geben sie Auskunft zum Nuklidinventar, zur Dosisleistung und zur Wärmeleistung je Gebinde.

Der Ermittlung der Aktivität von sicherheitstechnisch relevanten Radionukliden am Ende der Betriebsphase des Endlagers hat der Antragsteller den Bericht ET-IB-18 /EU 327/ zugrundegelegt, in dem er die Ergebnisse weiterer Untersuchungen zu den Abfallarten und den Inventaren zusammengefaßt hat.

Der Antragsteller ist von den folgenden Annahmen ausgegangen:

- Die Abfälle aus Kernkraftwerken stammen aus 17 Druckwasser- und 5 Siedewasserreaktoren mit einer gesamten Leistung von 28 GW.
- Die inländische Wiederaufarbeitung liefert bis zum Jahr 2000 die Abfallprodukte aus der Verarbeitung von 2800 t abgebrannter Brennelemente; ab 1990 werden Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland zurückgeliefert.
- Der jährliche Anfall von Abfallgebinden aus Landessammelstellen, der Forschung, der kerntechnischen Industrie und sonstiger Herkunft bleibt auf dem Niveau, welches 1984 ermittelt wurde.

- Der Abfall aus der Stilllegung von kerntechnischen Einrichtungen kommt aus den folgenden Anlagen: Forschungsreaktor 2 in Karlsruhe, Heißdampfreaktor in Großweilheim, Nuklearanlage der "Otto Hahn", Kernkraftwerk Niederaichbach, Versuchsatomkraftwerk Kahl, Anlage der Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor in Jülich.

Auf der Grundlage dieser Annahmen wurde ein Gesamtvolumen von 500 000 m<sup>3</sup> ermittelt. Auf die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung entfallen 32,1 % des Volumens, aus den Kernkraftwerken 33,7 % und aus den Großforschungseinrichtungen 26,2 %. Die sonstigen Abfallverursacher verbringen 0,3 % des Abfallvolumens in das Endlager.

Ausgehend von diesen Volumenströmen werden die Aktivitätsinventare des Endlagers am Ende der Betriebsphase ermittelt. Für die verschiedenen Abfallarten werden Erwartungswerte der Aktivität sicherheitstechnisch relevanter Radionuklide angegeben. Aus diesen Erwartungswerten leitet der Antragsteller unter Beachtung der Sicherheitsanalysen z.B. zur Nachbetriebsphase im Bericht /EU 327/ Antragswerte für Einzelnuclide und Gesamtaktivitäten ab. Die Gesamtaktivität wird am Ende der Betriebsphase zu über 98 % von den  $\beta/\gamma$ -Strahlern bestimmt. Die Nuklide H 3, Pu 241 und Co 60 liefern als Einzelnuclide die größten Beiträge zur Gesamtaktivität. Auf die Antragswerte zu den Aktivitätsinventaren gehen wir in Kap. 3.1.4 dieses Gutachtens ein.

Im Bericht ET-IB-27 /EU 366/ hat der Antragsteller die Konsequenzen für das Abfallaufkommen aufgrund des Entfalls einer deutschen Wiederaufarbeitungsanlage dargestellt. Danach nimmt der Antragsteller an, daß das Gesamtvolumen der Abfälle aus der ausländischen Wiederaufarbeitung nunmehr 140 745 m<sup>3</sup> beträgt und daß sich die Gesamtzahl der endzulagernden Transporteinheiten von 116 049 auf 96 457 verringert. Weiterhin zeigt der Antragsteller, daß keine Erhöhung der Aktivitätsinventare zu erwarten ist, durch die eine Überarbeitung der Sicherheitsanalysen erforderlich wäre.

### Bewertung

Die Angaben des Antragstellers zu den Kraftwerksabfällen berücksichtigen den durchschnittlichen Mengenanfall von Rohabfall in Kernkraftwerken mit Druck- oder Siedewasserreaktoren. Die Aktivitätsangaben stellen obere Abschätzungen dar; es ist zu erwarten, daß die tatsächlich anfallenden Kernkraftwerksabfälle im Mittel gerin-



gere Rohabfallaktivitäten enthalten werden. Die im Bericht PTB-SE-IB 3 /EU 36.01/ beschriebenen Konditionierungsverfahren entsprechen nicht mehr in vollem Umfang dem heutigen Stand der Abfallverarbeitungstechnik, da seit Erstellung des Berichtes weitere Konditionierungsverfahren zur Anwendung gekommen sind. Es ist jedoch festzustellen, daß die in dem genannten Bericht enthaltenen Angaben zu den dort betrachteten Konditionierungsverfahren zutreffend sind und für diese Verfahren den aktuellen Stand richtig wiedergeben.

Die Angaben zu den BE-Fabrikabfällen sind nach unserer Ansicht hinsichtlich des Aktivitätsgehaltes des Rohabfalles ebenfalls als abdeckend und nicht als zu erwartende Mittelwerte zu verstehen. Die für diese Abfallart angeführten Konditionierungsverfahren, wie z.B. das Zementieren, sind mittlerweile in großem Umfang durch Verfahren mit größerer Volumenreduktion ersetzt worden.

Die Datenblätter über die Abfälle aus Wiederaufarbeitungsanlagen in der Unterlage /EU 36.01/ berücksichtigen nicht die Entscheidung der deutschen Betreiber von Kernkraftwerken, auf die Errichtung einer deutschen Wiederaufarbeitungsanlage zu verzichten und stattdessen die Wiederaufarbeitungskapazität ausländischer Anlagen zu nutzen. Die Unterlage /EU 366/ enthält jedoch Datenblätter zu den zu erwartenden Abfällen aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich.

Abfälle aus Forschungseinrichtungen und sonstige Abfälle, z.B. aus Landessammelstellen oder von der Bundeswehr, sind in ihren Aktivitätsgehalten und in ihrer Produktform sehr heterogen, so daß eine generelle Bewertung der Angaben in den Datenblättern für diese Abfallgruppe hier nicht erfolgen kann. Die Angaben sind jedoch hinsichtlich der zu verarbeitenden Rohabfallmengen plausibel. Die Datenblätter für die Stilllegungsabfälle enthalten nur Abschätzungen des zu erwartenden Abfallaufkommens.

Die genannte Unterlage /EU 36.01/ kann somit nicht alleine zur Bewertung der zu erwartenden Abfallarten und der Aktivitätsinventare herangezogen werden. Anhand der beiden Unterlagen /EU 366, EU 327/ zeigt der Antragsteller, daß die auf der Grundlage nicht mehr aktueller Annahmen ermittelten Gesamtaktivitätsinventare so umfassend sind, daß sie auch nach einer Änderung des Wiederaufarbeitungskonzeptes und damit auch der einzelnen Abfallarten abdeckende Abschätzungen des

Aktivitätsinventars und der Abfallmengen darstellen. Somit ergibt sich auch nicht die Notwendigkeit, die Datenblätter zu aktualisieren. Die Datenblätter wurden außerdem zur Bewertung der zu erwartenden Strahlenexposition nach Störfällen herangezogen. Hierzu nehmen wir in Kap. 5.1 dieses Gutachtens Stellung.

Wir sind der Ansicht, daß der Antragsteller mit den Angaben in den Unterlagen /EU 36.01, EU 327, EU 366/ trotz der seit ihrer Erstellung eingetretenen Änderungen der Konditionierungsverfahren, des Wiederaufarbeitungskonzeptes und der Abfallarten ausreichend belastbare und abdeckende Daten zu den Abfallarten, den Abfallmengen und den Aktivitätsinventaren vorgelegt hat. Diese Daten sind als Planungsgrundlage für das Endlager Grube Konrad aus sicherheitstechnischer Sicht geeignet.

### **2.5.1.2 Eigenschaften der Abfallgebinde**

#### **2.5.1.2.1 Vorgehensweise zur Ableitung der Eigenschaften**

Die Abfallgebinde müssen so beschaffen sein, daß bei allen zu berücksichtigenden Belastungen des bestimmungsgemäßen Betriebs und bei Störfällen die einschlägigen Dosisgrenzwerte nach der Strahlenschutzverordnung nicht überschritten werden. Diese Bedingung wird nach dem Konzept des Antragstellers durch Anforderungen an die Eigenschaften des Abfallproduktes und seiner Verpackung erfüllt. Die Anforderungen wurden aus den Analysen der Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und der zu unterstellenden Störfälle abgeleitet und sind in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ zusammengefaßt.

Die aus dem bestimmungsgemäßen Betrieb resultierenden Anforderungen an die Verpackung und an das Abfallprodukt zielen darauf, die Aktivitätsfreisetzung aus den Behältnissen zu begrenzen, chemische Reaktionen des Abfallproduktes zu vermeiden und die für die Handhabung erforderliche mechanische Stabilität sicherzustellen. Die aus der Untersuchung der Störfallauswirkungen abgeleiteten Anforderungen haben eine Begrenzung der Aktivitätsfreisetzung bei mechanischen und thermischen Belastungen der Abfallgebinde zum Ziel.

Nach dem Konzept des Antragstellers ist es nicht erforderlich, hohe Anforderungen an die Produkteigenschaften zu stellen, wenn das Schutzziel - Vermeiden einer unzulässi-

gen Strahlenexposition - bereits aufgrund der Eigenschaften der Verpackung erreicht wird.

### Bewertung

Wir halten die Vorgehensweise des Antragstellers, die Anforderungen an die Abfallprodukte und an ihre Verpackung aus den zu unterstellenden Belastungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und bei Störfällen abzuleiten, als Planungsmaßnahme gegen unzulässige Strahlenexpositionen für geeignet. Die berücksichtigten Lastfälle erfassen in ihrer Gesamtheit alle Belastungen, die für das Freisetzungsverhalten der Abfallgebinde relevant sind. Die vom Antragsteller geplante Vorgehensweise, ein Überschreiten der einschlägigen Dosisgrenzwerte durch das Zusammenwirken der Eigenschaften der Verpackung und des Abfallproduktes zu vermeiden, ermöglicht die erforderliche Flexibilität bei der Auswahl abfallproduktgerechter Verpackungen.

Mit der Methodik, die Anforderungen an die Abfallgebinde aus den Belastungen im Endlager abzuleiten, definiert der Antragsteller einen Rahmen, der von allen Gebinden, unabhängig von ihrer Herkunft, einzuhalten ist. Damit ist sichergestellt, daß bei zukünftigen Weiterentwicklungen der Konditionierungsverfahren nur diejenigen zugelassen werden können, mit denen mit den Endlagerungsbedingungen verträgliche Abfallgebinde erzeugt werden, und daß insbesondere auch im Ausland bei der Wiederaufarbeitung der Brennelemente hergestellte Abfallgebinde, sofern sie für das Endlager Konrad vorgesehen sind, entsprechend den Endlagerungsbedingungen des Endlagers Konrad gefertigt werden. Bezüglich der Konditionierungsverfahren bedeutet dieses, daß die Vielzahl der möglichen Verfahren auf diejenigen eingeschränkt wird, die zu zulässigen Produkten führen.

Wir haben daher keine Einwände gegen die Ableitung der Eigenschaften der Verpackungen und der Abfallprodukte aus der Analyse der Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und der zu unterstellenden Störfälle. Im folgenden gehen wir auf die Anforderungen an die Verpackungen und an die Abfallprodukte ein, die aus allen Analysenbereichen bis auf die Kritikalitätssicherheit abgeleitet wurden. Die

aus der Kritikalitätssicherheit resultierenden Anforderungen an das Abfallprodukt werden im Kap. 2.7 dieses Gutachtens bewertet.

### 2.5.1.2.2 Eigenschaften der Verpackungen

Als Verpackung für die einzulagernden radioaktiven Abfälle werden

- zylindrische Behälter oder
- quaderförmige Behälter

vorgesehen. Sie werden aus Stahlblech, armiertem Beton oder Gußwerkstoff hergestellt. Eine Übersicht über die derzeit geplanten Behältertypen gibt die nachfolgende Tabelle:

Nr.	Bezeichnung	Außenabmessungen			Bruttovolumen m <sup>3</sup>
		Länge/Durchm. mm	Breite mm	Höhe mm	
01.	Betonbehälter Typ I	∅ 1060	-	1370 <sup>1)</sup>	1,2
02.	Betonbehälter Typ II	∅ 1060	-	1510 <sup>2)</sup>	1,3
03.	Gußbehälter Typ I	∅ 900	-	1150	0,7
04.	Gußbehälter Typ II	∅ 1060	-	1500 <sup>3)</sup>	1,3
05.	Gußbehälter Typ III	∅ 1000	-	1240	1,0
06.	Container Typ I	1600	1700	1450 <sup>4)</sup>	3,9
07.	Container Typ II	1600	1700	1700	4,6
08.	Container Typ III	3000	1700	1700	8,7
09.	Container Typ IV	3000	1700	1450 <sup>4)</sup>	7,4
10.	Container Typ V	3200	2000	1700	10,9
11.	Container Typ VI	1600	2000	1700	5,4
max. zul. Größe		3200	2000	1700	10,9

1) Höhe 1370 mm + Lasche von 90 mm = 1460 mm

2) Höhe 1510 mm + Lasche von 90 mm = 1600 mm

3) Höhe 1370 mm beim Typ KfK

4) Stapelhöhe 1400 mm beim Typ KfK

Alle zur Einlagerung vorgesehenen Behälter müssen nach den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ Grundanforderungen erfüllen. Sie sollen die Dichtheit, die Handhabbarkeit und die Integrität der Behälter im bestimmungsgemäßen Betrieb gewährleisten. Diese Grundanforderungen sind:

### Die Behälter

- halten grundsätzlich die in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ festgelegten Außendurchmesser und Bruttovolumina ein,
- sind so ausgelegt, daß sie in befülltem Zustand über eine Höhe von mindestens 6 m ohne Beeinträchtigung ihrer Dichtheit und Integrität gestapelt werden können,
- gewährleisten - sofern eine Dichtheit spezifiziert ist - diese durch ihre Auslegung selbst oder durch eine entsprechend dicht ausgelegte innere Verpackung des Abfallproduktes,
- werden - sofern sie aus Stahlblech hergestellt sind - korrosionsgeschützt innen und außen ausgeführt und sind mit einem entsprechenden Oberflächenschutz (z.B. Grundierung und Deckschicht) versehen und
- sind bei ihrer Ablieferung frei von offensichtlichen mechanischen und korrosiven Schäden, die ihre Dichtheit und Integrität bei Handhabung und Stapelung beeinträchtigen.

Über die Grundanforderungen hinaus gelten zusätzliche Anforderungen, die aus der Analyse der Störfallauswirkungen abgeleitet sind. Dabei hat der Antragsteller zwei Abfallbehälterklassen festgelegt, die unterschiedliche Rückhalteigenschaften bei Freisetzung der radioaktiven Stoffe im Normalbetrieb und bei Störungen aufweisen /EU 117/:

- Den zusätzlichen Anforderungen an Verpackungen der Abfallbehälterklasse I liegt der Ereignisablauf "Brand infolge eines Fehlfahrens eines untertägigen Transportfahrzeuges mit maximaler Geschwindigkeit" zugrunde. Dementsprechend sollen Behälter, die der Abfallbehälterklasse I zugeordnet werden, über die Grundanforderungen hinaus gewährleisten, daß bis zu einer Aufprallgeschwindigkeit von 4 m/s ihre Integrität soweit erhalten bleibt, daß bei einer nachfolgenden thermischen Einwirkung (Schadensfeuer mit einer Temperatur von 800 °C während einer Stunde) der Sauerstoffzutritt an das Abfallprodukt so begrenzt wird, daß brennbare Abfallprodukte mit Schmelzpunkten über 300 °C nicht mit offener Flamme abbrennen, sondern pyrolysieren.

- Den zusätzlichen Anforderungen an Verpackungen der Abfallbehälterklasse II liegen die Ereignisabläufe "Brand" (siehe oben) und "Absturz des Behälters aus der maximalen Stapelhöhe" zugrunde. Behälter, die der Abfallbehälterklasse II zugeordnet werden, sollen über die Grundanforderungen hinaus gewährleisten, daß
  - sie einem Fall aus 5 m Höhe auf eine unnachgiebige Unterlage derart standhalten, daß nach dem Fall die Leckrate den Wert  $1 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  nicht überschreitet,
  - bei einem Schadensfeuer mit einer Temperatur von  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  während einer Stunde sichergestellt ist, daß die Leckrate vor dem Brand kleiner als  $1 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  ist und die integrale Leckage des aus der Verpackung freigesetzten Gases während des Brandes und einer Abkühlphase von 24 Stunden einen Wert von einem Mol nicht überschreitet.

Der Antragsteller differenziert die Anforderungen /EU 117/ der Abfallbehälterklassen I und II zusätzlich, indem er in diesen Abfallbehälterklassen noch jeweils störfallfeste Verpackungen mit weiteren Anforderungen hinsichtlich Brandauslegung und Fall vorsieht. Bei störfallfest verpackten Abfällen muß das Abfallprodukt allseitig von einer inaktiven Schicht mit einem Wärmeleitwiderstand von mindestens  $0,1 \text{ m}^2 \text{ KW}$  umgeben sein, die bis zu einer Aufprallgeschwindigkeit von  $4 \text{ m/s}$  intakt bleibt /EU 117, EU 240/.

Zusätzlich muß ein störfallfester Behälter der Abfallbehälterklasse I über die Grundanforderungen hinaus folgende weitere Anforderungen erfüllen:

- der radioaktive Abfall muß entweder formstabil fixiert oder in Innenbehälter verpackt sein, die formstabil vergossen sind,
- die Verpackung muß sicherstellen, daß bei einem Fall aus 5 m Höhe auf eine unnachgiebige Unterlage die formstabile Fixierung des radioaktiven Abfalls oder die Integrität der Innenbehälter erhalten bleibt.

Bei störfallfest verpackten Abfällen der Abfallbehälterklasse II muß über die Grundanforderungen hinaus zusätzlich gewährleistet sein, daß

- der radioaktive Abfall formstabil fixiert und in formstabil vergossenen Innenbehältern verpackt ist und
- die Verpackung sicherstellt, daß die Integrität der Innenbehälter nach einem Fall aus 5 m Höhe auf eine unnachgiebige Unterlage erhalten bleibt.

Alternativ werden die Schutzziele an eine störfallfeste Verpackung der Abfallbehälterklasse II erfüllt, wenn

- die Verpackung einem Fall aus 5 m Höhe auf eine unnachgiebige Unterlage derart standhält, daß die Gesamtleckrate nach dem Fall  $1 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  nicht überschreitet und
- die Wandung der Verpackung bis zu einer Aufprallgeschwindigkeit von 4 m/s einen Wärmeleitwiderstand (Produkt aus Schichtdicke und reziproker Wärmeleitfähigkeit) von mindestens  $0,1 \text{ m}^2 \cdot \text{KW}$  besitzt oder
- bei einem Schadensfeuer mit einer Temperatur von 800 °C während einer Stunde sichergestellt ist, daß eine radiologisch relevante Freisetzung radioaktiver Stoffe nicht erfolgt.

Neben den genannten Anforderungen an die Behälter müssen auch Bestimmungen aus verkehrsrechtlichen Vorschriften Beachtung finden.

Durch folgende Prüfungen stellt der Antragsteller sicher /EU 240/, daß die Behälter die Anforderungen erfüllen:

- Bauartprüfungen,
- begleitende Fertigungskontrollen.

Darüber hinaus wird durch Prüf- und Kontrollmaßnahmen bei und nach der Konditionierung die Einhaltung der Anforderungen an die Abfallgebinde geprüft. Diese Maßnahmen der Produktkontrolle bewerten wir in Kap. 2.5.3 dieses Gutachtens.

In der Bauartprüfung werden Baumuster oder Prototypen experimentell oder analytisch untersucht. Außerdem wird dabei geprüft, ob mit den für die Bauart festgelegten qualitätssichernden Maßnahmen die Übereinstimmung der Serienbehälter mit dem geprüften Baumuster sichergestellt werden kann.

Der Antragsteller hat in der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 240/ Festlegungen zu den folgenden Aspekten getroffen:

- erforderliche Unterlagen für die Bauartprüfung,
- Auslegungsanforderungen an die Behältertypen,
- Prüfumfang für die Baumusterprüfung,

- qualitätssichernde Maßnahmen für die Baumuster- bzw. Serienfertigung.

Der Abfallverursacher oder Konditionierer reicht den Antrag zur Bauartprüfung mit den erforderlichen Unterlagen beim BfS ein. Die Bauartprüfung wird vom BfS oder einem vom BfS beauftragten unabhängigen Sachverständigen durchgeführt.

Für die experimentellen oder analytischen Untersuchungen an den Baumustern wird ein Prüfprogramm erstellt und mit dem BfS oder dem Beauftragten des BfS abgestimmt. Die Baumusterprüfung oder Überwachung der Baumusterprüfung erfolgt durch den Werksachverständigen des Herstellers oder Ablieferungspflichtigen. Bei Baumustern der Abfallbehälterklasse II mit spezifizierter Leckrate überwacht zusätzlich das BfS oder der vom BfS beauftragte Sachverständige die Baumusterprüfung. Die Sachverständigen haben dem BfS die für dieses Aufgabengebiet erforderliche Sachkunde nachzuweisen /EU 240/.

Durch die begleitenden Kontrollen bei der Serienfertigung soll sichergestellt werden, daß alle hergestellten Behälter den sicherheitstechnischen, konstruktiven und qualitätsbezogenen Anforderungen entsprechen. Der Umfang dieser Kontrollen sowie die Beteiligung von Sachverständigen wird im Rahmen der Bauartprüfungen festgelegt. Bei Behältern für die Abfallbehälterklasse I werden Prüfungen durch Werkssachverständige, bei Behältern der Abfallbehälterklasse II werden überwiegend Bau- und Abnahmeprüfungen, die das Schutzziel Dichtheit nachweisen sollen, mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen vorgesehen.

Bereits hergestellte Behälter sollen nachträglich nach den gleichen Kriterien wie bei der Bauartprüfung neuer Behälter geprüft werden.

### Bewertung

Die vom Antragsteller beabsichtigten Bauartprüfungen für alle zur Endlagerung vorgesehenen Behälter- und Containertypen sind grundsätzlich geeignet, eine nachvollziehbare Qualifizierung durchzuführen sowie eine anforderungsgerechte Qualität der Behälter entsprechend der Abfallbehälterklasse zu erreichen. Die Prüfanforderungen hierzu wurden vom Antragsteller nicht vollständig festgelegt. So fehlt zum



Beispiel die Prüfanforderung für die Stapeldruckprüfung von Rundgebinden. Einige Prüfungen nach DIN 1496 /244/ sind für die vorgesehenen Container nicht relevant. Eine diesbezügliche Differenzierung fehlt. Zur Stapeldruckprüfung von Rundgebinden sowie zur Prüfungen der Container nach DIN 1496 ist eine Prüfanweisung zu erstellen, die einem unabhängigen Sachverständigen vor der Baumusterprüfung vorzulegen ist /AV 2.5.1-1/.

Die Toleranzen der Abmessungen insbesondere der ISO-Eckbeschläge sind entsprechend DIN-ISO 668 /242/ und DIN-ISO 1161 /243/ ausreichend festgelegt. Die Prüfanforderung für den Transport mit dem Seitenstapelfahrzeug entsprechen den sicherheitstechnischen Anforderungen.

Die grundsätzliche Eignung eines jeden Behältertyps wird durch Bauart- und Baumusterprüfungen, die der Antragsteller vorsieht /EU 240/, nachgewiesen. Mit diesem Vorgehen sind wir einverstanden.

Die Prüfungen erfolgen nach einem Prüfprogramm, das im Rahmen der Bauartprüfung vom BfS oder einem Beauftragten des BfS geprüft wird. Damit können ausreichende Qualitätssicherungsmaßnahmen für die Fertigung der Baumuster erreicht werden, und auf die Behälter abgestimmte Prüfanforderungen festgelegt werden.

Für eine Serienfertigung von Behältern werden bei der Bauartprüfung qualitätssichernde Maßnahmen festgelegt, die z.B. die Überprüfung des Herstellers und der Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Fertigung regeln. Die Durchführung dieser Prüfungen erfolgt durch vom BfS hinzugezogene unabhängige Sachverständige. Die vorgesehene Vorgehensweise zur Sicherstellung einer gleichbleibenden qualifizierten Fertigung entspricht derjenigen bei der Herstellung sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten in der Kerntechnik, bei welcher der Umfang der Qualitätssicherungsmaßnahmen, die Anforderungen sowie die Nachweisführung in Genehmigungsunterlagen festgeschrieben sind und ihre Einhaltung in der begleitenden Kontrolle geprüft wird.

Für die Qualifizierung von bereits hergestellten Behältern gelten die gleichen sicherheitstechnischen Anforderungen wie bei der Bauartzulassung von Endlagerbehäl-

tern. Unter der Voraussetzung einer lückenlosen Fertigungsdokumentation halten wir eine nachträgliche Qualifizierung bereits gefertigter Behälter für durchführbar.

Der Antragsteller führt in der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle /EU 240/ aus, daß durch Bauartprüfungen nachgewiesen werden soll, daß die Anforderungen des Endlagers und die des Verkehrsrechts eingehalten werden. Die Festlegungen des Verkehrsrechts hat der Antragsteller nicht im einzelnen den Prüfanforderungen und Nachweisen zugeordnet. Um für Hersteller, Anwender und Prüfer die einschlägigen Anforderungen vollständig zusammenzufassen, halten wir für jeden einzelnen Behältertyp eine Spezifikation für erforderlich, welche die Anforderungen aus der Endlagerung und aus dem Verkehrsrecht an die Behälterauslegung und -prüfungen zusammenfaßt /AV 2.5.1-2/.

Bereits gefertigte Behälter werden anhand von Dokumentationsunterlagen geprüft und hinsichtlich ihrer Qualifizierung beurteilt werden. Sofern die Unterlagen entsprechend den Vorgaben des Antragstellers /EU 240/ vorliegen, ist die Beurteilung der Behälter möglich.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß die vom Antragsteller genannten Anforderungen an die Behälter grundsätzlich geeignet sind, die sicherheitstechnisch relevanten Belastungen beim Einlagerungsbetrieb zu erfassen. Die Anforderungen an die Behälterauslegung und -ausführung, die sich aus dem Betrieb und aus Störfallbelastungen ergeben, sind ausreichend festgelegt. Bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge haben wir keine Einwände gegen die vorgesehenen Maßnahmen zur Erzielung einer den Anforderungen entsprechenden Qualität der Verpackung.

### **2.5.1.2.3 Eigenschaften der Produkte**

Der Antragsteller hat die Anforderungen an die Eigenschaften der Abfallprodukte aus den Analysen des bestimmungsgemäßen Betriebs, der Auswirkungen der zu unterstellenden Störfälle und der Kritikalitätssicherheit abgeleitet. Eine zusammenfassende Beschreibung der Produkteigenschaften ist in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ enthalten.

Die Grundanforderungen gelten generell und sind aus den Belastungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und aus der Kritikalitätssicherheit abgeleitet. Sie müssen von jedem Abfallprodukt eingehalten werden. Im einzelnen haben sie zum Inhalt:

- Die Abfallprodukte müssen in fester Form vorliegen,
- die Abfallprodukte dürfen nicht faulen oder gären,
- die Abfallprodukte dürfen bis auf sinnvoll erreichbare und nicht vermeidbare Restgehalte
  - weder Flüssigkeiten noch Gase enthalten, die sich in Ampullen, Flaschen oder sonstigen Behältern befinden,
  - weder freibewegliche Flüssigkeiten enthalten noch derartige Flüssigkeiten oder Gase unter üblichen Lagerungs- und Handhabungsbedingungen freisetzen,
  - keine selbstentzündlichen oder explosiven Stoffe enthalten,
- die Abfallprodukte dürfen durch thermische Neutronen spaltbare Stoffe außer Natururan und angereichertem Uran in einer Massenkonzentration bis zu 50 g pro 0,1 m<sup>3</sup> Abfallprodukt enthalten,
- brennbare radioaktive Abfälle, die spaltbare Stoffe außer Natururan oder angereichertem Uran mit einer Masse von mehr als 1 g pro Gebinde enthalten, müssen in einer nicht brennbaren Abfallmatrix fixiert sein.

Über diese Grundanforderungen hinaus gelten zusätzliche Anforderungen, die produktspezifisch aus der Analyse des bestimmungsgemäßen Betriebes abgeleitet wurden und die im wesentlichen die chemische und mechanische Stabilität des unter Verwendung eines Fixierungsmittels hergestellten Abfallproduktes sicherstellen sollen. Sie sind ebenfalls in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ zusammengefaßt. Danach müssen Abfallprodukte, die unter Verwendung eines Fixierungsmittels (z.B. Zement, Beton, Bitumen oder Kunststoff) hergestellt werden, den folgenden zusätzlichen Grundanforderungen genügen:

- Reaktionen zwischen dem radioaktiven Abfall, dem Fixierungsmittel und der Verpackung müssen auf eine sicherheitstechnisch zulässige Rate beschränkt sein.
- Das verwendete Fixierungsmittel muß vollständig abgebunden haben oder es muß vollständig erstarrt sein.

- Das Vergießen von radioaktiven Abfällen oder Hohlräumen zwischen Innenbehältern hat mit geeigneten fließfähigen Fixierungsmitteln zu erfolgen, die erforderlichenfalls zu verdichten sind (z.B. durch Rütteln).
- Die für das Vergießen verwendeten Fixierungsmittel können auch mit kontaminierten Flüssigkeiten angemacht werden, wenn die Qualitätsmerkmale der betreffenden Abfallproduktgruppe eingehalten werden und die Verträglichkeit mit dem zu vergießenden Gut gewährleistet ist. In den kontaminierten Flüssigkeiten enthaltene Radionuklide oder Radionuklidgruppen müssen bei der Aktivitätsangabe berücksichtigt werden.

Sofern radioaktive Abfälle in Verpackungen ohne spezifizierte Dichtigkeit Rn 220 freisetzen können, muß das Abfallprodukt von mindestens 40 mm inaktivem Beton vollständig umschlossen sein. Diese Betonumschließung kann entfallen, wenn die Aktivität von Radionukliden, die eine Freisetzung von Rn 220 bewirken können,  $10^6$  Bq je Abfallgebinde bei unfixiertem Abfall und  $5 \cdot 10^7$  Bq je Abfallgebinde bei fixiertem Abfall unterschreitet.

Ferner sind für radioaktive Abfälle, die spaltbare Stoffe und Moderator- oder Reflektormaterialien enthalten, zusätzliche Massenbegrenzungen zu beachten.

Die Verarbeitung von unfixierten radioaktiven Abfällen in einem Abfallbehälter (z.B. Trocknen oder Konzentrieren) ist dann zulässig, wenn sich keine Veränderungen ergeben, welche die erforderliche Aktivitätsrückhaltung durch die Behälterwandung beeinträchtigen.

Die Abfallprodukte sind vom Ablieferer einer Abfallproduktgruppe zuzuordnen. Diese Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich der Anforderungen, die an die Qualität des Abfallproduktes gestellt werden und die vom Antragsteller aus der Untersuchung der Störfallauswirkungen abgeleitet worden sind. Als für die Abfallprodukteigenschaften relevante Störfälle werden der Handhabungsstörfall und der Brand als Folge eines fehlfahrenden untertägigen Transportfahrzeuges betrachtet. Es ergeben sich die folgenden Abfallgruppen und Anforderungen:

- Abfallproduktgruppe 01 (APG 01, z.B. Bitumen- und Kunststoffprodukte)

Bei Zuordnung eines Abfallproduktes zur APG 01 müssen außer den Grundanforderungen keine weiteren Anforderungen erfüllt sein.

– Abfallproduktgruppe 02 (APG 02, z.B. Feststoffe)

Für ein Abfallprodukt der APG 02 muß über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet sein, daß brennbare Abfallstoffe mit einem Schmelzpunkt von kleiner als 300 °C

- so verarbeitet sind, daß sie 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.

– Abfallproduktgruppe 03 (APG 03, z.B. metallische Feststoffe)

Für ein Abfallprodukt der APG 03 muß über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet sein, daß der radioaktive Abfall nur aus Metallteilen besteht, z.B. aus Werkstoffen von Einbauteilen eines Reaktorkerns mit Ausnahme von Graphit.

– Abfallproduktgruppe 04 (APG 04, z.B. Preßlinge)

Für ein Abfallprodukt der APG 04 muß über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet sein, daß der radioaktive Abfall mit einem Preßdruck von mindestens 30 MPa formstabil kompaktiert ist.

– Abfallproduktgruppe 05

(APG 05, z.B. zementierte/betonierte Abfälle)

Für ein Abfallprodukt der APG 05 muß über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet sein, daß der radioaktive Abfall in Zementstein oder Beton fixiert ist. Die Fixierung muß so ausgeführt sein, daß

- bei eingebundenen oder verfestigten radioaktiven Abfällen (z.B. Aschen, Pulvern oder wäßrigen Konzentraten) die Aktivität gleichmäßig im Zementstein oder Beton verteilt ist,
- bei vergossenen radioaktiven Abfällen (z.B. Schrott) die Aktivität - soweit technisch und aufgrund der Beschaffenheit des Abfalls sinnvoll machbar - möglichst gleichmäßig im Abfallprodukt verteilt ist und
- die Druckfestigkeit des Abfallproduktes mindestens 10 N/mm<sup>2</sup> beträgt.

- Abfallproduktgruppe 06 (APG 06, z.B. Konzentrate)

Für ein Abfallprodukt der APG 06 muß über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet sein, daß der radioaktive Abfall selbst aus einem festen Körper mit einer Druckfestigkeit von mindestens 10 N/mm<sup>2</sup> besteht und nicht brennbar ist.

Die Anforderungen an die Abfallprodukte der APG 02 bis 06 können entfallen, wenn durch die Konditionierung und Verpackung die folgenden Anforderungen bei Verwendung von Behältern der Abfallbehälterklasse I erfüllt werden:

- Der radioaktive Abfall ist formstabil fixiert oder in formstabil vergossene Innenbehälter verpackt,
- das Abfallprodukt ist von einer inaktiven Schicht mit einem Wärmeleitwiderstand von mindestens 0,1 m<sup>2</sup>K/W umgeben, diese Schicht bleibt bis zu einer Aufprallgeschwindigkeit von 4 m/s intakt und
- die Verpackung stellt sicher, daß die formstabile Fixierung des Abfalls oder die Integrität der Innenbehälter bei einem Fall aus 5 m Höhe erhalten bleibt.

Bei Erfüllung dieser Anforderungen können für das Aktivitätsinventar die Grenzwerte der APG 05 und 06 ausgeschöpft werden.

Die vorgenannten abfallproduktgruppenbezogenen Anforderungen müssen nicht erfüllt werden, wenn die Abfallprodukte in einem Behälter verpackt werden, der aufgrund seiner Eigenschaften der Abfallbehälterklasse II zuzuordnen ist.

Weitere Anforderungen an die Inhaltsstoffe der Abfallprodukte werden aus der Analyse des bestimmungsgemäßen Betriebes abgeleitet. Hierzu gehören Differenzierungen der Tritium- und C-14-Verbindungen je nach Flüchtigkeit und Angaben zum Massenanteil der Restfeuchte im Abfallprodukt. Diese Anforderungen werden als "Garantiewerte" quantifiziert.

Die Garantiewerte für Radionuklide und Nuklidgruppen unterscheiden zwischen unspezifizierten Tritiumverbindungen, tritierterem Wasser und HT /EU 117/.

Die Garantiewerte für C 14 unterscheiden zwischen Abfallgebinden mit 100 %, höchstens 10 % und höchstens 1 % des C-14-Inventares in Form von unspezifizierten oder flüchtigen Verbindungen.

Die Garantiewerte für sonstige Beta-/Gamma-Strahler außer Pu 241 sind abhängig vom Massenanteil des Wassers oder der Restfeuchte im Abfallprodukt. Als maximal zulässige Restfeuchte ist ein Grenzwert von 1 % festgelegt /EU 117/.

Weiterhin werden Anforderungen für I-129-haltige Abfälle genannt. Gebinde mit unspezifiziertem I 129 werden unterschieden von solchen mit silberhaltigen Filtern aus der Abgasreinigung von Wiederaufarbeitungsanlagen /EU 117/.

Die Einhaltung der Anforderungen an das Abfallprodukt muß nicht zwingend für die einzelnen Abfallgebinde nachgewiesen werden. Der jeweilige Ablieferer an das Endlager kann stattdessen Nachweise für den gesamten Abfallstrom führen. In diesem Fall muß er zeigen, daß Abfallprodukte aufgrund ihrer Eigenschaften und aufgrund der verfahrenstechnischen Gegebenheiten bei der Konditionierung die oben genannten Anforderungen zwangsläufig erfüllen /EU 240/.

### Bewertung

Unsere folgende Bewertung bezieht sich auf alle Aspekte der Abfallprodukteigenschaften, ausgenommen die Kritikalitätssicherheit. Zur Bewertung der Kritikalitätssicherheit verweisen wir auf Kap. 2.7 dieses Gutachtens.

Die vom Antragsteller vorgenommene Differenzierung der Anforderungen an das Abfallprodukt in Grundanforderungen, zusätzliche Grundanforderungen, Anforderungen an Abfallproduktgruppen und Garantiewerte ist erforderlich, um einerseits die Vielfalt der anfallenden Abfallprodukte und andererseits die Belastungen der Abfallprodukte im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen zu erfassen. Somit bietet das vom Antragsteller vorgelegte Konzept der Anforderungen an die Abfallgebinde den Vorteil einer hohen Flexibilität. Für den Abfalllieferer sind eine Vielzahl von Kombinationen von Verpackungs- und Abfallprodukteigenschaften nutzbar. Zum Beispiel können die Eigenschaften des Produktes nur durch eine Belegung der Ein-

haltung der Grundanforderungen dokumentiert werden, wenn es sich um Abfallprodukte geringer Aktivität handelt oder wenn der Abfallablieferer zusätzliche Eigenschaften der Verpackung nachweist. Aus diesem Grunde kommt der Verifizierung der Zulässigkeit der von Abfallablieferer gewählten Kombinationen im Rahmen der Produktkontrolle besondere Bedeutung zu. Zu den Maßnahmen, mit denen im Rahmen der Produktkontrolle die Einhaltung der Anforderungen an Produkt und Verpackung verifiziert werden soll, nehmen wir in Kap. 2.5.3 dieses Gutachtens Stellung.

Wir sind der Ansicht, daß der Antragsteller die Anforderungen an die Abfallprodukte im Einlagerungsbetrieb vollständig berücksichtigt hat. Sie ermöglichen zusammen mit den Anforderungen an die Verpackungen in gleicher Weise die Erzeugung endlagerfähiger Abfallgebilde und erfassen alle heute üblichen Gebindearten. Die Anforderungen sind so weit generalisiert, daß die Endlagerungsbedingungen für derzeit hergestellte Abfälle trotz einiger mittlerweile erfolgter Änderungen der Konditionierungsverfahren uneingeschränkt anwendbar sind. Vor diesem Hintergrund sind wir der Ansicht, daß die Endlagerungsbedingungen einen geeigneten Rahmen bilden, mit dem auch bei zukünftigen Änderungen der Konditionierungsverfahren die Erzeugung von für die Einlagerung im Endlager Grube Konrad zulässigen Abfallgebilden sichergestellt ist.

Der Antragsteller läßt zu, daß die Einhaltung einzelner Anforderungen nicht in jedem Fall für das Einzelgebilde nachgewiesen wird, sondern lediglich für den Abfallproduktstrom. So kann z.B. für den Abfallproduktstrom "Konditionierte Verbrennungsrückstände" der Nachweis der Abwesenheit von flüchtigen C-14- und H-3-Verbindungen insgesamt plausibel dargelegt werden; er muß nicht für jedes Einzelgebilde erbracht werden. Wir begrüßen diese Vorgehensweise, da in bestimmten Fällen die Einhaltung von Anforderungen aus den Produkteigenschaften oder aus den Merkmalen des angewendeten Konditionierungsverfahrens ohne weitere Maßnahmen festgestellt werden kann, d.h. die mit einer messenden Verifizierung der Einhaltung der Anforderungen verbundene Dosisbelastung des Personals entfällt.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß das Konzept des Antragstellers zur Festlegung der jeweiligen Abfallprodukteigenschaften, die zur Beurteilung der endlagergerechten Beschaffenheit von Abfallgebilden herangezogen werden müssen, geeignet ist. Die im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen zugrundezulegenden



Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung können nach unserer Ansicht eingehalten werden (vgl. Kap. 3.7 und 5 dieses Gutachtens).

### 2.5.1.3 Chemotoxizität der Abfallstoffe

Die radioaktiven Abfallgebinde zur Endlagerung in der Schachtanlage Konrad enthalten eine Vielzahl von chemischen Verbindungen. Eine Reihe dieser Verbindungen kann toxisch wirken. Zum Inventar an toxischen Substanzen in den radioaktiven Abfällen und zu den Langzeitauswirkungen organischer und anorganischer chemotoxischer Verbindungen liegen verschiedene Berichte des Antragstellers vor /EU 251, EU 317, EU 318/. Diese Unterlagen haben wir im Teil 2 (Langzeitsicherheit), Kapitel 5.3, unseres Gutachtens beschrieben und bewertet. Es handelt sich hier um toxische Substanzen, die durch die Art des radioaktiven Abfalles, die zugesetzten Konditionierungsmittel und die Materialien des Behälters in die Schachtanlage Konrad gelangen.

Toxische Substanzen, die bewußt zusätzlich zum radioaktiven Abfall zugefügt werden, werden durch die Endlagerungsbedingungen /EU 117/ von der Endlagerung in der Schachtanlage Konrad ausgeschlossen. Endzulagernde radioaktive Abfälle dürfen demnach nicht mit Stoffen,

- für die das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) /80/ gilt oder
- die nach § 1 Abs.3, Ziff. 1 und 3 bis 8 KrW-/AbfG nicht unter dieses Gesetz fallen, vermischt werden.

Die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen wird durch das vorgesehene Produktkontrollverfahren zur Bestimmung der Inventare und Abfalleigenschaften sichergestellt. Der Antragsteller hat die vorgesehenen Produktkontrollverfahren in mehreren Unterlagen /1, EU 240, EU 433/ beschrieben. Dort wird dargestellt, nach welchen Grundsätzen die Produktkontrolle durchgeführt werden soll. Detaillierte Angaben zu den Einzelmaßnahmen zur Kontrolle einer Vermischung der radioaktiven Abfälle mit chemotoxischen Substanzen hat der Antragsteller nicht vorgelegt. Eine Bewertung der Produktkontrollverfahren haben wir im Kapitel 2.5.3 dieses Gutachtens durchgeführt.

Eine Darstellung der Auswirkungen von Freisetzungen toxischer Substanzen aus den Abfallgebinden während der Betriebsphase durch den bestimmungsgemäßen Betrieb

oder durch die Auswirkungen der zu unterstellenden Störfälle hat der Antragsteller nicht vorgelegt.

### Bewertung

Die chemische Zusammensetzung der radioaktiven Abfälle aus dem Betrieb der Kernkraftwerke, der anderen kerntechnischen Industrie, der Wiederaufarbeitung und der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen ist aus den vorliegenden Erfahrungen bekannt. Änderungen hieran sind kurzfristig nicht zu erwarten. Der volumen- und massenbezogen größte Anteil der Abfälle dieser Verursacher besteht aus Mischabfällen, wie z.B. schwach kontaminierter Arbeitskleidung, Werkzeugen, Verpackungen, Anlagenkomponenten und ähnlichem.

Die Abfälle entsprechen in ihrer äußeren Beschaffenheit und chemischen Zusammensetzung Gegenständen und Materialien, mit denen auch in sonstigen technischen Bereichen, wie z.B. Fabrikationsanlagen oder Werkstätten, hantiert wird. In diesen Abfällen ist nicht von einem nennenswerten Inventar an chemotoxischen Substanzen auszugehen, die bereits durch eine Freisetzung während des Betriebes eine Gefahr für die Umgebung oder das Betriebspersonal der Schachanlage Konrad darstellen können. Auch die anderen Abfälle aus diesem Bereichen sind nicht derart zusammengesetzt, daß durch sie eine Gefährdung infolge einer Freisetzung chemotoxischer Substanzen unterstellt werden kann.

Weiterhin ist zu beachten, daß durch die Konditionierung der radioaktiven Abfälle diese in eine Form überführt werden, die eine mögliche Freisetzung von Aktivitätsträgern einschränkt. Hierdurch wird auch die Freisetzung von chemotoxischen Substanzen behindert.

Eine mögliche Freisetzung von chemotoxischen Stoffen durch die Auswirkungen eines Störfalles kann allerdings bei den Abfällen aus dem Betrieb der Kernkraftwerke, der anderen kerntechnischen Industrie, der Wiederaufarbeitung und der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Insbesondere durch die zu unterstellenden Belastungen beim Brand können aus den chemischen Substanzen in den radioaktiven Abfällen chemotoxische Substanzen entste-

hen, wie z.B. Kohlenmonoxid, Stickstoffoxide und flüchtige Halogenverbindungen. Die maximale Menge an radioaktiven Abfall, die im Brandfall chemotoxische Substanzen bilden kann, ist durch die maximal zulässige Gebindemasse von 20 Mg vorgegeben. Das Ausmaß der Freisetzung dieser chemotoxischen Substanzen aus den Abfällen der oben genannten Verursacher kann zunächst mit der Freisetzung dieser Stoffe bei Bränden von Materialien, wie z.B. Kunststoffen, Holz oder Textilien, in industriellen Bereichen, die nicht zur Kerntechnik gehören, verglichen werden.

Ferner ist auch bei einer Bewertung der Bildung und Freisetzung von chemotoxischen Substanzen durch eine thermische Belastung des radioaktiven Abfallgebundes die Konditionierung des radioaktiven Abfalles zu berücksichtigen. Die Konditionierungsmethoden führen zu Abfallprodukten mit einer eingeschränkten Freisetzung von Aktivitätsträgern im Lastfall. Hierdurch wird auch die Bildung und Freisetzung von chemotoxischen Substanzen wesentlich eingeschränkt. Weitere Konditionierungsmaßnahmen, die zur Einschränkung der Aktivitätsfreisetzung durchgeführt werden, wie die Verwendung von Abfallbehältern der Behälterklasse II oder störfallfester Verpackungen, führen auch zu einer erheblichen Verringerung der Bildung und Freisetzung chemotoxischer Substanzen.

Radioaktive Abfälle aus der chemischen und pharmazeutischen Industrie, die an Landessammelstellen abgeliefert werden und nach einer Konditionierung in der Schachanlage Konrad endgelagert werden sollen, können zwar andere als hier diskutierte chemische Zusammensetzungen haben. Auch bei diesen Abfällen ist es möglich, durch die Konditionierungsverfahren in den Landessammelstellen Abfallprodukte zu erzeugen, bei denen die Freisetzung chemotoxischer Substanzen behindert ist. Darüber hinaus wird durch die Produktkontrolle, die im Auftrage des BfS durch unabhängige Sachverständige durchgeführt wird, die chemische Zusammensetzung des Abfalles kontrolliert. Wir halten es generell für erforderlich, im Rahmen der Produktkontrolle zu betrachten, ob und in welchem Maße aus Abfällen chemotoxische Stoffe bei Störfällen im Endlager Konrad freigesetzt werden können. Zeigt die Prüfung, daß es zu einer Freisetzung chemotoxischer Stoffe bei Störfällen im Endlager kommen kann, die ihrerseits zu einer nennenswerten Belastung des Personals führen könnte, sind Sondermaßnahmen bei der Konditionierung und bei der Einlagerung, wie z.B. störfallfeste Verpackung, vorzusehen. Geeignete Bewertungskriterien bei der Entscheidung über solche Sondermaßnahmen stellen nach unserer Auffas-

Auffassung die ERPG-2-Werte (Emergency Response Planning Guidelines = Planungsrichtlinien für Störfallmaßnahmen) dar. Hierzu verweisen wir auf den Bericht der Störfallkommission (SFK) beim BMU /192/. Diese ERPG-Werte werden als Kurzzeit-Referenzwerte für die Ausbreitung über den Luftpfad definiert. Als ERPG-2-Wert wird diejenige luftgetragene Konzentration bezeichnet, bei der davon ausgegangen wird, daß unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne daß sie unter irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen oder Symptomen leiden bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen könnten, Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Entsprechende Hinweise sind in die Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 240/ aufzunehmen /AV 2.5.1-3/.

Durch die Endlagerungsbedingungen /EU 117/ ist vom Antragsteller ausgeschlossen worden, daß toxische Substanzen, die Sonderabfall darstellen und in entsprechenden Sonderdeponien zu lagern sind, durch eine Deklaration als radioaktiver Abfall oder durch eine Vermischung mit radioaktivem Abfall in das Endlager Konrad verbracht werden können. Die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen wird durch die Produktkontrolle gewährleistet. Die Prüfmethode werden in Abhängigkeit vom Abfall und vom Konditionierungsverfahren im Rahmen der Verfahrensqualifikation oder der Festlegung des Stichprobenumfangs festgelegt. Aufgrund unserer Erfahrungen bei der Konditionierung von Abfällen sind wir der Ansicht, daß grundsätzlich geeignete Meßverfahren und Verfahrensabläufe festgelegt werden können, mit denen eine Vermischung der radioaktiven Abfälle mit chemotoxischen Substanzen kontrolliert und verhindert werden kann. Hiermit kann auch zukünftigen Änderungen der heute bekannten Abfallzusammensetzungen in chemotoxischer Hinsicht Rechnung getragen werden.

Eine Betrachtung der möglichen Auswirkungen der Freisetzung von chemotoxischen Stoffen während der Betriebsphase der Schachanlage Konrad über die Endlagerungsbedingungen /EU 117/ hinaus halten wir aus den angeführten Gründen nicht für erforderlich.

### 2.5.2 Zerfallsleistung der Abfallgebinde

In den erläuternden Unterlagen /EU 72.1, EU 72.7, EU 80.2, EU 117, EU 327/ hat der Antragsteller Angaben zum Nuklidinventar und zur daraus resultierenden Wärmeleistung vorgelegt. In der erläuternden Unterlage /EU 72.1/, wird ausgehend von der begrenzenden Vorgabe einer absoluten Temperaturerhöhung von maximal 3 K, ein Aktivitätsgrenzwert pro Nuklid angegeben. Der Antragsteller errechnet diesen Aktivitätsgrenzwert, indem er eine nuklidbezogene Wärmeleistung pro Längeneinheit der Lagerstrecke gleich der Grenzwärmeleistung setzt, die eine Temperaturerhöhung von 3 K ergibt.

Die Wärmeleistung eines Behältertyps wird durch die Vorgabe eines Aktivitätsgrenzwertes für die verschiedenen Beton- und Gußbehälter sowie für die Container festgelegt /EU 72.1/. Die Grenzwärmeleistung innerhalb des Endlagers wird eingehalten, indem die Anzahl der unterschiedlichen Abfallgebinde, bezogen auf eine Längeneinheit einer Einlagerungsstrecke, begrenzt wird /EU 72.1, EU 117/.

Zur Festlegung von Antragswerten für das Gesamtinventar des Endlagers wurden Annahmen für die Einlagerungsphase getroffen /EU 72.7/. Zur Berechnung des Aktivitätsinventars während der Einlagerungsphase ist das Programm KORIGEN verwendet worden. Der Antragsteller nimmt vereinfachend an /EU 72.7/, daß die vollständige Einlagerung in drei Zeiträumen erfolgt. Für den ersten Zeitabschnitt von 1 bis 7 Jahren wird kein Abklingen des Inventars unterstellt. Für den zweiten Zeitabschnitt von 8 bis 14 Jahren wird das Abklingen des Inventars des ersten Zeitabschnitts nach 7 bis 14 Jahren berechnet und zum Inventar nach 14 Jahren addiert. Während des Einlagerns nach 14 bis 22 Jahren wird das gemeinsame Abklingen des Inventars der ersten zwei Zeitabschnitte berechnet und am Ende des 22. Betriebsjahres zum Inventar des dritten Einlagerungsabschnitts addiert.

Die Rechenannahmen sind mit gewissen Unsicherheiten behaftet, die sich in erster Linie auf die Mittelwertbildung bei der Ermittlung der Anzahl der Gebinde der verschiedenen Kategorien, auf die Behälterverteilung, die sich während der 40jährigen Betriebszeit einstellt, sowie auf die Annahmen von bestimmten Nuklidverhältnissen in den Abfallgebinden auswirken.

Zum Gesamtinventar im Endlager werden in der Unterlage /EU 327/ Annahmen getroffen, die über die Randbedingungen in der Unterlage /EU 72.7/ hinausgehen. Ausgehend von einem mittleren Abbrand von 40 GWd/Mg und einer Abklingzeit von 7 Jahren wird eine vollständige Wiederaufarbeitung von 500 Mg Schwermetall pro Jahr über einen Zeitraum von 40 Jahren angenommen. Für H 3 und C 14 wird unterstellt, daß diese Nuklide vollständig in das Endlager gelangen. Für Uran wird der in das Endlager gelangende Anteil auf 0,4 % und für Plutonium wird der entsprechende Anteil auf 1,0 % festgelegt /200/.

Für die Nuklide H 3 und Pu 241 mit relativ kurzen Halbwertszeiten wird das Abklingen während der Einlagerungsphase über einen Zeitraum von 40 Jahren vernachlässigt /200/.

Die auf dieser Grundlage bestimmten Antragswerte für einzelne Nuklidinventare bewerten wir im Kap. 3.1.4 dieses Gutachtens.

### Bewertung

Für eine Auswahl von 32 Leitnukliden haben wir die Angaben zur nuklidspezifischen Energiefreisetzung pro Zerfall /EU 72.1, EU 80.2/ mit den Ergebnissen der eigenen Rechnungen nach ORIGEN-2 /106/ in der Tabelle 2.5.2-1 verglichen.

Für die Energiefreisetzung pro Zerfall ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung für die Leitnuklide; damit können die vom Antragsteller abgeleiteten Grenzwerte unverändert bleiben. Aufgrund dieser Übereinstimmung der hier betrachteten Leitnuklide können auch die Energiefreisetzungen der übrigen bei der Wärmeleistung herangezogenen Nuklide als zutreffend angesehen werden.

Im Hinblick auf die erhöhten angegebenen Wärme-Q-Werte der Nuklide Fe 55 und Ni 59 /EU 72.2/ wird dargestellt /199, EU 364/, daß in älteren Versionen des Abbrandprogramms KORIGEN konservativ der Maximalwert der inneren Bremsstrahlung zur Berechnung der Wärmefreisetzung angenommen wurde. Wir sehen durch diese Erläuterung die offensichtliche Diskrepanz in den erläuternden Unterlagen /EU 72.2/ und /EU 80.2/ als erklärt an.

Zur Absicherung der Angaben zu integralen Wärmeleistungen sind in dem Bericht /196/ die Ergebnisse von 11 Abbrandprogrammen verglichen worden. Das vom Antragsteller verwendete Programm KORIGEN zeigt bei diesem Vergleich für Abklingzeiten, die größer als  $10^{11}$  s sind, eine Abweichung von nur 0,2 % gegenüber dem aus Rechenergebnissen von 11 Abbrandprogrammen gebildeten Mittelwert. Für kürzere Abklingzeiten liegen die nach KORIGEN berechneten Nachwärmeleistungen immer über dem Mittelwert. Anhand dieses Vergleichs ist nach unserer Ansicht belegt, daß das vom Antragsteller verwendete Programm und das o.g. vereinfachte Verfahren geeignet sind, die nuklidbezogene Wärmeleistung und die daraus abgeleiteten Aktivitätsgrenzwerte konservativ zu ermitteln.

Die Randbedingungen der Inventarrechnungen /EU 327/, die von Abbrandwerten von Brennelementen ausgehen, sind nicht repräsentativ im Hinblick auf die Werte der Anfangsanreicherung und des Entladeabbrandes der Brennelemente /107/, die z. Z. erreicht werden. Im Hinblick auf das Aktivitätsinventar, das sich für einzelne Aktiniden überproportional zum Abbrand erhöht, sind Überschreitungen nicht zu betrachten, da die Endlagerungsbedingungen nuklidweise vorgegebene Grenzwerte beinhalten /197, 198/.

Tabelle 2.5.2-1: Nuklidspezifische Energiefreisetzung/Zerfall

Nuklid	/EU 80.2/ Energie/Zerfall Abweichung*	/EU 72.2/ Energie/Zerfall	eig. Rechnung Energie/Zerfall	
	(Ws)	(Ws)	(Ws)	%
Th 232	6,54 E-13	6,54 E-13	6,54 E-13	0,0
U 235	7,49 E-13	7,50 E-13	7,08 E-13	5,9
U 233	7,87 E-13	7,87 E-13	7,86 E-13	0,1
Th 230	7,64 E-13	7,64 E-13	7,65 E-13	- 0,1
Pa 231	8,25 E-13	8,25 E-13	8,15 E-13	1,2
U 234	7,78 E-13	7,78 E-13	7,79 E-13	- 0,1
Cm 248	3,16 E-12	3,36 E-12	3,35 E-12	0,3
Np 237	7,94 E-13	7,94 E-13	8,26 E-13	- 3,9
Cm 247	8,57 E-13	8,57 E-13	8,63 E-13	- 0,7
Pu 244	7,69 E-13	7,84 E-13	7,84 E-13	0,0
Ra 226	7,80 E-13	7,80 E-13	7,81 E-13	0,1
U 238	6,82 E-13	6,84 E-13	6,85 E-13	- 0,15
Cm 245	9,01 E-13	9,01 E-13	8,97 E-13	0,45
U 236	7,32 E-13	7,32 E-13	7,32 E-13	0,0
Ac 227	1,31 E-14	1,31 E-14	1,31 E-14	0,0
Am 242m	1,07 E-14	1,07 E-14	1,07 E-14	0,0
Ra 228	2,08 E-15	2,08 E-15	2,08 E-15	0,0
Nb 94	2,75 E-13	2,75 E-13	2,755 E-13	- 0,2
Ni 59	1,18 E-15	1,72 E-13	1,18 E-15	0,0
Pu 238	8,96 E-13	8,96 E-13	8,96 E-13	0,0
Pb 210	6,26 E-15	6,26 E-15	6,26 E-15	0,0
Ca 41	6,84 E-14	6,84 E-14	6,84 E-14	0,0
Ag 108m	2,63 E-13	2,63 E-13	2,63 E-13	0,0
Cl 36	3,95 E-14	3,95 E-14	3,95 E-14	0,0
Be 10	3,24 E-14	3,24 E-14	3,24 E-14	0,0
Sn 126	3,37 E-14	3,37 E-14	3,37 E-14	0,0
Rb 87	2,26 E-14	2,26 E-14	2,26 E-14	0,0
Co 60	4,17 E-13	4,17 E-13	4,17 E-13	0,0
Ar 39	9,05 E-14	9,05 E-14	9,05 E-14	0,0
Sr 90	3,14 E-14	3,14 E-14	3,14 E-14	0,0
Cs 137	2,99 E-14	2,99 E-14	2,99 E-14	0,0
Ni 63	1,07 E-14	1,07 E-14	1,07 E-14	0,0
Fe 55	9,36 E-16	3,72 E-14	9,36 E-16	0,0

\* ((E(2)/E(4))-1) x 100



### **2.5.3 Produktkontrollverfahren zur Bestimmung der Inventare und Abfalleigenschaften**

#### **2.5.3.1 Vorgehen bei der Produktkontrolle**

Mit den Maßnahmen zur Produktkontrolle soll verifiziert werden, daß die Abfallgebinde die an sie zu stellenden endlagerrelevanten Anforderungen erfüllen. Der Antragsteller beabsichtigt, diese Aufgabe im Zusammenwirken mit verschiedenen Stellen wahrzunehmen /EU 240/. An den Maßnahmen zur Produktkontrolle sind der Antragsteller, die Produktkontrollstelle, zugezogene Sachverständige bzw. Werkssachverständige, die DBE und die Ablieferungspflichtigen beteiligt, wobei der Antragsteller eine überwachende und koordinierende Funktion hat und in Einzelfällen, z.B. beim Auftreten von Mängeln und Fehlern, über die weitere Vorgehensweise entscheidet.

Die Aufgaben der übrigen an der Verifizierung der Endlagereigenschaften beteiligten Institutionen sind in der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle /EU 240/ und in der Rahmenbeschreibung zur Durchführung der Produktkontrolle /EU 433/ genannt. Danach werden die Prüf- und Meßtätigkeiten auf Einhaltung der Endlagereigenschaften im wesentlichen von der Produktkontrollstelle und unabhängigen Sachverständigen durchgeführt. Der Ablieferungspflichtige trifft alle Maßnahmen, um in Eigenverantwortung den Nachweis der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen zu führen. Er ist insbesondere für die Erstellung der Dokumentation verantwortlich. Die DBE führt die Betriebsdokumentation mit den Daten der eingelagerten Abfallgebinde, ruft die Abfallgebinde zur Einlagerung ab und führt die Eingangskontrollen durch.

Eine weitergehende Beschreibung des sicherheitstechnischen Rahmens für die Durchführung der Produktkontrolle befindet sich in der Rahmenbeschreibung zur Durchführung der Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 433/. Diese Unterlage nennt die Tätigkeiten und Zuständigkeiten des Antragstellers und der in seinem Auftrag tätigen unabhängigen Sachverständigen. Der Antragsteller beabsichtigt, bei der Festlegung des Umfangs unabhängiger Kontrollmaßnahmen auch die Prüfungen zu berücksichtigen, die bereits vom Ablieferer oder in seinem Auftrag durchgeführt wurden. Außerdem erfolgt diese Festlegung unter Beachtung der Ergebnisse von Kontrollmaßnahmen unabhängiger Sachverständiger, die im Rahmen weiterer, nicht zur Produktkontrolle gehörender

Prüfungen zugezogen werden. Dieses sind insbesondere Kontrollmaßnahmen, die

- im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen Aufsicht der Landesbehörden über die Anlagen der Abfallverursacher/Konditionierer, beispielsweise bei der Überprüfung der Einhaltung von Anforderungen an die Zwischenlagerung von Abfällen, oder
- aufgrund internationaler Vereinbarungen, beispielsweise bei der Überprüfung der Einhaltung von Anforderungen an Verpackungen zur Beförderung radioaktiver Stoffe oder bei der Überprüfung der Bilanzierung von Kernbrennstoffen in kerntechnischen Anlagen

durchgeführt werden.

Durch eine Harmonisierung der Kontrollmaßnahmen sollen gleichartige Prüfungen möglichst vom gleichen unabhängigen Beauftragten durchgeführt werden und Doppelprüfungen vermieden werden. Das bedeutet, daß Qualitätssicherungsmaßnahmen, die zum Beispiel zur Erfüllung der Anforderungen eines Zwischenlagers durchgeführt werden, bei der Durchführung der Produktkontrolle berücksichtigt werden können. Dabei will der Antragsteller jedoch Sorge tragen, daß eine vom Abfallverursacher unabhängige Kontrolle der Eigenschaften der Gebinde erfolgt /EU 240, EU 433/.

Für Abfälle, die außerhalb der Bundesrepublik Deutschland konditioniert werden, z.B. nach der Wiederaufarbeitung von Brennelementen in Frankreich oder Großbritannien, werden Sondervereinbarungen zwischen dem Ablieferungspflichtigen und dem BfS getroffen, mit denen die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen sichergestellt wird /EU 433/.

Es sind zwei Verfahren zur Verifizierung der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen vorgesehen:

- Stichprobenprüfungen, die auf bereits konditionierte Abfallgebände angewendet werden, insbesondere auf Altgebände,
- Qualifizierung von Konditionierungsverfahren, bei denen der Nachweis auf Erfüllung der Endlagerungsbedingungen durch Identifizierung, Festlegung und Kontrolle der prozeßbestimmenden Parameter erfolgt. Diese Festlegungen können sowohl kampagnenunabhängig für eine Anlage und einen Abfallstrom, als auch kampagnenabhängig durchgeführt werden /EU 433/.

### Bewertung

Wir stimmen mit dem Antragsteller überein, daß für die zur Endlagerung vorgesehenen Abfälle die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen durch eine unabhängige Produktkontrolle verifiziert werden muß. Der Antragsteller hat hierzu einen Rahmen definiert, in dem präzise und geeignete Festlegungen zur Organisationsstruktur, zu den Tätigkeiten, den Zuständigkeiten und der rechtlichen Stellung der an der Produktkontrolle beteiligten Institutionen sowie zur Abwicklung der Produktkontrollmaßnahmen getroffen sind.

Ebenso ist nach unserer Ansicht die vom Antragsteller geplante Vorgehensweise, mit der die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen für im Ausland konditionierte Abfälle deutschen Ursprungs sichergestellt werden soll /EU 433/, grundsätzlich geeignet, die Produktkontrollmaßnahmen für derartige Abfälle in ausreichendem Maße festzulegen. Daher sind Unterschiede in der Qualität der Produktkontrolle für die relevanten Gebindeeigenschaften bei der Kontrolle von Abfällen aus dem Inland und aus dem Ausland nicht zu erwarten. Wir halten es jedoch für erforderlich, diese Maßnahmen in Form einer Abwicklungsregelung zu präzisieren und vor ihrer ersten Anwendung einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen /AV 2.5.3-1/.

Zur Einzelbewertung der Nachweisverfahren verweisen wir auf die Kapitel 2.5.3.2 und 2.5.3.3 dieses Gutachtens. Der Antragsteller hat in die vorgesehenen Prüfverfahren auch die derzeit praktizierte Vorgehensweise bei der Konditionierung radioaktiver Abfälle und beim Nachweis der Einhaltung der einschlägigen Anforderungen für die Zwischen- und Endlagerung einbezogen. Bestandteile dieser Vorgehensweise sind die Konditionierung von Abfällen nach zur Anwendung freigegebenen Prüfplänen und die Dokumentation der endlagerrelevanten Eigenschaften der Abfälle. Dieses Verfahren hat sich in der Praxis bewährt und wird derzeit nahezu ausschließlich angewendet. Damit kann dieser Ablauf der Produktkontrolle seiner praktischen Bedeutung entsprechend bei der Durchführung von Konditionierungs- oder Einlagerungskampagnen berücksichtigt werden.

Die Erfahrungen bei der Konditionierung nach Prüfplänen weisen aus, daß auch bei Festlegung prozeßbestimmender Parameter, wie sie z.B. bei der Anwendung qualifizierter Konditionierungsverfahren vorgesehen ist, eine produktbezogene Prü-

fung auf Erfüllung der Einlagerungsbedingungen unerlässlich sein kann. So reicht es nach diesen Erfahrungen nicht aus, beispielsweise die Prozeßgrößen für eine Hochdruckverpressung von Mischabfällen als alleinige qualitätsbestimmende Parameter festzulegen, da die Eigenschaften des Rohabfalls, wie z.B. der Feuchtegehalt und die Zusammensetzung, die Eigenschaften des konditionierten Abfalles mitbestimmen. Auch bei konsequenter Vorsortierung des Rohabfalles bei der Abfallsammlung ist davon auszugehen, daß Abfallgebinde vereinzelt feuchtehaltige Bestandteile enthalten, d.h. eine Prüfung des Abfallproduktes auf Feuchte nach der Konditionierung ist unerlässlich. Die hierfür erforderlichen Maßnahmen können jedoch erst im Rahmen der Verfahrensqualifizierung festgelegt werden (vgl. Kap. 2.5.3.4 dieses Gutachtens).

Zusammenfassend stellen wir fest, daß bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge das vom Antragsteller vorgesehene Vorgehen bei der Produktkontrolle geeignet ist, die Konditionierungsverfahren und die Produkteigenschaften darauf zu prüfen, ob die an die Abfallgebinde zu stellenden Anforderungen eingehalten werden können.

### **2.5.3.2 Nachweis der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen durch Stichprobenprüfungen**

Der Antragsteller beschreibt in der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 240/ und in der Rahmenbeschreibung zur Durchführung der Produktkontrolle /EU 433/ sein Verfahren zur Stichprobenüberprüfung von Einzelbinden. Dieses Verfahren soll bei der Prüfung von Abfallbinden aus nicht qualifizierten Verfahren auf Einhaltung der Endlagerungsbedingungen angewendet werden. Der Stichprobenumfang beträgt grundsätzlich 3 % der Abfallbinde eines Prüfloses. Dieser Prozentsatz wird unter Berücksichtigung verschiedener Merkmale, wie z.B. der radiologischen Relevanz des Abfalls, des Absicherungsgrades der Dokumentation, der Nachqualifizierung von Verfahren, der Gleichheit im Prüflös und der Ergebnisse vorangegangener Prüfungen, mit Ab- oder Zuschlägen versehen. Die Prüflösgröße wird durch den reziproken Wert des Stichprobenumfangs festgelegt.

Es werden mehrere Abfallchargen zu einem Prüflös zusammengefaßt, bis mindestens eine Stichprobe gemäß dem vorbestimmten Umfang genommen werden kann. Prüflöse mit gleichem Stichprobenumfang werden jeweils zu einer Prüflös zusammengefaßt.

Eine endgültige Freigabe der endzulagernden Abfallgebinde durch den Antragsteller erfolgt erst, wenn die statistische Auswertung der Stichprobenprüfungen ergibt, daß die Vertrauensgrenze der jährlich endzulagernden Gebinde eingehalten ist, d.h. der Fehleranteil einer Prüfgröße überschreitet nicht den Wert von 5 %. Hierzu wird zunächst die Vertrauensgrenze für jede Prüfklasse gesondert berechnet. Aus den Fehleranteilen jeder einzelnen Prüfklasse wird die obere Vertrauensgrenze für die Gesamtheit der Gebinde ermittelt.

Überschreitet die Fehlerquote die 5%-Grenze, werden die Prüflose der Prüfklassen mit auffällig hoher Fehlerquote nicht freigegeben. Diese Vorgehensweise wird so oft wiederholt, bis der Mittelwert der Vertrauensgrenzen der verbleibenden Prüfklassen die 5%-Grenze unterschreitet und die Abfallgebinde dieser Prüfklassen zur Endlagerung freigegeben werden können.

Der Antragsteller behält sich in begründeten Ausnahmefällen vor, nicht zum Stichprobenumfang gehörige Gebinde aus Prüfklassen mit überdurchschnittlichen hoher Fehlerquote nicht zum Abruf freizugeben, sondern weiteren Prüfungen zu unterwerfen.

In der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle /EU 240/ wird weiter dargelegt, welche Kenngrößen der Abfallgebinde geprüft werden und welche Prüfkriterien diesen Prüfungen zugrunde gelegt werden. Die Kenngrößen sind tabellarisch für einzelne Konditionierungsverfahren aufgeführt und werden näher erläutert /EU 240/. Die Erläuterung der Kenngrößen umfaßt auch eine Beschreibung der Kriterien, die bei der Prüfung der Kenngrößen zugrunde gelegt werden.

Ferner wird der Prüfumfang an den als Stichproben ausgewählten Gebinden angegeben. Dieser Umfang soll eine zuverlässige Aussage zur Einhaltung der Endlagerungsbedingungen erlauben. Auf eine direkte Überprüfung von Eigenschaften will der Antragsteller verzichten, wenn die Schutzziele anderweitig erreicht werden /EU 240/. Dieses Vorgehen ist auch vorgesehen, wenn die Einhaltung der Schutzziele durch vorangegangene Prüfungen nachgewiesen wird, die z.B. im Rahmen der gesetzlichen Aufsicht über den Abfallerzeuger oder Konditionierer oder aufgrund internationaler Vereinbarungen erfolgen.

Auf Prüfungen kann nach Angabe des Antragstellers auch verzichtet werden, wenn bestimmte Merkmale durch die Abfallprodukt- oder Behältereigenschaften offensichtlich eingehalten werden. So entfällt z.B. die Überprüfung auf brennbare Stoffe bei Verbrennungsrückständen.

### Bewertung

Wir halten das Konzept des Antragstellers, die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen durch Stichprobenprüfungen zu verifizieren, für sachgerecht.

Das vom Antragsteller vorgesehene statistische Verfahren zur Auswertung der Prüfergebnisse ist geeignet, die Endlagerfähigkeit von Abfallgebinden aus nicht qualifizierten Konditionierungsverfahren zu verifizieren. Bei seiner Anwendung ist insbesondere eine Überschreitung der Grenzwerte nach § 28 Abs. 3 StrlSchV bei einem Störfall hinreichend unwahrscheinlich und dem Restrisikobereich zuzuordnen.

Der vorgesehene statistische Nachweis der Einhaltung der Gebindeeigenschaften mit Ermittlung einer Vertrauensgrenze erfordert eine Mindestmenge an zu prüfenden Gebinden in jeder Prüfklasse. Es ist nicht immer zu erwarten, daß in einzelnen Prüfklassen diese Mindestmenge innerhalb eines Jahres anfällt. Die Ablieferer derartiger Abfälle müssen somit längere Zeit auf die Freigabe ihrer Gebinde nach vollzogener Produktkontrolle warten. Nach unserer Ansicht ist durch diese Wartezeit die Anwendbarkeit des vorgesehenen Verfahrens erschwert, weil bei der weiteren Zwischenlagerung der betroffenen Gebinde im Anschluß an die Stichprobenprüfung bis zur Freigabe zur Endlagerung wesentliche Veränderungen der Produkteigenschaften nicht eintreten dürfen. Es ergibt sich somit, daß ein größerer Wert auf die Qualifizierung der Verfahren als auf Stichprobenprüfungen gelegt werden muß. Da davon auszugehen ist, daß nur für wenige Gebinde eine derartige Wartezeit zu erwarten ist und daß für diese Gebinde ausreichend Zwischenlagerkapazität vorhanden sein wird, leiten wir aus dieser Bewertung kein Erfordernis für eine Änderung des statistischen Nachweises zur Einhaltung der Endlagerungsbedingungen ab.

Wir haben keine Einwände gegen die vom Antragsteller bei der Produktkontrolle zur Anwendung vorgesehenen Kenngrößen und Prüfkriterien, sind jedoch der Ansicht,

daß diese Daten und Kriterien bei Änderung der Endlagerungsbedingungen auf Kompatibilität geprüft und erforderlichenfalls neu definiert bzw. eingegrenzt werden müssen /AV 2.5.3-2/.

Prüfergebnisse, die im Rahmen der gesetzlichen Aufsicht durch Kontrollen an Rohabfällen, Zwischenprodukten und Abfallbinden gewonnen wurden, können auch nach unserer Ansicht bei der Produktkontrolle berücksichtigt werden. Dies gilt jedoch nur, wenn die Prüfziele der im Rahmen der gesetzlichen Aufsicht durchgeführten Prüfungen mit denjenigen der Produktkontrolle übereinstimmen. So können zum Beispiel Überprüfungen bei der Spaltstoffflußkontrolle in einer kerntechnischen Anlage nur beschränkt Ergebnisse zum Aktivitätsinventar einzelner Gebinde liefern. Die Eignung derartiger Prüfungen für die Produktkontrolle kann nur im Rahmen der jeweiligen Kampagne geprüft werden.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß wir bei Beachtung unseres Auflagenvorschlages keine Einwände gegen das Konzept des Antragstellers zur Verifizierung der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen bei Gebinden aus nicht qualifizierten Konditionierungsverfahren haben. Bei Anwendung des statistischen Verfahrens zur Auswertung der Prüfergebnisse ist ausreichende Vorsorge gegen eine Überschreitung der Grenzwerte nach § 28 Abs. 3 StrlSchV /4/ bei einem Störfall getroffen.

### **2.5.3.3 Nachweis der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen durch Qualifikation und Inspektion von Konditionierungsanlagen**

Der Antragsteller plant, Verfahren zur Erzeugung endlagergerechter Abfallgebinde zu qualifizieren. Hierbei werden die relevanten Prozeßparameter identifiziert und festgelegt. Die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen ist gegeben, wenn die Prozeßparameter bei der Konditionierung innerhalb der als zulässig deklarierten Grenzen liegen und die Dokumentation dieses ausweist. Durch regelmäßige Inspektionen soll sichergestellt werden, daß die Konditionierungsanlage ordnungsgemäß betrieben wird.

In der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle /EU 240/ erläutert der Antragsteller analog zur Beschreibung der Stichprobenprüfung die Kenngrößen und die Prüfkriterien, die bei der Qualifikation von Abfallbehandlungsverfahren zu beachten sind. Wird die Einhaltung der endlagerrelevanten Produkteigenschaften durch qualifizierte Behand-

lungsverfahren sichergestellt oder erfolgt bereits eine Überprüfung im Rahmen einer gesetzlich vorgeschriebenen Aufsicht über den Ablieferer oder Konditionierer bzw. aufgrund internationaler Vereinbarungen, so sollen weitere direkte Überprüfungen der Abfallprodukte im Rahmen der Produktkontrolle entfallen.

Die Betriebsbedingungen einer qualifizierten Anlage sind vom Abfallverursacher oder vom Konditionierer in einem Handbuch festzuschreiben /EU 240/. Die Anforderungen an das Betriebshandbuch werden vom Antragsteller genannt. Danach sind die folgenden Festlegungen oder Angaben erforderlich:

- Gültigkeitsbereich des Handbuches,
- Benennung der für die Konditionierung Verantwortlichen,
- Beschreibung der zu verarbeitenden Abfälle und ihrer endlagerrelevanten Eigenschaften,
- Beschreibung der Kontrollmaßnahmen und der zugehörigen Instrumentierung,
- Darstellung des Verfahrensablaufes bei der Konditionierung,
- Umfang der Dokumentation.

Die bei der Qualifizierung erforderlichen Prüfungen und die Inspektionen werden nach Angabe des Antragstellers von den unabhängigen Sachverständigen anhand einer Anweisung durchgeführt, die vom BfS erstellt wird /EU 240/.

Nach einer Beurteilung des Betriebshandbuches und nach einem Testbetrieb wird vom unabhängigen Sachverständigen in einer Verfahrensbeurteilung die vollständige Konditionierungsmethode bewertet. Anhand des Prüfergebnisses entscheidet der Antragsteller über die Freigabe des Verfahrens und des Betriebshandbuches /EU 240/.

Sollten die Betriebsbedingungen eines Konditionierungsverfahrens für unterschiedliche Kampagnen in einem für die Endlagerung wesentlichen Umfange voneinander abweichen, so besteht die Möglichkeit, eine kampagnenabhängige Verfahrensqualifikation durchzuführen. Die bei der Konditionierung durchzuführenden Arbeits-, Prüf- und Kontrollschritte und der notwendige Umfang der Beteiligung unabhängiger Sachverständiger werden in einem Prüffolgeplan festgelegt. Das Konditionierungsverfahren wird für die jeweilige Konditionierungskampagne qualifiziert. Durch kampagnenbegleitende Prüfun-



gen wird verifiziert, daß die so konditionierten Abfälle die Anforderungen der Endlagerungsbedingungen erfüllen /EU 433/.

### Bewertung

Die vorgesehene Verfahrensqualifikation ist nach unserer Ansicht geeignet, durch Festschreibung der Verfahrensparameter und durch wiederkehrende Inspektionen sicherzustellen, daß mit den qualifizierten Konditionierungsverfahren endlagerfähige Produkte erzeugt werden. Die kampagnenunabhängige Verfahrensqualifikation eignet sich besonders gut für Konditionierungsanlagen, die einen Abfallstrom verarbeiten, der kontinuierlich mit gleichbleibender Zusammensetzung anfällt. Beispiele hierfür sind die Prozeßabfallströme aus einer Wiederaufarbeitungsanlage.

Für Abfälle, die nur in einem kurzen Zeitraum in einer konstanten Zusammensetzung anfallen oder die aus heterogenen Feststoffen bestehen und bei denen die Produkteigenschaften wesentlich durch die Eigenschaften des heterogenen Rohabfalls bestimmt werden, ist nach unserer Auffassung durch die vorgesehene kampagnenabhängige Verfahrensqualifikation nach dem Prüffolgeplanverfahren sichergestellt, daß das Produkt die Endlagerungsbedingungen erfüllt. Wir haben bereits in Kap. 2.5.3.1 dieses Gutachtens die hierbei zur Anwendung gelangende Vorgehensweise bewertet.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß keine Einwände gegen die geplante Vorgehensweise zur Qualifizierung und Inspektion von Abfallbehandlungsverfahren bestehen.

#### **2.5.3.4 Maßnahmen zur Produktkontrolle**

Der Antragsteller hat in der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 240/ dargestellt, welche Anforderungen an die Abfallbinde gestellt werden und nach welchen Grundsätzen die Produktkontrolle durchgeführt werden soll. Detaillierte Angaben zu den Einzelmaßnahmen, mit denen die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen geprüft werden soll, hat der Antragsteller nicht vorgelegt.

### Bewertung

Die Methoden, mit denen die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen verifiziert wird, hängen von den zu prüfenden Abfalleigenschaften und vom jeweiligen Konditionierungsverfahren ab. Eine Prüfung ihrer Eignung ist somit erst sinnvoll, wenn auch das Konditionierungsverfahren festgelegt ist und auf seine Eignung geprüft wird. Dieses erfolgt nach den Angaben des Antragstellers bei der Prüfung des Prüffolgeplanes bzw. im Rahmen der Verfahrensqualifikation. Die Prüfung der Eignung der Einzelmaßnahmen zur messenden Verifizierung der Abfalleigenschaften ist ebenfalls Bestandteil der Verfahrensqualifikation. Daher halten wir es für sachgerecht, daß - wie vom Antragsteller vorgesehen - die Beschreibung der Kontrollmaßnahmen und der zugehörigen Instrumentierung im Betriebshandbuch für die zu qualifizierende Anlage erfolgt (/EU 240/, Kap. 2.5.3.3 dieses Gutachtens). Ebenso kann für kampagnenabhängige Verfahrensqualifikationen nach dem Prüffolgeplanverfahren die Eignung der vorgesehenen Kontrollmaßnahmen erst bei der Prüfung des Prüffolgeplanes beurteilt werden.

Aufgrund unserer Erfahrungen bei der Konditionierung von Abfällen, die zur Zwischen- bzw. Endlagerung vorgesehen sind, sind wir der Ansicht, daß grundsätzlich geeignete Meßverfahren bzw. Verfahrensabläufe festgelegt werden können, mit denen die Einhaltung der Anforderungen an die Abfallgebinde verifiziert werden kann.

### **2.5.4 Aktivitätsfreisetzung im bestimmungsgemäßen Betrieb**

#### **2.5.4.1 Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallprodukten**

Die Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus den Abfallgebinden wird von der Art des Abfallproduktes, von der Verpackung und vom Radionuklid bestimmt.

Zur Ermittlung von Freisetzungsraten im bestimmungsgemäßen Betrieb werden die Abfallprodukte in die Produktgruppen "Metallische Feststoffe" und in die "Sonstige Abfallproduktgruppen" eingeteilt /EU 260/.

Die Radionuklide weisen ein nach physikalischen und chemischen Eigenschaften differenziertes Verhalten auf. Dementsprechend unterscheidet der Antragsteller

- Tritium,
- C 14,
- I 129,
- Edelgase,
- sonstige Alpha- und Beta-/Gammastrahler (Feststoffe) /EU 260/.

Im folgenden beschreiben und bewerten wir die Angaben des Antragstellers zum Freisetzungsverhalten dieser Nuklide bzw. Nuklidgruppen, wobei wir zusätzlich nach den o.g. Produktgruppen unterscheiden.

#### Freisetzung von Tritium

Die Freisetzung von Tritium, das in den Abfällen der "Sonstigen Abfallproduktgruppen" als HTO vorliegt, wird auf der Grundlage von Messergebnissen während des Endlagerbetriebes im Versuchsendlager Asse /EU 56.3/ und von Untersuchungen des Gewichtsverlustes von Zementproben /EU 56.4/ abgeschätzt. Die so ermittelte Freisetzungsrate von  $0,05 \text{ a}^{-1}$  wird vom Antragsteller als abdeckender Wert für das Freisetzungsverhalten von HTO aus den einzulagernden Abfallprodukten und Verpackungen angesehen /EU 260/.

Als weiterer Freisetzungsmechanismus von Tritium wird vom Antragsteller die Radiolyse von HTO zu HT betrachtet. Ausgehend von einer Bildungsrate von  $8 \text{ ml H}_2/\text{kg} \cdot 10^6 \text{ rad}$  gibt er die Tritiumfreisetzung durch Radiolyse in Abhängigkeit von der Gesamtaktivität an /EU 260/. Die so ermittelten Freisetzungsraten betragen:

Gesamtaktivität ohne Tritiumaktivität [Bq/Gebinde]	HT-Freisetzung durch Radiolyse [Bq/Gebinde]
bis $10^{10}$	$10^{-5} \text{ a}^{-1}$
$10^{10}$ bis $10^{12}$	$10^{-3} \text{ a}^{-1}$
über $10^{12}$	$5 \cdot 10^{-2} \text{ a}^{-1}$

Die Tritiumfreisetzung aus Abfallprodukten, für die keine Angaben zur chemischen Form der Tritiumverbindungen vorliegen, wird in den Planunterlagen mit  $0,1 \text{ a}^{-1}$  angesetzt. Dieser Wert ist aus den ungünstigsten Freisetzungsraten der oben betrachteten Tritiumverbindungen HT und HTO abgeleitet. Unter Berücksichtigung des vorhandenen Abfallspektrums stellt er nach Auffassung des Antragstellers eine abdeckende Abschätzung dar. Tritiumverbindungen mit einer höheren Flüchtigkeit als HTO werden aufgrund der Konditionierungsverfahren ausgeschlossen /EU 260/.

Die Tritiumfreisetzung aus metallischen Werkstoffen erfolgt durch eine Diffusion des Tritiums im Werkstoff mit einer anschließenden Desorption an der Phasengrenze. Aus Meßergebnissen zur Permeationsrate von Wasserstoff in Stahl, zur Freisetzung von Tritium aus Tritiumtargets und zur Freisetzung von Tritium aus zementierten Brennelementhülsen leitet der Antragsteller als abdeckenden Wert für die Freisetzungsraten aus der Abfallproduktionsgruppe "Metallische Feststoffe"  $5 \times 10^{-4} \text{ a}^{-1}$  ab /EU 260/.

### Bewertung

Der Antragsteller hat seinen Angaben zur Tritiumfreisetzung im bestimmungsgemäßen Betrieb die wesentlichen Freisetzungsmechanismen zugrundegelegt. Wir sind der Ansicht, daß diese Freisetzungangaben geeignet sind, die zu erwartende Tritiumfreisetzung aus für das Endlager Konrad vorgesehenen üblichen Abfällen der Kernkraftwerke und der Ver- und Entsorgungseinrichtungen zu erfassen. Derartige Abfallgebinde stellen den größten Teil der einzulagernden Abfälle dar. Die ermittelten Freisetzungsraten können jedoch nach unserer Ansicht bei Gebinden überschritten werden, die Tritiumverbindungen mit größeren Flüchtigkeiten als HTO enthalten. Dieses trifft vor allem für Abfälle aus der Forschung zu. Derartige Abfallgebinde fallen jedoch nur in sehr geringer Anzahl an, so daß die vom Antragsteller angesetzten Freisetzungsraten von Tritium für die Gesamtzahl der in einem Jahr einzulagernden Gebinde ebenfalls abdeckende Werte darstellen.

### Freisetzung von C 14

C 14 kann in radioaktiven Abfällen in flüchtiger Form, z.B. in organischen Verbindungen, oder als Feststoff enthalten sein. Der Antragsteller ermittelt die Freisetzungsrates von C 14 in flüchtigen Verbindungen analog zur HTO-Freisetzung und gibt dementsprechend ihren Wert mit  $0,1 \text{ a}^{-1}$  an. Diese Freisetzungsrates wird auch bei Abfällen unterstellt, in denen die chemische Verbindung des C 14 nicht spezifiziert werden kann /EU 260/.

C 14 als Feststoff in nichtmetallischen Verbindungen wird nach der Darstellung in den Planunterlagen durch die gleichen Mechanismen freigesetzt, die auch für die sonstigen Alpha- und Beta-/Gammastrahler, speziell für die leicht löslichen Feststoffe, gelten (s.u.).

Weiterhin kann in "Metallischen Feststoffen" C 14 durch Aktivierung von Stickstoffverunreinigungen während des Betriebs eines Kernkraftwerkes entstehen. Untersuchungen zur C-14-Freisetzung aufgrund derartiger Mechanismen wurden für Zircaloy als Trägermaterial durchgeführt. Dabei wurde C 14 nach Diffusion in der Zirkon-Legierung als  $\text{CO}_2$  freigesetzt. Eine Abschätzung der Freisetzungsrates ergab einen Wert von weniger als  $10^{-6} \text{ a}^{-1}$  /EU 260/. Ausgehend von diesen Meßergebnissen wird im Plan ein Wert von  $10^{-6} \text{ a}^{-1}$  für die Freisetzung aus "Metallischen Feststoffen" angenommen.

### Bewertung

Die Freisetzungsrates für C 14 ist im wesentlichen von der chemischen Verbindung im endzulagernden Abfall abhängig. Durch die in der Kerntechnik angewendeten Konditionierungsverfahren, wie Verbrennen, Bituminieren oder Vakuumtrocknen werden flüchtige Verbindungen mit C 14 bereits bei der Abfallverarbeitung abgetrennt. Andere Konditionierungsverfahren, wie das Zementieren der Abfälle, bewirken durch den hohen pH-Wert im Abfallprodukt eine Fixierung von C 14 in Carbonatform.

Messungen der Flüchtigkeit von C 14 wurden an Gebinden mit verpackten Harzen durchgeführt /EU 260/. Sie ergeben als Freisetzungsrates des C 14 aus dem Abfall in die Behälterinnenatmosphäre Werte unterhalb von  $10^{-3} \text{ a}^{-1}$ . Die vom Antragsteller angenommene Freisetzungsrates von  $0,1 \text{ a}^{-1}$  für C 14 in unspezifizierter Form liegt somit deutlich oberhalb der Meßwerte. Der vom Antragsteller angenommene Wert

stellt für die überwiegende Anzahl der einzulagernden Abfallgebinde eine obere Abschätzung der C-14-Freisetzung dar. Er kann lediglich bei einzelnen Abfallgebinden aus der Forschung überschritten werden. Derartige Abfallgebinde werden jedoch nur in sehr geringer Anzahl eingelagert werden. In den überwiegend einzulagernden Abfallgebinden wird die Flüchtigkeit von C-14-haltigen Verbindungen geringer sein, so daß die angesetzte Freisetzungsrates die über ein Jahr gemittelte C-14-Freisetzung mit ausreichender Sicherheit abdeckt.

Wir haben keine Einwände gegen die Zuordnung nichtmetallischer C-14-haltiger Feststoffe zur Gruppe der leicht löslichen Feststoffe. Bezüglich der Bewertung der zugehörigen Freisetzungsrates verweisen wir auf unsere Ausführung weiter unten.

Die Freisetzungsrates von C 14 aus "Metallischen Feststoffen" sind konservativ aus gezielten Untersuchungen abgeleitet worden. Wir haben keine Einwände gegen ihre Anwendung.

### Freisetzung von Jod

Das Spaltprodukt I 129 kann in Abfällen aus Kernkraftwerken und Wiederaufarbeitungsanlagen vorliegen. Der Antragsteller schätzt die Freisetzung von Jod unter Berücksichtigung eines Verteilungsquotienten von  $10^{-4}$  ab, der die Verteilung von Jod zwischen einer gasförmigen und einer wässrigen Phase beschreibt. Auf dieser Grundlage erhält er für die Freisetzung aus Abfallprodukten, wie Harzen, Konzentraten und zementierten Abfällen, eine abdeckende Freisetzungsrates von  $10^{-4} \text{ a}^{-1}$  /EU 260/.

Silberhaltige Filter aus der Wiederaufarbeitung werden gesondert betrachtet. Das in Form von Silberjodid vorliegende I 129 stellt nach Ansicht des Antragstellers einen Feststoff dar. Unter Berücksichtigung von Radiolysevorgängen wird hier eine Freisetzungsrates von  $10^{-6} \text{ a}^{-1}$  angesetzt /EU 260/. Dieser Wert liegt über der Freisetzungsrates von Feststoffen (siehe unten).

### Bewertung

Der Verteilungskoeffizient von Jod zwischen einer wäßrigen und einer gasförmigen Phase ist abhängig von der Jod-Konzentration in der wäßrigen Phase und vom pH-Wert. Im Bereich von pH-Werten von 5 wurden Verteilungskoeffizienten von  $5 \cdot 10^{-4}$  bestimmt, im neutralen und alkalischen Bereichen liegen diese Verteilungskoeffizienten wesentlich unter  $10^{-4}$  /279/. Durch die heute üblichen Konditionierungsverfahren wird sichergestellt, daß sich die Restfeuchten in den Abfallprodukten im neutralen bis alkalischen Bereich befinden. Bei zukünftigen Weiterentwicklungen der Konditionierungsverfahren wird im Rahmen der Verfahrensqualifikation darauf zu achten sein, daß diese Bedingung weiterhin erfüllt ist. Dieses bedeutet, daß Konditionierungsverfahren im Hinblick auf die Einhaltung der Annahmebedingungen auch unter Beachtung der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Abfallproduktes zu beurteilen sind. Dieser Aspekt ist in die Anforderungen an die Verfahrensqualifikation aufzunehmen /AV 2.5.4-1/.

Der vom Antragsteller angegebene Zahlenwert für die Freisetzungsrates ist nach unserer Auffassung zur sicheren Quantifizierung der über ein Jahr gemittelten Jodfreisetzung aus den einzulagernden Abfallgebinden geeignet. Gegen die gesonderte Festlegung der Jodfreisetzungsrates aus dem Silberjodid auf den Filtern aus der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen haben wir keine Einwände.

### Freisetzung von Edelgasen

Radioaktive Edelgasnuklide können in Abfallprodukten bei der Spontanspaltung von Aktiniden entstehen oder als Rn 220 und Rn 222 beim Zerfall der Aktiniden auftreten /EU 260/. Als weitere Edelgase werden vom Antragsteller Ar 39 und Kr 85 betrachtet /EU 260/. Ar 39 entsteht durch Aktivierung von K 39 im Borosilikatglas in Absorberstäben. Die Freisetzung von Ar 39 und von Edelgasen aus Spontanspaltungen sind nach der Darstellung des Antragstellers zu vernachlässigen.

Da die Halbwertszeit von Rn 222 und Rn 220 klein ist im Vergleich zum Freisetzungszeitraum, wird die Freisetzungsrates auf das Inventar von Ra 226 bzw. Ra 224 bezogen.

Wegen der Neubildung der Tochternuklide Rn 222 und Rn 220 ergeben sich Freisetzungsraten oberhalb  $1 \text{ a}^{-1}$  (s.u.).

Entscheidend für die Begrenzung der Freisetzung von Radon ist der radioaktive Zerfall. Die Verzögerung infolge der Migration der gebildeten Edelgase durch das Abfallprodukt und durch die Verpackung beeinflusst wesentlich die Freisetzungsraten.

Auf der Grundlage von gemessenen Diffusionsdaten berechnet der Antragsteller für zementierte Abfälle eine Freisetzungsraten von  $3,3 \text{ a}^{-1}$  für Rn 222. Unter Berücksichtigung des Transportes von Radon in der Gasphase der Abfallgebinde wird für unfixierte Abfälle eine Rn-222-Freisetzungsraten von  $53 \text{ a}^{-1}$  ermittelt /EU 260/.

Die Freisetzung von Rn 220 in die Wetter soll durch eine Umhüllung des radiumhaltigen Abfallproduktes mit 4 cm inaktivem Beton verhindert werden. Eine Quantifizierung der Freisetzungsraten erfolgt deshalb nicht.

Kr 85 wird in Form von Strahlenquellen aus den neuen Bundesländern eingelagert. Die Freisetzungsraten aus diesen Strahlenquellen wird zu  $1 \text{ a}^{-1}$  angenommen, da Rückhalte-mechanismen nicht sicher quantifizierbar sind /280, EU 117/.

### Bewertung

Wir sind wie der Antragsteller der Ansicht, daß die freigesetzten Aktivitäten von Edelgasen aus Spontanspaltungen und von Ar 39 zu vernachlässigen sind. Die Freisetzung von Kr 85 aus Strahlenquellen hat der Antragsteller abdeckend quantifiziert. Gegen die angegebenen Rn-222-Freisetzungsraten für fixierte und unfixierte Abfallprodukte haben wir keine Einwände. Eine Schicht von 4 cm inaktivem, rißfreiem Beton um Rn-220-haltige Abfallprodukte stellt nach unserer Überzeugung eine wirksame und durchführbare Maßnahme dar, um eine Freisetzung von Rn 220 zu verhindern.

Wir sind der Ansicht, daß die vom Antragsteller getroffenen Annahmen zur Edelgas-freisetzung diesen Mechanismus zutreffend beschreiben.



#### Freisetzung von sonstigen Alpha- und Beta-/Gamma-Strahlern (Feststoffe)

Die Freisetzung von Feststoffen in die Wetter wird vom Antragsteller in einem zweistufigen Modell beschrieben. Zunächst werden die Nuklide aus der Abfallproduktmatrix in Restwasseranteile ausgelaugt; anschließend erfolgt ein Übergang in die luftgetragene Form.

Zur Ableitung von Freisetzungsraten wird zwischen Elementen mit hoher Löslichkeit bzw. Auslaugbarkeit und Elementen mit niedriger Löslichkeit unterschieden. Die erste Gruppe umfaßt die Elemente bis zur Ordnungszahl 56 und Radium; sie wird vom Antragsteller als die Gruppe der sonstigen Beta-/Gamma-Strahler und des Radium 226 bezeichnet. Die schwerlöslichen Elemente werden der zweiten Gruppe zugeordnet, die als Gruppe der sonstigen Alphastrahler und des Plutoniums 241 bezeichnet wird.

Zur quantitativen Ableitung der Freisetzungsraten wird eine Auslaugrate von  $1\% \text{ a}^{-1}$  für die leichtlöslichen und von  $10^{-3}\% \text{ a}^{-1}$  für die schwerlöslichen Elemente angesetzt.

Messungen des Aerosolaustrages beim Verdampfen /EU 37.1, EU 37.2/ ergaben einen Mitverdampfungsfaktor, der bei  $50\text{ °C}$  unter  $10^{-6}$  liegt. Unter Berücksichtigung einer Verdampfungsrate des Wasserinventares von  $5\%$  pro Jahr gibt der Antragsteller Freisetzungsraten von  $5 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$  für die leichtlöslichen und  $5 \cdot 10^{-12} \text{ a}^{-1}$  für die schwerlöslichen Feststoffe an /EU 260/.

Bei Abfallprodukten mit einer Restfeuchte unter einem Massenanteil von  $1\%$  kann nach Meinung des Antragstellers kein Mechanismus zur Freisetzung von nennenswerten Feststoffanteilen unterstellt werden. Aus diesem Grund wird für Abfallprodukte mit dieser geringen Feuchte eine gemeinsame Freisetzungsraten von  $5 \cdot 10^{-12} \text{ a}^{-1}$  für beide Nuklidgruppen angesetzt.

Die gesamten Freisetzungsraten gelten für "Sonstige Abfallproduktgruppen". Eine Freisetzung von radioaktiven Feststoffen aus Produkten der Gruppe "Metallische Feststoffe" wird vom Antragsteller nicht betrachtet. Er ist der Ansicht, daß Voraussetzung für eine Freisetzung der hier betrachteten Nuklide aus dieser Abfallproduktgruppe mechanische Einwirkungen sind, die bei einer normalen Lagerung nicht zu erwarten sind.

### Bewertung

Die Einteilung der sonstigen Nuklide in leichtlösliche Beta-/Gamma-Strahler mit Radium 226 und in schwerlösliche Alpha-Strahler mit Plutonium 241 ist nach unserer Ansicht eine angemessene Maßnahme, um die unterschiedlichen Freisetzungsraten in Abhängigkeit vom chemischen und physikalischen Verhalten der verschiedenen Radionuklide zu ermitteln. Die vom Antragsteller durchgeführte Berücksichtigung eines Aerosolaustrages bei der Verdampfung von Wasser aus der Restfeuchte von Abfallprodukten führt zu abdeckenden Freisetzungsraten für die betrachteten Nuklide. Wir sind wie der Antragsteller der Ansicht, daß eine Freisetzung von Feststoffen aus "Metallischen Feststoffen" zu vernachlässigen ist.

#### 2.5.4.2 Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallbehältern

Die Aktivitätsfreisetzung im bestimmungsgemäßen Betrieb wird durch die Abfallbehälter behindert. Die Rückhaltefunktion von Stahlblech- oder Betonbehältern kann jedoch nicht allgemein quantifiziert werden. In den Planungsunterlagen wird daher nur für Gußbehälter, bei denen Leckraten durch Messungen überprüfbar sind, ein Rückhaltefaktor abgeleitet. Ausgehend von einer Heliumleckrate von  $10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ , wie sie den Anforderungen an eine Typ-B-Verpackung entspricht, wird für einen Behälter mit einer verbleibenden freien Behälteratmosphäre von 120 l eine Durchlässigkeit von  $0,01 \text{ a}^{-1}$  abgeleitet /EU 260/. Für Behälter mit einer nachgewiesenen kleineren Heliumleckrate ergeben sich entsprechend geringere Durchlässigkeiten /1, EU 240/.

### Bewertung

Die beschriebene Vorgehensweise zur Ableitung eines Rückhaltefaktors aus einer Leckrate berücksichtigt einen Wert für die freie Behälteratmosphäre, der für Einzelgebäude nicht als abdeckend zu bewerten ist. Wir sind jedoch der Ansicht, daß der Antragsteller für die mittlere Aktivitätsfreisetzung aus allen jährlich einzulagernden Behältern mit spezifizierter Dichtigkeit eine ausreichend sichere Abschätzung durchgeführt hat und haben daher keine Bedenken gegen die angegebenen Durchlässigkeitsfaktoren.

### **2.6 Begrenzung der Nuklidinventare zur Einhaltung einer zulässigen Temperaturerhöhung im Wirtsgestein**

Summenkriterium mit Leitnukliden, verdünnte Einlagerung

Die Zerfallsleistung der in den Abfällen enthaltenen Radionuklide verursacht eine instationäre Erwärmung im Wirtsgestein. Sie ist durch einen Temperaturanstieg auf einen Maximalwert und einen anschließenden Temperaturabfall gekennzeichnet. Das Temperaturmaximum wird für jedes Nuklid abhängig von seiner Zerfallszeit zu unterschiedlichen Zeitpunkten erreicht. Die Höhe jedes Maximums ist von der anfänglichen Zerfallsleistung abhängig. Die Temperaturkurve eines eingelagerten Nuklidspektrums erhält man durch lineare Überlagerung der nuklidspezifischen Temperaturverläufe. Dieses Vorgehen setzt voraus, daß die maßgebenden Stoffwerte (Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität) als temperaturunabhängig angenommen werden können.

Aus zwei Gründen muß die Temperaturerhöhung aufgrund des eingelagerten Nuklidinventars begrenzt werden. Zunächst dürfen während der Betriebsphase des Endlagers keine Temperaturerhöhungen auftreten, die bedeutsame Auswirkungen auf die Stabilität des Grubengebäudes haben könnten /1/. Zum anderen muß auch in der Nachbetriebsphase die Temperaturerhöhung begrenzt werden, weil die Rechnungen zur Nuklidausbreitung ohne Berücksichtigung der Temperaturabhängigkeit von Stoffwerten durchgeführt wurden /EU 217/. Zur Einhaltung dieser Randbedingungen wird die maximale Temperaturerhöhung am Stoß der Einlagerungskammern langfristig über die Betriebsphase hinaus begrenzt. Der Antragsteller sieht vor, die zulässige Temperaturerhöhung während der Betriebsphase und bis zu einem Zeitraum von maximal 100 000 Jahren auf einen Wert von 3 K festzulegen /1/.

Zur Erfüllung dieser Anforderung werden für jeden einzelnen Behältertyp nuklidspezifisch die maximalen Aktivitäten begrenzt. Der Antragsteller hat den zeitabhängigen Temperaturverlauf im Wirtsgestein für 107 Radionuklide berechnet. Die vorab ermittelte nuklidspezifische zeitabhängige Wärmeleistung geht als wesentliche Randbedingung in diese Rechnung ein. Als Ergebnis erhält man für jedes einzelne Radionuklid die Wärmeleistung, die gerade zu einer Temperaturerhöhung von 3 K führt. Diese Wärmeleistung wird als Grenzwärmeleistung (in W/m) des jeweiligen Radionuklids in der Einlagerungsstrecke bezeichnet. Sie ist über die Energiefreisetzung pro Zerfall mit der Grenzaktivität

(in Bq/m) verknüpft. Der Zeitpunkt der Temperaturmaxima ist für jedes Nuklid unterschiedlich. Die so ermittelten Aktivitätsgrenzwerte pro Einlagerungsstrecke werden mit den geometrischen Daten der Gebinde auf gebindebezogene Aktivitätswerte umgerechnet /EU 80.2/.

Für reale Nuklidspektren entwickelt der Antragsteller auf der Grundlage der berechneten Grenzwärmeleistungen/-aktivitäten ein sogenanntes "vollständiges Summenkriterium" (vgl. Gl. 4.2 bis 4.5 /EU 72.1/). Für ein einzulagerndes Abfallgebäude wird die darin enthaltene Aktivität  $A_N$  eines speziellen Radionuklides N ins Verhältnis zur Grenzaktivität  $A_{N^*}$  dieses Nuklides gesetzt. Die Addition der Verhältnisse  $A_N/A_{N^*}$  für alle Nuklide eines Abfallgebäudes wird als Summenwert S des vorhandenen Aktivitätsinventars bezeichnet. Die zulässige Grenztemperatur wird dann nicht überschritten, wenn der Summenwert S kleiner als 1 ist. Das Summenkriterium wurde unter der vereinfachenden Annahme abgeleitet, daß die Temperaturmaxima aller Nuklide abweichend vom realen Verhalten zum gleichen Zeitpunkt auftreten.

Dieses Kriterium ist wegen der erforderlichen Aufschlüsselung des Nuklidinventars eines Abfallgebäudes aufwendig. Der Antragsteller hat deshalb die Anzahl insgesamt möglicher Nuklide auf 30 sogenannte Leitnuklide begrenzt, um das Verfahren zu vereinfachen.

Der Antragsteller sieht vor, einzelne Gebinde mit bis zu 60fach erhöhter Zerfallsleistung zur Einlagerung zuzulassen. Dadurch sind örtlich begrenzt Temperaturüberschreitungen möglich. Die mittlere Aktivität darf aber in einem definierten Streckenabschnitt den zulässigen Grenzwert nicht überschreiten /EU 72.1/. Der Antragsteller spricht dann von "verdünnter Einlagerung".

### Bewertung

Das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld hat festgestellt, daß eine Temperaturerhöhung von 3 K an den Stößen der Einlagerungskammern aus gebirgsmechanischer Sicht zulässig ist /110/.

Für die Berechnung der Nuklidäusbreitung in der Nachbetriebsphase rechtfertigt die Begrenzung der Temperaturerhöhung auf 3 K die Annahme von temperaturunab-

hängigen Stoffwerten. Temperaturdifferenzen von 3 K bewirken nur vernachlässigbar kleine Änderungen der maßgeblichen Stoffwerte.

Wir halten das Nachweisverfahren zur Begrenzung der Temperaturerhöhung /EU 72.1, EU 80.2/ grundsätzlich für geeignet. Details dieses Nachweisverfahrens bewerten wir im folgenden.

Die vom Antragsteller als Grundvoraussetzung getroffene Annahme zur Überlagerung der nuklidspezifischen Temperaturkurven /EU 72.1/ können wir bestätigen.

### Nuklidspezifische Wärmeleistung

Der Antragsteller unterscheidet bei der Berechnung der zeitabhängigen Wärmeleistung Nuklide mit einstufigem Zerfall und solche mit mehrstufigem Zerfall. Verzweigungen in den Zerfallsketten bleiben dabei unberücksichtigt /EU 72.1/.

### Bewertung

Wir haben die Zerfallskonstanten und die Wärmefreisetzung für die einstufig und mehrstufig zerfallenden Nuklide, insbesondere für alle Leitnuklide, überprüft (vgl. Kapitel 2.5.2 dieses Gutachtens).

### Temperaturerhöhung bei kurzlebigen Nukliden

Die Berechnung der zeitabhängigen Temperaturverläufe hat der Antragsteller getrennt für kurzlebige und langlebige Nuklide mit zwei unterschiedlichen Rechenmodellen durchgeführt.

Für kurzlebige Nuklide mit Halbwertszeiten bis zu etwa fünf Jahren wird eine einzelne Strecke als unendlich langer Kreiszyylinder mit einem Radius von 3,2 m abgebildet und der Temperaturverlauf innerhalb der Strecke und im Wirtsgestein numerisch mit einem Finite-Differenzen-Verfahren berechnet. Die gegenseitige Beeinflussung der Einlage-

rungskammern und die endliche Ausdehnung der Kammern werden vernachlässigt. Die Stoffwerte für das Wirtsgestein wurden experimentell untersucht /EU 218/. Die Vielzahl von Materialien innerhalb der Kammern hat eine Bandbreite möglicher Stoffwerte zur Folge. Ihren Einfluß auf die Temperaturerhöhung hat der Antragsteller untersucht.

### Bewertung

Wir haben die Temperaturverläufe für kurzlebige Nuklide mit dem Finite-Differenzen-Rechenprogramm HEATING 5 /111/ überprüft und bestätigen, daß mit den gewählten Stoffwerten eher zu kleine Grenzwärmeleistungen ermittelt werden.

Gegen die Verwendung der vom Antragsteller ermittelten Stoffwerte für die Wärmeleitfähigkeit, die spezifische Wärme und die Dichte /EU 218/ haben wir keine Einwände.

Der im Rechenmodell zugrunde gelegte Zylinderradius stellt im Vergleich zum geplanten Streckenquerschnitt von  $40 \text{ m}^2$  /1/ eine gute Näherung für die Berechnung der Temperaturen dar.

Die von uns durchgeführten Berechnungen stimmen mit denen des Antragstellers gut überein. Wir bestätigen darüber hinaus, daß sich die benachbarten Einlagerungskammern nicht gegenseitig beeinflussen.

### Temperaturerhöhung bei langlebigen Nukliden

Für langlebige Nuklide ist das Finite-Differenzen-Verfahren nach Auffassung des Antragstellers nicht anwendbar, weil sich die Temperaturverläufe benachbarter Einlagerungskammern gegenseitig beeinflussen und die angenommene unendliche Länge der Lagerstrecken zu hohe Maximaltemperaturen ergibt. Deshalb modelliert er die Einlagerungskammern als volumenlose Linienquellen. Der analytische Lösungsansatz ist nicht zur Berechnung der Temperaturen in der Kammer selbst und in ihrer unmittelbaren Nähe geeignet. Deshalb hat er hier die Temperaturen mit einer sogenannten quasistationären Näherungsmethode ermittelt /EU 72.1, EU 328/. Die analytische Berechnung be-

rücksichtigt den gegenseitigen Einfluß der Temperaturfelder von neun benachbarten Einlagerungskammern (Abstand 37,25 m) und eine endliche Streckenlänge von 1000 m. Die gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen Einlagerungsfelder und die Abkühlung an der Erdoberfläche werden vernachlässigt.

### Bewertung

Wir haben die Rechnungen des Antragstellers für längerlebige Nuklide mit dem Rechenprogramm HEATING 5 /111/ überprüft, wobei auch in unserem Modell die gegenseitige Beeinflussung von neun benachbarten Lagerstrecken mit einem Streckenabstand von 37,25 m erfaßt wird.

Für sehr langlebige Nuklide ist auch unser Rechenmodell mit HEATING 5 nicht mehr anwendbar, so daß auf die analytische Näherungslösung des Antragstellers zurückgegriffen werden muß. Wir haben uns deshalb von der Anwendbarkeit des mathematischen Ansatzes dieser Lösung anhand der Literatur /112/ überzeugt. Die Richtigkeit des zugrundegelegten Modells der volumenlosen Linienquellen wurde auch durch unsere numerischen Rechnungen bestätigt. Die vom Antragsteller analytisch berechneten maximalen Temperaturen /EU 72.1/ stimmen selbst für Nuklide mit Halbwertszeiten von einigen zehntausend Jahren noch gut mit den Ergebnissen unseres FD-Rechenmodells überein.

Für die extrem langlebigen Nuklide werden sich etwas höhere Maximaltemperaturen ergeben als vom Antragsteller berechnet, weil zwei Randbedingungen seiner Rechnungen nicht mit der Planung des Grubengebäudes /1, EU 279/ übereinstimmen:

- Der reale Streckenabstand ist - bezogen auf die Mittellinien (Achsen) - ca. 2 m kleiner.
- Die Anzahl der neun parallelen Einlagerungsstrecken im Modell ist geringer als für das Einlagerungsfeld 5 a vorgesehen (12 Strecken).

Mit gleicher Tendenz wirkt sich die modellmäßige Vernachlässigung der gegenseitigen Beeinflussung der Einlagerungsfelder aus.

Zur sicheren Seite hin wurde dagegen u.a. nicht berücksichtigt, daß die nuklidspezifischen Temperaturmaxima zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten auftreten. Die oben erläuterten Abweichungen sind unbedeutend im Hinblick auf die Langzeitberechnungen zur Nuklidausbreitung, für die diese Temperaturberechnungen allein herangezogen werden. Aus diesem Grunde haben wir keine Einwände, das Modell auch für die extrem langlebigen Nuklide zu verwenden.

### Vereinfachung für Nuklide mit einstufigem Zerfall

Bei der Berechnung der Temperaturmaxima und dann der Grenzwärmeleistungen unterscheidet der Antragsteller Nuklide mit einstufigem und solche mit mehrstufigem Zerfall. Die beiden vorher erläuterten Rechenmodelle werden für jede der beiden Zerfallsarten entsprechend der Lebensdauer der Nuklide eingesetzt.

Zur Vereinfachung des Rechenaufwandes werden die Grenzwärmeleistungen für Nuklide mit einstufigem Zerfall nur gezielt für einzelne Zerfallskonstanten ermittelt. Auf dieser Grundlage wird die funktionale Abhängigkeit von Grenzwärmeleistungen und Zerfallskonstanten der Nuklide in Form von zwei Näherungsfunktionen dargestellt /EU 72.1/. Damit kann die Zerfallsleistung eines beliebigen einstufig zerfallenden Nuklides ermittelt werden.

### Bewertung

Wir halten die vorgeschlagene Vereinfachung des Verfahrens für sinnvoll. Die Näherung haben wir anhand von Beispielen geprüft. Sie stimmt mit den berechneten Grenzwärmeleistungen überein /EU 72.1/. Ihrer Verwendung zur Ermittlung der Grenzwärmeleistungen von einstufig zerfallenden Nukliden stimmen wir zu.

### Abschneidekriterien für einstufig zerfallende Nuklide

Zur Vereinfachung des Verfahrens werden sogenannte Abschneidekriterien für sehr kurzlebige und für sehr langlebige Nuklide definiert. Sehr kurzlebige Nuklide haben we-



gen der zeitlichen Verzögerung von ihrer Entstehung bis zu ihrer Einlagerung für das 3-K-Kriterium praktisch keine Bedeutung. Deshalb wird für einstufig zerfallende Nuklide mit Halbwertszeiten unterhalb eines Tages keine Begrenzung der Wärmeleistung gefordert. Für einstufig zerfallende Nuklide mit Halbwertszeiten unter 5,1 Tagen wird die Grenzwärmeleistung konservativ auf den Wert eines Nuklides mit dieser Halbwertszeit begrenzt (470 W/m).

Für sehr langlebige Nuklide mit Halbwertszeiten von mehr als 1 Million Jahren hat der Antragsteller eine Grenzwärmeleistung von 1,29 W pro m Einlagerungsstrecke festgelegt. Da diese und noch langlebigere Nuklide ihr Temperaturmaximum frühestens nach 100 000 Jahren erreichen, haben sie hinsichtlich ihres Temperaturmaximums keine Bedeutung.

### Bewertung

Im Rahmen der hier erforderlichen Genauigkeit haben wir keine Einwände gegen die festgelegten Abschneidekriterien für Nuklide mit einstufigem Zerfall.

### Abschneidekriterium für mehrstufig zerfallende Nuklide

Bei Nukliden mit mehrstufigem Zerfall, zum Beispiel bei fast allen Aktiniden, werden nicht nur die Energiefreisetzung des Mutternuklides, sondern auch die Energiefreisetzungen der Tochternuklide berücksichtigt (siehe Kapitel 2.5.2 dieses Gutachtens).

Zur Festlegung eines Abschneidekriteriums für kurzlebige Nuklide wird die Summe der Halbwertszeiten des Mutternuklides und seiner ersten Tochternuklide gebildet. Solange die Summe einen Tag unterschreitet, muß die Aktivität in den Abfalldatenblättern nicht angegeben werden. Dieses Abschneidekriterium betrifft sieben Aktiniden /EU 72.1/. Ein Abschneidekriterium für sehr langlebige Nuklide mit mehrstufigem Zerfall wurde nicht festgelegt.

### Bewertung

Wenn die Summe der Halbwertszeiten des Mutternuklides und seiner Tochternuklide einen Tag unterschreitet, kann eine Beeinflussung des Wirtsgesteins vernachlässigt werden. In Analogie zum vergleichbaren Abschneidekriterium für kurzlebige einstufig zerfallende Nuklide stimmen wir deshalb auch diesem Abschneidekriterium zu. Für die aufgelisteten Aktiniden /EU 72.1/ sind bei der Einlagerung keine Aktivitätsangaben erforderlich.

### Behälterspezifische Aktivitäten

Die auf die Längeneinheit der Einlagerungskammer bezogenen Aktivitätsgrenzwerte werden in behälterspezifische Aktivitäten umgerechnet. Zur Umrechnung wird ein Gebindefaktor definiert, der die behälterspezifische Anzahl der im Streckenquerschnitt zur Einlagerung vorgesehenen Behälter sowie die Stapelabschnittslänge berücksichtigt /EU 72.1/. Der Antragsteller gibt für alle Nuklide die Aktivitätsgrenzwerte für jeden zur Zeit vorgesehenen Behältertyp an /1, EU 80.2/.

### Bewertung

Wir haben die Herleitung der Gebindefaktoren anhand der Unterlage /EU 421/ überprüft. Die Stapelabschnittslängen /EU 72.1/ stimmen mit den Angaben der Unterlage /EU 421/ überein. Die Anzahl der im Streckenquerschnitt einlagerbaren Behälter stimmt mit den Angaben der Unterlage /EU 72.1/ überein. Gegen die Verwendung der Gebindefaktoren im Nachweisverfahren haben wir keine Einwände.

### Summenkriterium mit Leitnukliden und 1%-Meldewert

Das vollständige Summenkriterium erfordert die Aufschlüsselung sämtlicher 107 Radionuklide vor der Einlagerung eines Abfallgebundes. Das vorgeschlagene Summenkriterium mit Leitnukliden erfordert dagegen einen geringeren Nachweisaufwand. Die Gesamtanzahl der anzugebenden Nuklide wird hier auf 30 sogenannte Leitnuklide reduziert

/EU 72.1, EU 80.2, EU 117/. Zuerst werden alle Nuklide nach aufsteigendem Aktivitätsgrenzwert geordnet. Mit dem niedrigsten Grenzwert beginnend werden die ersten 13 Alpha-Strahler und die ersten 13 Beta/Gamma-Strahler als Leitnuklide bezeichnet. Zusätzlich werden die vier sehr häufig vorkommenden Nuklide Pu 238, Cs 137, Ni 63 und Fe 55 zu den Leitnukliden gezählt.

Für die übrigen, nicht berücksichtigten Nuklide (Reststrahler) werden, summarisch getrennt nach Alpha- und Beta/Gamma-Strahlern, Aktivitätsgrenzwerte angegeben, die den Aktivitätsgrenzwerten des ersten Alpha-Strahlers oder Beta/Gamma-Strahlers nach den Leitnukliden entsprechen.

Eine Aktivitätsangabe für die Leitnuklide bei sehr geringen Aktivitäten ist kaum noch sinnvoll. Deshalb ist ein sogenannter 1%-Meldewert eingeführt worden. Beträgt die Aktivität eines Leitnuklides oder der Reststrahler weniger als 1 % ihres jeweiligen Aktivitätsgrenzwertes, muß die Aktivität des speziellen Nuklides vom Ablieferer nicht mehr angegeben werden. Es genügt die Mitteilung, daß diese Aktivität den Meldewert unterschreitet.

Sämtliche Aktivitätsgrenzwerte sind deshalb so festgelegt, daß die nicht angegebene Aktivität ohne Einfluß auf die sichere Einhaltung des 3-K-Kriteriums bleibt /EU 80.2/. Der Nachweis zur Einhaltung des 3-K-Kriteriums gilt als geführt, wenn der Aktivitätssummenwert der Leitnuklide plus Restaktivitäten (bezogen auf den jeweiligen Grenzwert) kleiner als 1 ist.

### Bewertung

Wir können bestätigen, daß bei Anwendung des Summenkriteriums das 3-K-Kriterium eingehalten wird.

### Gemischte Einlagerung

Bei der sogenannten "gemischte Einlagerung" sollen auch Behälter eingelagert werden, deren Summenwert S größer als 1 ist, wenn gleichzeitig Behälter mit Summenwerten

eingelagert werden, die niedriger als 1 sind. Der für ein festgelegtes Streckenvolumen gemittelte Summenwert muß dann kleiner als 1 sein. Der Antragsteller legt fest, daß die Mittelwertbildung über den Streckenquerschnitt und in Längsrichtung über maximal drei Stapelabschnitte durchgeführt werden kann /EU 72.1, EU 117/. Die Mittelwertbildung führt zu behälterspezifischen theoretisch zulässigen Summenwertobergrenzen. Die vom Antragsteller für die Einlagerung festgelegten Obergrenzen liegen zum Teil erheblich unterhalb der theoretisch möglichen /EU 72.1, EU 80.2, EU 329/. Vor der Anlieferung von Abfallgebinden mit Summenwerten größer als 1 ist die Zustimmung der BfS erforderlich /EU 117/.

### Bewertung

Im Endlager tritt innerhalb des definierten Verdünnungsvolumens ein Temperaturausgleich ein. Örtlich begrenzte Temperaturerhöhungen am Streckenstoß von etwas mehr als 3 K sind für die anfangs erläuterten Randbedingungen der Nuklid Ausbreitung bedeutungslos (vgl. Teil 2 - Langzeitsicherheit - unseres Gutachtens).

In der Betriebsphase des Endlagers könnten Behälter mit einem Summenwert  $S$  größer als 1 durch einen sehr großen Anteil kurzlebiger Nuklide örtlich begrenzt Temperaturerhöhungen von deutlich mehr als 3 K hervorrufen. Diese Temperaturmaxima würden sich aber nur auf Bereiche von allenfalls wenigen Metern Ausdehnung erstrecken.

Das Nachweisverfahren zum Nachweis der Einhaltung des 3-K-Kriteriums enthält mehrere Sicherheitszuschläge:

- Es wird unterstellt, daß die von den einzelnen Nukliden verursachten Temperaturmaxima zeitlich zusammenfallen.
- Bei der Einführung des Summenkriteriums mit Leitnukliden werden die Restaktivitäten überschätzt.
- Die Anwendung des 1%-Meldewertes erfolgt unter Berücksichtigung einer konservativ definierten Leitnuklidkorrektur.

Nach unserer Ansicht führen deshalb die aufgrund des Nachweisverfahrens ermittelten Aktivitätsbegrenzungen in den Behältern realistisch zu geringeren maximalen Temperaturerhöhungen als 3 K am Streckenstoß.



## **2.7 Kritikalitätssicherheit in der Betriebsphase**

### **2.7.1 Allgemeines**

#### **2.7.1.1 Maßnahmen zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit**

Die Kritikalitätssicherheit ist die Sicherheit gegen das Eintreten eines kritischen Zustandes in einem Spaltstoffsystem, der durch Neutronen- und Gammastrahlung und Freisetzung von Spaltprodukten eine Letaldosis in der nächsten Umgebung des betroffenen Spaltstoffsystems bewirken kann.

Zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit können verschiedene Sicherheitsmaßnahmen herangezogen werden /118/. Hierzu gehören u.a.:

- die Begrenzung der Spaltstoffmasse,
- die Begrenzung der Anreicherung der Spaltstoffe an spaltbaren Nukliden,
- die Begrenzung der Konzentration an Spaltstoffen in einem Behälter,
- die Begrenzung der Abmessungen von Spaltstoffbehältern.

Durch die aufgeführten Sicherheitsmaßnahmen kann die Neutronenbilanz, die durch den sogenannten Multiplikationsfaktor  $k_{\text{eff}}$  dargestellt wird, in dem betrachteten Spaltstoffsystem so weit reduziert werden, daß ein kritischer Zustand mit  $k_{\text{eff}} = 1$  nicht erreicht werden kann.

Bei der Überprüfung der Kritikalitätssicherheit werden anomale Betriebszustände und im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht zu erwartende Ereignisabläufe angenommen, um deren Auswirkungen auf die vorgesehenen Sicherheitsmaßnahmen zu erfassen.

#### **2.7.1.2 Konzept des Antragstellers zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit**

Der Antragsteller sieht mehrere Sicherheitsmaßnahmen vor, um die Kritikalitätssicherheit einzuhalten. Im wesentlichen sind eine Begrenzung der Konzentration an Spaltstoffen in den Abfallgebinden und eine Massenbegrenzung pro Abfallgebinde vorgesehen. Während die Spaltstoffkonzentration auf den maximal zulässigen Wert von 50 g Spaltstoff pro 100 l Behältervolumen fest begrenzt ist /EU 85.3, EU 117/, werden die Massenbegrenzungen aus den Abmessungen der Abfallgebinde und des Querschnitts der Einlagekammern hergeleitet.

Anhand einer Modellbetrachtung zur Nachbetriebsphase, bei der die selektive Auslaugung von Spaltstoff durch chloridhaltige Grubenwässer aus der Abfallgebundematrix und die Ansammlung in der kleinsten kritischen Kugelmasse unterstellt werden, wird für jeden Spaltstofftyp und jedes Abfallgebinde eine zulässige Spaltstoffmasse ermittelt /EU 85.3/. Der kleinste Massenwert aus der grundlegenden Konzentrationsbegrenzung und aus der Modellbetrachtung kommt jeweils für das betrachtete Abfallgebinde zur Anwendung. Zusätzlich darf die Spaltstoffmasse pro Abfallgebinde 45 % der kleinsten kritischen Kugelmasse unter den optimalen Bedingungen mit reinem Wasser als Moderator und Reflektor nicht überschreiten.

Zusammenfassend ergibt sich für jede Kombination von einem Spaltstofftyp und Abfallgebinde eine Begrenzung durch drei Werte, von denen der minimale wirksam ist. Durch die Konzentrationsbeschränkung und die 45%-Massenbegrenzung sind zwei absolute Grenzen vorgegeben, während die Massenbegrenzung, die aus der Modellbetrachtung der Nachbetriebsphase hergeleitet wurde, im Sinne eines Sollwertes zu sehen ist. Bei einer geplanten Überschreitung des Sollwertes wird durch Maßnahmen administrativer Art sichergestellt, daß in benachbarten eingelagerten Abfallgebinden geringere Spaltstoffmengen enthalten sind, so daß die pro Stapelabschnitt zulässige Spaltstoffmenge eingehalten wird /EU 85.3, EU 426/.

### Bewertung

Wir haben überprüft, ob die vorgesehenen Sicherheitsmaßnahmen ausreichend sind, um grundlegend und im Sinne eines Konzeptes die Kritikalitätssicherheit einzuhalten.

Die Konzentrationsbeschränkung ist eine Maßnahme mit geringem sicherheitstechnischem Wert, da die Homogenität der Konzentration des Spaltstoffs allenfalls stichprobenartig bei der Produktkontrolle geprüft werden kann, wenn das Konditionierungsverfahren bekannt ist und Kalibrierstandards aus dem jeweiligen Konditionierungsverfahren vorhanden sind. Unter Produktkontrolle verstehen wir im Kap. 2.7 dieses Gutachtens die Kontrollmaßnahmen am beladenen Abfallgebinde. Die qualitätssichernden Maßnahmen, die vor und während der Konditionierung der Abfälle



stattfinden, können zur Absicherung der Randbedingungen für die Kritikalitätssicherheit herangezogen werden. Hierauf gehen wir in den folgenden Kapiteln ein.

Anomale Betriebszustände an der Konditionierungsanlage für Abfallgebinde lassen es nach unserer Ansicht denkbar erscheinen, daß lokale Aufkonzentrationen in den Abfallgebinden vorhanden sein werden. Bei unserer Beurteilung berücksichtigen wir daher die vorgesehene Konzentrationsbegrenzung nur im Sinne eines betrieblich einzuhaltenden Parameters, sofern nicht belegt ist, daß eine homogene Einbindung des Spaltstoffs in eine Beton-/Zementmatrix erfolgt ist.

Die Grundanforderung von 45 Prozent der kleinsten kritischen Masse pro Abfallgebinde (Wasser als Moderator und Reflektor) halten wir als Abfall-Grenzwert für zu hoch. Dieser Grenzwert wird bei der Lagerung von Spaltstoffen für die Auslegung von Anlagen der Kernbrennstoffversorgung herangezogen. Die Abfallgebinde müßten im Endlager unter der Einhaltung von Sicherheitsabständen gehandhabt werden, um die Kritikalitätssicherheit einzuhalten, wenn man unterstellt, daß bei derartig befüllten Abfallgebinden der Spaltstoff lokal in einer Ecke aufkonzentriert ist. Die Handhabung unter Einhaltung von Sicherheitsabständen ist aber im Endlager nicht vorgesehen. Deshalb schlagen wir kleinere Grenzwerte vor und fordern die Einbindung des Spaltstoffs in eine Beton-/Zementmatrix bei mehr als 15 g Spaltstoff pro Gebinde (vgl. folgende Kapitel dieses Gutachtens). Durch das Einbinden in eine Beton-/Zementmatrix wird die kleinste kritische Masse deutlich heraufgesetzt.

Die vom Antragsteller durchgeführte Modellbetrachtung eines Szenarios, bei der jeweils die Spaltstoffmasse aus einem Stapelabschnitt oder Streckenabschnitt /EU 426/ der Einlagerungskammern zu einer kugelförmigen kritischen Masse aufkonzentriert wird, halten wir für ein zulässiges Konzept zur Ableitung von Massengrenzwerten bei den Abfallgebinden. Wir sehen das Konzept für geeignet an, den Sicherheitsabstand zu verdeutlichen, der in der Nachbetriebsphase gegen das Entstehen einer kritischen Anordnung vorhanden ist.

Die Vorgehensweise des Antragstellers, auf der Basis dieses Konzepts für jeden Abfallgebinde- und Spaltstofftyp Grenzwerte vorzugeben, erfordert umfangreiche Sicherheitsanweisungen bei der gemischten Einlagerung, da die jeweils pro Stapelabschnitt mischbaren Gebinde zusammengestellt werden müssen und da eine Über-

schreitung der aus dem Konzept abgeleiteten Spaltstoffgrenzwerte pro Abfallgebinde im Rahmen von „Summenkriterien“ (vgl. Kap. 2.7.2.4.2) zugelassen wird.

Bei der folgenden detaillierten Betrachtung leiten wir Eingrenzungen ab, um bei der Einlagerung der Abfallgebinde ein Minimum an Maßnahmen administrativer Art zu erzielen und die hier im Vorwege angesprochenen Kritikpunkte auszuräumen.

Weiter sei angemerkt, daß der Antragsteller sein Konzept und die daraus abgeleiteten Grenzwerte für einfach handhabbar hält, auch wenn die Vorgehensweise nicht "klassisch" im Sinne der Kritikalitätssicherheit ist /EU 445/. Infolge dieses nicht näher definierten Auslegungsprinzips des Antragstellers werden einige zusätzliche Eingrenzungen erforderlich, die wir im folgenden darlegen.

Zu dem Begriff der "kritischen Masse", der im folgenden öfters verwendet wird, möchten wir klarstellen, daß eine Anordnung mit einer kritischen Masse unter Betriebsbedingungen oder unter den Bedingungen der Nachbetriebsphase hinsichtlich der Auswirkungen eines kritischen Zustandes nicht vergleichbar ist mit den Auswirkungen von überkritischen Anordnungen mit schnellen Neutronen, die in der Waffentechnik entwickelt wurden.

## **2.7.2 Auslegung und Grenzwerte zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit**

### **2.7.2.1 Umfang der Begutachtung**

Wir betrachten die Kritikalitätssicherheit während der Betriebsphase auf dem Betriebsgelände und in den Einlagerungskammern. Zur Kritikalitätssicherheit während des Antransportes außerhalb des Betriebsgeländes, die durch Transportgenehmigungen bestätigt wird, nehmen wir nicht Stellung. Die vom Ablieferungspflichtigen durchgeführten Maßnahmen zur Homogenisierung beim Einfüllen und Verfestigen der Abfallprodukte werden in unsere Betrachtung einbezogen, da sie grundlegend die Einhaltung der Kritikalitätssicherheit bei der Handhabung und Lagerung bestimmen.

### 2.7.2.2 Bewertungsgrundlagen und Prüfpunkte

Wir haben zur Bewertung herangezogen:

- DIN 25403, Teil 1 /118/,
- BMI-Sicherheitsanforderungen für Kernbrennstoffversorgungsanlagen /119/,
- ISO-Norm 1709 /120/,
- ISO-Norm 7753 /122/,
- GRS-Handbuch zur Kritikalität /123/,
- ARH-600 Handbuch /124/.

In Anlehnung an die Vorgehensweise bei der Begutachtung von kerntechnischen Anlagen haben wir die Vorgaben und Festlegungen der Parameter überprüft, die die Kritikalitätssicherheit beeinflussen:

- Abmessungen der Einlagerungskammern,
- Abmessungen der Abfallbehälter,
- Materialien der Abfallbehälter,
- Dichte und Zusammensetzung der Materialien, die als Bindemittel und sonstige Stoffe in den Abfallbehältern vorhanden sind,
- Spaltstoffe und Spaltstoffinventare, die aufgrund der Einlagerungsgrenzwerte /EU 85.3, EU 426, EU 117/ als zulässig angesehen werden.

Weiterhin haben wir die vorgelegten Kritikalitätsberechnungen, aus denen Grenzwerte von Spaltstoffinventaren abgeleitet werden, und Nachweise zur Kritikalitätssicherheit überprüft. Hierbei stützen wir uns u.a. auf eigene Rechnungen, die wir mit dem Spektralprogramm CGM /125/ und dem Monte-Carlo-Programm KENO 5a /127/ durchgeführt haben.

Nach den Vorgaben der Bewertungsgrundlagen /118, 119, 120/ haben wir überprüft, ob das grundlegende Störfallprinzip eingehalten ist, nach dem sichergestellt sein muß, daß es zweier im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht zu erwartender Ereignisse bedarf, bevor Kritikalität eintreten kann. Als weitere grundlegende Anforderung sehen wir es an, daß die Kritikalitätssicherheit vorrangig durch die Auslegung von Behältern oder Apparaturen eingehalten werden soll und nicht durch Maßnahmen administrativer Art /118/.

Wir legen generell die betrieblich ungünstigsten Zustände zugrunde, d.h. wir unterstellen, daß jeder vorgegebene Grenzwert voll ausgeschöpft wird und daß nicht festgelegte Parameter hinsichtlich der Kritikalitätssicherheit in die ungünstigste Richtung verschoben sind. Aussagen des Antragstellers, nach denen z.B. eine Konfiguration von Abfallgebinden im Pufferlager nur bei innerbetrieblichen Störungen zustande kommt /EU 426/, können somit nicht bewertet werden. Zur Minimierung der Maßnahmen administrativer Art legen wir Wert auf einfach zu überschauende Grenzwerte.

### 2.7.2.3 Einlagerungsräume und Einlagerungsformen

#### Einlagerungsräume

Die Abfallgebände sollen in den Einlagerungskammern des Endlagers eingelagert werden, die einen Kammerquerschnitt von ca.  $40 \text{ m}^2$  bei einer Breite der Kammer von ca. 7 m haben /EU 85.3, EU 421/. Die Länge einer Einlagerungskammer wird mit 500 m bzw. 1000 m angegeben /EU 72.3, EU 85.2/. Die gesamte Länge der Einlagerungskammern von  $2,5 \cdot 10^4 \text{ m}$  kann in Stapelabschnitte unterteilt werden dergestalt, daß man bei der Einlagerung jedes einzelnen Behältertyps den optimalen Kammernutzungsgrad ermittelt und die dann belegte Kammerlänge angibt. Die resultierenden Stapelabschnitte für die einzelnen Behältertypen liegen in dem Bereich 1,25 m bis 2,1 m. Für eine Mischung von verschiedenen Behältertypen, was als wesentlicher Vorteil der Einlagerung angesehen wird, werden keine Stapelabschnitte angegeben /EU 421/. In einer Stellungnahme zur Kritikalitätssicherheit /EU 445/ wird einerseits ausgeführt, daß die Länge der Stapelabschnitte für die Betrachtungen generell und auch für Mischungen keine Rolle spielt, andererseits wird ausgeführt, daß die Stapelabschnitte aus den Behälterabmessungen ermittelt werden. Abschließend wird festgelegt, daß bei der gemischten Einlagerung im Streckenquerschnitt Abfallgebände mit gleichen äußeren Abmessungen und damit gleicher Stapelabschnittstiefe zusammen im Querschnitt der Einlagerungskammer eingelagert werden /EU 426/.

### Abmessungen der Behältertypen

Die Abmessungen der zu verwendenden Abfallbehälter-Grundtypen, die aus Beton, Gußstahl oder Stahlblech gefertigt sind, sind in der Tabelle 2.7.2.3-1 angegeben /EU 117/.

Wenn man die im Kammerquerschnitt einlagerbaren Behältertypen betrachtet, ergeben sich daraus die in der Tabelle 2.7.2.3-2 angegebenen Abfallgebindezahlen und Stapelabschnitte /EU 421, EU 426/.

Grundsätzlich werden die standardisierten Abfallbehälter eingelagert /EU 117, EU 426/. Für Abfallbehälter anderen Typs, die z.B. von den Firmen COGEMA oder BNFL verwendet werden und die in den Außenabmessungen von den standardisierten Abfallbehältern abweichen können, werden die Grenzwerte zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit vor der Annahme durch das Endlager festgelegt /EU 426/.

### Materialien, Bindemittel in den Einlagerungskammern

Die Abfallgebinde werden unter anderem je nach Inhalt und Fixierung des Inhaltes in sechs Abfallproduktgruppen (APG) unterteilt /EU 117/. Da in den Nachweisen zur Kritikalitätssicherheit als Reflektor oder Moderator nahezu durchgehend Zement oder Beton angenommen wird, stellen wir die Qualitätsmerkmale der zugehörigen APG 05 und APG 06 zusammen /EU 117/: Bei einer Zuordnung eines Abfallproduktes zur APG 05 muß über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet sein, daß der radioaktive Abfall im Zementstein oder Beton fixiert ist. Die Fixierung muß so ausgeführt sein, daß

- bei eingebundenen oder verfestigten radioaktiven Abfällen (z.B. Aschen, Pulvern oder wässrigen Konzentraten) die Aktivität gleichmäßig und vollständig im Zementstein oder Beton verteilt ist,
- bei vergossenen radioaktiven Abfällen (z.B. Schrott) die Aktivität - soweit technisch und aufgrund der Beschaffenheit des Abfalls sinnvoll machbar - möglichst gleichmäßig im Abfallprodukt verteilt und
- die Druckfestigkeit des Abfallproduktes mindestens 10 N/mm<sup>2</sup> beträgt.

Bei einer Zuordnung eines Abfallproduktes zur APG 06 muß über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet sein, daß der radioaktive Abfall selbst aus einem festen Körper mit einer Druckfestigkeit von mindestens  $10 \text{ N/mm}^2$  besteht und nicht brennbar ist /EU 117/.

Die Grundanforderungen schließen unter anderem folgende Vorgaben ein:

- Bei der Verwendung eines Fixierungsmittels (z.B. Zement oder Beton) müssen Reaktionen zwischen dem radioaktiven Abfall, dem Fixierungsmittel und der Verpackung auf eine sicherheitstechnisch zulässige Rate beschränkt sein.
- Das verwendete Fixierungsmittel muß vollständig abgebunden haben oder es muß vollständig erstarrt sein.

Durch die Analysen zur Kritikalitätssicherheit /EU 72.2, EU 72.3, EU 294/, die sich auf Beton als Bindemittel beziehen oder von zementierten Abfällen ausgehen, sehen wir das Bindemittel, das als Moderator oder Reflektor wirkt, eindeutig festgelegt. Die angenommene Zusammensetzung des Betons liegt im Bereich des sogenannten "Oak-Ridge-Beton" /EU 294/ oder des Normalbetons gemäß DIN 25 413 (vgl. EU 72.2), wobei der Wassergehalt minimal ist. In der Spezifikation zu den "Anforderungen an die zulässige Massenkonzentration und zulässige Massen an spaltbaren Stoffen in Abfallgebänden...." /EU 426/ und in einer zusätzlichen Kritikalitätsbetrachtung /EU 439/ wird dargestellt, daß bei der Einlagerung von brennbaren Abfällen mit mehr als  $1 \text{ g}$  Spaltstoff pro Abfallgebände die Spaltstoffe in einer nicht brennbaren Abfallmatrix fixiert werden. Diese Anforderung kann entfallen, wenn das Abfallprodukt allseitig von einer inaktiven Schicht mit einem Wärmeleitwiderstand von mindestens  $0,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  umgeben ist oder in einem Behälter der Abfallklasse II verpackt ist /EU 426/.

Zu weiteren Einflußgrößen, wie der Materialzusammensetzung des Erzgesteins und dem Chlorgehalt des Hilswassers, die in die Nachweise zur Kritikalitätssicherheit eingehen, wurden zusätzliche Angaben zum Nachweis der Kritikalitätssicherheit /EU 192/ vorgelegt. Hier sind meßtechnische Absicherungen der genannten Größen aufgeführt.

Spezielle Materialien, die im Hinblick auf kritische Anordnungen von Bedeutung sind, werden von dem Antragsteller ebenfalls begrenzt. Auf ein Abfallgebände bezogen werden als zulässig angesehen /EU 240/:

- 275 kg schweres Wasser
- 360 kg Beryllium
- 420 kg Graphit

Bei einer Überschreitung dieser Massen oder bei einer Vermischung von mehr als 1/10 dieser Massen mit Spaltstoffen, die hinsichtlich der Masse 1 % der zulässigen Aktivitätsgrenzwerte überschreiten, ist eine gesonderte Prüfung der Kritikalitätssicherheit vorgesehen /EU 240/.

### Bewertung

Wir haben überprüft, ob die für die Kritikalitätssicherheit relevanten Abmessungen und die Materialien, die neutronenphysikalisch als Moderator oder Reflektor zu berücksichtigen sind, vollständig und eindeutig festgelegt sind.

Durch die Angaben zu den Querschnittsabmessungen der Einlagerungskammern und der Behälter-Grundtypen sind die Volumina und Stapelabschnitte bei der Einlagerung jeweils eines Behältertyps eindeutig festgelegt. Die unterschiedlichen Angaben zu den maximal einlagerbaren Containern pro Stapelabschnitt /EU 421, EU 426/ sehen wir nicht als relevant an, da die gemischte Lagerung von verschiedenen Behältertypen durch die Angaben /EU 426/ ausreichend eingegrenzt ist. Danach können aufgrund gleicher Stapeltiefe nur Container der Typen I bis IV bzw. Container der Typen V und VI gemischt eingelagert werden (s. Tab. 2.7.2.3-2).

Die Vorgehensweise zur Berücksichtigung von zukünftig vorgesehenen, nichtstandardisierten Behältertypen bei der Festlegung von Anforderungen an die zulässigen Massen und Massenkonzentrationen von Spaltstoffen in derartigen Behältern /EU 426/ ist nach unserer Ansicht ausreichend. Details können bei der dann notwendigen Änderung der Endlagerungsbedingungen /EU 117/ festgelegt werden. Zur Vorgehensweise bei der Änderung der Endlagerungsbedingungen verweisen wir auf Kap. 2.1.2.2 dieses Gutachtens und auf unseren Auflagenvorschlag AV 2.1-2, Ziffer 1.

Die Zusammensetzung der Materialien, die in den einzelnen Nachweisen (vgl. Kap. 2.7.2.5 dieses Gutachtens) als Reflektor oder Moderator eingesetzt sind, ist durch die meßtechnischen Ergebnisse zum Chlorgehalt im Hilswasser und zu den Nuklidanteilen sowie zum spezifischen Gewicht des Erzgesteins /EU 192/ abgesichert.

Grundlegende Nachweise zur Kritikalitätssicherheit gehen von Beton als Bindemittel in der Zusammensetzung als Normalbeton oder als sogenannten "Oak-Ridge-Beton" /EU 294, EU 160, EU 85.2, EU 72.2/ aus. Weiterhin ist in der Sicherheitsanalyse /EU 294/ festgehalten, daß aufgrund der vorgesehenen Konditionierungsverfahren für Abfälle mit höheren U- und Pu-Gehalten von zementierten Abfällen ausgegangen wird. Diese Festlegung ist nicht in Einklang mit der Bedingung, daß brennbare Abfälle mit mehr als 1 g Spaltstoff in einer nicht brennbaren Abfallmatrix fixiert werden oder von einer inaktiven Schicht mit spezifiziertem Wärmeleitwiderstand umgeben sind oder in Abfallbehälter der Klasse II eingelagert werden /EU 426/. Wir halten diese Festlegungen des Antragstellers zur Fixierung von Spaltstoffen für Massen bis 15 g pro Abfallbehälter für zulässig. Oberhalb von 15 g Spaltstoff pro Abfallbehälter ist Beton/Zement als Bindemittel vorzusehen. Die Betonzusammensetzung ist in Anlehnung an die Zusammensetzung von Normalbeton gemäß DIN 25 413 festzulegen. Eine entsprechende Regelung ist in den Endlagerungsbedingungen festzulegen /AV 2.7-1/.

Die Begrenzung der neutronenphysikalisch wichtigen Materialien Graphit, Beryllium und schweres Wasser /EU 439/ stellt sicher, daß in Verbindung mit Spaltstoffen kein kritischer Zustand erreicht werden kann. Hierbei berücksichtigen wir, daß entsprechend den Anforderungen an das Abfallprodukt /EU 240/ Flüssigkeiten adsorptiv gebunden sein müssen, und daß die Behälterwandungen der vorgesehenen Behältertypen neutronenphysikalisch als Absorber wirken. Die vom Antragsteller angesprochenen Maßnahmen bei der Überschreitung der Massengrenzwerte der besonderen kritikalitätsrelevanten Stoffe Graphit, Beryllium und schweres Wasser sind vor der Inbetriebnahme des Endlagers in der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 240/ festzulegen. Diese Durchführungsvorschrift ist vor Inbetriebnahme des Endlagers mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen zu prüfen /AV 2.7-10/.



Tab. 2.7.2.3-1: Außenabmessungen und Volumina der zu verwendenden Behältergrundtypen

Nr.	Bezeichnung	Außenabmessungen			Bruttovolumen m <sup>3</sup>
		Länge/Ø mm	Breite mm	Höhe mm	
01	Betonbehälter Typ I	Ø 1060	-	1370	1,2
02	Betonbehälter Typ II	Ø 1060	-	1510	1,3
03	Gußbehälter Typ I	Ø 900	-	1150	0,7
04	Gußbehälter Typ II	Ø 1060	-	1500	1,3
05	Gußbehälter Typ II	Ø 1000	-	1240	1,0
06	Container Typ I	1600	1700	1450	3,9
07	Container Typ II	1600	1700	1700	4,6
08	Container Typ III	3000	1700	1700	8,7
09	Container Typ IV	3000	1700	1450	7,4
10	Container Typ V	3200	2000	1700	10,9
11	Container Typ VI	1600	2000	1700	5,4

Tab. 2.7.2.3-2: Anzahl der Abfallgebände im Kammerquerschnitt  
(/EU 426, EU 421/)

Behältertyp	Anzahl der Abfallgebände	Länge eines Stapelabschnitts (m)
Betonbehälter Typ I	29	1,47
Betonbehälter Typ II	29	1,61
Gußbehälter Typ I	39	1,25
Gußbehälter Typ II	29	1,6
Gußbehälter Typ III	31	1,34
Container Typ I	12/9	1,8
Container Typ II	11/9	1,8
Container Typ III	5	1,8
Container Typ IV	6	1,8
Container Typ V	5	2,1
Container Typ VI	10/9	2,1

### **2.7.2.4 Grenzwerte der Spaltstoffmassen**

#### **2.7.2.4.1 Betrachtete Spaltstoffe und Spaltstoffgemische**

Der Antragsteller hat bei seinen Betrachtungen die Spaltstoffe

- Uran 233,
- Uran 235,
- Plutonium 239,
- Plutonium 241

berücksichtigt, die nach dem Atomgesetz zu den besonderen spaltbaren Stoffen gehören /EU 192, EU 426/. Bei den Spaltstoffen U 233 und U 235 - vom Antragsteller auch als "Radionuklide" bezeichnet - werden noch unterschieden /EU 85.3, EU 117/:

- hohe Anreicherung:  $\geq 5\%$  U 233 bzw.  $\geq 5\%$  U 235
- niedrige Anreicherung:  $\leq 5\%$  U 233 bzw.  $\leq 5\%$  U 235.

Die niedrige Anreicherung bezieht sich jeweils auf U 238 als Grundmaterial.

In den zugrunde gelegten Kritikalitätsrechnungen wurde angenommen, daß die Spaltstoffe jeweils als Oxide vorliegen.

Neben den genannten Spaltstoffen betrachtet der Antragsteller weitere Aktiniden-Isotope, die als thermisches System oder in metallischer Form kritisch werden können /EU 192, EU 394, EU 117/. Es handelt sich hierbei um Nuklide wie Np 237, Am 241, Cm 243, Cf 249.

#### **Bewertung**

Unsere Überprüfung auf der Basis der Handbücher /123,124/, des ANS-Standards /117/ und der einschlägigen Literatur (z.B. /129/) ergibt, daß die vom Antragsteller betrachteten Nuklide:

- U 233,
- U 235,
- Pu 239,

- Pu 241 und
- spezielle Aktiniden

für eine Bewertung zur Kritikalitätssicherheit vollständig sind.

Das niedrig angereicherte Spaltstoffgemisch, das aus weniger als 5 % U 233 und aus U 238 besteht /EU 160, EU 117/, sehen wir als unnötig zur Festlegung von Grenzwerten an, weil eine vollständige Abreicherung von Uran auf 100 % U 238 technisch nicht durchgeführt wird. Näherliegend wäre die Betrachtung eines Nuklidgemisches aus U 233, U 235, U 238 und Th 232, das in bestrahlten AVR- oder THTR-Brennelementen vorhanden ist /128/. Sofern die Einlagerung von AVR- oder THTR-Brennelementen vorgesehen ist, sind hierfür gesonderte Nachweise zur Kritikalitätssicherheit zu führen. Die Randbedingungen dieser Nachweise sind in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ oder in den Anforderungen an die zulässige Massenkonzentration und zulässige Massen an spaltbaren Stoffen in Abfallgebinden /EU 426/ festzulegen. Die Nachweise zur Kritikalitätssicherheit und die Festlegungen sind einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen /AV 2.7-2/. Da der Antragsteller angibt, daß die erwartete Gesamtmasse von U 233 bei der Einlagerung ohnehin um den Faktor  $10^8$  unter den zulässigen Grenzwerten liegen wird /116/, ist es nach unserer Ansicht ausreichend, das Nuklid U 233 unabhängig vom Gemischzustand zu betrachten und durch einen festen Wert von 5 g pro Abfallbehälter einzugrenzen /AV 2.7-3/.

Die Betrachtung von reinem Pu 239 bzw. Pu 241 ist ungewöhnlich, da eine Isotopentrennung von Plutonium im technischen Maßstab nach unserer Kenntnis nicht erfolgt, so daß Abfälle oder Reste mit diesen reinen Nukliden nicht zu erwarten sind. Dies wird ebenso belegt durch uns bekannte Handbücher und Regelwerke, die Kritikalitätsdaten zu reinem Pu 241 nicht enthalten. In Anbetracht der Vorgehensweise des Antragstellers, sämtliche Grenzwerte auf Aktivitätswerte abzustellen, kann die Aufteilung auf Pu 239 und Pu 241 jedoch nachvollzogen werden.

Die Aufteilung bei dem Nuklid U 235 in zwei Gemische bei einer Grenze von 5 Gew.-% Anreicherung ist sinnvoll, da bei den überwiegend zu erwartenden Abfällen aus Brennelementfertigungsanlagen die reaktivitätsmindernde Wirkung von U 238 bei der Festlegung der Grenzwerte berücksichtigt werden kann. Die als unte-

rer Grenzwert angegebene U 235-Anreicherung ist durch den Bezug zu Natururan /EU 426, EU 117/ ebenfalls sinnvoll festgelegt.

Allerdings fehlt eine wichtige Ergänzung in den Anforderungen /EU 117/, die die Homogenität des U-235-/238-Gemisches und die Abtrennmöglichkeiten von U 235 betrifft:

Damit die reaktivitätsmindernde Wirkung von U 238 zu jedem Zeitpunkt in der Betriebsphase und in der Nachbetriebsphase erhalten bleibt, muß für

- Natururan,
- abgereichertes Uran und
- U-235-/U-238-Gemische mit  $\leq 5$  Mass.-% U 235

sichergestellt sein, daß die chemisch-physikalische Form der U-235- und U-238-Isotope gleich ist und eine homogene Mischung dieser Isotope vorliegt, so daß eine Abtrennung von U 235 nur mit Verfahren der Isotopentrennung möglich ist /AV 2.7-4/.

### 2.7.2.4.2 Grenzwerte der Spaltstoffinventare

#### Konzentrationsbegrenzung

Der Antragsteller hat eine Konzentrationsbegrenzung für Spaltstoffe von 50 g/100 l als Grundanforderung festgelegt /EU 85.3, EU 117/ (vgl. Kap. 2.7.1.2 dieses Gutachtens). Diese Konzentrationsbegrenzung bezieht sich auf die thermisch spaltbaren Nuklide Pu 239, Pu 241, U 233 und U 235 /EU 85.3, EU 117, EU 426/. Die Begrenzung der Konzentration stützt sich auf Kritikalitätsrechnungen /EU 72.2/, in denen dargestellt ist, daß bei dieser Konzentration für den reaktivsten Spaltstoff Pu 241 in oxidischer Form der Multiplikationsfaktor unendlich ausgedehnter Volumina  $k_{\infty}$  kleiner als 1 ist.

#### Massenbegrenzungen

Eine Massenbegrenzung pro Abfallgebinde wird aus einer Modellbetrachtung zur Nachbetriebsphase hergeleitet, bei der die selektive Auslaugung des Spaltstoffs aus der Abfallgebundematrix angenommen wird und seine Ansammlung und Aufkonzentration auf die jeweils kleinste kritische Kugelmassen unterstellt wird. Es werden für Spalt-

stoff-Nuklide und -Gemische die kleinsten kritischen Kugelmassen ermittelt, wobei das chlorhaltige Grubenwasser als Moderator und Normalbeton als Reflektor angenommen werden /EU.85.2, EU 160/. Die berechneten Kugelmassen werden durch die pro Stapelabschnitt stapelbaren Abfallgebindetypen (vgl. Tab. 2.7.2.3-2) dividiert und so die pro Abfallgebinde für jedes Spaltstoff-Nuklid und -Gemisch vorgesehene Masse ermittelt. Zusätzlich wird als weitere Einschränkung je Abfallbehälter die Spaltstoffmenge auf 45 % der kleinsten kritischen Kugelmasse begrenzt, die sich unter den Bedingungen der optimalen Moderation mit reinem Wasser und maximaler Wasserreflexion ergibt, so daß insgesamt folgende Massenbegrenzungen je Abfallgebinde zusammengestellt werden /EU 85.3, EU 117, EU 426/.

Die für den Behältertyp "Fässer im Container" angegebenen Massenbegrenzungen beziehen sich auf Container, die mit Fässern beladen sind und in denen die Zwischenräume im Container mit Zement/Beton vergossen sind. Als mögliche Kombinationen werden z.B. angegeben: 12 Stück 400-l-Fässer im Container Typ V oder 28 Stück 200-l-Fässer im Container Typ VI /EU 85.3/.

Tab. 2.7.2.4.2-1: Maximal zulässige Spaltstoffmassen in den Abfallbehältern aufgrund der Berechnungen zur Nachbetriebsphase (Angaben in Gramm)

	U 233		U 235		Pu 239	Pu 241
	Anreicherungsgrad					
	≤ 5%	≥ 5%	≤ 5%	≥ 5%		
<b>Betonbehälter</b>						
Typ I	125	38	210	69	38	19
Typ II	125	38	210	69	38	19
<b>Gußbehälter</b>						
Typ I	70	28	120	50	28	14
Typ II	125	38	210	69	38	19
Typ III	125	35	210	65	35	17
<b>Container</b>						
Typ I	250	90	425	170	90	45
Typ II	250	100	425	175	100	50
Typ III	500	220	850	350	220	110
Typ IV	500	180	850	330	180	90
Typ V	500	220	850	350	220	110
Typ VI	250	110	425	175	110	55
Fässer im Container	2170	1040	3690	1520	1000	520
45% der kleinsten kritischen Massen	500	240	850	350	230	120

**Bewertung der Konzentrations- und Massenbegrenzungen**

Das Sicherheitsprinzip der Konzentrationsbegrenzung, das den Nachweis der Homogenität und die Möglichkeit wiederkehrender Konzentrationskontrollen erfordert, ist das Prinzip der Kritikalitätssicherheit, das in Kombination mit einem oder mehreren anderen Sicherheitsprinzipien angewandt werden sollte /123/. Der vom Antragsteller vorgesehene zulässige Konzentrationswert von 50 g Spaltstoff pro 100 l Volumen ist ausreichend niedrig, wenn man ihn als homogenen Wert ansieht, so daß z.B. in kleineren Volumina von 10 l entsprechend nur 5 g Spaltstoff vorhanden sind. Ohne zusätzliche Angaben zum Homogenitätsgrad sind Spaltstoffverteilungen (bei optimaler Moderation und Reflexion) von 50 g Spaltstoff in benachbarten

100-l-Volumina möglich, die bei Pu 239 ca. 80 % der kritischen Masse und bei Pu 241 zum überkritischen Zustand führen würden. Aufgrund dieses Argumentes und der Vorgabe im Handbuch /123/ berücksichtigen wir die Konzentrationsbegrenzung nur im Sinne einer betrieblichen Begrenzung.

Wir unterstellen, daß der Spaltstoff als Folge von anomalen Betriebszuständen bei der Abfallkonditionieranlage lokal im Abfallbehälter fixiert wird. Im Rahmen der Störfallbetrachtungen (vgl. nachfolgender Abschnitt "Summenkriterien" und Kapitel 2.7.2.4.3 dieses Gutachtens) werden dann derartig beladene Abfallbehälter betrachtet.

Die Ableitung der Massenbegrenzung pro Abfallbehälter aus dem Modell einer Aufkonzentration der Spaltstoffe aus einem Stapelabschnitt auf die kleinste kritische Kugelmasse unter Bedingungen der Nachbetriebsphase ist eine zulässige Vorgehensweise (vgl. Kap. 2.7.1.2). Eine Reduktion auf 45 % dieser kritischen Kugelmasse, die aufgrund des Handbuches /123/ als Sicherheitsabstand vorzusehen wäre, ist nach unserer Ansicht nicht erforderlich, da es sich nur um eine Modellannahme handelt. Die resultierenden, maximal zulässigen Spaltstoffmassen sind für Betonbehälter und Gußbehälter ausreichend niedrig (s. Tab. 2.7.2.4.2-1). Unter der Annahme, daß der Spaltstoff lokal konzentriert im Behälter vorhanden ist, und die Behälter ungünstig zueinander angeordnet sind, würde die resultierende Spaltstoffanordnung sicher unter 45 % der kleinsten kritischen Masse liegen. Hierbei haben wir die Absorptionswirkung und die Abstandswirkung der Behälterwände einbezogen.

Für die 200-l-Fässer, die mit maximal 100 g Spaltstoff pro Behälter beladen sein dürfen, und die Container, die bzgl. aller Typen unter Ausnutzung der im folgenden betrachteten Summenkriterien mit 45 % der kleinsten kritischen Masse beladen sein dürfen (s. Tab. 2.7.2.4.2-1 und „Summenkriterien“ im folgenden), können wir den ermittelten zulässigen Spaltstoffmassen nicht zustimmen. Hier würde unter der Annahme einer lokalen Konzentration des Spaltstoffs und ungünstiger Anordnung der Container bzw. 200-l-Fässer zueinander die Masse der resultierenden Spaltstoffanordnung ca. um den Faktor 3 über der kleinsten kritischen Masse liegen. Bei dieser Abschätzung haben wir die Absorptionswirkung der Behälterwände vernachlässigt.

Wir halten es daher für erforderlich, daß für 200-I-Fässer und für Container die zulässige Spaltstoffmenge so begrenzt wird, daß unter den Annahmen einer lokalen Anhäufung des Spaltstoffs und ungünstiger Anordnung der 200-I-Fässer bzw. der Container zueinander die kritisch sichere Masse von 45 % der kleinsten kritischen Masse des betreffenden Spaltstoffs eingehalten wird. Bei der Spaltstoffanordnung ist optimale Moderation und maximale Reflexion mit Wasser zugrunde zu legen. Die Absorberwirkung der Behälterwände kann einbezogen werden /AV 2.7-6/.

Die für die höheren spaltbaren Aktiniden vorgegebenen Massengrenzwerte (vgl. /EU 117/, Anhang III.4) sind nach dem Vergleich mit den Angaben im ANS-Standard ANSI/ANS-8.15-1981 ausreichend niedrig angesetzt. Die vom Antragsteller angesprochenen Maßnahmen bei der Überschreitung der Massengrenzwerte dieser Aktiniden sind vor der Einlagerung derartiger Abfallgebinde mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen zu prüfen (vgl. AV 2.7-10).



## Summenkriterien

Zur Berücksichtigung von Radionuklidgemischen in den einzulagernden Abfallgebinden wird vom Antragsteller eine Summenformel angegeben, die auf Mischungen in einem Abfallgebilde und auf Mischungen von Abfallgebinden im Querschnitt einer Einlagerungskammer angewendet wird. Der zulässige Summenwert bei Spaltstoffgemischen wird mit der Formel

$$S_K(B) = \sum \frac{M_i}{M_i^*(B,a)} < 1 \text{ berechnet.}$$

$S_K$ : Summenwert (K = Index für Kritikalität)

$M_i$ : Masse des Radionuklids i im Abfallgebilde

$M_i^*(B,a)$ : Zulässige Masse des Radionuklids i für den Behälter B und ggf. den Anreicherungsgrad a

Die Anwendbarkeit dieser Summenformel ist nicht a priori gegeben, da für die unterschiedlichen Radionuklidvektoren unterschiedliche optimale Moderationsverhältnisse unterstellt werden müssen. Zur Absicherung hat der Antragsteller Berechnungen der kleinsten kritischen Kugelmassen eines U 235-/Pu 239-Gemisches in Normalbeton durchgeführt. Die berechneten kritischen Massen betragen 4,2 kg (100 % Pu, 0 % U) und 7,8 kg (100 % U, 0 % Pu); diese Werte liegen um mehr als den Faktor 10 über den nach der Summenformel zulässigen Grenzwerten 0,22 kg bzw. 0,35 kg /EU 294/. Die im Kap. 2.7.2.4.1 dieses Gutachtens angesprochenen höheren spaltbaren Aktiniden sind in der o.g. Summenformel aufgrund der geringen zulässigen Massen (1/350 bis 1/70 der kleinsten kritischen Massen) nicht zu berücksichtigen /EU 117, EU 426/.

Um bei der Einlagerung die Tatsache auszunutzen, daß nicht alle Abfallgebilde Spaltstoffe enthalten, läßt der Antragsteller die Überschreitung des Summenwertes zu, wobei jedoch sichergestellt sein muß, daß für die anzahlgewichteten Abfallgebilde in einem Stapelabschnitt gilt:

$$s_G = \frac{n_1}{n} s_1 + \frac{n_2}{n} s_2 = 1 \quad (\text{Beispiel: 2 Typen})$$

$$n = n_1 + n_2$$

$s_i$ : Summenwerte der Abfallgebilde eines Typs

$n_i$ : Anzahl der Abfallgebilde eines Typs

$n$ : Gesamtanzahl der Abfallgebilde im Kammerquerschnitt

Begrenzt bleiben auch bei Mischungen die Massenkonzentration von 50 g Spaltstoff pro 100 l Behältervolumen und der sichere Wert (45%-Wert) der kleinsten kritischen Masse pro Abfallbehälter. Die nach Angaben des Antragstellers zulässigen Summenwerte für die verschiedenen Behältertypen sind:

Behältertyp	Zulässiger Summenwert
Betonbehälter	
Typ I	4
Typ II	4
Gußbehälter	
Typ I	7
Typ II	4
Typ III	4
Container	
Typ I	2
Typ II	2
Typ III	1
Typ IV	1
Typ V	1
Typ VI	2

#### Bewertung der Summenkriterien

Die Einführung eines Summenwertes für einzelne Abfallbehälter in der gemischten Lagerung eines Stapelabschnittes halten wir für zulässig. Durch die Untersuchungen des Antragstellers /EU 294/ ist anhand der relevanten Spaltstoffe U 235 und Pu 239 belegt, daß bei einer Mischung dieser Nuklide ein ausreichender Abstand zu den kritischen Massengrenzwerten vorhanden ist. Eine Vernachlässigung der höheren spaltbaren Aktiniden und von U 233 in der Summenformel ist aufgrund der auf geringe Werte begrenzten Massen zulässig (vgl. AV 2.7-3).

Die Überschreitung des Summenwertes von 1 bis um den Faktor 7 ist nach unserer Ansicht aus zwei Gründen nicht zulässig:

Unter ungünstigsten Betriebszuständen ist davon auszugehen, daß eine umfangreiche Anzahl von Abfallbehältern mit 45 % der kleinsten kritischen Masse an Spaltstoff beladen ist. Zusammen mit der Annahme, daß die Homogenisierung bei einer Reihe von Abfallgebinden versagt hat (vgl. Kap. 2.7.2.2 dieses Gutachtens), unterstellen wir, daß der Spaltstoff jeweils lokal (z.B. jeweils in der Ecke eines Containers) in einem Zustand optimaler Moderation vorhanden ist, so daß im ungünstigsten Fall die kleinste kritische Masse in der Behälteranordnung um den Faktor 3 überschritten ist, wobei die Absorptionswirkung der Behälterwände allerdings vernachlässigt ist.

Als zweiter Grund sind die umfangreichen und differenzierten Sicherheitsanweisungen zu nennen, die erforderlich werden, um jeden Behälter so einzulagern, daß die pro Stapelabschnitt zulässige Spaltstoffmasse - zusätzlich noch spaltstoffspezifisch - eingehalten wird. Ein Fehler, der z.B. infolge einer Vertauschung eintritt, nachträglich festgestellt wird und naturgemäß nicht mehr korrigierbar ist, würde das Konzept und die Aussage zur Langzeitsicherheit in Frage stellen. Die Annahme des Antragstellers, daß die radiologischen Auswirkungen durch geeignete Gegenmaßnahmen insoweit begrenzt werden können, daß die für den bestimmungsgemäßen Betrieb genehmigten Werte eingehalten werden können /EU 240/, ist für uns nicht nachvollziehbar. Da die Kritikalitätssicherheit vorrangig auf der Auslegung und nicht auf Sicherheitsanweisungen basieren soll /118/, ist die vom Antragsteller vorgesehene Vorgehensweise nicht akzeptabel.

Jeder dieser Gründe macht es erforderlich, das Summenkriterium zur gemischten Lagerung auf den Bereich kleiner als eins festzulegen /AV 2.7-5/. Die aus der Beachtung dieses Auflagenvorschlages resultierenden betrieblichen Einschränkungen sind nach unserer Ansicht zu vernachlässigen, da der Antragsteller ohnehin erwartet, daß die real einzulagernde Spaltstoffmassen um mehr als den Faktor 10 unter den maximal ausschöpfbaren Werten liegen werden /EU 426/. Die vom Antragsteller in diesem Zusammenhang vorgesehenen Einzelfallprüfungen, die bei der Überschreitung von 50 g Spaltstoff pro Container wirksam werden sollen und die unter anderem die Homogenität der Spaltstoffkonzentration belegen sollen /EU 240/, bewerten wir grundsätzlich positiv. Wir halten es jedoch für erforderlich, die Kriterien für diese Einzelfallprüfungen, z.B. die zu verwendenden Rechenverfahren und die zulässigen Multiplikationsfaktoren, in der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 240/ festzulegen und diese Durchführungsvorschrift vor Inbetrieb-

nahme des Endlagers mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen zu prüfen (vgl. AV 2.7-10).

### Aktivitätsgrenzwerte

Das generelle Konzept der sicherheitstechnischen Anforderungen, das für das Endlager Konrad entwickelt wurde, basiert auf maximal zulässigen Aktivitäten. Unter dem Gesichtspunkt einer einheitlichen Vorgehensweise transformiert der Antragsteller die Grenzwerte der Massen spaltbarer Nuklide in Aktivitätsgrenzwerte, wobei er die spezifischen Aktivitätswerte dem Programm KORIGEN entnimmt /EU 85.3, EU 117, EU 426/.

Für die Aktivitätswerte gilt eine Summenwert-Formel, die in analoger Weise wie die oben genannten Summenkriterien vorgegeben wird. Danach ist es möglich, für ein Radionuklidgemisch den Summenwert bis zum Siebenfachen auszuschöpfen /EU 85.3, EU 426/.

Bei der Anwendung des Summenkriteriums gilt: Übersteigt die Aktivität eines Radionuklids 1 % des zugehörigen Aktivitätswertes, ist diese Aktivität anzugeben und bei der Anwendung des Summenkriteriums zu berücksichtigen /EU 426/. Dieser untere Grenzwert wird als Meldewert bezeichnet.

### Bewertung der Aktivitätsgrenzwerte

Die Umsetzung der Massengrenzwerte in Aktivitätsgrenzwerte /EU 117, EU 426/ haben wir nicht nachvollzogen, da das Konzept von Aktivitätsgrenzwerten keinen Sicherheitsgewinn im Hinblick auf die Kritikalitätssicherheit darstellt. Der Meldewert von 1 % des Aktivitätswerts kann im Hinblick auf eine Bilanzierung sinnvoll sein. Wir haben ihn hier nicht herangezogen, weil er bei der Beurteilung der Kritikalitätssicherheit keine Rolle spielt. Auch wenn die gesamte Literatur und das gesamte Regelwerk zur Kritikalitätssicherheit auf Massenangaben von Spaltstoffen basiert, ist es sicher zulässig, Aktivitätswerte als Bezug heranzuziehen. Wir setzen voraus, daß die Umrechnung mit Hilfe der KORIGEN-Angaben fehlerfrei erfolgt ist, und daß die Auflagenvorschläge zu Massengrenzwerten in Aktivitätsgrenzwerte umgesetzt werden.

### 2.7.2.4.3 Grenzwerte der Spaltstoffinventare unter Störfallbedingungen

In den Analysen des Antragstellers /EU 85.3, EU 439/ wird angenommen, daß bei Spaltstoff, der sich in Fässern innerhalb von Containern befindet, dieser lokal aufkonzentriert ist und daß die Container im Querschnitt einer Einlagerungskammer oder in einer einlagigen Schicht in der Pufferhalle eingelagert sind. Die resultierenden Multiplikationsfaktoren unter 0,6 verdeutlichen den großen Sicherheitsabstand /EU 85.3, EU 439/. Für die störungsbedingte zweilagige Anordnung von bis zu 258 Abfallgebinden in der Pufferhalle wird ein maximaler Multiplikationsfaktor von 0,75 ermittelt /EU 426/. Hierbei wurde unterstellt, daß der Spaltstoff (Pu 239 in der Form PuO<sub>2</sub>) jeweils zentral in 100-l-Würfeln aufkonzentriert ist und eine beliebige Zwischenmoderation mit Wasser vorliegt. Eine störfallbedingte thermische Einwirkung (Brand) in der Pufferhalle wird mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von weniger als 10<sup>-5</sup> eindeutig im Bereich des Restrisikos angesiedelt /EU 439/. Beim untertägigen Brandfall wird mit einer etwas höheren Eintrittswahrscheinlichkeit gerechnet, wobei auf die vorgesehenen wasserstofffreien Löschmittel verwiesen wird /EU 439/. Im Hinblick auf lokale Aufkonzentrationen beim Konditionierungsvorgang wird die Spaltstoffmasse auf 50 g pro Container begrenzt, wenn unter anderem die Massenkonzentration von 50 g/100 l in dem angewendeten Konditionierungsverfahren überschritten wird oder eine Entmischung nicht ausgeschlossen werden kann /EU 240/.

#### Bewertung

Bei den Störfallbetrachtungen legen wir zugrunde, daß unser Auflagenvorschlag AV 2.7-1 hinsichtlich der Spaltstoffixierung beachtet wird. Demnach ist im Bereich von 1 bis 15 g Spaltstoff pro Abfallbehälter der Spaltstoff in einer nicht brennbaren Abfallmatrix oder vergleichbar, oberhalb von 15 g Spaltstoff pro Abfallbehälter in Beton/Zement eingebunden.

Im Rahmen von Störfallbetrachtungen haben wir folgende nicht zu erwartende Ereignisse betrachtet:

- Versagen der Dosiereinrichtung für Spaltstoffe bei der Konditionierung,
- Versagen des Beton/Zement-Ansetzens bei der Konditionierung,
- fehlerhafte Deklaration bei der Abfallkonditionierung,

- Vertauschen der Deklarations-Kennzeichnung bei der Abfallkonditionierung,
- Brand in der Pufferhalle,
- Brand in einer Einlagerungskammer,
- Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung,
- Vertauschung oder fehlerhafte Einlagerung von Abfallgebinden in einem Kamerabschnitt.

Wir stellen fest, daß die Kritikalitätssicherheit in der Betriebsphase grundlegend von dem Vorgang der Konditionierung abhängt, da eine quantitative Überprüfung der Spaltstoffart und Spaltstoffmenge mit den vorgesehenen Maßnahmen der Produktkontrolle nach der Konditionierung nur bedingt möglich ist. Infolge der möglichen Variationsbreite der Spaltstoffart und der physikalischen Form der Spaltstoffe (Lösung, Suspension, Pulver und Granulat) können zerstörungsfreie Prüfungen nur mit ausreichender Genauigkeit durchgeführt werden, wenn die Spaltstoffzusammensetzung und das Konditionierungsverfahren eindeutig bekannt sind.

Ebenso ist die vom Antragsteller in Ausnahmefällen vorgesehene Möglichkeit, die Pu-Spaltstoffmasse durch Neutronenmessung und durch Probenahme und  $\alpha$ -Spektrometrie zu überprüfen /EU 240/, nach unserer Ansicht nur bedingt anwendbar. Bei der Neutronenmessung sind genaue Kenntnisse der Spaltstoffverteilung, der in den Abfällen und in der Abfallmatrix vorhandenen leichten Elemente, der Betonzusammensetzung und der Betonabschirmung erforderlich, um die vom Antragsteller vorgesehene Genauigkeit von 10 % annähernd zu erreichen. Die Probenahmetechnik mit  $\alpha$ -Spektrometrie erfordert eine naßchemische Gesamtanalyse, die für einen Container mit in Zement/Beton eingebundenen Fässern nicht durchführbar erscheint.

Es verbleibt nach unserer Ansicht im wesentlichen die Massenbegrenzung bei der Konditionierung, um die Kritikalitätssicherheit bei der Einlagerung sicherzustellen. Hierbei sind Doppelkontrollen erforderlich, wobei Verriegelungen und die Prozeßinstrumentierung - wie vom Antragsteller angesprochen /EU 240/ - eingebunden werden können. Bei dem Nachweis ausreichender Genauigkeit kann die Produktkontrolle als Bestandteil der Doppelkontrolle einbezogen werden (vgl. AV 2.7-7 im Kap. 2.7.3.3.1).

Unter sorgfältiger Beachtung der Massenkontrolle bei der Konditionierung, wobei die zulässigen Spaltstoffmassen entsprechend der Auflagenvorschläge AV 2.7-5 und AV 2.7-6 eingeschränkt sind, ist die Kritikalitätssicherheit unter den nach unserer Ansicht zu betrachtenden Störfallbedingungen eingehalten.

### 2.7.2.5 Nachweise zur Kritikalitätssicherheit

Die Nachweise zur Kritikalitätssicherheit basieren unter anderem auf Berechnungen von

- kleinsten kritischen Konzentrationswerten von Spaltstoffen /EU 72.2/,
- kleinsten kritischen Kugelmassen bei verschiedenen Moderations- und Reflexionsbedingungen /EU 72.3, EU 85.2, EU 160, EU 294/.

Die kleinsten kritischen Konzentrationswerte für den Spaltstoff Pu 239 werden unter Variation der Moderatorzusammensetzung und des Wassergehaltes im Moderator ermittelt /EU 72.2/:

Moderator	Wassergehalt kg/m <sup>3</sup>	Pu-239-Konzentration (g/l)
Wasser	1000	7,1
Normalbeton -1	0	1,73
Normalbeton -2	0	1,38
Grubenerz (Dichte 2,6 g/cm <sup>3</sup> )	50	7,3
Grubenerz (Dichte 1,7 g/cm <sup>3</sup> )	23	4,75

Diese Konzentrationswerte, die hauptsächlich orientierenden Charakter haben /EU 192/, belegen nach Ansicht des Antragstellers, daß Kritikalität als Folge von Wasserzutritt im Endlager in der Nachbetriebsphase ausgeschlossen werden kann, da die auf der Basis der Planungsdaten ermittelten Konzentrationswerte um mehrere Größenordnungen niedriger sind /EU 72.2/. Ergänzend zu den kleinsten kritischen Konzentrationswerten, die hinsichtlich des physikalischen Modells unendlich ausgedehnten Systemen mit dem Multiplikatorfaktor  $k_{\infty} = 1$  entsprechen, werden räumlich definierte Systeme betrachtet /EU 72.2/. Für einen axial unbegrenzten Zylinder mit 40 m<sup>2</sup> Querschnittsfläche ergibt sich

für Normalbeton vom "Typ-2" /EU 72.2/ als Moderator und mit einem Reflektor aus 50 cm Erzgestein eine kritische Pu 239-Konzentration von 1,55 g/cm<sup>3</sup>. Kritikalitätsrechnungen für die Kugelgeometrie unter Variation der Beton-Moderatordichte und des Wasseranteils im Moderator ergeben bei einer Pu 239-Konzentration von 1,25 bis 1,75 g/cm<sup>3</sup> kritische Pu-Massen zwischen ca. 100 und 30.000 kg Pu 239 /EU 72.2/.

Zur Spaltstoffbegrenzung in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ wurde ein Szenario der Nachbetriebsphase herangezogen, bei dem unterstellt wird, daß sich die Spaltstoffmasse eines Stapelabschnittes in Kugelform ansammelt. Als Moderator wurde das Grubenwasser mit einem minimalen Chlor-Anteil von 96 g/l angesetzt, als Reflektor wurde eine Kugelschicht von 30 cm Normalbeton angenommen. Mit diesen Randbedingungen ergaben sich als kleinste kritische Spaltstoffmassen in Kugelform und zugehörige Volumina /EU 85.2, EU 160/:

Spaltstoff/Spaltstoffgemisch	Spaltstoffmasse (kg)	Volumen (l)
UO <sub>2</sub> , 95 % U 235, 5 % U 238	2,17	14,45
UO <sub>2</sub> , 5 % U 235, 95 % U 238	264,0	99,5
UO <sub>2</sub> , 95 % U 233, 5 % U 238	1,22	8,2
UO <sub>2</sub> , 5 % U 233, 95 % U 238	80,0	32,0
PuO <sub>2</sub> , 100 % Pu 239	1,12	14,0
PuO <sub>2</sub> , 100 % Pu 241	0,57	7,7

Ausgehend von den genannten kleinsten kritischen Spaltstoffmassen werden die Grenzwerte pro Einlagerungsquerschnitt so festgelegt, daß Kritikalität nicht mehr erreicht werden kann /EU 160/. Hierzu werden die angegebenen Kugelmassen durch die pro Stapelabschnitt stapelbaren Abfallgebinde dividiert (vgl. Kap. 2.7.2.4.2 dieses Gutachtens).

Als weitere Grenzwerte werden die kritisch sicheren Werte der Spaltstoffmassen (45%-Werte) pro Abfallbehälter eingeführt /EU 85.3, EU 160/, die auf den Werten der kleinsten kritischen Spaltstoffmassen bei optimaler Moderation und voller Reflexion durch reines Wasser beruhen. Diese Werte sind /EU 85.2, EU 160/:



Spaltstoff/Spaltstoffgemisch	Spaltstoffmasse (kg)	Volumen (l)
UO <sub>2</sub> , 95 % U 235, 5 % U 238	0,815	
UO <sub>2</sub> , 5 % U 235, 95 % U 238	37,8	
UO <sub>2</sub> , 95 % U 233, 5 % U 238	0,53	8,8
UO <sub>2</sub> , 5 % U 233, 95 % U 238	22,2	22,2
PuO <sub>2</sub> , 100 % Pu 239	0,51	
PuO <sub>2</sub> , 100 % Pu 241	0,27	9,0

Die aus den berechneten Daten abgeleiteten Grenzwerte der Endlagerungsbedingungen /EU 117/ sind nuklid- und behälterbezogen in Kap. 2.7.2.4.2 dieses Gutachtens zusammengestellt.

Aus der Systembeschreibung zur Kritikalitätssicherheit /EU 294/ haben wir die kleinsten kritischen Spaltstoffmassen entnommen, die unter der Randbedingung ermittelt wurden, daß Moderator und Reflektor aus Beton (Oak-Ridge-Beton) bestehen:

Spaltstoff/Spaltstoffgemisch	Spaltstoffmasse (kg)	Volumen (l)
PuO <sub>2</sub> , 100 % Pu 239	4,16	347
UO <sub>2</sub> , 95 % U 235, 5 % U 238	7,81	312

Die vom Antragsteller vorgelegten Kritikalitätsanalysen wurden durchgehend mit dem SCALE-System /130/ unter Verwendung des Transportprogrammes XSDRNPM, der Datenbasis in 27 Gruppen und des Monte-Carlo-Programms KENO durchgeführt. Zur Verifikation des SCALE-Systems hat der Antragsteller kritische Experimente nachgerechnet, bei denen Plutoniumnitrat-Lösungen mit Spaltstoffdichten zwischen 35,5 g und 269 g Pu/l eingesetzt waren /EU 294/. Als Reflektor war Wasser bzw. Beton eingesetzt, so daß der Vergleich von Rechenergebnissen für gleiche Spaltstoffsysteme mit den unterschiedlichen Reflektoren eine Aussage über die Qualität der rechnerischen Behandlung des Materialgemisches Beton ermöglicht. Die Multiplikationsfaktoren von Systemen mit Betonreflektor werden in den Nachrechnungen des Antragstellers durchweg überschätzt, so daß sich in den durchgeführten Nachrechnungen für betonreflektierte Spaltstoffanordnungen ein einheitlicher Trend zur konservativen Seite hin ergibt /EU 294/.

### Bewertung

Die Analysen des Antragstellers zur Kritikalitätssicherheit gliedern sich in hauptsächlich orientierende oder als Richtwerte anzusehende Untersuchungen zu kleinsten kritischen Konzentrationswerten von Spaltstoffen in Beton und Erzgestein /EU 72.2/ und in Untersuchungen von kleinsten kritischen Massen von Spaltstoffen unter Randbedingungen, die für die Betriebsphase und die Nachbetriebsphase als zutreffend angesehen werden /EU 72.3, EU 85.2, EU 160, EU 192, EU 294/. Da generell Experimente zu den Spaltstoffkonzentrationen und Randbedingungen, wie sie hier betrachtet werden (Beton, bzw. Grubenwasser als Moderator), nicht durchgeführt wurden und nach unserer Meinung kaum zu realisieren sind, sind die Absicherungsrechnungen zur Verifikation des verwendeten Programmsystems /EU 294/ nur bedingt belastbar. Wir stimmen dem Antragsteller zu, daß zumindest beim Einsatz von Beton als Reflektor keine signifikanten Abweichungen im Vergleich Experiment/Nachrechnung auftreten.

Zur weitergehenden Überprüfung der Rechenergebnisse des Antragstellers haben wir eigene Rechnungen durchgeführt. Hierbei wurden die grundlegenden neutronenphysikalischen Eigenschaften der betrachteten Spaltstoffe und Materialien (Streuung, Absorption und Spaltung) mit einem diversitären Programmsystem /125/ und einer diversitären Datenbasis /126/ ermittelt. Die Rechnung haben wir stichprobenartig für hochangereichertes Uran und für Pu 239 unter verschiedenen Randbedingungen der Betriebsphase und unter Annahmen des Antragstellers für die Nachbetriebsphase durchgeführt. Aufgrund der Übereinstimmung der Angaben des Antragstellers mit den Ergebnissen unserer Berechnungen - basierend auf einem diversitären Datensatz - und aufgrund der Sicherheitsabstände, wie sie bei Beachtung der Aufslagenvorschläge in den Kap. 2.7.2 und 2.7.3 dieses Gutachtens gegeben sind, sehen wir die durch die Kritikalitätsanalysen des Antragstellers erbrachten Nachweise als ausreichend an.

### 2.7.2.6 Erfordernis eines Kritikalitäts-Detektier- und -Warnsystems

Der Antragsteller ist der Ansicht, daß ein Kritikalitätswarnsystem nicht erforderlich ist, da der Nachweis der Unterkritikalität vom Antragsteller vorausgesetzt wird, wenn Abfallgebinde an das Endlager angeliefert werden /114/. Weiterhin werden im Rahmen der Produktkontrolle die Angaben zu dem Inventar spaltbarer Stoffe und die Einhaltung der zulässigen Massenkonzentration kontrolliert /114/.

#### Bewertung

Wir sind der Ansicht, daß die Argumentation des Antragstellers ergänzungsbedürftig ist. Das Voraussetzen der Unterkritikalität bei den Abfallgebinden, die an das Endlager angeliefert werden, stellt keine Nachweisführung für die Unterkritikalität bei der Handhabung und Lagerung dar. Nach der ISO-Norm 7753 /122/ ist das Erfordernis für ein Kritikalitäts-Detektier- und -Warnsystem zu prüfen, wenn in einzelnen Bereichen die Massen von

- 700 g U 235,
  - 520 g U 233,
  - 450 g spaltbarer Plutoniumisotope oder
  - 450 g von einer Kombination dieser Isotope
- überschritten werden.

Durch die vorgesehenen Einlagerungsbedingungen /EU 85.3, EU 117/ können diese Werte schon in einem Stapelabschnitt überschritten werden. Wir berücksichtigen die Massenbegrenzung von Spaltstoffen pro Abfallgebinde oder pro Abfallbehälter in einem Abfallcontainer, deren Einhaltung durch Doppelkontrollen bei der Konditionierung sicherzustellen ist, die Fixierung von Spaltstoffen in Beton und die Kontrollen zur Identifizierung der Abfallgebinde vor deren Einlagerung. Die Summe dieser Maßnahmen ergibt einen so großen Abstand von der Möglichkeit einer Kritikalität, daß unter Beachtung der Auflagenvorschläge in den Kapiteln 2.7.2 und 2.7.3 dieses Gutachtens auf den Einsatz eines Kritikalitäts-Detektier- und -Warnsystems in den Betriebsbereichen des Endlagers Konrad verzichtet werden kann. Eine vergleichbare Praxis ist üblich bei der Lagerung von unbestrahlten Kernbrennstoffen in Trans-

portbehältern, wenn durch Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Anreicherung und der Zusammensetzung von Kernbrennstoffen und durch die Ausführung von Transportbehältern das Erreichen eines kritischen Zustandes praktisch ausgeschlossen ist. Bei der hier zum Vergleich herangezogenen Lagerung von Kernbrennstoffen in Transportbehältern kann jederzeit eine quantitative Überprüfung der eingelagerten Kernbrennstoffe stattfinden, was bei den Spaltstoffen in den Abfallgebinden nicht generell möglich ist. Wir sehen den Entfall dieser Möglichkeit aufgewogen durch die Maßnahmen der Qualitätssicherung bei der Abfallkonditionierung und durch die Sicherheitsabstände, die sich bei der Beachtung der Auflagenvorschläge aus den Kapiteln 2.7.2 und 2.7.3 dieses Gutachtens ergeben.

### **2.7.3 Betriebliche Maßnahmen zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit**

#### **2.7.3.1 Umfang der Begutachtung**

Ergänzend zu den Auslegungsmerkmalen, die durch die Behälterabmessungen, die Abmessungen der Einlagerungskammern und durch die Materialien der Abfallbehälter festgelegt sind, treten betriebliche Maßnahmen. In diesen Maßnahmen sind Kontrollen und Handhabungsabläufe enthalten. Wir betrachten in diesem Zusammenhang die Konditionierungseinrichtungen, die Produktkontrolle, die Zwischenlagerung im Pufferlager und die Einlagerung der Abfallbinde in den Einlagerungskammern.

#### **2.7.3.2 Bewertungsgrundlagen und Prüfpunkte**

Zur Bewertung haben wir die Merkpostenliste der DIN 25474 /121/ herangezogen, in der Maßnahmen administrativer Art zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit angegeben sind. Für die hier betrachtete Einlagerung von spaltstoffhaltigen Abfällen sind folgende Stichworte relevant:

- Einhaltung von kritikalitätsrelevanten Grenzwerten,
- Prüfungen vor der Inbetriebnahme,
- Wiederkehrende Prüfungen,
- Maßnahmen bei Abweichungen vom Normalbetrieb.

Beurteilt werden die Kontrollmaßnahmen anhand der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 240/ und der Rahmenbeschreibung zur Durchführung der Produktkontrolle /EU 433/, in denen der Antragsteller die Maßnahmen zur Produktkontrolle skizziert und im wesentlichen Anforderungen an die Kontrollen vorgibt. Detaillierte Prüfanweisungen und Sicherheitsanweisungen, in denen einzelne Prüfschritte, Meßinstrumente und Handhabungsabläufe festgelegt sind, liegen uns nicht vor.

### **2.7.3.3 Bewertung der betrieblichen Maßnahmen**

#### **2.7.3.3.1 Festlegung zur Einhaltung von Grenzwerten**

Die Kritikalitätssicherheit basiert nach den Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle /EU 117/ auf der Konzentrationsbegrenzung von 50 g Spaltstoff pro 100 l Abfallprodukt sowie auf einer spaltstoffabhängigen und einer vom Behältertyp abhängigen Massenbegrenzung. Der Antragsteller führt zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit aus /EU 240/, daß Abfälle mit höheren Spaltstoffinventaren aus Anlagen kommen, in denen neben der Eigenkontrolle des Anlagenbetreibers eine unabhängige Kontrolle durch IAEA/EURATOM im Rahmen der Spaltstoffflußkontrolle durchgeführt wird. Weiterhin geht er davon aus, daß die Kritikalitätssicherheit im Endlager bereits durch Maßnahmen sichergestellt wird, die von den zuständigen Länderbehörden festgelegt werden. Eine Einhaltung der Massenkonzentration von 50 g Spaltstoff pro 100 l Abfallprodukt ist vom Ablieferungspflichtigen bzw. Konditionierer im Rahmen der Verfahrensqualifikation nachzuweisen /EU 240/. Der Nachweis kann durch die technische Auslegung der Konditionierungsanlage, durch eine Prozeßüberwachung mittels Prozeßinstrumentierung oder durch eine Durchführung unabhängiger betrieblicher Doppelkontrollen erfolgen.

#### **Bewertung**

Wir haben überprüft, ob die Kontrollmaßnahmen ausreichend sind, um die kritikalitätsrelevanten Grenzwerte und Handhabungsabläufe festzulegen. Vom Umfang her betrachten wir nur den störungsfreien Betrieb einer qualifizierten Konditionierungsanlage, die regelmäßigen Kontrollen unterzogen wird.

Wir stellen fest, daß die grundlegende Kontrollmaßnahme auf der Massenbegrenzung pro Abfallbehälter beruht, wobei durchaus die Kontrollmaßnahmen der Spaltstoffflußkontrolle durch IAEA/EURATOM oder die kritikalitätssichere Auslegung der Konditionieranlage als zusätzliche Sicherheit angesehen werden können. Sämtliche verbleibenden Maßnahmen beruhen auf der Kontrolle von Papieren, die allenfalls zur Identifikation der Behälter dienen können. Eine Bestimmung der Spaltstoffmasse pro Abfallbehälter im Rahmen der Produktkontrolle anhand von Messungen ist bei der möglichen Bandbreite der Spaltstoffzusammensetzung, des Fixierungsmittels und der Anordnung in den verschiedenen Abfallbehältern nach unserer Ansicht nur durchführbar, wenn die Spaltstoffzusammensetzung und das Konditionierungsverfahren bekannt sind. Wir sind daher der Meinung, daß die grundlegende Begrenzung der Spaltstoffmasse bei mehr als 15 g pro Abfallbehälter durch sogenannte unabhängige Doppelkontrollen bei der Konditionierung sicherzustellen ist, so daß das oben genannte Störfallprinzip gemäß DIN 25403, Teil 1, /118/ eingehalten wird. Hierbei können die vom Antragsteller angesprochene Prozeßüberwachung und Prozeßinstrumentierung sowie bei dem Nachweis ausreichender Genauigkeit auch die Maßnahmen zur Produktkontrolle als Bestandteil der Doppelkontrolle einbezogen werden /AV 2.7-7/.

Unter der Voraussetzung, daß die Auflagenvorschläge AV 2.7-5 und AV 2.7-6 beachtet werden, ist die Spaltstoffmasse pro Abfallbehälter jeweils auf einen festen Wert begrenzt. Die Sicherheitsanweisungen zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit reduzieren sich dann auf überschaubare und leicht einhaltbare Maßnahmen:

- Doppelkontrolle der Massenbegrenzung pro Abfallbehälter bei der Konditionierung, ggf. unter Einbeziehung der Produktkontrolle,
- Begrenzung der Stapelhöhe der Abfallgebände im Pufferlager und Kennzeichnung des Pufferlagerbereichs im Endlager,
- Kennzeichnung der Abstellplätze für mit Abfallbehältern beladene LKW.

Die Sicherheitsanweisungen, die direkt die einzuhaltenden Grenzwerte und Handlungsabläufe festlegen, liegen uns nicht vor. Vor der Inbetriebnahme des Endlagers sind Sicherheits- und Prüfanweisungen entsprechend den Vorgaben der DIN 25474 /121/ für das Betriebshandbuch zu erstellen /AV 2.7-8/. Diese Anweisungen sind einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### 2.7.3.3.2 Festlegungen zu Abnahmeprüfungen

Unter dem Begriff von Abnahmeprüfungen werden die Qualifizierung von Konditionierungsverfahren und die Prüfung von Abfallbehältern betrachtet /EU 240, EU 433/. Es sind nach Möglichkeit qualifizierte Verfahren anzuwenden /EU 433/. Die Qualifizierung eines Konditionierungsverfahrens enthält im wesentlichen folgende Schritte:

- Festlegung der zur Qualifizierung notwendigen Maßnahmen in einem Betriebshandbuch,
- Durchführung und Beurteilung von Testläufen,
- Erstellung eines Inspektionshandbuches, in dem der Umfang der Kontrollschritte angegeben ist, die die Beibehaltung der Betriebsbedingungen sicherstellen.

Für die Abfallbehälter werden Bauartprüfungen und Fertigungskontrollen vorgesehen /EU 240, EU 433/.

Falls der Antragsteller bei ausländischen Konditionierungsanlagen keinen Zugang erhält, kann er sich auf ausländische Sachverständige oder Institutionen stützen, die im Auftrage des Antragstellers die betreffenden Anlagen qualifizieren und inspizieren /EU 240/. Für Anlagen, deren Betriebsbedingungen nicht vom Antragsteller beeinflusst werden können, behält sich der Antragsteller die Entscheidung vor, ob die Abfalldaten zuverlässig ermittelt werden und ob die Regelungen zur Qualifizierung nur teilweise berücksichtigt werden müssen /EU 240/.

#### Bewertung

Durch die Bauartprüfung und Fertigungskontrollen der Abfallbehälter und durch die Qualifizierung der Konditionierungsanlagen sind die für die Kritikalitätssicherheit wesentlichen Abnahmeprüfungen angesprochen. Die Vorgehensweise bei der Qualifizierung von Konditionierungsanlagen /EU 240, EU 433/ ist sinnvoll gewählt. Eine Umsetzung der vorgesehenen Vorgehensweise und der vorgegebenen Anforderungen in Prüfanweisungen muß vor der Inbetriebnahme des Endlagers erfolgen (vgl. AV 2.7-8). Der Prüfumfang für die Abfallbehälter /EU 240/, der sich auf das für Transportbehälter etablierte Prüfverfahren stützt, ist ausreichend.

Zu nicht qualifizierten Konditionierungsanlagen und zu Anlagen, auf deren Betriebsbedingungen der Antragsteller keinen Einfluß hat, können wir keine Bewertung vornehmen. Ebenso können wir die Kriterien nicht nachvollziehen, nach denen der Antragsteller in diesen Fällen über die Einlagerung von Abfallbinden entscheidet. Wir sind der Ansicht, daß der Abfallverursacher und der Abfallkonditionierer quasi als "Lieferanten" genügend Festlegungen treffen, Kontrollen zulassen oder Informationen bereitstellen können, so daß jedes Verfahren qualifiziert werden kann (vgl. AV 2.7-9 im Kap. 2.7.3.3.3).

### **2.7.3.3.3 Festlegungen zu wiederkehrenden Prüfungen**

Im Rahmen der Qualifizierung eines Konditionierungsverfahrens ist die Erstellung eines Inspektionshandbuches vorgesehen, das sämtliche Prüf- und Kontrollschritte beinhaltet, die von unabhängigen Sachverständigen oder Institutionen durchgeführt werden /EU 433/. Beim Betrieb der Anlage wird durch von dem Antragsteller festgelegte Inspektionen die Einhaltung der Betriebsbedingungen kontrolliert, die im Betriebshandbuch festgelegt sind /EU 240/. Weiterhin sind u.a. Überprüfungen der Meß-, Analysen- und Dosiersysteme, Kontrollen der Dokumentation und der Betriebsaufzeichnungen vorgesehen.

Bei ausländischen Konditionieranlagen würde sich der Antragsteller auf die Prüfergebnisse von ausländischen Institutionen oder Sachverständigen stützen und die nach Deutschland zurückgelieferten Abfälle ohne zusätzliche Stichprobenprüfungen zur Einlagerung freigeben. Falls eine Einflußnahme auf die Betriebsbedingungen ausländischer Konditionierungsanlagen nicht möglich ist, entscheidet der Antragsteller, ob die Abfalldaten ausreichend zuverlässig ermittelt werden und die Einlagerung ohne Durchführung von Stichprobenprüfungen erfolgen kann /EU 240/.

#### **Bewertung**

Wir haben überprüft, ob die wiederkehrenden Prüfungen vom Umfang und Inhalt her ausreichen sind, um die kritikalitätsrelevanten Parameter der Abfallprodukte beim Betrieb von Konditionierungsanlagen einzuhalten. Nach unserer Ansicht reichen die



vom Antragsteller skizzierten vorgegebenen Maßnahmen aus, um nach einer entsprechenden Umsetzung im Prüfanweisungen die kritikalitätsrelevanten Betriebsbedingungen von Konditionierungsanlagen beizubehalten und damit die Qualität der Abfallprodukte sicherzustellen (vgl. AV 2.7-8).

Die Vorgehensweise des Antragstellers, bei ausländischen Konditionierungsanlagen die Zuverlässigkeit und Genauigkeit aus den Betriebsbedingungen abzuleiten, ist nach unserer Ansicht akzeptabel. Wir sind der Meinung, daß diese indirekte Methode wiederkehrende Prüfungen, die z.B. Ausfälle und Verschleißerscheinungen rechtzeitig entdecken sollen, ersetzen kann. Der Antragsteller muß sich allerdings die Möglichkeit schaffen, ausreichende Informationen über die Betriebsbedingungen in den ausländischen Konditionierungsanlagen zu erhalten. Die erforderlichen Maßnahmen oder Regelungen sind vor der Einlagerung von Abfallgebinden aus diesen Anlagen festzulegen und von einem unabhängigen Sachverständigen prüfen zu lassen /AV 2.7-9/.

#### **2.7.3.3.4 Festlegungen für anomale Betriebszustände, zur Alarmordnung und beim Überschreiten von Grenzwerten**

In der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 240/ skizziert der Antragsteller Maßnahmen bei Störungen in der Anlieferung oder bei Störungen im Endlager. Im Rahmen von Störfallbetrachtungen wird ein Brand in der Pufferhalle betrachtet und aufgrund der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit dem Bereich des Restrisikos zugeordnet /EU 439/. Darüber hinaus wird dargestellt, daß durch die Anforderungen an die Verpackung von Spaltstoffen sichergestellt ist, daß ein Zusammentragen von Spaltstoffen auch im Falle eines Brandes nicht stattfinden kann /EU 439/.

Beim Überschreiten der zulässigen Massenkonzentration spaltbarer Stoffe in Abfallgebinden oder von 50 g Spaltstoffmasse pro Abfallbehälter bzw. Container sieht der Antragsteller zusätzliche Nachweise durch den Ablieferer/Konditionierer, ergänzende Prüfungen und Kennzeichnungen der Abfallgebinde vor /EU 240/. Unter besonderen Sicherheitsvorkehrungen können die betreffenden Abfallgebinde in Absprache mit dem Antragsteller eingelagert werden /EU 240/. In diesem Zusammenhang wird die Definition der Spaltmaterialfixierung gegeben, die dadurch gekennzeichnet ist, daß bei einem

Brand und anschließendem Löschvorgang maximal 20 % des Spaltmaterials freigesetzt werden /EU 240/.

### Bewertung

Wir haben überprüft, ob

- Vorsorgemaßnahmen erforderlich sind, um bei denkbaren, im bestimmungsgemäßen Betrieb aber nicht zu erwartenden Ereignissen das Eintreten eines kritischen Zustandes zu vermeiden,
- Maßnahmen für einen Kritikalitätsstörfall erforderlich sind,
- die Maßnahmen, die vom Antragsteller für erkannte Abweichungen vorgegeben werden, ausreichend sind.

Unter der Voraussetzung, daß die Auflagenvorschläge AV 2.7-1, AV 2.7-4 bis AV 2.7-6 beachtet werden, wird die Spaltstoffmasse pro Abfallbehälter deutlich begrenzt und die Einbindung des Spaltstoffs so festgelegt, daß für die nach unserer Ansicht zu unterstellenden Ereignisse (vgl. Kap. 2.7.2.4.3 dieses Gutachtens) keine Vorsorgemaßnahmen zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit erforderlich sind. Demzufolge brauchen nach unserer Ansicht auch keine Maßnahmen für einen Kritikalitätsstörfall festgelegt zu werden.

Die vom Antragsteller angesprochene Vorgehensweise beim Überschreiten von Grenzwerten halten wir grundsätzlich für geeignet. Teile der geforderten Nachweise sind für uns nicht nachvollziehbar, da nach unserer Ansicht nach der Konditionierung sowohl die Spaltstoffmasse als auch die Homogenisierung nur anhand von Warenbegleitpapieren überprüfbar sind. Ebenso erscheint uns eine Nachweisführung zur Begrenzung des bei einem Brand freigesetzten Spaltstoffanteils auf 20 % der Ausgangsmenge problematisch. Bei diesem Anteil würde bei Fässern in einem Container nahezu 45 % der kleinsten kritischen Masse freigesetzt werden (vgl. Tab. 2.7.2.4.2-1). Sofern mehrere Container betroffen sind, wäre bei einem Brand mit anschließendem Löschvorgang die Kritikalitätssicherheit nicht gegeben. Wir sind der Ansicht, daß durch die Beachtung unseres Auflagenvorschlages AV 2.7-1 zur Spaltstofffixierung die bei einem Brand freigesetzte Spaltstoffmenge zu vernachlässigen

ist. Weiterhin ist es bei der Kritikalitätssicherheit nicht akzeptabel, durch die einfache Einschränkung von Handhabungsabläufen einen Kritikalitätsstörfall auszuschließen, wie es der Antragsteller vorsieht /EU 240/. Wir halten es daher für erforderlich, die beim Überschreiten von Grenzwerten der Spaltstoffmasse und -konzentration skizzierten Maßnahmen unter Berücksichtigung der Kriterien, der Rechenverfahren und der zulässigen Multiplikationsfaktoren festzulegen /AV 2.7-10/.



### **3 Strahlen- und Umweltschutz**

#### **3.1 Aktivitätsfluß in der Anlage**

##### **3.1.1 Aktivitätsfluß in der obertägigen Anlage**

Der Antragsteller sieht vor, daß die einzulagernden Abfallgebinde über ein Abrufsystem angefordert werden und danach mit Bahn oder LKW angeliefert werden. Bei Bedarf werden die ankommenden LKW oder Waggon gereinigt und in einer Trocknungsanlage getrocknet. Nach Durchlaufen der Trocknungsanlage gelangen die LKW oder Waggon in die Umladehalle und damit in den Kontrollbereich /1/.

In der Umladehalle werden die Transporteinheiten von den LKW oder Waggon heruntergehoben und auf Plateauwagen abgesetzt. Die mit Transporteinheiten beladenen Plateauwagen werden dann mit einer Gleisfördereinrichtung zur Eingangskontrolleinrichtung des Strahlenschutzes gefahren, wo u.a. die Gebinde identifiziert werden und ihre Dosisleistung gemessen wird. Wenn die Abfallgebinde nach der Eingangskontrolle freigegeben sind, werden die Plateauwagen mit den Transporteinheiten entweder zur Pufferhalle oder zum Puffertunnel verbracht /1/.

In der Pufferhalle können Transporteinheiten kurzfristig zwischengelagert werden. Dazu werden sie mit dem Seitenstapelfahrzeug von den Plateauwagen abgehoben und auf einer der 154 Abstellpositionen abgesetzt /1/. Wenn eine Zwischenlagerung der Abfallgebinde in der Pufferhalle nicht vorgesehen ist, werden sie nach der Eingangskontrolle auf den Plateauwagen in den Puffertunnel geschoben, wo neun Plateauwagen Platz finden. Vom Puffertunnel aus werden die Plateauwagen mit den Transporteinheiten einzeln zur Schachtförderanlage gefahren und von da aus nach unten verbracht /1/.

Sollte sich bei der Eingangskontrolle herausstellen, daß einzelne Transporteinheiten nicht in das Endlager eingebracht werden können, etwa weil sie geringfügig beschädigt sind, so werden sie dem Sonderbehandlungsraum zugeführt.

Im Sonderbehandlungsraum können u.a. folgende Arbeiten ausgeführt werden /1/:

- Behandlung von Abfallgebänden, die nicht den Endlagerungsbedingungen entsprechen,

- vorübergehende Lagerung fester radioaktiver Betriebsabfälle aus dem Kontrollbereich über Tage,
- Konditionieren fester Betriebsabfälle und kontaminierter Betriebsabwässer aus dem Kontrollbereich,
- Reinigen der im übertägigen Kontrollbereich eingesetzten Transportfahrzeuge,
- Umpumpen von Betriebsabwässern des Kontrollbereiches in unter dem Sonderbehandlungsraum installierte Sammelbehälter,
- Dekontaminieren von im übertägigen Kontrollbereich eingesetzten Transportfahrzeugen und größeren Werkzeugen.

Die Endlagerungsbedingungen fordern, daß die radioaktiven Stoffe in der Transporteinheit fest eingeschlossen sind. Freisetzungen radioaktiver Stoffe werden sich im bestimmungsgemäßen Betrieb nur aus den Kontaminationen an den Oberflächen der Gebinde sowie aufgrund von zulässigen Leckraten ergeben.

Transporteinheiten mit unzulässig hohen Oberflächenkontaminationen werden bei der Eingangskontrolle erkannt und können zur Sonderbehandlung ausgesondert werden. Daher rechnet der Antragsteller nur mit einer äußerst geringen Menge offener radioaktiver Stoffe im obertägigen Kontrollbereich.

Die maximal zulässigen Oberflächenkontaminationen nach den Endlagerungsbedingungen betragen

- 0,5 Bq/cm<sup>2</sup> für Alphastrahler, für die eine Freigrenze von  $5 \cdot 10^3$  Bq festgelegt ist,
- 50 Bq/cm<sup>2</sup> für Betastrahler und Elektroneneinfangstrahler, für die eine Freigrenze von  $5 \cdot 10^6$  Bq festgelegt ist, und
- 5 Bq/cm<sup>2</sup> für sonstige Radionuklide.

Der Antragsteller nimmt an, daß ein Teil der nicht festhaftenden Kontaminationen entweder luftgetragen in die Raumluft der obertägigen Hallen oder, z.B. bei Reinigungs- und Dekontaminationsvorgängen, in die Betriebsabwässer gelangt.

Die Raumluft aus der Umlade- und der Pufferhalle wird getrennt von der Raumluft aus dem Bereich des Sonderbehandlungsraums abgeleitet. Die luftgetragenen radioaktiven Stoffe aus Umladehalle und Pufferhalle werden über den Fortluftkamin ungefiltert abge-

geben. Die luftgetragenen radioaktiven Stoffe aus dem Sonderbehandlungsraum, aus den Digestorien im Labor und aus der Werkstatt 1 werden über Schwebstofffilter der Klasse S geführt und danach dem Fortluftkamin zugeleitet /1, EU 383/.

Die Freisetzung nicht festhaftender Kontaminationen von den LKW oder den Waggons auf dem Freigelände vernachlässigt der Antragsteller, da die Gebinde dort nicht gehandhabt werden und zusätzlich mit einer Plane oder Haube abgedeckt sind.

Die bei der Handhabung der Transporteinheiten anfallenden flüssigen radioaktiven Stoffe aus der obertägigen Anlage werden gesammelt und einer Kontrollmessung unterzogen. Sie werden je nach Herkunft entweder durch Rohrleitungen oder mit Kanistern der Abwassersammelanlage zugeführt.

Die anfallenden Betriebsabwässer werden getrennt von den Grubenwässern behandelt /1, EU 380/. Alle aus dem Grubengebäude geförderten Wässer werden zur Grubenwasserübergabestation über Tage geleitet. Eventuell kontaminierte Kondenswässer aus dem Abwetterstrom werden zentral in Sammelbehältern im Lüftergebäude gesammelt /EU 363/.

Vor der Ableitung des Abwassers aus der Abwassersammelanlage, aus der Grubenwasserübergabestation oder aus den Behältern im Lüftergebäude wird jeweils eine repräsentative Probe gezogen und ausgemessen. Bei Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte kann das Abwasser abgegeben werden, anderenfalls wird es entweder vor Ort konditioniert oder mit Tankfahrzeugen abgefahren und an einer externen Stelle weiterbehandelt.

Nichtwässrige Flüssigkeiten wie z. B. Öle werden in Behältern gesammelt. Liegt ihre spezifische Aktivität oberhalb der Freigrenzen der Strahlenschutzverordnung, so werden diese Flüssigkeiten extern entsorgt und zum Zwecke der Endlagerung konditioniert.

### Bewertung

Offene radioaktive Stoffe treten in der obertägigen Anlage nur in geringem Umfang auf. Betriebserfahrungen aus bestehenden Zwischenlagern für radioaktive Stoffe zeigen, daß die Aktivitätsfreisetzungen bei der Handhabung und Zwischenlagerung

vernachlässigbar klein sind. Wir halten daher eine Filterung der Fortluft aus der Umlade- und der Pufferhalle im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht für erforderlich. Vergleichsweise erhöhte Mengen luftgetragener radioaktiver Stoffe sind jedoch im Sonderbehandlungsraum und im Labor möglich. Die Abluft aus diesen Raumbereichen wird gefiltert, so daß dem Minimierungsgebot der Strahlenschutzverordnung Rechnung getragen wird.

Im Bereich der Schachtförderanlage wird eine Schleuse vorgesehen /EU 208, EU 284/, damit die Grubenwetter nicht in die Umladeanlage gelangen können.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und die Einhaltung der beantragten Abgabegrenzwerte werden in Kap. 3.5.1 dieses Gutachtens behandelt.

Die Freisetzung radioaktiver Stoffe aus Abfallgebinden während der Anlieferung, während der Standzeiten auf dem LKW oder dem Eisenbahnwaggon oder während der Handhabung in der Umladehalle ist vernachlässigbar. Die Verweildauer dieser Gebinde in den genannten Bereichen bzw. Zuständen ist sehr viel kleiner als die Lagerzeit von Gebinden in der Pufferhalle. Ihre Anzahl ist im Vergleich zur Gebindezahl in der Pufferhalle gering. Ebenso kann eine Freisetzung radioaktiver Stoffe aus der Trocknungsanlage vernachlässigt werden. Die Fahrzeuge in der Trocknungsanlage sind mit einer außen kontaminationsfreien Transporthaube verschlossen.

Bei Reinigungs- oder Dekontaminationsarbeiten anfallende flüssige radioaktive Stoffe werden in Behältern gesammelt. Löschwässer aus dem obertägigen Bereich des Endlagers werden ebenfalls gezielt aufgefangen /EU 420/. Eine Entscheidung über eine weitere Behandlung aufgefangener Wässer erfolgt erst nach einer Kontrollmessung. Abgaben aus dem Kontrollbereich erfolgen nur, wenn die vorgegebenen Grenzwerte eingehalten werden (vgl. Kap. 3.5.2 dieses Gutachtens). Diese Vorgehensweisen halten wir für realisierbar. Wir sind überzeugt, daß der Aktivitätsfluß offener radioaktiver Stoffe in der obertägigen Anlage ständig und wirkungsvoll kontrolliert werden kann.



### 3.1.2 Aktivitätsfluß künstlicher radioaktiver Stoffe in der untertägigen Anlage

#### 3.1.2.1 Künstliche radioaktive Stoffe in den Grubenwettern

Die mit der Schachtförderanlage nach unter Tage verbrachten Plateauwagen mit den Transporteinheiten werden am Füllort aus dem Förderkorb ausgeladen. Mit dem Portalhubwagen werden die Transporteinheiten dann vom Plateauwagen auf ein untertägliches, gleisloses Transportfahrzeug umgeladen. Dieses verbringt die Transporteinheiten in die Entladekammer der jeweiligen Einlagerungskammer. Dort werden die Transporteinheiten vom Transportwagen abgehoben. Nachdem er die Entladekammer verlassen hat, werden Transporteinheiten in der Form von Containern mit Hilfe des Stapelfahrzeugs direkt zum Einlagerungsort verbracht. Bestehen die Transporteinheiten aus Tauschpaletten, werden diese geöffnet, und das Stapelfahrzeug verbringt die darin enthaltenen Abfallgebände einzeln zum Einlagerungsort. Am Einlagerungsort werden die Gebände gestapelt und somit endgültig positioniert.

Die einzelnen Einlagerungskammern werden mit 40 m<sup>2</sup> Querschnitt gleich aufgefahren, haben jedoch eine unterschiedliche Länge. Im Plan /1/ wird für radiologische Betrachtungen davon ausgegangen, daß es 52 Einlagerungskammern gibt und dabei die mittlere Kammerlänge 500 m beträgt. In die einzelnen Kammern werden entsprechend dem Abrufverfahren unterschiedliche Abfälle eingelagert. Für die Ermittlung von Aktivitätsabgaben geht der Antragsteller daher von einer modellmäßigen Belegung der Kammern aus /1/. Es ist im Plan festgelegt, daß höchstens in zwei Kammern gleichzeitig eingelagert wird, wobei insgesamt 400 m Kammerlänge mit Abfällen befüllt, aber noch nicht mit Versatzmaterial versetzt sind. Alle übrigen befüllten Kammern und Kammerabschnitte sind mit Pumpversatz versetzt. Das Pumpversatzmaterial besteht aus einem Gemisch von Konrad-Haufwerk, Wasser und Zement, das in den freien Raum zwischen den eingelagerten Gebänden gepumpt wird, um das Hohlraumvolumen zu minimieren und die Ansammlung zündfähiger H<sub>2</sub>-/O<sub>2</sub>-Gemische möglichst zu vermeiden. Nach Abbinden des Pumpversatzmaterials entsteht in der Kammer ein monolithischer Block mit sehr geringer Gaspermeabilität /EU 387/, in dem die Gebände fest eingebunden sind.

Solange die Abfälle in den Einlagerungskammern unversetzt sind, wird für die aus den Abfallgebänden freigesetzten radioaktiven Stoffe bei ihrem Transport mit den Abwettern zum Diffusor keine Rückhaltung, Verzögerung oder Ablagerung unterstellt. Die aus den

Abfallbinden freigesetzten radioaktiven Stoffe werden folglich als luftgetragen und unverzögert in die Abwetter transportiert angenommen.

Nach dem Einbringen des Pumpversatzes wird die Freisetzung luftgetragener Aktivität bewirkt durch:

- Austreiben der Restluft in die wetterführenden Strecken infolge Gasbildung in den Einlagerungskammern,
- Druckschwankungen in den untertägigen Wettern und Temperaturerhöhungen in den Einlagerungskammern und
- Diffusion durch das Versatzmaterial und den Kammerabschluß.

Aus den versetzten Bereichen werden nur die Nuklide H 3 in der Form von HT und C 14 in gasförmiger Form, nicht jedoch als CO<sub>2</sub>, als freisetzbar angenommen. Eine Rückhaltung durch den Pumpversatz wird nicht angenommen. H 3 und C 14 in anderen chemischen Formen incl. CO<sub>2</sub> sowie sämtliche anderen radioaktiven Stoffe bleiben wegen ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften im Versatzmaterial eingeschlossen.

Die Freisetzung von Tritium als HTO aus versetzten Bereichen wird dabei analog zu derjenigen aus unversetzten Abfällen betrachtet, wobei zusätzlich die Wanderung von H<sub>2</sub>O durch die Zementmatrix des Pumpversatzes berücksichtigt wurde. Aufgrund des sehr viel kleineren Oberflächen-/Volumenverhältnisses eines mit Pumpversatz vollständig befüllten Kammerabschnittes im Vergleich zu einem Abfallgebinde und wegen des großen Retardationsfaktor 7000 für den Transport von HTO durch feuchte Medien wird die Freisetzung von HTO aus versetzten Bereichen gegenüber offenen Bereichen vernachlässigt /1, EU 260/.

Der Antragsteller führt aus, daß CO<sub>2</sub> sich nahezu vollständig im alkalischen Porenwasser des Pumpversatzes löst und daher nicht zur Freisetzung aus versetzten Einlagerungsbereichen beiträgt. Da nach Betriebserfahrungen erwartet wird, daß 90 % des gasförmigen C 14 im Grubengebäude als CO<sub>2</sub> vorliegt, reduziert der Antragsteller den Beitrag des luftgetragenen C 14 aus den versetzten Bereichen gegenüber den unversetzten Bereichen um den Faktor 10 /1, EU 260/.

Radon mit seinen Isotopen Rn 220 und Rn 222 diffundiert wegen der kurzen Halbwertszeiten nicht aus dem Versatzmaterial in die Abwetter.

Nach Angaben des Antragstellers /EU 260/ wird Jod aus dem Pumpversatz nicht freigesetzt. Die Ursache hierfür liegt in dem stark eingeschränkten Übergang von der wässrigen Phase in die Wetter bei hohen pH-Werten.

Für Kr 85 wird angenommen, daß die jährlich eingelagerte Aktivität im gleichen Jahr vollständig wieder in die Grubenwetter freigesetzt wird /201/.

Die radioaktiven Stoffe werden von ihrem Freisetzungsort zum Diffusor mit dem jeweiligen Wetterstrom durch das Grubengebäude transportiert. Die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe am Diffusor ergibt sich als Summe aller Freisetzungen aus offenen und versetzten Einlagerungsbereichen.

Der Aktivitätsfluß radioaktiver Stoffe aus den Gebinden bis zum Diffusor wird mit einem Modellszenario beschrieben /1, EU 260, EU 261, EU 262/. Aus den Antragswerten für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern (vgl. Kap. 3.5.1 dieses Gutachtens), der Anzahl der Kammern und den jeweiligen Freisetzungsraten der Aktivität einer Nuklidgruppe aus offenen oder versetzten Kammerabschnitten wird die maximale pro Kammer einlagerbare Aktivität bestimmt /EU 261, EU 262/. Als zusätzliche Beschränkung der einlagerbaren Aktivität wird die Inhalationsdosis des Personals betrachtet. Um den zeitlichen Ablauf der Einlagerung in die einzelnen Kammern flexibel gestalten zu können, werden sogenannte längenbezogene Grenzwerte definiert, die für jede Nuklidgruppe die pro Meter Kammerlänge maximal einlagerbare Aktivität begrenzen. Diese längenbezogenen Grenzwerte werden in bestimmten Zeitabständen dem tatsächlichen Einlagerungsablauf entsprechend angepaßt /EU 261/.

In die Ermittlung der längenbezogenen Grenzwerte fließen einige Größen ein, die heute noch nicht festgelegt sind, wie die Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe, die Anzahl der maximal einlagerbaren Gebinde pro Schicht, die Dimensionierung und der Befüllungsgrad der Kammern oder die spezifischen Freisetzungseigenschaften der jeweiligen Abfallgebinderart /EU 261/. Weitere notwendige Größen für die Ermittlung längenbezogener Grenzwerte, die zwar im Betriebshandbuch festgeschrieben sein müssen, aber im Laufe des Betriebes des Endlagers angepaßt werden können, sind z.B. die

Gesamtanzahl und Gesamtlänge aller Einlagerungskammern, die maximale Länge der offenen Kammerabschnitte und die Betriebszeit des Endlagers /EU 261/. Die auf dieser Grundlage ermittelten längenbezogenen Grenzwerte sollen jährlich dem aktuellen Befüllungsgrad des Endlagers angepaßt werden /EU 261/. Eine Anpassung kann z.B. auf einem Vergleich zwischen den modellmäßig verwendeten Aktivitätsinventaren der Gebinde und der bis zu einem bestimmten Zeitpunkt tatsächlich eingelagerten Aktivität basieren. Sie wird für jede Nuklidgruppe getrennt vorgenommen.

In einigen wenigen Fällen, z.B.

- bei häufiger Einlagerung von Abfällen mit höherem C-14-Gehalt,
- beim Auftreten von Abfällen, die Tritium als HTO in höherer Konzentration als  $1,1 \cdot 10^{13} \text{ Bq/m}^3$  enthalten, oder
- bei häufiger Einlagerung von Abfällen, die höhere Aktivitäten von Tritium in unspezifizierter Form enthalten,

will der Antragsteller Einlagerungskammern mit einem zusätzlichen Kammerabschlußbauwerk (KAB) versehen /1/. Das KAB dient der vollständigen Rückhaltung von Aerosolen sowie einer Reduzierung der H-3-, C-14- und Rn-222-Freisetzung /EU 266/.

Liegen die jeweiligen Parameter zur Bestimmung eines längenbezogenen Grenzwertes fest, so werden bei Einhaltung dieses Grenzwertes bei der Einlagerung auch die Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe sicher eingehalten /EU 262/. Bei der Betrachtung des Aktivitätsflusses radioaktiver Stoffe mit den Abwettern sowie bei der daraus folgenden Festlegung längenbezogenen Grenzwerte wird eine Verminderung der radioaktiven Stoffe durch den Übertritt in die Grubenwässer konservativ nicht berücksichtigt.

Nach einem ähnlichen Modell wie für die längenbezogenen Grenzwerte werden vom Antragsteller Garantiewerte für die maximal zulässige Aktivität pro Abfallgebinde errechnet /1, EU 117, EU 262/. Die Garantiewerte werden für die meisten Nuklide aus den Antragswerten für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern abgeleitet. Für Ra 226 bzw. Rn 222 erfolgt eine Begrenzung der Aktivität im Abfallgebinde auf der Grundlage der Inhalationsdosis des untertägigen Personals. Für Kr 85 wird der Garantiewert unabhängig von der Gebindeart auf  $3 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$  pro Gebinde festgelegt /EU 117/.

Insgesamt ergibt sich, daß bei einer angenommenen Einlagerung von 10 000 Abfallgebinden pro Jahr unter Beachtung der Garantiewerte die Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern eingehalten werden.

Bei Einhaltung der Garantiewerte werden keine weiteren Bedingungen an die Annahme derartiger Abfälle aus Sicht des bestimmungsgemäßen Betriebes gestellt. Die Garantiewerte dürfen für die einzelnen Radionuklide und Radionuklidgruppen bei einer gegebenen Verpackung und Abfallproduktgruppe jeweils gleichzeitig ausgeschöpft werden. Liegen in einem Abfallgebinde Abfallarten vor, die nach verschiedenen Spezifikationen hergestellt wurden, muß für das einzelne Radionuklid bzw. die jeweilige Radionuklidgruppe der restriktivste Garantiewert zugrunde gelegt werden, oder es müssen die Garantiewerte entsprechend den Aktivitätsanteilen im Abfallgebinde berücksichtigt werden /EU 262/.

### Bewertung

Freisetzungen von radioaktiven Stoffen aus den Abfallgebinden werden unter Tage im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht anders ablaufen als in der obertägigen Anlage, denn die radioaktiven Stoffe bleiben fest in den Gebinden eingeschlossen. Solange die Einlagerungskammern nicht versetzt sind, behalten die Gebinde ihre spezifizierte Dichtheit. Bei einer angenommenen Einlagerung von bis zu 10 000 Gebinden pro Jahr werden ca. 1000 m Kammerlänge jährlich befüllt /1/.

Die mit Abfallgebinden befüllten Kammerabschnitte sollen in jeweils etwa 50 m langen Abschnitten versetzt werden /EU 404/. Da nur in zwei Kammern gleichzeitig eingelagert wird /EU 208/, ergibt sich, daß ein 50 m langer Abschnitt in wenigen Wochen mit Gebinden belegt sein wird. In diesen kurzen Zeiträumen ist keine Änderung des Freisetzungsverhaltens aus den Gebinden zu erwarten, wie durch jahrelange Betriebserfahrungen bei der oberirdischen Lagerung von Abfallgebinden nachgewiesen ist.

Alle Aktivitätsflußbetrachtungen im bestimmungsgemäßen Betrieb basieren auf der Annahme, daß in 400 m unversetzten Kammerabschnitten Abfallgebinde mit jeweils maximal möglichen Aktivitätsinventaren gelagert werden. Diese Annahme ist bei den oben dargelegten Randbedingungen konservativ. Mit ihr sind auch mögliche anoma-

le Betriebszustände des Endlagers, wenn z.B. Abdichtmaßnahmen an Kammerabschlüssen erforderlich werden, abgedeckt.

Die Freisetzungsraten für die einzelnen Gebindearten werden durch die Annahmebedingungen auf zulässige Werte begrenzt. Die Freisetzung radioaktiver Stoffe aus den Gebinden ist an anderer Stelle begutachtet worden (vgl. Kap. 2.5.4 dieses Gutachtens). Wir haben dabei festgestellt, daß im wesentlichen die Nuklide H 3, C 14, I 129, Rn 222 und dessen Folgeprodukte aus den Abfallgebinden freigesetzt werden können.

Darüber hinaus können Edelgasfreisetzungen von Xe 133, Xe 133m, Xe 131m oder Kr 85, die durch Spontanspaltungen der in den Abfällen enthaltenen Aktinide /EU 260/ oder durch Kr-85-haltige Abfälle /201, EU 117/ entstehen, nicht ausgeschlossen werden. Dabei geht der Antragsteller davon aus, daß das jährlich eingelagerte Kr-85-Inventar in demselben Jahr vollständig freigesetzt wird /201/. Wir gehen auf die Spalteredelgasfreisetzungen ausführlich im Kapitel 3.5.1 dieses Gutachtens ein und legen dort dar, daß der Beitrag dieser Nuklide für die Strahlenexposition in der Umgebung gering ist. Gleiches gilt für Ar 39, das in geringem Maße durch Zerfall des ggf. in den Abfällen enthaltenen K 39 entsteht /EU 260/.

Wir sind der Ansicht, daß auch die Freisetzung von I 131 gesondert betrachtet werden muß. I 131 entsteht wie die Spalteredelgase durch Spontanspaltung in den Abfällen mit hohem Aktinidenanteil. Die Freisetzung von I 131 aus den Abfallgebinden berechnen wir mit demselben Freisetzunganteil von  $10^{-4} \text{ a}^{-1}$  wie für unspezifiziertes I 129. Auf die Freisetzung von I 131 aus dem Grubengebäude gehen wir in Kapitel 3.5.1 dieses Gutachtens ein.

Alle weiteren Nuklide liegen in den Abfällen als Feststoffe vor und können in den Gruppen "sonstige Beta-/Gammastrahler" und "sonstige Alphastrahler" zusammengefaßt werden.

Wir folgen der Darstellung des Antragstellers, daß die Aktivitätsfreisetzungen in der untertägigen Anlage im wesentlichen auf bereits eingelagerte Abfallgebände zurückzuführen ist. Dabei ist der Ansatz konservativ, die Rückhaltung radioaktiver Stoffe in offenen Kammern, in den Strecken und im Schacht zu vernachlässigen. Eine Rück-

haltung radioaktiver Stoffe wird nur für mit Pumpversatz verfüllte Kammerabschnitte angenommen. Das Modell für die Aktivitätsfreisetzungen aus den versetzten Kammern oder Kammerabschnitten /EU 260/ haben wir geprüft und halten es für anwendbar. Wie der Antragsteller kommen wir zu dem Ergebnis, daß - abgesehen von H 3 und gasförmigem C 14 ohne CO<sub>2</sub> - die Aktivitätsfreisetzungen auch beim vollständig belegten Endlager nicht aus den versetzten, sondern aus den offenen Bereichen stammen. Für H 3 in der Form von HT sowie für gasförmiges C 14, sofern es nicht als CO<sub>2</sub> vorliegt, nehmen wir dagegen als Quelle für die Aktivitätsflußbetrachtungen den gesamten Endlagerbereich an. Eine Rückhaltung dieser Stoffe durch den Pumpversatz wird dabei vernachlässigt.

Ein geeignetes Mittel, um die Einhaltung der genehmigten Aktivitätsabgabewerte und der zulässigen Aktivitätskonzentrationen im Grubengebäude sicherzustellen, ist die Einführung längenbezogener Grenzwerte. Wir haben das Modell zur Ableitung dieser Werte geprüft und halten es unter den vom Antragsteller genannten Voraussetzungen und Randbedingungen /EU 261, EU 262/ für geeignet, den Aktivitätsfluß von der Freisetzung aus den Gebinden bis zur Aktivitätsabgabe am Diffusor zu beschreiben.

Die zur Festlegung eines konkreten längenbezogenen Grenzwertes notwendigen Parameter sind für den Beginn des Einlagerungsbetriebes vorläufig festgelegt und dokumentiert /EU 262, Tabelle 4.1/. Die dort als beispielhaft gekennzeichneten Grenzwerte werden ggf. vor Beginn des Einlagerungsbetriebes aktualisiert und in seinem weiteren Verlauf entsprechend den tatsächlich eingelagerten Aktivitäten, den gemessenen Aktivitätsabgaben und unter Berücksichtigung der geplanten Restbetriebszeit des Endlagers regelmäßig angepaßt /EU 261/ und im Zechenbuch/Betriebshandbuch festgeschrieben /EU 316/. Etwaige Planungsänderungen, wie z.B. die Betriebszeit des Endlagers, die Gesamtzahl der Kammern oder die Länge der Kammern, werden dabei berücksichtigt /EU 316/. Durch das Abrufsystem wird sichergestellt, daß bei der Einlagerung von Gebinden für die darin enthaltenen Aktivitäten zu jedem Zeitpunkt die jeweils gültigen längenbezogenen Grenzwerte eingehalten werden /EU 316/.

Der Antragsteller hat keine Festlegung getroffen, auf welchen Einlagerungsabschnitt der längenbezogene Grenzwert sich beziehen soll. Der Abschnitt muß deutlich grö-

ßer sein als die Abmessungen der Gebinde. Als geeigneten Wert sehen wir die Länge eines Versatzabschnittes von 50 m an. Während des Betriebes ist dann die Einhaltung der Grenzwerte je Versatzabschnitt zu dokumentieren /AV 3.1-1/. Mit der Beschränkung auf 50 m ist einerseits die notwendige Flexibilität für den Einlagerungsbetrieb gegeben, andererseits wird durch diese Beschränkung und die dementsprechend kurze Befüllzeit der betreffenden Kammerabschnitte erreicht, daß eventuelle Aktivitätsfreisetzungen gleichmäßig über das Jahr verteilt sind.

Zunächst gelten für Kammern mit und ohne Kammerabschlußbauwerk (KAB) dieselben längenbezogenen Grenzwerte, so daß für Aktivitätsflußbetrachtungen das KAB zur Zeit keine Bedeutung hat /202/. Sollten jedoch während der Betriebszeit die Parameter für Kammern mit KAB modifiziert werden, so ist der Einfluß der Kammern mit KAB auf den Aktivitätsfluß und die Abgabe radioaktiver Stoffe zu analysieren. Die Analysen müssen mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen geprüft werden. Die Einhaltung der sich hieraus ergebenden Anforderungen an die Abfallgebinde ist im Rahmen der Produktkontrolle zu verifizieren /AV 3.1-2/.

Wir haben das Modell zur Bestimmung der Garantiewerte für den bestimmungsgemäßen Betrieb geprüft und halten es für geeignet, maximal zulässige Aktivitätsinventare für einzelne Abfallgebinde festzulegen. Bei Einhaltung der Garantiewerte für den bestimmungsgemäßen Betrieb können die Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern eingehalten werden.

Die Modelle zur Bestimmung der Garantiewerte für den bestimmungsgemäßen Betrieb und zur Ermittlung der längenbezogenen Grenzwerte sind in der Vorgehensweise sehr ähnlich. In beiden Modellen, werden die Zahlenwerte aus den Antragswerten für die Abgabe mit den Abwettern abgeleitet. Die Garantiewerte beziehen sich aber auf einzelne Abfallgebinde und geben somit dem Ablieferungspflichtigen bzw. Konditionierer wichtige Anhaltspunkte für die einzulagernden Gebinde, unabhängig vom eigentlichen Endlagerbetrieb. Sie sind deshalb in die Endlagerungsbedingungen /EU 117/ aufgenommen worden. Die längenbezogenen Grenzwerte sind für den zeitlichen Ablauf der Einlagerung bereits konditionierter Gebinde von Bedeutung und haben somit Einfluß auf das Abrufsystem und die Betriebsweise des Endlagers. Sie sind deshalb für den Aktivitätsfluß im Endlager während des bestimmungsgemäßen Betriebs von Bedeutung.



Unabhängig von den theoretischen Aktivitätsflußmodellen wird im späteren Betrieb die Aktivitätskonzentration in den Wettern in den verschiedenen Bereichen des Grubengebäudes sowie am Diffusor überwacht (vgl. Kap. 3.6 dieses Gutachtens). Damit kann der Aktivitätsfluß künstlicher radioaktiver Stoffe in den Abwettern und in den Bereichen der einzelnen Einlagerungskammern nachvollzogen und die Einhaltung vorgegebener Grenzwerte kontrolliert werden. Ebenso werden unregelmäßige Aktivitätsabgaben, z.B. Erhöhungen der Abgaben durch Betriebsstörungen, erkannt. Durch die Eigenschaften des Endlagers sind erhöhte Aktivitätsfreisetzungen allenfalls über längere Zeiträume langsam ansteigend zu erwarten. Kurzfristige erhöhte Aktivitätsfreisetzungen können ausgeschlossen werden, so daß bei Betriebsstörungen jederzeit Maßnahmen durchführbar sind, welche die Aktivitätsableitungen beschränken können, z.B. Abdichtungsmaßnahmen oder die Errichtung eines zusätzlichen Kammerabschlusses. Darüber hinaus können durch flexible Gestaltung des Abrufsystems und der Einlagerung Überschreitungen der zulässigen Aktivitätsabgabewerte vermieden werden. Durch Regelungen im Zechenbuch/Betriebshandbuch wird auch sichergestellt, daß die pro Tag abgeleitete Aktivität 1 % der genehmigten Jahresabgabegrenzwerte für jede der einzelnen Nuklidgruppen in keinem Fall überschreitet /EU 316/, so daß die Bedingungen für die Anwendbarkeit des Langzeitausbreitungsfaktors bei der Ermittlung der Strahlenexposition in der Umgebung beim bestimmungsgemäßen Betrieb erfüllt werden.

Der Aktivitätsfluß radioaktiver Stoffe mit den Abwettern wurde konservativ bestimmt, da keine Rückhaltung oder Ablagerung radioaktiver Stoffe im Grubengebäude berücksichtigt wurde. Ebenso wird das Auskondensieren von Luftfeuchtigkeit und damit der Übergang luftgetragener radioaktiver Stoffe in die flüssige Phase vernachlässigt. Dieser Effekt wurde jedoch durch experimentelle Untersuchungen /18, EU 6.2/ nachgewiesen (vgl. Kap. 3.1.2.2 dieses Gutachtens).

Aufgrund der Vernachlässigung aller Rückhaltungs- und Ablagerungseffekte bei den Berechnungen kann eine spätere Wiederfreisetzung abgeschiedener Radionuklide in die Grubenwetter nicht zu einer Erhöhung der errechneten Aktivität in den Abwettern führen.

### 3.1.2.2 Künstliche radioaktive Stoffe in den Grubenwässern

Die Aktivität in den Grubenwässern beruht im wesentlichen auf dem Eintrag künstlicher radioaktiver Stoffe aus den Abwettern durch das Auskondensieren von Feuchtigkeit.

Im Schacht Konrad 2 kondensiert nach Angaben des Antragstellers zeitweise bis zu 30 % der in den Abwettern enthaltenen Feuchtigkeit /1/. Konservativ wird unterstellt, daß das gesamte aus den Abfallgebänden freigesetzte Tritium in den Abwettern als HTO vorliegt und zu 30 % in die Grubenwässer übergeht.

Der Antragsteller gibt ferner an, daß nach experimentellen Untersuchungen zur untertägigen Aerosolausbreitung im Endlager Konrad 30 % bis 50 % der in den Abwettern befindlichen Aerosole im Grubengebäude abgeschieden werden /1/. Es wird deshalb für den Übertritt in die Grubenwässer konservativ angenommen, daß 50 % der in den Abwettern vorhandenen aerosolgebundenen Aktivität im Grubengebäude abgeschieden wird und vollständig in die Grubenwässer übergeht. Dieser Wert wird auch für Jod übernommen.

Hinzu kommt das langlebige Radon-Folgeprodukt Pb 210, das im wesentlichen über den Zerfall des aus den Abfällen freigesetzten Rn 222 und über kurzlebige, aerosolförmige Radon-Folgeprodukte entsteht und durch anschließenden Übergang dieser Radionuklide ins Grubenwasser gelangt.

Im untertägigen Kontrollbereich anfallende Wässer werden über Sammelleitungen dem Sammelbecken am Schacht Konrad 2 auf der 1000-m-Sohle zugeleitet. Von dort werden sie entweder erneut entnommen, um sie im untertägigen Kontrollbereich weiterzuverwenden, z.B. zur Fahrbahnpflege, zur Wetterkühlung oder für den Pumpversatz, oder sie werden zur Grubenwasserübergabestation über Tage gepumpt /1, EU 363/.

#### Bewertung

Für die Betrachtung des Aktivitätseintrages in die Grubenwässer ist es konservativ anzunehmen, daß die nachgewiesenermaßen aus den Grubenwettern abgeschiedenen Aerosole /18, EU 6.2/ vollständig in die Grubenwässer übergehen. Wir gehen

daher für die Bestimmung der Aktivität in den Grubenwässern davon aus, daß 30 % des aus den Abfallgebinden freigesetzten H 3 als HTO und 50 % der Alpha- und Beta-/Gammastrahler einschließlich Jod in die Grubenwässer übergehen und mit den Grubenwässern nach über Tage gefördert werden.

Durch diese Betrachtungsweise wird auch die unterschiedliche Verwendung der Grubenwässer in ausreichendem Maße berücksichtigt. Wenn z.B. Grubenwässer zur Staubbekämpfung oder zur Fahrbahnpflege unter Tage verwendet werden, können bei ihrer anschließenden Verdunstung höchstens diejenigen Radionuklide wieder in die Wetter unter Tage freigesetzt werden, die zuvor aus den Abwettern abgeschieden wurden. Die Aktivität der Radionuklide in den Abwettern liegt dann im Rahmen der in den Modellbetrachtungen ermittelten Aktivitätsabgaben, in denen eine vollständige Abgabe radioaktiver Stoffe ohne vorherige Rückhaltung angenommen wird. Zeitliche Verschiebungen zwischen der Abscheidung in die Grubenwässer und der anschließenden Wiederfreisetzung durch Verdunstung spielen bei dem über längere Zeiträume zu betrachtenden Aktivitätsfluß im bestimmungsgemäßen Betrieb keine Rolle. Unabhängig davon dürfen nur auf Aktivität kontrollierte und vom Strahlenschutz freigegebene Wässer unter Tage weiterverwendet werden /EU 362, EU 470/ (vgl. Kap. 3.4 dieses Gutachtens).

Neben den aus den Abwettern in die Grubenwässer übertretenden Nukliden H 3 und I 129 sowie den beiden Gruppen der Alpha- und der Beta-/Gammastrahler tritt in den Grubenwässern als radiologisch wichtiges Nuklid noch Pb 210 auf, das durch radioaktiven Zerfall des in den Abwettern vorhandenen Rn 222 gebildet wird. Zur Aktivitätskonzentration von Pb 210 in den Grubenwässern haben wir eigene Rechnungen angestellt. Wir gehen davon aus, daß sich zwischen der Rn-222-Konzentration in den Abwettern und in den Grubenwässern ein Gleichgewicht einstellt. Unter Verwendung der sich aus den Antragswerten für die Abwetter ergebenden Rn-Konzentration in den Wettern ergibt sich eine Konzentration im Grubenwasser von ca.  $1,2 \cdot 10^{-4}$  Bq Rn 222/g H<sub>2</sub>O, wenn man konservativ annimmt, daß das Radon aus den Grubenwettern mit dem im Vergleich zur Löslichkeit von Luft in Wasser höheren Löslichkeitskoeffizienten von 0,5 cm<sup>3</sup> Rn/g H<sub>2</sub>O in das Grubenwasser übergeht. Das im Grubenwasser gelöste Rn 222 kann durch Zerfall zu Pb 210 übergehen. Aus dem Verhältnis der Halbwertszeiten dieser beiden Nuklide und bei einer Grubenwasser-

menge von  $10\,000\text{ m}^3/\text{a}$  ergibt sich ein maximaler Pb-210-Eintrag in die Grubenwässer von weniger als  $1,0 \cdot 10^3\text{ Bq/a}$ .

Einen weiteren Beitrag zur Bildung von Pb 210 im Grubenwasser erhält man durch die kurzlebigen Folgeprodukte des Rn 222, die in den Abwettern aerosolförmig vorliegen. Das erste Folgeprodukt von Rn 222 mit beachtenswerter Halbwertszeit ist Pb 214. Wir gehen wie für die anderen Aerosole davon aus, daß 50 % des Pb 214 in die Grubenwässer gelangt und dort zu Pb 210 zerfällt. Da die Halbwertszeit von Pb 214 kleiner ist als die von Rn 222, gehen wir konservativ von einem radioaktiven Gleichgewicht dieser beiden Nuklide aus und berechnen einen Aktivitätseintrag ins Grubenwasser von  $9,3 \cdot 10^{11}\text{ Bq/a}$  Pb 214. Aus dem Verhältnis der Halbwertszeiten von Pb 214 und Pb 210 ermitteln wir einen Aktivitätseintrag ins Grubenwasser von ca.  $2,1 \cdot 10^6\text{ Bq/a}$  an Pb 210. Gegenüber diesem Wert ist der Beitrag über die Löslichkeit von Rn 222 im Grubenwasser zu vernachlässigen.

Mit den Abwettern aus der Grube wird auch C 14 abgegeben. Den Übertritt dieses Nuklids in die Grubenwässer hat der Antragsteller nicht betrachtet. Um eine obere Abschätzung für den C-14-Eintrag in die Grubenwässer zu erhalten, wenden wir für unsere Betrachtungen dasselbe Löslichkeitsmodell wie für Rn 222 an mit einer konservativ angesetzten Löslichkeit von  $1,0\text{ cm}^3\text{ CO}_2/\text{g H}_2\text{O}$ . Als weitere konservative Annahme legen wir zugrunde, daß das C 14 in den Grubenwettern vollständig als  $\text{CO}_2$  vorliegt und außer diesem kein weiteres, inaktives  $\text{CO}_2$  im Grubenwasser gelöst wird. Auf diese Weise ermitteln wir einen C-14-Eintrag in die Grubenwässer von ca.  $1,0 \cdot 10^6\text{ Bq/a}$ .

### 3.1.3 Aktivitätsfluß natürlicher radioaktiver Stoffe

Natürliche radioaktive Stoffe im Grubengebäude des Endlagers Konrad stammen aus dem umgebenden Wirtsgestein der Grube. Es handelt sich dabei um Stoffe der natürlichen Uran- und Thorium-Zerfallsreihen, welche im Erz in geringen, aber örtlich stark schwankenden Konzentrationen eingebettet sind /1/. Innerhalb der natürlichen Zerfallsreihen bildet sich das Edelgas Radon, das mit seinen Isotopen Rn 220 und Rn 222 aus den Oberflächen des Wirtsgesteins in die Wetter des Grubengebäudes freigesetzt wird.

Aus den Tochternukliden der Radonisotope entstehen in den Grubenwettern aerosolförmige radioaktive Stoffe.

Die Aktivitätskonzentrationen dieser natürlichen radioaktiven Stoffe in den Grubenwettern sind nicht in allen Teilen des Grubengebäudes gleich hoch. Es treten große örtliche Schwankungen auf, die im wesentlichen auf unterschiedlich starke Emanationen aus dem Wirtsgestein zurückzuführen sind. In den bewetterten Strecken liegen die Konzentrationen von Rn 222 im Bereich von etwa  $100 \text{ Bq/m}^3$  bis  $600 \text{ Bq/m}^3$  und sind damit etwa um den Faktor 10 höher als an der Erdoberfläche oder in Häusern gemessene Werte /EU 36.23/. Im Bereich der Wendel zwischen der 850-m-Sohle und der 1100-m-Sohle wurden Aktivitätskonzentrationen bis zu  $5000 \text{ Bq/m}^3$  gemessen /EU 36.23/. Diese hohen Konzentrationen stammen offensichtlich aus Emanationen der sehr großen Oberflächen der ehemaligen Abbaufelder des Erzbergwerks. Die örtlichen Schwankungen der Aktivitätskonzentration der Radonisotope und ihrer Tochternuklide in den Grubenwettern werden überlagert von erheblichen zeitlichen Schwankungen. Darüber hinaus sind die Aktivitätskonzentrationen von der jeweiligen Wettermenge abhängig /1, EU 280/.

Als Mittelwerte der Rn-222-Konzentrationen in den Grubenwettern über mehrere Meßreihen werden für frisch bewetterte Arbeitsplätze ca.  $150 \text{ Bq/m}^3$  /EU 183/, an Betriebspunkten in der Nähe von Schacht 2, nachdem die Wetter die "Wendel Süd" passiert haben, ca. 470 bis  $583 \text{ Bq/m}^3$  /EU 183/ und im Schacht 2 selbst ca. 280 bis  $320 \text{ Bq/m}^3$  /EU 183/ angegeben. Als langfristigen Mittelwert für die Rn-222-Konzentration an Arbeitsplätzen unter Tage nennt der Antragsteller ca.  $290 \text{ Bq/m}^3$  /EU 183/. Dieser Wert wurde durch neuere Messungen bestätigt /EU 471/.

Rn 220 konnte wegen seiner kurzen Halbwertszeit nicht direkt gemessen werden. Stattdessen wurden die aerosolförmigen Folgeprodukte des Rn 220 bestimmt /EU 36.23, EU 183/, insbesondere im Hinblick auf den radiologischen Arbeitsschutz. Daher wurden für diese Folgeprodukte keine Aktivitätskonzentrationen, sondern sog. potentielle Alpha-Energiekonzentrationen angegeben. Als langfristiger Mittelwert für einen realistischen Arbeitsplatz wird ein Wert von  $0,6 \mu\text{J/m}^3$  genannt /EU 183/.

Neben den Radonisotopen und deren Tochternukliden befinden sich in den Grubenwettern noch weitere natürliche radioaktive Stoffe aus den Thorium- und Uranzerfallsreihen, welche in den Staubpartikeln der Wetter vorhanden sind /1/. An Orten ohne bergmänni-

sche Arbeiten liegt die Staubbelastung der Grubenwetter bei etwa  $1 \text{ mg/m}^3$  /EU 183/. Daraus ergibt sich auf Grundlage der mittleren gemessenen spezifischen Aktivität des Erzes /1, 18/ in der Atemluft unter Tage als spezifische Aktivität etwa  $9,6 \cdot 10^{-5} \text{ Bq/m}^3$  für die Nuklide der Thoriumzerfallsreihe und etwa  $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ Bq/m}^3$  für die der Uranzerfallsreihe /EU 183/. Hinzu kommen etwa  $1,22 \cdot 10^{-4} \text{ Bq/m}^3$  an K 40 /EU 183/.

Grubenwässer fallen in der Schachanlage Konrad als Formationswässer aus dem Gebirge an. Es wird jedoch auch Brauchwasser von über Tage in die Grube eingeleitet. Darüber hinaus fällt Restwasser aus dem ehemaligen Spülversatzbetrieb sowie Kondenswasser aus dem ausziehenden Wetterschacht Konrad 2 an /1/. Neben den natürlichen radioaktiven Stoffen gibt es in den Grubenwässern auch geringe Mengen künstlicher Radionuklide /1, EU 36.22/. Die Aktivitätskonzentration von bereits in der Biosphäre enthaltenen künstlichen Radionukliden in den Grubenwässern ist um so geringer, je weniger Brauchwasser in die Grube eingeleitet wird. Umgekehrt steigt die Aktivitätskonzentration natürlicher radioaktiver Stoffe mit steigendem Anteil von Formationswässern in den Grubenwässern.

Bei Messungen vor 1980 wurden Aktivitätskonzentrationen natürlicher radioaktiver Stoffe von  $5,6 \cdot 10^4 \text{ Bq/m}^3$  für Gesamt-Beta und  $7,4 \cdot 10^4 \text{ Bq/m}^3$  für Gesamt-Alpha ermittelt /18/. Diese Meßwerte sind nicht nuklidspezifisch aufgeschlüsselt und dienen als Überblick über die Größenordnung der anfallenden Aktivitäten. Spätere Messungen aus dem Jahr 1984 wurden nuklidspezifisch durchgeführt und ergaben niedrigere Konzentrationen /1, EU 36.22/. Die gemessenen Aktivitätskonzentrationen im Rückhaltebecken der Grubenwasserübergabestation liegen z.B. bei ca.  $1000 \text{ Bq/m}^3$  für H 3, ca.  $2000 \text{ Bq/m}^3$  für Ra 226, ca.  $6200 \text{ Bq/m}^3$  für K 40, ca.  $12\,200 \text{ Bq/m}^3$  für Ra 228 und ca.  $25\,200 \text{ Bq/m}^3$  für Gesamt-Beta. Für Pb 210 wurde weniger als die Nachweisgrenze von  $30 \text{ Bq/m}^3$  und für U 238 weniger als die Nachweisgrenze von ca.  $2500 \text{ Bq/m}^3$  gemessen /1, EU 36.22/. Künstliche radioaktive Stoffe durch in die Grube eingebrachte Betriebswässer tragen mit Werten unterhalb der Nachweisgrenze von ca.  $11 \text{ Bq/m}^3$  für Sr 90 und von ca.  $43 \text{ Bq/m}^3$  für Cs 137 nur vernachlässigbar zur Aktivitätskonzentration in den Grubenwässern bei /1, EU 36.22/. An anderen Meßorten wurden vor allem für die Nuklide H 3, Ra 226, Ra 228, K 40 sowie Gesamt-Beta andere Aktivitätskonzentrationen gemessen. Die Meßwerte lagen um etwa den Faktor 3 auseinander, beim Ra 228 sogar bis zu einem Faktor 10 /1/.

Im Jahre 1994 wurden nochmals die Grubenwässer der Schachanlage Konrad auf den Gehalt radioaktiver Stoffe untersucht /66/. Dabei wurden im Abstand von ca. 3 Monaten an zwei Tagen Proben aus dem Hauptsumpf der Schachanlage Konrad entnommen. Die Ergebnisse beider Meßreihen stimmen innerhalb des für natürliche Radionuklide zu erwartenden Schwankungsbereichs überein. Generell ist in den Grubenwässern kein radioaktives Gleichgewicht bei den natürlichen Zerfallsreihen vorhanden. Die Nuklide der Thorium-Reihe sind gegenüber den Nukliden der Uran-Zerfallsreihe dominierend. Künstliche radioaktive Stoffe wie Cs 137 wurden nicht nachgewiesen /66/.

### Bewertung

Wir haben die Untersuchungen des Antragstellers über den Aktivitätsfluß natürlicher radioaktiver Stoffe auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft. Wir sind der Ansicht, daß bei den Messungen alle wesentlichen Nuklide berücksichtigt worden sind.

Der Antragsteller versucht zur Zeit, durch Abmauern oder andere Abdichtmaßnahmen die relativ hohen Aktivitätskonzentrationen natürlicher radioaktiver Stoffe in der Nähe der ehemaligen Abbaufelder des Erzbergwerks zu verringern. Durch diese Maßnahmen soll der Luftaustausch zwischen den ehemaligen Abbaufeldern und den bewetterten Strecken reduziert werden, so daß es zu einer weitgehenden Rückhaltung von Aerosolen und wegen der kurzen Halbwertszeiten der Radonisotope über eine Verzögerung zu einer Erniedrigung des Radoneintrages kommt. Meßergebnisse über die Wirkung der Abdichtmaßnahmen liegen uns allerdings noch nicht vor.

Durch das Auffahren neuer Strecken und Kammern im Endlager sowie durch das Aufbereiten des Versatzmaterials wird die Oberfläche für Rn-Diffusion in Zukunft vergrößert, so daß es auch weiterhin zu neuen Emanationen natürlicher radioaktiver Stoffe kommt.

Wir bewerten die bisher gemessenen Aktivitätskonzentrationen natürlicher radioaktiver Stoffe in den Grubenwettern und in den Grubenwässern als typisch für den gegenwärtigen Zustand des Grubengebäudes. Insbesondere zeigen die Meßwerte der Aktivitätskonzentration in den Grubenwässern zwischen den Meßreihen aus dem Jahre 1984 /EU 36.22/ und 1994 /66/ sehr gute Übereinstimmung. Durch die neu

durchgeführte Meßreihe konnten alle Werte von 1984 bestätigt werden. Insbesondere zeigte sich, daß die Nuklide der natürlichen Zerfallsreihen sich nicht im radioaktiven Gleichgewicht befinden. Hauptaktivitätsträger in den Grubenwässern sind neben K 40 die Nuklide Ra 228 und Ra 226, während die Ausgangsnuklide der Zerfallsreihen Th 232 und U 238 nur in sehr geringen Konzentrationen vorkommen. Ebenso liegt Pb 210 in äußerst geringen Konzentrationen vor. Inwieweit die bislang vorliegenden Meßwerte auch für den Endlagerbetrieb in dem dann veränderten Grubengebäude repräsentativ sind, kann erst bei Vorliegen notwendiger Messungen im Beweissicherungsverfahren unmittelbar vor Beginn des Einlagerungsbetriebes beurteilt werden (siehe Kap. 3.6 und AV 3.1-3 dieses Gutachtens).

Aus dem gemessenen Wert für Pb 210 von ca.  $30 \text{ Bq/m}^3$  kann rechnerisch abgeleitet werden, daß sich die natürlichen Zerfallsreihen im Grubenwasser nicht im radioaktiven Gleichgewicht befinden: Nach dem von uns verwendeten Modell zur Ermittlung des Aktivitätseintrags in die Grubenwässer müßte sonst die Aktivitätskonzentration von natürlichem Pb 210 im Grubenwasser ca.  $270 \text{ Bq/m}^3$  betragen. Dieser Wert ergibt sich, wenn man

- den Meßwert für die natürliche Rn-222-Aktivität in den Grubenwässern von ca.  $290 \text{ Bq/m}^3$  zugrunde legt,
- entsprechend unserem Modell für das Rn 222 aus den Abfällen eine Gleichgewichtsaktivität des Tochternuklids Pb 214 unterstellt, welches dann zu 50 % in die Grubenwässer übertritt und
- daraus über das Verhältnis der Halbwertszeiten die Pb-210-Aktivität in  $10\,000 \text{ m}^3$  Grubenwasser ermittelt.

Die von uns berechnete Aktivitätskonzentration liegt etwa um den Faktor 9 über dem gemessenen Wert von ca.  $30 \text{ Bq/m}^3$ , obwohl in dem Meßwert zusätzlich auch gelöstes Pb 210 enthalten sein kann, das bereits mit den Formationswässern aus dem Wirtsgestein ausgetreten ist. Unsere Annahmen für die Berechnung des Übertritts radioaktiver Stoffe aus den Abwässern in die Grubenwässer sind daher konservativ (vgl. Kapitel 3.1.2.2 dieses Gutachtens).

Diese Betrachtung gilt für natürliche und aus den Abfällen stammende radioaktive Stoffe. Wir halten daher unser Modell (vgl. Kapitel 3.1.2.2 dieses Gutachtens) für



geeignet, um konservative Betrachtungen des Aktivitätsflusses natürlicher und künstlicher radioaktiver Stoffe sowie der Abgabe radioaktiver Stoffe durchzuführen.

Vom NLFb wurden bei einigen Erzproben um bis zu dem Faktor 1,5 höhere Thoriumgehalte und um bis zu dem Faktor 7 höhere Urangehalte im umgebenden Gebirge der Grube Konrad gemessen /220/, als vom Antragsteller im Plan /1/ aufgrund seiner eigenen Untersuchungen /18/ angegeben worden ist. Solche Unterschiede sind jedoch für Erzlagerstätten nicht ungewöhnlich. Wenn man dementsprechend annimmt, daß sich die spezifischen Aktivitäten der Stäube in den Grubenwettern um denselben Faktor erhöhen, ist dieses für die radiologische Grundbelastung der Grubenwettern unbedeutend, da diese von der um 6 Größenordnungen höheren Aktivitätskonzentration der Radonisotope und ihrer Folgeprodukte bestimmt wird.

Die in die Grubenwetter gelangten natürlichen radioaktiven Stoffe werden entweder mit den Abwettern über den Diffusor in die Umgebung abgegeben oder gelangen in die Grubenwässer. Auf die Abgabewerte natürlicher radioaktiver Stoffe mit den Abwettern und den Grubenwässern gehen wir in Kap. 3.5 dieses Gutachtens ein.

Wir stimmen dem Antragsteller /EU 280/ zu, daß zur Zeit nicht beurteilt werden kann, wie gut die gegenwärtig vorliegenden Ergebnisse der Messungen der natürlichen Radioaktivität, vor allem in den Grubenwässern, die Verhältnisse im künftigen Einlagerungsbetrieb, wozu weitere Strecken aufgefahren werden, wiedergeben. Aus Gründen der Beweissicherung müssen unmittelbar vor Einlagerungsbeginn noch repräsentative Messungen der natürlichen Radioaktivität in den Abwettern und in den Grubenwässern vorgenommen werden /AV 3.1-3/. Diese Meßwerte werden auch für die Bilanzierung der jährlichen Aktivitätsableitungen benötigt (siehe Kap. 3.6 dieses Gutachtens). Die bisher vorliegenden Messungen zur natürlichen Radioaktivität im Grubengebäude sind aber geeignet, Aktivitätskonzentrationen festzulegen, die für die Berechnung der Strahlenexposition des Personals und in der Umgebung angemessen sind (vgl. Kap. 3.4 und 3.5 dieses Gutachtens).

### 3.1.4 Gesamtaktivität im Endlager und ihre Bilanzierung

Außer den Aktivitätsbegrenzungen für die Einzelgebinde gibt es weitere Beschränkungen für das Endlager, welche die Gesamtaktivität in einer Einlagerungskammer oder im gesamten Endlager betreffen. Die Begrenzungen sind aus den folgenden Sicherheitsanalysen abgeleitet:

- Aktivitätsfluß im bestimmungsgemäßen Betrieb,
- thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins,
- Kritikalitätssicherheit und
- Langzeitsicherheit.

Aus den Störfallanalysen ergeben sich keine Begrenzungen der Gesamtaktivität im Endlager.

Neben den Grenzwerten aus den o.g. Analysen werden zur Ermittlung der Begrenzung für die Gesamtaktivität im Endlager auch Erfahrungswerte für das Abfallaufkommen herangezogen, um nicht unrealistisch hohe Aktivitätsinventare für das Endlager zu ermitteln. Mit diesen Vorgaben wurden vom Antragsteller Antragswerte für die maximal einlagerbare Gesamtaktivität im Endlager Grube Konrad für sicherheitstechnisch bedeutsame Einzelnuclide und für Alpha-Strahler sowie Beta-/Gamma-Strahler insgesamt angegeben /EU 327/. Die Antragswerte für die Gesamtaktivität im Endlager sind in der nachfolgenden Tabelle 3.1.4-1 aufgeführt. Zusätzlich sind in der Tabelle diejenigen Sicherheitsanalysen angegeben, die die Gesamtaktivität der betreffenden Nuclide begrenzen. Die Werte für Alpha-Strahler gesamt sowie Beta-/Gamma-Strahler beinhalten dabei auch jeweils die aufgeführten Werte für sicherheitstechnisch bedeutsame Einzelnuclide.

Tabelle 3.1.4-1: Antragswerte für die maximal einlagerbare Gesamtaktivität im Endlager Konrad für sicherheitstechnisch bedeutsame Einzelnuclide sowie für Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler insgesamt entsprechend /1, EU 327/

Radionuklid/ Radionuklidgruppe	Aktivität [Bq]	aktivitätsbegrenzende Sicherheitsanalyse
H 3	$6,0 \cdot 10^{17}$	bestimmungsgemäßer Betrieb
C 14	$4,0 \cdot 10^{14}$	bestimmungsgemäßer Betrieb und thermische Beeinflussung
I 129	$7,0 \cdot 10^{11}$	Langzeitsicherheit
Ra 226	$4,0 \cdot 10^{12}$	thermische Beeinflussung
Th 232	$5,0 \cdot 10^{11}$	Langzeitsicherheit
U 235	$2,0 \cdot 10^{11}$	Kritikalitätssicherheit
U 236	$1,0 \cdot 10^{12}$	thermische Beeinflussung
U 238	$1,9 \cdot 10^{12}$	Langzeitsicherheit
Pu 239	$2,0 \cdot 10^{15}$	thermische Beeinflussung
Pu 241	$2,0 \cdot 10^{17}$	thermische Beeinflussung
Gesamt- $\alpha$ -Strahler	$1,5 \cdot 10^{17}$	
Gesamt- $\beta/\gamma$ -Strahler	$5,0 \cdot 10^{18}$	

Um sicherzustellen, daß die Antragswerte für die Gesamtaktivität im Endlager Konrad bis zum Ende der Betriebszeit eingehalten werden, hat der Antragsteller ein Bilanzierungskonzept vorgelegt /EU 478/. Dabei wird für die Bilanzierung der Gesamtaktivität der in Tabelle 3.1.4-1 genannten Nuclide sowie der beiden Nuklidgruppen folgende Regelung getroffen /EU 117, EU 478/:

1. Die Aktivitäten der Radionuclide H 3, C 14, I 129, Ra 226, Th 232, U 235, U 236, U 238, Pu 239 und Pu 241 bzw. der Radionuklidgruppen Gesamt-Alphastrahler und Gesamt-Beta-/Gammastrahler sind vom Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen zu deklarieren.

2. Für die Deklaration kann die Aktivität eines Radionuklids bzw. einer Radionuklidgruppe für ein einzelnes Abfallgebinde oder für eine bestimmte Abfallmenge gemessen, berechnet oder abgeschätzt werden. Die Überprüfung der deklarierten Aktivitätswerte erfolgt in der Produktkontrolle.
3. Die anzugebenden Aktivitätswerte sollen nach Möglichkeit und Erfordernis den tatsächlichen Werten entsprechen. Zulässig ist auch die Angabe von Höchstwerten. Dies ist unabhängig von der Deklaration sonstiger radionuklidspezifischer Aktivitäten nach den Endlagerungsbedingungen Konrad /EU 117/ vorzunehmen, d.h. die Bilanzierung erfolgt unabhängig davon, ob ein Deklarationswert (1%-Wert) erreicht wird oder nicht.
4. In der Bilanzierung werden die vom Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen angegebenen Aktivitätswerte abfallgebindespezifisch erfaßt und über die Betriebszeit des Endlagers Konrad unter Berücksichtigung des radioaktiven Zerfalls aufsummiert.

Nach Angaben des Antragstellers wird mit dieser Bilanzierungsvorschrift die Einhaltung der Antragswerte für die Gesamtaktivität im Endlager nachgewiesen. Die Bilanzierung beruht auf den Angaben von Aktivitätswerten durch den Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen. Die Anforderungen dazu sind in die Endlagerungsbedingungen /EU 117/ aufgenommen worden.

### Bewertung

Wir haben zunächst geprüft, ob aus den Sicherheitsanalysen, welche die Gesamtaktivität des Endlagers betreffen, die relevanten oder repräsentativen Einzelnuclide ausgewählt wurden. Wir bestätigen, daß die Tabelle 3.1.4-1 alle für den Aktivitätsfluß und für die Abgabe radioaktiver Stoffe im bestimmungsgemäßen Betrieb wesentlichen Einzelnuclide enthält. Es handelt sich um die Nuclide H 3 und C 14. Das Rn 222 ist hier nicht zu berücksichtigen, da seine Freisetzung aus unversetzten Einlagerungskammern resultiert. Auch aus der Sicherheitsanalyse für die Langzeitsicherheit wurden die Radionuclide begrenzt, die die Strahlenexposition zu verschiedenen Zeitpunkten wesentlich bestimmen. So wurde die Aktivität von I 129 sowie von den Uranisotopen und ihren Töchtern begrenzt. Außerdem wurden aus der Analyse

zur Kritikalitätssicherheit "Leitnuklide" (U 235, Pu 239 und Pu 241) ausgewählt. Zur Festlegung der Antragswerte wurde dabei aus allen Sicherheitsanalysen der jeweils restriktivste Wert gewählt.

Bei Einhaltung der Antragswerte für die Gesamtaktivität sowohl für die Einzelnuklide als auch für die Gruppen der Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler werden die Anforderungen aus den einzelnen Sicherheitsanalysen eingehalten werden. Da nach den vorliegenden Betriebserfahrungen in den Abfallgebinden überwiegend Nuklidgemische mit ähnlichen Nuklidvektoren bei den einzelnen Abfallströmen vorliegen, sind die ausgewählten Nuklide jeweils als Leitnuklide anzusehen. Die in der Tabelle 3.1.4-1 genannten Antragswerte für die Gesamtaktivität sind aus den Sicherheitsanalysen abgeleitet und in ihrer Höhe richtig gewählt. Aufgrund unserer Prüfung der Angaben des Antragstellers in der Unterlage /EU 327/ halten wir die Auswahl der Nuklide aus den Sicherheitsanalysen zur Festlegung der Begrenzungen für sinnvoll.

Die Antragswerte für die insgesamt anfallende, einzulagernde Aktivität im Endlager orientieren sich auch an den aus den gegenwärtigen Erfahrungen bei der Konditionierung radioaktiver Abfälle abgeleiteten Erwartungswerten, wobei die Antragswerte bei den Einzelnukliden um höchstens den Faktor 2 über den Erwartungswerten liegen /EU 327/. Bei Ra 226 und U 238 liegen die Antragswerte jedoch unter den Erwartungswerten /EU 327/, so daß hinsichtlich dieser Nuklide mit einer vollständigen Ausschöpfung der Antragswerte zu rechnen ist. Für die Gruppen der Alpha- und der Beta-/Gamma-Strahler liegen die Antragswerte etwa um den Faktor 7 über den Erwartungswerten /EU 327/. Die Antragswerte sind aus heutiger Sicht sinnvoll gewählt und geben einen Spielraum z.B. für ein verändertes Abfallaufkommen in der Zukunft oder bei Änderungen der Randbedingungen, mit denen die Erwartungswerte abgeschätzt wurden. Wir haben somit keine Einwände gegen die Beschränkung der maximal einlagerbaren Aktivität im Endlager Grube Konrad auf die in Tabelle 3.1.4-1 genannten Werte.

Wir halten die Bilanzierung der Gesamtaktivität im Endlager Grube Konrad mit dem in der Unterlage /EU 478/ vorgestellten Konzept für durchführbar. Die Bilanzierungsvorschrift umfaßt sämtliche in Tabelle 3.1.4-1 aufgeführten Nuklide sowie die Gruppen der Alpha- und der Beta-/Gamma-Strahler. Für jede Nuklidgruppe bzw. jedes Einzelnuklid wird dabei die Bilanzierung getrennt durchgeführt. Mit dem Bilanzie-

rungskonzept können auch Änderungen der Zusammensetzung von Nuklidinventaren in den Abfallgebinden oder den Abfallströmen, die im Laufe der Betriebszeit des Endlagers Konrad z.B. aufgrund weiter entwickelter Konditionierungsverfahren auftreten können, erfaßt werden. Die Einhaltung der Gesamtaktivität kann jederzeit unabhängig vom Abfallspektrum überprüft werden.

Die Aktivitäten der zur Bilanzierung wichtigen Radionuklide und Nuklidgruppen entsprechend Tabelle 3.1.4-1 müssen vom Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen in jedem Fall vor der Einlagerung im Endlager Grube Konrad angegeben werden. Die Anforderungen dazu sind in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ festgeschrieben. Auf diese Weise ist eine vollständige Bilanzierung der Gesamtaktivität im Endlager Grube Konrad für die in Tabelle 3.1.4-1 aufgeführten Nuklide und Nuklidgruppen durchführbar.

Wir halten es jedoch für wenig sinnvoll, vom Ablieferungspflichtigen/Abführungspflichtigen in jedem Fall die präzise Angabe der in Tabelle 3.1.4-1 aufgeführten Radionuklide und Nuklidgruppen zu verlangen, wenn gleichzeitig die Angabe von Höchstwerten zulässig ist. Wir empfehlen, bei der Deklarationsvorschrift zusätzlich untere Deklarationsgrenzen einzuführen, ab denen der Ablieferungspflichtige/Abführungspflichtigen die in den Abfallgebinden enthaltenen Aktivitätsinventare unabhängig von den 1%-Deklarationswerten der Endlagerungsbedingungen /EU 117/ für die Bilanzierung der Gesamtaktivität anzugeben hat. Diese unteren Deklarationswerte können sich z.B. entsprechend der angestrebten Bilanzierungsgenauigkeit an der gesamten Endlagerkapazität orientieren.

### 3.2 Strahlenquellen und ihre Auswirkungen in der Umgebung

Der Antragsteller macht im Plan /1/ Angaben zur potentiellen Strahlenexposition am Zaun des Schachtes Konrad 2 aufgrund von Strahlenfeldern der auf dem Gelände gehandhabten Abfallgebinde. Der Anlagenzaun stellt die Grenze des betrieblichen Überwachungsbereiches dar. Hier darf eine jährliche effektive Äquivalentdosis unter Einbeziehung der Strahlenexposition durch Abgabe radioaktiver Stoffe mit Abluft und Abwasser einen Wert von 1,5 mSv nicht überschreiten /4/. Als maximale jährliche effektive Äquivalentdosis außerhalb der Anlage durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit Abluft und Abwasser gibt der Antragsteller einen Wert von 0,108 mSv an, der für weitere Betrachtungen konservativ auf 0,15 mSv/a aufgerundet wird. Daher darf die effektive Äquivalentdosis am Anlagenzaun durch die Strahlung der gehandhabten Abfallgebinde einen Wert von 1,35 mSv nicht überschreiten (vgl. Plan /1/, Kap. 3.4.7.3). Den Nachweis erbringt der Antragsteller auf rechnerischem Wege. Er ermittelt eine maximale Jahresdosis am Anlagenzaun von 0,5 mSv.

Für die Berechnungen der Strahlenexposition am Anlagenzaun geht der Antragsteller im wesentlichen von folgenden Annahmen aus /EU 78.8/:

– Strahlenquelle

Container Typ V mit Wandung aus 3 mm Stahlblech für die Berechnung des Direktstrahlungs- und Skyshine-Beitrages,

Container Typ V inkl. 15 cm Sphärogußabschirmung für die Berechnung des Skyshine-Beitrages von Behältern außerhalb der Gebäude

– Quellennuklid

Co 60 für die Berechnung des Direktstrahlungs- und Skyshine-Beitrages,

Cs 137 für die Berechnung des Skyshine-Beitrages von Behältern außerhalb der Gebäude,

Vernachlässigung der Neutronenstrahlung /EU 113.2/.

– Quellstärke

Homogene Verteilung in Betonmatrix (Dichte: 1,8 g/cm<sup>3</sup>);

Dosisleistung in 2 m Abstand: 0,1 mSv/h.

– Einlagerung

460 Schichten pro Jahr, 17 Transporteinheiten pro Schicht

– Anlieferung

Untersuchung von zwei Varianten:

Variante 1: Alle Gebinde werden mit der Bahn angeliefert.

Variante 2: Die Hälfte der Gebinde wird mit der Bahn angeliefert, die andere Hälfte mit LKW.

– Handhabungszeiten

LKW-Parkplatz: Jeder Container steht im Mittel 2,2 h pro Schicht auf dem Parkplatz.

Puffergleis: Jeder Waggon mit 2 Transporteinheiten steht im Mittel 2,3 h (100 % Bahnlieferung) bzw. 1,7 h pro Schicht (50 % Bahnlieferung) auf dem Puffergleis.

Schachthalle: Jede Transporteinheit befindet sich im Mittel 6,6 min in der Schachthalle /EU 78.8/. (Im Plan /1/ werden 0,1 h/Schicht angegeben.)

Umladehalle (ohne Puffertunnel): Jedes Gebinde befindet sich 40 Min. (50 % Bahnlieferung) oder 58 Min. (100 % Bahnlieferung) in der Umladehalle.

– Pufferhalle

Die Pufferhalle ist vollständig gefüllt.

– Fahrgeschwindigkeiten

Die Fahrgeschwindigkeit der LKW beträgt 2,78 m/s und die des Rangierfahrzeuges 1 m/s (beim Einfahren und Rangieren).



- Abschirmungen

Pufferhalle

Wandstärken bei Normalbeton: Dach 40 cm, Nordwestwand 60 cm, Südwestwand 50 cm, restliche Wände 35 cm; Abschirmung der Tore entsprechend einem Äquivalent von 35 cm Beton /EG 43/

Umladehalle

Wandstärken bei Normalbeton: Wände 35 cm, Dach 20 cm; Nordosttor ständig offen

Schachthalle: Wandstärke 24 cm, Kalksandstein

Abschirmmauern: Wandstärke 35 cm, Höhe 3 m, Normalbeton

Die besonderen Anforderungen an bauliche Abschirmmaßnahmen sind in den einzelnen Bauantragsunterlagen (EG) beschrieben; sie werden zusammengefaßt, gegliedert nach den örtlichen Bereichen, auch in einer erläuternden Unterlage /EU 408/ dargestellt.

Die Fenster im Besucherraum und Leitstand werden als Abschirmfenster ausgebildet, deren Abschirmwirkung äquivalent der Abschirmwirkung der angrenzenden Wand ist /EG 43/. Zwischen LKW-Trocknungsanlage und Sonderbehandlungsraum wird eine 35 cm dicke Stahlbetonwand errichtet. Die Fluchttür beim Querverschub 2 zwischen Umladehalle und Außenanlagen wird durch eine Strahlenfalle abgeschirmt.

Als Strahlenfalle wird weiterhin der Zugang vom Sozialbereich zur Umladehalle sowie die Fluchttür der Pufferhalle am Standplatz des Seitenstapelfahrzeuges ausgebildet.

Die Kabine für die Gebindeeingangskontrolle der Umladehalle erhält Wände aus 30 cm dickem Barytbeton und Fenster aus 14,3 cm dickem Bleiglas (RS 520) bzw. aus äquivalenten Abschirmmaterialien.

Die Wand des Puffertunnels wird in Barytbeton mit 35 cm Wandstärke ausgeführt, die Türöffnung in der Wand erhält ein Abschirmelement vergleichbarer Abschirmwirkung. Die Abschirmwand am Puffergleis erhält Türen mit vergleichbarer Abschirmwirkung.

Der Antragsteller nennt für die einzelnen Rechenannahmen Dosisüberschätzungsfaktoren. Diese Faktoren erfassen vom Antragsteller in den Rechnungen vorgenommene Vereinfachungen, mit denen die zu erwartende Dosisleistung überschätzt wird. Für die Gesamtheit der Dosisleistungsüberschätzungen führt er aus, daß sie an einzelnen Aufpunkten wegen der multiplikativen Wirkung der Annahmen mehr als eine Größenordnung betragen kann. Konservativ berücksichtigt der Antragsteller jedoch nur einen Faktor 2, d.h. die ermittelten Dosisleistungen werden jeweils halbiert /EU 78.8, EU 468/.

Die genannten Dosisüberschätzungen betreffen folgende Sachverhalte:

- Die Dosisleistung der Referenzbinde wird jeweils mit dem Nuklid Co 60 oder Cs 137 berechnet, je nachdem ob eine hohe oder niedrige Quellenenergie sich ungünstig auf die Dosisleistung auswirkt. Durch diese Vorgehensweise wird das realistische breite Energiespektrum der Abfallbinde konservativ abgedeckt. Der Antragsteller schätzt den dadurch bedingten Beitrag zum Überschätzungsfaktor auf 2 oder darüber /EU 78.8/.
- Für die Berechnungen wird davon ausgegangen, daß alle Abfallbinde den Dosisleistungsgrenzwert von 0,1 mSv/h in 2 m Abstand erreichen. Der Antragsteller führt aus, daß die Binde diesen Grenzwert zu weniger als 70 % ausschöpfen und damit ein Beitrag zum Überschätzungsfaktor von 1,4 angenommen werden kann /EU 468/.
- Aus der Rechenannahme eines durchgängigen Zweischichtbetriebes und der infolge des Abfallaufkommens erwarteten Annahme, daß auch im ungünstigsten Jahr nur an 50 % der Tage im Zweischichtbetrieb eingelagert wird, ergibt sich ein Beitrag zum Überschätzungsfaktor von 1,3 /EU 468/.
- Die Abschirmwirkung der verwendeten äußeren Abschirmungen wird unterschätzt, da die Faktoren auf das Nuklid Co 60 bezogen sind. In Wirklichkeit liegt aber ein "weicherer" Nuklidspektrum in den Abfallbinden vor. Der Antragsteller stellt dafür einen Beitrag zum Überschätzungsfaktor von mindestens 2 fest /EU 78.8/.

Bei den Berechnungen zur Direktstrahlung ist der Antragsteller folgendermaßen vorgegangen /EU 1.1, EU 72.4/: In einem ersten Schritt wird die winkelabhängige Teilchenflußdichte im Abfallbinde bis zur Oberfläche des Gebindes berechnet. Dazu wird das Transportprogramm ANISN in P<sub>5</sub>S<sub>8</sub>-Näherung und eine 50-Gruppen-Bibliothek verwendet. Für die Berechnung der Strahlenfelder ohne weitere Abschirmung wird in einem

zweiten Schritt die Teilchenflußverteilung an der Gebindeoberfläche über den jeweils relevanten Raumwinkel integriert /132/.

Für die Berechnung der Strahlenexposition von den Gebinden in der Pufferhalle wird nach dem oben genannten ersten Schritt zunächst die Teilchenflußdichte an der inneren Wandseite berechnet. Der Teilchentransport durch die Betonwand wird mit dem Transportprogramm ANISN ermittelt. Die sich dabei auf der Gebäudeaußenwand ergebende Teilchenflußdichte wird dann über den jeweils relevanten Raumwinkel integriert.

Für die Abschirmwirkung der 35 cm dicken Abschirmmauern auf dem Gelände hat der Antragsteller einen Abschirmfaktor von 25 angesetzt; für 24 cm Kalksandsteinwand hat er einen Abschirmfaktor von 3 angesetzt /EU 78.8/.

Bei der Berechnung der durch Luft zurückgestreuten Strahlung (Skyshine) hat der Antragsteller unterschieden zwischen dem Beitrag durch Gebinde, die sich im Freien befinden, und durch Gebinde, die sich in den Gebäuden befinden. Für Gebinde, die sich im Freien befinden, setzt der Antragsteller Cs 137 als Quelle an /EU 1.1/. In einem ersten Schritt errechnet er mit dem Transportprogramm ANISN winkelabhängige Teilchenflußdichten an der Gebindeoberfläche. Die eigentliche Skyshine-Rechnung wird in zweidimensionaler Zylindergeometrie mit dem Transportprogramm DOT durchgeführt.

Bei der Berechnung des Skyshines durch die Gebinde in der Pufferhalle /EU 72.4/ wird als Quelle Co 60 angesetzt. Nachdem die winkelabhängige Teilchenflußdichte mit ANISN berechnet wurde, hat der Antragsteller die mittlere Winkelverteilung an der Unterseite des Hallendachs ermittelt. Der Teilchentransport durch das Hallendach wird ebenfalls mit Hilfe des Transportprogramms ANISN berechnet. Ausgehend von der Teilchenflußdichte an der Oberseite des Daches wird über einen Zwischenschritt der Skyshinebeitrag mit dem zweidimensionalen Transportprogramm DOT in Zylindergeometrie berechnet.

Der Antragsteller unterteilt für die Berechnungen den Anlagenzaun in sechs Bereiche, für die er jeweils getrennt die Jahresdosis ausweist /EU 78.8/. Er ermittelt Einzelbeiträge aus Direktstrahlung und Skyshine.

- Bereich I: Nordwestzaun vom Einfahrtstor bis etwa zur Mitte der Umladehalle  
Für diesen Bereich errechnet der Antragsteller die maximale Jahresdosis für die Anlieferungsvariante 2 (siehe oben) zu 208  $\mu\text{Sv}$ . Etwa die Hälfte der Jahresdosis liefern hier die am Zaun entlangfahrenden LKW.
  
- Bereich II: Nordwestzaun, westlicher Bereich  
Wesentliche Beiträge zur Jahresdosis liefern hier die am Zaun entlangfahrenden LKW, die auf den LKW-Parkplätzen stehenden LKW, die Waggons auf dem Puffergleis und die Gebinde in der Pufferhalle. Für diesen Bereich errechnet der Antragsteller die maximale Jahresdosis für die Anlieferungsvariante 2 zu 504  $\mu\text{Sv}$ .
  
- Bereich III: Südwestzaun und Südostzaun bis etwa zur Mitte der LKW-Parkplätze  
Wesentliche Beiträge zur Jahresdosis liefern hier die LKW auf dem Parkplatz, die Waggons auf dem Puffergleis und rangierende Waggons. Für diesen Bereich errechnet der Antragsteller die maximale Jahresdosis für die Anlieferungsvariante 2 zu 388  $\mu\text{Sv}$ .
  
- Bereich IV: Südostzaun bis etwa zur Mitte der Umladehalle  
Wesentliche Beiträge zur Jahresdosis liefern hier die LKW auf dem Parkplatz und die Waggons auf dem Puffergleis. Für diesen Bereich errechnet der Antragsteller die maximale Jahresdosis für die Anlieferungsvariante 1 zu 440  $\mu\text{Sv}$ .
  
- Bereich V: Südostzaun im Bereich der Schachthalle
- Wesentliche Beiträge zur Jahresdosis liefern hier die Waggons auf dem Puffergleis, die auf das Gelände einfahrenden Waggons und die Gebinde in der Schachthalle. Für diesen Bereich errechnet der Antragsteller die maximale Jahresdosis für die Anlieferungsvariante 1 zu 513  $\mu\text{Sv}$ .

– Bereich VI: Südostzaun im Einfahrtsbereich der Bahn

Den wesentlichen Beitrag zur Jahresdosis liefern hier die am Zaun entlangfahrenden Waggons, ferner die Gebinde in der Schachthalle und bei offenen Ausfahrtstoren der Umladehalle die Gebinde in der Umladehalle. Für diesen Bereich errechnet der Antragsteller die maximale Jahresdosis für die Anlieferungsvariante 1 zu 596  $\mu\text{Sv}$ .

### Bewertung

Im folgenden nehmen wir Stellung zu den Annahmen, die der Antragsteller für seine Berechnungen getroffen hat, prüfen die Berechnungsergebnisse durch eigene Abschätzungen und Berechnungen und bewerten die Ergebnisse hinsichtlich der Einhaltung der Schutzziele der Strahlenschutzverordnung /4/.

Der vom Antragsteller als Quelle gewählte Container Typ V ist das größte Gebinde, das eingelagert werden soll. Aufgrund eigener Berechnungen bestätigen wir die Feststellung im Plan /1/, daß die Annahme des Containers Typ V als Strahlenquelle anstelle einer Tauschpalette mit zwei zylindrischen Abfallbehältern als abdeckend anzusehen ist /EU 113.2/.

Als weitere potentielle Strahlenquellen kommen die Tanks der Grubenwasser-Übergabestation in Betracht. Wegen der geringen Konzentration der radioaktiven Stoffe und der Anordnung der Tanks unterhalb des Geländeniveaus sind die Auswirkungen auf die Umgebung bedeutungslos. Dieselbe Aussage gilt für die Sammelbehälter im Keller des Sonderbehandlungsraumes der Umladeanlage.

Die Anzahl der Schichten pro Jahr ist in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ mit 400 vorgegeben (zweischichtiger Betrieb). Die radiologischen Auswirkungen sind vom Antragsteller für 460 Schichten pro Jahr berechnet worden /EU 78.8/. Die zugrunde gelegten Annahmen zum Einlagerungsbetrieb decken somit die geplanten Betriebszeiten ab.

Für die Aufenthaltszeit der Transporteinheiten in der Schachthalle hat der Antragsteller unterschiedliche Zeiten angegeben. Die Differenzen sind jedoch unerheblich. Für

die Berechnung der Dosisleistung verwendete er den ungünstigeren Wert. Insgesamt sind die Handhabungszeiten plausibel. Zum Einlagerungsablauf selbst nehmen wir im Kapitel 4 dieses Gutachtens Stellung.

Die an die innerhalb des Anlagengeländes vorgesehenen Abschirmwände einschließlich der Fenster und Türen gestellten konkreten Abschirmanforderungen ergeben sich durch den betrieblichen Ablauf auf der Anlage und durch die Grenzwerte der Dosisleistung am Anlagenzaun gemäß Strahlenschutzverordnung. Sie sind nach Art und Ausführung geeignet, die jeweils vorgesehenen Abschirmfunktionen zu übernehmen. Soweit sie den betrieblichen Strahlenschutz betreffen, bewerten wir die Anforderungen im Kapitel 3.4 dieses Gutachtens. Die für die Dosisleistung am Zaun relevanten Öffnungen, insbesondere an Umlade- und Pufferhalle, sind entweder als Strahlenfallen ausgebildet, so daß keine Schwächungen der Abschirmwirkung auftreten oder sie sind in der Berechnung berücksichtigt (offenes Tor der Umladehalle). Die Fluchttüren an der Südostseite der Umladehalle, die nicht als Strahlenfallen ausgebildet sind, haben wegen des jeweils nur kurzzeitig einwirkenden Strahlenfeldes allenfalls bei dem betrieblichen Strahlenschutz Bedeutung und werden ebenfalls im Kapitel 3.4 dieses Gutachtens bewertet. Vom Antragsteller wird vorgesehen /EG 42, EG 43/, Gebäudefugen die wegen der Erdbebenauslegung erforderlich sind, durch Bleiabschirmungen und Edelstahlbleche abzudecken. Eine Beeinträchtigung der Abschirmwirkung der Wände wird so vermieden.

Wir haben die vom Antragsteller vorgegebenen Materialien und Abschirmdicken auf Übereinstimmung mit den Bauantragsunterlagen /EG 43/ mit positivem Ergebnis überprüft.

Wegen der energieabhängigen Eigenschaften der Gammastrahlung ist es konservativ, für die Berechnung der Direktstrahlung und des Skyshine Co 60 oder Cs 137 als alleiniges radioaktives Nuklid zu berücksichtigen.

Die Bildung freier Neutronen kann bei den Berechnungen zur Jahresdosis am Anlagenzaun aufgrund der Art der zu erwartenden Abfälle im allgemeinen vernachlässigt werden. Lediglich in einer geringen Anzahl von Abfallgebinden aus der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen kann bei einem hohen Aktinidenanteil des Aktivitätsinventars eine nennenswerte Neutronenstrahlung vorhanden sein. Für derartige Fälle

beabsichtigt der Antragsteller als Vorsorgemaßnahme, eine Messung der Ortsdosisleistung bei der Eingangskontrolle mit einem Neutronendetektor durchzuführen /EU 113.2, EU 282/.

Die vom Antragsteller verwendeten Programme zur Berechnung der Dosisleistungen sind international anerkannt und bewährt.

Wir stimmen mit dem Antragsteller bezüglich der Konservativitäten überein, daß sie bei den Annahmen zu dem Nuklidspektrum, der Ausschöpfung der Dosisleistungsgrenzwerte, dem Schichtbetrieb und den Abschirmfaktoren qualitativ richtig sind. Insofern stellen die vom Antragsteller ermittelten Dosisleistungen obere Werte dar, die im Betrieb der Anlage über einen längeren Zeitraum mit Sicherheit nicht erreicht werden.

Wir können uns der Argumentation für die Quantifizierung hieraus abgeleiteter Überschätzungsfaktoren, wie sie in einem Bericht /EU 468/ ausführlich dargestellt werden, nicht anschließen, ohne gleichzeitig den Rahmen für die beantragten betrieblichen Vorgänge zu bewerten und erforderlichenfalls einzuschränken. Nach unserer Ansicht ist zudem eine multiplikative Wirkung der Faktoren nicht in dem Ausmaß gegeben, um einen pauschal eingeführten Gesamtreduktionsfaktor von 2 für das ungünstigste Betriebsjahr einzuführen.

Im einzelnen begründen wir unsere Vorbehalte wie folgt:

- Der Einfluß des Nuklidspektrums auf die Dosisleistung (Referenznuklide) ist zumindest in den Fällen, in denen das Strahlenfeld der Abfallgebinde nicht weiter durch eine zusätzliche äußere Abschirmung verändert wird, nach unseren Berechnungen sehr gering. Dies trifft insbesondere in den Bereichen II und VI mit wesentlichen Dosisbeiträgen durch nicht weiter abgeschirmte Gebinde zu (vgl. Tabelle 3.2-1). Außerdem werden nach unseren Kenntnissen die tatsächlich auftretenden Dosisleistungen an Abfallgebinden häufig durch die in der Rechnung berücksichtigten Referenznuklide Co 60 und Cs 137 bestimmt.

- Die Ortsdosisleistung der Gebinde geht für alle betrachteten Fälle linear in die Verteilung der Dosisleistung in der Umgebung ein. Damit ist die Ortsdosisleistung unseres Erachtens die wichtigste Einflußgröße bezüglich vorhandener Überschätzungen. Auch unsere Erfahrungen bestätigen, daß die Grenzwerte für die Dosisleistungen an den Gebinden oft nicht ausgenutzt werden; jedoch ist eine zuverlässige Aussage über den zu erwartenden quantitativen Anteil nicht zu treffen. Weiterhin ist im Hinblick auf die fortschreitende Entwicklung bei den Konditionierungstechniken und auf die gesamte Betriebszeit des Lagers nicht auszuschließen, daß die Grenzwerte für die Dosisleistungen in Zukunft stärker ausgenutzt werden, als es bisher der Fall ist (vgl. hierzu auch Kap. 5 dieses Gutachtens). Deshalb gehen wir bei unseren Berechnungen von den Grenzwerten der Endlagerungsbedingungen aus und berücksichtigen für den Betrieb keine Einschränkungen für die Ortsdosisleistungen der Gebinde.
  
- Wir halten eine Abminderung mit Bezug auf den angestrebten überwiegenden Einschichtbetrieb für nicht zulässig, weil bereits ein auch vom Antragsteller eingeplanter Zweischichtbetrieb /EU 208/ über einen längeren Zeitraum, z.B. über ein Jahr, ausreicht, diese Konservativität unwirksam werden zu lassen.
  
- Die Überschätzung durch die verwendeten Abschirmfaktoren für äußere Abschirmungen sehen wir als gegeben an. Allerdings werden wesentliche Beiträge zur Dosisleistung am Anlagenzaun durch unabgeschirmte Quellen verursacht (siehe oben).

Aufgrund unserer Einwände gegen die pauschale Wirksamkeit der Reduktionsfaktoren sehen wir in der Reduzierung der berechneten Dosisleistungen um den Gesamtüberschätzungsfaktor 2 nicht den geeigneten Weg, eine für die gesamte Betriebsdauer des Endlagers abdeckende Ermittlung der Dosisleistungen durchzuführen. Deshalb sind wir in unseren Berechnungen von dem im Plan vorgegebenen Rahmen des Endlagerbetriebs ausgegangen und haben von der Verwendung eines Reduktionsfaktors bei der Ermittlung der Ortsdosisleistungen abgesehen.



Wir haben den Direktstrahlungsanteil mit den Programmen PELSHIE /204/ sowie MicroShield /205/ berechnet, die nach der Punktkernmethode arbeiten. Den Dosisbeitrag durch Skyshine haben wir mit dem Programm GAMSCAT berechnet, das die Streuung an Luft nach der Klein-Nishina-Formel beschreibt. Beide Programme behandeln die physikalischen Vorgänge der Abschirmung und des Teilchentransports mathematisch anders als die Programme, die der Antragsteller verwendet hat. Die Ergebnisse stimmen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Berechnungsmethoden, der unterschiedlichen Bibliotheken und der damit notwendigerweise verbundenen unterschiedlichen Modellierung der realen physikalischen und geometrischen Gegebenheiten gut überein. Zur weiteren Absicherung der Ergebnisse und für Abschätzungen haben wir Literaturangaben für die Beurteilung der Abschirmeigenschaften von Beton /133, 134/ und des Skyshineeffektes herangezogen /135, 136/.

Unsere Rechnungen zeigen, daß der Grenzwert von  $100 \mu\text{Sv/h}$  für die Dosisleistung in 1 m Entfernung (zylindrischer Behälter) und in 2 m Entfernung von der Oberfläche (Container) begrenzend für die Quellstärke in den Gebinden ist. Wenn die Dosisleistung in 1 m bzw. 2 m Entfernung  $100 \mu\text{Sv/h}$  beträgt, können Dosisleistungen von  $2 \text{ mSv/h}$  an der Oberfläche nur lokal erreicht oder überschritten werden. Denkbare lokale Überhöhungen der Dosisleistung an der Oberfläche bis hin zu  $10 \text{ mSv/h}$ , wie sie im Plan /1/ beschrieben sind, haben auf die Jahresdosis am Zaun keinen Einfluß, wenn der Dosisleistungswert von  $100 \mu\text{Sv/h}$  in 1 m bzw. 2 m Entfernung von der Gebindeoberfläche eingehalten wird.

In die errechnete Jahresdosis am Anlagenzaun gehen die Angaben des Antragstellers zu dem gesamten Anlieferungs- und Einlagerungsvorgang direkt ein. Von Bedeutung sind die Anzahl der pro Jahr gehandhabten Gebinde, die Anlieferungsvarianten, die Standzeiten der Gebinde im Freien und in Gebäuden sowie die Fahrgeschwindigkeiten der LKW und der Bahn. In Tabelle 3.2-1 geben wir die wesentlichen Beiträge zur Dosisleistung am Anlagenzaun in den einzelnen Bereichen nach unseren Berechnungen an und stellen sie den entsprechenden Angaben des Antragstellers gegenüber. Die Ergebnisse des Antragstellers stimmen mit unseren Ergebnissen gut überein, wenn vergleichbare Randbedingungen zugrunde gelegt sind. Eine Ausnahme bildet dabei der Dosisbeitrag aus der Pufferhalle für den Zaunbereich 2. Hier ermitteln wir - bei absolut gesehen niedrigen Werten - eine etwa doppelt so hohe Dosisleistung wie der Antragsteller. Bei den Antragstellerwerten ist für alle Werte

zu berücksichtigen, daß die Tabellenwerte gegenüber den berechneten Werten um den Faktor 2 reduziert sind.

Die maximalen Werte der Jahresdosis am Anlagenzaun sind in der Tabelle 3.2-2 aufgeführt. Wir berechnen den höchsten Wert zu 1275  $\mu\text{Sv/a}$  im Bereich II. Der größte Einzelanteil wird durch parkende LKW verursacht. Im Bereich VI ermitteln wir mit 1192  $\mu\text{Sv/a}$  einen fast genauso hohen Wert, verursacht im wesentlichen durch einfahrende Eisenbahnwaggons.

Auch der Antragsteller ermittelt in diesen beiden Bereichen die höchsten jährlichen Dosisleistungen, in der Rangfolge jedoch vertauscht und - bedingt durch die Berücksichtigung des Reduktionsfaktors 2 - in etwa halber Höhe.

Die maximal zulässige Ortsdosisleistung wird vom Antragsteller aus § 44 StrlSchV abgeleitet. Sie beträgt - unter Berücksichtigung der Aktivitätsableitungen - 1350  $\mu\text{Sv/a}$  am Anlagenzaun. Dieser Wert muß eingehalten werden, wenn sich eine Person während eines Jahres fortwährend an der Stelle mit der maximalen Dosisleistung am Anlagenzaun aufhält.

Die Werte in der Tabelle 3.2-2 zeigen, daß dieser Grenzwert durch unsere Berechnungen praktisch ausgeschöpft wird, während die Werte des Antragstellers den Grenzwert zu etwa 50 % ausschöpfen.

Die von uns ermittelten Werte sind als abdeckende Werte für die Ortsdosisleistungen zu sehen, die sich bei Summierung für den ungünstigsten Fall für den Zeitraum eines Jahres ergeben können. Der Grenzwert des § 44 StrlSchV gilt für jedes Kalenderjahr. Für einzelne Betriebsjahre erwarten auch wir Werte, die um den Faktor 2 und mehr unterhalb der angegebenen Werte liegen.

Zur Begründung dieser Aussage sind insbesondere folgende konservative Ansätze in den Berechnungen zu nennen:

- Nicht alle Gebinde werden die maximal zulässige Dosisleistung aufweisen.
- Gebinde mit kleineren Abmessungen als der Container V verursachen in größeren Entfernungen geringere Dosisleistungswerte.

- Eventuelle Abschirmungen durch die Transportfahrzeuge wurden vernachlässigt.
- Für die einzelnen Zaunbereiche fallen die einzelnen ermittelten maximalen Strahlungsbeiträge nicht an einem Aufpunkt zusammen.

Wir halten es trotz der zu erwartenden Unterschreitung der Grenzwerte für erforderlich, daß die Ortsdosisleistung am Zaun ständig überwacht und regelmäßig bilanziert wird. Alternativ kann eine Messung der Ortsdosis erfolgen, wenn die Dosimeter in ausreichend kurzen Zeitabständen ausgewertet werden. In der Rahmenbeschreibung Zechenbuch/Betriebshandbuch (ZB/BHB) /EU 316/ sieht der Antragsteller bereits Maßnahmen in diesem Sinne vor. Detaillierte Regelungen sollen demnach in die Strahlenschutz-Dienstanweisungen aufgenommen werden. Damit finden die aus unserer Sicht erforderlichen Maßnahmen Berücksichtigung.

Die weitgehende Ausschöpfung der Ortsdosisleistung an den Abfallbinden ist bei Annahme eines ununterbrochenen ganzjährigen Aufenthaltes einer Person am Anlagenzaun mit einer effektiven Dosis im Bereich des Grenzwertes nach § 44 StrlSchV /4/ verbunden. In der ICRP 60 /207/ wird für die jährliche Strahlenexposition der allgemeinen Bevölkerung ein Grenzwert von 1 mSv vorgeschlagen. Vor dem Hintergrund, daß dieser Wert in die Euratom-Richtlinie /208/ übernommen wurde und in nationales Recht umgesetzt werden wird, halten wir Überlegungen für erforderlich, ob und wie die errechnete effektive Dosis über das bisherige Maß hinaus reduziert werden kann. Eine Reduzierung könnte z.B. durch zusätzliche Abschirmmauern an der Betriebsgrenze oder in den Betriebsbereichen, die relevante Dosisanteile am Zaun hervorrufen, erreicht werden. Alternativ kommen Aufenthaltsbeschränkungen in diesen Bereichen im Sinne des § 60 Abs. 3 StrlSchV /4/ in Betracht.

Aufenthaltsbeschränkungen erscheinen im Sinne des § 60 Abs. 3 StrlSchV nicht ausgeschlossen, da das umliegende Gelände Industriegelände der Preussag Stahl AG ist. Andererseits würde eine Abschirmmauer um das gesamte Betriebsgelände mit einer Wandstärke von 22 cm Normalbeton (entsprechend einem Abschirmfaktor von 5) bereits die errechnete effektive Dosis auf die Hälfte reduzieren. In der Tabelle 3.2-3 sind die Einzelbeiträge und die maximale jährliche Gesamtdosis unter Annahme einer Mauer aufgeführt. Der maßgebende Bereich mit der höchsten Jahresdosis ist nunmehr der Bereich IV, der größte Einzelanteil ist der Skyshine von auf dem Puffergleis abgestellten Waggons. Der absolute Wert der maximalen Dosisleistung

reduziert sich auf der Grundlage unserer Berechnungen um mehr als 50 % auf 540  $\mu\text{Sv/a}$ . Zumindest halten wir es für erforderlich, daß Maßnahmen zur Reduzierung der jährlichen Dosis an der Grenze des betrieblichen zum außerbetrieblichen Überwachungsbereich, z. B. über das Abrufsystem oder durch zusätzliche Abschirmmaßnahmen, ergriffen werden, wenn aus den Meßergebnissen absehbar ist, daß die jährliche Dosis 0,5 mSv/a überschreiten kann /AV 3.2-1/.

**Tabelle 3.2-1:** Wesentliche Einzelbeiträge zur Jahresdosis am Anlagenzaun nach Angaben des Antragstellers /EU 78.8/ und nach eigenen Berechnungen

Zaubereich	Anlieferungsvariante 1: 100 % Bahn 2: 50 % Bahn, 50 % LKW	wesentlicher Beitrag durch	Antragsteller ( $\mu\text{Sv}$ ) *)	Gutachter ( $\mu\text{Sv}$ )
I	2	einf. LKW	103	239
II	2	einf. LKW	103	239
	2	park. LKW	314	742
	1/2	Pufferhalle	69	264
III	2	park. LKW	185	373
	1	Puffergleis	173	419
IV	1	Puffergleis	330	761
	2	park. LKW	185	370
V	1	Puffergleis	279	557
VI	1	einf. Waggons	439	878

\*) Die errechneten Ergebniswerte sind pauschal um den Faktor 2 reduziert.

Tabelle 3.2-2: Ortsdosisleistung am Zaun in  $\mu\text{Sv/a}$ , Einzelbeiträge

Be- reich	Beitrag von	Antragsteller *)				Gutachter			
		Direkt- strahlg.	Sky- shine	Summe	Gesamt- summe	Direkt- strahlg.	Sky- Shine	Summe	Gesamt- summe
II	einfahr. LKW Schachthalle	103		103		239		239	
	Umladehalle Pufferhalle	34	35	69	504	140	124	264	1275
	park. LKW Puffergleis	278	36	314		697	45	742	
	einfahr. Wagg. rang. Waggon	18		18		30		30	
VI	einfahr. LKW Schachthalle	77		77		153		153	
	Umladehalle Pufferhalle	52	6	52	596	103	11	103	1192
	park. LKW Puffergleis	15	9	24		29	18	47	
	einfahr. Wagg. rang. Waggon	439		439		878		878	
*) Die errechneten Ergebniswerte des Antragstellers /EU 78.8/ sind pauschal um den Faktor 2 reduziert.									

Tabelle 3.2-3: Ortsdosisleistung am Anlagenzaun in  $\mu\text{Sv/a}$  bei Berücksichtigung einer Mauer mit Abschirmfaktor 5 (Berechnung des Gutachters)

Be- reich	Beitrag von	Direkt- strahlg.	Sky- shine	Summe	Gesamt- summe	Bemerkung
II	einfahr. LKW Schachthalle	50		50	400	Bereich II liefert ohne Mauer die höchste Dosisleistung.
	Umladehalle Pufferhalle	30	120	150		
	park. LKW Puffergleis	140	50	190		
	einfahr. Wagg. rang. Waggon	10		10		
IV	einfahr. LKW Schachthalle				540	
	Umladehalle Pufferhalle		50	50		
	park. LKW Puffergleis	70	390	460		
	einfahr. Wagg. rang. Waggon	30		30		

### 3.3 Abschirmmaßnahmen bei Dauerarbeitsplätzen

Für die Betrachtungen zur Strahlenexposition des Personals im bestimmungsgemäßen Betrieb durch äußere Bestrahlung geht der Antragsteller davon aus, daß zylindrische Einzelgebinde in 1 m Entfernung eine Dosisleistung von 0,1 mSv/h aufweisen. Bei Containern unterstellt er, daß die Dosisleistung in 2 m Entfernung 0,1 mSv/h beträgt. Für Tauschpaletten wird ebenfalls zugrunde gelegt, daß sie eine Dosisleistung von 0,1 mSv/h in 2 m Entfernung aufweisen /EU 72.5/.

Die Berechnungen der Strahlenfelder über Tage, die von den Gebinden ausgehen, sind in zwei Schritten mit dem Transportprogramm ANISN und auf analytischem Wege durchgeführt worden /EU 1.1, EU 72.4/. Der Antragsteller setzt Co 60 oder Cs 137 als Quellennuklide an. Die Berechnungsmethoden sind in Kap. 3.2 dieses Gutachtens beschrieben und bewertet.

Der Antragsteller sieht zur Reduzierung der Strahlenexposition des Personals für einige Tätigkeiten Abschirmmaßnahmen vor, um die Schutzziele der StriSchV unter Beachtung des Minimierungsgebotes einzuhalten /1/. Hierzu nehmen wir im Detail in Kapitel 3.4 des vorliegenden Gutachtens Stellung. Der Antragsteller gibt für Arbeitsplätze Mindestabschirmdicken zur Einhaltung der vorgesehenen Abschirmfaktoren für die Materialien Eisen, Blei, Strahlenschutzglas (Dichte: 5,2 g/cm<sup>3</sup>) und Beton an (vgl. Tabelle 3.3-1).

In einem Schreiben /203/ gibt der Antragsteller an, wie diese Abschirmdicken aus den vorgegebenen Faktoren ermittelt wurden:

Für die Werkstoffe Stahl, Beton und Blei sind die erforderlichen Wanddicken einschlägigen Tabellenwerken entnommen /133/, wobei für die Strahlungsenergie 0,7 MeV an der Gebindeoberfläche angenommen wird /EU 72.5/. Dieser Wert wird in der Unterlage /EU 384/ erläutert und hergeleitet. Bei der Ermittlung der Abschirmdicken für Bleiglas wird insofern von dem beschriebenen Verfahren abgewichen, als daß diese auf der Grundlage von Angaben der Literatur /206/ ermittelt wurden.

Für die Berechnung der Strahlenexposition des Personals unter Tage berücksichtigt der Antragsteller Strahlenfelder von einzelnen Abfallgebinden in den Transportstrecken und von eingelagerten Gebinden in Einlagerungskammern /EU 78.4/. Da insbesondere unter

Tage damit zu rechnen ist, daß von den Wänden zurückgestreute Strahlung nennenswert zur Strahlenexposition beitragen kann, hat der Antragsteller dieses in seinen Berechnungen berücksichtigt. Er ist hierbei folgendermaßen vorgegangen:

- In einem ersten Schritt werden die Winkelflüsse auf der Gebindeoberfläche mit Hilfe des Transportprogramms ANISN in  $P_5S_{12}$ -Näherung unter Verwendung der Wirkungsquerschnittsbibliothek GAMMA-36 in Kugelgeometrie errechnet /EU 78.7/.
- In einem zweiten Schritt wird die Ausbreitung der Gammastrahlung in Eisenerzstrecken unter Berücksichtigung der Rückstreuung berechnet. Dabei dienen die im ersten Schritt ermittelten Winkelflußverteilungen auf der Gebindeoberfläche als Eingangsgrößen für das Programmsystem SAM-CE, das nach dem Monte-Carlo-Verfahren die Ausbreitung der Gammastrahlung beschreibt /EU 78.4, EU 78.6/. Wirkungsquerschnittsdaten mit 81 Stützstellen aus der Version IV des Evaluated Nuclear Data File (ENDF/B-IV) sowie aus den Literaturangaben /137, 138/ werden bei den Berechnungen verwendet.

Zur Absicherung der Berechnungsergebnisse für den physikalisch sehr komplizierten und daher mathematisch schwierig zu beschreibenden Teilchentransport in den unterirdischen Strecken hat der Antragsteller außerdem in der Schachanlage Konrad Messungen mit einer Co-60-Quelle und einer Cs-137-Quelle durchgeführt /EU 78.5/. Der Streustrahlungsanteil an der Dosisleistung kann demnach bis zu 60 % (Co 60) bzw. 40 % (Cs 137) betragen.

In den Unterlagen /EU 72.5, EU 469/ nennt der Antragsteller für die einzelnen Annahmen zur Berechnung der Strahlenexposition des Personals Dosisüberschätzungsfaktoren, die in ähnlicher Weise erklärt werden wie die in Kap. 3.2 beschriebenen Faktoren. Die realistisch zu erwartende Dosisleistung wird nach Angabe des Antragstellers über Tage bis zu einem Faktor 7,5 und unter Tage um mehr als den Faktor 20 überschätzt. In der Berechnung der Strahlenexposition des Personals wird konservativ ein Faktor 2 berücksichtigt /EU 72.5, 1/; d.h. die ermittelten Dosisleistungen und damit auch die ermittelten Strahlenexpositionen werden jeweils halbiert.

Die Dosisüberschätzungen betreffen im einzelnen folgende Sachverhalte /EU 72.5, EU 469/:



- Als Referenzgebinde wird der Container Typ V zugrundegelegt, der aufgrund seiner großen Fläche und seiner Geometrie in der Dosisverteilung abdeckend gegenüber anderen Gebinden ist. Der Überschätzungsfaktor beträgt gegenüber den Containern I bis IV und VI bis zu 1,18 und gegenüber zylindrischen Abfallgebinden (zwei Gebinde pro Palette) 2,3 bis 3,5 (Mittelwerte) /EU 469/.
- Für die Berechnungen wird davon ausgegangen, daß alle Abfallgebinde den Dosisleistungswert von 0,1 mSv/h in 2 Meter Abstand ausschöpfen. Der Antragsteller führt aus, daß der Ausschöpfungsgrad für diesen Grenzwert der Ortsdosisleistung nicht über 70 % liegen dürfte /EU 469/ und damit ein Überschätzungsfaktor von 1,43 angenommen werden kann.
- Bei den Strahlenfeldern in den Einlagerungskammern wird zwischen "isotroper" und "anisotroper" Winkelflußverteilung unterschieden. Die anisotrope Verteilung, die unter gewissen Randbedingungen eine um bis zu siebenfach höhere Ortsdosisleistung gegenüber der isotropen Verteilung hervorruft, wird den Berechnungen zugrundegelegt. Der Überschätzungsfaktor ist abhängig vom Abstand zu den Gebindestapeln. Für 2 m Abstand nennt der Antragsteller einen Wertebereich von 1 bis 3, bei 40 m einen Wertebereich von 1 bis größer als 7 /EU 469/.

### Bewertung

Im folgenden nehmen wir Stellung zu den Annahmen, die der Antragsteller für seine Berechnungen getroffen hat, und prüfen die Berechnungsergebnisse durch eigene Berechnungen, Abschätzungen und Plausibilitätsbetrachtungen.

Die Berechnungen der Strahlenfelder der Gebinde über Tage ebenso wie die Annahmen zur Quellstärke und zu den Quellennukliden haben wir in Kap. 3.2 dieses Gutachtens bewertet. Unsere Ergebnisse bestätigen unter Berücksichtigung der dort erläuterten Einschränkungen die Werte des Antragstellers. Auch wir sind wie der Antragsteller /EU 113.2/ der Meinung, daß die Neutronendosisleistung der Abfallgebinde im allgemeinen zu vernachlässigen ist. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß im Einzelfall Gebinde mit erhöhter Neutronenstrahlung vorkommen können, insbesondere unter Berücksichtigung hoher Plutonium- oder Curiumgehalte, wie sie für die Abfallbehälterklasse 2 nach den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ zulässig

sind. In diesen Fällen ist geplant, die Neutronendosisleistung zu messen /EU 113.2, EU 282/. In den Endlagerungsbedingungen ist festgelegt, daß die Ortsdosisleistung an Abfallgebinden als Summe von Gamma- und Neutronendosisleistung aufzufassen ist.

Der grundsätzlichen Vorgehensweise des Antragstellers, die auftretenden Ortsdosisleistungen und damit die Strahlenexposition des Personals wegen der beschriebenen Überschätzungsfaktoren pauschal um den Faktor 2 zu reduzieren, können wir uns nicht anschließen. Zu einigen Argumenten des Antragstellers haben wir in Kap. 3.2 bereits Stellung genommen.

Der zusätzliche Gesichtspunkt einer möglichen Überschätzung der Dosisleistung durch die Annahme der Isotropie der Winkelflußverteilung trifft nicht bei allen Gebinden zu. Ein wesentlicher Beitrag der Strahlenexposition des Personals entsteht zudem bei Arbeiten in kurzer Entfernung vor dem Gebindestapel. Hier ist der genannte Einfluß generell sehr viel geringer (vgl. auch /EU 469/).

Die Konservativität der vom Antragsteller dargelegten Sachverhalte sehen wir als gegeben an, so daß auch wir über die gesamte Betriebszeit des Endlagers eine entsprechend niedrige Dosisleistung erwarten. Jedoch können wir nicht ausschließen, daß durch das Zusammentreffen verschiedener ungünstiger Randbedingungen die Dosis in einzelnen Betriebsjahren den unter den Auslegungsbedingungen errechneten Werten nahekommt.

Aufgrund unserer Berechnungen bestätigen wir, daß die Wände der Gebäude ausreichend bemessen sind. Außerhalb der Gebäude bleibt die Dosisleistung aufgrund von Strahlung der Gebinde in den Gebäuden unterhalb  $7,5 \mu\text{Sv/h}$ . Die Grenze für den permanenten Kontrollbereich /1/ ist deshalb zutreffend festgelegt. Wir weisen allerdings darauf hin, daß bei einer Dosisleistung von  $100 \mu\text{Sv/h}$  in 2 m Entfernung von der Oberfläche eines Containers Typ V eine Dosisleistung, die unterhalb von  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  liegt, erst in etwa 10 m Entfernung zu erwarten ist. Die daraus resultierenden Konsequenzen hinsichtlich des Strahlenschutzes des Personals, insbesondere bei langen Standzeiten der Gebinde im Freien (z.B. LKW-Parkplätze, Puffergleis, Pfortnergebäude), behandeln wir in Kap. 3.4 des vorliegenden Gutachtens.

Für die Berechnungen der Strahlenfelder unter Tage hat der Antragsteller international anerkannte und bewährte Programme und Bibliotheken verwendet, die auch geeignet sind, den komplizierten Vorgang der Strahlenausbreitung in den Strecken zu beschreiben. Wir halten die durchgeführten Messungen für eine sehr wichtige Basis zur Stützung der Berechnungsergebnisse.

Wir haben die durchgeführten Messungen ausgewertet und stichprobenartig mit den Berechnungen verglichen. Weiterhin haben wir Plausibilitätsbetrachtungen zum Beitrag der Streustrahlung zu den Strahlenfeldern unter Tage an Hand von Literaturangaben /136/ und an Hand eigener Abschätzungen angestellt, die auf den durchgeführten Messungen beruhen. Aufgrund unserer Prüfungen sind wir der Meinung, daß die vom Antragsteller angegebenen Streustrahlungsanteile /EU 78.5/ unter Tage zutreffen. Auch wir legen unseren Berechnungen diese Werte zugrunde.

Der Antragsteller hat Abschirmfaktoren angegeben, die nach seiner Ansicht durch von ihm ermittelte Mindestwanddicken erreicht werden. Diese Werte haben wir für die einzelnen Handhabungseinrichtungen und abschirmenden Bauelemente aus den vorgelegten Unterlagen /EG 43, EG 47, EU 208, EU 358, EU 359, EU 406, EU 407/ in der Tabelle 3.3-1 zusammengestellt. Wir haben sowohl die Abschirmfaktoren selbst als auch die der Ermittlung zugrunde liegende Strahlungsenergie geprüft. Der Antragsteller hat eine Strahlungsenergie von 0,7 MeV an der Gebindeaußenseite für alle weiteren Betrachtungen zugrundegelegt.

Wir haben durch eigene Berechnungen mit dem Transportprogramm ANISN die Strahlungsenergie an der Außenoberfläche von Abfallgebinden ermittelt. Als Quellennuklid haben wir dabei konservativ Co 60 angenommen, als Abschirmung jeweils die Blech-, Beton- bzw. Stahlgußummantelung von exemplarischen Abfallgebinden.

Nach unseren Ergebnissen ist der vom Antragsteller zugrundegelegte Wert von 0,7 MeV nicht in allen Fällen abdeckend. Es zeigte sich, daß insbesondere Gußbehälter ein deutlich härteres Oberflächenspektrum haben können als Betonbehälter. Gußbehälter mit Bleiabschirmungen führen zu Energien von 0,8 MeV und höher. Unsere Rechnungen zeigen, daß die zu berücksichtigende Strahlungsenergie anderer Gebinde insgesamt zwischen 0,7 und 0,8 MeV liegt. Für alle Behältertypen und Abschirmmaterialien ist deshalb als effektive Energie der Wert von 0,8 MeV zugrun-

dezulegen. Es ergeben sich dann für die von uns ermittelten Werte der erreichten Abschirmfaktoren entsprechend niedrigere oder für die erforderlichen Mindestwanddicken entsprechend höhere Werte. Deshalb ist der Berechnung der Mindestabschirmdicken auf Grundlage der vorgegebenen Abschirmfaktoren für die radioaktive Quelle eine effektive Energie von 0,8 MeV zugrunde zu legen /AV 3.3-1/.

Die Werte für die Materialien Stahl, Blei und Beton haben wir - wie der Antragsteller - aus Tabellenwerken /133/ entnommen. Für Bleiglas haben wir eigene Berechnungen mit dem Programm ANISN durchgeführt und bestätigen die Abschirmfaktoren für Bleiglas. Aufgrund der von uns zugrundegelegten höheren Strahlungsenergie sind unsere Abschirmfaktoren niedriger als die des Antragstellers, wenn man für die einzelnen Materialien die vom Antragsteller vorgesehenen Wanddicken zugrundelegt (Tabelle 3.3-1).

Bei der Ermittlung und Bewertung der Strahlenexposition des Personals infolge des Betriebes der Anlage legen wir die von uns ermittelten Abschirmfaktoren zugrunde. Da wir - anders als der Antragsteller - nicht den pauschalen Reduktionsfaktor 2 verwenden, erhalten wir in der Regel höhere Personendosen als der Antragsteller. Mögliche Schlußfolgerungen daraus und Auflagenvorschläge sind in den Kapiteln 2.3.1 und 3.4 dieses Gutachtens enthalten.

Tabelle 3.3-1: Abschirmfaktoren und Abschirmdicken

	Antragsteller							Gutachter			
	Abschirmfaktor			Für Abschirmfaktor erforderliche Abschirmdicken (cm)				Mit Abschirmdicken nach Antragsteller erreichte Abschirmfaktoren			
	Front	Seiten	Dach	Bleiglas	Stahl	Blei	Beton	Bleiglas	Stahl	Blei	Beton
Kran	7	7	1	5,4	7			5,5	8		
Seitenstapel-fahrzeug	9	9	9	6,1	7	2,5		7,1	8	6,5	
Transport-fahrzeug		6,5		5,3	6,3	2,2		5,3	5,5	5	
Stapelfahrzeug	30	4	6,5	9 angegeben für Faktor 30				22			
Versatztrans- portfahrzeug	2 frontseit.	1,5 Fahrerkabine	1,5	nicht angegeben							
Spritzmanipula- torfahrzeug	8 frontseit.	3 Fahrerkabine	3	nicht angegeben							
Abschirmmauer Puffergleis	30						35				25
Abschirmwand Puffertunnel	nicht angegeben						35 (Schwerbeton)				
StrlSch.Kabine Eingangskontr.	100 (größer/gleich)			14,3			30 (Schwerbeton)				80
Leitstand Umladehalle	8 (größer/gleich)			7,3			24				6,5
Versatzwand	200						50				180



### **3.4 Schutz des Personals**

#### **3.4.1 Bewertungsgrundlagen**

Die allgemeinen Strahlenschutzgrundsätze sowie die Vorschriften zum Schutz vor äußerer Strahlenexposition und vor Inkorporationen sind für das deutsche Rechtsgebiet in der Strahlenschutzverordnung StrlSchV /4/ niedergelegt. Die in dieser Verordnung enthaltenen Anforderungen sind daher wichtigster Maßstab für die Bewertung der vom Antragsteller geplanten Strahlenschutzmaßnahmen. Wir berücksichtigen außerdem die neuesten Empfehlungen der internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP 60) /207/, welche die Erkenntnisse aus der Neubewertung der verfügbaren Dosimetriedaten berücksichtigen. Auf der Grundlage dieser ICRP-Empfehlungen, wurde die EG-Grundnorm zum Strahlenschutz überarbeitet /208/. Die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union sind verpflichtet, die Schutzvorschriften der neuen Grundnorm bis zum 13.05.2000 in nationales Recht umzusetzen. Deshalb vergleichen wir im folgenden die wesentlichen Punkte der ICRP-Empfehlungen und der Grundnorm mit den Vorgaben des deutschen Strahlenschutzrechts.

Die Strahlenschutzgrundsätze der ICRP wurden in wesentlichen Punkten in die EG-Grundnorm übernommen. Sie stimmen auch mit denen des deutschen Strahlenschutzrechts weitgehend überein. Die ICRP und die EG-Grundnorm bauen den Strahlenschutz auf drei Grundsätzen auf:

- Rechtfertigung jeder Tätigkeit, die zu Strahlenexpositionen führt,
- Optimierung der Strahlenschutzmaßnahmen,
- Limitierung der Dosis durch Grenzwerte.

Das Prinzip der Rechtfertigung ist im deutschen Recht in § 28 StrlSchV enthalten, nach dem "jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt zu vermeiden" ist.

Die ICRP empfiehlt, den Strahlenschutz immer zu optimieren, weil auch bei sehr kleinen Dosen von einer möglichen Schädigung ausgegangen wird. Dabei sind alle durch eine Strahlenquelle bedingten Dosen und die Wahrscheinlichkeit für potentielle Expositionen durch diese Quelle "so gering wie vernünftigerweise erreichbar" zu halten. Die sozialen und ökonomischen Faktoren müssen dabei berücksichtigt werden. Die Einbindung die-

ser Faktoren wird ausdrücklich betont, weil der Strahlenschutz den Nutzen der Maßnahmen, die erst zur Strahlenexposition führen, nicht unangemessen einschränken darf /209/. Ebenso wie die ICRP verlangt auch die EG-Grundnorm, daß bei der Optimierung des Strahlenschutzes wirtschaftliche und soziale Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Das deutsche Strahlenschutzrecht enthält dazu die unter dem Begriff "Minimierungsgebot" bekannte Verpflichtung, "jede Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten" (§ 28 Abs. 1 StrlSchV /4/).

Obwohl das deutsche Minimierungsgebot prinzipiell strenger ist als das in den meisten europäischen Staaten übernommene Optimierungsgebot der ICRP, sind in der Praxis in vielen Fällen gleiche Auswirkungen auf die Strahlenschutzplanung zu beobachten. Trotzdem gibt es einige grundsätzliche Unterschiede. So werden in einigen EG-Ländern, z.B. in Frankreich oder Großbritannien, wirtschaftliche Nachteile quantitativ gegen einen Strahlenschutzgewinn aufgerechnet. Im Rahmen von Kosten-Nutzen-Analysen wird einer Strahlenexpositionseinheit (z.B. 1 Sv) ein monetärer Gegenwert zugeordnet, so daß anhand der Kosten einer Strahlenschutzmaßnahme abgeschätzt werden kann, ob die eingesparte Dosis die Maßnahme rechtfertigt. In diese Betrachtung gehen außerdem noch soziale und politische Bewertungen ein, die schwer zu quantifizieren sind /210/. Die Strahlenschutzverordnung enthält zwar auch die Verpflichtung, bei der Minimierung der Strahlenexpositionen alle Umstände des Einzelfalls zu berücksichtigen. Es gibt aber keine allgemein anerkannten Kriterien dafür, wie eine Strahlenexposition monetär zu bewerten ist. Desgleichen sind keine objektiven allgemeinen Bewertungsmaßstäbe für die Berücksichtigung sozialer Faktoren vorhanden. Grundlage für unsere Bewertung der geplanten Strahlenschutzmaßnahmen ist das Minimierungsgebot der Strahlenschutzverordnung, wobei wir in jedem Einzelfall aufgrund der gegebenen Verhältnisse und unserer Erfahrungen bewerten, inwieweit die geplanten Strahlenschutzmaßnahmen ausreichen.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach einer unteren Grenze für die Strahlenschutzoptimierung. Diese Frage wurde auf dem 4. Europäischen Seminar zur Strahlenschutzoptimierung /210/ diskutiert, und verschiedene Vorgehensweisen wurden vorgestellt. Dabei wurde deutlich, daß es allgemein als vernünftig angesehen wird, bei einer einzelnen Tätigkeit auf zusätzliche dosisminimierende Maßnahmen zu verzichten, wenn die damit verbundene Strahlenexposition eine untere Schwelle unterschreitet. Die für be-



rufflich strahlenexponierte Personen diskutierten Werte lagen im Bereich zwischen 0,1 mSv und 1 mSv im Jahr. In der Bundesrepublik Deutschland gibt es keine allgemein anerkannte "de minimis"-Schwelle dieser Art. Nach den Vorgaben der EG-Grundnorm ist es jedoch erforderlich, an allen Arbeitsplätzen, an denen die effektive Dosis größer als 1 mSv im Jahr sein kann, Schutzmaßnahmen zu treffen. Art und Umfang dieser Maßnahmen sollen sich an der Höhe der Strahlenexposition und den Gegebenheiten der Anlage orientieren.

Wir beziehen uns bei unserer Bewertung auch auf diesen Schwellenwert der EG-Grundnorm.

An Arbeitsplätzen, an denen höhere Individualdosen als 1 mSv im Jahr zu erwarten sind, muß deshalb geprüft werden, ob der Strahlenschutz des Personals durch technische Schutzmaßnahmen wie den Bau von Abschirmungen verbessert werden kann. Der Umfang der Schutzmaßnahmen muß sich an den Gegebenheiten des einzelnen Arbeitsplatzes orientieren. Bei ortsfesten Arbeitsplätzen können Abschirmungen in der Regel mit einer entsprechenden Stärke ausgelegt werden. Auf eine weitere Verringerung durch technische Maßnahmen kann verzichtet werden, weil die unter konservativen Randbedingungen bei der Planung einer Anlage abgeschätzten Individualdosen nach unseren Erfahrungen aus Planung und Betrieb kerntechnischer Anlagen im späteren Betrieb häufig unterschritten werden. Deshalb brauchen nach unserer Ansicht auch keine aufwendigen Strahlenschutzmaßnahmen an solchen Arbeitsplätzen getroffen werden, an denen die voraussichtliche Strahlenexposition unter 1 mSv liegt. Verbesserungen können aber beispielsweise durch die Organisation der Betriebsabläufe erreicht werden.

Der Bereich der Strahlenexposition, in dem eine Strahlenschutzoptimierung vorgenommen werden muß, erstreckt sich bis hin zu den Dosisgrenzwerten. Nach der Strahlenschutzverordnung sind Individualdosen oberhalb der Grenzwerte nicht zulässig. Durch die Verringerung der Individualdosen auf Werte unterhalb der Grenzwerte soll bei den exponierten Personen die Wahrscheinlichkeit für stochastische Effekte (vor allem Krebs und Erbschäden) möglichst gering gehalten werden. Die Festlegung eines Grenzwertes ist eine Frage der gesellschaftlichen Akzeptanz. In der Praxis orientieren sich die meisten Staaten an den von der internationalen Strahlenschutzkommission empfohlenen Werten.

Von einigen Kritikern des geltenden Strahlenschutzrechts werden diese Grenzwerte allerdings als zu hoch angesehen. Dieser Dissens beruht im wesentlichen darauf, daß Experimente an Zellkulturen und Tieren sowie epidemiologische Studien unterschiedlich interpretiert werden. Wir haben die Diskussion verfolgt und kommen zu dem Ergebnis, daß die unterschiedlichen Einschätzungen durch die immer noch unvollständigen Daten aus den epidemiologischen Studien oder die relativ großen Fehlerbandbreiten bei den vorliegenden Daten ermöglicht werden. Wenn man bei der Abschätzung einer Schadensgröße, die sich aus vielen Faktoren zusammensetzt, für jeden Faktor den größten beobachteten Wert ansetzt, so führt dies auf der Grundlage der beobachteten Daten zu maximalen und abdeckenden Werten für die Schädigung. Andererseits führt ein solches Verfahren in der Regel zu unrealistischen, d.h. sehr unwahrscheinlichen Ergebnissen. Die internationale Strahlenschutzkommission und auch die überwiegende Mehrheit der wissenschaftlich arbeitenden Experten halten es deshalb nicht für sinnvoll, solche Maximalabschätzungen zur Grundlage von Grenzwerten für den praktischen Betrieb zu machen.

Für die Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit des geplanten Endlagers Konrad sind die Grenzwerte der gültigen Strahlenschutzverordnung maßgebend. Da jedoch die Schutzziele der ICRP über die EG-Grundnorm in das nationale Recht aufgenommen werden, haben wir diese Empfehlungen bei unserer Bewertung berücksichtigt. Wir weisen jedoch darauf hin, daß die Einhaltung der Grenzwerte nur eine der notwendigen Bedingungen für einen ausreichenden Strahlenschutz darstellt. Das Minimierungsgebot des § 28 StrlSchV muß in jedem Einzelfall beachtet werden. Insofern ist eine Diskussion der Grenzwerte für uns nicht von primärer Bedeutung.

Die Grenzwerte aus der Strahlenschutzverordnung, aus der ICRP 60 /207/ und aus der EG-Grundnorm /208/ haben wir in Tabelle 3.4.1-1 einander gegenübergestellt. Die Strahlenschutzverordnung unterscheidet bei den Grenzwerten für beruflich strahlenexponierte Personen grundsätzlich zwischen den Kategorien A und B. Die Grenzwerte für die effektive Dosis liegen bei 50 mSv (Kat. A) und bei 15 mSv (Kat. B) im Jahr. Die ICRP macht eine solche Unterscheidung nicht und empfiehlt, als Grenzwert der effektiven Dosis 20 mSv im Jahr, gemittelt über 5 Jahre, anzunehmen. Die Maximalwerte dürfen jedoch 50 mSv im Jahr nicht überschreiten. Diese Grenzwerte der ICRP sind auch in der EG-Grundnorm /208/ enthalten. Dort werden jedoch wie in der Strahlenschutzverord-

nung zwei Kategorien unterschieden. Für strahlenexponierte Personen der Kategorie B wird ein Grenzwert von 6 mSv im Jahr angegeben.

Der Grenzwert für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B hat nach § 58 StrlSchV Bedeutung für die Abgrenzung des Kontrollbereiches. Bei Übernahme des Wertes von 6 mSv aus der EG-Grundnorm kann es daher erforderlich werden, einige Kontrollbereichsgrenzen neu festzulegen. Darauf gehen wir im Zusammenhang mit den Grenzen der Strahlenschutzbereiche ein.

Abweichend von der ICRP und der EG-Grundnorm sind in der Strahlenschutzverordnung Individualdosisgrenzwerte für das Berufsleben (400 mSv) und für drei aufeinanderfolgende Kalendermonate (die Hälfte der Jahreswerte) festgelegt. Dies bedeutet, verglichen mit der ICRP-Empfehlung und der EG-Grundnorm, eine zusätzliche Einschränkung. Der Grenzwert für die effektive Dosis im Berufsleben führt bei gleichmäßiger Verteilung über 30 bis 40 Berufsjahre zu einer Begrenzung der mittleren effektiven Dosis auf 10 bis 13 mSv im Jahr. Dieser Wert liegt unter dem der ICRP-Empfehlung und der EG-Grundnorm.

Die Anforderungen der EG-Grundnorm wurden mit dem Ziel festgelegt, sie in den Mitgliedsstaaten möglichst einheitlich anzuwenden. Die einzelnen Staaten dürfen jedoch national strengere Dosisgrenzwerte festsetzen.

Aus einem Beschluß des Bundesrates /25/ wird deutlich, daß die restriktiveren Regelungen der Strahlenschutzverordnung erhalten bleiben sollen. Dort heißt es unter anderem:

- Die Grundnormen sollten Mindestnormen bleiben.
- Mit Inkrafttreten der Richtlinie soll sichergestellt werden, daß nicht strengere, nationale Dosisgrenzwerte, die bereits vorhanden sind, erhöht werden müssen.
- Der bestehende hohe Strahlenschutzstandard in der Bundesrepublik Deutschland darf durch die vorgesehene Gemeinschaftsregelung keine Abstriche erfahren; dies gilt insbesondere für das 0,3-mSv-Konzept bei Ableitungen und für Regelungen zur Begrenzung der Lebenszeitdosis bei Arbeitskräften.

Neben der Begrenzung der effektiven Dosis sind in der Strahlenschutzverordnung und in der ICRP-Empfehlung Grenzwerte für Teilkörper-Äquivalentdosen enthalten. Die Anzahl

der gesondert aufgeführten Teilkörper ist in der ICRP-Empfehlung und in der EG-Grundnorm geringer als in der Strahlenschutzverordnung. Insbesondere enthalten die ICRP-Empfehlung und die EG-Grundnorm keine besondere Begrenzung der Lungendosis, die für die Arbeiten in der Schachanlage Konrad wegen der Inhalation von Radon-Folgeprodukten eine relativ große Bedeutung besitzt. Begründet wird dies von der ICRP damit, daß die Begrenzung der effektiven Dosis auf 20 mSv die Lungendosis ausreichend berücksichtigt. Die effektive Dosis von 20 mSv führt in Verbindung mit dem in der ICRP 60 enthaltenen Gewebewichtungsfaktor für die Lunge ( $W_r = 0,12$ ) zu einer Äquivalentdosis von 167 mSv. Dieser Wert liegt damit über dem Lungendosis-Grenzwert aus der Strahlenschutzverordnung von 150 mSv, den wir unserer Bewertung von Lungendosen zugrunde legen.

Die ICRP empfiehlt, zur Vermeidung von Grenzwertüberschreitungen zusätzliche Dosisbegrenzungen einzuführen. Dies ist auch der Sinn der Forderung des § 54 StrlSchV, Personen am Arbeitsplatz durch Dauereinrichtungen so zu schützen, daß an diesem Arbeitsplatz 1/5 der Grenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A infolge externer Bestrahlung nicht überschritten werden. Für die effektive Dosis bedeutet dies gemäß § 54 StrlSchV eine Begrenzung auf 10 mSv im Jahr. Unabhängig davon muß der Strahlenschutz auch unterhalb dieser Schwelle entsprechend dem Minimierungsgebot des § 28 StrlSchV optimiert werden.

Auch die EG-Grundnorm sieht generell die Möglichkeit vor, im Rahmen der Optimierung des Strahlenschutzes Dosisbeschränkungen heranzuziehen. Konkrete Zahlenwerte hierzu werden jedoch weder hier noch in den ICRP-Empfehlungen benannt. Bezogen auf den einzelnen Arbeitsplatz fordert die EG-Grundnorm jedoch Schutzmaßnahmen, wenn die Individualdosis mehr als 1 mSv betragen kann. Darauf sind wir bereits bei der Diskussion der Optimierungsmaßnahmen eingegangen. Wir bewerten die Strahlenschutzmaßnahmen an den einzelnen Arbeitsplätzen dementsprechend danach, ob neben der Anforderung von § 54 StrlSchV auch die Vorgaben der EG-Grundnorm erfüllt werden.

Außer der äußeren Strahlenexposition ist auch eine innere Exposition infolge von Inkorporationen radioaktiver Stoffe zu erwarten. An dieser Inkorporationsdosis haben natürliche Radionuklide aus dem Gestein der Grube Konrad, das sind im wesentlichen Rn 220 und Rn 222 sowie deren Folgeprodukte, einen maßgeblichen Anteil. Hier stellt sich die

Frage, ob diese Expositionen infolge natürlich vorkommender Radionuklide bei der Dosisfassung und Grenzwertbetrachtung einerseits und bei den Strahlenschutzoptimierungen andererseits berücksichtigt werden sollten.

In der ICRP-Publikation Nr. 32 /148/ wurde auf die radiologische Bedeutung der Radon-Isotope für das Lungenkrebsrisiko hingewiesen, und die Strahlenschutzkommission (SSK) hat daraufhin 1980 empfohlen, die Inhalation von Radon-222-Folgeprodukten im beruflichen Bereich zu begrenzen /151/. Die angegebenen Grenzwerte für die jährlich inhalede potentielle Alphaenergie entsprechen dem Grenzwert der Strahlenschutzverordnung für die effektive Dosis (50 mSv).

In ihrer Publikation Nr. 60 /207/ aus dem Jahr 1990 empfiehlt die ICRP den nationalen Behörden zu prüfen, an welchen Arbeitsplätzen die Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide relevant ist und bei der beruflichen Strahlenexposition berücksichtigt werden muß.

Speziell bezogen auf natürliches Rn 222 empfiehlt die ICRP in der Publikation Nr. 65 /28/, Strahlenexpositionen durch dieses Nuklid dann in die Grenzwertbetrachtung einzu beziehen, wenn ein unterer Schwellenwert für die jährliche effektive Dosis überschritten wird. Den nationalen Behörden wird empfohlen, diesen Schwellenwert zwischen 3 mSv und 10 mSv im Jahr festzulegen.

Die grundsätzliche Empfehlung der ICRP zur Berücksichtigung der natürlichen Strahlenexposition wurde bereits in den Entwurf zur Neufassung der EG-Grundnorm /208/ aufgenommen, und die Bundesregierung hat auf eine entsprechende Anfrage im Bundestag erklärt, sie werde sich bei der Novellierung der Grundnorm für die Berücksichtigung erhöhter natürlicher Strahlenexpositionen an Arbeitsplätzen einsetzen /26/. In diesem Sinne hat die Genehmigungsbehörde den Antragsteller aufgefordert, auch die natürliche Strahlenexposition in der Grube Konrad zu berücksichtigen /144/.

Die Strahlenschutzkommission hat im Hinblick auf die Radon-Konzentration im Endlager Konrad festgestellt, daß außer den ohnehin üblichen Lüftungstechnischen Maßnahmen keine weiteren Strahlenschutzmaßnahmen erforderlich sind /29/. Die SSK hält es allerdings für sachgerecht, durch repräsentative Messungen die Radon-Konzentration zu ermitteln.

Wir haben die Strahlenexposition, die durch Radon und seine Folgeprodukte im Endlager Konrad auftreten kann, auftragsgemäß in einem gesonderten Kapitel dieses Gutachtens betrachtet (Kap. 3.4.6.2). Dabei stützen wir uns bei der Berechnung der effektiven Dosis durch die Radon-Folgeprodukte auf die neuesten Empfehlungen der ICRP (ICRP 65) /28/ und die Vorgaben der EG-Grundnorm /208/. Für die Berechnung der Lungendosis ziehen wir ergänzend die Empfehlungen ICRP 32 /148/ und ICRP 47 /211/ heran.

Nach unserer Abschätzung liegt die effektive Dosis durch Inhalation von Radon (Rn 220 und Rn 222) und seinen Folgeprodukten für den "realistischen Arbeitsplatz" bei 2 mSv im Jahr (vgl. Kap. 3.4.6.2.1). Dieser Wert liegt unter dem unteren Schwellenwert von 3 mSv, den die ICRP im Hinblick auf die Berücksichtigung von natürlichem Rn 222 bei der Strahlenschutzoptimierung empfohlen hat. Er liegt andererseits aber in einem Bereich, in dem wir bei künstlichen Strahlungsquellen noch Überlegungen zur Strahlenschutzoptimierung empfehlen. Wir halten es bei der vorliegenden Kombination aus künstlichen und natürlichen Strahlenquellen für sinnvoll, die Radonexpositionen bei der Strahlenschutzoptimierung zu berücksichtigen.

Da die Berücksichtigung natürlicher Strahlenexpositionen im deutschen Recht nicht verankert ist und die Diskussion dieser Problematik noch nicht abgeschlossen ist, haben wir unsere Vorschläge zu diesem Thema in Empfehlungen und nicht in Auflagenvorschlägen niedergelegt.

In Kapitel 3.6.4 dieses Gutachtens gehen wir auf die Anforderungen ein, die sich aus der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle /153/ ergeben, wenn die natürlichen Nuklide bei der Ermittlung der inneren Strahlenexposition berücksichtigt werden.

Ergänzend zur Strahlenschutzverordnung gibt es Richtlinien des BMI, Regeln des Kerntechnischen Ausschusses und DIN-Normen, die spezielle Strahlenschutzanforderungen für die Auslegung von Gebäuden, Komponenten und Systemen sowie Vorgaben für die organisatorischen Strahlenschutzmaßnahmen enthalten. Diese ergänzenden Regelwerke beziehen sich überwiegend auf die Errichtung und den Betrieb von Kernkraftwerken. Bei Vergleichbarkeit der Anforderungen können diese jedoch auf das Endlager Konrad übertragen werden. Wir haben daher für die Bewertung der Vorsorgemaßnahmen zum

betrieblichen Strahlenschutz neben der Strahlenschutzverordnung /4/ und den Empfehlungen der ICRP die folgenden Regelwerke herangezogen:

- BMI-Richtlinie zur Strahlenschutzvorsorge während der Planung und Errichtung /21/,
- BMI-Richtlinie zur Strahlenschutzvorsorge im Betrieb /140/,
- KTA-Regel 1301.1 (Berücksichtigung des Strahlenschutzes bei der Auslegung) /141/,
- KTA-Regel 1301.2 (Berücksichtigung des Strahlenschutzes im Betrieb) /142/,
- DIN 25415, Teil 1 (Dekontamination) /143/.

Wir haben bei der Beurteilung der Strahlenschutzvorsorge außer diesen Bewertungsgrundlagen auch die praktischen Erfahrungen aus dem Betrieb anderer kerntechnischer Anlagen berücksichtigt.

Tabelle 3.4.1-1: Gegenüberstellung der Grenzwerte aus StriSchV, ICRP 60 und EG-Grundnorm

	StriSchV mSv	ICRP 60 mSv	EG-Grundnorm mSv
Effektive Dosis im Berufsleben pro Jahr Kat. A	400 50	(1000)* 20** 50***	(1000)* 20** 50***
Kat. B	15	-	6
Äquivalentdosis im Jahr			
Augenlinse	150	150	150
Haut	300	500	500
Lunge	150		

- ) nicht explizit als Grenzwert;  
resultiert implizit aus der Ableitung der Jahresgrenzwerte
- \*\*) im Mittel über 5 Jahre
- \*\*\*) Maximalwert in einem Jahr





### 3.4.2 Strahlenschutzkonzept

Der Antragsteller hat ein Strahlenschutzkonzept vorgelegt, in dem die grundsätzlichen Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition des Personals durch äußere Bestrahlung und durch Inkorporation beschrieben sind /72.8/. Dieses Konzept enthält als Zielvorgabe die Minimierung der Strahlenexposition sowie Planungsrichtwerte für die Individualdosen und die Kollektivdosis. Die Individualdosis infolge äußerer Bestrahlung soll insbesondere durch Dauereinrichtungen gemäß § 54 StrlSchV /4/ begrenzt, d.h. in der Regel unter 10 mSv im Jahr gehalten werden /215, EU 72.8/. Die effektive Dosis durch Inhalation radioaktiver Stoffe, die aus den Gebinden freigesetzt werden, soll unter 0,5 mSv im Jahr liegen /EU 72.8, EU 282/. Die Kollektivdosis wird so weit begrenzt, daß die mittlere effektive Dosis des beruflich strahlenexponierten Personals 5 mSv im Jahr nicht überschreitet /EU 72.8, EU 282/.

Die Dauereinrichtungen will der Antragsteller vorrangig mit baulichen sowie maschinen- und systemtechnischen Maßnahmen realisieren. Auslegungskriterium ist dabei die Forderung, die Dosisgrenzwerte gemäß § 54 StrlSchV nicht zu überschreiten /EU 72.8/. Die baulichen Maßnahmen bestehen im wesentlichen aus der Abgrenzung einzelner Strahlenschutzbereiche, der räumlichen Trennung von Bereichen mit unterschiedlichem Aktivitätsinventar und der Abschirmung von Arbeitsplätzen. Die maschinen- und systemtechnischen Dauereinrichtungen dienen in erster Linie dem automatisierten Ablauf oder der Fernbedienung von Handhabungsschritten, um so den Aufenthalt des Personals in Bereichen erhöhter Dosisleistung zu vermeiden.

Sofern durch Dauereinrichtungen das Schutzziel, die Individualdosis auf Werte bis maximal 10 mSv im Jahr zu begrenzen, nicht erreicht werden kann, ist als ergänzende Maßnahme in Ausnahmefällen die Begrenzung der Aufenthaltszeit vorgesehen /EU 72.8/.

Der Antragsteller hat Anforderungen an die Abfallgebinde hinsichtlich Aktivitätsinventar und dichter Umschließung festgelegt. Dadurch soll eine mögliche Freisetzung der Aktivität in die Raumluft weitgehend vermieden werden. Außerdem werden im Rahmen der Eingangskontrolle an den Gebinden Kontaminationsmessungen durchgeführt, durch die eventuell vorhandene offene radioaktive Stoffe erkannt und danach kontrolliert beseitigt

werden können. Durch diese Maßnahmen wird eine Begrenzung der Strahlenexposition durch Inkorporation erreicht /EU 72.8/.

Als Beispiel für eine systemtechnische Maßnahme zur Begrenzung des Inkorporationsrisikos wird die Wetterführung unter Tage genannt: Durch sie soll erreicht werden, daß sich keine Dauerarbeitsplätze im Abwetterstrom aus den Einlagerungskammern befinden /EU 72.8/.

Die Strahlenexposition durch Radon, das als natürliches Nuklid aus dem Gestein in der Grube austritt, wird vom Antragsteller zwar für das Personal im Kontrollbereich ermittelt, aber nicht zum Vergleich mit den Grenzwerten von § 49 StriSchV /4/ herangezogen /EU 280.1/.

Das Strahlenschutzkonzept des Antragstellers sieht über den Planungsrahmen hinaus die Optimierung des Strahlenschutzes aufgrund der Betriebserfahrungen vor. Nach den Angaben in der Entwurfsplanung Strahlenschutz /EU 282/ sollen die mit der Gebindeannahme und -einlagerung verbundenen Handhabungsabläufe vor Beginn des Einlagerungsbetriebs erprobt werden, um den Strahlenschutz zu optimieren. Diese Optimierungen werden dann im Rahmen der ersten Einlagerung unter Berücksichtigung der tatsächlichen Strahlungsverhältnisse ergänzt. Bei Bedarf werden Arbeiten im Strahlenfeld mit einer Abschätzung der zu erwartenden Strahlenexposition detailliert vorausgeplant /EU 72.8/. Auch für das Personal im betrieblichen Überwachungsbereich wird für die verschiedenen Tätigkeiten die Strahlenexposition abgeschätzt. Bei Bedarf werden geeignete Minimierungsmaßnahmen veranlaßt /EU 316/.

Darüberhinaus werden die Ergebnisse der betrieblichen Überwachung (Personendosis, Kontaminationsmessungen, Raumluftaktivität) als Basis für dosisminimierende Maßnahmen herangezogen /EU 282/.

### Bewertung

Die im Strahlenschutzkonzept gegen äußere Bestrahlung grundsätzlich vorgesehenen Maßnahmen baulicher, maschinentechnischer und systemtechnischer Art sind geeignet, die Strahlenschutzziele auch unter Beachtung des Minimierungsgebots nach § 28 StrlSchV zu erreichen.

Das Strahlenschutzkonzept entspricht mit seinem Grundsatz, den Strahlenschutz des Personals vorrangig durch Dauereinrichtungen sicherzustellen, den Intentionen des § 54 StrlSchV. Außerdem entspricht das Planungsziel, daß Inkorporationen nur einen kleinen Beitrag zur Gesamtstrahlenexposition liefern dürfen, den Forderungen des § 53 StrlSchV und ist im Einklang mit der bewährten Strahlenschutzpraxis in kerntechnischen Anlagen. Wir haben jedoch Einwände gegen die Absicht, die Auslegung von Dauereinrichtungen zum Strahlenschutz allein am Individualdosisgrenzwert von 10 mSv je Jahr zu orientieren, der nach § 54 StrlSchV für die Auslegung von Dauereinrichtungen nicht überschritten werden sollte. Nach den in § 28 StrlSchV festgelegten Strahlenschutzgrundsätzen muß die Strahlenexposition auch unterhalb festgelegter Grenzwerte unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit der Mittel minimiert werden. Dies ist in kerntechnischen Anlagen ungeachtet des in § 54 angegebenen Dosiswertes ständige Praxis. In der Neufassung der EU-Grundnorm zum Strahlenschutz /208/ werden überdies Strahlenschutzmaßnahmen am Arbeitsplatz gefordert, wenn die Individualdosis 1 mSv im Jahr übersteigt. Wir halten es deshalb für erforderlich, die Dauereinrichtungen so auszulegen, daß unter Beachtung der Umstände des Einzelfalls der Strahlenschutz optimiert wird. Demnach wäre z.B. die Auslegung einer Abschirmwand auf der Basis von 10 mSv im Jahr unzulässig, wenn der Strahlenschutz durch eine verstärkte Abschirmwand ohne unzumutbaren Mehraufwand verbessert werden kann. Bei der Bewertung der einzelnen Arbeitsplätze gehen wir auf die jeweils möglichen Optimierungsmaßnahmen ein (vgl. Kap. 2.3.1 und 3.4.4 dieses Gutachtens).

Die Zielsetzung des Antragstellers, die Strahlenexposition infolge der Inhalation von Radionukliden aus den Abfallbinden auf 0,5 mSv im Jahr zu begrenzen, halten wir auch im Sinne des Minimierungsgebots für ausreichend niedrig. Wir berücksichtigen dabei, daß der Antragsteller zum Erreichen dieses Ziels sehr aufwendige Maßnahmen vorsieht. Hierzu zählt beispielsweise die vom Einlagerungsbetrieb getrennte

Abführung der Abwetter aus den Einlagerungskammern in einer separaten Abwetersammelstrecke (vgl. Kap. 3.4.6.1.2 dieses Gutachtens).

Die Ansicht des Antragstellers, die Strahlenexposition infolge natürlicher radioaktiver Stoffe in der Grube müsse nicht berücksichtigt werden, teilen wir hingegen nicht. Dies haben wir im Kap. 3.4.1 begründet. Mögliche Schutzmaßnahmen behandeln wir in Kap. 3.4.6.2.2 dieses Gutachtens. Vom Niedersächsischen Umweltministerium wurde der Antragsteller bereits aufgefordert, die Strahlenexposition durch natürliches Radon bei seinen Planungen zu berücksichtigen /144/.

Die vom Antragsteller vorgesehene Auswertung der Erfahrungen aus Inbetriebsetzung und Betrieb zur Strahlenschutzoptimierung bewerten wir positiv. Die Überwachungs- und Optimierungsmaßnahmen, die der Antragsteller für den Betrieb vorsieht, sind darüberhinaus geeignet, Strahlenschutzmängel zu erkennen und abzustellen sowie auch Routinevorgänge zum Zwecke der Strahlenschutzoptimierung kritisch zu durchleuchten. In diesem Sinne ist das Konzept des Antragstellers ein geeigneter Beitrag zur Erfüllung des Minimierungsgebots der Strahlenschutzverordnung. Wegen des Beitrages der natürlichen Radionuklide aus dem Gestein zur Strahlenexposition des Personals beim untertägigen Betrieb empfehlen wir jedoch, diese Optimierungsmaßnahmen auch auf den Schutz vor Radon und seinen Folgeprodukten auszudehnen.

Die Umsetzung der Optimierungsverfahren, die sich aus den Erfahrungen aus der Inbetriebsetzung und dem Betrieb des Endlagers ergeben, obliegt im späteren Betrieb dem zuständigen Strahlenschutzbeauftragten. Wir halten es für erforderlich, während des Betriebes des Endlagers regelmäßig Berichte zum Strahlenschutz des Personals zu erstellen und diese der Eigenüberwachung des BfS vorzulegen /AV 3.4.2-1/. Die Eigenüberwachung kann auf der Grundlage dieser Berichte die Durchführung von Optimierungsmaßnahmen veranlassen und kontrollieren.

Die Umsetzung des Strahlenschutzkonzepts betrachten und bewerten wir in den folgenden Kapiteln dieses Gutachtens.

### **3.4.3 Strahlenschutzbereiche**

#### **3.4.3.1 Bereichskonzept**

Das Betriebsgelände wird entsprechend den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung in Strahlenschutzbereiche unterteilt, in denen unterschiedlich hohe Strahlenexpositionen möglich sind. Die Einhaltung der entsprechenden Grenzwerte soll im wesentlichen durch bauliche Abgrenzungen erreicht werden. Das Bereichskonzept sieht die Einrichtung

- von zwei Kontrollbereichen,
- betrieblicher Überwachungsbereiche über und unter Tage und
- eines außerbetrieblichen Überwachungsbereichs

vor /EU 282, EU 316/. Bei der Festlegung der Strahlenschutzbereichsgrenzen berücksichtigt der Antragsteller nicht die Strahlenexposition durch natürlich vorkommende Radionuklide aus dem Gestein (Radon).

Die gesamte Handhabung und Einlagerung der Abfallgebände soll, von der Anlieferung auf dem Außengelände abgesehen, in einem zusammenhängenden Kontrollbereich über und unter Tage erfolgen. Dabei ist der übertägige Teil durch den Schacht Konrad 2 mit dem untertägigen verbunden. An den Kontrollbereich schließen sich die beiden betrieblichen Überwachungsbereiche über und unter Tage an. An den Übergängen zwischen diesen Überwachungsbereichen und dem Kontrollbereich sind Kontaminationskontrollen vorgesehen, um einer Ausbreitung offener radioaktiver Stoffe vorbeugen zu können.

Die Grubenwasserübergabestation ist als separat liegender Kontrollbereich ausgewiesen /EU 316, EG 33/. Diesen Kontrollbereich behandeln wir in Kap. 3.4.3.2 dieses Gutachtens.

Die Grenzen zwischen den betrieblichen Überwachungsbereichen und dem Kontrollbereich sind so geplant, daß alle nicht unmittelbar mit der Abfallhandhabung zusammenhängenden Tätigkeiten außerhalb des Kontrollbereichs durchgeführt werden können. Dazu gehört z.B. der gesamte Betriebsablauf zum Auffahren neuer Einlagerungsfelder unter Tage /EU 279, EU 316/. Auch wettertechnisch werden die verschiedenen Funktionsbereiche voneinander abgetrennt. Alle dem Einlagerungsbetrieb dienenden Gruben-

baue und die abwetterseitig nachgeordneten Grubenräume zählen zum Kontrollbereich /EU 279, EU 316/. Um auch in späteren Betriebsphasen die dargestellten Anforderungen einhalten zu können, wird rechtzeitig vor Beginn des Auffahrens neuer Einlagerungsfelder die Einteilung der Strahlenschutzbereiche unter Tage neu festgelegt und von der Betriebsabteilung Strahlenschutz geprüft /EU 316/.

Wenn in Bereichen, die üblicherweise zum betrieblichen Überwachungsbereich gehören, die Dosisleistung längerfristig einen Wert von  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  übersteigt, werden mobile Absperrungen vorgesehen /EU 316/. Dies kann z.B. in der Umgebung von abgestellten Fahrzeugen mit Abfallgebinden erforderlich sein.

An den betrieblichen Überwachungsbereich auf dem Gelände des Schachtes Konrad 2 schließt ein außerbetrieblicher Überwachungsbereich an. Die Grenze zwischen beiden Bereichen bildet der Anlagenzaun /EU 316/.

### Bewertung

Das Bereichskonzept des Antragsteller mit der Staffelung Kontrollbereich - betrieblicher Überwachungsbereich - außerbetrieblicher Überwachungsbereich entspricht den Anforderungen der Strahlenschutzverordnung nach einer Abgrenzung unterschiedlicher Strahlenschutzbereiche. Die Kontrolle des Zugangs von Personen in den Kontrollbereich wird durch die baulichen Abgrenzungen erleichtert. Insbesondere für den untertägigen Bereich bewerten wir es als positiv, daß die Planung einen einzigen, geschlossenen Kontrollbereich vorsieht, in dem die Handhabung der Abfallgebinde stattfindet. Die konsequente Trennung des Auffahrbetriebs vom Einlagerungsbetrieb entspricht dem Strahlenschutzgrundsatz, unnötige Strahlenexpositionen schon durch die Bereichsplanung auszuschließen. Durch die gerichtete Wetterführung wird darüber hinaus vermieden, daß Kontaminationen luftgetragen in den betrieblichen Überwachungsbereich gelangen.

Die Wetterführung und die Bereichsgrenzen haben für den Strahlenschutz grundsätzliche Bedeutung. Deshalb halten wir die vorgesehene Prüfung durch die Betriebsabteilung Strahlenschutz beim Auffahren neuer Einlagerungsfelder nicht für ausreichend. Nach unserer Ansicht müssen die Unterlagen zur Ausführungsplanung

rechtzeitig vor dem Auffahren neuer Einlagerungsfelder vorgelegt und mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen geprüft werden /AV 3.4.3-1/. Wir empfehlen, bei der Planung der Bewetterung über die in den Unterlagen / EU 282, EU 316/ festgelegten Anforderungen hinaus auch den Schutz des Personals vor der Inhalation von Radon und seinen Folgeprodukten zu berücksichtigen (siehe Kap. 3.4.1 dieses Gutachtens).

Temporäre Kontrollbereiche, die z.B. in der Umgebung von vorübergehend auf dem Betriebsgelände abgestellten Fahrzeugen mit Abfallgebinden auftreten können, sieht der Antragsteller nicht vor. Gleichwohl werden Abspermaßnahmen für einen solchen Fall vorgesehen. Dies bewerten wir in Kap. 3.4.3.2 dieses Gutachtens.

Wir sind der Ansicht, daß nach § 58 Abs. 1 StrlSchV ein Kontrollbereich definitionsgemäß dort vorliegt, wo die Ortsdosisleistung  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  übersteigt. Ist dies aufgrund eines ortsveränderlichen Umgangs mit radioaktiven Stoffen nur vorübergehend der Fall, so muß der Kontrollbereich abgegrenzt werden, wenn der Zutritt unbeteiligter Personen nicht ausgeschlossen werden kann. Die Abgrenzung sieht der Antragsteller auch vor. Diese Abgrenzung muß aber nach § 35 StrlSchV gekennzeichnet werden. Die Einweisung des dort tätigen Personals ist gemäß § 39 StrlSchV und die Dosiserfassung gemäß § 62 StrlSchV erforderlich. Entsprechende Regelungen müssen in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufgenommen werden /AV 3.4.3-2/.

Die Bewertung der Bereichsabgrenzung hängt davon ab, ob die Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide im Gestein berücksichtigt werden muß oder nicht. Der Antragsteller hat diese nicht berücksichtigt. Wir diskutieren und bewerten in den folgenden Kapiteln dieses Gutachtens beide Fälle. Wir nehmen in den Kapiteln 3.4.3.2 und 3.4.3.3 zum Kontrollbereich und zu den Überwachungsbereichen unter der Voraussetzung Stellung, daß die natürlichen Radionuklide bei der Abgrenzung der Strahlenschutzbereiche unberücksichtigt bleiben können. In Kap. 3.4.3.4 dieses Gutachtens betrachten wir die Änderungen, die sich bei Berücksichtigung der natürlichen Nuklide für die Strahlenschutzbereiche ergeben.

Die Abgrenzung des Kontrollbereichs ist nach § 58 StrlSchV unter Bezug auf die Anlage X Tabelle X 1 Spalte 3 festgelegt. An dieser Stelle sind die Körperdosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B aufgeführt. Für

die effektive Dosis beträgt dieser Grenzwert 15 mSv im Jahr. In der neuen Fassung der EG-Grundnorm ist der Grenzwert auf 6 mSv herabgesetzt worden (vgl. Kap. 3.4.1, Tabelle 3.4.1-1 dieses Gutachtens). Die Grenze zwischen außerbetrieblichem und betrieblichem Überwachungsbereich ist nach § 44 StrlSchV so zu legen, daß im außerbetrieblichen Überwachungsbereich keine Person eine Strahlenexposition von mehr als 1,5 mSv im Jahr erhalten kann. Die zuständige Behörde kann allerdings eine Erhöhung auf 5 mSv im Jahr zulassen. Die EG-Grundnorm kennt nur einen Überwachungsbereich und läßt außerhalb dessen für die Bevölkerung maximal 1 mSv im Jahr zu.

Die Planfeststellungsbehörde hat uns aufgefordert zu prüfen, ob das Bereichskonzept auch Bestand haben kann, wenn man annimmt, daß die in der EG-Grundnorm enthaltenen Grenzwerte in die Strahlenschutzverordnung übernommen werden und wenn man unterstellt, daß sie sich in gleicher Weise wie bisher auf die Definition der Strahlenschutzbereichsgrenzen auswirken.

Wir haben dies geprüft und stellen fest, daß auch unter den angegebenen Voraussetzungen das Bereichskonzept des Antragstellers Bestand hat. Allerdings können sich an einigen Stellen Verschiebungen der Bereichsgrenzen ergeben. Auf diese Stellen weisen wir bei der folgenden detaillierten Betrachtung der Strahlenschutzbereiche gesondert hin.

### 3.4.3.2 Kontrollbereich

Die Grenzen des Kontrollbereichs auf Schacht Konrad 2 sind in erläuternden Unterlagen /EU 279, EU 282, EU 316/ und in den Planzeichnungen zu den übertägigen Bauanlagen /EG 32, EG 33, EG 42, EG 43/ angegeben. Danach zählen folgende Bereiche zum Kontrollbereich:

#### Schachtanlage Konrad 2 über Tage

- Umladehalle (Bauwerk Nr. 1, Bauteil A2, Räume 10R008 bis 10R010, 10R012 bis 10R016),
- Lüftungszentrale (Bauwerk Nr. 1, Bauteil C, Raum 10R001)
- Pufferhalle,



- Förderturm mit Schachthalle und Schachthallenanbau,
- Schachtkeller,
- Wetterkanal, Diffusor und Maschinenraum im Lüftergebäude (Bauwerk Nr. 3, Räume 07R001, 07R003, 07R004),
- Werkstatt 1 und Bereich Sonderbehandlung sowie Raumlufttechnikzentralen (Bauwerk Nr. 1, Bauteil A1, Räume 09R008, 09R009, 10R001 bis 10R005, 12R001),
- Raum für die Sammlung radioaktiver Betriebsabfälle (Kellergeschoß Umladeanlage) (Bauwerk Nr. 1, Bauteil A1, Räume 09R001 bis 09R003, 09R005 bis 09R010),
- Wäscherei sowie Teile des Sozial-, Labor- und Bürobereichs, (Bauwerk Nr. 1, Bauteil B, Räume 10R027, 10R028, 10R031 bis 10R037, 10R039, 10R041 bis 10R047),
- Grubenwasserübergabestation (Bauwerk Nr. 15, Räume R002 und R003).

Der Raum "Erste Hilfe" (Bauwerk Nr. 1 Bauteil B Raum 10R039) kann je nach Nutzung sowohl dem Kontrollbereich als auch dem betrieblichen Überwachungsbereich zugeordnet werden /EG 43/.

### Grubengebäude

- Schachtröhre Konrad 2,
- Füllort für den Gebindeumschlag,
- Transportstrecken für Abfallgebände,
- Einlagerungsfelder,
- den Einlagerungsfeldern und Transportstrecken nachgeschaltete Abwetterstrecken,
- Grubennebenräume im Einlagerungsbereich wie Werkstätten, elektrische Betriebsräume sowie Raum zur Sammlung flüssiger und fester radioaktiver Betriebsabfälle,
- Sammelbecken für Grubenwasser, die angrenzenden Grubenräume 03 YEF 02R001, 03 YEF 02R002, 03 YEA 06R003, 03 YEA 06R004 sowie der Rohrkanal auf der 1000-m-Sohle /EU 279/.

Die untertägigen Kontrollbereichsgrenzen sind für die erste Betriebsphase (Einlagerung in Feld 5/1, Auffahren von Feld 5/2) in erläuternden Unterlagen /EU 279, EU 281/ gra-

fisch dargestellt. Die Reihenfolge der Einlagerung nach Abschluß der Einlagerung in Feld 5/1 ist in der Unterlage „Planung Grubengebäude“ /EU 279/ festgelegt.

Im Kontrollbereich und im betrieblichen Überwachungsbereich sind jeweils eigene Versorgungseinrichtungen (z.B. Tankstellen, Werkstätten) eingeplant.

Zwischen Kontrollbereich und betrieblichem Überwachungsbereich sind folgende Übergänge vorgesehen /EU 281, EU 282, EU 316/:

### 1. Personenübergänge

#### – über Tage:

Kontrollbereichspforte (Bauwerk Nr.1, Bauteil B, Raum 10R038) für den Zugang zur Umladeanlage, zu Teilen des Sozial-, Labor- und Bürobereichs und zur Wäscherei

#### – unter Tage:

Übergänge in der Nähe der Kontrollbereichswerkstatt und zeitweise im Bereich der Einlagerungsfelder

### 2. Übergänge für Abfallgebinde

Tore zwischen der Umladehalle und den Trocknungsanlagen für LKW und Waggons

### 3. Übergänge für technisches Gerät

Übergänge unter Ziffer 1 und 2, das Ausfahrttor der Umladehalle für LKW und Waggons sowie das Schachthallentor für Großgeräte

### 4. Übergang für Versatzmaterial

Die Versatzmaterialübergabestelle wird bedarfsorientiert unter Tage eingerichtet.

Darüber hinaus gibt es weitere Übergänge zwischen Kontrollbereich und betrieblichem Überwachungsbereich, die ständig geschlossen gehalten werden und nur mit Zugangsberechtigung benutzt werden dürfen oder als Fluchttüren dienen /EU 282/. Dazu gehören z.B. die Zugänge zur Grubenwasserübergabestation und zum Grubenlüfter.

An den unter Ziffer 1 genannten Personenübergängen ist ein Personenerfassungssystem vorgesehen /EU 281/. Zum Zugang berechtigt sind nur Personen, die im Endlager dienstlich tätig werden oder Besucher in Begleitung von Werksangehörigen.

Die Übergabe der Betriebsmedien

- Dieselkraftstoff,
- Betriebswasser,
- Materialien für die Dickstoffherstellung (Pumpversatz) und
- Materialien für die Spritzbetonherstellung (Versatzwand)

in den Kontrollbereich erfolgt über Rohrleitungen /EU 279, EU 404, EU 413/.

Vor Verlassen des Kontrollbereichs werden Personen, Transportmittel und Gegenstände auf Kontaminationsfreiheit überprüft /EU 282, EU 316/. Die Übergänge zum Kontrollbereich werden mit Strahlenschutzwarzeichen und Schildern mit der Aufschrift "Kontrollbereich" versehen /EU 316/.

### Bewertung

Ein Kontrollbereich ist gemäß § 58 Abs.1 StrlSchV /4/ dort einzurichten, wo Personen infolge des Umgangs mit radioaktiven Stoffen bei einer Aufenthaltszeit von 2000 h im Jahr höhere Körperdosen als die Werte von Anlage X Tabelle X 1 Spalte 3 StrlSchV erhalten können. Für die effektive Dosis beträgt dieser Wert 15 mSv im Jahr. Dies entspricht einer Dosisleistung von 7,5  $\mu$ Sv/h, falls Inkorporationen vernachlässigt werden können. Dies ist über Tage der Fall.

Unter Tage ziehen die Wetter vom betrieblichen Überwachungsbereich in den Kontrollbereich ein (vgl. Kap. 2.3.2 dieses Gutachtens). Daher spielen Inkorporationen radioaktiver Stoffe aus den Gebinden für die Abgrenzung des Kontrollbereichs ebenfalls keine Rolle. Bei der Bewertung der Kontrollbereichsgrenzen können wir uns deshalb auf die Direktstrahlung beschränken. Dabei dominiert der Anteil der Gammastrahlung. Die Neutronenstrahlung spielt nur in Ausnahmefällen eine Rolle (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens).

Unter Tage tritt nach unserer Prüfung des Umgangs mit den Abfallgebinden an den Kontrollbereichsgrenzen keine Ortsdosisleistung über  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  auf. Dies gilt für die Randbedingungen der ersten Einlagerungsphase in Feld 5/1. Damit ist die entsprechende Anforderung aus § 58 Abs. 1 StrlSchV erfüllt. Zur Planung der Kontrollbereichsgrenzen in den folgenden Betriebsphasen verweisen wir auf den Auflagenvorschlag AV 3.4.3-1 in Kap. 3.4.3.1 dieses Gutachtens.

Über Tage sind die Grenzen des permanenten Kontrollbereichs den betrieblichen Erfordernissen entsprechend zweckmäßig gewählt. Im wesentlichen bilden die Außenwände der Gebäudeteile die Kontrollbereichsgrenzen, in denen mit den Abfallgebinden umgegangen wird. Nach unserer Prüfung wird die Ortsdosisleistung an diesen Grenzen auf der Seite des betrieblichen Überwachungsbereichs in der Regel  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  unterschreiten.

Trotzdem gibt es einige Stellen im betrieblichen Überwachungsbereich, an denen die Ortsdosisleistung temporär größer als  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  sein kann und für die gemäß § 58 Abs. 5 StrlSchV zu prüfen ist, ob sie als temporäre Kontrollbereiche abzugrenzen sind (vgl. AV 3.4.3-2 in Kap. 3.4.3.1). Diese Bereiche sind

- die Trocknungsanlage,
- begrenzte Bereiche unmittelbar außerhalb der Pufferhalle und der Umladeanlage,
- Außenbereiche in der Umgebung von Transportfahrzeugen,
- das Wachgebäude und
- der Steuerstand der Trocknungsanlage.

Auf diese Bereiche gehen wir im folgenden kurz ein.

### Trocknungsanlage

In der Trocknungsanlage können nur während der Einfahrt der Gebinde in die Umladehalle höhere Dosisleistungen als  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  auftreten. Während des Umladebetriebes ist dies aufgrund der großen Arbeitsabstände nicht zu erwarten. Gebinde im Sonderbehandlungsraum tragen zur Dosisleistung in der Trocknungsanlage nicht wesentlich bei, da die Wand zum Sonderbehandlungsraum mit 35 cm Normalbeton eine ausreichende Abschirmstärke aufweist. Die Trocknungsanlage ist deshalb zwar während der Einfahrt von Gebinden definitionsgemäß als temporärer Kontrollbereich

anzusehen, eine besondere Abgrenzung und Kennzeichnung halten wir jedoch bei den gegebenen räumlichen Verhältnissen nicht für erforderlich.

Bereiche unmittelbar außerhalb von Pufferhalle und Umladeanlage

Vor Türen und Toren der Pufferhalle und Umladeanlage können außerhalb des Kontrollbereichs höhere Ortsdosisleistungen als  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  auftreten.

Die Strahlung durch die Fluchttür in der Pufferhalle neben dem Standplatz des Seitenstapelfahrzeugs wird außerhalb des Gebäudes durch eine Betonwand von 2,5 m Höhe weitgehend abgeschirmt /EG 43/. Da der verbleibende Bereich erhöhter Ortsdosisleistung eng begrenzt ist und da sich nach dem Betriebsablauf dort keine Personen aufhalten, halten wir weitere Abgrenzungsmaßnahmen nicht für erforderlich.

Die Abschirmwirkung des Hallentores der Pufferhalle entspricht einer Betonwandstärke von 35 cm /EG 43/. Dies ist ausreichend, um die Ortsdosisleistung an der Außenseite stets auf Werte unter  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  zu begrenzen.

Außerhalb der Fluchttüren an der Südostseite der Umladehalle kann es während des Transports der Gebinde zu Überschreitungen der Ortsdosisleistung von  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  kommen. Besondere Schutzmaßnahmen halten wir nicht für erforderlich, weil diese Bereiche nur kurzzeitig begangen werden und weil die erhöhten Dosisleistungen nur kurzzeitig auftreten.

Außerhalb des Sonderbehandlungsraums kann bei Arbeiten an Gebinden im Sonderbehandlungsraum der Grenzwert für den betrieblichen Überwachungsbereich überschritten werden. Die für diesen Fall vorgesehenen mobilen Absperrungen reichen zur Einschränkung des Zugangs aus.

Außenbereiche in der Umgebung von Transportfahrzeugen

Außerhalb des geplanten ständigen Kontrollbereichs sind längere Standzeiten der LKW oder der Waggons mit angelieferten Gebinden nicht auszuschließen. Dies gilt vor allem für die LKW-Parkplätze, für das Puffergleis und für die Trocknungsanlage.

Die Ortsdosisleistung im Umfeld der Gebinde kann größer als  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  sein. Solche Bereiche müssen als temporäre Kontrollbereiche angesehen werden. Wir halten die vom Antragsteller für diese Fälle vorgesehenen mobilen Absperrungen für ausreichend, um den Zutritt Unbefugter zu verhindern.

### Wachgebäude

Bei der Vorbeifahrt von mit Gebinden beladenen Waggons oder Lkw kann die Dosisleistung zum Teil wesentlich höher als  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  sein. Da keine Standzeiten der Fahrzeuge in unmittelbarer Nähe des Wachgebäudes geplant sind, wird die erhöhte Dosisleistung nach unserer Auffassung aber nur kurzzeitig auftreten und nur zu einer insgesamt geringen Personendosis des Personals im Wachgebäude führen. Wir halten es deshalb nicht für erforderlich, im Wachgebäude einen permanenten Kontrollbereich einzurichten. Die Maßnahmen, die notwendig sind, um die Personendosis zu begrenzen, behandeln wir in Kap. 3.4.4.2 dieses Gutachtens.

### Steuerstand Trocknungsanlage

Bei der Vorbeifahrt von mit Gebinden beladenen LKW oder Eisenbahnwaggons kann die Dosisleistung im Steuerstand der Trocknungsanlage lokal begrenzt höher als  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  sein.

Die erhöhte Dosisleistung tritt jedoch nur kurzzeitig und nur in der Nähe des unabgeschirmten Fensters der Nordostwand auf und wird zu keiner relevanten Strahlenexposition führen. Wir halten daher die Einrichtung eines permanenten Kontrollbereichs nicht für erforderlich.

Im folgenden behandeln wir auftragsgemäß die Frage, ob sich auf der Grundlage der Grenzwerte in der EG-Grundnorm Änderungen für die Kontrollbereichsgrenzen ergeben können (vgl. Kap. 3.4.3.1 dieses Gutachtens). Dabei kommen wir zu folgendem Ergebnis:

1. Unter Tage ergeben sich während der ersten Einlagerungsphase (Feld 5/1) keine Änderungen der Kontrollbereichsgrenzen.
2. Die Grenzen des permanenten Kontrollbereichs über Tage können unverändert bleiben.
3. Die räumliche Ausdehnung der schon genannten temporären Kontrollbereiche würde bei reduzierten Grenzwerten größer werden. Der Bereich um die vor der LKW-Trocknungsanlage parkenden LKW könnte sich dann beispielsweise von der Trocknungsanlage bis zu den Gebäuden Nr. 7 (Lokschuppen) und Nr. 8 (Lager und Werkstatt) erstrecken. Der Zugang zu einigen Arbeitsplätzen wäre dann nur noch durch den temporären Kontrollbereich oder auf Umwegen möglich. Dafür könnten im ZB/BHB entsprechende Regelungen festgelegt werden.
4. Neben den bereits genannten Bereichen kann es aufgrund der Einstrahlung aus benachbarten Bereichen auch weitere Bereiche geben, wo zeitweilig Kontrollbereichsbedingungen herrschen. Dies sind
  - der Hauptleitstand Umladeanlage mit Besucherraum und Elektronikraum,
  - die Trocknungsanlagen für LKW und Waggons mit dem darüber gelegenen Technikraum und
  - das Puffergleis.In allen drei Fällen wären jedoch aufgrund der vorgesehenen Betriebsabläufe keine besonderen Absperrmaßnahmen erforderlich.

### Sperrbereiche

Wir haben weiterhin geprüft, ob innerhalb des Kontrollbereichs Sperrbereiche eingerichtet werden müssen. Nach den Unterlagen ist dies nicht vorgesehen. Sperrbereiche sind gemäß § 57 Abs.1 StrlSchV /4/ Bereiche des Kontrollbereichs, in denen die Ortsdosisleistung größer als 3 mSv/h sein kann. Aufgrund der Einlagerungsbedingungen für die Gebinde /EU 117/ kann die Ortsdosisleistung nur in Ausnahmefällen unmittelbar an der Gebindeoberfläche in kleinen Bereichen größer als 3 mSv/h sein (vgl. Kap. 3.2 dieses Gutachtens). Bei den normalen Handhabungsabläufen müssen keine Tätigkeiten an der Gebindeoberfläche durchgeführt werden. Ist dies in Sonder-

fällen erforderlich (z.B. Reparaturarbeiten), so kann der betriebliche Strahlenschutz jederzeit die Dosisleistung messen und geeignete Schutzmaßnahmen anordnen. Die Einrichtung von Sperrbereichen ist daher nicht erforderlich.

### Kontrollen an den Kontrollbereichsübergängen

Die Kontrolle auf mögliche Kontamination von Personen, Transportmitteln und Gegenständen beim Übergang vom Kontrollbereich in den betrieblichen Überwachungsbereich ist vorgesehen. Kontaminationsgrenzwerte sind in Anlage IX Spalte 3 und 4 StrlSchV /4/ festgelegt. Die Anforderungen an die Kontaminationskontrollen ergeben sich aus § 64 StrlSchV. Die für Kontaminationskontrollen von Personen, Gegenständen und Transportmitteln nötigen Meßgeräte sind vorhanden (vgl. Kap. 3.6 dieses Gutachtens).

Die meßtechnische Überprüfung von innerbetrieblich eingesetzten Fahrzeugen auf Kontamination an den Kontrollbereichsübergängen ist wegen deren Größe aufwendig. Deshalb bewerten wir es als positiv, daß die für den Fahrzeugbetrieb nötigen Serviceeinrichtungen (Tankstelle, Werkstatt) unter Tage sowohl innerhalb als auch außerhalb des Kontrollbereichs vorhanden sind. Das gleiche gilt für die betriebszugehörigen Fahrzeuge im Kontrollbereich über Tage, für die ebenfalls Service-Möglichkeiten innerhalb des Kontrollbereichs vorgesehen sind. Durch die rohrlungsgebundene Zufuhr der Betriebsmedien Wasser, Kraftstoff und Betonzuschlagstoffe sowie durch das Einbringen von Haufwerk über Rollochbunker werden unnötige Fahrzeugbewegungen über die Kontrollbereichsgrenzen hinweg vermieden.

Die vom Antragsteller vorgesehene Kennzeichnung der Kontrollbereichsübergänge entspricht den Vorgaben des § 58 Abs. 2 StrlSchV /4/. Mit der Beschränkung des Zutrittsberechtigten Personenkreises auf das für den Betrieb notwendige Personal erfüllt der Antragsteller die Anforderungen von § 58 Abs. 3 StrlSchV /4/. Für den Zutritt von Besuchern ist jedoch eine generelle Erlaubnis der zuständigen Behörde erforderlich.



Durch die vorgesehenen Maßnahmen können die Anforderungen der Strahlenschutzverordnung an die Personen- und Materialkontrolle beim Übergang zwischen Kontrollbereich und betrieblichem Überwachungsbereich erfüllt werden. Das Verfahren der Kontrollen muß dabei in betrieblichen Anweisungen, z.B. Strahlenschutzdienststanweisungen, geregelt werden (vgl. Kap. 4.3 dieses Gutachtens). Die Erstellung entsprechender Anweisungen ist laut Rahmenbeschreibung Strahlenschutzordnung /EU 316/ vorgesehen.

### 3.4.3.3 Überwachungsbereiche

Zum betrieblichen Überwachungsbereich zählen nach Angaben des Antragstellers /EU 282, EU 316/:

- das gesamte Betriebsgelände des Schachtes Konrad 2 mit allen Anlagen- und Gebäudeteilen, die nicht zum Kontrollbereich gehören,
- alle untertägigen Anlagenteile, die nicht zum Kontrollbereich gehören,
- die Schachtröhre Schacht Konrad 1.

Der Zugang zum betrieblichen Überwachungsbereich erfolgt kontrolliert. Der Zutritt zum Endlager wird nur Personen gestattet, die dort dienstliche Aufgaben wahrnehmen. Besucher haben nur in Begleitung werksangehöriger Personen Zugang. Der Strahlenschutzbeauftragte wird für die verschiedenen Tätigkeiten im betrieblichen Überwachungsbereich die mögliche Strahlenexposition abschätzen und bei Bedarf geeignete Maßnahmen zur Minimierung veranlassen. Das dort tätige Personal wird entsprechend den Erfordernissen in Anlehnung an § 39 StrlSchV /4/ belehrt /EU 316/. Kontaminationskontrollen beim Verlassen des betrieblichen Überwachungsbereiches finden nicht routinemäßig, sondern nur auf Anforderung statt /EU 282/.

Der außerbetriebliche Überwachungsbereich schließt an den betrieblichen Überwachungsbereich an und endet dort, wo die potentielle effektive Dosis, hervorgerufen durch Direktstrahlung aus den Abfallgebinden und durch radioaktive Ableitungen, 0,3 mSv im Jahr erreicht /EU 282, EU 316/.

### Bewertung

Im Kap. 3.2 dieses Gutachtens haben wir ausgeführt, daß die effektive Dosis an der äußeren Grenze des betrieblichen Überwachungsbereiches über Tage bei ganzjährigem Aufenthalt etwa 1,4 mSv betragen kann. Dieser Wert liegt deutlich unter dem in § 60 Abs.1 StrlSchV /4/ vorgegebenen Grenzwert von 5 mSv im Jahr, ab dem ein betrieblicher Überwachungsbereich eingerichtet werden muß. Da die in § 60 Abs.1 genannten Werte für die Teilkörperdosen ebenfalls deutlich unterschritten werden, haben wir keine Einwände gegen die überragende Abgrenzung des betrieblichen Überwachungsbereichs.

Auch die Grenze des betrieblichen Überwachungsbereichs unter Tage genügt den Anforderungen des § 60 Abs. 1 StrlSchV, da dort im gesamten betrieblichen Überwachungsbereich keine nennenswerten, durch die Abfallgebinde verursachte Strahlenexposition zu erwarten ist (vgl. Kap. 3.4.3.2 dieses Gutachtens). Die vorgesehene Zugangskontrolle entspricht den Anforderungen von § 60 Abs. 2 StrlSchV /4/.

Wegen der zu erwartenden Transportvorgänge und Standzeiten der Gebinde auf dem Betriebsgelände des Schachtes Konrad 2 ist nicht auszuschließen, daß im betrieblichen Überwachungsbereich tätige Personen (wie z.B. das Wachpersonal auf Streifengängen) eine nicht vernachlässigbare Strahlenexposition erhalten können. Wir halten daher die vorgesehene Regelung für richtig, daß der Strahlenschutzbeauftragte die bei der jeweiligen Tätigkeitsart im betrieblichen Überwachungsbereich mögliche Strahlenexposition abschätzt und bei Bedarf Maßnahmen zur Minimierung der Personendosis veranlaßt. Die Belehrung der betroffenen, im betrieblichen Überwachungsbereich tätigen Personen halten wir für zweckmäßig.

Da im betrieblichen Überwachungsbereich im ungestörten Betrieb keine wesentlichen Kontaminationen von Personen und Gegenständen auftreten können und an den Kontrollbereichsübergängen Kontaminationskontrollen durchgeführt werden, haben wir keine Einwände dagegen, solche Kontrollen im betrieblichen Überwachungsbereich nur auf Anforderung durchzuführen.

Im außerbetrieblichen Überwachungsbereich kann der Grenzwert nach § 44 Abs. 1 StrlSchV /4/ nach unserer Auffassung auch bei dauerndem Aufenthalt eingehalten

werden. Die Notwendigkeit, dies durch Messungen zu bestätigen und gegebenenfalls durch Schutzmaßnahmen abzusichern, behandeln wir in Kap. 3.2 dieses Gutachtens.

Wir prüfen im folgenden auftragsgemäß, ob sich auf der Grundlage der Grenzwerte der EG-Grundnorm Auswirkungen für die Grenze zwischen betrieblichem und außerbetrieblichem Überwachungsbereich ergeben können (vgl. Kap. 3.4.3.1 dieses Gutachtens). Dabei kommen wir zu folgendem Ergebnis:

Wir schließen nicht aus, daß auf dem Betriebsgelände von Schacht 2 und in den angrenzenden Bereichen Maßnahmen getroffen werden müssen, wenn an der Grenze zwischen betrieblichem und außerbetrieblichem Überwachungsbereich die Strahlenexposition auf 1 mSv im Jahr begrenzt werden soll. Wir halten folgende Alternativen prinzipiell für geeignet, um ein solches Schutzziel zu erreichen:

- Bau zusätzlicher Abschirmungen auf dem Betriebsgelände, so daß die effektive Dosis bei dauerndem Aufenthalt an jedem beliebigen Ort im außerbetrieblichen Überwachungsbereich unter 1 mSv im Jahr bleibt.
- Aufenthaltsbeschränkungen im außerbetrieblichen Überwachungsbereich.
- Erweiterung des betrieblichen Überwachungsbereichs soweit, daß die effektive Dosis außerhalb bei ganzjährigem Aufenthalt unter 1 mSv liegt.

Die EG-Grundnorm /208/ unterscheidet nicht zwischen betrieblichem und außerbetrieblichem Überwachungsbereich. Es ist daher noch offen, ob es im deutschen Strahlenschutzrecht auch in Zukunft noch einen außerbetrieblichen Überwachungsbereich geben wird. Der Wert von 1 mSv im Jahr wäre dann an der Grenze des Überwachungsbereiches zum allgemeinen Staatsgebiet einzuhalten.

### **3.4.3.4 Natürliche Radionuklide aus dem Gestein und Strahlenschutzbereiche**

In diesem Kapitel betrachten wir, welche Folgen sich für den Kontrollbereich unter Tage ergeben, wenn man die Strahlenexposition durch natürlich im Gestein vorkommende Radioaktivität berücksichtigt. Im Sinne des § 58 StrlSchV /4/ müßte dann insbesondere

die Inkorporation von Radon und seinen Folgeprodukten bei der Einteilung der Strahlenschutzbereiche berücksichtigt werden.

Der Antragsteller hat die Einbeziehung der Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide bei der Festlegung der Kontrollbereichsgrenzen nicht betrachtet.

### Bewertung

Wir legen die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung zugrunde und prüfen, ob bei Einbezug der Radon-Aktivität aus dem Gestein der Kontrollbereich unter Tage erweitert werden müßte. Dabei gehen wir von den fiktiven Aufenthaltszeiten aus, die bei der Festlegung von Kontrollbereichen nach § 58 Abs. 1 StrlSchV /4/ angenommen werden.

Der Antragsteller geht bei seinen Angaben zur Strahlenexposition durch natürliche Radioaktivität aus dem Gestein von den real zu erwartenden Aufenthaltszeiten unter Tage aus /EU 183/. Dazu nehmen wir in Kap. 3.4.6.2.1 dieses Gutachtens Stellung. An dieser Stelle beziehen wir uns auf die dort erhaltenen Ergebnisse.

Die maßgeblichen Grenzwerte für die Einrichtung eines Kontrollbereichs sind für die effektive Dosis  $H_E = 15 \text{ mSv}$  und für die Lungendosis  $H_L = 45 \text{ mSv}$ . Nach den Angaben des Antragstellers gibt es außerhalb des vorgesehenen Kontrollbereichs Bereiche im Grubengebäude (z.B. Wendel Süd), in denen die Aktivitätskonzentration des  $\text{Rn } 222$  etwa  $600 \text{ Bq/m}^3$  beträgt /EU 36.23, EU 183/. Für diese Bereiche schätzt der Antragsteller die aufgrund der Radon-Folgeprodukte zu erwartenden Lungendosis bei einer Aufenthaltszeit unter Tage von  $1500 \text{ h/a}$  zu  $H_L = 63 \text{ mSv}$  im Jahr ab /EU 183/ (vgl. Arbeitsplatz B in Kap. 3.4.6.2.1 dieses Gutachtens). Hinzu kommen noch kleinere Beiträge infolge der Inhalation von Radon, von Grubenstaub, der mit natürlichen Radionukliden belastet ist, sowie durch Direktstrahlung der natürlichen Radionuklide. Die Lungendosis ist demnach, unabhängig davon, ob als fiktive Aufenthaltszeiten  $2000 \text{ h/a}$  oder  $1500 \text{ h/a}$  angenommen werden, in einigen Teilen des betrieblichen Überwachungsbereichs deutlich höher als der in § 58 Abs. 1 StrlSchV angegebene Wert von  $H_L = 45 \text{ mSv}$ . Bei einer formalen Anwendung der Vorschriften der Strahlenschutzverordnung müßten diese Bereiche deshalb auf Basis der heute

vorliegenden Meßwerte Kontrollbereiche werden. Nach den Angaben zur Strahlenexposition des unter Tage beschäftigten Personals /EU 183/ sind die realistischen Aufenthaltszeiten jedoch deutlich kürzer.

Unabhängig von diesem formalen Vergleich der zu erwartenden Strahlenexpositionen durch natürliche Radionuklide mit den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung /4/ halten wir unter radiologischen Gesichtspunkten eine Erweiterung des Kontrollbereichs nicht für erforderlich. Dies entspricht auch den Empfehlungen der ICRP /207/ und den Grundgedanken der EG-Grundnorm /208/. Wichtiger als die formale Einteilung der Bereiche ist das Erreichen der beiden Schutzziele "Begrenzung der Strahlenexposition des Personals" und "Vermeidung von Kontaminationsverschleppung". Für den Schutz vor Kontaminationsverschleppung ist die vom Antragsteller getroffene Festlegung der Kontrollbereichsgrenzen optimal, weil die mögliche Kontamination durch Abfallgebinde auf den kleinstmöglichen Bereich begrenzt wird. Dosiserfassung und Dosisminimierung lassen sich bei diesem Bereichskonzept auch für das Personal im betrieblichen Überwachungsbereich problemlos durchführen. Unabhängig von den Bereichsgrenzen haben diese Maßnahmen vor dem Hintergrund der ICRP-Empfehlungen /207/ und der EG-Grundnorm /208/ nach unserer Auffassung den höheren Stellenwert (vgl. Kap. 3.4.6.2.2 und 3.6.4 dieses Gutachtens).



### **3.4.4 Bauliche Strahlenschutzvorsorge**

Die bauliche Strahlenschutzvorsorge ist eine wichtige Voraussetzung für einen effektiven Strahlenschutz im späteren Betrieb. Die Gebäudestrukturen bilden zusammen mit den system- und maschinentechnischen Einrichtungen die Dauereinrichtungen, die dem Strahlenschutz dienen und entsprechend § 54 StrlSchV organisatorischen Maßnahmen vorzuziehen sind. In diesem Kapitel betrachten wir die für den Strahlenschutz wesentlichen baulichen Voraussetzungen im Hinblick auf das Raumangebot, die Raumanordnung und die Abschirmung der Arbeitsplätze. Als Bewertungsgrundlage ziehen wir außer der Strahlenschutzverordnung /4/ auch die BMI-Vorsorgerichtlinie /21/ und die KTA 1301.1 /141/ heran.

#### **3.4.4.1 Raumangebot und Raumanordnung**

Eine ausführliche Beschreibung der Räumlichkeiten und deren Anordnung findet sich in Kap. 2.2 dieses Gutachtens. Die für den Strahlenschutz wesentlichen Gesichtspunkte sind im folgenden zusammengefaßt.

Die im Kontrollbereich vorhandenen Räume lassen sich hinsichtlich ihrer Funktion folgendermaßen gliedern:

- Annahme und Abfertigung der Gebinde über Tage (Umladehalle, Sonderbehandlungsraum),
- Zeitweilige Lagerung/Bereitstellung von Gebinden (Pufferhalle und Puffertunnel),
- Transportwege bis zu den Einlagerungskammern (Schachthalle, Schacht 2, Füllort, Transportstrecken unter Tage),
- Einlagerungskammern,
- Bereiche, in denen nicht direkt mit den Gebinden umgegangen wird.

Diese Funktionsgruppen sind räumlich voneinander getrennt und damit im wesentlichen gegeneinander abgeschirmt. Für den Bereich der Umladehalle will der Antragsteller im Rahmen der ersten Einlagerung von Gebinden überprüfen, ob die Strahlenexposition des Personals durch den Einsatz mobiler Abschirmungen wesentlich reduziert werden kann /EU 282/.

Von besonderer Bedeutung für das Personal ist der Sozialbereich, der

- die Kontrollbereichspforte mit den Kontaminationsmonitoren,
- die Räume zur Personendekontamination,
- die Umkleieräume und
- den Erste-Hilfe-Raum

umfaßt. Die Kontrollbereichspforte und die Umkleieräume gehören nicht zum Kontrollbereich. Der Erste-Hilfe-Raum kann je nach Nutzung dem Kontrollbereich oder dem betrieblichen Überwachungsbereich zugeordnet werden /EG 43/.

### Bewertung

Durch die räumliche Trennung der einzelnen o.g. Funktionsgruppen werden zugleich Bereiche unterschiedlichen Aktivitätsinventars in ausreichendem Maße voneinander getrennt. Durch diese Einteilung wird zum Beispiel erreicht, daß die zeitweilig in der Pufferhalle und im Puffertunnel gelagerten oder bereitgestellten Gebinde nur zu einer geringen Strahlenexposition in den übrigen Bereichen führen. Auch die von einzelnen Gebinden bei der Handhabung in der Umladehalle und beim Transport ausgehende Strahlung führt durch die räumliche Anordnung nur zu einer geringen Strahlenexposition in den übrigen Bereichen.

Der Personenzugang zu allen Arbeitsplätzen im Kontrollbereich der Umladeanlage erfolgt durch die Umladehalle. Hierbei kann eine Strahlenexposition dann auftreten, wenn sich Abfallgebinde in der Umladehalle befinden. Ob diese Exposition nennenswert ist und durch Aufstellen mobiler Abschirmungen reduziert werden muß, hängt von vielen Details des Betriebsablaufs ab, die sich jetzt noch nicht in allen Einzelheiten planen lassen. Die Strahlenexposition auf dem Weg zum Arbeitsplatz wird in der Regel klein sein gegen die Exposition am Arbeitsplatz selbst. Wir halten deshalb die Planung der Abschirmungen für die ortsfesten Arbeitsplätze schon jetzt für erforderlich (vgl. Kap. 3.4.4.2 dieses Gutachtens). Für den Strahlenschutz auf dem Weg zu den Arbeitsplätzen halten wir es jedoch für ausreichend, daß der Antragsteller im Rahmen der ersten Einlagerung von Gebinden prüfen will, wo zusätzliche mobile Abschirmungen nötig sind. Allerdings halten wir es für erforderlich, die Prü-



fungen mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen durchzuführen /AV 3.4.4-1/.

Der Zugang zu den übrigen Arbeitsplätzen, die nicht über die Umladehalle erreicht werden, erfolgt ohne nennenswerte Strahlenexposition.

Die Werkstatt 1 und der Sonderbehandlungsraum sind von der Umladeanlage aus mit den vorgesehenen Transportmitteln Plateauwagen und Gabelstapler gut erreichbar, so daß Materialtransporte einfach durchgeführt werden können. Auch das Seitenstapelfahrzeug kann zur Wartung in die Werkstatt 1 gebracht werden. Große Außentore sind vorhanden, um Großgeräte (z.B. eine mobile Konditionierungsanlage) einbringen zu können.

Die notwendigen Einrichtungen im Sozialbereich des Kontrollbereichs sind vorhanden und ausreichend groß bemessen. Umkleieräume sind im Kontrollbereich allerdings nicht vorgesehen, weil aufgrund der Betriebsabläufe eine Kontamination von Kleidern nur in Ausnahmefällen zu erwarten ist. Der Kleiderwechsel findet nach der vorgesehenen Kontaminationskontrolle außerhalb des Kontrollbereichs statt. Hiergegen und gegen die kombinierte Nutzung des Erste-Hilfe-Raums für Kontrollbereich und betrieblichen Überwachungsbereich bestehen unter Strahlenschutzgesichtspunkten keine Einwände.

Das Raumangebot, die Anordnung der Räume und die vorgesehenen Zugänge genügen den Anforderungen des Strahlenschutzes.

### **3.4.4.2 Abschirmung der Arbeitsplätze**

Der Antragsteller stellt bei Arbeitsplätzen im Strahlenfeld die Erfüllung der Anforderungen des Strahlenschutzes dadurch sicher, daß er die räumliche Trennung der einzelnen Funktionsbereiche oder baulichen Abschirmmaßnahmen vorsieht.

Bei der Planung der Abschirmmaßnahmen werden folgende Arbeitsplätze berücksichtigt /EU 72.5, EU 411, EU 446, EG 26, EG 43/:

- das Wachgebäude,
- der Steuerstand Trocknungsanlage,

- der Leitstand Gebindeeingangskontrolle,
- die Freimeßplätze in der Umladehalle,
- der Hauptleitstand Umladeanlage,
- der Meßraum zur Aktivitätskontrolle der Fortluft,
- der Leitstand Füllort 850 m.

Dabei gibt der Antragsteller an den Arbeitsplätzen, an denen er Abschirmungen für erforderlich hält, Materialien und Wandstärken der Abschirmung und den sich daraus ergebenden Abschirmfaktor an. Für die resultierende Ortsdosisleistung wird zusätzlich ein Reduktionsfaktor 2 angesetzt. Dies begründet der Antragsteller mit dem seiner Ansicht nach notwendigen Abbau von Konservativitäten. Sofern die Art der Gebindeanlieferung von Bedeutung ist, werden zwei Varianten betrachtet: 100%-Anlieferung mit der Bahn und Anlieferung von jeweils 50 % mit Bahn und LKW. Letztere stellt auslegungsmäßig den höchsten Prozentsatz für die Anlieferung mit LKW dar.

Die maschinentechnischen Abschirmungen (z.B. abgeschirmte Fahrerkabinen auf Fahrzeugen) behandeln wir in Kap. 2.3.1 dieses Gutachtens.

### Bewertung

Die räumliche Trennung der einzelnen Funktionsbereiche bewirkt bereits eine ausreichende Abschirmung einzelner Arbeitsplätze. Durch die darüber hinaus vorgesehenen baulichen Maßnahmen wird erreicht, daß regelmäßig besetzte Arbeitsplätze durch Dauereinrichtungen geschützt sind. Das entspricht den Anforderungen der Strahlenschutzverordnung und der ergänzenden Regelwerke /21, 141/.

Wir verwenden bei unseren Berechnungen abweichend vom Vorgehen des Antragstellers den Reduktionsfaktor 2 nicht. Außerdem gehen wir bei den Abschirmberechnungen von einer etwas höheren mittleren Gammaenergie (0,8 MeV statt 0,7 MeV) aus. Als weitere Randbedingung bei der Berechnung der Dosisleistung an den Arbeitsplätzen nehmen wir an, daß Container des Typ V eingelagert werden und daß die Dosisleistung in 2 m Abstand 100  $\mu$ Sv/h beträgt (vgl. Kap. 3.3 dieses Gutachtens).

Im folgenden behandeln wir die vom Antragsteller berücksichtigten Arbeitsplätze und betrachten zusätzlich die Büroräume im Gebäude 8 und die "Kabine Gebindeannahme" in der Umladehalle. Dabei haben wir, sofern von Bedeutung, beide Anlieferungsvarianten geprüft und für jeden einzelnen Arbeitsplatz konservativ die jeweils ungünstigste Variante unterstellt.

### Wachgebäude

Das Personal im Wachgebäude ist bei der Einfahrt von LKW oder Eisenbahnwaggons auf das Betriebsgelände der Strahlung der Abfallgebinde ausgesetzt. Die Außenmauern des Wachgebäudes bestehen aus Kalksandsteinmauerwerk und einer Vorsatzschale aus Ziegelsichtmauerwerk /EG 26/. Weitere Abschirmungen sind nicht vorgesehen /EU 72.5, EU 411/.

Der Antragsteller hat die Personendosis des Wachpersonals bei Anlieferung von 50 % der Gebinde auf LKW mit 2,4 mSv im Jahr abgeschätzt /EU 72.5/. Hinzu kommen etwa 0,1 mSv durch die Vorbeifahrt der Eisenbahnwaggons, mit denen die restlichen 50 % der Gebinde angeliefert werden /EU 446/. Auf die Tätigkeiten im Wachgebäude entfallen ca. 0,7 mSv und auf die Fahrzeugkontrollen ca. 1,8 mSv.

Bei den Berechnungen wird für die Haltepositionen der LKW, auf denen diese vor und nach der Einfahrt auf das Betriebsgelände warten, ein Abstand von 30 m zum Wachgebäude zugrundegelegt. Bei der Kennzeichenkontrolle beträgt der Abstand 5 m /EU 72.5/. Der Bereich, in dem die Waggonverbände vom endlagereigenen Rangierfahrzeug übernommen werden, befindet sich in ca. 100 m Entfernung vom Wachgebäude. Von dort werden die Waggonverbände ohne Halt am Wachgebäude vorbei auf das Puffergleis des Betriebsgeländes des Schachtes Konrad 2 gebracht /EU 208/. Der Abstand von der Gleismitte zum Wachgebäude beträgt 6,3 m.

Die Dosis des Wachpersonals bei 100 % Bahnanlieferung wird zu 0,26 mSv im Jahr abgeschätzt /EU 446/. Der Antragsteller plant, die Ortsdosis im Wachgebäude mit Thermolumineszenzdosimetern zu überwachen /EU 281/.

### Bewertung

Wir betrachten im folgenden nur den Arbeitsplatz im Wachgebäude. Zur Strahlenexposition des Personals bei Tätigkeiten außerhalb des Wachgebäudes nehmen wir im Kap. 2.3.1.2.2 dieses Gutachtens Stellung.

Wir haben die Abschätzung des Antragstellers zur erwarteten Strahlenexposition des Wachpersonals geprüft. Der Ansatz, daß 50 % der Abfallbinde mit LKW angeliefert werden, führt zu einer konservativen Dosisabschätzung, weil die LKW-Anlieferung mit höheren Strahlenexpositionen für das Wachpersonal verbunden ist als die Bahnanlieferung.

Wir haben die Ortsdosis im Wachgebäude anhand eigener Rechnungen abgeschätzt und kommen zu dem Ergebnis, daß ohne Berücksichtigung der Abschirmwirkung des Gebäudes eine jährliche Dosis von 0,5 mSv eingehalten werden kann. Dabei haben wir realistische Abstände der Gebinde vom Wachgebäude und einen zügigen Betriebsablauf angenommen. Die Dosis liegt damit rechnerisch unter dem Wert von 1 mSv im Jahr, ab dem wir die Zweckmäßigkeit zusätzlicher Abschirmmaßnahmen näher betrachten (vgl. Kap. 3.4.1 dieses Gutachtens). Die tatsächlich zu erwartenden Dosiswerte im Wachgebäude werden wegen der hier vernachlässigten Abschirmwirkung des Mauerwerks erheblich niedriger sein. Andererseits ist nicht auszuschließen, daß es, durch Betriebsabläufe bedingt, zu Verzögerungen bei der Durchfahrt von LKW kommt, was einen nachteiligen Einfluß hätte. Wir halten es für angemessen, die Dosis im Wachgebäude im späteren Betrieb des Endlagers zu überwachen, die Meßwerte in den Berichten zum Strahlenschutz des Betriebspersonals darzustellen und diese Berichte regelmäßig der Eigenüberwachung des BfS vorzulegen. Die Eigenüberwachung kann auf der Grundlage dieser Berichte die Durchführung von Optimierungsmaßnahmen zum Strahlenschutz des Personals im Wachgebäude veranlassen und kontrollieren (vgl. Kap. 3.4.2 und AV 3.4.2-1 dieses Gutachtens).

### Steuerstand Trocknungsanlage (Gebäude 21)

Die LKW warten bis zur Einfahrt in die Trocknungsanlage auf den Parkplätzen vor dem Steuerstand Trocknungsanlage. Außer dem Steuerstand befindet sich in diesem Ge-

bäude auch der Aufenthaltsplatz der LKW-Fahrer. Die Südostwand des Gebäudes besteht aus 25 cm Stahlbeton und einer Vorsatzschale von 11,5 cm Ziegelmauerwerk. Die Südwestwand wird im Bereich des Aufenthaltsraumes R 002 aus 17,5 cm Stahlbeton und 11,5 cm Ziegelmauerwerk errichtet. Anstelle des Ziegelmauerwerks können auch Stahlbetonfertigteile, die mit Ziegelriemchen verkleidet sind, verwendet werden. Das Fenster in der Südostwand wird als Strahlenschutzfenster mit einer der angrenzenden Wand entsprechenden Abschirmwirkung ausgeführt. Für die übrigen Fenster ist keine Abschirmwirkung vorgesehen /EG 43/.

### Bewertung

Zur Abschätzung der Strahlenexposition des Personals im Steuerstand der Trocknungsanlage haben wir konservativ angenommen, daß 50 % der Gebinde mit LKW angeliefert werden, wobei wir eine gleichmäßige Belegung aller 9 LKW-Parkplätze und - wie der Antragsteller /EU 78.8/ - eine mittlere Standzeit der LKW von 2,2 h annehmen. Für die Eisenbahnwaggons legen wir wie der Antragsteller /EU 78.8/ eine Standzeit von durchschnittlich 1,7 h zugrunde. Unter diesen Randbedingungen liegt die Ortsdosis an den abgeschirmten Arbeits- und Aufenthaltsplätzen im Steuerstand unter 1 mSv im Jahr. In der Nähe des unabgeschirmten Fensters in der Nordostwand des Steuerstands kann die Ortsdosis durch LKW, die auf Platz 9 parken, mit diesen Annahmen geringfügig höher als 1 mSv im Jahr sein. Dies trifft auch für den westlichen Teil des Gebäudes (Eingangsbereich) zu.

Die tatsächlich auftretenden Personendosen im Steuerstand der Trocknungsanlage werden nach unserer Ansicht deutlich niedriger liegen, weil

- nicht alle LKW-Parkpositionen gleichzeitig belegt sein werden,
- die Standzeiten der LKW auf den einzelnen Parkpositionen kürzer sein werden,
- die Grenzwerte der Endlagerungsbedingungen nicht immer ausgeschöpft werden.

Auf dieser Grundlage haben wir keine Einwände gegen die Abschirmung des Steuerstandes der Trocknungsanlage.

### Lager und Werkstatt (Gebäude Nr. 8)

Im Gebäude befinden sich zwei Büroräume sowie Einrichtungen für die Instandhaltung von Geräten und Ersatzteillager /EG 27/. Voraussichtlich zwei Personen werden hier Wartungsarbeiten durchführen /EG 47/.

#### Bewertung

Wir haben die Ortsdosisleistung für den Büroraum 2 abgeschätzt, weil wir für diesen Raum aufgrund seiner Lage den höchsten Wert erwarten. Diese Dosisleistung wird im wesentlichen durch parkende LKW verursacht. Für unsere Abschätzung der zu erwartenden Strahlenexposition gehen wir wie beim Steuerstand Trocknungsanlage von folgenden Randbedingungen aus:

- Anlieferung von 50 % der Abfallgebinde auf LKW
- mittlere Standzeit der LKW 2,2 h
- gleichmäßige Belegung der Parkpositionen 1 bis 9
- keine Berücksichtigung der Abschirmwirkung der Gebäudestrukturen des Gebäudes 8.

Mit diesen Annahmen erhalten wir bei einem Einschichtbetrieb Ortsdosen von ca. 1,3 mSv infolge parkender LKW's und weitere ca. 0,2 mSv durch die Vorbeifahrt der LKW sowie durch Gebinde auf den Eisenbahnwaggons.

Die errechnete Ortsdosis von 1,5 mSv ist auch für die übrigen Räume im Gebäude Nr. 8 aufgrund des größeren Abstandes zu LKW-Haltepositionen und Bahngleisen abdeckend. Die tatsächlich auftretenden Personendosen werden nach unserer Ansicht deutlich niedriger liegen, weil nicht alle Parkpositionen gleichzeitig belegt sein werden und auch die Standzeiten der LKW auf den Parkpositionen kürzer sein werden. Außerdem schöpfen nicht alle Gebinde die Grenzwerte der Endlagerungsbedingungen aus. Aus diesem Grunde haben wir keine Einwände gegen die geplante Bauausführung des Lagers und der Werkstatt, empfehlen aber, Dauerarbeitsplätze in diesen Bereichen in das geplante Programm zur Messung der Ortsdosis an Arbeitsplätzen /EU 282/ aufzunehmen (vgl. Kap. 3.6 dieses Gutachtens).

Lokschuppen (Gebäude Nr. 7)

Der Lokschuppen dient der Unterbringung und Wartung von Lok und Gabelstaplern /EG 43/.

#### Bewertung

In diesem Gebäude kann die Ortsdosis etwa von gleicher Größe wie in den Büroräumen von Gebäude Nr. 8 sein. Da sich hier keine Dauerarbeitsplätze befinden, halten wir den Bau von permanenten Abschirmungen nicht für erforderlich. Bei Bedarf (z.B. längere Reparaturarbeiten) kann der Strahlenschutz mit mobilen Abschirmungen sichergestellt werden.

#### Kabine Gebindeannahme

Die "Kabine Gebindeannahme" ist in der Umladehalle im Einfahrtsbereich angeordnet und dient dem Strahlenschutzpersonal als Stützpunkt bei den Arbeiten vor dem Entladen der Waggons und LKW. Sie ist mit Abschirmwänden ohne Fenster ausgeführt. Die halblenseitige Wand besteht aus 40 cm Beton. Die Wandstärke der Seitenwände beträgt 50 cm /EG 43/. Die Kabine ist kein ständiger Arbeitsplatz /EU 281/. Angaben zu den Aufenthaltszeiten des Personals sind in den Unterlagen nicht enthalten.

#### Bewertung

Die maximale Ortsdosisleistung in der Kabine wird von den Abfallgebinden auf den Eisenbahnwaggons bestimmt, weil diese den geringsten Abstand zur Kabine haben. Unter der Annahme, daß ein beladener Eisenbahnwaggon vor der Kabine hält, haben wir die Ortsdosisleistung in der Kabine abgeschätzt. Bei einer Wandstärke von 40 cm Normalbeton und einem Arbeitsabstand des Personals von 0,5 m hinter der Wand beträgt die Ortsdosisleistung ca. 2  $\mu$ Sv/h. Diese halten wir unter allen Betriebsumständen für ausreichend niedrig. Gegen die Stärke der Seitenwände haben wir ebenfalls keine Einwände.

### Leitstand "Gebindeeingangskontrolle"

Für die Abschirmung des Leitstandes ist eine 30 cm starke Wand aus Barytbeton vorgesehen /EG 43/. Die Fenster werden als Abschirmfenster ausgebildet, deren Abschirmwirkung äquivalent der Abschirmwirkung der Wände ist /EG 43/. Auch der Abschirmfaktor der Wanddurchführung für den Kontaminationsmeßautomaten ist mindestens ebenso groß /EU 281/. Die konstruktive Ausführung der Durchführung soll erst im Rahmen der Vorprüfung festgelegt werden /EU 411/. Die tätigkeitsbezogene Dosis ist nach den Angaben des Antragstellers bei Verwendung des Abschirmfaktors 100 kleiner als 0,3 mSv im Jahr /EU 72.5/.

### Bewertung

Die vom Antragsteller bei der Berechnung der Personendosis verwendeten Arbeitszeiten halten wir für realistisch, die Arbeitsabstände werden konservativ kurz angesetzt. Für unsere eigene Dosisabschätzung berücksichtigen wir, daß der Arbeitsabstand vom Gebinde während der Wischtestnahme mindestens 2 m beträgt, wenn sich die Personen in 0,5 m Abstand von der Kabinenwand aufhalten. Damit erhalten wir für die tätigkeitsbezogene effektive Dosis ca. 0,3 mSv. Diese Dosis ist ausreichend niedrig. Gegen die vorgesehenen Abschirmmaßnahmen haben wir daher keine Einwände.

### Freimeßplätze in der Umladehalle

An den Freimeßplätzen soll die Kontaminationsfreiheit der Tauschpaletten und der Transportfahrzeuge vor dem Verlassen des Kontrollbereichs nachgewiesen werden. Dazu werden empfindliche Kontaminationsmeßgeräte verwendet, die nur bei niedrigem Strahlungsuntergrund sinnvoll eingesetzt werden können. Während des Betriebs können an den Freimeßplätzen durch Strahlung aus dem Puffertunnel und aus dem Umladebereich Ortsdosisleistungen von etwa  $3 \mu\text{Sv/h}$  auftreten /EU 283/. Der Hauptanteil stammt dabei von Gebinden, die sich unabgeschirmt in der Umladehalle befinden. Für den Meßbetrieb muß die Dosisleistung aber kleiner als  $0,5 \mu\text{Sv/h}$  sein /EU 283/. Der Antragsteller plant daher, die Freimessungen bei Bedarf während Zeiten durchzuführen, in



denen keine Gebinde in der Nähe der Freimeßplätze sind, oder Abschirmwände aufzustellen. Zur Abschirmung der Strahlung von Gebinden im Puffertunnel wird dessen Wand aus 35 cm dickem Barytbeton ausgeführt /EG 43/. Tür und Tor zwischen Tunnel und Umladehalle werden als Abschirmelemente mit vergleichbarer Abschirmwirkung ausgebildet /EG 43/. Die Dosisleistung an den Freimeßplätzen durch Gebinde im Puffertunnel ist damit kleiner als  $0,03 \mu\text{Sv/h}$  /EU 283/.

### Bewertung

Wir sind wie der Antragsteller der Ansicht, daß bei den zu erwartenden Dosisleistungen eine Kontaminationsüberprüfung durch Direktmessung stark erschwert oder sogar unmöglich wird. Selbst die vom Antragsteller als gerade noch akzeptabel angesehene Ortsdosisleistung von  $0,5 \mu\text{Sv/h}$  führt bei den empfindlichen Kontaminationsmeßgeräten bereits zu einem stark erhöhten Nulleffekt, der die Nachweisgrenze verschlechtert und längere Meßzeiten nötig macht.

Durch Strahlung von Gebinden im Puffertunnel kommt es auch nach unserer Rechnung nur zu einer geringen Ortsdosisleistung ( $< 0,1 \mu\text{Sv/h}$ ) im Freimeßbereich. Die Freimessungen sind dabei möglich.

Sollen Freimessungen auch während des Umladebetriebs durchgeführt werden, so halten wir eine ausreichende Abschirmung der Freimeßplätze durch die vom Antragsteller genannten Abschirmwände für möglich. Der Boden der Umladehalle ist für die anfallenden Lasten ausgelegt (siehe Kap. 2.2 dieses Gutachtens).

### Hauptleitstand Umladeanlage

Der Hauptleitstand der Umladehalle dient der Steuerung der Betriebsabläufe in der Umladehalle. Er ist im 1. Obergeschoß zwischen Umladehalle und Schachthalle angeordnet.

Die Wände des Hauptleitstands und des benachbarten Besucherraums bestehen aus 24 cm Beton /EG 43/. Die Fenster beider Räume zur Umladehalle bzw. zur Schachthalle

werden als Abschirmelemente mit einer zur Wand äquivalenten Abschirmwirkung ausgebildet /EG 43/. Der Abschirmfaktor beträgt mindestens 8 /EU 72.5/.

Bei diesen Abschirmwandstärken erwartet der Antragsteller eine Ortsdosisleistung von unter  $1 \mu\text{Sv/h}$ . Für seine Dosisabschätzung setzt er konservativ eine Ortsdosisleistung von  $1 \mu\text{Sv/h}$  an, so daß die effektive Dosis  $1,6 \text{ mSv}$  im Jahr beträgt /EU 72.5/.

### Bewertung

Nach unserer Prüfung beträgt der Abschirmfaktor der Wände 6,5. Die Ortsdosis im Leitstand durch Abfallgebinde in der Schachthalle beträgt dann nach unserer Abschätzung ca.  $0,3 \text{ mSv}$  im Jahr. Die Dosis durch die Abfallgebinde in der Umladehalle läßt sich vorab nur schwer abschätzen, da die Standzeiten unbekannt sind. Sie wird aber auch bei der Annahme von langen Standzeiten nicht größer sein als die Dosis durch die Gebinde in der Schachthalle. Insgesamt erwarten wir daher, daß die Personendosen deutlich unter  $1 \text{ mSv}$  im Jahr liegen werden. Die vorgesehene Abschirmmaßnahme halten wir deshalb für ausreichend.

### Leitstand Füllort 850-m-Sohle

Vom Leitstand Füllort aus wird das Umladen der Abfallgebinde vom Plateauwagen auf die Transportwagen unter Tage gesteuert. Er ist ständiger Arbeitsplatz von 2 Personen. Der Antragsteller gibt für diese eine tätigkeitsbezogene Personendosis von  $1,5 \text{ mSv}$  im Jahr an. Der größte Einzelbeitrag (ca.  $0,75 \text{ mSv}$ ) wird dabei durch die Vorbeifahrt der beladenen Plateauwagen am Leitstand verursacht. Als Fahrtgeschwindigkeit wird hierfür  $0,6 \text{ m/s}$  angesetzt /EU 72.5/. Eine Abschirmung des Leitstandes ist nicht vorgesehen /EU 208/.

Am Füllort gibt es außerhalb des Leitstands zusätzlich einen Strahlenschutzraum /EU 208/. Dieser dient dem Strahlenschutz als Geräte- und Unterlagenstützpunkt, nicht jedoch als ständiger Arbeitsplatz /216/.

### Bewertung

Die Fahrgeschwindigkeit des beladenen Plateauwagens ist auf 0,2 m/s begrenzt /EU 208/. Die durch die Vorbeifahrt der Plateauwagen am Leitstand verursachte Dosis wäre deshalb allein aus diesem Grund schon dreimal höher als vom Antragsteller angesetzt. Für die übrigen Transportschritte setzen wir aufgrund unserer Erfahrungen längere Zeiten an als der Antragsteller. Dabei berücksichtigen wir auch die Zeit für das Einfahren des beladenen Förderkorbs in das Füllort und mögliche Wartezeiten beim Umsetzen der Gebinde auf die Transportwagen. Wir schätzen die tätigkeitsbezogene Personendosis damit insgesamt zu 10 mSv im Jahr ab. Diese Strahlenexposition muß durch Abschirmmaßnahmen reduziert werden. Als Abschirmfaktor halten wir 10 für erforderlich. Wir halten es außerdem für erforderlich, die Ausführungsplanung für diese Abschirmungen mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen vor Errichtung zu prüfen (AV 3.4.4-2).

Die Ortsdosis im Strahlenschutzraum haben wir für den Einschichtbetrieb zu etwa 4 mSv im Jahr abgeschätzt. Da sich das Personal hier aber nur kurzfristig aufhalten muß, erwarten wir keine wesentliche Strahlenexposition. Wir halten deshalb zusätzliche Abschirmungen nicht für erforderlich.

### Meßraum für Kaminabluft

Der Meßraum für die Kaminabluft befindet sich innerhalb des Kaminsockels. Seine Wände bestehen aus 30 cm Beton /EG 43/. Der Meßraum kann vom Außengelände aus erreicht werden.

### Bewertung

Der Meßraum ist für den Strahlenschutz des Personals und für die Durchführung der Messungen günstig angeordnet. Nach unserer Rechnung schirmen die Wände der Pufferhalle und des Meßraumes die Strahlung der Gebinde so ab, daß die Arbeit im Meßraum ohne nennenswerte Strahlenexposition erfolgen kann.

### 3.4.4.3 Dekontaminierbare Oberflächen

In den Räumen des Kontrollbereichs der obertägigen Anlagen sind dekontaminierbare Oberflächen vorgesehen /EU 161/. Je nach Anforderung an die Räume und deren Oberflächen werden Beschichtungen in unterschiedlicher Ausführung geplant. In einigen Bereichen wird die Dekontaminierbarkeit durch Wand- und Bodenfliesen angestrebt. Kunststoffbeläge sind z. B. in Laborräumen, Fluren und Büroräumen vorgesehen.

Für Bodenbeschichtungen ist als Hauptbestandteil lösungsmittelfreies Epoxidharz und Härtung mit cycloaliphatischen Polyaminen vorgesehen. Wandbeschichtungen bestehen aus einem wasserverdünnbarem Epoxidsystem.

Stahlteile werden mit einem lösungsmittelfreien Epoxidharz beschichtet. Für Kunststoff-Fußbodenbeläge werden pigmentierte PVC-weich-Beläge verwendet. Als Wand- und Bodenfliesen sind Steinzeugfliesen vorgesehen.

Für den Fugenabschluß bei beschichteten Flächen wird ein Benzamid-System verwendet. Fliesenfugen bestehen aus aminisch gehärtetem Epoxidharz mit mineralischen Füllstoffen. Fugen bei Kunststoffbelägen werden mit PVC-Masse verschlossen. Die Dekontaminierbarkeit der verschiedenen Oberflächen wird nach den Anforderungen der DIN 25415 /143/ und DIN ISO 7503-1 /78/ angegeben:

Bodenbeschichtungen:	sehr gut
Wandbeschichtungen:	sehr gut
Stahlbeschichtung:	sehr gut
Kunststoffbeläge:	gut
Steinzeugfliesen:	gut
Fugen in Beschichtungen:	sehr gut
Fugen in Kunststoffbelägen:	sehr gut
Fugen in Fliesen:	mäßig

Die Stärke der Fußbodenbeschichtung richtet sich nach der Beanspruchung und beträgt 2 oder 3 mm. Eine Stärke von 2 mm wird z.B. für Räume zur Behandlung kontaminierter Flüssigkeiten, Grubenwasserübergabestation, Zwischenbau und Tunnel der Umladehalle und die Umladehalle selbst (Fahrbereich 3 mm) vorgesehen. Der Sonderbehand-

lungsraum, die Pufferhalle, die Schachthalle, die Werkstatt und der Übergabebereich erhalten eine 3 mm starke Fußbodenbeschichtung.

Bei den mehrschichtig auszuführenden Beschichtungen werden die einzelnen Schichten farblich unterschiedlich eingefärbt. Bei den Wassersammelrinnen und Pumpensämpfen wird eine Gewebeeinlage in die Beschichtung eingearbeitet /EU 161/. In Bereichen, in denen mit dem Vorhandensein kontaminierter Flüssigkeiten bei Leckage gerechnet werden muß, z.B.

- in der Grubenwasser-Übergabestation (gesamte Bodenfläche dient als Auffangwanne),
- im Lüftergebäude (Auffangbecken unter Sammelbehältern für das im Diffusor aufgefangene Kondensat),
- in der Umladeanlage (Raum "Behandlung Flüssiger Abfälle" (U 19/09R001), Auffangbecken unter den Behältern für flüssige Abfälle),
- in der Umladeanlage (Raum "Flüssige Abfälle 2" (U 11/09R002): gesamte Nutzfläche als Auffangwanne),

werden Vorkehrungen getroffen, die Dekontbeschichtungen wiederkehrend kontrollieren zu können.

Wandbeschichtungen werden 2-schichtig in einer Gesamtstärke von 80 µm ausgeführt. Sie werden in den meisten Räumen bis zu einer Höhe von 2 m, in der Pufferhalle bis zu einer Höhe von 4,5 m aufgebracht. Laborräume, Flure und Räume zur Behandlung flüssiger Abfälle, Sonderbehandlungsraum und die Grubenwasserübergabestation erhalten raumhohe Wandbeschichtungen.

Unter Tage sind nur im Bereich der Kontrollbereichswerkstatt bauliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Dekontaminierbarkeit vorgesehen. In den sonstigen untertägigen Anlagen müssen bergtechnische Gesichtspunkte und Möglichkeiten berücksichtigt werden. Kontaminationen werden dort durch mechanisches Abtragen oder Absaugen beseitigt oder durch Spritzbeton überdeckt /EU 403/.

### Bewertung

Wir haben geprüft, ob in allen Räumen der Kontrollbereiche der übertägigen Anlagen dekontaminierbare Oberflächen vorgesehen sind. Weiterhin haben wir geprüft, ob die Art der Oberflächenbehandlung oder der Beläge für den vorgesehenen Zweck geeignet ist. Anforderungen an den Ausgangszustand des zu beschichtenden Untergrunds werden in Kapitel 2.2.4 dieses Gutachtens behandelt.

Alle Räume des Kontrollbereichs erhalten dekontaminierbare Oberflächen. In den überwiegenden Fällen ist eine "sehr gut" zu dekontaminierende Oberfläche vorgesehen. Damit wurde eine ausreichende Strahlenschutzvorsorge im Hinblick auf die Dekontaminierbarkeit getroffen.

Gegen den Aufbau der Beschichtungen und der Untergrundvorbereitung haben wir keine Einwände.

Mit der vorgesehenen Ausführung der Wandbeschichtung sind wir einverstanden. Die Höhen der Wandbeschichtungen werden entsprechend den Anforderungen der KTA 1301.1 /141/ ausgeführt.

Wir halten es für unumgänglich, daß bei den untertägigen Anlagen bergmännische Gesichtspunkte bei der Ausführung dekontaminierbarer Oberflächen berücksichtigt werden. Das anzustrebende Ziel, Kontaminationsverschleppungen zu vermeiden, kann durch die in /EU 403/ aufgelisteten und nach einer Kontamination zu treffenden Maßnahmen erreicht werden. Zu diesen Maßnahmen gehören z.B. der mechanische Abtrag kontaminierter Schichten, das Absaugen loser kontaminierter Teilchen oder das großflächige Überdecken kontaminierter Bereiche. Wir halten diese Maßnahmen angesichts des Kontaminationsrisikos und der zu erwartenden Aktivitäten (vgl. Kap. 2.3.5.3.2 dieses Gutachtens) für angemessen.

### **3.4.5 Strahlenschutz in besonderen Situationen**

#### **3.4.5.1 Dekontamination von Personen und Anlagenteilen**

Als mögliche Quellen von Kontamination nennt der Antragsteller in der Entwurfsplanung Strahlenschutz /EU 282/

- die Oberfläche radioaktiver Abfallgebinde,
- kontaminierte Betriebsmittel,
- offene radioaktive Stoffe im Laborbereich und
- radioaktive Aerosole in den Wettern unter Tage.

Die Kontaminationsgefahr durch Abfälle wird als sehr gering eingestuft. Es sind regelmäßige Kontaminationskontrollen vorgesehen. Bei Auftreten erhöhter Kontamination werden unverzüglich Gegenmaßnahmen (z.B. Dekontaminationsmaßnahmen) eingeleitet, um eine unbeabsichtigte Verschleppung oder eine Inkorporation zu verhindern /EU 282/. Als Hilfsmittel zur Dekontamination von Geräten und Gebäudeoberflächen stehen u.a. Bodenreinigungsgeräte, ein Waschsaugegerät, ein Strahlrecycling-Gerät, ein Heißwasserhochdruckreiniger, eine Dekontaminationswanne, ein Dekontaminationszelt und ein fahrbares Absauggerät mit Filter zur Verfügung /EU 173/. Für die Reinigung von Fahrzeugen unter Tage ist ein Reinigungsplatz mit Bodenwanne und integrierem Pumpsumpf vorgesehen /EU 403/.

Für die Personendekontamination sind im Kontrollbereich über Tage ein Dekontraum mit Dusche und unter Tage zwei Dekontcontainer mit Handwaschbecken vorgesehen /EU 279, EU 316, EU 422/. Hilfsmaterialien für die Personendekontamination werden vorrätig gehalten /EU 281/. Die Dekontamination erfolgt nach Anweisung der Betriebsabteilung Strahlenschutz /EU 316/.

#### **Bewertung**

Wir stimmen mit dem Antragsteller in der Ansicht überein, daß die Kontaminationsgefahr im Endlager insgesamt nur sehr gering ist. Die umfangreichen Vorsorgemaßnahmen, die der Antragsteller trotzdem trifft, sind ihrem Umfang nach ausreichend, um mögliche Kontaminationen zu erkennen und zu beseitigen. Die Meßgeräte behandeln wir in Kap. 3.6 dieses Gutachtens.

Durch die dekontfähige Ausführung von Oberflächen in den Bauanlagen des Kontrollbereichs über Tage und der Transportsysteme für die radioaktiven Gebinde wird die Dekontamination dieser Anlagenteile erleichtert (vgl. Kap. 2.3.1 und 3.4.4.3 dieses Gutachtens). Die dafür nötigen Geräte sind vorhanden. Auch für die Personendekontamination sind die vorgesehenen Einrichtungen ausreichend. Durch die Einbindung des Strahlenschutzes sind die Voraussetzungen gegeben, vorhandene Kontaminationen so schonend zu beseitigen, daß Inkorporationen über die Haut vermieden werden.

Insgesamt sind damit ausreichende Vorsorgemaßnahmen zur Dekontamination von Personen und Material im Betrieb des Endlagers getroffen.

### **3.4.5.2 Nicht den Endlagerungsbedingungen entsprechende Gebinde**

Der Antragsteller sieht für Gebinde, die wegen

- erhöhter Dosisleistung,
- erhöhter Kontamination oder
- Beschädigungen

nicht den Endlagerungsbedingungen genügen, folgende Maßnahmen vor /EU 84, EU 226, EU 281, EU 283, EU 316/:

- die normale Einlagerung,
- die Einlagerung unter besonderen Maßnahmen und
- den Rücktransport zum Ablieferer oder zu einer anderen externen Stelle.

Der Antragsteller hat Kriterien festgelegt, anhand derer das Vorgehen bei der Anlieferung solcher Gebinde festgelegt wird /EU 283/. So werden z.B. Gebinde, deren Dosisleistung den zulässigen Grenzwert bis zu einem Faktor 3 übersteigt, gekennzeichnet und anschließend normal eingelagert. Bei Grenzwertüberschreitungen um mehr als den Faktor 3 werden besondere Schutzmaßnahmen, wie z.B. zusätzliche Abschirmungen, durchgeführt.

Besondere Maßnahmen im Hinblick auf die Kontamination der Gebinde sind vorgesehen, wenn das Zehnfache des Kontaminationsgrenzwertes der Endlagerungsbedingun-



gen überschritten wird. Mögliche Maßnahmen sind dann z.B. die Umhüllung der kontaminierten Stellen mit Folie oder die Fixierung der Kontamination mit Lack /EU 283/.

Beschädigte Gebinde werden normal eingelagert, wenn die Handhabung nicht beeinträchtigt ist und keine radiologischen Auswirkungen zu erwarten sind /EU 283/.

Wenn die normale Handhabung beeinträchtigt ist (z.B. durch verbogene Anschlagpunkte für das Hebezeug) oder wenn Aktivitätsfreisetzungen zu besorgen sind, ist eine Reparatur im Endlager vorgesehen, sofern dies mit den dort vorhandenen Hilfsmitteln möglich ist. Möglich sind z.B.

- Einsetzen neuer Isoeckbeschläge
- Zuschweißen von Rissen in metallischen Gebinden
- Materialfüllungen an beschädigten Betoncontainern
- Umsetzen in größere Container.

Bei einem notwendigen Rücktransport zum Ablieferer wird das Gebinde in einem Übercontainer verpackt /EU 84, EU 316/.

Bei allen beschriebenen Sondermaßnahmen wird nach der Unterlage /EU 283/ sofort das verantwortliche Strahlenschutzpersonal eingeschaltet, damit es die notwendigen Strahlenschutzmaßnahmen festlegen kann.

Es ist vorgesehen, die grundsätzliche Vorgehensweise in den "Betriebstechnischen Rahmen" des Zechenbuch/Betriebshandbuchs (ZB/BHB) aufzunehmen und detaillierte Angaben in einzelnen Anweisungen zu machen /EU 316/. So werden die Kriterien für diese Vorgehensweise in eine Strahlenschutzanweisung bzw. Strahlenschutzdienstanweisung aufgenommen /EU 281/.

### Bewertung

Gebinde, die nicht den Endlagerungsbedingungen entsprechen, werden wegen der vorgeschalteten Produktkontrolle im Einlagerungsbetrieb nur in seltenen Fällen vorkommen. Es ist plausibel, daß nicht für jeden Einzelfall schon im voraus das Vorgehen geplant werden kann. Wir halten daher das gewählte Verfahren für zweckmäßig,

anhand von Entscheidungskriterien den weiteren Ablauf bei der Behandlung solcher Gebinde festzulegen. Durch die vorgesehene Aufnahme dieser Kriterien in das ZB/BHB wird der Handlungsrahmen ausreichend festgelegt. Gleichzeitig bleibt ausreichend Flexibilität erhalten, um auf den Einzelfall zugeschnittene Maßnahmen treffen zu können. Das fachkundige Strahlenschutzpersonal wird bei den Planungen so rechtzeitig beteiligt, daß der Strahlenschutz des Personals auch unter Berücksichtigung des Minimierungsgebots ausreichend berücksichtigt werden kann.

Die grundsätzliche Vorgehensweise sollte allerdings nicht in den "Betriebstechnischen Rahmen" des ZB/BHB sondern in den sicherheitstechnischen Rahmen aufgenommen werden (siehe AV 4.3-14 in Kap. 4.3.2 dieses Gutachtens).

Die in den Unterlagen /EU 84, EU 283/ beispielhaft angegebenen Maßnahmen, wie

- Überdeckung oder Fixierung kontaminierter Flächen und
- Verwendung zusätzlicher Abschirmungen

sind grundsätzlich geeignet, die Gebinde in einen einlagerungsfähigen Zustand zu bringen, bei dem auch der Strahlenschutz des Einlagerungspersonals ausreichend berücksichtigt wird.

Mit den Einrichtungen des Sonderbehandlungsraums (z.B. Arbeitszelt mit gefilterter Absaugung, Schweißgeräte) sind Reparaturen an Gebinden möglich, bei denen Aktivitätsfreisetzungen zu besorgen sind. Der Strahlenschutz des Personals kann nach unseren Erfahrungen durch den Einsatz von Körperschutzmitteln und Abschirmungen ausreichend sichergestellt werden.

### **3.4.5.3 Strahlenschutzvorsorge für Instandhaltungsmaßnahmen**

Der Antragsteller berücksichtigt die Strahlenschutzvorsorge für Instandhaltungsmaßnahmen durch

- organisatorische Regelungen,
- geeignete Auslegung von Systemen und Komponenten und
- Bereitstellung von Strahlenschutzhilfsmitteln.

Die organisatorischen Maßnahmen sollen im wesentlichen sicherstellen, daß das Strahlenschutzpersonal in die Arbeitsvorbereitung und die Durchführung der Arbeiten eingebunden wird. Darauf gehen wir im Kapitel 4.3 dieses Gutachtens ein.

Die Auslegung von Systemen und Komponenten soll es ermöglichen, Instandhaltungsmaßnahmen möglichst außerhalb des Strahlenfeldes von Abfallbinden durchzuführen. Um beim Ausfall der automatisierten Meßeinrichtungen der Gebindeeingangskontrolle die Ausfallzeiten, in denen Handmessungen durchgeführt werden müssen, möglichst kurz zu halten, werden die Ersatzteile in angemessenem Umfang vorgehalten /EU 226/.

Bei den vorgesehenen Strahlenschutzhilfsmitteln und mobilen Hilfseinrichtungen handelt es sich um

- Meßgeräte für Ortsdosisleistung, Kontamination und Raumluftaktivität,
- Körperschutzmittel (Schutzkleidung, Atemschutzmasken),
- mobile Abschirmungen (Setzsteine, Bleimatten, Abschirmwände),
- Abfallsammelbehälter,
- Material zur Absperrung, Kennzeichnung und Warnung,
- Abdeckfolien,
- Dekontaminationsmaterial,
- ein Dekontaminationszelt mit mobiler Lüftungsanlage und Luftfilter,
- einen Hochdruckreiniger und ein Strahl-Recycling-Gerät,
- Bodenreinigungsgeräte und
- besondere Kommunikationsmittel /EU 173, EU 281/.

Die Angaben sind qualitativ und es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die genaue Ausführung und die Anzahl der Hilfsmittel zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt werden.

### Bewertung

Betriebliche Störungen, die zu einer Strahlenexposition des Betriebspersonals durch Direktstrahlung führen, können an allen technischen Systemen auftreten, die unmit-

telbar dem Transport oder der Einlagerung der Gebinde dienen (z.B. Hebezeuge, Transportfahrzeuge). Weiterhin kann es zu einer Strahlenexposition bei der Instandsetzung von ortsfesten Systemen in Räumen kommen, in denen Gebinde lagern oder transportiert werden.

Bei der Behebung von betrieblichen Störungen muß es vorrangiges Ziel sein, Abstand zwischen den radioaktiven Gebinden und dem defekten System herzustellen oder die Dosisleistung durch Abschirmung zu reduzieren. In Kap. 2.3.1 und Kap. 4.2 dieses Gutachtens haben wir für die einzelnen Systeme aufgezeigt, daß diese Möglichkeiten bestehen.

Durch das Vorhalten von Ersatzteilen für die Meßeinrichtungen der Gebindeeingangskontrolle wird die Notwendigkeit von manuellen Messungen im Strahlenfeld der Abfallgebände auf ein Mindestmaß begrenzt.

Wir sind daher im Hinblick auf mögliche Instandhaltungsarbeiten insgesamt der Ansicht, daß Reparaturmaßnahmen an allen Systemen und Komponenten außerhalb des Strahlenfeldes von Abfallgebänden oder unter hinreichender Abschirmung durchgeführt werden können.

Bei der Bewertung des Umfangs der vorgesehenen Hilfsmittel orientieren wir uns an den Vorgaben der KTA-Regel 1301.2 /142/, die eine Auflistung wichtiger Strahlenschutzhilfsmittel enthält. Der Antragsteller hat bei seiner Planung alle erforderlichen Hilfsmittel berücksichtigt. Gegen die Absicht des Antragstellers, die Detailausführung und die Anzahl der Strahlenschutzhilfsmittel erst später festzulegen, haben wir keine Einwände. Insbesondere technische Geräte werden weiter entwickelt und verbessert, so daß es vernünftig ist, sich erst kurzfristig für einen genauen Gerätetyp zu entscheiden. So kann sichergestellt werden, daß die Hilfsmittel zur Zeit der Inbetriebnahme des Endlagers dem Stand der Technik entsprechen.

Wir halten es für erforderlich, im Rahmen der Eigenüberwachung und unter Hinzuziehung eines unabhängigen Sachverständigen spätestens während der Inbetriebnahmephase B zu prüfen, ob alle Hilfsmittel in der erforderlichen Anzahl und Qualität vorhanden sind /AV 3.4.5-1/.

Bei Beachtung dieses Auflagenvorschlags ist ausreichend Vorsorge für den Strahlenschutz des Personals bei Instandhaltungsarbeiten getroffen.

### 3.4.5.4 Vorsorgemaßnahmen für den Brandfall

Im Brandfall sollen erste Brandbekämpfungsmaßnahmen von in der Brandbekämpfung ausgebildeten Personen des Betriebspersonals oder Fremdpersonals durchgeführt werden /EU 278, EU 316/. Über Tage führt die Berufsfeuerwehr Salzgitter die Löscharbeiten fort und zieht bei Bedarf die freiwilligen Feuerwehren der Stadt Salzgitter und die Werkfeuerwehr der Preussag-Stahl AG hinzu. Unter Tage kommen die Grubenwehr und, falls erforderlich, weitere Hilfeleistungwehren zum Einsatz.

Das Gelände der Schachanlage Konrad wird folgendermaßen in Gefahrengruppen eingeteilt /EU 278, EU 316/:

Zur Gefahrengruppe III gehören

- Umladehalle,
- Pufferhalle,
- Förderturm mit Schachthalle und Schachtkeller des Schachtes Konrad 2,
- der Kontrollbereich unter Tage.

Zur Gefahrengruppe I gehören

- alle übrigen Teile der Tagesanlagen auf dem Betriebsgelände des Schachtes Konrad 2,
- Tagesanlagen auf dem Betriebsgelände des Schachtes Konrad 1,
- der betriebliche Überwachungsbereich unter Tage.

Beim Feuerwehreinsatz im Bereich der Gefahrengruppe III muß nach den Vorgaben von § 37 StrlSchV /4/ und der Feuerwehrdienstvorschrift 9/1 /217/ eine im Strahlenschutz fachkundige Person anwesend sein. Während der Einlagerungsschichten ist dies durch die Anwesenheit von Strahlenschutzbeauftragten gegeben. Für die einlagerungsfreien Zeiten wird diese Person in den Bereitschaftsplan aufgenommen. Im Alarmfall begibt sich diese Person entsprechend den Regelungen der Rahmenbeschreibung "Brand-schutzordnung" (Reg. 1.6) /EU 316/ auf die Anlage.

Alle Grubenwehrmitglieder werden für ihre möglichen Einsätze im Kontrollbereich im Strahlenschutz ausgebildet /EU 316/.

### Bewertung

Wir haben geprüft, ob die Anforderungen des § 37 StrlSchV /4/ zur Einteilung des Endlagers in Gefahrengruppen erfüllt werden. Darüber hinaus haben wir geprüft, ob für das Betriebs- und Fremdpersonal, das die ersten Brandbekämpfungsmaßnahmen durchführen soll, eine ausreichende Strahlenschutz-Einweisung vorgesehen ist.

Die Einteilung des Endlagers in die Gefahrengruppen I bis III muß nach § 37 StrlSchV /4/ zusammen mit der zuständigen Behörde erfolgen. Das Kriterium für die Zuordnung einzelner Bereiche zu den Gefahrengruppen ist gemäß der Feuerwehrdienstvorschrift 9/1 /217/ die Aktivität, mit der in den Bereichen umgegangen wird, wobei noch zwischen offenen und umschlossenen radioaktiven Stoffen unterschieden wird. Bereiche, in denen mit offenen radioaktiven Stoffen bis zu  $10^4$  Freigrenzen umgegangen wird, gehören zur Gefahrengruppe I. Auch der Umgang mit umschlossenen radioaktiven Stoffen mit einer Aktivität bis zu  $10^7$  Freigrenzen ist in Bereichen der Gefahrengruppe I zulässig, sofern die Umhüllung dieser Stoffe bestimmten mechanischen und thermischen Beanspruchungen standhält. Ansonsten werden Bereiche mit einer Aktivität bis zu  $10^7$  Freigrenzen in die Gefahrengruppe II eingeordnet. Bei offener oder umschlossener Aktivität von mehr als  $10^7$  Freigrenzwerten werden die Bereiche der Gefahrengruppe III mit den strengsten Schutzvorschriften zugeordnet. Von dieser Einteilung kann im Einzelfall abgewichen werden, wenn nach der Gefahrenlage für das Einsatzpersonal eine andere Einteilung sinnvoll ist.

Für den Einsatz der Feuerwehren über Tage gelten folgende Schutzmaßnahmen /217/:

Gefahrengruppe I:	je nach Situation Atemschutz
Gefahrengruppe II und III:	Feuerwehreinsatz nur unter Strahlenschutzüberwachung und mit Sonderausrüstung (Atemschutzgerät, Kontaminationsschutzkleidung, Personendosimeter, div. Strahlenschutzmeßgeräte)

Bei der Gefahrengruppe III ist zusätzlich die Anwesenheit einer im Strahlenschutz besonders ausgebildeten Person ("Sachverständiger" nach § 37 StrlSchV) erforderlich.

Als Sachverständige kommen in Frage /217/:

- Strahlenschutzverantwortlicher oder -beauftragter des Betriebs,
- fachkundige Vertreter der zuständigen Behörden,
- fachkundige Einsatzkräfte.

Die Einteilung des Endlagers in Gefahrengruppen /EU 278, EU 316/ erfüllt nach unserer Prüfung nicht in allen Bereichen die Anforderungen der Feuerwehr-Dienstvorschrift /217/. Nach den Festlegungen in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ können die Abfallgebinde eine größere Aktivität als das  $10^7$ -fache der Freigrenzwerte enthalten. Deshalb müssen alle Gebäudeteile, in denen sich Abfallgebinde befinden können, in die Gefahrengruppe III eingestuft werden.

Neben den Gebäudeteilen, die in den Unterlagen /EU 278, EU 316/ aufgelistet sind, müssen deshalb auch der Sonderbehandlungsraum und die Trocknungsanlagen für LKW und Waggonen in die Gefahrengruppe III eingestuft werden /AV 3.4.5-2/.

Auf dem Betriebsgelände des Schachtes Konrad 2 befinden sich außerhalb der Gebäude die Standplätze der LKW und das Puffergleis, auf dem mit Abfallgebinden beladene Fahrzeuge vor der Einfahrt in die Trocknungsanlage abgestellt werden. Die vom Antragsteller vorgenommene Einstufung dieser Bereiche in die Gefahrengruppe I halten wir wegen der Aktivität in den Abfallgebinden nicht für ausreichend. In Anlehnung an die Regelungen, die gemäß der Feuerwehrdienstvorschrift 9/1 beim Einsatz in Zusammenhang mit Transporten radioaktiver Stoffe nötig sind, halten wir eine Einstufung dieser Bereiche mindestens in die Gefahrengruppe II für notwendig. Die Gefahr, radioaktive Brandgase bei Löscharbeiten zu inhalieren, ist im Freien erheblich geringer als in geschlossenen Räumen. Ein Überschreiten des in der Feuerwehrdienstvorschrift 9/1 festgelegten Dosisrichtwertes von 15 mSv ist ausgeschlossen, weil die Ortsdosisleistung der Abfallgebinde begrenzt ist. Deshalb können Löscharbeiten außerhalb der Gebäude nach unserer Einschätzung auch dann ohne Gefahr für den Strahlenschutz der Einsatzkräfte durchgeführt werden, wenn kein Sachverständiger nach § 37 StrlSchV /4/ anwesend ist. Eine Einstufung in die Gefah-

rengruppe III ist daher nicht notwendig. Die Standplätze der LKW und das Eisenbahnpuffergleis sind deshalb in die Gefahrengruppe II einzustufen (vgl. AV 3.4.5-2).

Im Kellergeschoß unter dem Sonderbehandlungsraum befindet sich das Lager für flüssige Abfälle. Da keine hohen Kontaminationen in der Anlage erwartet werden, wird das Aktivitätsinventar in diesen Räumen voraussichtlich nur gering sein, so daß eine Einstufung in die Gefahrengruppe I ausreicht. Da in diesen Räumen auch kontaminierte Lösungsmittel gelagert werden, wird ein Löschangriff ohnehin unter Atemschutz durchgeführt. Angesichts des geringen Kontaminationsrisikos haben wir keine Anforderungen zu weiteren Schutzmaßnahmen.

Gegen die Einstufung der übrigen Bereiche des Betriebsgeländes in die Gefahrengruppe I haben wir keine Einwände.

Mit der Rufbereitschaft der Strahlenschutzbeauftragten erfüllt der Antragsteller prinzipiell die nach § 37 StrlSchV und nach der Dienstvorschrift 9/1 /217/ notwendigen Voraussetzungen für den Feuerwehreinsatz in Bereichen der Gefahrengruppe III. Allerdings wurde bisher noch keine Zeit festgelegt, innerhalb der der Strahlenschutzbeauftragte nach der Alarmierung auf dem Betriebsgelände eingetroffen sein muß.

Bei der Betrachtung des Brandstörfalls über Tage wird die Randbedingung berücksichtigt, daß spätestens 30 min nach Branderkennung ein Löschangriff erfolgt, und damit eine Aufheizung von Abfallgebinden verbunden mit einer Aktivitätsfreisetzung verhindert wird (vgl. Kap. 5 dieses Gutachtens). Durch die brandschutztechnische Auslegung des Endlagers (vgl. Kap. 2.4 dieses Gutachtens) ist sichergestellt, daß Entstehungsbrände innerhalb des Zeitraums von 30 min nach Branderkennung nicht zu einer derartigen Aufheizung von Abfallgebinden führen, daß damit eine Aktivitätsfreisetzung verbunden ist. Zur Einhaltung dieser wichtigen Randbedingung halten wir es für erforderlich, daß spätestens 30 Minuten nach Ausbruch eines Brandes in Bereichen der Gefahrengruppe III über Tage ein Sachverständiger nach § 37 StrlSchV auf dem Betriebsgelände von Schacht Konrad 2 anwesend ist /AV 3.4.5-3/. Dies kann erreicht werden durch

- ständige Anwesenheit eines werksangehörigen Sachverständigen (Strahlenschutzbeauftragten) auf dem Betriebsgelände von Schacht Konrad 2,



- Festlegung einer Rufbereitschaft derart, daß ein Sachverständiger spätestens nach 30 Minuten eintrifft oder
- Ausbildung aller potentiellen Einsatzleiter der Berufsfeuerwehr als Sachverständige nach § 37 StrlSchV.

Sollte aufgrund höherer Gewalt keine dieser drei Voraussetzungen beim Entstehen eines Brandes erfüllt sein, erwarten wir, daß die anwesende Feuerwehr unabhängig davon mit dem Löschangriff beginnt.

Für den untertägigen Bereich gibt es keine entsprechende zeitliche Anforderung an den Beginn des Löschangriffs. Um jedoch auch hier unnötige Zeitverzögerungen beim Beginn der Löscharbeiten zu vermeiden, empfehlen wir, auch für den Einsatz der Grubenwehr durch entsprechende Regelungen die Anwesenheit eines Sachverständigen nach § 37 StrlSchV sicherzustellen.

Nach den Anforderungen der Feuerwehrdienstvorschrift 9/1 müssen alle Feuerwehreinsatzkräfte vor Einsätzen in Verbindung mit radioaktiven Stoffen eine entsprechende Ausbildung im Strahlenschutz erhalten. Die Überprüfung der Umsetzung dieser Vorschrift bei den Feuerwehren ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens. Wir halten es für erforderlich, auch das Betriebspersonal des Endlagers Konrad, das die ersten Brandbekämpfungsmaßnahmen einleiten soll, entsprechend auf seinen Einsatz vorzubereiten. Für die Mitglieder der Grubenwehr sieht der Antragsteller eine Ausbildung vor. Für andere Personengruppen, wie das Wachpersonal, das außerhalb der Einlagerungsschichten einen ersten Löschangriff einzuleiten hat, ist jedoch keine Ausbildung vorgesehen. Wir halten es für erforderlich, daß alle Mitarbeiter, die eine spezielle Ausbildung für die Brandbekämpfung im permanenten Kontrollbereich oder an LKW oder Waggons, die mit Abfallbinden beladen sind, erhalten, auch die dazu erforderliche Strahlenschutzunterweisung erhalten. Eine entsprechende Regelung ist in das ZB/BHB aufzunehmen /AV 3.4.5-4/.

### 3.4.5.5 Strahlenexposition bei Störfällen

Bei Störfällen kann es zu einer erhöhten Strahlenexposition des Betriebspersonals kommen. Störfälle, die zu einer Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallgebinden führen können, sind der Brand eines Fahrzeuges unter Tage oder die mechanische Belastung von Gebinden. Die höchsten mechanischen Belastungen treten bei einem Gebindeabsturz unter Tage aus 5 m Höhe in der Einlagerungskammer und über Tage in der Umladehalle oder in der Pufferhalle bei einer Fallhöhe von 3 m auf /EU 228/. Für das Aktivitätsinventar der Abfallbinde sind je nach Abfallbehälterklasse und Produktgruppe Grenzwerte für einzelne Nuklide oder Nuklidgruppen vorgegeben /EU 117/ (vgl. Kap. 5 dieses Gutachtens).

Zum Schutz des Betriebspersonals werden als Planungsrichtwert für die maximale Störfalldosis die Grenzwerte von § 49 StrlSchV /4/ für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A vorgegeben /EU 72.8/. Zur Einhaltung dieses Richtwertes sind nach dem Konzept der Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen für das Betriebspersonal /EU 72.8/ und nach den Rahmenbeschreibungen Strahlenschutzordnung und Störfälle des Zechenbuch/Betriebshandbuchs /EU 316/ außer der Begrenzung des Aktivitätsinventars der Abfallbinde auch folgende Schutzmaßnahmen vorgesehen:

- Flucht- und Rettungswege über Tage,
- Ausrüstung des Personals mit Atemschutzgeräten unter Tage (Selbstretter),
- Überwachung von Aktivitätsfreisetzungen mit der Strahlenschutzinstrumentierung,
- Warnung des Personals über das Kommunikationssystem,
- Belehrung auch im Hinblick auf Störfälle,
- Raum für Erste-Hilfe-Maßnahmen im Kontrollbereich.

Zum Schutz des Betriebspersonals werden darüber hinaus Regelungen über den Aufenthalt in kontaminierten Abwettern ins Zechenbuch/Betriebshandbuch aufgenommen /EU 283/.

Bei der Ermittlung der zu erwartenden Inhalationsdosen geht der Antragsteller davon aus, daß der Wetterstrom in den Einlagerungskammern  $34 \text{ m}^3/\text{s}$  beträgt, die freigesetzte Aktivität sich auf  $1.000 \text{ m}^3$  Luft verteilt und daß die Inhalationszeit bis zum Aufsetzen der Atemmaske oder zum Verlassen des Gefahrenbereichs 30 s beträgt. Die bei einem Gebindeabsturz zu erwartende Inhalationsdosis ermittelt der Antragsteller für den größten

Teil der Abfallgebinden mit kleiner als  $10 \mu\text{Sv}$ . Nur für wenige Abfallgebinde errechnet er einige mSv. Im Brandfall beträgt die Dosis maximal  $8 \text{ mSv}$  /EU 72.6/.

### Bewertung

Die Strahlenschutzverordnung enthält keine Dosisgrenzwerte für das Personal im Hinblick auf die Auslegung der Anlage gegen Störfälle.

Wir bewerten die Störfallvorsorge des Antragstellers unter dem Gesichtspunkt, ob Strahlenexpositionen auftreten können, die zu einer akuten Gefahr für das Betriebspersonals führen. Dies ist auf jeden Fall ausgeschlossen, wenn die Störfallgrenzwerte von § 28 Abs. 3 StrlSchV /4/, mit denen der Schutz der Bevölkerung in der Umgebung von Kernkraftwerken sichergestellt werden soll, nicht überschritten werden. Diese entsprechen im wesentlichen den Jahresgrenzwerten von § 49 Abs. 1 StrlSchV für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A.

Die Strahlenexposition durch Inhalation stellt auch nach unserer Einschätzung den relevanten Expositionspfad dar. Demgegenüber ist der Beitrag durch Direktstrahlung vernachlässigbar, weil stets die Möglichkeit gegeben ist, sich von den Gebinden zu entfernen.

Die Dosisabschätzung des Antragstellers halten wir, vom Gebindeabsturz in der Einlagerungskammer abgesehen, für geeignet, die ungefähre Größe einer möglichen Strahlenexposition zu ermitteln. Die vom Antragsteller ermittelten Inhalationsdosen beruhen jedoch auf Aktivitätsinventaren in nicht störfallfesten Gebinden, die nach der Neufassung der Endlagerungsbedingungen /EU 117/ inzwischen um den Faktor 7 reduziert wurden. Zudem ist die Einlagerung von Gebinden, die diese Grenzwerte zu mehr als 10 % ausschöpfen (Wert nach der Summenformel  $S > 0,1$ ) nur noch in Ausnahmefällen mit besonderer Genehmigung des BfS (höchstens 1 % aller Abfallgebinde) zulässig. Störfälle mit Beteiligung solcher Gebinde ( $S > 0,1$ ) zählen wegen ihrer geringen Eintrittswahrscheinlichkeit zum Restrisiko und werden deshalb nicht weiter betrachtet (s. Kap. 5.1 dieses Gutachtens). Andererseits wurde der Wetterstrom in der Einlagerungskammer auf  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  reduziert /EU 284/. Vor dem Gebindestoß beträgt die Wettermenge, die dort von der fliegenden Luttentour

herangeführt wird, sogar nur  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Wir haben diese Änderungen bei unserer eigenen Abschätzung der möglichen Strahlenexposition berücksichtigt.

Nach unserer Einschätzung hat das Personal bei einem Brandfall unter Tage genügend Zeit, sich vom Störfallort zu entfernen und sich dabei die Schutzmasken aufzusetzen. Eine Inhalationsdosis tritt daher nicht auf.

Bei einem mechanischen Störfall mit Abfallgebinden, die den Grenzwert 0,1 nach der Summenformel unterschreiten, werden die aus § 28 Abs. 3 StriSchV abgeleiteten Dosisrichtwerte nach unserer eigenen Abschätzung fast immer unterschritten. Überschreitungen können nur bei einem Gebindeabsturz in der Einlagerungskammer vorkommen, wenn mehrere ungünstige Umstände zugleich vorliegen:

- Abfallbehälterklasse I (nicht störfallfest)
- Abfallproduktgruppe 02
- Ausschöpfen des Grenzwerts von 0,1 nach der Summenformel im wesentlichen durch Aktinide.

Unter diesen Randbedingungen schätzen wir bei einem Absturz aus der größtmöglichen Höhe von 5 m die effektive Dosis zu ca. 50 mSv und die Teilkörperdosis der Knochenoberfläche zu ca. 900 mSv ab. Der aus § 28 StriSchV abgeleitete Richtwert von 300 mSv für diese Teilkörperdosis wird somit etwa um einen Faktor 3 überschritten.

Nach dem heutigen Kenntnisstand gibt es nur einen Abfallstrom, bei dem ein so großer Anteil von Aktiniden in der Abfallproduktgruppe 02 enthalten sein kann (MOX-Produktion bei der Firma Siemens). Solche Abfallgebinde werden nur sehr selten vorkommen. Da die Aktivität der Abfälle vor der Anlieferung der Gebinde bekannt ist, hat der Strahlenschutzbeauftragte zudem Gelegenheit, bei der Einlagerung solcher Gebinde vorsorglich Schutzmaßnahmen anzuordnen. Mögliche Schutzmaßnahmen sind beispielsweise die Begrenzung der Hubhöhe oder ein kurzzeitiges Ausschalten der Kabinenlüftung während des Hubvorgangs am Gebindestoß. Auch für das Personal, das sich zeitweilig in den Abwettern der Einlagerungskammern aufhält, können durch Regelungen im Zechenbuch/Betriebshandbuch oder Anweisungen des Strahlenschutzbeauftragten geeignete Vorsorgemaßnahmen festgelegt werden.

In der EG-Grundnorm /208/ werden für die einzelnen Nuklide geänderte Dosisfaktoren angegeben. Im Unterschied zum Bundesanzeiger /159/ beziehen sich diese Faktoren nur auf die effektive Dosis. Für die Teilkörperdosen werden keine Faktoren benannt. Der Dosisfaktor ist für die meisten der hier genannten Nuklide in der EG-Grundnorm niedriger als im Bundesanzeiger. Unsere Dosisabschätzung auf der Grundlage des Bundesanzeigers ist daher abdeckend auch mit den neuen Dosisfaktoren der EG-Grundnorm.

Um bei einem Gebindeabsturz unabhängig von der im Einzelfall abgeschätzten Dosis den Strahlenschutz an den regelmäßig besetzten Arbeitsplätzen zu verbessern, sollten Atemmasken mit Aerosolfilter vorgehalten werden. Wir halten es deshalb für erforderlich, an folgenden Stellen schnell aufsetzbare Atemmasken mit Aerosolfilter für das Personal vorzuhalten /AV 3.4.5-5/:

- Krane 1 und 2,
- Seitenstapelfahrzeug,
- Kabine Gebindeannahme,
- Kabine Gebindeeingangskontrolle.

Die Beseitigung von Störfallfolgen kann je nach den Umständen des Einzelfalls technisch aufwendig sein. Da mögliche Aktivitätsfreisetzungen aus den Abfallgebinden aber durch die Endlagerungsbedingungen /EU 117/ begrenzt werden, ist es nach unserer Einschätzung in jedem Fall möglich, die notwendigen Arbeiten unter Einhaltung der Dosisgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung für das Betriebspersonal durchzuführen.

Bei Beachtung unseres Auflagenvorschlags sind wir der Ansicht, daß mit den genannten Maßnahmen ausreichend Vorsorge für das Betriebspersonal bei Störfällen getroffen wird.



### **3.4.6 Strahlenexposition des Personals**

#### **3.4.6.1 Direktstrahlung und Inkorporation von Radionukliden aus den Abfallgebinden**

##### **3.4.6.1.1 Externe Strahlenexposition**

Nach dem Strahlenschutzkonzept des Antragstellers ist vorgesehen, die effektive Dosis infolge der Strahlung aus den Gebinden für alle Mitarbeiter unter 10 mSv im Jahr zu halten. Darüber hinaus wird das Minimierungsgebot der Strahlenschutzverordnung als Grundsatz bei der Auslegung von Arbeitsplätzen angeführt (vgl. Kap 3.4.2 dieses Gutachtens).

Der Beitrag durch Neutronenstrahlung wird insgesamt als unbedeutend und nur in Sonderfällen als relevant angesehen. Wenn aufgrund des Nuklidinventars oder der Herkunft der Abfälle Neutronenstrahlung von Bedeutung sein kann, ist die Messung der Neutronendosisleistung vorgesehen /EU 282/.

Der Antragsteller hat für verschiedene ausgewählte Tätigkeiten die erwarteten jährlichen Strahlenexpositionen durch Direktstrahlung abgeschätzt. Dazu hat er außer einer Beschreibung der Tätigkeiten die Anzahl der beteiligten Personen, deren Aufenthaltsorte, die dort erwarteten Dosisleistungen und die voraussichtlichen Arbeitszeiten angegeben /EU 72.5/. Die Arbeitszeit beträgt im Kontrollbereich 1600 h über Tage und 1200 h unter Tage.

Der Antragsteller berücksichtigt bei seiner Dosisabschätzung pauschal eine Ortsdosisleistung von 1  $\mu$ Sv/h für alle Zeiten, in denen sich das Personal nicht am bestimmungsgemäßen Arbeitsplatz in Gebindenähe aufhält. Damit sollen z.B. Wegezeiten zum und vom Arbeitsplatz erfaßt werden /EU 72.5/.

Mit diesem Ansatz schätzt der Antragsteller für den Lokführer der Rangierlok eine Individualdosis von 8,7 mSv im Jahr ab. Davon entfallen 7,2 mSv auf die Tätigkeit bei der Rangierarbeit. Die durch Direktstrahlung bedingte Dosis aller anderen Personen ist geringer.

Für Personal, das nicht unmittelbar mit der Einlagerung beschäftigt ist, wird pauschal eine effektive Dosis von 1,6 mSv im Jahr angesetzt.

### Bewertung

Wir haben die tätigkeitsbezogenen Dosen des Personals an den einzelnen Arbeitsplätzen geprüft und eigene Berechnungen dazu durchgeführt. Dabei sind wir teilweise von anderen Randbedingungen als der Antragsteller ausgegangen (vgl. Kap. 2.3.1 und 3.4.4.2 dieses Gutachtens). In vielen Fällen errechnen wir damit eine größere Dosis als der Antragsteller. Die größte tätigkeitsbezogene Personendosis beträgt nach unserer Analyse ca. 18 mSv (Öffnen der Waggons). Mit dem pauschalen Ansatz für die Dosis infolge der übrigen Tätigkeiten im Kontrollbereich, den wir wie der Antragsteller für abdeckend halten, ergibt sich für das Öffnen der Waggons eine Gesamtdosis von ca. 19 mSv im Jahr. Diese Dosen sowie die an weiteren, höher belasteten Arbeitsplätzen bewerten wir in Kapitel 3.4.6.4 dieses Gutachtens.

An der Höhe der Dosen wird deutlich, daß an einigen Arbeitsplätzen zusätzliche Optimierungsmaßnahmen für den Strahlenschutz erforderlich sind. Dazu haben wir entsprechende Auflagenvorschläge unterbreitet.

Da der Betreiber nicht nur in der Inbetriebsetzungsphase, sondern auch während des späteren Betriebs die Betriebsabläufe weiter optimieren will (siehe Kap. 3.4.2 dieses Gutachtens), gehen wir davon aus, daß auch der nicht arbeitsplatzspezifische Teil der Dosis deutlich geringer sein kann als jetzt angenommen. Dies gilt auch für die Individual-Dosis von 1,6 mSv für die Personen im Kontrollbereich, die nicht unmittelbar mit der Einlagerung beschäftigt sind. Außerdem kann die Belehrung des Personals gemäß § 39 StrlSchV /4/ zu einem Verhalten beitragen, das zur Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen führt.

Im Hinblick auf die Neutronenstrahlung teilen wir aufgrund unserer Erfahrungen die Ansicht des Antragstellers, daß diese Strahlungskomponente in der Regel keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielt (siehe Kapitel 3.2 und 3.3 dieses Gutachtens). Sie muß deshalb nach unserer Ansicht bei der Auslegung der Abschirmungen und der Abschätzung der zu erwartenden Strahlenexposition nicht berücksichtigt werden. Wenn in Sonderfällen ein Schutz vor Neutronenstrahlung wichtig werden sollte, so können auf den Einzelfall zugeschnittene Schutzmaßnahmen getroffen werden. Dies stellt technisch kein Problem dar. Da die Art der Abfälle schon vor der



Anlieferung bekannt ist und die Abfallgebinde zudem vom Betreiber des Endlagers abgerufen werden, bleibt auch genügend Zeit zur Vorbereitung solcher Maßnahmen.

In Kap. 3.4.6.4 dieses Gutachtens bewerten wir die ermittelten Strahlenexpositionen vor dem Hintergrund unserer Bewertungskriterien (vgl. Kap. 3.4.1 dieses Gutachtens).

### 3.4.6.1.2 Ingestion und Inhalation

Eine Ingestion von Radionukliden im Kontrollbereich wird durch administrative Regelungen ausgeschlossen. Das Personal verläßt für die Nahrungsaufnahme den Kontrollbereich. Unter Tage stehen Pausencontainer außerhalb des Kontrollbereichs zur Verfügung /EU 282/.

Die Strahlenexposition des Betriebspersonals durch Inhalation resultiert aus der Freisetzung luftgetragener radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden. Zu dieser Strahlenexposition kann in geringem Maße eine mögliche, in die Atemluft übergehende Oberflächenkontamination der Abfallgebinde beitragen. Allgemeine Schutzmaßnahmen gegen diese Expositionsmöglichkeiten sind /EU 72.8/:

- Begrenzung der Freisetzungsrates aus den Abfallgebinden,
- Kontaminationskontrolle der Abfallgebinde,
- Abgrenzung von Bereichen, in denen radioaktive Stoffe luftgetragen freigesetzt werden können,
- Ausschluß von ständig besetzten Arbeitsplätzen in kontaminierten Abwettern,
- quasikontinuierliche meßtechnische Überwachung der luftgetragenen Aktivität an Orten möglicher Freisetzung.

Durch diese Maßnahmen wird nach Ansicht des Antragstellers die durch Inhalation verursachte jährliche effektive Dosis des im Kontrollbereich tätigen Personals auf ein Hundertstel des Jahresgrenzwerts gemäß § 49 StrlSchV /4/ für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A beschränkt (0,5 mSv im Jahr) /EU 72.8/.

Die Inhalationsdosis des Personals wird nach den Angaben des Antragstellers bestimmt durch die flüchtigen Radionuklide H 3, C 14 und Rn 222. Die Beiträge von Jod 129 und radioaktiven Aerosolen sind vernachlässigbar klein /EU 262, EU 283/. Für das Personal unter Tage wird eine maximale Arbeitszeit in den kontaminierten Abwettern der Einlagerungskammern von 144 h im Jahr angenommen, wobei als Wettermenge  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  zugrundegelegt werden. Die Berechnung der Dosis durch Rn 222 erfolgt auf der Grundlage, daß der Jahresinhalationsgrenzwert einer effektiven Dosis von 50 mSv entspricht und daß der Gleichgewichtsfaktor der Radon-Folgeprodukte 0,3 beträgt.

Die zulässige Aktivitätsableitung von Rn 222 wird dann so festgelegt, daß die effektive Dosis durch die Inhalation von H 3, C 14 und Rn 222 auf insgesamt 0,5 mSv begrenzt wird. Daraus resultieren Begrenzungen der Ra 226 Aktivität in den Abfallgebinden. Der Erwartungswert für die Rn-222-Abgabe beträgt nur 1,7 % des so errechneten Abgabegrenzwerts /EU 262/.

Bei einem Ausfall der Sonderbewetterung in den Einlagerungskammern kommt es zu einem Anstieg der Aktivitätskonzentration. Der Antragsteller berechnet für eine verbleibende Mindestwettermenge von  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  den zeitlichen Anstieg der Aktivitätskonzentration und die mögliche Dosis. Bevor das Personal die Kammern verläßt, sollen begonnene Einlagerungsvorgänge noch zu Ende geführt werden. Hierbei ist nur eine geringfügige Dosis zu erwarten.

Während der einlagerungsfreien Zeit kann die Wettermenge um bis zu 80 % reduziert werden, ohne daß bei gelegentlichen Kontrollgängen der Planungsrichtwert von 0,5 mSv überschritten wird. In das ZB/BHB werden Regelungen für den Aufenthalt in kontaminierten Wettern aufgenommen /EU 283/.

Eine weitere Quelle möglicher Inhalation von Radionukliden unter Tage kann die Verwendung von Grubenwasser sein.

Im Kontrollbereich und im betrieblichen Überwachungsbereich unter Tage fallen Grubenwässer an, die natürliche Radionuklide enthalten. Wasser im Kontrollbereich kann zusätzlich mit Radionukliden aus den Abfallgebinden kontaminiert sein. Dieses Wasser soll entweder an den Vorfluter abgegeben oder unter Tage zu folgenden Zwecken verwendet werden /EU 470/:

- Versprühung bei der Fahrbahnpflege zur Staubbindung,
- Haufwerksbedüsung bei der schneidenden Hohlraumerstellung,
- Herstellung von Pumpversatz.

Dabei soll Wasser aus dem Kontrollbereich auch im betrieblichen Überwachungsbereich verwendet werden /EU 470/.

Da beim Verdunsten des versprühten Wassers Tritium in die Wetter freigesetzt wird, soll der Einsatz von Wasser aus dem Kontrollbereich auf eine maximale Aktivität von  $7,4 \cdot 10^{11}$  Bq Tritium im Jahr begrenzt werden. Eine entsprechende Regelung wird in die Strahlenschutzdienstanweisungen des ZB/BHB aufgenommen /EU 316, EU 470/. Durch diese Regelung wird selbst unter ungünstigen Bedingungen (Versprühen der gesamten Aktivität im 1-Schicht-Betrieb, Daueraufenthalt des Personals in den kontaminierten Wettern) bei einer lokalen Wetterrate von  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  die effektive Dosis auf  $100 \mu\text{Sv}$  im Jahr begrenzt. Zur Überwachung der tatsächlichen Tritiumfreisetzung sind Freigabemessungen des Wassers vor dem Versprühen und die Aktivitätsüberwachung der Wetter vorgesehen. Es ist beabsichtigt, die Durchführung des Meßprogramms in Strahlenschutzdienstanweisungen im Anhang der Strahlenschutzordnung zu regeln /EU 316, EU 362, EU 470/.

Die Aktivitätskonzentration natürlicher Alpha- und Betastrahler im Grubenwasser beträgt nach den in der Unterlage /EU 470/ vorgelegten Messungen ca.  $1,3 \cdot 10^5 \text{ Bq/m}^3$ . Beim Versprühen des Wassers auf Fahrbahnen oder Haufwerk bleibt diese Aktivität zusammen mit dem Salz- und Feststoffgehalt des Wassers (ca.  $230 \text{ kg/m}^3$  Wasser) weitgehend als Sediment zurück. Bei Verwendung von Wasser aus dem Kontrollbereich gelangen unter Umständen auch künstliche Nuklide aus den Abfallgebänden ins Sediment. Nach Angabe des Antragstellers liegt deren Aktivitätskonzentration bei Ausschöpfung der Antragswerte für die Aktivitätsableitung mit den Grubenwässern in gleicher Größenordnung wie die Konzentration der natürlichen Radioaktivität im Grubenwasser /EU 470/. Durch das Versprühen von Grubenwässern mit natürlicher und künstlicher Aktivität tritt keine wesentliche Erhöhung der Aktivität auf der Sohle auf. Eine Erhöhung der durch die natürlichen Radionuklide im Gestein bedingten Ortsdosisleistung ist demnach nach Ansicht des Antragstellers nicht zu erwarten. Auch die Strahlenexposition durch Inhalation von

aufgewirbeltem Staub wird dadurch nicht beeinflusst (siehe auch Kap. 3.4.6.2.1 dieses Gutachtens).

Über Tage kann die Lüftung in der Pufferhalle während des Einlagerungsbetriebs gezielt abgeschaltet werden /EU 283, EG 43/. Nach dem Abschalten kann die Aktivitätskonzentration in der Halle durch Freisetzungen aus den Gebinden ansteigen. Die Freisetzung aus der Pufferhalle ist aber auf 1 % der Antragswerte für die Jahresaktivitätsabgabe begrenzt (vgl. Kapitel 3.5 dieses Gutachtens). Für die Inhalationsdosis des Personals ist Rn 222 mit seinen Folgeprodukten das wichtigste Nuklid. Auf der Basis der Antragswerte und des Jahresinhalationsgrenzwertes der Strahlenschutzverordnung /4/ wird die Inhalationsdosis unter der Voraussetzung berechnet, daß die Lüftung bis zum Beginn der Arbeiten läuft. Darauf aufbauend wird angegeben, an wieviel Tagen im Jahr die Lüftung während der Arbeiten abgeschaltet werden kann, ohne daß der Planungsrichtwert von 0,5 mSv im Jahr für die Inhalationsdosis überschritten wird /EU 283/. Nach den Angaben in der Bauantragsunterlage /EG 43/ kann die Lüftung an einer noch größeren Anzahl von Tagen außer Betrieb genommen werden. Es wird jedoch nach den Berechnungen einer radiologischen Analyse /EU 283/ erwartet, daß alle Einlagerungsvorgänge (ca. 450 h im Jahr) bei abgeschalteter Lüftung durchgeführt werden können.

Bei einem Ausfall der Lüftungsanlagen in Umladehalle, Sonderbehandlungsraum oder Pufferhalle kann der Einlagerungsbetrieb ungestört fortgeführt werden. Erst bei einem Ausfall, der länger als 8 Stunden dauert, werden Einschränkungen im jeweils betroffenen Bereich nicht ausgeschlossen. Der Betriebsführer und die Betriebsabteilung Strahlenschutz werden dann informiert; diese fordern gegebenenfalls das Personal zum Verlassen der Bereiche auf /EU 316/.

Die Raumluft der genannten übertägigen Anlagenteile wird nach der Entwurfsplanung Strahlenschutz /EU 282/ mit mobilen Geräten überwacht (vgl. Kap. 3.6 dieses Gutachtens).

### Bewertung

Die Maßnahmen des Antragstellers zur Vermeidung einer Strahlenexposition durch Ingestion von Radionukliden genügen den Anforderungen des § 53 StrlSchV /4/. Mit

dem Aufstellen von Pausencontainern außerhalb des Kontrollbereichs werden auch für den untertägigen Bereich die notwendigen Voraussetzungen dazu geschaffen.

Mit der Planungsvorgabe, die Inhalationsdosis durch Radionuklide aus den Abfallgebinden auf 0,5 mSv im Jahr zu begrenzen, wird ein ausreichend niedriger Auslegungswert für die Strahlenexposition des Betriebspersonals vorgegeben. Wir haben geprüft, ob mit den vorgesehenen Schutzmaßnahmen die Einhaltung dieses Auslegungswerts sichergestellt wird.

### Abwetter aus den Einlagerungskammern

Die Abfallgebinde in den Einlagerungskammern stellen die größte Quelle für die Freisetzung von Aktivität in die Grubenwetter dar. Durch die separate Ableitung der Abwetter aus den Einlagerungskammern wird die Zahl der Personen, die in diesen Abwettern arbeiten müssen, stark eingeschränkt. Die Begrenzung der Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallgebinden ist prinzipiell geeignet, um auch diese Personen vor der Inhalation radioaktiver Nuklide zu schützen.

Wir haben die Berechnungen zur Strahlenexposition durch Inhalation für diesen Personenkreis geprüft und ergänzend eine eigene Abschätzung der Strahlenexposition durchgeführt. Dabei bestätigen wir, daß Rn 222, H 3 und C 14 die für die Inhalationsdosis wichtigsten Radionuklide aus den Abfallgebinden sind. Bei unserer eigenen Berechnung der Inhalationsdosis gehen wir allerdings von anderen Randbedingungen aus als der Antragsteller. Die vom Antragsteller angesetzte Aufenthaltszeit von 144 h ist nach unserer Ansicht für den Fahrer des Spritzmanipulatorfahrzeugs nicht abdeckend, wenn sehr viele Versatzwände pro Jahr errichtet werden müssen. Nach unserer Abschätzung in Kap. 2.3.1 kann die Aufenthaltszeit bis zu 192 h betragen (je 6 h bei 32 Versatzkampagnen/Jahr). Für die Bewetterungsrate legen wir statt  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  konservativ nur den Wetterstrom von  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  zugrunde, der von der fliegenden Lutentour in den Bereich unmittelbar vor der Gebindewand gefördert wird. Damit errechnet man für den betroffenen Bereich eine größere Aktivitätskonzentration. Andererseits muß nach unserer Prüfung der Antragswert für die Aktivitätsabgabe von Rn 222 von  $1,9 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$  auf  $7,4 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$  herabgesetzt werden (vgl. AV 3.5.1-1 in Kap. 3.5.1 dieses Gutachtens). Zudem wird die unversetzte Kammerlänge statt

100 m nur etwa 50 m pro Kammer betragen. Beides führt zu einer geringeren Aktivitätskonzentration von Rn 222 vor dem Gebindestoß als vom Antragsteller angesetzt wurde.

In der Strahlenschutzverordnung /4/ werden in Anlage IV Tab. IV 1 Grenzwerte für die Jahres-Aktivitätszufuhr angegeben, die aus den Jahresgrenzwerten für die Körperdosen beruflich strahlenexponierter Personen der Kategorie A abgeleitet wurden. Anhand der Dosisfaktoren, die vom Bundesgesundheitsamt /159/ für die Folgeprodukte des Radons angegeben werden, wird jedoch deutlich, daß die Lungendosis grenzwertbestimmend ist. Das vom Antragsteller gewählte Verfahren, die effektive Dosis auf Grundlage von Anlage IV StrlSchV /4/ zu berechnen, ist deshalb unter den vom Antragsteller gewählten Randbedingungen der Bewetterung eine konservative Näherung. Wir haben die Rechnung des Antragstellers geprüft und können die von ihm so ermittelte Dosis von 0,5 mSv bestätigen.

Für unsere eigene Abschätzung der Inhalationsdosis durch Radon stützen wir uns allerdings auf den entsprechenden Umrechnungsfaktor der ICRP 65 /28/, der dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft entspricht. Ein entsprechender Wert wurde auch in die neue Fassung der EG-Grundnorm /208/ aufgenommen. Für die Berechnung der Dosis durch H 3 und C 14 stützen wir uns auf die amtlichen Dosisfaktoren, die im Bundesanzeiger /159/ angegeben sind. Die zukünftig zu berücksichtigenden Dosisfaktoren der EG-Grundnorm /208/ weichen von diesen Werten nur geringfügig ab. Die von uns errechnete effektive Dosis beträgt bei Berücksichtigung von Radon und der übrigen Radionuklide weniger als 0,5 mSv im Jahr. Da der Erwartungswert für die Rn-222-Freisetzung wesentlich niedriger als der von uns vorgeschlagene Grenzwert für die Aktivitätsabgabe ist, wird die Inhalationsdosis durch Freisetzungen aus den Gebinden in der Regel deutlich kleiner sein. Anhand der vorgesehenen Meßeinrichtungen für die luftgetragene Aktivität hat der Strahlenschutzbeauftragte zudem die Möglichkeit, schon vor Aufnahme längerer Tätigkeiten in kontaminierten Abwettern die zu erwartende Strahlenexposition abzuschätzen und Schutzmaßnahmen anzuordnen. Außer einer möglichen Beschränkung der Aufenthaltszeit gibt es noch weitere Schutzmaßnahmen gegen die Inhalation von Radon-Folgeprodukten. Diese behandeln wir in Kap. 3.4.6.2.2 dieses Gutachtens.

Die Berechnungen des Antragstellers zur Strahlenexposition bei Ausfall der Sonderbewetterung in den Einlagerungskammern geben einen Anhaltspunkt für den Aufbau der Aktivitätskonzentration und für die zu erwartende Dosis. Auch nach unserer Abschätzung ist die mögliche Inhalationsdosis bei der Einlagerung eines einzelnen Gebindes auch dann gering, wenn die Sonderbewetterung ausfällt. Wir haben deshalb aus Sicht des Strahlenschutzes keine Einwände dagegen, auch bei einem Ausfall der Sonderbewetterung den jeweiligen Einlagerungsvorgang zu Ende zu führen, bevor das Personal die Einlagerungskammer verläßt.

Gegen eine Reduzierung der Wettermenge in den Einlagerungskammern während der einlagerungsfreien Zeiten haben wir keine Bedenken, da ein längerer Aufenthalt vom Personal dann nicht erforderlich ist und Schutzmaßnahmen im ZB/BHB festgelegt werden /EU 283/.

### Verwendung von Grubenwasser

Wir haben die Berechnungen des BfS geprüft und ergänzend eine eigene Abschätzung der Strahlenexposition durchgeführt.

#### – Tritium

Die Inhalationsdosis durch Tritium wurde vom BfS unter den angesetzten Randbedingungen korrekt berechnet. Die vorgegebene Wetterrate ist typisch für die Strecken des Grubengebäudes. Die Aufenthaltszeit des Personals in den kontaminierten Wettern wurde konservativ angesetzt. Insgesamt wird die Dosis damit abdeckend für alle Arbeitsplätze berechnet. Weitere Schutzmaßnahmen gegen die Inhalation von H 3 halten wir nicht für erforderlich.

#### – Radionuklide aus den Abfallgebinden (außer Tritium)

Die Aktivitätsableitung mit den Grubenwässern beträgt maximal  $3,7 \cdot 10^8$  Bq pro Jahr (vgl. Kap. 3.5.2 dieses Gutachtens). Damit und aus der beantragten Abgabemenge von  $10.000 \text{ m}^3$  Wasser pro Jahr schätzen wir die Aktivitätskonzentration in den Grubenwässern zu  $3,7 \cdot 10^4 \text{ Bq/m}^3$  ab. Auf dieser Basis haben wir unter Berücksichtigung des Salz- und Feststoffgehalts die spezifische Aktivität des Sedi-

ments und die zu erwartende Strahlenexposition berechnet. Die Ortsdosisleistung durch Direktstrahlung aus dem Sediment ist nach unserer Einschätzung geringer als die Strahlung aus dem Gestein. Die Dosis durch Inhalation künstlicher Nuklide mit dem Sedimentstaub ist bei der zu erwartenden Staubbeladung der Wetter von etwa  $1 \text{ mg/m}^3$  /EU 183/ mit  $2 \text{ } \mu\text{Sv}$  im Jahr vernachlässigbar gering.

### – Natürliche Radionuklide

Wir haben auf Grundlage der o.g. Messungen der spezifischen Aktivität des Grubenwassers und seines Salz- und Feststoffgehalts eine eigene Abschätzung der spezifischen Aktivität des Sediments durchgeführt und diese mit den Meßwerten der spezifischen Aktivität des Gesteins /EU 183, 18, 220, 221/ verglichen. Dabei berücksichtigen wir auch die Ergebnisse von nuklidspezifischen Messungen der Aktivität im Grubenwasser, die wir im Kapitel 3.1.3 dieses Gutachtens bewertet haben. Danach ist die spezifische Aktivität im Sediment niedriger als die vergleichbare Aktivität im Gestein. Dies bedeutet, daß die Strahlenexposition bei Inhalation von Sedimentstaub niedriger ist als bei Inhalation der gleichen Menge Gesteinsstaub.

Insgesamt wird also durch die sedimentierten Rückstände des Grubenwassers auf Fahrbahnen und auf Haufwerk keine Erhöhung der Inhalationsdosis bewirkt.

Die tatsächlich im Grubenwasser vorhandene natürliche und künstliche Aktivität kann allerdings im späteren Betrieb von den hier zugrundegelegten Werten abweichen (vgl. Kap. 3.1.3 dieses Gutachtens). Wir halten es daher für zweckmäßig, daß während des Einlagerungsbetriebes anhand von Messungen der Aktivitätskonzentration im Grubenwasser geprüft wird, ob die Strahlenexposition durch das Versprühen von Grubenwasser tatsächlich nur zu einer vernachlässigbar kleinen Inhalationsdosis führt. Dies kann im Rahmen des vom Antragsteller geplanten Überwachungsprogramms zur Optimierung des Strahlenschutzes /EU 282/ erfolgen (vgl. Kap. 3.4.2 und AV 3.4.2-1 dieses Gutachtens). Insgesamt haben wir aus der Sicht des Strahlenschutzes keine Einwände gegen die vorgesehene Verwendung des Grubenwassers. Ergänzend weisen wir allerdings darauf hin, daß das Versprühen von Wasser zu einer erhöhten Radon-Freisetzung aus dem Gestein führen kann. Dies behandeln wir in Kap. 3.4.6.2.2 dieses Gutachtens.



### Pufferhalle

Die Abluft aus der Pufferhalle soll während des Transports von Abfallgebinden mit dem Seitenstapelfahrzeug aus dem Bereich der Halle abgeleitet werden, in dem das Seitenstapelfahrzeug gerade nicht operiert /EU 324, EU 371, EU 383/. Damit sollen bei einem möglichen Störfall Aktivitätsfreisetzungen über den Kamin vermieden werden. Alternativ ist vorgesehen, die Lüftung zeitweise vollständig abzuschalten (vgl. Kap. 5.5.4.2 dieses Gutachtens). Wir haben die Berechnungen des Antragstellers zur möglichen Inhalationsdosis bei Abschalten der Lüftung nachvollzogen. Die tabellarisierten Werte /EU 283/ geben bei dem vom Antragsteller durchgeführten Berechnungsverfahren auf Basis der Strahlenschutzverordnung die zu erwartende Dosis für den Fall an, daß die maximal mögliche Aktivitätsabgabe gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt erfolgt. Hierbei handelt es sich um eine konservative Näherung. Verwendet man die Umrechnungsfaktoren der neuen ICRP-Empfehlung 65 /28/ bzw. der EG-Grundnorm /208/, so erhält man nur etwa halb so hohe Dosiswerte.

Da wir nach unseren Erfahrungen mit der Lagerung von radioaktiven Abfällen davon ausgehen, daß die tatsächlichen Aktivitätsabgaben durch Freisetzungen aus den Abfallgebinden wesentlich geringer sein werden als die Antragswerte, erwarten wir, daß die Lüftung während der Transportvorgänge ausgeschaltet werden kann, ohne daß es zu einer wesentlichen Strahlenexposition des Personals kommt. Wir halten es aber für wichtig, daß auf Basis der tatsächlichen Aktivitätskonzentrationen in der Pufferhalle über besondere Strahlenschutzmaßnahmen zur Begrenzung der Inhalationsdosis entschieden wird. Die Kriterien, wann Maßnahmen zu ergreifen sind, müssen noch in das ZB/BHB aufgenommen werden /AV 3.4.6-1/. Als Kriterium ist die Aktivitätskonzentration in der Raumluft der Pufferhalle geeignet.

### Andere Anlagenbereiche

In den übrigen Gebäudeteilen über Tage und in der Einlagerungstransportstrecke unter Tage ist die Zahl der Abfallgebinde nur sehr gering. Deshalb kann es dort auch zu keiner wesentlichen Dosis durch Inhalation von Radionukliden aus den Abfallgebinden kommen. Wir haben deshalb auch keine Einwände gegen die Regelung in der Rahmenbeschreibung Anomaler Betrieb des Zechenbuchs/BHB /EU 316/, den

Einlagerungsbetrieb bei einem Ausfall der Lüftungsanlage zunächst 8 Stunden lang fortzusetzen. Auf die besonderen Maßnahmen bei der Behandlung von möglicherweise defekten Abfallgebinden, die nicht den Endlagerungsbedingungen genügen, gehen wir im Kap. 3.4.5.2 dieses Gutachtens ein.

Insgesamt sind wir der Ansicht, daß bei Beachtung unseres Auflagenvorschlages die effektive Dosis durch Inkorporation von Radionukliden aus den Abfallgebinden mit den vorgesehenen Schutzmaßnahmen auf den Planungsrichtwert von 0,5 mSv im Jahr begrenzt werden kann.

### **3.4.6.2 Strahlenexposition durch natürlich vorkommende Radioaktivität**

In diesem Kapitel betrachten wir die zu erwartende Strahlenexposition des Personals unter Tage aufgrund natürlich im Gestein vorkommender Radioaktivität (vgl. Kap. 3.4.6.2.1 dieses Gutachtens). Diese wird im wesentlichen bestimmt durch die Inhalation von Radon und seinen Folgeprodukten. Bei der Bewertung der Radon-Inhalation berücksichtigen wir neben der Strahlenschutzverordnung auch die ICRP-Empfehlungen /28, 148, 207, 211, 212/. Darüber hinaus beziehen wir auch die neue Fassung der EG-Grundnorm /208/ in unsere Bewertung ein.

Auf die Frage, ob diese Strahlenexposition beim Vergleich mit Dosisgrenzwerten und bei der Optimierung des Strahlenschutzes berücksichtigt werden muß, gehen wir in Kap. 3.4.1 dieses Gutachtens ein. Mögliche Schutzmaßnahmen gegen die Inhalation natürlicher Radionuklide betrachten wir in Kap. 3.4.6.2.2 dieses Gutachtens. Auf die meßtechnische Erfassung der Personendosen gehen wir im Kap. 3.6 dieses Gutachtens ein.

#### **3.4.6.2.1 Voraussichtliche Strahlenexposition**

In einer Systemanalyse zur Strahlenexposition des Grubenpersonals /EU 183/ wird die Strahlenexposition des Personals unter Tage durch natürlich im Grubengebäude vorhandene Radioaktivität beschrieben. Ausgehend von Messungen der Radioaktivität in den Grubenwettern wird die im Endlagerbetrieb zu erwartende Strahlenexposition berechnet. Bei der Berechnung der effektiven Dosis wird hierbei auf die Empfehlungen der

ICRP 32 zurückgegriffen /148/. Den größten Beitrag liefert die Inhalation der Folgeprodukte der Radon-Isotope Rn 220 und Rn 222. Aber auch die Inhalation von Radon-Gas und Staub sowie die Direktstrahlung aus dem Gestein tragen zur Strahlenexposition bei.

Die Konzentration von Rn 222 sowie der Folgeprodukte des Rn 222 und des Rn 220 in den Grubenwettern wurde in den Jahren 1983 und 1984 durch Messungen ermittelt /EU 36.23/. Weitere Messungen der Rn-222-Konzentration wurden auch in den folgenden Jahren durchgeführt /EU 183/. Dabei wird zwischen zwei Bereichen mit stark unterschiedlicher Radon-Konzentration unterschieden:

- a) Frisch bewetterte Arbeitspunkte in der Nähe von Schacht 1 (Arbeitsplatz A)
- b) stark belastete Abwetter (Arbeitsplatz B)

Die Rn-222-Konzentration bei den frisch bewetterten Arbeitspunkten beträgt etwa  $50 \text{ Bq/m}^3$ . Stark belastete Abwetter sind solche, die auf ihrem Weg durch das Grubengebäude mit stark Radon-haltigen Schleichwettern angereichert werden. In diesen Abwettern liegt die Rn-222-Konzentration bei etwa  $600 \text{ Bq/m}^3$ . Je nach Meßort und Lüftungsverhältnissen weichen die einzelnen Meßergebnisse jeweils bis zu einem Faktor drei von den angegebenen Mittelwerten ab.

Für die Folgeprodukte des Radon wird in Anlehnung an die Vorgehensweise der ICRP 32 /148/ neben der Aktivität auch die potentielle Alphaenergiekonzentration angegeben. Die potentielle Alphaenergie eines Atoms ist die gesamte Alphaenergie, die von diesem Atom und seinen radioaktiven Folgeprodukten emittiert wird. Die potentielle Alphaenergie eines beliebigen Gemisches von kurzlebigen Radon-Folgeprodukten in Luft ist die Summe der potentiellen Alphaenergie aller im betrachteten Luftvolumen vorhandenen radioaktiven Nuklide. Für den Arbeitsplatz A wird anhand der Frischwettermessungen die mittlere potentielle Alphaenergiekonzentration der Rn-220-Folgeprodukte zu  $0,1 \mu\text{J/m}^3$  ermittelt und diejenige der Rn-222-Folgeprodukte zu  $0,04 \mu\text{J/m}^3$ .

In den stark belasteten Abwettern (Arbeitsplatz B) beträgt die potentielle Alphaenergiekonzentration je etwa  $1,2 \mu\text{J/m}^3$  für die Folgeprodukte des Rn 220 und des Rn 222. Der Gleichgewichtsfaktor F der Rn-222-Folgeprodukte liegt in diesen Abwettern im Mittel bei 0,35, wobei die Werte etwa zwischen 0,1 und 0,5 schwanken /EU 183/. F gibt dabei das

Verhältnis der tatsächlich vorhandenen Konzentration der potentiellen Alphaenergie der Tochternuklide zu derjenigen Konzentration an, die sich im Zerfallsgleichgewicht zwischen Rn 222 und seinen Folgeprodukten einstellen würde.

Ausgehend von den so ermittelten potentiellen Alphaenergiekonzentrationen der Folgeprodukte an den Arbeitsplätzen A und B werden mit den in ICRP 32 /148/ angegebenen Dosisfaktoren die effektiven Äquivalentdosen ( $H_E$ ) des Personals am Arbeitsplatz A zu 0,35 mSv im Jahr und am Arbeitsplatz B zu 7,5 mSv im Jahr berechnet. Dabei wird von einer Aufenthaltszeit von 1500 h/a unter Tage und von einer Atemrate von 1,25 m<sup>3</sup>/h ausgegangen. Da das Personal unter Tage nur zeitweise in den stark belasteten Abwettern arbeiten wird, wird als Strahlenexposition für den zukünftigen Endlagerbetrieb die Hälfte der Werte des Arbeitsplatzes B als obere Grenze angenommen ("realistischer Arbeitsplatz"). Von der effektiven Dosis am "realistischen Arbeitsplatz" entfallen ca. 2,8 mSv auf die Rn-222-Folgeprodukte und ca. 0,9 mSv auf die Folgeprodukte des Rn 220. Von den für die verschiedenen Arbeitsplätze berechneten effektiven Dosen werden jeweils 0,19 mSv abgezogen, denn diese Dosis wäre auch bei einer Arbeit über Tage durch Inhalation von Radon-Folgeprodukten zu erwarten. Aus den effektiven Dosen  $H_E$  ohne Abzug des obertägigen Anteils werden die Lungendosen  $H_L$  nach der Gleichung

$$H_L = H_E / W_T$$

berechnet, wobei für den Wichtungsfaktor der Lunge  $W_T = 0,12$  angesetzt wird, d. h. die Lunge wird als Gesamtorgan bewertet.

Ergänzend zu den o.g. Messungen wurden in den Jahren 1991 bis 1993 fünf Personen mit personengebundenen Radon-Dosimetern ausgestattet. Für den Aufenthalt unter Tage ergaben sich dabei für die einzelnen Personen im zeitlichen Mittel Aktivitätskonzentrationen des Rn 222 zwischen 86 Bq/m<sup>3</sup> und 226 Bq/m<sup>3</sup>. Der Antragsteller wertet dies als Bestätigung dafür, daß der Ansatz für den realistischen Arbeitsplatz (290 Bq/m<sup>3</sup>) abdeckenden Charakter hat /EU 471/.

Für die Berechnung der Personendosis durch Gamma-Direktstrahlung legt der Antragsteller aufgrund vorliegender Messungen eine Ortsdosisleistung von 0,15 µSv/h zugrunde und erhält damit eine Dosis von 0,23 mSv im Jahr /EU 183/. Davon zieht er einen

Anteil von 0,14 mSv ab, den die Personen auch bei Arbeiten über Tage aufgrund der dort herrschenden natürlichen Strahlung erhalten würden.

Zur Berechnung der Dosis durch Inhalation von Grubenstaub legt der Antragsteller einen aus Messungen ermittelten, mittleren Staubgehalt von  $1 \text{ mg/m}^3$  Luft zugrunde /EU 183, EU 194/. Anhand von nuklidspezifischen Messungen wird die mittlere spezifische Aktivität des Staubes angegeben /18, EU 183/ zu

$2,2 \times 10^{-2} \text{ Bq/g}$  für die Zerfallsreihe des U 238,

$9,6 \times 10^{-2} \text{ Bq/g}$  für die Zerfallsreihe des Th 232 und

$12,2 \times 10^{-2} \text{ Bq/g}$  für K 40.

Nach Untersuchungen des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung kann der Gehalt an Radionukliden auch deutlich größer sein /220, 221/. Mit dem oben genannten jährlichen Inhalationsvolumen von  $1875 \text{ m}^3$  ( $1500 \text{ h} \times 1,25 \text{ m}^3/\text{h}$ ) und den genannten spezifischen Aktivitäten wird die effektive Dosis durch Staubinhalation zu  $0,08 \text{ mSv}$  im Jahr berechnet.

### Bewertung

Die durch Inhalation verursachten Körperdosen werden durch die Aufenthaltszeit unter Tage, die Atemrate und die Aktivitätskonzentration in der Luft bestimmt. Der Antragsteller legt seinen Berechnungen eine Aufenthaltsdauer von 1500 Stunden im Jahr zugrunde. Wir halten diese Annahme für angemessen.

Die Atemrate wird mit  $1,25 \text{ m}^3/\text{h}$  etwas höher angesetzt als der Wert von  $1,2 \text{ m}^3/\text{h}$ , der sich aus der Strahlenschutzverordnung /4/ und den ICRP-Empfehlungen /28, 148, 211/ ergibt. Wir halten diesen Ansatz für abdeckend. Die angegebenen Meßwerte der Aktivitätskonzentration von Radon-Folgeprodukten und Rn 222 wurden während der Erkundungsphase des Bergwerks gewonnen.

Wir halten die vom Antragsteller für den "realistischen Arbeitsplatz" angenommenen Werte aufgrund der vorliegenden Messungen sowohl für den Einlagerungsbetrieb als auch für das Auffahren neuer Einlagerungsfelder für abdeckend.

Die Berechnung der von den Radon-Folgeprodukten verursachten effektiven Dosis  $H_E$  entsprechend dem Verfahren der ICRP 32 /148/ wurde korrekt durchgeführt. Die darauf aufbauende Berechnung der Lungendosis mit dem Wichtungsfaktor  $W_T = 0,12$  ist eine Näherung, weil hierbei die Lunge entsprechend den Modellannahmen der Strahlenschutzverordnung als Gesamtorgan angesehen wird, wohingegen bei der Berechnung der effektiven Dosis entsprechend ICRP 32 /148/ differenziertere Regionallungenmodelle zugrunde gelegt werden. Anhand der in der ICRP 32 und dem OECD-Bericht /149/ gegebenen Informationen läßt sich jedoch zeigen, daß das vom Antragsteller angewandte Verfahren die Lungendosis überschätzt und damit im Hinblick auf das Schutzziel konservativ ist.

Die Empfehlungen aus ICRP 32 /148/ wurden inzwischen teilweise durch die neue Empfehlung ICRP 65 /28/ ersetzt. Hierin faßt die ICRP den gegenwärtigen Stand des Wissens zum Auftreten von Gesundheitsschäden zusammen, die durch die Inhalation von Rn 222 und dessen Folgeprodukten verursacht werden. Wir haben die effektive Dosis am "realistischen Arbeitsplatz" nach den neuen Vorgaben berechnet. Als Ergebnis erhalten wir mit ca. 1,3 mSv pro Jahr einen deutlich niedrigeren Beitrag als bei der Berechnung nach ICRP 32 /148/ (2,8 mSv). Die in ICRP 65 /28/ angegebenen Umrechnungsfaktoren wurden so gewählt, daß die damit berechnete effektive Dosis durch eine Radon-Exposition zum gleichen schädigenden Einfluß führt wie eine gleich hohe Dosis durch andere Strahlungsarten. Die Dosis durch Radon-Exposition wird somit risikoäquivalent festgesetzt. Sie entspricht keiner physikalischen Dosis. Deshalb ist es nicht möglich, aus dieser effektiven Dosis eine physikalische Lungendosis zu berechnen. Wir stützen uns daher bei der Angabe der Lungendosis weiterhin auf das oben beschriebene konservative Verfahren und legen für unsere Abschätzung die größere, nach ICRP 32 /148/ berechnete effektive Dosis zugrunde.

Die Strahlenexposition durch Rn 220 und dessen Folgeprodukte wird in ICRP 65 /28/ nicht behandelt. In der neuen Fassung der EG-Grundnorm ist jedoch ein entsprechender Umrechnungsfaktor auch für die Folgeprodukte des Rn 220 enthalten. Für diese Radionuklide erhalten wir mit  $H_E = 0,45$  mSv pro Jahr wie schon für die Rn-222-Folgeprodukte eine deutlich niedrigere Dosis als bei der Berechnung nach ICRP 32 /148/ und ICRP 47 /211/.

In der EG-Grundnorm werden keine Angaben zur Herleitung der dort angegebenen Umrechnungsfaktoren für die effektive Dosis durch die Radon-Folgeprodukte gemacht. Wir gehen konservativ davon aus, daß der Faktor für die Rn-220-Folgeprodukte wie bei den Rn-222-Folgeprodukten risikoäquivalent berechnet wurde. Deshalb berechnen wir wie bei den Rn-222-Folgeprodukten die Lungendosis aus dem größeren Wert der effektiven Dosis, den man bei der Berechnung nach ICRP 32 /148/ erhält.

Der Antragsteller gibt außer der Lungendosis keine weiteren Teilkörperdosen an. Nach dem OECD-Bericht /149/ kommt es aber durch die Rn-220-Folgeprodukte auch zu einer Strahlenexposition von Nieren und Knochenoberfläche. Im Endlager Konrad ist die Lungendosis allerdings wegen des großen Beitrags der Rn-222-Folgeprodukte insgesamt deutlich höher als die übrigen Teilkörperdosen. Der Vergleich der Lungendosis mit den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung deckt daher die übrigen Teilkörperdosen mit ab. Auf diese gehen wir deshalb nicht näher ein.

Zu den Körperdosen durch Rn 222 und Rn 220 (ohne Folgeprodukte) haben wir eigene Berechnungen durchgeführt. Die Aktivitätskonzentration des Rn 220 haben wir dafür anhand der Konzentration der potentiellen Alphaenergie der Rn-220-Folgeprodukte für den "realistischen Arbeitsplatz" zu  $1000 \text{ Bq/m}^3$  abgeschätzt. Daraus ergibt sich mit dem in ICRP 47 /211/ angegebenen Dosisfaktor die durch Rn 220 verursachte effektive Dosis zu  $0,16 \text{ mSv}$  im Jahr. Die vom Rn 222 verursachte effektive Dosis beträgt nach ICRP 47 /211/  $0,08 \text{ mSv}$  im Jahr. Sie ist in der nach ICRP 65 berechneten effektiven Dosis von  $1,3 \text{ mSv}$  (Rn 222 und Folgeprodukte) bereits enthalten. Von den nach ICRP 47 /211/ berechneten effektiven Dosen ausgehend haben wir die durch Rn 222 und Rn 220 bedingte Lungendosis konservativ zu  $2 \text{ mSv}$  abgeschätzt.

Die Berechnungen des Antragstellers zur Strahlenexposition durch Staub haben wir aufgrund der vorliegenden Meßresultate unter Berücksichtigung der vom Bundesgesundheitsamt (BGA) angegebenen Dosisfaktoren /150/ nachvollzogen. Wir bestätigen das Endergebnis  $H_E = 0,08 \text{ mSv}$  für eine mittlere Staubkonzentration von  $1 \text{ mg/m}^3$ . Die vom Antragsteller nicht angegebene Lungendosis haben wir mit den vom BGA /150/ angegebenen Dosisfaktoren zu  $0,33 \text{ mSv}$  im Jahr berechnet. Da der

Radionuklidgehalt im Gestein nach den Messungen des Antragstellers /1, 18, EU 183/ und des NLFB /220, 221/ bei einzelnen Proben zum Teil erheblich von den Mittelwerten abweicht, können auch die Dosiswerte bis zu etwa einem Faktor 3 von den berechneten Werten abweichen. Auch die Konzentration des Staubes kann an den einzelnen Arbeitsplätzen vom Mittelwert abweichen. Daraus ergeben sich entsprechende Änderungen bei den Dosiswerten. Eine Obergrenze für die lungengängige Feinstaubkonzentration wird in § 10 GesBergV /225/ festgelegt ( $4 \text{ mg/m}^3$ ). Selbst wenn an einzelnen Arbeitsplätzen dieser Grenzwert ausgeschöpft werden sollte, ist die resultierende Strahlenexposition immer noch gering im Vergleich zu den Beiträgen der Radon-Folgeprodukte. Für unsere Bewertung gehen wir daher von der oben genannten mittleren Staubkonzentration aus.

Die vom Antragsteller errechnete effektive Dosis von  $0,23 \text{ mSv}$  im Jahr durch Direktstrahlung halten wir aufgrund der vorliegenden Meßergebnisse für realistisch.

Die zu erwartenden Körperdosen  $H_L$  und  $H_E$  und die Grenzwerte nach § 49 Abs. 1 StrlSchV /4/ sowie der EG-Grundnorm /208/ für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A sowie die Grenzwerte, die von der ICRP /28, 148, 207, 211/ und der SSK /151/ für das in Bergwerken arbeitende Personal empfohlen werden, sind in Tabelle 3.4.6-1 angegeben. Strahlenexpositionen, die die Mitarbeiter während der Arbeitszeit auch bei Arbeiten über Tage erhalten würden, haben wir bei diesen Angaben entgegen dem Vorgehen des Antragstellers nicht abgezogen.

Den Dosisangaben in Tabelle 3.4.6-1 liegen die in Tabelle 3.4.6-2 zusammengefaßten, oben schon begründeten Basisdaten zugrunde.

Zur möglichen Strahlenexposition des Personals stellen wir aufgrund dieser Untersuchungen fest:

1. Die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung /4/ und der EG-Grundnorm /208/ für die Körperdosen beruflich strahlenexponierter Personen der Kategorie A werden unterschritten.
2. Die von der ICRP in den Veröffentlichungen 32 /148/, 47 /211/, 60 /207/ und 65 /28/ sowie die von der SSK /151/ empfohlenen Grenzwerte werden unterschritten.



3. Für nicht beruflich strahlenexponierte Personen wird der Grenzwert für die Lungendosis von  $H_L = 15$  mSv im Jahr (§ 51 StrlSchV /4/) bei der Arbeit unter Tage schon durch die Dosis der Radon-Folgeprodukte überschritten.
4. Der Grenzwert für die Lebensdosis beträgt nach § 49 Abs. 1 StrlSchV /4/  $H_E = 400$  mSv. Geht man konservativ von einem 40-jährigen Arbeitseinsatz unter Tage aus, so beträgt die effektive Dosis aufgrund von Aktivität aus dem Grubengestein 88 mSv. Dies sind 22 % des Grenzwerts für die Lebensdosis.
5. Die effektive Dosis durch Radon und dessen Folgeprodukte beträgt etwa 1,9 mSv. Sie liegt damit unterhalb des Bereichs von 3 mSv bis 10 mSv, in dem nach Empfehlung der ICRP 65 /28/ ein unterer Schwellenwert für die Anwendung der Strahlenschutzgrundsätze festgelegt werden soll. Nach den Empfehlungen der ICRP 65 /28/ wären also in der Grube Konrad die Strahlenschutzgrundsätze und insbesondere das Minimierungsgebot auf die Strahlenexposition durch Radon nicht anzuwenden. Wir empfehlen jedoch im Sinne eines konsequenten und ausgewogenen Strahlenschutzes zu prüfen, inwieweit auch die Strahlenexposition durch Radon und dessen Folgeprodukte verringert werden kann (vgl. Kap. 3.4.1 und 3.4.2 dieses Gutachtens). Auf mögliche Minimierungsmaßnahmen gehen wir in Kap. 3.4.6.2.2 ein.

Abgeleitet aus den Grenzwerten des § 49 Abs. 1 StrlSchV /4/ werden in § 52 in Verbindung mit Anlage IV Tabelle IV.1 Obergrenzen für die Inhalation einzelner Nuklide festgelegt. Wir haben auf Grundlage der in Tabelle 3.4.6-2 angegebenen Basisdaten die pro Jahr inhalede Aktivität von Rn 220, Rn 222 und deren Folgeprodukten berechnet und diese den abgeleiteten Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung /4/ für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A gegenübergestellt (siehe Tab. 3.4.6-3).

Bei Rn 222 haben wir konservativ angenommen, daß alle Folgeprodukte mit der Aktivitätskonzentration des Mutternuklids auftreten ( $290 \text{ Bq/m}^3$ ) (Zeile Rn 222<sub>E</sub>). Der entsprechende Grenzwert der Strahlenschutzverordnung wird dann zu 14 % ausgeschöpft. Bei diesem Vergleich wird die radiologische Bedeutung dieser Zerfallskette etwa um den Faktor 3 überschätzt, weil der Gleichgewichtsfaktor nicht 1 sondern nur etwa 0,37 beträgt.

Wir haben deshalb in den folgenden Zeilen von Tabelle 3.4.6-3 die inhalierte Aktivität der einzelnen Isotope getrennt abgeschätzt und mit dem jeweiligen Grenzwert verglichen. Für Po 218 haben wir wegen dessen kurzer Halbwertszeit konservativ die Aktivitätskonzentration des Mutternuklids übernommen. Für Pb 214, Bi 214 und Po 214 haben wir vereinfachend angenommen, daß deren Aktivitätskonzentration jeweils gleich groß ist ( $108 \text{ Bq/m}^3$ ).

Beim Vergleich der berechneten Werte  $A$  für die Aktivitätszufuhr durch Inhalation mit den abgeleiteten Grenzwerten  $G_n$  der Strahlenschutzverordnung (Tabelle 3.4.6-3) erkennt man, daß die abgeleiteten Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung /4/ für alle Einzelnuclide unterschritten werden. Allerdings wird der Grenzwert von 1 nach der Summenformel bei diesem Berechnungsverfahren mit 41 % stärker ausgeschöpft als bei Annahme des Zerfallsgleichgewichts ( $\text{Rn } 222_E$ ). Dies liegt daran, daß für die Polonium-Isotope in Anlage IV StrlSchV /4/ keine nuklidspezifischen Grenzwerte festgelegt sind, die der radiologischen Bedeutung dieser Nuclide entsprechen. Für sie gilt vielmehr der pauschale Grenzwert von  $2 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ , der für die in Tabelle IV nicht explizit genannten Alphastrahler konservativ festgelegt wurde. Die radiologische Bedeutung der Polonium-Isotope wird durch den pauschalen Grenzwert in hohem Maße überschätzt. Dies wird deutlich aus den vom BGA /150/ angegebenen Dosisfaktoren für die einzelnen Nuclide. Die Aufschlüsselung der inhalierten Aktivität nach den Einzelnucliden führt deshalb zu einer noch größeren Überschätzung als die bereits konservative Annahme des radioaktiven Zerfallsgleichgewichts ( $\text{Rn } 222_E$ ).

Die Aktivitätskonzentration von Rn 220 ist sehr viel größer als die seiner Folgeprodukte Pb 212 und Bi 212. Deshalb ist es nicht sinnvoll, anzunehmen, daß Rn 220 im Zerfallsgleichgewicht mit seinen Folgeprodukten steht. Wir haben daher die Aktivitätskonzentration und die inhalierte Aktivität von Pb 212, Bi 212, Po 212 und Tl 208 unter Verwendung konservativer Annahmen abgeschätzt und mit ihren jeweiligen Grenzwerten verglichen. Bei der Bewertung nach der Summenformel ergibt sich ein Wert von 0,99. Selbst bei Berücksichtigung des kleineren Wertes von  $A/G_n = 0,14$  für Rn 222 und seine Folgeprodukte wird damit insgesamt der Grenzwert der Summenformel (= 1) um 13 % überschritten, da Rn 220 und seine Folgeprodukte den Grenzwert allein schon fast ausschöpfen.

Bei diesem Vergleich wird allerdings das Po 216 in seiner radiologischen Bedeutung weit überschätzt, da auch für dieses Isotop der pauschale Grenzwert für die nicht explizit genannten Alphastrahler gilt. Ein Vergleich mit den BGA-Dosisfaktoren zeigt, daß die Po-Isotope gegen Pb 212 und Bi 212 vernachlässigt werden können. Die Summenformel für Rn 220 und seine Folgeprodukte ergibt dann lediglich einen Wert von ca. 0,03.

Bei einer radiologisch sinnvollen Bewertung ohne Berücksichtigung der pauschal festgelegten Polonium-Grenzwerte kommt es daher zu keiner Überschreitung der Inhalationsgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung.

Auch in ICRP 32 /148/ und ICRP 47 /211/ sind Jahresgrenzwerte für die Inhalation von Radon und dessen Folgeprodukten festgelegt. Diese beziehen sich auf den Dosisgrenzwert von 50 mSv. Wie dieser Dosisgrenzwert werden auch die abgeleiteten Inhalationsgrenzwerte unter den Arbeitsbedingungen der Grube Konrad deutlich unterschritten.

In ICRP 65 /28/ werden aus den Grenzwerten für die effektive Dosis sekundäre Grenzwerte für die Exposition mit Rn 222 und dessen Folgeprodukten abgeleitet. Für die potentielle Alphaenergie gelten demnach die Grenzwerte  $35 \text{ mJ} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$  pro Jahr und  $14 \text{ mJ} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$  pro Jahr im Mittel von 5 Jahren. Diese Grenzwerte werden unter den Arbeitsbedingungen der Grube Konrad nur zu weniger als 10 % ausgeschöpft.

Zusammenfassend zeigt sich also, daß die Dosisgrenzwerte nach § 49 Abs. 1 StrlSchV /4/ und der EG-Grundnorm /208/ für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A sowie die empfohlenen Grenzwerte von ICRP 32, ICRP 47, ICRP 60, ICRP 65 /148, 211, 207, 28/, SSK /151/ deutlich unterschritten werden (Tabelle 3.4.6-1). Der Grenzwert von 1 für die Summenformel nach § 52 StrlSchV in Verbindung mit Tab. IV.1, Anlage IV StrlSchV /4/ wird jedoch nach dieser konservativen Abschätzung der inhalierten Aktivität um 13 % überschritten. Dies liegt an der pauschalen Festsetzung der Grenzwerte für die Polonium-Isotope, die nicht der im Vergleich zu den anderen Radon-Folgeprodukten geringen radiologischen Bedeutung dieser Isotope entspricht. Bei einer radiologisch angemessenen Bewertung der inhalierten Aktivität ohne die in Anlage IV StrlSchV /4/ vorgegebene Überbewertung

der Polonium-Isotope werden auch die Inhalationsgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung unterschritten.

Für die Beurteilung der Strahlenexposition des Personals stützen wir uns auf die Dosiswerte von Tabelle 3.4.6-1. Diese Werte sind Erwartungswerte für den späteren Betrieb, die nach den bisher vorliegenden radiologischen Messungen im Grubengebäude und bei Anwendung der in ICRP 32 /148/, ICRP 47 /211/ und ICRP 65 /28/ sowie in der EG-Grundnorm /208/ angegebenen Dosisfaktoren abdeckend sind.

Tabelle 3.4.6-1: Zu erwartende Körperdosen pro Jahr infolge natürlicher Radionuklide im Vergleich mit den Grenzwerten für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A und mit den Empfehlungen von ICRP 60, 32, 47, 65 und Strahlenschutzkommission /151/

	$H_L$ /mSv	$H_E$ /mSv
Gamma-Direktstrahlung	0,23	0,23
Staub	0,33	0,08
Rn 220	1,33	0,16
Rn 222	0,67	0,08
Rn-220-Folgeprodukte	7,8	0,45
Rn-222-Folgeprodukte	23,5	1,3 <sup>1)</sup>
Summe	33,9	2,2
	$H_L$ /mSv	$H_E$ /mSv
Grenzwerte		
- StrlSchV	150	50
- ICRP 32 und ICRP 47		50
- SSK		50
- ICRP 60, ICRP 65 und EG-Grundnorm		
- in einzelnen Jahren		50
- im Mittel von 5 Jahren		20

$H_L$  = Lungendosis;  $H_E$  = effektive Dosis

<sup>1)</sup> einschließlich Rn 222

Tabelle 3.4.6-2: Basisdaten für die Berechnung der Körperdosen (Tabelle 3.4.6-1) und inhalierten Aktivitäten (Tabelle 3.4.6-3) am "realistischen Arbeitsplatz" (eigene Rechnung)

Aufenthaltszeit unter Tage:	1500 h/a
Atemrate:	1,25 m <sup>3</sup> /h
Aktivitätskonzentration	
- Rn 220	1000 Bq/m <sup>3</sup>
- Rn 222	290 Bq/m <sup>3</sup>
Potentielle Alphaenergiekonzentration	
- Rn-220-Folgeprodukte	0,6 µJ/m <sup>3</sup>
- Rn-222-Folgeprodukte	0,6 µJ/m <sup>3</sup>
Staub	
- Konzentration	1 mg/m <sup>3</sup>
- spezifische Aktivität	
- U-238-Zerfallreihe	2,2·10 <sup>-2</sup> Bq/g
- Th-232-Zerfallsreihe	9,6·10 <sup>-2</sup> Bq/g
- K 40	12,2·10 <sup>-2</sup> Bq/g
Gammadirektstrahlung aus dem Gestein	0,15 µSv/h
Dosisfaktoren (effektive Dosis) nach ICRP 32 und ICRP 47	
- Rn 220	0,9·10 <sup>-10</sup> Sv/Bq
- Rn 222	1,5·10 <sup>-10</sup> Sv/Bq
- Rn-220-Folgeprodukte	0,83 Sv/J
- Rn-222-Folgeprodukte	2,5 Sv/J
- Rn 222 und Folgeprodukte (ICRP 65)	1,4 Sv · m <sup>3</sup> · J <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup>
- Rn-220-Folgeprodukte (EG-Grundnorm)	0,5 Sv · m <sup>3</sup> · J <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup>

Tabelle 3.4.6-3: Inhalierte Aktivität pro Jahr im Vergleich mit den abgeleiteten Grenzwerten von Tab. IV.1, Anlage IV StrlSchV /4/ für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A

Nuklide	Inhalierte Aktivität A/Bq	StrlSchV Grenzwert G <sub>n</sub> /Bq	A/G <sub>n</sub>
Rn 222 <sub>E</sub>	5,4 E 5	4 E 6	0,14
Rn 222	5,4 E 5	2 E 8	0,003
Po 218	5,4 E 5	2 E 6	0,27
Pb 214	2 E 5	1 E 7	0,02
Bi 214	2 E 5	1 E 7	0,02
Po 214	2 E 5	2 E 6	0,10
Teilsumme 1			0,41
Rn 220 <sub>E</sub>		5 E 5	
Rn 220	1,9 E 6	3 E 8	0,0063
Po 216	1,9 E 6	2 E 6	0,95
Pb 212	1,7 E 4	8 E 5	0,021
Bi 212	1,7 E 4	4 E 6	0,0043
Po 212	1,1 E 4	2 E 6	0,0055
Tl 208	6 E 3	1 E 7	0,0006
Teilsumme 2			0,99
Summe (Rn 222 <sub>E</sub> + Teilsumme 2)			1,13

### 3.4.6.2.2 Schutzmaßnahmen

Der Antragsteller plant als Schutzmaßnahmen gegen die Inhalation von natürlich im Grubengebäude vorkommender Radioaktivität die wettermäßige Abdämmung von abgeworfenen Grubenbauen /EU 279/. Darüber hinaus hält er die Filterung der Zuluft von Fahrzeugkabinen /EU 415/ für möglich.

Mit der Abdämmung abgeworfener Grubenbaue soll der Zustrom stark radonhaltiger Schleichwetter in die begangenen Bereiche des Grubengebäudes (speziell: Wendel Süd) unterbunden werden. Die Filterung der Zuluft von Fahrzeugkabinen dient dem Ziel, neben dem Grubenstaub auch die in den Grubenwettern gebildeten Folgeprodukte des Radons zurückzuhalten, die den größten Teilbetrag der Inhalationsdosis liefern. Das Radon-Gas selbst wird von den Filtern nicht zurückgehalten. Durch seinen Zerfall innerhalb der Kabine werden Folgeprodukte nachgebildet, so daß sich durch Zuluftfilterung zwar eine Dosisreduktion, aber kein vollständiger Schutz erreichen läßt.

In einer Untersuchung des Antragstellers /EU 415/ werden für verschiedene Luftwechselfzahlen die Aktivitätskonzentrationen, Gleichgewichtsfaktoren und potentiellen Alphaenergiekonzentrationen der Zerfallsketten des Rn 222 und Rn 220 berechnet. Die Berechnungen beziehen sich auf einen Gleichgewichtszustand in der Kabinenluft, der näherungsweise nach zwei bis vier Luftwechselzyklen erreicht wird. Dabei wird als normierter Ausgangswert für die Grubenluft eine Aktivitätskonzentration von je 100 Bq/m<sup>3</sup> Rn 222 und Rn 220 sowie eine potentielle Alphaenergiekonzentration von je 0,2 µJ/m<sup>3</sup> für deren Folgeprodukte angenommen.

Bei den Berechnungen wird davon ausgegangen, daß

- alle bereits in den Grubenwettern gebildeten Folgeprodukte in den Filtern zurückgehalten werden und daß
- keine Ablagerung von in der Kabine gebildeten Folgeprodukten an den Kabinenwänden erfolgt.



Die Berechnungen führen zu folgenden Ergebnissen:

### Rn-222-Folgeprodukte

Aktivitätskonzentration, potentielle Alphaenergiekonzentration und Gleichgewichtsfaktor sinken mit steigender Luftwechselzahl. Ab einer Luftwechselzahl von etwa  $2 \text{ h}^{-1}$  stellen sich in der Kabine radiologisch günstigere Verhältnisse als in der Außenluft ein. Bei der Luftwechselzahl  $8 \text{ h}^{-1}$  wird die potentielle Alphaenergiekonzentration und damit die Strahlenexposition nahezu um den Faktor 3 reduziert.

### Rn-220-Folgeprodukte

Der Antragsteller geht davon aus, daß ein Großteil des Rn 220 wegen seiner kurzen Halbwertszeit bereits auf dem Wege vom Gestein zu den Zuluftfiltern zerfällt. Die potentielle Alphaenergie und die Strahlenexposition in der Kabine sind nahezu unabhängig von der Luftwechselzahl, da fast die gesamte Rn-220-Aktivität in der Kabine zerfällt.

Die Entscheidung für oder gegen eine Filterung der Kabinenluft soll erst im späteren Betrieb getroffen werden, wobei die konkreten Bedingungen an den einzelnen Arbeitsplätzen berücksichtigt werden sollen. Gegen eine Filterung sprechen nach Ansicht des Antragstellers im wesentlichen zwei Gründe:

- Die hohe Staubbiladung der Grubenwetter erfordert einen häufigen Filterwechsel.
- Da die Kabinentür z.T. häufig geöffnet werden muß, wird durch den Luftaustausch der Schutzeffekt der Filter aufgehoben.

### Bewertung

Wir haben geprüft, ob die dargestellten Maßnahmen des Antragstellers geeignet sind, die Strahlenexposition des Personals durch natürliche Radionuklide zu reduzieren.

ICRP 60 /207/ und EG-Grundnorm /208/ unterscheiden bei ihrer Empfehlung, natürliches Radon in die Strahlenschutzmaßnahmen einzubeziehen, nicht zwischen verschiedenen Strahlenschutzbereichen. Daher betrachten wir im folgenden die möglichen Schutzmaßnahmen nicht nur für die Arbeitsplätze im untertägigen Kontrollbe-

reich sondern generell für alle Arbeitsplätze unter Tage. Dabei berücksichtigen wir die Vorschläge und Erfahrungen der ICRP 47 /211/ und weitere Untersuchungen zum Schutz vor Radonexpositionen /226, 227, 228/.

Wie wir schon in den Kap. 3.4.1 und 3.4.2 dieses Gutachtens dargestellt haben, halten wir Optimierungsmaßnahmen auch dann für sinnvoll, wenn die effektive Dosis durch Radon und dessen Folgeprodukte unterhalb des Bereichs von 3 mSv bis 10 mSv liegt, ab dem nach ICRP 65 /28/ Strahlenschutzmaßnahmen empfohlen werden.

Eine grundlegende Schutzmaßnahme zur Senkung der Aktivitätskonzentration von Radon und dessen Folgeprodukten besteht darin, die Wetter vom einziehenden Schacht auf direktem Weg in möglichst kurzer Zeit zu den Arbeitsplätzen zu führen. Diese Anforderung wird in der Grube Konrad während der ersten Einlagerungsphase erfüllt. Die Wetterzufuhr zu den ständigen Arbeitsplätzen im Kontrollbereich und zum Auffahrbereich Feld 5/2 erfolgt direkt über die Rampe Süd bzw. die Rampe Ost. Die Wettermenge ist wegen der in den einzelnen Arbeitsbereichen installierten Dieselleistung hoch, so daß die Wetterlaufzeiten klein sind.

Auch in den späteren Betriebsphasen ist grundsätzlich vorgesehen, die ständig besetzten Arbeitsplätze mit Frischwettern zu versorgen /EU 284/. Eine detaillierte Planung des Wetternetzes liegt jedoch nicht vor. Wir empfehlen, den Schutz des Personals vor der Inhalation von Radon und seinen Folgeprodukten auch in den späteren Betriebsphasen durch eine geeignete Wetterführung zu berücksichtigen (siehe Kap. 3.4.3.1 dieses Gutachtens).

Das wettermäßige Abdämmen der abgeworfenen Grubenfelder kann eine zusätzliche, wirksame Schutzmaßnahme sein, um in einigen Grubenbereichen die Belastung der Wetter mit Radon und dessen Folgeprodukten zu vermindern. Wir bewerten dieses Vorhaben positiv, messen ihm aber für den Strahlenschutz des Personals keine vorrangige Bedeutung bei. Zum einen befinden sich in den besonders stark betroffenen Streckenbereichen (Wendel Süd) keine ständig besetzten Arbeitsplätze und zum anderen sind die Baumaßnahmen nicht einfach auszuführen, da schon kleinere Undichtigkeiten die Wirksamkeit der Abdämmung erheblich einschränken

können. Uns liegen zur Zeit noch keine Meßergebnisse vor, die den Erfolg der bisher in der Schachanlage Konrad durchgeführten Maßnahmen belegen.

Zur Reduzierung der Radon-Konzentration in den Wettern tragen auch der Versatz und die baulichen Abschlußmaßnahmen an den bereits befüllten Einlagerungskammern bei, denn durch diese Maßnahmen wird neben der Aktivität aus den Abfallgebunden auch Radon aus dem Gestein der Kammern zurückgehalten.

Eine weitere wirksame Schutzmaßnahme gegen die Inhalation von Radon-Folgeprodukten und Grubenstaub ist die Filterung der Atemluft. Für den persönlichen Atemschutz können unter den radiologischen Verhältnissen der Grube Konrad leichte Halbmasken mit hohem Rückhaltevermögen getragen werden. Wegen der Unannehmlichkeiten, die auch das Tragen solcher leichten Halbmasken mit sich bringt, empfehlen wir, das Tragen von Masken nur für besondere Situationen vorzuschreiben. Für alle anderen Arbeiten sollten Masken vorrätig gehalten werden, so daß sie auf freiwilliger Basis getragen werden können. Masken sollten getragen werden, wenn an Orten, an denen die potentielle Alpha-Energie mehr als 10 mal so groß ist wie am "realistischen Arbeitsplatz", mehrtägige Arbeiten durchgeführt werden müssen.

Bei Dauerarbeitsplätzen in geschlossenen, ortsfesten Kabinen oder Fahrzeugkabinen kann die Filterung der Zuluft eine wirkungsvolle Schutzmaßnahme sein. Wir haben die betreffenden Rechnungen des Antragstellers für Fahrzeugkabinen geprüft und ergänzend eigene Rechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse des Antragstellers können wir bestätigen. Sie gelten nicht nur für die Fahrzeugkabinen sondern in gleicher Weise auch für ortsfeste Kabinen und zeigen die Wirksamkeit des Filtereinbaus bei unterschiedlichen Luftwechselzahlen.

Aufbauend auf diesen Berechnungen haben wir die zu erwartende Strahlenexposition für einen Mitarbeiter berechnet, der sich 1500 h im Jahr unter Tage in einer Kabine mit gefilterter Zuluft befindet, und vergleichen diese mit der Exposition, die er unter den gleichen Bedingungen ohne Zuluftfilterung erhalten würde. Für kürzere Aufenthaltszeiten reduzierten sich die Dosiswerte entsprechend.

Wir legen als radiologische Randbedingungen die Verhältnisse des "realistischen Arbeitsplatzes" zugrunde, die wir in Kap. 3.4.6.2.1 dieses Gutachtens bereits bewertet und dort in Tab. 3.4.6-2 zusammengestellt haben. Weiterhin setzen wir die auch vom Antragsteller verwendete Luftwechselzahl  $8 \text{ h}^{-1}$  an, die in der Lüftungstechnik üblich ist.

Die potentielle Alphaenergie der Rn-222-Folgeprodukte in der Kabine wird unter diesen Randbedingungen, wie vom Antragsteller angegeben, gegenüber den Grubenwettern etwa um den Faktor 3 reduziert. Für die Rn-220-Folgeprodukte beträgt der entsprechende Reduktionsfaktor mindestens 6,4.

Bei der Berechnung der effektiven Äquivalentdosis aus der potentiellen Alphaenergie verwenden wir die Umrechnungsfaktoren der ICRP 65 /28/ und der EG-Grundnorm /208/ (siehe Kap. 3.4.6.2.1 dieses Gutachtens). Wie der Antragsteller verwenden wir die gleichen Faktoren für die gefilterte Luft wie für die ungefilterte Luft. Nach Angaben in der Fachliteratur /229, 230, 231/ erwarten wir jedoch, daß der relative Anteil der freien, nicht an Aerosole angelagerten Radionuklide wegen der geringeren Aerosolkonzentration in der Kabine erhöht ist. Da der Dosis-Konversionsfaktor von freien Radionukliden erheblich größer ist als der von angelagerten Nukliden /148, 214, 231/ wird die Dosis in der Kabine größer sein, als im folgenden nach diesem einfachen Modell abgeschätzt. Die Größe dieses Effektes läßt sich jedoch ohne Messungen nicht vorhersagen. Durch solche Messungen kann auch festgestellt werden, ob die radiologischen Verhältnisse in der gefilterten Luft nicht ungünstiger werden als in den ungefilterten Grubenwettern.

Die Ergebnisse unserer Berechnungen stellen wir in Tab. 3.4.6-4 zusammen. Dort sind zum Vergleich die entsprechenden Dosiswerte für den Aufenthalt in ungefilterter Grubenluft noch einmal mit aufgeführt. Wie für die Radon-Folgeprodukte haben wir dabei auch für den Grubenstaub vollständige Rückhaltung in den Filtern angenommen.

Durch den Einsatz von Zuluftfiltern läßt sich nach den vereinfachenden Modellannahmen somit in ortsfesten Kabinen und in Fahrzeugkabinen unter den Bedingungen des "realistischen Arbeitsplatzes" die durch Inhalation verursachte effektive Äquivalentdosis nahezu um den Faktor 3 reduzieren. Dies gilt auch für Arbeitsplätze

mit niedrigerer Aktivitätskonzentration, wie sie vom Antragsteller angesetzt wurde /EU 415/. Dort sind lediglich die Absolutwerte aller Dosisbeiträge entsprechend der Aktivitätskonzentration geringer.

Bei den Arbeitsplätzen nahe am Schacht 1 beträgt bei insgesamt niedrigerer Radon-Konzentration der Gleichgewichtsfaktor der Rn-222-Folgeprodukte nur etwa 0,1. Die Strahlenexposition kann deshalb durch den Einbau von Filtern dort nicht in dem Maße wie an den übrigen Arbeitsplätzen reduziert werden.

Insgesamt gesehen wird die durch den Einbau von Zuluftfiltern eingesparte Dosis größer, je größer die folgenden Parameter sind:

- Arbeitszeit in der Kabine,
- Luftwechselzahl,
- Aktivitätskonzentration der Radon-Folgeprodukte in den Grubenwettern,
- Gleichgewichtsfaktor der Radon-Folgeprodukte,
- Staubkonzentration in den Grubenwettern.

Teilweise aufgehoben wird die Wirksamkeit der Filterung vor allem durch den erhöhten Anteil der freien Radionuklide in der Kabine und durch den Luftaustausch, der sich beim Öffnen der Türen oder bei Druckdifferenzen zwischen Kabinenraum und Außenbereich über Undichtigkeiten einstellen kann. Die Häufigkeit des Türöffnens läßt sich möglicherweise durch eine Optimierung der Betriebsabläufe (z.B. ferngesteuertes Öffnen der Wettertüren) verringern. Dem Eindringen kontaminierter Luft über Undichtigkeiten kann dadurch begegnet werden, daß über die Lüftungsanlage ein leichter Überdruck in der Fahrzeugkabine erzeugt wird. Wir empfehlen daher, die Lüftungsanlage für die Kabinen entsprechend auszulegen.

Da aufgrund der theoretischen Analysen eine deutliche Verringerung der Inhalationsdosis möglich ist, die rechnerische Vorhersage aber nicht hinreichend genau ist, empfehlen wir zur Absicherung der Berechnungen repräsentative, vergleichende Messungen in den Grubenwettern und in gefilterter Kabinenluft, um die potentielle Alphaenergie, die Aktivitätsverteilung auf die Aerosole als Funktion der Partikelgröße und den Anteil der freien Radionuklide zu ermitteln. Wir empfehlen auch, den Einfluß

verschiedener Filtertypen und Filtermaterialien, der Luftwechselzahl sowie die Auswirkungen des Türöffnens zu untersuchen.

Die Radon-Exhalation aus dem Gestein kann nach experimentellen Untersuchungen bis zu zehn mal größer werden, wenn das Gestein mit Wasser befeuchtet wird /226/. Im Endlager Konrad ist die Verrieselung von Wasser zur Fahrbahnpflege und zur Staubbekämpfung unter Tage vorgesehen /EU 38.2, EU 470/. Wir empfehlen deshalb, vor Aufnahme des Endlagerbetriebs mit repräsentativen Messungen zu prüfen, ob die Aktivitätskonzentration von Radon oder dessen Folgeprodukten nach der Fahrbahnberieselung wesentlich ansteigt. Anhand der Meßergebnisse kann beurteilt werden, welche organisatorischen Maßnahmen getroffen werden können, um die Strahlenexposition des Betriebspersonals in der Zeit unmittelbar nach der Verrieselung zu verringern.

Abschließend weisen wir darauf hin, daß das von den Radon-Folgeprodukten verursachte Lungenkrebsrisiko durch Rauchen möglicherweise stark vergrößert wird /213, 27, 28/. Wir empfehlen deshalb, die Mitarbeiter im Rahmen der Strahlenschutzbelehrung nach § 39 StrlSchV /4/ auf den möglichen Zusammenhang von Rauchen, Radon-Inhalation und der Gefahr von Lungenkrebs hinzuweisen, um ihnen eine Entscheidungsgrundlage für ihr persönliches Verhalten zu geben.

Der Antragsteller sieht vor, den Schutz vor Direktstrahlung und Inhalation von Radionukliden aus den Abfallgebinden während des Betriebs ständig weiter zu optimieren. Dabei sollen Betriebserfahrung und meßtechnische Überwachungsprogramme als Grundlage für die Weiterentwicklung des radiologischen Arbeitsschutzes dienen (vgl. Kap. 3.4.2 dieses Gutachtens). Da auch die Inhalation natürlicher Radionuklide unter Tage zu einer nicht vernachlässigbaren Strahlenexposition führen kann, empfehlen wir bei Optimierungsmaßnahmen das natürliche Radon mit einzubeziehen (siehe Kap. 3.4.2 dieses Gutachtens).

Tabelle 3.4.6-4: Effektive Äquivalentdosis  $H_E$  durch Inhalation natürlich im Gestein vorkommender Radionuklide bei 1500 Stunden Aufenthalt in den Grubenwettern und in gefilterter Kabinenluft; es wurden die Aktivitätskonzentrationen des "realistischen Arbeitsplatzes" angenommen.

<sup>1)</sup> Die Rn-222-Dosis ist bereits in der Dosis der Rn-222-Folgeprodukte enthalten (s. Tab. 3.4.6-1)

	$H_E/mSv$ Grubenwetter	$H_E/mSv$ Kabinenluft
Staub	0,08	0,00
Rn 220	0,16	0,16
Rn 222	0,08 <sup>1)</sup>	0,08
Rn-220-Folgeprodukte	0,45	0,07
Rn-222-Folgeprodukte	1,30	0,43
Inhalationsdosis (insgesamt)	1,99	0,74

### 3.4.6.3 Einstufung der beruflich strahlenexponierten Personen

Alle im Kontrollbereich tätigen Personen sind beruflich strahlenexponierte Personen /1/. Aus Gründen der Einsatzflexibilität ordnet der Antragsteller diesen gesamten Personenkreis der Kategorie A zu /EU 282/. Auch an einigen Arbeitsplätzen im betrieblichen Überwachungsbereich über Tage, an denen die Personendosis größer als 5 mSv sein kann, werden beruflich strahlenexponierte Personen eingesetzt /215/. Die Strahlenexposition durch natürlich im Gestein vorkommende Radionuklide wird bei der Einstufung nicht berücksichtigt.

#### Bewertung

Nach der Strahlenschutzverordnung /4/ sind diejenigen Personen beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B, die bei der Berufsausübung oder -ausbildung höhere effektive Dosen als 5 mSv aber nicht höher als 15 mSv erhalten können.

Personen, die mehr als 15 mSv erhalten können, sind beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A. Für die Lungendosis betragen die entsprechenden unteren Schwellenwerte 15 mSv (Kategorie B) und 45 mSv (Kategorie A).

Die EG-Grundnorm /208/ sieht demgegenüber niedrigere Schwellenwerte vor. Erwachsene Personen, die bei der Arbeit höhere Dosen als die Normalbevölkerung erhalten können (z.B. effektive Dosis  $>1$  mSv), sind nach der Definition der EG-Grundnorm strahlenexponierte Arbeitskräfte. Wer eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv im Jahr erhalten kann, soll beruflich strahlenexponierte Person der Kategorie A sein. Nach der EG-Grundnorm /208/ ist die Strahlenexposition durch natürliche Strahlung bei den Tätigkeiten in diese Bewertungsskala einzubeziehen, bei denen das Schutzsystem gemäß Artikel 2 anzuwenden ist.

Gegen die Absicht des Antragstellers, alle im Kontrollbereich beschäftigten Personen der Kategorie A zuzuordnen, haben wir keine Einwände. Auch bei Einbeziehung der Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide würde sich hier keine andere Zuordnung ergeben.

Für die Arbeitskräfte im betrieblichen Überwachungsbereich unter Tage kann die Lungendosis durch natürliche und künstliche Radionuklide bis zu ca. 34 mSv betragen. Dies würde bedeuten, daß auf Grundlage der Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung und bei Einbezug der natürlichen Exposition durch Radon und seine Folgeprodukte das Personal in Teilen des betrieblichen Überwachungsbereich der Kategorie B zuzurechnen wäre. Es gehört zu den Aufgaben des Strahlenschutzbeauftragten, die Einhaltung der für die verschiedenen Personenkreise in den jeweils gültigen Vorschriften festgesetzten Dosisgrenzwerte sicherzustellen.



### 3.4.6.4 Vergleich der zu erwartenden Strahlenexpositionen mit den Grenzwerten

Der Antragsteller legt mit dem Plan /1/ und den erläuternden Unterlagen ein Konzept für den Strahlenschutz des Personals vor. Im bestimmungsgemäßen Betrieb werden demnach die Dosisgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung für die Personendosen eingehalten und das Minimierungsgebot bei der Auslegung der einzelnen Arbeitsplätze beachtet. Die Strahlenexposition durch natürlich im Gestein vorkommende Radionuklide wird hierbei nicht berücksichtigt. Aber auch deren Einbezug würde nach Ansicht des Antragstellers zu keiner Überschreitung der Grenzwerte führen /1, EU 183/.

#### Bewertung

Wir haben die zu erwartende Strahlenexposition durch externe Strahlung aus den Abfallbinden in den Kapiteln 2.3.1 und 3.4.4 dieses Gutachtens für die einzelnen Arbeitsplätze ermittelt und die Ergebnisse in Kap. 3.4.6.1.1 dieses Gutachtens zusammengefaßt. In Kapitel 3.4.6.2 dieses Gutachtens sind wir auf die zu erwartende Exposition durch natürliche Radionuklide eingegangen. Dazu haben wir die Dosisangaben des Antragstellers geprüft und auch eigene Abschätzungen durchgeführt. Wir haben die Strahlenexposition bei den vorgesehenen Betriebsabläufen stets abdeckend ermittelt.

Im folgenden stellen wir die aus den einzelnen Teilbeiträgen resultierenden Dosiswerte zusammen und vergleichen sie mit den Grenzwerten. Außerdem gehen wir auf die Dosisbegrenzungen an Arbeitsplätzen ein, die durch Dauereinrichtungen geschützt werden. Unsere Bewertungsmaßstäbe haben wir bereits in Kap. 3.4.1 dieses Gutachtens aufgeführt und begründet. Wir beziehen auch die natürliche Strahlenexposition in unsere Bewertung mit ein.

#### Effektive Dosis

In Tabelle 3.4.6-5 haben wir die effektive Dosis des Personals für ein Kalenderjahr an den vier am stärksten belasteten Arbeitsplätzen zusammenfassend dargestellt.

An diesen Arbeitsplätzen kann die effektive Dosis von Einzelpersonen größer als 10 mSv sein. Die tätigkeitsbezogene Dosis  $H_T$  haben wir in den Kapiteln 2.3.1 und 3.4.4 dieses Gutachtens ermittelt. Die Dosis  $H_S$  für die sonstige Arbeitszeit haben wir konservativ mit der Ortsdosisleistung  $1 \mu\text{Sv/h}$  abgeschätzt (vgl. Kap. 3.4.6.1 dieses Gutachtens).

Für die Inhalationsdosis  $H_I$  durch Radionuklide aus den Abfallgebinden haben wir in Kap. 3.4.6.2.1 dieses Gutachtens für die Tätigkeiten in unmittelbarer Nähe des Gebindestoßes konservativ  $0,5 \text{ mSv}$  abgeschätzt. Das Füllort und die vorderen Bereiche der Einlagerungskammern liegen im Frischwetterstrom, so daß  $H_I$  auf  $0,1 \text{ mSv}$  (Versprühen von Grubenwasser) begrenzt bleibt. An den beiden ungünstigsten Arbeitsplätzen über Tage erwarten wir keine nennenswerte Inhalationsdosis. An den Arbeitsplätzen unter Tage kommt zu der von Abfällen verursachten Dosis die Dosis durch natürliche Radionuklide aus dem Gestein  $H_N$  hinzu, die nach unserer Abschätzung bis zu ca.  $2,2 \text{ mSv}$  im Jahr betragen kann.

Die effektive Dosis ist nach unserer Abschätzung an 4 Arbeitsplätzen größer als  $10 \text{ mSv}$ . Sie beträgt über Tage maximal ca.  $19 \text{ mSv}$  im Jahr (Öffnen der Waggons). Unter Tage ist der errechnete Maximalwert  $12,9 \text{ mSv}$  (Füllort), wovon  $10,7 \text{ mSv}$  durch Nuklide aus den Abfallgebinden und  $2,2 \text{ mSv}$  durch natürliche Radionuklide aus dem Gestein verursacht werden. An allen übrigen Arbeitsplätzen beträgt die effektive Dosis weniger als  $10 \text{ mSv}$ .

Beim Vergleich dieser Strahlenexposition mit den Grenzwerten kommen wir zu folgenden Aussagen:

Der Jahresgrenzwert nach § 49 Abs. 1 StrlSchV /4/ von  $50 \text{ mSv}$  und der Grenzwert von  $25 \text{ mSv}$  für drei aufeinanderfolgende Monate werden eingehalten. Dies gilt auch dann, wenn die Exposition durch natürliche Radioaktivität in die Bewertung einbezogen wird.

Der niedrigere Grenzwert von im Mittel  $20 \text{ mSv}$  im Jahr gemäß ICRP 60 /207/ und der EG-Grundnorm /208/ wird ebenfalls eingehalten.

Die nach § 49 Abs. 1 StrlSchV maximal zulässige Dosis von 400 mSv im Berufsleben kann für einige Arbeitskräfte erreicht werden. Falls die Strahlenexposition an den o.g. Arbeitsplätzen im Betrieb nicht deutlich reduziert werden kann, so resultieren aus diesem Grenzwert Beschränkungen für den Dauereinsatz des Personals an diesen Arbeitsplätzen.

Die vom Antragsteller grundsätzlich vorgesehene Möglichkeit, die Individualdosen an stark belasteten Arbeitsplätzen durch eine Beschränkung der Aufenthaltszeit auf 10 mSv im Jahr zu begrenzen, halten wir für prinzipiell geeignet, um auch den Grenzwert für das Berufsleben einzuhalten. Als Folge von Aufenthaltszeitbeschränkungen für einzelne Personen müssen jedoch die anfallenden Arbeiten unter Umständen auf mehrere Personen verteilt werden. Dieses Aufteilen von Arbeiten auf mehrere Personen zur Begrenzung der Individualdosen ist vom Grundsatz her dann unbedenklich, wenn die Kollektivdosis dadurch nicht erhöht wird. Bei den o.g. Arbeiten führt das Aufteilen nicht zu einer erhöhten Strahlenexposition, da aufgrund der Art der Tätigkeiten keine aufwendigen Einweisungen im Strahlenfeld erforderlich sind. Wir halten jedoch vorrangig den Einsatz technischer Optimierungsmaßnahmen zur Minimierung der Individualdosen für erforderlich. Darauf haben wir in den Kapiteln 2.3.1, 3.4.4.2 und 3.4.6 dieses Gutachtens im Detail hingewiesen.

Die Strahlenexposition bei betrieblichen Störungen wird nur gering sein, da die Dosisleistung der Abfallgebinde begrenzt ist und da technische Vorsorgemaßnahmen zur Behebung von Störungen getroffen werden (vgl. Kap. 2.3.1, 3.4.5.3 und 4.2 dieses Gutachtens). Dadurch und durch das im Bedarfsfall mögliche Aufteilen der Arbeiten auf mehrere Personen wird sichergestellt, daß auch bei kleineren betrieblichen Störungen die Dosisgrenzwerte der ICRP eingehalten werden können. Damit werden die entsprechenden Anforderungen der ICRP 60 /207/ erfüllt.

Das Niedersächsische Umweltministerium forderte den Antragsteller auf, die Individualdosen des Personals am Arbeitsplatz auf deutlich unter 10 mSv im Jahr zu begrenzen, wobei die natürliche Radioaktivität einzubeziehen sei /144/. Mit der vorgelegten Planung erfüllt der Antragsteller diese Anforderungen an allen Arbeitsplätzen mit Ausnahme der vier in Tab. 3.4.6-5 genannten Stellen. Mit der Aufteilung der Arbeiten auf mehrere Personen läßt sich der Schutz der einzelnen Personen prinzipiell auch an diesen Plätzen sicherstellen. Wir sind allerdings angesichts der konservati-

ven Annahmen, die unserer Dosisabschätzung zugrunde liegen, der Ansicht, daß die Strahlenexposition auch an diesen Arbeitsplätzen bei Ausschöpfung aller technischen Optimierungsmöglichkeiten auf unter 10 mSv im Jahr gesenkt werden kann. Ein Aufteilen der Arbeiten aus Strahlenschutzgründen wäre dann nicht erforderlich.

### Teilkörperdosen

Die externe Strahlung führt zu einer annähernd gleichen Exposition aller Organe. Durch Inhalation, speziell von Radon, wird die Lunge am stärksten belastet. Wir haben auf der Basis der ICRP-Empfehlungen 32 und 47 /148, 211/ die Lungendosis unter Einbezug sämtlicher Strahlungsbeiträge auf maximal 49 mSv im Jahr abgeschätzt (Kontrollbereich unter Tage). Der Grenzwert von 150 mSv nach § 49 StrlSchV wird damit deutlich unterschritten. Auch alle weiteren Grenzwerte der Teilkörperdosen, die in der Strahlenschutzverordnung, der ICRP-Empfehlung Nr. 60 /207/ oder der EG-Grundnorm /208/ festgelegt werden, werden unterschritten.

### Dauereinrichtungen

Nach § 54 StrlSchV /4/ ist der Schutz des Personals vor äußerer Strahlenexposition an allen Stellen, an denen es der betriebsmäßige Ablauf erlaubt, durch Dauereinrichtungen sicherzustellen. Die effektive Dosis soll auf ein Fünftel des Grenzwertes für die Jahresdosis beruflich strahlenexponierter Personen der Kategorie A (10 mSv) begrenzt werden.

Unsere Prüfung ergab, daß die tätigkeitsbezogene Dosis an zwei Arbeitsplätzen höher als 10 mSv im Jahr sein kann (siehe Tabelle 3.4.6-5 und Kapitel 2.3.1 dieses Gutachtens). Wie wir in Kapitel 2.3.1 dieses Gutachtens dargelegt haben, halten wir im Sinne des Minimierungsgebots der Strahlenschutzverordnung weitere Verbesserungen für möglich und erforderlich.

Bei ortsfesten Arbeitsplätzen ist der Einbau von zusätzlichen oder die Verstärkung von vorgesehenen Abschirmungen in der Regel problemlos möglich. Um nicht nur den Vorgaben des § 54 StrlSchV sondern auch dem Minimierungsgebot und den

Anforderungen der EG-Grundnorm /208/ zu genügen, haben wir uns bei unseren Auflagenvorschlägen und Empfehlungen zur Auslegung dieser Arbeitsplätze an dem Richtwert von 1 mSv für die effektive Dosis orientiert (vgl. Kap. 3.4.1 dieses Gutachtens).

Bei der Abschirmung von Fahrzeugkabinen gibt es im Unterschied zu den ortsfesten Arbeitsplätzen konstruktive Grenzen für die Auslegung der Abschirmungen, die z.B. aus dem zulässigen Gesamtgewicht und den maximalen Achslasten der Fahrzeuge herrühren. An einigen Fahrzeugen halten wir Optimierungen noch für erforderlich und möglich (vgl. Kap. 2.3.1 dieses Gutachtens).

Wir halten die Strahlenexposition in den Fahrzeugkabinen dann für tolerabel, wenn die Abschirmungen im Rahmen der technischen Möglichkeiten optimiert wurden. An einigen Arbeitsplätzen, die nicht abgeschirmt werden können (z.B. Gleisschuhe setzen), halten wir den Einsatz von automatisierten und ferngesteuerten Verfahren für möglich (vgl. Kap. 2.3.1 dieses Gutachtens).

Obwohl nach § 54 StrlSchV Dauereinrichtungen nur zum Schutz vor externer Strahlenexposition erforderlich sind, bieten sich solche Einrichtungen prinzipiell auch zum Schutz vor Inhalation radioaktiver Stoffe an. So können Zuluftfilter in den Kabinen unter Tage unter Umständen die Strahlenexposition durch Radon-Folgeprodukte reduzieren. In den ICRP-Empfehlungen 60 /207/ und der EG-Grundnorm /208/ werden Schutzmaßnahmen gegen diese Strahlenexposition nahegelegt. Wir haben in Kap. 3.4.6.2.2 dieses Gutachtens entsprechende Möglichkeiten aufgezeigt.

Insgesamt sind wir der Ansicht, daß auch unter Einbeziehung der Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide aus dem Gestein sowohl die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung als auch die strengeren Werte der ICRP-Empfehlungen 60 /207/ und der EG-Grundnorm /208/ eingehalten werden können. Bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge und Empfehlungen in den Kapiteln 2.3.1, 3.4, 3.6 und 4.3 dieses Gutachtens kann zudem ausreichend Vorsorge für den Strahlenschutz des Personals im Sinne des Minimierungsgebots gemäß § 28 Abs. 1 StrlSchV /4/ getroffen werden.

Tabelle 3.4.6-5: Effektive Dosis pro Jahr (mSv) an verschiedenen Arbeitsplätzen

$H_T$  = Tätigkeitsbezogene Dosis (Direkt- und Streustrahlung)

$H_S$  = Dosis während sonstiger Arbeitszeit (Direkt- und Streustrahlung)

$H_I$  = Dosis durch Inhalation von Nukliden aus den Abfallgebänden

$H_N$  = Dosis durch natürlich im Gestein vorkommende Nuklide

$H_E$  = Gesamte effektive Dosis (Summe aller Einzelbeiträge)

Arbeitsplatz	$H_T$	$H_S$	$H_I$	$H_N$	$H_E$
Lokführer	13,3	1,4			14,7
Öffnen der Waggons	17,6	1,5			19,1
Füllort 850 m	10,0	0,6	0,1	2,2	12,9
Stapelfahrzeug	9,4	0,4	0,5	2,2	12,5

### 3.5 Abgaben radioaktiver Stoffe im bestimmungsgemäßen Betrieb

#### 3.5.1 Abgaben mit den Abwettern und der Fortluft

Der Antragsteller hat folgende Abgabewerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe aus den Abfällen mit den Abwettern beim bestimmungsgemäßen Betrieb beantragt /1/:

H 3	$1,5 \cdot 10^{13}$ Bq/a,
C 14	$3,7 \cdot 10^{11}$ Bq/a,
I 129	$7,4 \cdot 10^6$ Bq/a,
Rn 222	$1,9 \cdot 10^{12}$ Bq/a,

Aerosole mit Halbwertszeiten > 10 d:

Beta-/Gamma-Aerosole	$7,4 \cdot 10^7$ Bq/a,
Alpha-Aerosole	$3,7 \cdot 10^6$ Bq/a.

Die Abwetter werden am Schacht Konrad 2 über einen 45 m hohen Diffusor in die Umgebung abgeleitet /1/.

Für die Nuklidgruppen der Beta-/Gamma-Aerosole und der Alpha-Aerosole hat der Antragsteller je ein Nuklidspektrum angegeben, das die radiologisch relevanten Nuklide in konservativer Weise berücksichtigt /1/. Das Modellspektrum ist in der Tabelle 3.5.1-1 angegeben. Es beinhaltet keine Antragswerte für die aufgeführten Einzelnuklide, sondern stellt eine konservative Nuklidzusammensetzung für die Strahlenexpositionsrechnungen unter Berücksichtigung des erwarteten Abfallaufkommens dar. Im bestimmungsgemäßen Betrieb sind Abweichungen der relativen Aktivitätsanteile vom Modellspektrum möglich.

Tabelle 3.5.1-1: Relative Aktivitätsanteile in den Nuklidgruppen Beta-/Gamma-Aerosole und Alpha-Aerosole (für Strahlenexpositionsrechnungen auf der Basis der Antragswerte)

$\beta/\gamma$ -Strahler	relativer Aktivitätsanteil in %	$\alpha$ -Strahler	relativer Aktivitätsanteil in %
Co 60	6	Pu 238	50
Sr 90	27	Pu 239	9
Ru 106	7	Pu 240	7
Sb 125	1	Am 241	6
Cs 134	12	Cm 244	27
Cs 137	47	Ra 226	1

Neben den beantragten Aktivitätsableitungen können weitere radioaktive Stoffe aus dem Endlager mit den Abwettern in die Umgebung abgegeben werden. Es handelt sich hierbei um Radionuklide, die während der Lagerung durch radioaktiven Zerfall oder durch Spontanspaltungen in den Abfällen gebildet werden und anschließend aus den Gebinden in die Grubenwetter übertreten können. Dieses Freisetzungsmodell trifft vor allem für Edelgase zu. Wie im Kapitel 3.1.2 dargestellt, hat der Antragsteller in einer Zusatzunterlage /EU 260/ die Aktivitätsfreisetzungen der Spaltedelgase ermittelt. Der Antragsteller ermittelt dabei maximale Aktivitätsabgaben an Spaltedelgasen von  $9,2 \cdot 10^{11}$  Bq/a, die zu ca. 94 % von Xe 133 und zu ca. 6 % von Xe 133m herrühren /EU 260/.

Laut den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ können im Endlager Konrad auch Kr-85-haltige Abfälle eingelagert werden. Dabei ist die Kr-85-Aktivität pro Abfallgebinde auf  $3 \cdot 10^{10}$  Bq beschränkt /EU 117/. Die Einlagerung höherer Kr-85-Inventare ist nur bei vorheriger Zustimmung des BfS möglich /EU 117/. Insgesamt können bis zu  $1 \cdot 10^{13}$  Bq/a Kr 85 mit den Abfällen eingelagert werden /232/. Der Antragsteller nimmt konservativ an, daß das jährlich eingelagerte Kr-85-Inventar im gleichen Jahr wieder vollständig freigesetzt und an die Umgebung abgegeben wird /201/.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus der obertägigen Anlage der Schachanlage Konrad über den ca. 30 m hohen Fortluftkamin beträgt nach Angaben des Antragstellers /1/ weniger als 1 % der gesamten beantragten Aktivitätsableitungen



über den Diffusor. Antragswerte für die Aktivitätsableitungen mit der Fortluft liegen nicht vor.

Der Antragsteller beschreibt jedoch in den Unterlagen /EU 280, EU 280.1/, wie er gewährleistet, daß für die Aktivitätsableitungen über den Fortluftkamin 1 % der Antragswerte der Aktivitätsabgaben mit den Abwettern eingehalten werden: Der Antragsteller beabsichtigt, über eine Gebindeanzahl- und eine Aktivitätsbilanzierung für die Pufferhalle das o.g. Kriterium einzuhalten. In das Bilanzierungsverfahren geht auch die jeweilige Pufferzeit der Abfallgebinde als der Bruchteil eines Jahres ein, in dem sie in der Pufferhalle gelagert werden.

Der Antragsteller hat den o. g. Antragswerten Erwartungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern gegenübergestellt /EU 300/. Diese Erwartungswerte sind in der Tabelle 3.5.1-2 dargestellt. Zusätzlich ist dort für jede Radionuklidgruppe der erwartete Ausschöpfungsgrad der Antragswerte angegeben. Für die Nuklidgruppen der Alpha-Aerosole und der Beta-/Gamma-Aerosole sind in Tabelle 3.5.1-3 die erwarteten relativen Aktivitätsanteile angegeben /EU 300/. Die Erwartungswerte stellen die aufgrund des heutigen Kenntnisstandes des Abfallaufkommens ermittelten Aktivitätsabgaben dar. Diese Aktivitätsabgaben wurden für das ungünstigste Betriebsjahr unter konservativen Randbedingungen bezüglich der Freisetzungen aus den Gebinden, der Größe von versetzten und offenen Kammerabschnitten und der Vernachlässigung von Abscheidung und Rückhaltung ermittelt /EU 300/. Der Antragsteller schätzt die Abfallmengen und die Nuklidzusammensetzung der Abfälle für die geplante Betriebsdauer von 40 Jahren ab. Er gibt sie aber nicht definitiv an, weil sich während der Betriebszeit des Endlagers das Abfallspektrum ändern kann und darüber hinaus Änderungen im Betrieb des Endlagers, wie z.B. die Länge der versetzten und unversetzten Bereiche im Endlager oder die Betriebsdauer, nicht ausgeschlossen werden. Um dieses zu berücksichtigen, geben die Antragswerte einerseits genügend Spielraum für die jeweils aktuellen betrieblichen Gegebenheiten, andererseits orientieren sie sich an den derzeitigen Erwartungswerten, indem sich die Antragswerte und die Erwartungswerte nicht um viele Größenordnungen unterscheiden /EU 300/.

Die letztgenannte Bedingung wird nicht von I 129, Rn 222 und den Alpha-Aerosolen erfüllt. Bei I 129 begründet der Antragsteller die großen Abweichungen zwischen Antrags- und Erwartungswerten damit, daß bei der notwendigen Rücknahme von Wiederaufarbei-

tungsabfällen aus dem Ausland der I-129-Gehalt nicht genügend quantifiziert werden kann und daher ein großer Spielraum nötig ist. Im Hinblick auf Rn 222 und Alpha-Strahler führt der Antragsteller aus, daß nur wenige Abfälle zur Freisetzung beitragen und daß daher, wenn diese Abfälle eingelagert werden, es zu großen Schwankungen der Ableitung in den einzelnen Betriebsjahren kommen kann /EU 300/. Hinzu kommt nach Aussagen des Antragstellers, daß es erhebliche Mengen unkonditionierter Ra-226-haltiger Abfälle gibt, von denen noch unbekannt ist, in welcher Form sie später ins Endlager gelangen, so daß die Rn-222-Freisetzung nicht genau abgeschätzt werden kann /EU 300, EU 446/.

In der Unterlage /EU 260/ führt der Antragsteller aus, daß die Erwartungswerte für die Ableitungen von Spaltedelgasen aus dem Grubengebäude bei etwa 0,1 % der rechnerisch ermittelten maximalen Aktivitätsabgaben von insgesamt  $9,2 \cdot 10^{11}$  Bq/a liegen.

Tabelle 3.5.1-2: Erwartungswerte der Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern nach /EU 300/

Szenario	Erwartungswert Bq/a	Anteil am Antragswert %
H 3	2,3 E 12	15
C 14	4,9 E 10	13
I 129	2,1 E 4	0,3
Rn 222	3,2 E 10	1,7
sonstige $\beta/\gamma$ -Strahler	2,4 E 6	3,2
sonstige $\alpha$ -Strahler	1,5 E 3	0,04

Bei den Erwartungswerten für die Nuklidzusammensetzungen der sonstigen Alpha- und Beta-/Gammastrahler in Tabelle 3.5.1-3 zeigt sich, daß für die radiologisch wichtigen Nuklide Sr 90, Cs 134 und Cs 137 wesentlich geringere Aktivitätsanteile erwartet werden, als in den Modellrechnungen entsprechend Tabelle 3.5.1-1 zugrunde gelegt wird. Daher ist das Modellspektrum aus Tabelle 3.5.1-1 nach Ansicht des Antragstellers konservativ. Nuklide, deren Aktivitätsanteile im Modellspektrum unterrepräsentiert sind, wie

z.B. Ru 106, tragen nur unwesentlich zur gesamten potentiellen Strahlenexposition bei /EU 300/. Gleiches gilt für den Dosisbeitrag der Alpha-Strahler insgesamt und auch für die Einzelnuclide, so daß die Nuklidzusammensetzung der Alpha-Aerosole für radiologische Betrachtungen nach Ansicht des Antragstellers von untergeordneter Bedeutung ist /EU 300/.

Tabelle 3.5.1-3: Erwartete relative Aktivitätsanteile für die Nuklidgruppen Beta-/Gamma-Aerosole und Alpha-Aerosole nach /EU 300/

$\beta/\gamma$ -Strahler	relativer Aktivitätsanteil in %	$\alpha$ -Strahler	relativer Aktivitätsanteil in %
Fe 55	3,0	Pu 238	59,6
Co 60	1,3	Pu 239	5,6
Sr 90	16,9	Pu 240	8,7
Ru 106	31,3	Am 241	4,1
Sb 125	1,0	Cm 244	18,5
Cs 134	7,4	Sonstige	3,5
Cs 137	27,2		
Sonstige (incl. Pu 241)	11,9		

### Bewertung

Die wesentlichen Aktivitätsableitungen stammen von den Nukliden H 3, C 14 und Rn 222. Quelle für H 3 und C 14 ist der gesamte Einlagerungsbereich, da diese Nuklide aus offenen wie aus versetzten Einlagerungskammern freigesetzt werden. Durch den Pumpversatz wird die Freisetzung dieser Nuklide zwar verringert, aber nicht vermieden. Rn 222, Aerosole und I 129 entweichen nur aus den offenen Einlagerungskammern, da diese Stoffe durch den Pumpversatz vollständig zurückgehalten werden. Wir halten daher die Ausführungen des Antragstellers für zutreffend, daß die Ableitung von H 3 und C 14 im letzten Betriebsjahr des Endlagers am größten ist, während für die anderen Nuklide das Jahr maßgebend ist, in dem sich die höchsten Aktivitätsinventare in offenen Kammerabschnitten befinden.

Wir haben geprüft, ob die vom Antragsteller angegebenen Nuklidspektren für die Gruppen der Beta-/Gamma-Aerosole und der Alpha-Aerosole aus Tabelle 3.5.1-1 für die radiologischen Betrachtungen hinreichend konservativ gewählt wurden. Nuklide, die aus den Abfällen freigesetzt und in die Umgebung abgegeben werden, aber nicht im Nuklidspektrum aufgeführt werden (wie z.B. Pu 241), werden bei den Dosisermittlungen wegen ihrer vergleichbaren oder niedrigeren Dosisfaktoren von den angegebenen Nukliden mit abgedeckt.

Wir halten es aufgrund unseres Kenntnisstandes über die vorhandenen Abfälle für gerechtfertigt, eine Aerosolzusammensetzung für die erwartete Aktivitätsabgabe an Alpha- und an Beta-/Gamma-Strahlern entsprechend Tabelle 3.5.1-3 anzunehmen. Wir haben festgestellt, daß die Nuklidzusammensetzung entsprechend Tabelle 3.5.1-1 für die vorliegenden Erwartungswerte aus Tabelle 3.5.1-3 aus radiologischer Sicht abdeckend ist. Das tatsächliche Nuklidspektrum der Aerosole wird im späteren Betrieb gewissen Schwankungen aufgrund der eingelagerten Aktivitäten unterworfen sein. Eine eventuelle Veränderung des Nuklidspektrums der Aerosole gegenüber der Tabelle 3.5.1-1 hat jedoch keinen nennenswerten Einfluß auf die Strahlenexposition in der Umgebung, weil die Aerosole zur gesamten Dosis nur wenig beitragen. Die beantragten Aktivitätsabgaben der Aerosole liegen um einige Größenordnungen unterhalb derer von H 3, C 14 und Rn 222.

Die Änderung von Abfallströmen, die z.B. durch den Fortfall der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf, das Hinzukommen von Abfällen aus ausländischen Wiederaufarbeitungsanlagen oder durch geänderte Konditionierungsverfahren in der Zukunft entstehen können, haben einen nicht vernachlässigbaren Einfluß auf die Erwartungswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe. Durch entsprechend geregelten Abruf der Abfallgebinde und die Anpassung der längenbezogenen Grenzwerte an den Einlagerungsfortschritt sind die Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern jedoch immer einhaltbar (siehe Kapitel 3.1 dieses Gutachtens).

Die Höhe der Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern bestimmt die pro Zeitabschnitt in das Endlager einlagerbare Aktivität in den Abfällen: Die jeweiligen längenbezogenen Grenzwerte für die Einlagerung werden auf Grundlage der Antragswerte festgelegt (vgl. Kap. 3.1.2 dieses Gutachtens). Da hierbei konservativ keine Rückhaltung radioaktiver Stoffe im Grubengebäude unterstellt wird

und weitere konservative Randbedingungen in die Betrachtung der Aktivitätsfreisetzung einfließen, werden bei Einhaltung der längenbezogenen Grenzwerte während der gesamten Betriebszeit des Endlagers auch die Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern sicher eingehalten.

Betriebsstörungen, die mit einer Erhöhung der Aktivitätsabgaben verbunden sind, werden bei der regelmäßigen Fortschreibung der längenbezogenen Grenzwerte berücksichtigt. Damit ist auch nach anomalen Aktivitätsfreisetzungen eine Einhaltung der Antragswerte für den bestimmungsgemäßen Betrieb gewährleistet. Darüber hinaus beeinflussen kurzzeitig erhöhte Aktivitätsabgaben durch Betriebsstörungen, wie z.B. Reparaturmaßnahmen am Hauptgrubenlüfter, die jährlichen Strahlenexpositionen in der Umgebung nur unwesentlich, solange die pro Tag abgegebene Aktivität 1 % der genehmigten Abgabewerte für die jährliche Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern nicht überschreitet (vgl. Kap. 3.1.2 dieses Gutachtens). Durch organisatorische Maßnahmen wie durch das Abrufsystem kann außerdem stets sichergestellt werden, daß die Antragswerte auch bei Berücksichtigung anomaler Betriebszustände eingehalten werden können.

Weil die längenbezogenen Grenzwerte für die einlagerbare Aktivität aus den Antragswerten abgeleitet werden, ist nach unserer Ansicht nicht auszuschließen, daß in einzelnen Jahren die Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern weitestgehend ausgeschöpft werden. Andererseits kann sich aus Aktivitätsbeschränkungen in den Endlagerungsbedingungen oder aus der Beschränkung des Gesamtaktivitätsinventars des Endlagers (vgl. Kap. 3.1.4 dieses Gutachtens) ergeben, daß die längenbezogenen Grenzwerte nicht ausgeschöpft werden können. Dann werden die Antragswerte für die Aktivitätsableitungen im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht erreicht. Außerdem werden die eingelagerten Gebinde in der Regel die jeweils zulässigen längenbezogenen Grenzwerte nicht zugleich für alle Nuklidgruppen ausschöpfen.

Die Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern sind im Vergleich mit den zugehörigen Erwartungswerten bei den Nukliden H 3 und C 14 sowie bei den Beta-/Gammaaerosolen auch bei Berücksichtigung des Minimierungsgebotes angemessen gewählt und bieten doch ausreichend großen Spielraum, um

- die betrieblichen Belange in notwendiger Weise zu berücksichtigen,
- je nach Menge, Form und Beschaffenheit der zu einem beliebigen Zeitpunkt vorliegenden konditionierten Abfälle das Abrufsystem flexibel zu gestalten und
- Störungen im bestimmungsgemäßen Betrieb abdecken zu können.

Für I 129, Rn 222 und die Alpha-Aerosole ergeben sich jedoch große Unterschiede zwischen den Erwartungswerten und den Antragswerten.

Eine Herabsetzung des Antragswertes für Alpha-Aerosole unter Beachtung des niedrigen Erwartungswertes halten wir nicht für erforderlich, weil die Alpha-Aerosole nur geringfügig zur gesamten Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern beitragen.

Dieses trifft auch für den Antragswert für I 129 zu. Nach unseren Analysen ist aber nicht auszuschließen, daß auch I 131 abgegeben wird. Deshalb sollte der Antragswert von  $7,4 \cdot 10^6$  Bq/a nicht allein für das Nuklid I 129, sondern für alle Jodisotope gelten, was gleichzeitig eine Beschränkung der genehmigten I-129-Abgabe beinhaltet. Wir gehen weiter unten ausführlich auf diesen Aspekt ein.

Da der Antragswert für die Ableitung von Rn 222 mit den Abwettern ursprünglich nicht auf der Basis einer ausschließlichen Verwendung von Pumpversatz ermittelt worden ist, halten wir eine Reduzierung des Antragswertes für Rn 222 auf  $7,4 \cdot 10^{11}$  Bq/a für gerechtfertigt /AV 3.5.1-1/. Dies gilt insbesondere wegen der hohen radiologischen Bedeutung des Rn 222 für die Strahlenexposition in der Umgebung.

Der in der Tabelle 3.5.1-2 genannte Erwartungswert für Rn 222 von 1,7 % des Antragswertes liegt nach der von uns geforderten Reduktion um den Faktor 2,5 dichter an dem neuen Grenzwert und erreicht dann ca. 4,3 % des neuen Grenzwertes. Damit werden die betrieblichen Belange immer noch sicher für alle vorgesehenen Einlagerungsszenarien abgedeckt.

Bei entsprechender Fixierung der noch unkonditionierten Ra-226-haltigen Abfälle oder bei ihrer Verpackung in Behälter mit spezifizierter Dichtheit ist bei gleichem Ak-

tivitätsinventar eine Reduzierung der Aktivitätsfreisetzungen aus den Gebinden möglich, so daß auch niedrigere Aktivitätsabgabewerte für Rn 222 einhaltbar sind. Außerdem kann durch das Abrufsystem sichergestellt werden, daß Ra-226-haltige Abfälle jeweils erst unmittelbar vor dem Versetzen eines Kammerabschnittes in das Endlager verbracht werden, so daß sie nur sehr kurze Zeit in offenen Kammerabschnitten stehen. Durch das Pumpversatzmaterial wird Rn 222 vollständig zurückgehalten. Bei kurzen Standzeiten der Abfallgebände in unversetzten Bereichen wird die gesamte jährliche Radonfreisetzung aus dem Grubengebäude erheblich reduziert.

Der Antragsteller befürchtet, daß bei einem herabgesetzten Genehmigungswert für Rn 222 die Überwachung der Abgaben erschwert wird /EU 411, EU 446/. Dem können wir nicht folgen, da gerade wegen der geringen Anzahl und der diskontinuierlichen Einlagerung Ra-226-haltiger Gebinde eine gezielte Überwachung auf Rn 222 gut durchführbar ist, weil Ort und Zeitpunkt möglicher Rn-222-Emissionen festliegen. Sollten dennoch in ungünstigen Fällen die Messungen ergeben, daß es zu erhöhten Radonfreisetzungen aus den Gebinden kommt, so daß eine Überschreitung des zulässigen Grenzwerts zu befürchten wäre, könnte kurzfristig Pumpversatz eingebracht werden.

Die vom Antragsteller ermittelten Werte für die Aktivitätsableitungen der Spaltedelgase sind konservativ. Wir haben das dabei verwendete Modell geprüft und bestätigen die Rechenergebnisse. Es ist konservativ, bei diesen Rechnungen davon auszugehen, daß zum einen 400 m Kammerlänge unversetzt sind und dort Abfallgebände mit maximal möglichen Inventaren an sonstigen Alphastrahlern lagern, so daß die längenbezogenen Grenzwerte vollständig ausgeschöpft werden. Des weiteren unterstellt der Antragsteller, daß es sich dabei nur um Verpackungen ohne spezifizierte Dichtheit handelt und daß die eingelagerten Alphastrahler allein aus dem stark spontan spaltenden Nuklid Cm 244 bestehen. Die auf dieser Grundlage ermittelten maximalen Edelgasabgaben von etwa  $9,2 \cdot 10^{11}$  Bq/a liegen um etwa drei Größenordnungen unter vergleichbaren Genehmigungswerten für die Edelgasabgabe aus Kernkraftwerken. Aufgrund der konservativen Ermittlung dieses Wertes sind wir wie der Antragsteller der Ansicht, daß die betrieblich zu erwartende Spaltedelgasabgabe mit den Abwettern um weitere drei Größenordnungen niedriger sein wird. Deswegen und wegen der geringen radiologischen Bedeutung bedarf es keiner gesonderten Antragswerte für die Ableitung von Spaltedelgasen mit den Abwettern.

Desgleichen führt eine Ableitung von maximal  $1 \cdot 10^{13}$  Bq/a Kr 85 /201, 232/ nur zu einer geringen Strahlenexposition. Kr 85 wird planmäßig in die Grube Konrad eingebracht, so daß die Wiederfreisetzung dieses Nuklids in die Umgebung gesondert betrachtet werden muß. Die Annahme des Antragstellers, daß die ins Endlager eingebrachten Kr-85-Aktivitätsinventare im gleichen Jahr vollständig wieder an die Umgebung abgegeben werden, ist konservativ. Der betriebliche Wert für die Ableitung von Kr 85 mit den Grubenwettern wird erheblich niedriger liegen. Er wird jedoch nicht quantifiziert, so daß wir für unsere Beurteilung von dem Maximalwert ausgehen. Wir halten deshalb Maßnahmen zur Überwachung der Kr-85-Abgabe mit den Grubenwettern für erforderlich. Wir gehen darauf im Kapitel 3.6 dieses Gutachtens ein.

Wie wir in Kapitel 3.1.2.1 dieses Gutachtens dargelegt haben, entsteht durch Spontanspaltungen in den eingelagerten  $\alpha$ -haltigen Abfällen neben den Spaltedelgasen auch I 131. Da dieses Nuklid nicht unter die Gruppe der sonstigen Beta-/Gamma-Strahler mit Halbwertszeiten  $> 10$  d fällt und auch nicht in jedem Fall aerosolförmig vorliegt, haben wir für dieses radiologisch bedeutende Nuklid eine gesonderte Betrachtung angestellt. Hierzu haben wir dasselbe Modell mit denselben konservativen Annahmen wie für die Bildung und Aktivitätsabgabe der Spaltedelgase /EU 260/ zugrunde gelegt. Wir ermitteln damit für I 131 eine Gleichgewichtsaktivität von ca.  $3 \cdot 10^{10}$  Bq in den Abfällen in offenen Kammerabschnitten. Für die anschließende Freisetzung von I 131 aus den Gebinden sowie für die Abgabe in die Umgebung haben wir dasselbe Freisetzungsverhalten wie für I 129 zugrunde gelegt. Es ergibt sich auf diese Weise eine maximale Aktivitätsabgabe von I 131 mit den Abwettern von ca.  $3 \cdot 10^6$  Bq/a.

Wie bei den Spaltedelgasen ist der Erwartungswert für die Abgabe von I 131 über den Diffusor um etwa drei Größenordnungen geringer. Die Bildung anderer Jodisotope durch Spontanspaltungen in den Abfällen ist radiologisch unbedeutend, weil die weiteren Jodisotope wegen ihrer sehr viel kürzeren Halbwertszeit gegenüber I 131 nur in vernachlässigbarem Umfang aus den Abfällen freigesetzt werden und daher nur unwesentlich zur Jodabgabe mit den Grubenwettern beitragen.

Unabhängig davon liegt der auf der Basis von Antragswerten für die Einlagerung ermittelte Aktivitätsabgabewert für I 131 in derselben Größenordnung wie der Antragswert von  $7,4 \cdot 10^6$  Bq/a für die Abgabe von I 129. Ebenfalls liegt der Erwar-



tungswert der Abgabe von I 129 um etwa drei Größenordnungen unter dem Antragswert (vgl. Tab. 3.5.1-2). Es ist deshalb damit zu rechnen, daß auch die tatsächlichen Aktivitätsableitungen im späteren Betrieb für I 129 und I 131 etwa in derselben Größenordnung liegen werden. Deswegen halten wir es für erforderlich, den Antragswert für I 129 in Höhe von  $7,4 \cdot 10^6$  Bq/a nicht nur für I 129, sondern für Jod insgesamt festzuschreiben /AV 3.5.1-2/. Dementsprechend muß die Überwachung und Bilanzierung der Aktivitätsabgaben mit den Abwettern nicht nur auf I 129, sondern auch auf I 131 hin erfolgen (siehe Kap. 3.6 dieses Gutachtens). Wegen des großen Abstandes der Erwartungswerte für die Jodabgabe von dem Antragswert ergeben sich durch den Auflagenvorschlag AV 3.5.1-2 für den Betrieb des Endlagers keine Einschränkungen. Der Auflagenvorschlag hat lediglich zur Konsequenz, daß sich die zulässige Ableitung für I 129 von  $7,4 \cdot 10^6$  Bq/a wegen der zu berücksichtigenden I-131-Abgabe von maximal  $3 \cdot 10^6$  Bq/a entsprechend reduziert. Auch dann ist für I 129 ein genügend großer Abstand zu den Erwartungswerten gegeben. Wir gehen bei unseren Strahlenexpositionsrechnungen konservativ davon aus, daß sämtliche Jodabgaben in Form von elementarem Jod stattfinden.

Die Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus dem Kontrollbereich der obertägigen Anlage ist im Vergleich mit der Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern gering. In der obertägigen Anlage werden Gebinde gehandhabt oder vorübergehend gelagert, welche den Transportvorschriften entsprechen. Die Aktivitätsfreisetzungen aus den Gebinden sind dementsprechend gering und höchstens so groß wie bei den jeweils entsprechenden Behältern in den offenen Einlagerungskammern unter Tage.

Die Fortluft aus dem Sonderbehandlungsraum und dem Labor, in denen vor allem aerosolförmige radioaktive Stoffe bei Dekontaminations- und Konditionierungsarbeiten auftreten können, wird gefiltert und trägt nicht nennenswert zur Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus der obertägigen Anlage bei.

Wir sind der Ansicht, daß mit den vorgestellten Verfahren der Gebindeanzahl- und der Aktivitätsbilanzierung /EU 280, EU 280.1/ sichergestellt werden kann, daß die Aktivitätsableitungen über den Fortluftkamin weniger als 1 % der Antragswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern betragen. Es ist geplant, die Aktivitätsableitungen über den Fortluftkamin meßtechnisch zu überwachen und zu bilanzieren (siehe Kap. 3.6 dieses Gutachtens). Dazu muß jedoch das Verfahren für die

Bilanzierungen im gesamten obertägigen Kontrollbereich im Zechenbuch/Betriebshandbuch festgeschrieben werden /AV 3.5.1-3/. Dabei müssen die Gesamtabgaben radioaktiver Stoffe über den Fortluftkamin und über den Diffusor zusammen die genehmigten Grenzwerte einhalten.

Zusammenfassend empfehlen wir, folgende Werte für die Gesamtabgabe luftgetragener radioaktiver Stoffe mit den Abwettern und der Fortluft zu genehmigen:

H 3	$1,5 \cdot 10^{13}$ Bq/a,
C 14	$3,7 \cdot 10^{11}$ Bq/a,
Kr 85	$1,0 \cdot 10^{13}$ Bq/a,
Rn 222	$7,4 \cdot 10^{11}$ Bq/a,
I gesamt	$7,4 \cdot 10^6$ Bq/a,

Aerosole mit Halbwertszeiten > 10 d:

Alpha-Aerosole	$3,7 \cdot 10^6$ Bq/a,
Beta-/Gamma-Aerosole	$7,4 \cdot 10^7$ Bq/a.

Ausgehend von diesen Werten legen wir unseren Strahlenexpositionsrechnungen das in Tabelle 3.5.1-4 aufgeführte Nuklidspektrum für die Abgaben radioaktiver Stoffe mit den Abwettern und der Fortluft zugrunde. Die Tabelle 3.5.1-4 enthält die Aktivitätsabgaben, die sich aus den Freisetzungen aus den im Endlager befindlichen radioaktiven Abfallgebänden ergeben, nicht jedoch die Aktivitätsabgaben natürlicher radioaktiver Stoffe aus dem Grubengebäude. Darauf gehen wir in Kap. 3.5.3 dieses Gutachtens ein.

Da beim Betrieb eines Endlagers für radioaktive Abfälle keine so großen Schwankungen der Aktivitätsabgaben mit den Abwettern und der Fortluft im bestimmungsgemäßen Betrieb zu erwarten sind wie bei anderen kerntechnischen Anlagen, halten wir es nicht für erforderlich, für die Schachtanlage Konrad Tagesgrenzwerte für die Abgabe luftgetragener radioaktiver Stoffe festzuschreiben. Erhöhte Ableitungen können nach einem langfristigen Ausfall des Hauptgrubenlüfters auftreten (vgl. Kap. 2.3.2.1.6.1).

Tabelle 3.5.1-4: Aktivitätsabgaben künstlicher radioaktiver Stoffe mit den Abwettern und der Fortluft im bestimmungsgemäßen Betrieb (nach Gutachtermodell)

Nuklid	Abgabe (Bq/a)
<b>Gase</b>	
H 3	$1,5 \cdot 10^{13}$
C 14	$3,7 \cdot 10^{11}$
Kr 85 *)	$1,0 \cdot 10^{13}$
Xe 133 *)	$8,7 \cdot 10^{11}$
Xe 133m *)	$5,1 \cdot 10^{10}$
Rn 222 *)	$7,4 \cdot 10^{11}$ ( $1,9 \cdot 10^{12}$ )
<b>Jod elementar</b>	
I 129 *)	$4,4 \cdot 10^6$ ( $7,4 \cdot 10^6$ )
I 131 *)	$3,0 \cdot 10^6$
<b>Aerosole</b>	
Co 60	$4,4 \cdot 10^6$
Sr 90	$2,0 \cdot 10^7$
Ru 106	$5,2 \cdot 10^6$
Sb 125	$7,4 \cdot 10^5$
Cs 134	$8,9 \cdot 10^6$
Cs 137	$3,5 \cdot 10^7$
Ra 226	$3,7 \cdot 10^4$
Pu 238	$1,9 \cdot 10^6$
Pu 239	$3,3 \cdot 10^5$
Pu 240	$2,6 \cdot 10^5$
Am 241	$2,2 \cdot 10^5$
Cm 244	$1,0 \cdot 10^6$

\*) in Klammern: anderslautende Antragswerte des Antragstellers; die Nuklide Kr 85, Xe 133, Xe 133m und I 131 sind im Modellspektrum des Antragstellers nicht enthalten.

### 3.5.2 Abgaben mit dem Abwasser

Der Antragsteller hat folgende Werte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser im bestimmungsgemäßen Betrieb einschließlich des Beitrags aus den Dekontaminations- und Reinigungsarbeiten beantragt /1, EG 63/:

H 3  $7,4 \cdot 10^{12}$  Bq/a,

tritiumfreies Nuklidgemisch  $7,4 \cdot 10^8$  Bq/a.

Für das tritiumfreie Nuklidgemisch hat der Antragsteller ein Nuklidspektrum angegeben und dabei festgestellt, daß die radiologisch relevanten Nuklide in konservativer Weise berücksichtigt werden /1/. Das Nuklidspektrum ergibt sich aus der Nuklidzusammensetzung der Aerosole in den Abwettern entsprechend Tabelle 3.5.1-1 unter Zugrundelegung eines einheitlichen Abscheidegrades von 50 % für den Übergang in die Grubenwässer (siehe Kap. 3.1.2 dieses Gutachtens). Die Nuklidzusammensetzung des tritiumfreien Radionuklidgemisches, mit der der Antragsteller die radiologischen Berechnungen durchgeführt hat, ist in Tabelle 3.5.2-1 angegeben. Die angegebene Nuklidzusammensetzung ist jedoch nicht Bestandteil des Antrages für die Ableitung radioaktiver Stoffe.

Tabelle 3.5.2-1: Relative Aktivitätsanteile des tritiumfreien Radionuklidgemisches, das der Antragsteller den Strahlenexpositionsrechnungen auf der Basis des Antragswertes von  $7,4 \cdot 10^8$  Bq/a zugrundelegt.

Radionuklid	relativer Aktivitätsanteil in %
Co 60	5
Sr 90	23,4
Ru 106	6
Sb 125	1
I 129	9
Cs 134	10
Cs 137	41
Pb 210	0,6
Ra 226	0,04
Pu 238	2
Pu 239	0,36
Pu 240	0,28
Am 241	0,24
Cm 244	1,08

In den Antragswerten und im Nuklidspektrum für das Radionuklidgemisch ist die natürlich vorkommende Radioaktivität nicht berücksichtigt /1/.

Der Antragsteller gibt an /1/, daß durch Dekontaminations- und Reinigungsarbeiten in der obertägigen Anlage bis zu  $3,7 \cdot 10^8$  Bq/a in radioaktiv kontaminiertem Abwasser anfallen, entsprechend 50 % des Antragswertes für das tritiumfreie Radionuklidgemisch. Die andere Hälfte dieses Antragswertes sowie der Antragswert für H 3 ist im wesentlichen für die Aktivitätsabgabe mit den Grubenwässern vorgesehen.

Entsprechend dem Modell, daß 30 % des H 3 und 50 % der Aerosole aus den Abwettern in die Grubenwässer übergehen (vgl. Kapitel 3.1.2 dieses Gutachtens), ermittelt der Antragsteller einen jährlichen Tritiumanfall in den Grubenwässern von  $4,5 \cdot 10^{12}$  Bq/a /1/. Für den Aktivitätsübertritt von Jod und Aerosolen in die Grubenwässer ermittelt der Antragsteller folgende Werte /1/:

I 129	$3,7 \cdot 10^6$ Bq/a,
$\beta/\gamma$ -Strahler	$3,7 \cdot 10^7$ Bq/a,
$\alpha$ -Strahler	$1,9 \cdot 10^6$ Bq/a.

Der Antragsteller betrachtet gesondert das langlebige Radon-Folgeprodukt Pb 210. Es gelangt durch den Übergang von Rn 222 und kurzlebiger Tochternuklide aus den Grubenwettern in die Grubenwässer. Durch anschließenden radioaktiven Zerfall dieser Radionuklide entsteht Pb 210. Es ergibt sich ein Eintrag von Pb 210 in die Grubenwässer von ca.  $4,5 \cdot 10^6$  Bq/a /1/, der von der Einlagerung radiumhaltiger Abfälle stammt.

Auf der Basis dieser Werte begründet der Antragsteller die o.g. Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser.

Die Abgaben radioaktiver Stoffe mit den Grubenwässern beziehen sich auf eine jährliche Fördermenge von  $10\,000\text{ m}^3/\text{a}$  /1, EG 63/. Die Abwässer aus der Grubenwasserübergabestation sowie aus der Abwassersammelanlage werden nur abgeleitet, wenn die in den Unterlagen /EU 280.1, EU 282/ genannten Grenzwerte von 1/13 der jeweiligen Antragswerte für die Jahresaktivitätsabgaben in einem Zeitraum von 14 Tagen nicht überschritten werden. Andernfalls werden die Wässer vor Ort konditioniert oder in Tankwagen abgefahren und extern weiterbehandelt (vgl. Kap. 3.1.1 dieses Gutachtens). Dies gilt ins-

besondere für die kontaminierten Destillatwässer aus der Heißen Wäscherei; dort wird jedoch nur ein sehr geringer Destillatanfall von etwa  $0,1 \text{ m}^3/\text{a}$  erwartet.

### Bewertung

Da Erfahrungen über den Anfall der Grubenwässer aus dem bisherigen Betrieb der Grube Konrad vorliegen und da die anfallenden Grubenwässer überwiegend in der Grube verbleiben sollen und z.B. zur Staubbekämpfung, zur Fahrbahnpflege oder zur Aufbereitung des Pumpversatzes verwendet werden sollen, halten wir die Fördermenge von  $10\,000 \text{ m}^3/\text{a}$  für einhaltbar.

Die Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Grubenwässern und mit den obertägigen Abwässern beruhen auf Abschätzungen zum Anfall kontaminierter Wässer und auf Messungen zum Übertritt radioaktiver Stoffe von den Wettern in die Grubenwässer. Die Werte für die Grubenwässer sind von den entsprechenden Antragswerten für die Abgabe mit den Abwettern abgeleitet. Unsere Beurteilung der Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern (Kap. 3.5.1 dieses Gutachtens) läßt sich deshalb auch auf die Antragswerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser übertragen. Eine Reduzierung des Wertes für das Rn-222-Folgeprodukt Pb 210 in Analogie zu unserem Auflagenvorschlag AV 3.5.1-1 halten wir beim Abwasserpfad aus radiologischen Gründen jedoch nicht für erforderlich, da es nur geringfügig zur gesamten Strahlenexposition beiträgt. Dagegen interpretieren wir die angegebenen Werte für I 129 entsprechend unseren Aussagen in Kapitel 3.5.1 dieses Gutachtens als Gesamtwerte für alle Jodisotope und teilen sie im gleichen Verhältnis wie in Kap. 3.5.1 auf die Nuklide I 129 und I 131 auf.

Für H 3 liegt der Antragswert etwa um den Faktor 1,6 über dem errechneten Wert von  $4,5 \cdot 10^{12} \text{ Bq/a}$ . Für das Radionuklidgemisch geht der Antragsteller davon aus, daß etwa die Hälfte der Aktivität aus Dekontaminations- und Reinigungsmaßnahmen in der obertägigen Anlage stammt und die andere Hälfte mit den Grubenwässern gefördert wird. Das in Tabelle 3.5.2-1 angegebene Nuklidspektrum stimmt mit dem vom Antragsteller angenommenen Aerosolspektrum in den Grubenwettern überein und berücksichtigt auch in richtigen Anteilen die Werte für Jod und Pb 210. Es deckt die durch den Übertritt der Aerosole in die Grubenwässer ermittelten Werte für I 129,

Pb 210, Beta-/Gammastrahler und Alpha-Strahler ab. Wir haben für den Eintrag von Pb 210 in die Grubenwässer aufgrund der Rn-Freisetzung aus den Abfällen mit  $2,1 \cdot 10^6$  Bq/a (vgl. Kap. 3.1.2.2 dieses Gutachtens) einen etwas niedrigeren Wert ermittelt als der Antragsteller; der vom Antragsteller verwendete Wert von  $4,5 \cdot 10^6$  Bq/a wird daher von uns als konservativ bewertet.

Wir ermitteln einen Aktivitätseintrag von C 14 in die Grubenwässer von ca.  $1 \cdot 10^6$  Bq/a (vgl. Kap. 3.1.2.2 dieses Gutachtens). C 14 trägt zu weniger als 1 % zu dem Antragswert für das Radionuklidgemisch bei und wird in seiner radiologischen Bedeutung von den anderen angegebenen Nukliden abgedeckt. Bei unserem in Tabelle 3.5.2-2 angegebenen Nuklidspektrum wird C 14 dennoch der Vollständigkeit halber angegeben. Die beantragten Ableitungen der Grubenwässer sind mit dem modellmäßigen Nuklidspektrum aus radiologischer Sicht für die erwarteten Abgaben abdeckend und im bestimmungsgemäßen Betrieb einhaltbar.

Ebenso halten wir den Wert für die Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser aus der obertägigen Anlage für einhaltbar. Die im Abwasser der obertägigen Anlage anfallenden Aktivitäten hat der Antragsteller detailliert aufgeführt /EU 38.2/. Wir sind der Ansicht, daß die hieraus resultierende Aktivitätsabgabe in der Regel weniger als  $3,7 \cdot 10^8$  Bq/a betragen wird. Falls in Einzelfällen höher kontaminierte Abwässer anfallen, werden diese über die Probenahme erkannt und anschließend vor Ort konditioniert oder extern entsorgt. Die Nuklidzusammensetzung der Abwässer aus der obertägigen Anlage wird im Mittel derjenigen der Grubenwässer entsprechen, aber geringere Aktivitäten von H 3 und Pb 210 enthalten.

Wir legen für die radioaktiven Abwässer insgesamt die Nuklidzusammensetzung entsprechend Tabelle 3.5.2-2 zugrunde und unterscheiden nicht, ob sie aus dem Abwassersammelbecken oder der Grubenwasserübergabestation stammen.

Tabelle 3.5.2-2: Aktivitätsabgaben künstlicher radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser beim bestimmungsgemäßen Betrieb (nach Gutachtermodell)

Nuklid	Abgabe (Bq/a)
H 3	$7,4 \cdot 10^{12}$
C 14 *)	$1,0 \cdot 10^6$
Co 60	$3,7 \cdot 10^7$
Sr 90	$1,7 \cdot 10^8$
Ru 106	$4,4 \cdot 10^7$
Sb 125	$7,4 \cdot 10^6$
I 129 *)	$4,0 \cdot 10^7$
I 131 *)	$2,7 \cdot 10^7$
Cs 134	$7,4 \cdot 10^7$
Cs 137	$3,0 \cdot 10^8$
Pb 210	$4,5 \cdot 10^6$
Ra 226	$3,0 \cdot 10^5$
Pu 238	$1,5 \cdot 10^7$
Pu 239	$2,7 \cdot 10^6$
Pu 240	$2,1 \cdot 10^6$
Am 241	$1,8 \cdot 10^6$
Cm 244	$8,0 \cdot 10^6$

\*) Die Nuklide C 14 und I 131 sind im Modellspektrum des Antragstellers nicht enthalten; für I 129 gibt der Antragsteller einen Wert von  $6,7 \cdot 10^7$  Bq/a an.



### 3.5.3 Abgaben natürlicher radioaktiver Stoffe

Der Antragsteller gibt an, daß aufgrund der vorliegenden Aktivitätskonzentrationen natürlicher radioaktiver Stoffe in den Grubenwettern Aktivitätsabgaben aus dem Grubengebäude über den Diffusor von

- ca.  $1,9 \cdot 10^{12}$  Bq/a Rn 222 und Folgeprodukte,
- ca.  $7,6 \cdot 10^5$  Bq/a Nuklide der Thorium-Zerfallsreihe und
- ca.  $1,7 \cdot 10^5$  Bq/a Nuklide der Uran-Radium-Zerfallsreihe erwartet werden /1/.

Der Eintrag natürlicher radioaktiver Stoffe in die Grubenwässer erfolgt einerseits wie bei der künstlichen Radioaktivität durch die Kondensation der Luftfeuchtigkeit und die damit einhergehende Abscheidung von Staubpartikeln und Aerosolen. Darüber hinaus sind in den Grubenwässern, die aus dem umgebenden Gebirge austreten, bereits natürliche radioaktive Stoffe aus dem Wirtsgestein gelöst. Die natürliche Aktivität der Grubenwässer besteht im wesentlichen aus Nukliden der Thorium- und der Uran-Radium-Zerfallsreihen. Nach Angaben des Antragstellers fällt pro Jahr in  $10\,000\text{ m}^3$  Grubenwasser eine natürliche Gesamtaktivität von  $1,3 \cdot 10^9$  Bq an, welche mit den Grubenwässern nach über Tage gefördert und zusammen mit den künstlichen Radionukliden abgegeben wird. Dabei beträgt die Abgabe im radioaktiven Gleichgewicht für jedes Nuklid der Thorium-Zerfallsreihe  $6,7 \cdot 10^7$  Bq/a und für jedes Nuklid der Uran-Radium-Zerfallsreihe  $4,5 \cdot 10^7$  Bq/a /1/.

#### Bewertung

Nach Messungen des Antragstellers /EU 183, EU 471/ beträgt die mittlere Radonkonzentration für Arbeitsplätze unter Tage ca.  $290\text{ Bq/m}^3$ . Wir legen diesen Wert als Mittelwert für die Aktivitätskonzentration von Rn 222 im gesamten Grubengebäude zugrunde und halten ihn für die Aktivitätskonzentration in den Abwettern für repräsentativ. Dies wird durch die Messungen der Rn-222-Konzentration im Schacht 2 bestätigt /EU 183/ (vgl. auch Kap. 3.1.3 dieses Gutachtens). Wir sind der Ansicht, daß sich dieser Wert auch im künftigen Endlager nicht wesentlich ändert, da das Abmauern oder andere Abdichtmaßnahmen ehemaliger Abbaufelder zwar zu einer

Verringerung der Rn-Freisetzung aus diesen Bereichen führen können, aber andererseits durch das Auffahren neuer Kammern und Strecken im Endlager weitere Freisetzungsorte entstehen werden (vgl. Kap. 3.1.3 dieses Gutachtens). Nach der Systembeschreibung Bewetterung /EU 284/ beträgt der Auslegungswert für den Hauptgrubenlüfter  $290 \text{ m}^3/\text{s}$ . Für den Einlagerungsbetrieb werden ca.  $260 \text{ m}^3/\text{s}$  benötigt. Mit diesem Wert ermitteln wir eine Aktivitätsabgabe von natürlichem Rn 222 und Folgeprodukten über den Diffusor von ca.  $2,4 \cdot 10^{12} \text{ Bq/a}$ . Den vom Antragsteller angegebenen Wert für eine Aktivitätsableitung von ca.  $1,9 \cdot 10^{12} \text{ Bq/a}$  an natürlichem Rn 222 und Folgeprodukten /1, EU 280/ können wir somit nicht bestätigen.

Die Abgabe der Rn-220-Folgeprodukte mit den Abwettern wird vom Antragsteller nicht betrachtet. Das Nuklid Rn 220 selbst zerfällt wegen seiner kurzen Halbwertszeit bereits in den Grubenwettern und wird nur in vernachlässigbarem Maße an die Umgebung abgegeben. In der Zerfallskette ist Pb 212 wegen seiner langen Halbwertszeit relevant. Es liegt aerosolförmig in den Grubenwettern vor und wird über den Diffusor an die Umgebung abgegeben.

Für einen realistischen Arbeitsplatz unter Tage wird für die Rn-220-Folgeprodukte eine potentielle Alpha-Energiekonzentration von  $0,6 \mu\text{J}/\text{m}^3$  zugrunde gelegt /EU 183/ (vgl. auch Kap. 3.1.3 und 3.4.6.2 dieses Gutachtens). Wie bei unseren Betrachtungen zur Abgabe von Rn 222 natürlichen Ursprungs legen wir diesen Mittelwert für das gesamte Grubengebäude zugrunde und sehen ihn auch für den Abwetter-schacht als repräsentativ an. Für Pb 212 ergibt sich aus der potentiellen Alpha-Energiekonzentration von  $0,6 \mu\text{J}/\text{m}^3$  eine Aktivitätskonzentration von ca.  $9 \text{ Bq}/\text{m}^3$  in den Grubenwettern bzw. in den Abwettern im Schacht 2. Damit ergibt sich unter Zugrundelegung eines Abwetterstromes von  $260 \text{ m}^3/\text{s}$  eine Aktivitätsabgabe über den Diffusor von ca.  $7,4 \cdot 10^{10} \text{ Bq/a}$  Pb 212 aufgrund des natürlichen Rn-220-Gehaltes in den Grubenwettern.

Die vom Antragsteller genannten Werte für die Aktivitätsabgabe von Nukliden der Uran- und Thorium-Zerfallsreihen durch den Staubgehalt der Grubenwetter beruhen auf den vorliegenden Meßwerten an Gesteinsproben durch den Antragsteller /1,18/. Das NLFB /220/ hat in einigen Erzproben höhere Urangehalte festgestellt. Wenn diese Werte für das ganze Grubengebäude repräsentativ sind, erhält man mit den Rechenannahmen des Antragstellers Aktivitätsabgaben über den Diffusor von ca.

$1,1 \cdot 10^6$  Bq/a für Nuklide der Thorium-Zerfallsreihe und ca.  $1,2 \cdot 10^6$  Bq/a für Nuklide der Uran-Radium- Zerfallreihe. Diese erhöhten Abgabewerte liegen immer noch um ca. 6 Größenordnungen unterhalb der Abgaben von natürlichem Rn 222 und seinen Folgeprodukten.

Hinzu kommt noch eine Aktivitätsabgabe von natürlichem K 40 aus dem Grubengebäude von ca.  $1,0 \cdot 10^6$  Bq/a. Dies folgt aus den gemessenen K-40-Konzentrationen in den Grubenwettern (vgl. Kap. 3.1.3 dieses Gutachtens) und der Zugrundelegung des genannten Abwetterstroms von  $260 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Die gegenwärtigen Meßergebnisse /1, EU 36.22/ natürlicher Radionuklide im Grubenwasser (vgl. Kap. 3.1.3 dieses Gutachtens) führen unter Zugrundelegung einer Grubenwassermenge von  $10\,000 \text{ m}^3/\text{a}$  zu Aktivitätsabgaben natürlicher radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser, die in der Tabelle 3.5.3-1 zusammengestellt sind.

Tabelle 3.5.3-1: Abgaben natürlicher radioaktiver Stoffe mit den Grubenwässern aufgrund der Meßergebnisse aus der Unterlage /EU 36.22/

Nuklid/Nuklidgruppe	Aktivitätsabgaben (Bq/a)
H 3	$1,00 \cdot 10^7$
U 238	$2,50 \cdot 10^7$
Ra 226	$2,00 \cdot 10^7$
Ra 228	$1,22 \cdot 10^8$
K 40	$6,20 \cdot 10^7$
Pb 210	$3,00 \cdot 10^5$
Gesamt- $\beta$	$2,52 \cdot 10^8$

Die so ermittelten Abgabewerte für U 238 und Ra 226 liegen unterhalb der vom Antragsteller angegebenen Aktivitätsabgabe eines Nuklids der Uran-Radium-Zerfallsreihe, der Wert für Ra 228 oberhalb des angegebenen Wertes für ein Nuklid der Thorium-Zerfallsreihe. Der Wert für Ra 228 wird durch die neu durchgeführten Messungen /66/ bestätigt, so daß sich für dieses Nuklid eine höhere Aktivitätsableitung ergibt als

nach dem Gleichgewichtsmodell des Antragstellers. Da für die anderen Nuklide der Thorium-Zerfallsreihe aber erheblich niedrigere Aktivitätsabgabewerte ermittelt werden, als nach dem Gleichgewichtsmodell zugrunde gelegt wurden, sind die Aktivitätsabgaben der Nuklide der Thorium-Zerfallsreihe insgesamt geringer als vom Antragsteller angenommen.

Die vom Antragsteller angegebene Gesamtaktivität für die Abgabe natürlicher radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser von  $1,3 \cdot 10^9$  Bq/a wird mit den oben ermittelten Abgabewerten eingehalten. Der Gesamtwert für die Aktivitätsabgabe beruht auf älteren, vorläufigen Messungen der Aktivitätskonzentration /18/, wobei eine Grubenwassermenge von  $10\,000\text{ m}^3/\text{a}$  zugrunde gelegt wurde.

Der Antragsteller verwendet die Werte  $6,7 \cdot 10^7$  Bq/a für die Nuklide der Thorium-Zerfallsreihe und  $4,5 \cdot 10^7$  Bq/a für die Nuklide der Uran-Radium-Zerfallsreihe, um die Strahlenexposition in der Umgebung durch Ableitung natürlicher Aktivität mit den Grubenwässern zu ermitteln /1/. Wir legen unseren Strahlenexpositionsberechnungen ebenfalls diese Werte zugrunde, obwohl für Ra 228 bei den neueren Messungen /EU 36.22, 66/ höhere Aktivitätskonzentrationen erhalten wurden. Wir halten die Aktivitätsabgabe für die Berechnung der Strahlenexposition trotzdem vom Antragsteller für ausreichend hoch festgelegt, da die Annahme des radioaktiven Gleichgewichts nicht für alle Nuklide der Zerfallsreihe zutrifft (vgl. Kap. 3.1.3 dieses Gutachtens).

### 3.6 Strahlungsüberwachung

Mit den Meßeinrichtungen der Strahlungsüberwachung sollen die einschlägigen Vorschriften der Strahlenschutzverordnung /4/ zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt sowie zum Schutz der beruflich strahlenexponierten Personen erfüllt werden. Der Umfang und die Einsatzorte der Meßeinrichtungen sind ebenso wie die an sie zu stellenden Anforderungen in der Rahmenbeschreibung Auslegungsanforderungen Strahlenschutz /EU 281/ und in der Entwurfsplanung Strahlenschutz /EU 282/ beschrieben. Danach ist folgender Überwachungsumfang vorgesehen:

- Überwachung der Abfallgebinde, Transportmittel, Anlagenteile und der Gesamtanlage,
- Wetter- und Raumluftüberwachung,
- Aktivitätsabgabeüberwachung,
- Personenüberwachung,
- Umgebungsüberwachung,
- Überwachung störfallbedingter Freisetzungen.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die vom Antragsteller vorgesehenen Maßnahmen und Einrichtungen zur Strahlungsüberwachung behandelt und daraufhin geprüft, ob die Anforderungen aus der Strahlenschutzverordnung /4/, der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /22/, der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle /153/ und aus den jeweiligen anzuwendenden KTA-Regeln an die Meßeinrichtungen, wie z.B. Kontrolle und Überwachung der Ableitungen, Umfang der Meßeinrichtungen und Eignung für die Meßaufgabe, erfüllt werden können. Dabei strukturieren wir unsere Darstellung nach dem oben genannten Überwachungsumfang.

In einem weiteren Abschnitt werden zusammenfassend die wiederkehrenden Prüfungen /EU 316/ und die Einteilung in die QS-Bereiche /EU 344/ bewertet.

### **3.6.1 Überwachung der Abfallgebinde, Transportmittel, Anlagenteile und Gesamtanlage**

Die hier zu betrachtende Strahlungsüberwachung umfaßt die Kontaminationskontrolle und die Dosisleistungskontrolle an den Abfallgebinden und in der Anlage sowie die Kontaminationskontrolle an den Transportmitteln und den Anlageteilen.

#### **3.6.1.1 Kontaminationskontrolle**

Die Kontaminationsüberwachung wird unterschieden in routinemäßige Kontrollen und Kontrollen nach Bedarf.

Routinemäßige Kontrollen werden an den Abfallgebinden im Rahmen der Eingangskontrolle und an den Transportmitteln vor Verlassen des Betriebsgeländes durchgeführt. Innerhalb der Anlage werden Kontrollen an festgelegten Punkten in regelmäßigen Zeitabständen vorgenommen.

An den Abfallgebinden werden die Kontaminationskontrollen während der Gebindeeingangskontrolle mit einem vollautomatischen Probenahmesystem durchgeführt. Abhängig von der Oberfläche des Gebindes wird die Probe entweder als Wischtest oder als Klebetest genommen. In einer erläuternden Unterlage /EU 78.1/ wird der Klebetest empfohlen. Die Anzahl der Proben richtet sich nach Art und Abmessung der Einlagerungseinheit und liegt zwischen 2 bis 6 Proben. Die Proben werden im Bedienungsraum für die Gebindeeingangskontrolle an einem der beiden automatischen Probenwechslermeßplätze auf Alpha- und Betaaktivität ausgewertet. Diese Geräte sind mit Großflächendurchflußzählern ausgerüstet /EU 281/.

Die routinemäßigen Kontrollen an den Transportmitteln und den Anlagenteilen innerhalb der Anlage erfolgen durch direkte Messung, wenn die Untergrundstrahlung ausreichend niedrig ist, bzw. durch Wisch- oder Klebetest oder durch Probenahme von der Oberfläche. In den letztgenannten Fällen werden die Proben im Labor ausgewertet. Für die Direktmessung werden trag- bzw. fahrbare Meßgeräte eingesetzt. Die Wisch- bzw. Klebetests werden von Hand genommen und im Labor an Alpha-Beta-Meßplätzen mit Großflächenzählrohren ausgewertet /EU 281, EU 282/.

Bei Wartungs- und Reparaturarbeiten einschließlich Umrüstarbeiten und an den Geräten und Anlageteilen bei Verlassen des Kontrollbereiches werden Kontrollen nach Bedarf vorgenommen. Die Kontrollen werden nach den gleichen Verfahren wie oben beschrieben durchgeführt /EU 282/.

### Bewertung

Die in der Rahmenbeschreibung Auslegungsanforderungen Strahlenschutz /EU 281/ beschriebenen Anforderungen an die Meß- und Auswerteeinrichtungen für die Kontaminationsüberwachung in der Anlage sind geeignet, die Einhaltung der in der Strahlenschutzverordnung genannten Grenzwerte für Kontaminationen von Gegenständen nachzuweisen. Die beschriebenen Verfahren zur Bestimmung der Oberflächenkontamination erfüllen die Anforderungen der DIN-Norm 25415 /143/. Für das vorgesehene vollautomatische Probenahmesystem bei der Gebindeeingangskontrolle sind in den Unterlagen noch keine Angaben zur Ausführung der Einrichtung enthalten. Vor Errichtung des Probenahmesystems sind die entsprechenden Ausführungsunterlagen einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen /AV 3.6-1/.

### 3.6.1.2 Ortsdosis- und Ortsdosisleistungsüberwachung

Die Ortsdosisüberwachung wird auf dem Betriebsgelände und innerhalb der Anlage mit Festkörperdosimetern hauptsächlich an den Orten durchgeführt, an denen die Ortsdosis im allgemeinen niedrig ist und sich nur kurzfristig ändert. Die Dosimeter werden im Labor ausgewertet /EU 282/.

Die Ortsdosisleistungsmessungen werden unterteilt in stationäre Messungen und Messungen nach Bedarf.

Die stationären Messungen werden kontinuierlich in den Bereichen der Umladehalle, der Schachthalle, der Pufferhalle und dem Grubengebäude durchgeführt und dienen der Überwachung im Rahmen der Gebindeeingangskontrolle sowie der Überwachung der Transportwege für die Abfallbinde und der Arbeitsbereiche des Betriebspersonals.

Innerhalb der Anlage werden Meßeinrichtungen entlang des Weges der Abfallbinde bis zu den Einlagerungskammern installiert. Weitere Einrichtungen sind an den Zugängen zu Kontrollbereichen, an den Personenaufenthaltsplätzen wie Werkstatt und Hauptleitstand und an den sich im Einsatz befindenden Transport- und Ver-satzfahrzeugen vorgesehen /EU 281, EU 282/. Diese Meßeinrichtungen werden mit Ioni-sationskammern bzw. Geiger-Müller-Zählrohren ausgerüstet und verfügen über eine einstellbare Warnschwelle. Die Meßwerte und Alarmwerte werden mit Ausnahme der Geräte auf den Fahrzeugen automatisch über entsprechende Geräte der zentralen Leittechnik-einrichtungen erfaßt. Die Aufbereitung, Anzeige und Meldung dieser Signale erfolgt ebenfalls über die zentralen Einrichtungen der Leittechnik (vgl. Kapitel 2.3.4.2 dieses Gutachtens). Die fest installierten Geräte werden durch tragbare Geräte ergänzt. Weiterhin werden Geräte zur Messung der Neutronenstrahlung bereitgehalten /EU 281, EU 282/.

Zu den Messungen nach Bedarf gehört die Dosisleistungsüberwachung an den Abfall-gebinden im Rahmen der Gebindeeingangskontrolle. Sie erfolgt nach der Probenahme für die Kontaminationsüberwachung. Hierzu werden abhängig von der Form der Ge-binde an 3 oder 5 festgelegten Punkten in 1 m oder 2 m Abstand die Dosisleistungen gemessen und mit einem Grenzwert verglichen. Eine Überschreitung der Grenzwerte wird vor Ort in der Kabine "Gebindeeingangskontrolle" gemeldet. Das Meßsystem besteht hauptsächlich aus den als Detektoren eingesetzten Geiger-Müller-Zählrohren einschließlich deren Halterungen und den nachgeschalteten elektronischen Einrichtun-gen für die Meß- und Grenzwertüberwachung. An den Detektoren kann durch Kollima-toren der Sondenraumwinkel begrenzt bzw. die Untergrundstrahlung verringert werden.

An Abfallgebinden, die aufgrund der Abfalldaten Neutronenstrahlung erwarten lassen, ist die Messung der Neutronen-Ortsdosisleistung mit einem Neutronendetektor vorgesehen /EU 282/.

### Bewertung

Der vom Antragsteller vorgesehene Umfang der Meßeinrichtungen zur Dosis- und Dosisleistungsüberwachung /EU 281, EU 282/ ist geeignet, die Anforderungen der Strahlenschutzverordnung /4/ nach Messung der Ortsdosisleistung in den Kontroll-



und Überwachungsbereichen zu erfüllen. Auch die sinngemäß auf das Endlager Grube Konrad anzuwendenden Anforderungen der KTA-Regel 1501 /154/ hinsichtlich Auswahl der Meßorte und Anforderungen an die Geräte werden erfüllt.

In der Rahmenbeschreibung Auslegungsanforderungen Strahlenschutz /EU 281/ sind die Bereiche mit den ortsfest installierten Meßeinrichtungen angegeben. Gegen diese räumliche Zuordnung bestehen grundsätzlich keine Einwände. Allerdings hat es sich nach den Erfahrungen bei der Errichtung anderer kerntechnischer Anlagen als sinnvoll erwiesen, den endgültigen Installationsort der einzelnen Geräte im Rahmen einer Ortsbegehung festzulegen. Deshalb halten wir es für erforderlich, daß vor Errichtung der Ortsdosisleistungsmeßeinrichtungen im Rahmen einer Ortsbegehung unter Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen die endgültigen Installationsorte der einzelnen Ortsdosisleistungsmeßeinrichtungen festgelegt werden /AV 3.6-2/.

Die Installation von Dosisleistungsmeßgeräten in den Kabinen der Transport- und Versatzfahrzeuge zur schnellen Erkennung der momentanen Dosisleistung halten wir, insbesondere bei den Fahrzeugen in der Einlagerungskammer, für eine sinnvolle Maßnahme.

Für das vorgesehene System zur Dosisleistungsmessung bei der Gebindeeingangskontrolle sind in den Unterlagen noch keine Angaben zur Ausführung der Einrichtung enthalten. Vor Errichtung des Systems müssen die Ausführungsunterlagen einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden /AV 3.6-3/.

### **3.6.2 Wetter- und Raumlufüberwachung**

Die Überwachung der Luft in der Schachanlage Konrad soll sowohl im Grubenbereich (Wetterüberwachung) als auch in den Räumen der übertägigen Anlage (Raumlufüberwachung) die natürliche Belastung der Luft mit Radon, die Freisetzung von Radon und flüchtigen Nukliden aus den Gebinden und die Freisetzung abgelöster Kontaminationen und an Staub gebundener radioaktiver Stoffe erfassen /EU 282/.

Vom Antragsteller ist vorgesehen, für die Wetterüberwachung die radioaktiven Aerosole einschließlich der Radonfolgeprodukte kontinuierlich zu sammeln, zu messen und auf einen Grenzwert hin zu überwachen. Zum Einsatz kommen Schrittfilter- und Festfiltergeräte. Die Messungen mit den Filtergeräten werden ergänzt durch passive Radondosimeter, um auch den Anteil der Radonemission aus den Abfallgebinden für eine Bilanzierung zu erfassen. Hierzu werden an den jeweilig nicht versetzten Kammerbereichen des Einlagerungsfeldes in den Frisch- und Abwettern passive Radondosimeter installiert. Durch Differenzbildung wird die Radonbelastung jeder in Befüllung befindlichen Einlagerungskammer ermittelt. Jod (I 129), Tritium (H 3) und Kohlenstoff 14 (C 14) werden stichprobenartig mit ortsveränderlichen Geräten regelmäßig oder, wenn eine Freisetzung zu vermuten ist, auf separaten Filtern bzw. mit einem Molekularsieb gesammelt. Die gesammelten Proben werden im Labor ausgewertet. Die oben genannten Überwachungsmaßnahmen werden überwiegend direkt an den möglichen Freisetzungsorten durchgeführt /EU 280, EU 281, EU 282/.

Bei der Raumlufüberwachung in den übertägigen Bereichen spielt die Belastung durch Radon und seine Folgeprodukte eine kleinere Rolle als in den untertägigen Bereichen. Daher sind hier auch nur Kontrollmessungen mit einem mobilen Schrittfiltergerät vorgesehen. Die Überwachung auf Aerosole, freigesetzte abgelöste Kontaminationen und flüchtige Radionuklide aus den Gebinden wird ebenfalls mit einem Schrittfiltergerät durchgeführt und beschränkt sich hauptsächlich auf den Sonderbehandlungsraum und die Transportwege für die Gebinde. Weiterhin soll die Raumluf auf Tritium und Kohlenstoff 14 mit einem Molekularsieb überwacht werden.

Die Meßwerte der Geräte für die kontinuierliche Überwachung der Wetter und der Raumluf werden on-line über die Erfassungsautomatisierungsgeräte (Speicherprogrammierbare Steuerung, SPS) an das Zentrale Leitsystem (ZLt) übergeben. Über das ZLt werden diese Daten in der zentralen Warte Konrad 1 und in allen weiteren relevanten örtlichen Leitständen und Bedienstellen gemeldet und angezeigt /EU 400/ (vgl. Kapitel 2.3.4 dieses Gutachtens).

### Bewertung

Wir halten die in der Rahmenbeschreibung Auslegungsanforderungen Strahlenschutz /EU 281/ und in der Entwurfsplanung Strahlenschutz /EU 282/ vorgestellten Einrichtungen hinsichtlich Umfang und Auswahl der Meßverfahren für geeignet, um die gemäß Strahlenschutzverordnung /4/ erforderlichen Kontrollen zur Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen und Kontaminationen durchzuführen. Das für die getrennte Überwachung der natürlichen und der künstlichen Radonemissionen vorgesehene Verfahren halten wir für geeignet, eine Aussage über die aus den Abfallgebinden freigesetzte Aktivität zu bekommen. Die hierfür vorgesehenen passiven Radondosimeter haben eine ausreichend niedrige Nachweisgrenze für die Ermittlung der erwarteten Radonemissionen.

### **3.6.3           Aktivitätsabgabeüberwachung**

#### **3.6.3.1        Abwetter- und Fortluftüberwachung**

Aufgabe der Fortluftüberwachung ist die Kontrolle der Abwetter und der Fortluft aus der Anlage über Tage.

Die Abwetterüberwachung erfaßt die gesamte Abluft aus den Bereichen unter Tage. Am Diffusor wird der Abluft mit Hilfe eines Probenahmemechens isokinetisch ein Probenahmeluftstrom entnommen und den Meß- und Probenahmeeinrichtungen im Meßraum zugeführt. Mit den Einrichtungen sollen die in der Fortluft enthaltenen flüchtigen Nuklide aus den Gebinden und eventuell abgelöste Kontaminationen von den Gebindeoberflächen erfaßt werden. Hierbei ist vorgesehen, die Luft auf Aerosole einschließlich des natürlichen und künstlichen Radon und seiner Folgeprodukte, auf Jod ( $I\ 129$ ), auf Tritium ( $H\ 3$ ) und auf Kohlenstoff ( $C\ 14$ ) zu überwachen. Eine Überwachung auf radioaktive Edelgase ( $Kr\ 85$ ) ist nicht vorgesehen. Die erwarteten Aktivitätskonzentrationen im Abwetter sind gering, so daß überwiegend kontinuierlich sammelnde und anreichernde Probenahmeeinrichtungen eingesetzt werden. Eine kontinuierliche Messung und Grenzwertüberwachung wird nur für die Aerosole einschließlich der Radonfolgeprodukte mit Hilfe eines Schrittfiltergerätes durchgeführt. Die Sammelproben werden im Labor ausgewertet und für die Bilanzierung verwendet (vgl. Kap. 3.6.3.2 dieses Gutachtens).

Die Überwachung der Fortluft aus der Anlage über Tage erfolgt in gleicher Weise wie oben beschrieben, nur wird für die Messung der Aerosole einschließlich der Radonfolgeprodukte ein Festfiltergerät mit kontinuierlich betriebem Detektor eingesetzt. Die Sammelgeräte werden über einen Rechen für eine isokinetische Probenahme mit einem Luftprobenahmestrom aus dem Kamin der Tagesanlage versorgt /EU 280, EU 281, EU 282/.

Die kontinuierlich ermittelten Meßergebnisse beider Fortluftströme werden im on-line-Betrieb über die Erfassungsautomatisierungsgeräte an das zentrale Leitsystem (ZLt) übergeben /EU 400/.

Die Einrichtungen für die Abwetter- bzw. Fortluftüberwachung sind an die unterbrechungsfreie Stromversorgung oder an die Ersatzstromversorgung angeschlossen /EU 281/.

### Bewertung

Der vom Antragsteller vorgesehene Umfang der Abwetter- und Fortluftüberwachung erfüllt bis auf die Überwachung auf radioaktive Edelgase (Kr 85) die Anforderungen der Strahlenschutzverordnung /4/ und der REI /22/ nach Überwachung der Ableitungen und Spezifizierung der Ableitungen nach Art und Aktivität, und sie entspricht bei Berücksichtigung der anlagenspezifischen Gegebenheiten auch der KTA-Regel 1503.1 /155/. Mit den in der Rahmenbeschreibung Auslegungsanforderungen Strahlenschutz /EU 281/ beschriebenen Anforderungen an die Meß- und Sammel-einrichtungen können die Meßaufgaben der Fortluftüberwachung erfüllt werden. Das in der Rahmenbeschreibung Aktivitätsabfluß im bestimmungsgemäßen Betrieb /EU 280/ angegebene Verfahren für die Ermittlung des künstlichen und natürlichen Radon ist in Verbindung mit den Messungen aus der Umgebungsüberwachung bzw. den langjährigen Beweissicherungsmessungen für eine ausreichend genaue Bilanzierung der Radonemissionen mit den Abwettern und der Fortluft geeignet.

Vom Antragsteller wird angegeben, daß die einlagerbare Kr-85-Aktivität  $1 \cdot 10^{13}$  Bq/a beträgt /232/. Wir haben in Kapitel 3.5 dieses Gutachtens die eingelagerte Kr-85-Aktivität und die hieraus resultierende Ableitung betrachtet. Aufgrund der zu

erwartenden Kr-85-Abgaben halten wir es für erforderlich, daß die Kr-85-Ableitung mit den Abwettern überwacht wird. Das Meßprinzip und die technischen Daten dieser Meßeinrichtung müssen vor dem Aufbau einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden /AV 3.6-4/.

### **3.6.3.2 Bilanzierung der Aktivitätsabgaben mit den Abwettern und der Fortluft**

Im Überwachungs- und Bilanzierungskonzept für die Angabe radioaktiver Stoffe /EU 280.1/ hat der Antragsteller ein Konzept für die Bilanzierung der Aktivitätsabgaben mit den Abwettern und mit der Fortluft vorgestellt. Die Messung der abgeleiteten künstlichen radioaktiven Stoffe erfolgt nuklid- bzw. nuklidgruppenspezifisch. Um auszuschließen, daß bei den langlebigen Aerosolen die bereits in der Umgebungsluft vorhandene Grundbelastung als künstliche Radioaktivität aus den Abfällen mitbilanziert wird, werden die Ergebnisse der Referenzmeßstelle, welche die natürliche Vorbelastung ermittelt, zur Auswertung herangezogen.

Die vorgesehenen Bilanzierungszeiträume und die Meßmethoden sind ebenfalls in dieser Konzeptbeschreibung dargelegt /EU 280.1/. Die zu erreichenden Nachweisgrenzen sind mit 10 % der mittleren Aktivitätskonzentrationen in den Abwettern bei vollständiger Ausschöpfung der Antragswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern und der Fortluft angegeben. Neben den in den Antragswerten genannten Nukliden und Nuklidgruppen werden noch Cs 137, Sr 90 und die Radon-Folgeprodukte gesondert bilanziert. Für die Bilanzierung des Radonanteils aus den Abfallgebinden in den Abwettern werden die Ergebnisse der Abwetterüberwachung herangezogen (vgl. Kap. 3.6.2 dieses Gutachtens). Die Bilanzierung erfolgt durch Auswertung der Sammelproben im Labor, z.T. nach vorheriger radiochemischer Aufbereitung /EU 280.1, EU 281/.

Die Bilanzierung der Aktivitätsableitungen über den Fortluftkamin erfolgt in ähnlicher Weise wie bei den Abwettern. Die Bilanzierungszeiträume und die Nachweisgrenzen sind unter Beachtung der geringen Ableitungen radioaktiver Stoffe genauso gewählt wie bei den Abwettern /EU 280.1/. Die Bilanzierung soll mit der gleichen Instrumentierung erfolgen wie die Abwetterbilanzierung. Für Rn 222 wird eine beweissichernde Messung

an geeigneter Stelle im Frischluftstrom vorgenommen, um den natürlichen Anteil der Umgebung zu erfassen /EU 280.1/.

Die Einzelbilanzierungen für den Fortluftkamin und für den Diffusor werden getrennt durchgeführt und anschließend zu einer Gesamtbilanzierung der luftgetragenen abgegebenen radioaktiven Stoffe zusammengefaßt. Diese Summe darf die genehmigten Grenzwerte nicht überschreiten /EU 280.1/.

### Bewertung

Die im Überwachungs- und Bilanzierungskonzept /EU 280.1/ angegebenen Bilanzierungszeiträume halten wir für angemessen. Die Vorgaben der REI /22/ werden damit eingehalten. Mit den angegebenen Meßmethoden lassen sich die aufgeführten Nuklide und Nuklidgruppen identifizieren. Mit den vorgesehenen gammaspektrometrischen Untersuchungen lassen sich darüber hinaus weitere Nuklide nachweisen, sofern sie zur Aktivitätsabgabe beitragen. Wir halten es daher für erforderlich, alle in der REI, Anhang C 2, /22/ aufgeführten Aerosole bei der Bilanzierung zu berücksichtigen, auch wenn sie zur Strahlenexposition in der Umgebung nicht wesentlich beitragen /AV 3.6-12/. Nach unserer Auffassung ist es darüber hinaus erforderlich, bei der Jod-Bilanzierung nicht nur I 129 zu berücksichtigen, sondern die Bilanzierung auf I 131 zu erweitern /AV 3.6-5/. Dies kann mit den vorgesehenen Einrichtungen durchgeführt werden. Damit kann die Vorgabe der REI /22/, auch sonstige aus der beantragten Tätigkeit resultierende Radionuklide nachzuweisen und zu bilanzieren, erfüllt werden.

Das Bilanzierungsverfahren für die Abgabe von Kr 85 mit den Abwettern muß noch festgeschrieben werden /AV 3.6-6/.

Wir halten es für angemessen, wegen der niedrigen Aktivitätskonzentrationen in den Abwettern bei dem Bilanzierungsverfahren für alle Nuklide und Nuklidgruppen jeweils eine Nachweisgrenze von 10 % der mittleren Aktivitätskonzentration bei hundertprozentiger Ausschöpfung der Antragswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern und der Fortluft anzunehmen. Mit den angegebenen Nachweisgrenzen werden die Anforderungen der REI /22/ für die mindestens zu erreichenden Nach-

weisgrenzen erfüllt. Wir weisen jedoch darauf hin, daß der Antragsteller in den betreffenden Rahmenbeschreibungen /EU 280.1, EU 282/ die mittleren Aktivitätskonzentrationen für einen Abwetterstrom von  $250 \text{ m}^3/\text{s}$  ermittelt hat und nicht für den Auslegungswert von  $290 \text{ m}^3/\text{s}$  /EU 284/. Bei Verwendung des Auslegungswertes verringern sich die Aktivitätskonzentrationen und die anzustrebenden Nachweisgrenzen geringfügig. Die Nachweisgrenzen müssen bis zur Inbetriebnahme korrigiert und festgeschrieben werden. Darüber hinaus müssen sie an eventuell von den Antragswerten abweichende Genehmigungswerte angepaßt werden /AV 3.6-7/. Wir halten die auf diese Weise anzustrebenden Nachweisgrenzen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik für erreichbar.

In der Geräteliste /EU 281/ sind noch keine detaillierten Angaben zur Instrumentierung angegeben. Weder die Meßbereiche noch die Warnwerte noch die Nachweisgrenzen der Meßgeräte sind festgelegt. Vor Inbetriebnahme des Endlagers muß die Auslegung und Ausführung der Instrumentierung der Aktivitätsabgabeüberwachung für Abwetter und Fortluft mit den jeweiligen Meßbereichen und Nachweisgrenzen festgelegt und von einem unabhängigen Sachverständigen geprüft werden /AV 3.6-8/.

Bei Erfüllung der Auflagenvorschläge haben wir keine Einwände gegen die vorgesehene Bilanzierung der Aktivitätsabgaben mit den Abwettern und der Fortluft. Mit dem Verfahren können Aktivitätsabgaben von mehr als 10 % der Antragswerte sicher bilanziert werden. Eine getrennte Bilanzierung der Radonemissionen aus den Abfällen und aus natürlichen Quellen ist möglich. Das vom Antragsteller vorgesehene Verfahren wird die Ableitungen radioaktiver Stoffe aus Abfallbinden nach unserer Auffassung überschätzen und ist geeignet.

### **3.6.3.3 Abwasserüberwachung**

Von den in der Anlage anfallenden Wässern werden die möglicherweise kontaminierten Abwässer und die Grubenwässer auf radioaktive Stoffe überwacht. Die zuerst genannten Abwässer stammen aus dem Labor bzw. fallen bei Dekontaminationsarbeiten an. Sie werden am Entstehungsort gesammelt oder direkt in Behälter geleitet. Vor Ableitung der Wässer in den Vorfluter wird eine Probe für die Entscheidungsmessung entnommen und

im Labor ausgewertet. Je nach Ergebnis der Entscheidungsmessung werden die Wässer entweder zum Vorfluter abgeleitet oder gesammelt und anschließend konditioniert, oder sie werden zur weiteren externen Behandlung abtransportiert /EU 380/.

Die Grubenwässer werden, soweit sie nicht unter Tage weiterverwendet werden, gesammelt und zu Sammelbehältern über Tage gepumpt. Dort werden sie wie oben beschrieben behandelt /EU 281, EU 282/. Ebenso wird mit dem Kondensat beim Diffusor verfahren.

### Bewertung

Mit dem vom Antragsteller vorgelegten Umfang zur Abwasserüberwachung werden die Anforderungen aus der Strahlenschutzverordnung /4/ und der REI /22/ nach Überwachung der Ableitung aus Kontrollbereichen grundsätzlich erfüllt (vgl. Kap. 3.6.3.4 dieses Gutachtens). Die vorgesehenen Meßeinrichtungen sind im Hinblick auf ihren Umfang und die an sie gestellten Anforderungen geeignet, eine kontrollierte Ableitung aus dem Kontrollbereich zu gewährleisten. Die Auslegung der Meßeinrichtungen nach KTA 1504 /158/ entspricht den an sie zu stellenden Anforderungen.

#### **3.6.3.4 Bilanzierung der Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser**

Die Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe mit den Abwässern sowohl aus der Grubenwasserübergabestation als auch aus der Abwassersammelanlage soll in der Regel durch gammaspektrometrische Auswertung einer vierzehntägigen Mischprobe erfolgen /EU 280.1, EU 282/. Ebenso wird mit dem Kondensat aus dem Diffusor verfahren. Die Bilanzierung der abgeleiteten Tritiumaktivität erfolgt durch vierzehntägige Auswertung der Proben für die Entscheidungsmessungen /EU 280.1, EU 282/. Die Bilanzierung von Sr 90 und Gesamt-Alpha ist mit Vierteljahresmischproben vorgesehen. Wegen der hohen Grundbelastung der Grubenwässer werden nur die Wässer aus der Abwassersammelanlage auf die Gesamt-Alpha-Aktivität hin ausgemessen /EG 63, EU 280.1, EU 282/. Die erforderliche Nachweisgrenze für die Gesamt-Alpha-Messung der Quartalsmischproben beträgt  $200 \text{ Bq/m}^3$  /EU 280.1, EG 63/. Wenn in einer Probe Ge-



samt-Alpha-Aktivitätskonzentrationen von mehr als  $1000 \text{ Bq/m}^3$  gemessen werden, wird eine nuklidspezifische Alphamessung der Abwässer vorgesehen /EG 63, EU 280.1/. Die Grubenwässer einschließlich des Kondensats aus dem Diffusor werden nicht auf die Gesamt-Alpha-Aktivität, sondern auf die langlebigen Nuklide Pu 238, Pu 239/240, Am 241 und Cm 244 nuklidspezifisch ausgemessen /EG 63, EU 280.1/. Für die nuklidspezifische Bilanzierung der Grubenwässer und - sofern erforderlich - der Abwässer aus dem übertägigen Kontrollbereich beträgt die Nachweisgrenze bezogen auf Pu 239/240  $30 \text{ Bq/m}^3$  /EG 63, EU 280.1/.

Die in den Grubenwässern enthaltenen natürlichen radioaktiven Stoffe werden bei der gamma-spektrometrischen Auswertung der vierzehntägigen Mischproben mit erfaßt und getrennt in Form einer laufenden Beweissicherung ausgewiesen /EU 280, EU 280.1/.

Das kleinste Zeitintervall, für das Grenzwerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser vorgesehen sind, beträgt zwei Wochen. Ausgehend von den Antragswerten für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwässern werden einschließlich der Berücksichtigung betrieblicher Schwankungen Zwei-Wochen-Grenzwerte für die Entscheidungsmessungen über die Aktivitätsableitung in Höhe von 1/13 der Antragswerte festgelegt. Sie betragen  $6 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$  für H 3 und  $6 \cdot 10^7 \text{ Bq}$  für das Nuklidgemisch /EU 280.1, EG 63/. Diese Zwei-Wochen-Grenzwerte dürfen nicht immer vollständig ausgeschöpft werden, um zu gewährleisten, daß die Jahres-Antragswerte eingehalten werden /EU 280, EU 280.1/.

Der Antragsteller gibt an, daß das Nuklid Cs 137 als Leitnuklid für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser angesehen wird, da es fast ausschließlich als aus den Abfällen freigesetzt anzusehen ist und darüber hinaus zu ca. 40 % zu dem Modellspektrum des Nuklidgemisches beiträgt. Daher legt er bei der Entscheidungsmessung als Grenzwert für das Nuklidgemisch im Zwei-Wochen-Bereich anstelle des Wertes von  $6 \cdot 10^7 \text{ Bq}$  für die Gesamtaktivität ohne H 3 eine Aktivität von  $2,4 \cdot 10^7 \text{ Bq}$  Cs 137 fest /EU 280, EU 280.1, EG 63/. Vereinfachend wird dann davon ausgegangen, daß die Gesamtaktivität ohne H 3 jeweils das 2,5-fache der gemessenen Cs-137-Aktivität beträgt /EU 282/. Die H-3-Aktivität und die Cs-137-Aktivität werden vor jeder Ableitung anhand einer repräsentativen Probe aus den Übergabestationen der Grubenwässer, der Diffusorwässer oder der Wässer aus dem übertägigen Kontrollbereich bestimmt /EG 63,

EU 280.1, EU 282/; die erforderlichen Nachweisgrenzen für die Entscheidungsmessungen betragen  $1,0 \cdot 10^4 \text{ Bq/m}^3$  für H 3 und  $1,5 \cdot 10^3 \text{ Bq/m}^3$  für Cs 137 /EG 63, EU 280.1/.

Um die Einhaltung der Zwei-Wochen-Grenzwerte und der Jahresantragswerte sicherzustellen, sieht der Antragsteller bei der Bilanzierung als erforderliche Nachweisgrenzen für die Aktivitätskonzentrationen der Beta- und Gammastrahler in den Abwässern folgende Werte vor /EG 63, EU 280.1/: H 3  $1,0 \cdot 10^4 \text{ Bq/m}^3$ , Co 60  $1,5 \cdot 10^3 \text{ Bq/m}^3$  und Sr 90  $500 \text{ Bq/m}^3$ . Zusätzlich werden die Alphastrahler mit den oben genannten Nachweisgrenzen bilanziert.

### Bewertung

Mit dem vom Antragsteller vorgestellten Verfahren ist eine Bilanzierung der mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe prinzipiell durchführbar. Durch die gammaspektrometrischen Messungen sowie durch die Auswertung auf H 3, Sr 90 und Alpha-Strahler werden alle radiologisch relevanten aus den Abfällen stammenden Nuklide erfaßt. Die angegebenen angestrebten Nachweisgrenzen der Rahmenbeschreibung zum Aktivitätsfluß im bestimmungsgemäßen Betrieb /EU 280/ legen wir der Bewertung nicht zugrunde, da wir sie z.T. durch die Angaben zur Abwasserentsorgung Schacht Konrad 2 während Errichtung und Betrieb als Endlager für radioaktive Abfälle /EG 63/ und durch das Überwachungs- und Bilanzierungskonzept /EU 280.1/ als überholt betrachten.

Wir haben keine Einwände dagegen, daß die Abwässer aus der Abwassersammelanlage mit Ausnahme von besonderen Vorkommnissen nur auf die Gesamt-Alpha-Aktivität hin bilanziert werden, während die Grubenwässer stets nuklidspezifisch auf Alpha-Strahler bilanziert werden. Die angegebene Nachweisgrenze für die Gesamt-Alpha-Messung von  $200 \text{ Bq/m}^3$  entspricht der geforderten Nachweisgrenze nach der KTA-Regel 1504 /158/ und der REI /22/.

Gegen die Nuklidauswahl und die Nachweisgrenzen für die Alpha-Einzelnuclide bei den Grubenwässern und Abwässern mit erhöhten Konzentrationen haben wir keine Einwände. Die Nuklidauswahl entspricht der KTA-Regel 1504 /158/ mit Ausnahme des dort zusätzlich aufgeführten Nuklids Cm 242. Dieses Nuklid ist aber wegen sei-

ner kurzen Halbwertszeit für die Abwasserabgabe aus der Grube Konrad von untergeordneter Bedeutung; es ist auch in dem Modellspektrum zur Aktivitätsabgabe mit dem Abwasser nicht enthalten (vgl. Kap. 3.5.2 dieses Gutachtens). Die Nachweisgrenzen werden durch die KTA-Regel 1504 /158/ abgedeckt.

In der REI /22/ werden neben den künstlichen Alpha-Strahlen entsprechend der KTA-Regel 1504 /158/ auch die natürlich vorkommenden Uran- und Thoriumisotope sowie Ra 226 als bei der Bilanzierung zu berücksichtigende Alpha-Strahler angegeben. Da die natürlichen radioaktiven Stoffe in den Grubenwässern getrennt erfaßt werden, ist die vom Antragsteller vorgesehene Nuklidauswahl zur Bilanzierung der Aktivitätsableitung künstlicher Alpha-Strahler mit dem Abwasser auch unter Berücksichtigung der Vorgabe der REI /22/ ausreichend.

Gegen das vom Antragsteller vorgesehene Verfahren zur getrennten Erfassung der künstlichen und der natürlichen Aktivität in den Grubenwässern /EU 280, EU 280.1/ haben wir keine Einwände.

Wir halten es für sinnvoll, wegen des hohen Anteils natürlicher radioaktiver Stoffe in den Grubenwässern anstelle von Konzentrationswerten zeitproportionale Aktivitätsgrenzwerte festzulegen. Bei den vorgesehenen Zwei-Wochen-Grenzwerten wird in der Regel auch der in der KTA-Regel 1504 /158/ genannte Konzentrationsgrenzwert von  $2 \cdot 10^7 \text{ Bq/m}^3$  bei der Abgabe des Nuklidgemisches deutlich unterschritten. Wir halten den Zeitraum von zwei Wochen für hinreichend niedrig gewählt, um eine gleichmäßige Aktivitätsableitung über das Jahr zu gewährleisten. Durch die Festlegung von 1/13 der Antragswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser als Zwei-Wochen-Grenzwerte werden die betrieblichen Belange hinsichtlich Flexibilität und Schwankungen bei der Aktivitätsabgabe mit dem Abwasser in ausreichendem Maße berücksichtigt. Allerdings dürfen die Zwei-Wochen-Werte in der Regel nicht ausgeschöpft werden, um die Einhaltung der Antragswerte zu gewährleisten. Dies wird vom Antragsteller berücksichtigt.

Entsprechend den Vorgaben der KTA-Regel 1504 /158/ wird vor jeder Abwasserabgabe an einer repräsentativen Probe aus den jeweiligen Übergabebehältern der Grubenwässer, der Diffusorwässer und der Wässer aus dem übertägigen Kontrollbereich eine Entscheidungsmessung durchgeführt.

In diesem Zusammenhang halten wir es jedoch nicht für gerechtfertigt, den Zwei-Wochen-Wert für das tritiumfreie Radionuklidgemisch von vornherein durch einen Zwei-Wochen-Wert für Cs 137 zu substituieren. Wenn sich im Betrieb durch Bilanzierungsmessungen herausstellt, daß Cs 137 im Abwasser nicht mit dem im Modellspektrum angenommenen Anteil von 40 % auftritt, sondern mit anderen Anteilen oder aber gar nicht, so muß anhand der gammaspektrometrischen Messungen mit den anderen Anteilen und anderen Nukliden, die eindeutig aus den Abfallgebinden stammen, die Einhaltung des Zwei-Wochen-Grenzwertes für das Radionuklidgemisch nachgewiesen werden. Daher sind entsprechend den Ergebnissen der gammaspektrometrischen Bilanzierungsmessungen die für die Entscheidungsmessungen verwendeten Nuklidanteile regelmäßig anzupassen /AV 3.6-9/.

Die Ergebnisse der Entscheidungsmessungen für Tritium im jeweiligen Zwei-Wochen-Zeitraum fließen in die Gesamtbilanzierung der Aktivitätsabgaben von H 3 mit dem Abwasser im Zwei-Wochen-Zeitraum und im jeweiligen Betriebsjahr ein.

Die vom Antragsteller angegebenen anzustrebenden Nachweisgrenzen für die Beta-Strahler H 3 und Sr 90 halten wir für ausreichend niedrig gewählt. Für die Gammastrahler weisen wir darauf hin, daß die angegebene Nachweisgrenze von 1500 Bq/m<sup>3</sup> bezogen auf Co 60 /EG 63/ nicht dem Anhang C der REI und der KTA-Regel 1504 entspricht; in beiden Regelwerken ist als Nachweisgrenze 1000 Bq/m<sup>3</sup> angegeben /22, 158/. Da bei der Beschaffenheit der Abwässer aus der Grube Konrad, das Einhalten dieser Nachweisgrenze keinen besonderen Aufwand verursacht, halten wir eine Nachweisgrenze von 1000 Bq/m<sup>3</sup> für die Gammastrahler bezogen auf Co 60 für die Bilanzierung für erforderlich /AV 3.6-19/.

Die KTA-Regel 1504 /158/ fordert, die Nuklide Fe 55 und Ni 63 aus Jahresmischproben mit einer Nachweisgrenze von  $2 \cdot 10^3$  Bq/m<sup>3</sup> zu bilanzieren. In den eingelagerten Abfällen werden Fe 55 und Ni 63 enthalten sein. Radiologisch sind sie gegenüber dem aus denselben Abfällen stammenden Co 60 jedoch unbedeutend. Eisen, Kobalt und Nickel werden in viel geringerem Maße in den Grubenwässern auftreten als bei Abwässern aus Kernkraftwerken. Deshalb wird bisher nur bei Kernkraftwerksabwässern, auf die sich die KTA-Regel 1504 konkret bezieht, eine Bilanzierung von Fe 55 und Ni 63 gefordert. In gleicher Weise wird bei der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /22/ verfahren: In dem An-

hang C 2 der REI, der die Endlager für radioaktive Abfälle betrifft, gibt es keine Bilanzierungsvorschrift für Fe 55 und Ni 63. Insgesamt halten wir eine Bilanzierung von Fe 55 und Ni 63 in den Abwässern der Grube Konrad für entbehrlich.

Dagegen halten wir es für erforderlich, bei der Bilanzierung der Aktivitätsableitungen mit dem Abwasser alle in der REI, Anhang C 2, /22/ aufgeführten Nuklide zu berücksichtigen, auch wenn sie nicht alle zur Strahlenexposition in der Umgebung wesentlich beitragen (vgl. AV 3.6-12). Darüber hinaus halten wir es für erforderlich, als zusätzliches endlagerspezifisches Nuklid bei der Bilanzierung der Abwasserableitung aus dem Endlager Konrad entsprechend der erwarteten Aktivitätsabgabe im bestimmungsgemäßen Betrieb das Nuklid I 131 zu berücksichtigen (vgl. AV 3.6-5).

Auf die Nachweisgrenzen für Alpha-Strahler sind wir oben eingegangen. Die Einhaltung der Zwei-Wochen-Grenzwerte und der Jahres-Antragswerte für alle Nuklide und Nuklidgruppen kann gewährleistet werden, und aufgrund der Ergebnisse der Entscheidungsmessungen kann über die Abgabe der Abwässer entschieden werden. Ebenfalls können mit diesen Nachweisgrenzen die Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser von 10 % der Jahres-Antragswerte sicher bilanziert werden.

Wir halten es allerdings noch für erforderlich, vor Inbetriebnahme des Endlagers die notwendige Instrumentierung der Abwasserüberwachung mit den jeweiligen Meßbereichen und Nachweisgrenzen eindeutig festzulegen und von einem unabhängigen Sachverständigen prüfen zu lassen (vgl. AV 3.6-8).

### 3.6.4 Personenüberwachung

Mit der Personenüberwachung sollen Körperdosen, Kontaminationen und Inkorporationen an Personen, die sich in Kontrollbereichen aufhalten, erfaßt werden.

Zur Ermittlung der Körperdosen werden die Personendosen gemessen /1/. Hierzu werden neben den amtlichen Dosimetern nichtamtliche, jederzeit ablesbare elektronische Dosimeter an der Vorderseite des Oberkörpers getragen /EU 316/. An diesen Dosimetern kann eine Warnschwelle für das Überschreiten einer Dosis und Dosisleistung eingestellt werden. Beim Verlassen des Kontrollbereiches wird die Personendosis ausge-

lesen und an den Dosimetrierechner übertragen /EU 281, EU 400/. Zusätzlich werden Alarm- und Teilkörperdosimeter zur Verfügung gestellt. An Besucher werden abweichend von dieser Regelung keine amtlichen Dosimeter ausgegeben. Ihre nichtamtliche Personendosis wird mit Stabdosimetern gemessen /1, EU 281/. Bei Abfallgebinden, die aufgrund des Nuklidvektors oder der Herkunft eine erhöhte Neutronendosisleistung erwarten lassen, ist zusätzlich die Messung der Ortsdosisleistung mit einem Neutronendetektor vorgesehen /EU 282/.

Alle Personen werden bei Verlassen des Kontrollbereiches auf Kontamination kontrolliert. Hierzu sind Ganzkörpermonitore an den Kontrollbereichsübergängen und zusätzlich innerhalb der Kontrollbereiche Hand-Fuß-Kleidermonitore und ortsveränderliche Kontaminationsmeßgeräte vorgesehen /EU 282/. Inkorporationsmessungen werden innerbetrieblich nicht durchgeführt; sie sollen im Anforderungsfall an externer Stelle vorgenommen werden.

Für die Ermittlung der inneren Strahlenexposition ist unter anderem in Einzelfällen vorgesehen, passive Radondosimeter zur Ermittlung der Inhalationsdosis durch Radon und seine Folgeprodukte einzusetzen /EU 280.1, EU 282/. Erste Versuchsmessungen mit personengebundenen "Helmdosimetern" wurden bereits durchgeführt /EU 471/. Als Nachteil beim Einsatz personengebundener Radondosimeter führt der Antragsteller neben dem erhöhten Aufwand an, daß der Expositionsanteil der Dosimeter außerhalb der Arbeitszeit mit einer zusätzlichen Messung erfaßt werden muß /EU 280.1/. Im Sinne eines konsequenten Strahlenschutzes hält der Antragsteller eine Radon-Überwachung auch im konventionellen Teil des Endlagers für empfehlenswert /EU 282/. Die Unterscheidung in natürliche und künstliche Strahlenexposition geschieht mit Hilfe der Messungen in der Wetterüberwachung (vgl. Kap. 3.6.2 dieses Gutachtens) unter Berücksichtigung der Aufenthaltszeiten an verschiedenen Orten. Grundsätzlich wird sonst die von natürlichen oder künstlichen Radionukliden hervorgerufene innere Strahlenexposition aus gemessenen Werten der Aktivitätskonzentration der Wetter und der Abluft ermittelt /EU 280.1, EU 281, EU 282/.

### Bewertung

Mit den in den Unterlagen vorgestellten Einrichtungen zur Personenüberwachung werden die in der Strahlenschutzverordnung /4/ gestellten Forderungen der physikalischen Strahlenschutzkontrolle erfüllt. Die für die Ermittlung der Körperdosen angegebenen Meßeinrichtungen entsprechen dem Stand der Technik.

Der Einsatz amtlicher und sofort ablesbarer Dosimeter zur Ermittlung der externen Strahlenexposition entspricht den Vorgaben der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle /153/. Auch die Absicht, die Personendosis bei Besuchern nur mit nichtamtlichen Dosimetern zu ermitteln, steht im Einklang mit den Vorgaben der Richtlinie /153/. Allerdings wird in einigen kerntechnischen Anlagen die nichtamtliche Personendosis auch bei Besuchern mit elektronischen Dosimetern erfaßt. Dadurch verfügen die Betreiber dieser Anlagen über eine einheitliche Dokumentation aller angefallenen Personendosen im zugehörigen Rechnersystem. Deshalb empfehlen wir, auch im Endlager Konrad einheitlich an alle Personen im Kontrollbereich einschließlich Besucher und Lkw-Fahrer bei der Gebindeanlieferung elektronische Dosimeter auszugeben.

Die Dosimeter müssen jeweils an einer repräsentativen Körperstelle getragen werden. Dies muß nicht in allen Fällen die Vorderseite des Oberkörpers sein /153/. Für solche Abweichungen können spezielle Regelungen im Zechenbuch/Betriebshandbuch festgelegt werden.

Aufgrund der Dosisleistung der Abfallgebinde können auch im betrieblichen Überwachungsbereich, insbesondere in der Nähe beladener Transportfahrzeuge, Kontrollbereichsbedingungen vorliegen (s. Kap. 3.4.3.2 dieses Gutachtens). Nach den vorliegenden Dosisabschätzungen muß dort mit Strahlenexpositionen gerechnet werden, bei denen die Dosisgrenzwerte von § 51 StrlSchV /4/ überschritten werden, so daß beruflich strahlenexponiertes Personal eingesetzt werden muß /215, EU 72.5/.

Nach §§ 62 Abs. 1 und 63 StrlSchV sind bei Vorliegen der Kontrollbereichsbedingungen die Körperdosen durch Messung der Personendosis zu ermitteln, wenn die zuständige Behörde keine Ausnahme zuläßt. Wir halten es für erforderlich, daß auch

bei Tätigkeiten in temporären Kontrollbereichen, insbesondere in unmittelbarer Nähe der beladenen Transportfahrzeuge, Dosimeter getragen werden /AV 3.6-10/.

Neutronenstrahlung kann aufgrund des zu erwartenden Abfallinventars nur in Ausnahmefällen merklich zur Dosis beitragen (siehe Kap. 3.2 und 3.3 dieses Gutachtens). Der Strahlenschutzbeauftragte hat durch das Abrufsystem Gelegenheit, schon vor der Anlieferung der Abfallgebände zu erkennen, bei welchen Abfallgebänden Neutronenstrahlung relevant sein kann. Er hat dann die Möglichkeit, bei einer amtlichen Meßstelle kurzfristig Neutronendosimeter anzufordern. Wir haben deshalb keinen Einwand dagegen, daß nicht von Anfang an Neutronendosimeter vorrätig gehalten werden. Wir halten es aber für erforderlich, daß der Strahlenschutzbeauftragte anhand der Abfalldaten vor der Anlieferung der Gebände abschätzt, bei welchen Abfallgebänden Neutronenstrahlung zu einer merklichen Dosis führen kann. Neutronendosimeter sind dann an diejenigen Mitarbeiter auszugeben, die eine Neutronendosis oberhalb der Dosimeter-Nachweisgrenze erhalten können. Eine entsprechende Regelung ist in das ZB/BHB aufzunehmen /AV 3.6-11/.

Ist aufgrund der Abfalldaten zwar bei einzelnen Gebänden Neutronenstrahlung nicht ausgeschlossen, andererseits aber nicht zu erwarten, daß die resultierende Strahlenexposition mit Neutronendosimetern nachgewiesen werden kann, so halten wir die vom Antragsteller vorgesehene Messung der Neutronendosisleistung für ausreichend. Aus den Meßwerten kann dann die Neutronendosis berechnet werden. In das Zechenbuch/Betriebshandbuch sind entsprechende Regelungen zur Ermittlung und Bilanzierung aufzunehmen (vgl. AV 3.6-11).

Die Ermittlung der Körperdosen aufgrund der Inhalation von Radon und dessen Zerfallsprodukten sowie der übrigen Radionuklide aus den Abfallgebänden und aus dem Grubengestein ist mit dem vorgesehenen Meßverfahren möglich. Bei der Bewertung legen wir die Vorgaben der §§ 62 und 63 StrlSchV /4/ zugrunde. Dabei beziehen wir auch die Strahlenexposition mit ein, die durch die natürlichen Radionuklide aus dem Grubengestein verursacht wird (siehe Kap. 3.4.1 und 3.4.2 dieses Gutachtens). Nach der Richtlinie /153/ ist die Überwachung der inneren Strahlenexposition dann erforderlich, wenn die Körperdosen größer als 10 % der Jahreshöchstwerte für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A sein können. Die Meßverfahren sollen so gewählt werden, daß 3 % der zulässigen Jahresaktivitätszufuhr



nachgewiesen werden können. Mit dem vorliegenden Konzept des Antragstellers für das Personal im Kontrollbereich werden diese Anforderungen erfüllt.

Das vorgesehene Meßverfahren gestattet darüber hinaus prinzipiell die getrennte Bilanzierung der inneren Strahlenexposition aufgrund natürlicher Radioaktivität einerseits und Nukliden aus den Gebinden andererseits. Es erfüllt somit zur Personenüberwachung im Kontrollbereich auch die Anforderungen des Niedersächsischen Umweltministeriums an die Bilanzierung der Strahlenexposition in der Grube Konrad /144/. Die Angabe der Inhalationsdosis durch künstliche Radionuklide wird jedoch mit relativ großen Fehlern behaftet sein. Dabei kann der Gesamtbetrag der Inhalationsdosis aufgrund von natürlichen und künstlichen Radionukliden mit einer größeren Genauigkeit angegeben werden, als der Teilbetrag, der von der Aktivität aus den Abfallgebinden verursacht wird. Das liegt daran, daß für die Ermittlung des Teilbetrags die Differenz zweier Meßwerte herangezogen werden muß, die jeder für sich mit einer Meßtoleranz behaftet sind. Da es für den Gesundheitsschutz der Beschäftigten aber unerheblich ist, ob die inhalierten Radionuklide aus den Abfallgebinden stammen oder natürlichen Ursprungs sind, messen wir der Summe aus natürlicher und künstlicher Aktivität eine größere Bedeutung zu als der Größe der Einzelbeiträge.

Auch in Teilen des betrieblichen Überwachungsbereichs unter Tage kann das Personal durch Radon und seine Folgeprodukte eine höhere Strahlenexposition erhalten als 10 % der Jahreshgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A (siehe Kap. 2.4.3.4 und Kap. 2.4.6.3 dieses Gutachtens). Bei Anwendung der Richtlinie /153/ auf die natürlichen Radionuklide müßte die innere Strahlenexposition auch dort überwacht werden. Wir empfehlen, im Sinne eines konsequenten Strahlenschutzes so zu verfahren. Dabei halten wir es für wesentlich, daß die Meßergebnisse nicht nur zur Ermittlung der Körperdosen herangezogen werden, sondern zugleich auch als Grundlage für die Optimierung des Strahlenschutzes dienen (siehe Kap. 3.4.2 dieses Gutachtens).

Entsprechend der Richtlinie /153/ sollen die notwendigen Messungen von einer Meßstelle durchgeführt werden, die von der zuständigen Behörde beauftragt wird. Wir haben keine Einwände dagegen, wenn die Wetter- und Raumluftüberwachung, wie vom Antragsteller geplant, vom Betreiber selbst durchgeführt werden. Planung

und Durchführung des Überwachungsprogramms können der Eigenüberwachung zur Prüfung vorgelegt werden (siehe AV 3.4.2-2 in Kap. 3.4.2 dieses Gutachtens).

Den vom Antragsteller vorgesehenen Einsatz von personenbezogenen Radon-Dosimetern bewerten wir positiv, weil hierdurch an einigen Arbeitsplätzen eine genauere Bilanzierung der Strahlenexposition möglich wird. Allerdings lassen sich mit solchen Dosimetern ohne Ergänzung durch weitere Messungen nicht alle o.g. Anforderungen an die Dosimetrie erfüllen. So ist eine getrennte Bilanzierung natürlicher und künstlicher Strahlenexposition nur mit Hilfe der Wetterüberwachung möglich. Auch Arbeitszeiten in Kabinen mit gefilterter Zuluft müssen wegen der andersartigen radiologischen Verhältnisse u.U. gesondert berücksichtigt werden. Wir empfehlen daher zur Optimierung der Personendosimetrie, die vorgesehene Bilanzierung der Radon-Exposition überall dort im Kontrollbereich durch personenbezogene Dosimeter (z.B. Helmdosimeter) zu ergänzen, wo die Körperdosen aufgrund von innerer Strahlenexposition größer sein können als die Werte von Tab. 1.1 Spalte 4 der Richtlinie /153/ und wo der Einsatz von personenbezogenen Dosimetern zu einer genaueren Angabe der Strahlenexposition beiträgt.

Die in der Richtlinie /153/ angegebenen Werte entsprechen 1/10 der Jahresgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A. Für die effektive Dosis sind dies 5 mSv und für die Lungendosis 15 mSv im Jahr. Im Sinne eines konsequenten Strahlenschutzes empfehlen wir, im betrieblichen Überwachungsbereich ebenso wie im Kontrollbereich zu verfahren.

Im Zechenbuch/Betriebshandbuch ist vor Beginn des Einlagerungsbetriebes darzustellen, auf welche Weise die Körperdosen aus den Meßwerten berechnet werden. Dabei ist auch anzugeben, wie der Aufenthalt von Personen in Kabinen mit gefilterter Zuluft berücksichtigt wird /AV 3.6-13/. Die radiologischen Verhältnisse in den Kabinen müssen zuvor mit Hilfe von Messungen festgestellt werden.

Die in der Entwurfsplanung Strahlenschutz /EU 282/ vorgesehenen Maßnahmen zur Personenkontaminationskontrolle halten wir für ausreichend, da sie den Einsatz von Ganzkörpermonitoren vorsehen. Allerdings ist in den Unterlagen noch nicht festgelegt, wie die Kontaminationskontrolle der LKW-Fahrer beim Verlassen des Kontroll-

bereiches nach der Gebindeanlieferung erfolgt. Hierzu müssen noch Regelungen ins Zechenbuch/Betriebshandbuch aufgenommen werden /AV 3.6-14/.

### 3.6.5 Überwachung störfallbedingter Freisetzungen

Störfallbedingte Freisetzungen aus den Gebinden werden über den Kamin bzw. den Diffusor in die Umwelt abgeleitet. Für beide Emissionswege werden vom Antragsteller Ereignisabläufe beschrieben /EU 395/. Die in diesen Fällen zu erwartenden freigesetzten Aktivitäten werden im Kapitel 5 dieses Gutachtens beurteilt. Für die Überwachung der Aktivitätsableitungen werden die im Kapitel 3.6.3.1 dieses Gutachtens genannten Meßeinrichtungen der Kaminfortluft- bzw. Diffusorüberwachung verwendet.

#### Bewertung

Die in den Auslegungsanforderungen und Entwurfsplanungen des Antragstellers /EU 281, EU 282/ beschriebenen Meßeinrichtungen für die Abwetter- und Fortluftüberwachung sind vom Umfang und von den Eigenschaften her grundsätzlich entsprechend der REI /22/ sowie der KTA-Regel 3502 /234/ und dem Entwurf der KTA-Regel 1503.2 /237/ geeignet, die bei den angenommenen störfallbedingten Freisetzungen über den Diffusor und den Fortluftkamin abgeleiteten Aktivitäten bei anlageninternen Ereignissen zu überwachen und bilanzieren. Die Probenahmereinrichtungen sind so auszuführen, daß mit ihnen aerosolförmige Abgaben nach Störfällen bis zu einem Partikeldurchmesser von 60 µm erfaßt werden können /AV 3.6-15/ (siehe Kap. 5.5.4 dieses Gutachtens).

Da bei einem Erdbeben Aktivitätsfreisetzungen von unter Tage nicht ausgeschlossen werden können (vgl. Kap. 5.3.1 dieses Gutachtens), ist auch bei diesem Störfall im Sinne des Entwurfes der KTA-Regel 1503.2 /237/ und der KTA-Regel 3502 /234/ die meßtechnische Erfassung der möglichen Emissionen sicherzustellen. Dazu ist es erforderlich, den Probenahmereinrichtungen im Wetterkanal für das Bemessungserdbeben auszulegen /AV 3.6-16/.

### **3.6.6 Wiederkehrende Prüfungen und Einstufungen in Qualitätssicherungsbereiche (QS-Bereiche)**

#### **3.6.6.1 Wiederkehrende Prüfungen**

In der Prüfliste, Kapitel 2.12 /EU 316/ sind die Prüfintervalle für wiederkehrende Prüfungen und die an diesen Prüfungen beteiligten Personen genannt.

Für die Strahlenschutzeinrichtungen (Strahlungsüberwachung) werden für die Kontaminationsüberwachung (Abschnitt 2.12.1) und die Personenüberwachung (Abschnitt 2.12.6) keine Prüfintervalle und für die übrigen Meßeinrichtungen 1 Monat als Prüfintervall genannt.

#### **Bewertung**

Wir sind der Meinung, daß die Prüfintervalle für die Meßeinrichtungen in Anlehnung an andere kerntechnische Anlagen wie folgt festgelegt werden sollten:

Für die Meßeinrichtungen nach Abschnitt 2.12.1 (außer Personenkontaminationsmonitoren) bis 2.12.5 und 2.12.7 ist ein Prüfintervall von 3 Monaten für die Sicht- und Funktionsüberwachung und die Überprüfung der Kalibrierung festzulegen /AV 3.6-17/.

Für die Personenkontaminationsmonitoren nach Abschnitt 2.12.1 muß die Sicht- und Funktionsprüfung 1-wöchentlich und die Überprüfung der Kalibrierung 6-monatlich durchgeführt werden (vgl. AV 3.6-17).

Für alle Überprüfungen ist keine Beteiligung eines Sachverständigen angegeben. Wir halten es für erforderlich, daß bei allen Prüfungen im Abstand von 1 Jahr ein unabhängiger Sachverständiger zu den wiederkehrenden Prüfungen hinzugezogen wird (vgl. AV 3.6-17).

Da für die Meßeinrichtungen zur Personenüberwachung geeichte Personendosimeter verwendet werden müssen, ist eine Sicht- und Funktionskontrolle und eine Überprüfung der Kalibrierung im Abstand von 6 Monaten ausreichend.

### 3.6.6.2 Einstufung in QS-Bereiche

In der Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ werden die Strahlenschutzeinrichtungen (Strahlungsüberwachung) dem QS-Bereich 2 zugeordnet.

#### Bewertung

Die Meßeinrichtungen ermöglichen die Feststellung von Aktivitätsfreisetzungen oder Kontaminationen. Nur durch das frühzeitige Erkennen können Strahlenexpositionen oder Kontaminationen begrenzt werden. Deshalb ist eine Zuordnung in den QS-Bereich 3.1 erforderlich. Die vom Antragsteller vorgelegte Aufzählung der Strahlenschutzeinrichtungen muß um die der Emissionsüberwachung erweitert werden. Die Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ muß entsprechend geändert und ergänzt werden /AV 3.6-18/.



### **3.7 Strahlenexposition in der Umgebung**

#### **3.7.1 Bewertungsgrundlagen**

Die Vorschriften zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor den Gefahren ionisierender Strahlen sind in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /4/ festgelegt. Die Anforderungen dieser Verordnung sind der Maßstab für unsere Bewertung der zu erwartenden radiologischen Auswirkungen in der Umgebung durch den Betrieb des geplanten Endlagers.

§ 28 StrlSchV enthält die allgemeinen Strahlenschutzgrundsätze. Danach ist jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt zu vermeiden. Zusätzlich ist jede Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik so gering wie möglich zu halten, und zwar auch unterhalb der Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung.

Der Antragsteller hat die technische Auslegung und den Betrieb des Endlagers Konrad so zu planen, daß durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser die Strahlenexposition des Menschen die in § 45 StrlSchV festgelegten Grenzwerte der Körperdosen im Kalenderjahr nicht überschreitet. Diese Strahlenexposition ist für Referenzpersonen an den ungünstigsten Einwirkungsstellen unter Berücksichtigung der in Anlage XI StrlSchV genannten Expositionspfade, Lebensgewohnheiten der Referenzperson und übrigen Annahmen zu ermitteln. Die Rechenmodelle zur Ermittlung der Strahlenexposition sind in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 45 StrlSchV /7/ angegeben. Die zuständige Behörde kann davon ausgehen, daß die Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV eingehalten sind, wenn dies unter Zugrundelegung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ nachgewiesen wird.

Der § 44 StrlSchV legt Grenzwerte für die effektive Äquivalentdosis durch Direktstrahlung aus der Anlage im außerbetrieblichen Überwachungsbereich fest.

Neben radioaktiven Stoffen, die aus den eingelagerten Abfallgebinden stammen, werden beim Betrieb des Endlagers auch radioaktive Stoffe natürlichen Ursprungs mit Fortluft und Abwasser in die Umgebung abgeleitet. Der Antragsteller vertritt im Plan /1/ mit Hinweis auf § 28 Abs. 2 StrlSchV die Rechtsauffassung, daß die Strahlenexposition durch

Ableitung von in der Grube Konrad natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen nicht zu den Strahlenexpositionen zählt, für die die Grenzwerte nach § 45 StrlSchV gelten. Die Planfeststellungsbehörde hat den Antragsteller jedoch aufgefordert, seine Anlage so zu planen, daß die Grenzwerte auch unter Berücksichtigung der Ableitungen radioaktiver Stoffe natürlichen Ursprungs eingehalten werden können /144/. Wir prüfen dementsprechend auch, ob diese Anforderung der Planfeststellungsbehörde erfüllt ist. Die internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) empfiehlt in Abschnitt (189) ihrer Publikation ICRP60 /207/ ebenfalls, geplante Emissionen natürlich vorkommender Radionuklide aus bestimmten Anlagen wie Bergwerken (mines) und Abfallhalden (waste disposal sites) in die Ermittlung der Strahlenexposition der Bevölkerung einzubeziehen. Bewertungsmaßstab für die sich daraus ergebenden Dosiswerte soll der von der ICRP empfohlene Dosisgrenzwert für die effektive Dosis sein.

### 3.7.2 Modelle und Parameter zur Berechnung der Strahlenexposition

Die Anlage XI der Strahlenschutzverordnung /4/ legt die Annahmen fest, die gemäß § 45 Abs. 2 StrlSchV bei radioökologischen Berechnungen zur Ermittlung der Strahlenexposition durch kerntechnische Anlagen und Einrichtungen zu berücksichtigen sind. Es sind dies die Expositionspfade, die Lebensgewohnheiten der Referenzpersonen sowie übrige Annahmen. Zu diesen gehören die Dosisfaktoren, die als Bekanntmachung des BMU im Bundesanzeiger /159/ veröffentlicht sind.

Die während der Betriebsphase des geplanten Endlagers Konrad durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser bedingte Strahlenexposition des Menschen darf die in § 45 StrlSchV festgelegten Grenzwerte der Körperdosen im Kalenderjahr nicht überschreiten. Die Strahlenexposition ist für eine Referenzperson an den ungünstigsten Einwirkungsstellen unter Berücksichtigung der in Anlage XI StrlSchV genannten Expositionspfade, Lebensgewohnheiten der Referenzpersonen und übrigen Annahmen zu ermitteln. Nach Anlage I StrlSchV ist die ungünstigste Einwirkungsstelle die Stelle in der Umgebung des Endlagers, bei der aufgrund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umwelt unter Berücksichtigung realer Nutzungsmöglichkeiten durch Aufenthalt oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Strahlenexposition zu erwarten ist.



Bei der Berechnung der Strahlenexposition durch Aktivitätsabgaben mit der Fortluft sind nach Anlage XI StrlSchV folgende Expositionspfade zu berücksichtigen:

- Strahlenexposition von außen durch Beta-Strahlung bei Aufenthalt in der Fortluftfahne (Beta-Submersion),
- Strahlenexposition von außen durch Gamma-Strahlung aus der Fortluftfahne (Gamma-Submersion),
- Strahlenexposition von außen durch Gamma-Strahlung von am Boden abgelagerten Radionukliden (Gamma-Bodenstrahlung),
- Strahlenexposition von innen durch Radionuklide, die mit der Atemluft in den Körper aufgenommen werden (Inhalation),
- Strahlenexposition von innen durch Radionuklide, die über den Verzehr von Lebensmitteln in den Körper gelangen (Ingestion).

Zur Berechnung der Strahlenexposition durch Ingestion werden stellvertretend für die verschiedenen Lebensmittel pflanzliche Produkte, Milch und Fleisch betrachtet.

Bei der Berechnung der Strahlenexposition durch Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser sind nach Anlage XI StrlSchV folgende Expositionspfade zu berücksichtigen:

- Strahlenexposition von außen durch Gamma-Strahlung bei Aufenthalt auf Sediment,
- Strahlenexposition von innen durch Aufnahme von Radionukliden mit Trinkwasser,
- Strahlenexposition von innen durch Aufnahme von Radionukliden bei Verzehr von Fisch,
- Strahlenexposition von innen durch Verzehr von Lebensmitteln, die radioaktive Stoffe durch Viehtränke aufgenommen haben,
- Strahlenexposition von innen durch den Verzehr von Lebensmitteln, die radioaktive Stoffe durch Beregnung von Acker- und Weideflächen aufgenommen haben.

Bei der Berechnung der Strahlenexposition durch Ingestion werden neben Fischverzehr und Trinkwasser wie beim Fortluftpfad pflanzliche Produkte, Milch und Fleisch betrachtet.

Nach Anlage XI StrlSchV bleiben Expositionspfade unberücksichtigt oder sind zusätzliche Expositionspfade zu berücksichtigen, wenn dies aufgrund der örtlichen Besonderheiten des Standortes oder aufgrund der Art der kerntechnischen Anlage begründet ist.

Gemäß § 45 Abs. 2 StrlSchV hat die Bundesregierung eine Allgemeine Verwaltungsvorschrift (AVV) über die zu treffenden weiteren Annahmen erlassen, die am 01.06.1990 in Kraft getreten ist /7/.

Der Antragsteller hat im Plan /1/ und in der erläuternden Unterlage /EU 376/ Angaben zu den radiologischen Auswirkungen des geplanten Endlagers im bestimmungsgemäßen Betrieb gemacht und dargelegt, daß er dabei die Anforderungen der Neufassung der Strahlenschutzverordnung /4/ einschließlich der zugehörigen Berechnungsvorschriften berücksichtigt hat. Der Antragsteller hat keine zusätzlichen Expositionspfade ermittelt, die standort- oder anlagenbedingt zu berücksichtigen wären.

### Bewertung

Wir können bestätigen, daß der Antragsteller die Berechnung der potentiellen Strahlenexposition mit den Rechenmodellen und Modellparametern der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ durchgeführt und dabei alle in der Anlage XI StrlSchV aufgeführten Expositionspfade sowie die Lebensgewohnheiten der Referenzpersonen berücksichtigt hat. Wir haben ebenfalls keine zusätzlichen Expositionspfade ermittelt, die standort- oder anlagenbedingt zu berücksichtigen wären. Auf die Ergebnisse der Berechnungen des Antragstellers und unserer eigenen Rechnungen gehen wir in den folgenden Kapiteln ein.

### 3.7.3 Dosisfaktoren

In § 45 Abs. 2 StrlSchV /4/ ist mit dem Hinweis auf Anlage XI StrlSchV festgelegt, daß zur Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition zum Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte des § 45 StrlSchV die im Bundesanzeiger /159/ bekanntgemachten Dosisfaktoren zu verwenden sind. Die Bekanntmachung enthält keine Dosisfaktoren zur Berechnung der Inhalationsdosis durch Radon mit seinen Folgeprodukten. Auch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift /7/ gibt keine Hinweise darauf, in welcher Weise die Berechnung der Dosis durch Radon mit seinen Tochterprodukten erfolgen sollte.

Der Antragsteller hat in der erläuternden Unterlage /EU 376/ in sehr knapper Form seine Vorgehensweise beschrieben. Als Quelle für seine Daten gibt er die ICRP-Publikation 32 /148/ an. Bei der Berechnung der Inhalationsdosis hat er demnach für Rn 222 einschließlich der zu berücksichtigenden Folgeprodukte folgende Dosisfaktoren verwendet:

- effektive Äquivalentdosis  $4,6 \cdot 10^{-9}$  Sv/Bq
- Lungendosis  $7,7 \cdot 10^{-8}$  Sv/Bq.

Dabei wurde ein Gleichgewichtswert von 0,33 zwischen Rn 222 und seinen kurzlebigen Folgeprodukten angenommen. Der Beitrag der Lunge zur effektiven Äquivalentdosis wurde mit einem Wichtungsfaktor von 0,06 berechnet. Für das Verhältnis der Dosisfaktoren von Kleinkindern zu Erwachsenen wurde ein Faktor 2 eingesetzt /EU 376/.

### Bewertung

Aus der internationalen Fachliteratur wie z.B. /149/, /212/, /148/ ist zu entnehmen, daß die Strahlenexposition durch die natürlich vorkommenden Radonisotope und ihre Tochterprodukte nicht mit den üblichen Dosismodellen berechnet werden kann. Die Strahlenschutzverordnung /4/ und die Allgemeine Verwaltungsvorschrift /7/ machen dazu keine konkreten Angaben.

Wir haben für unsere Berechnungen als Stand von Wissenschaft und Technik die Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) herangezogen. In der Empfehlung ICRP 50 /212/ sind Referenzdosisumwandlungsfaktoren für Personen der allgemeinen Bevölkerung angegeben, von denen wir der Ansicht sind, daß sie für die Verhältnisse in der Umgebung des geplanten Endlagers Konrad anwendbar sind. Diese Dosisumwandlungsfaktoren haben wir für unsere Berechnungen der Strahlenexposition durch Radon und seine Tochterprodukte verwendet. Sie sind in Tab. 3.7.3-1 angegeben. Auch die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) /266/ und die entsprechenden Organisationen der Schweiz /267/ haben die Strahlenexposition durch die natürlich vorhandene Radonexposition mit diesen Dosisumwandlungsfaktoren berechnet.

Die von der ICRP /212/ empfohlenen Dosiskonversionsfaktoren gelten für die von der Alphastrahlung der kurzlebigen Radontochterprodukte bestrahlten Zellschichten des Bronchial- und Alveolarbereiches der Lunge. Sie berücksichtigen einen Qualitätsfaktor von 20 für Alphastrahlung aus interner Exposition. Zur Ermittlung der effektiven Dosis durch die Bestrahlung wird z. Z. von der ICRP empfohlen, die Strahlenexposition dieser beiden bestrahlten Lungenbereiche mit jeweils 0,06 zu wichten, d.h. mit der Hälfte des für das gesamte Organ Lunge festgelegten Faktors von 0,12. Die in Tab. 3.7.3-1 angegebenen Werte für die effektive Dosis sind auf diese Weise berechnet worden.

Die ICRP betrachtet gemäß ihren derzeitigen Empfehlungen allein die effektive Dosis als Maß für das Risiko durch eine Strahlenexposition. Dementsprechend gibt es auch von der ICRP /212/ keine Empfehlung zur Berechnung einer Lungendosis durch Radon und seine Tochterprodukte, die einen Vergleich mit den in unserer Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerten für die Körperdosis ermöglichen würde. Wir haben daher ebenso wie der Antragsteller für die Bevölkerung in der Umgebung des Endlagers konservativ die Summe aus der Strahlenexposition der beiden hauptsächlich exponierten Teilbereiche der Lunge als Lungendosis in unseren Rechnungen berücksichtigt.

Die von uns verwendeten Dosiskonversionsfaktoren aus ICRP 50 /212/ für die Referenzperson Erwachsener sind in Tab. 3.7.3-1 angegeben. Sie gelten für eine Atemrate von 1,0 Kubikmeter pro Stunde und beziehen sich auf eine Exposition in Höhe der sogenannten gleichgewichtsäquivalenten Radonexposition, d.h. unter Berücksichtigung des Gleichgewichtsfaktors. Der durch Messungen bestimmbare Gleichgewichtsfaktor beschreibt, wie stark die Konzentration der Radontochternuklide in der Umgebungsluft bedingt durch Umwelteinflüsse von dem theoretisch möglichen Gleichgewichtszustand abweicht. Die Dosiskonversionsfaktoren sind proportional zur Atemrate. Bei unseren Dosisberechnungen haben wir die Dosiskonversionsfaktoren der ICRP auf die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Atemraten umgerechnet.

Der Antragsteller gibt in der für die Ergebnisse der Dosisberechnungen maßgeblichen Unterlage /EU 376/ an, daß er zur Berechnung der Strahlenexposition durch Rn 222 mit einem Gleichgewichtsfaktor von 0,33 gerechnet hat. In anderen Unterla-

gen des Antragstellers ist jedoch angegeben, daß der aus Messungen in der Grubenluft ermittelte Gleichgewichtsfaktor im Mittel mit 0,35 anzusetzen ist. Der Unterschied ist auf den ersten Blick gering, führt aber zu sichtbaren Differenzen bei der Berechnung von Dosiswerten. Wir verwenden in unseren Berechnungen für den Gleichgewichtsfaktor den Wert von 0,35.

Dividiert man die in der Unterlage /EU 376/ angegebenen Dosisfaktoren durch den vom Antragsteller genannten Gleichgewichtsfaktor, erhält man die von der ICRP /212/ empfohlenen Dosiskonversionsfaktoren. Der Antragsteller verwendet also trotz unterschiedlicher Zahlenangaben in den Unterlagen für seine Dosisberechnungen durch Rn 222 und seine Tochterprodukte die gleichen Dosiskonversionsfaktoren wie wir.

In den Empfehlungen der ICRP /212/ sind explizit keine Dosiskonversionsfaktoren für die Referenzperson Kleinkind angegeben. Es wird jedoch von der ICRP angegeben, daß die Strahlenexposition der entsprechenden Lungenbereiche von Kindern bei gleicher Radonexposition bis zu einem Faktor 2 höher sein kann als bei Erwachsenen /212/. Die Expertenkommission der NEA /149/ empfiehlt einen Faktor von 1,5. Wir verwenden konservativ ebenso wie der Antragsteller den Faktor 2. Neuere Untersuchungen weisen eher darauf hin, daß selbst der Faktor 1,5 zu konservativ angesetzt ist /214/.

Tabelle 3.7.3-1:

Mittlere Dosiskonversionsfaktoren für Erwachsene zur Berechnung der Strahlenexposition durch Radonzerfallsproduktexposition bei Aufenthalt im Freien (Atemrate  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ ). (Angegeben ist die Äquivalentdosis pro gleichgewichtsäquivalenter Einheitsexposition in Sv pro  $\text{Bq} \cdot \text{h}/\text{m}^3$  nach ICRP 50 /212/. Dividiert man die angegebenen Dosiskonversionsfaktoren durch die Atemrate, erhält man Dosisfaktoren in Sv/Bq.)

	Rn-222-Töchter	Rn-220-Töchter
Bronchialbereich	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$
Pulmonarbereich	$2,7 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$
effektive Dosis	$1,4 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-8}$

In ihrer Publikation 56 /52/ hat die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) 1989 erstmals altersabhängige Dosisfaktoren für Mitglieder der allgemeinen Bevölkerung veröffentlicht. Von 1994 bis 1996 folgten die Publikation 67, 69, 71 und 72 /54, 162, 163, 164/. Die altersabhängigen Dosisfaktoren für die effektive Dosis aus ICRP 72 sind Bestandteil der Neufassung der Euratom-Grundnormen von 1996 /208/ und werden demnächst in nationales Recht übernommen. Durch die Verwendung neuer Stoffwechselfaktoren ergeben sich bei einigen Radionukliden zum Teil deutlich höhere Organdosisfaktoren als sie durch die Strahlenschutzverordnung festgelegt sind /159/. Die Gewebewichtungsfaktoren der ICRP 60 ergeben dagegen für viele Nuklide gegenüber der Strahlenschutzverordnung geringere Dosisfaktoren für die effektive Dosis.

Wir haben zum Vergleich auch mit den neuen Dosisfaktoren der ICRP und der Neufassung der Euratom-Grundnormen von 1996 Dosisberechnungen durchgeführt. Für die Aktivitätsabgaben mit den Abwettern aus dem Endlager Konrad ergeben sich keine Organdosiswerte, die nennenswert höher sind als bei Anwendung der Dosisfaktoren der Strahlenschutzverordnung. Für die Aktivitätsabgaben mit den Abwässern aus dem Endlager Konrad ergeben sich zum Teil Organdosiswerte, die höher sind als bei Anwendung der Dosisfaktoren der Strahlenschutzverordnung, aber in keinem Fall zu einer Überschreitung der Grenzwerte des § 45 StrlSchV führen.

Für die Berechnungen der Strahlenexposition durch Radon und seine Tochternuklide haben wir Dosiskonversionsfaktoren aus ICRP 50 /212/ verwendet, die auf einem Dosismodell beruhen, das die Energiedeposition im bestrahlten Lungengewebe berücksichtigt. In ihrer Publikation 65 /28/ hat die ICRP Umrechnungsfaktoren von Radonkonzentration zu effektiver Dosis empfohlen, die nur auf einem Vergleich von beobachteten Schadensrisiken beruhen. Diese Umrechnungsfaktoren sind in die Neufassung der Euratom-Grundnormen übernommen worden.

Wir haben bei der Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung in diesem Gutachten die Umrechnungsfaktoren der ICRP 65 /28/ für Personen der allgemeinen Bevölkerung nicht angewendet, da sie nicht dem Dosiskonzept der StrlSchV entsprechen und keinen sinnvollen Vergleich mit den Strahlenexpositionsberechnungen des Antragstellers ermöglicht hätten. Die Berücksichtigung der Umrechnungsfaktoren aus ICRP 65 /28/ reduziert die effektive Dosis durch Radon 222 und seine Tochter-

nuklide etwa um den Faktor 2, ändert aber nichts an unserer Beurteilung der beantragten Aktivitätsabgabe mit den Abwettern.

### 3.7.4 Ausbreitung radioaktiver Stoffe

Die Abwetter aus dem Endlager Konrad werden über den Schacht Konrad 2 und den 45 m hohen Diffusor in die Umgebung abgeleitet. Der Antragsteller hat die Ausbreitung und Ablagerung der mit den Abwettern abgegebenen radioaktiven Stoffe mit den Rechenmodellen der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ ermittelt. Dazu hat er die im Plan /1/ beschriebenen meteorologischen Daten der Station Braunschweig-Völkenrode des Deutschen Wetterdienstes verwendet. Die Berechnung der Langzeitausbreitungsfaktoren erfolgte mit einer dreiparametrischen Ausbreitungsstatistik für den Zeitraum 1979-88.

Der Diffusor ist etwa 50 m vom Förderturm entfernt. Der Förderturm ist 40 m hoch und etwa 20 m breit. Der Antragsteller hat entsprechend den Rechenvorschriften der AVV /7/ den Gebäudeeinfluß auf die Ausbreitung in den Windrichtungen 180° und 360° berücksichtigt. Für diese Windrichtungen ergibt sich eine reduzierte Freisetzungshöhe von 35 m. Außerdem sind vergrößerte Ausbreitungsparameter zu verwenden /EU 376/. Unter diesen Randbedingungen liegt die ungünstigste Einwirkungsstelle nicht in Hauptausbreitungsrichtung, sondern etwa 50 m nördlich des Diffusors am Zaun der Anlage. Der Antragsteller gibt für diese Stelle einen maximalen Langzeitausbreitungsfaktor von  $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ s/m}^3$  an. Eine Quellüberhöhung durch den Austrittsimpuls der Abwetter ist nicht berücksichtigt worden.

Zur Ermittlung der Langzeitwashoutfaktoren ist der Antragsteller von einer Niederschlagshöhe von 647,3 mm/a und der prozentualen Verteilung der Niederschläge auf die einzelnen Windrichtungssektoren für den Zeitraum 1979 bis 1988 ausgegangen /EU 376/. Der Langzeitwashoutfaktor für Aerosole und elementares Jod beträgt an der oben genannten ungünstigsten Einwirkungsstelle  $2,0 \cdot 10^{-9} \text{ l/m}^2$ .

Die Abwässer des Endlagers Konrad werden nach den Angaben im Plan /1/ über eine Druckrohrleitung hinter dem Regenrückhaltebecken Üfingen in den Vorfluter Aue eingeleitet. Die mittleren Abflussmengen lagen in den Jahren 1974 bis einschließlich 1982 im

Bereich von  $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$  bis  $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ . Zur Ermittlung der Strahlenexposition ist der Antragsteller deshalb von einer Abflußmenge von  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  ausgegangen und hat eine vollständige Durchmischung der aus dem Endlager Konrad eingeleiteten radioaktiven Stoffe mit dem abfließenden Wasser unterstellt /1, EU 376/.

### Bewertung

Zur Übertragbarkeit der für die Ausbreitungsrechnungen erforderlichen Daten von der Wetterstation Braunschweig-Völkenrode auf den Standort des geplanten Endlagers haben wir ausführlich im Standortteil dieses Gutachtens Stellung genommen. Eine vierparametrische Ausbreitungsstatistik, die außer Windrichtungen, Windgeschwindigkeit und Diffusionskategorie noch Informationen über die Niederschlagsintensität enthält, liegt für die Station Braunschweig-Völkenrode nicht vor. Derartige Statistiken werden auch bisher vom Deutschen Wetterdienst nicht erstellt. Es ist daher zulässig und üblich, zur Berechnung von Langzeitausbreitungsfaktoren eine dreiparametrische Statistik zu verwenden, da die dafür notwendigen Daten in beiden Statistiken identisch sind. Die Langzeitwashoutfaktoren werden dann nach dem in der AVV /7/ angegebenen vereinfachten Verfahren berechnet. Dazu muß die mit den einzelnen Windrichtungen verbundene Jahresniederschlagsmenge bekannt sein. Diese sogenannte Regenwindrose wird vom Wetterdienst erstellt. Näherungsweise kann die windrichtungsbezogene Niederschlagsmenge auch aus der gesamten mittleren Niederschlagshöhe in mm/a und der Häufigkeit von Niederschlägen bei den einzelnen Windrichtungen berechnet werden.

Die Statistiken des Deutschen Wetterdienstes enthalten immer einen bestimmten Prozentsatz an Windstillen und an solchen Wettersituationen, die nicht einer Ausbreitungsklasse zugeordnet werden konnten. Diese Situationen werden üblicherweise für die Ausbreitungsrechnung den übrigen Elementen der Statistik in sinnvoller Weise hinzugeschlagen. Die AVV /7/ enthält dazu keine Rechenvorschrift. Wir nehmen daher die Aufteilung der Windstillen und unbekannteren Wettersituationen nach dem Verfahren vor, das in der TA-Luft /195/ angegeben ist. Der Antragsteller hat keine Angaben über seine Vorgehensweise gemacht.



Wir verwenden für eigene Berechnungen ebenfalls die meteorologischen Daten der Station Braunschweig-Völkenrode für die Jahresreihe 1979-88. Wir können bestätigen, daß der Antragsteller den Gebäudeeinfluß durch den Förderturm nach den Vorgaben der AVV /7/ korrekt ermittelt hat und daß sich die ungünstigste Einwirkungsstelle unter den getroffenen Annahmen nördlich vom Diffusor am Zaun der Anlage befindet.

Bei der Nachrechnung der Antragstellerangaben erhalten wir einen geringfügig höheren Langzeitausbreitungsfaktor als der Antragsteller. Dies führen wir auf geringfügige Unterschiede bei der oben angesprochenen Aufbereitung der Ausbreitungst Statistik zurück. Die Langzeitwashoutfaktoren haben wir nach den Vorgaben der AVV /7/ aus den vom Wetterdienst gelieferten Angaben zur Niederschlagshöhe in den Windrichtungssektoren berechnet. Der Antragsteller hat dagegen die Angaben zur Niederschlagshäufigkeit verwendet. Er erhält dadurch konservativ einen um den Faktor 2 höheren Langzeitwashoutfaktor für das gesamte Jahr als wir.

Bei der Berechnung der Ausbreitungs- und Ablagerungsfaktoren hat der Antragsteller konservativ keine Quellüberhöhung durch den Austrittsimpuls der Abwetter berücksichtigt. Wir haben daher untersucht, wie groß der Einfluß der Diffusorhöhe auf das Maximum des Langzeitausbreitungsfaktors ist und wie sich die Berücksichtigung der Quellüberhöhung durch den Austrittsimpuls der Abwetter auswirkt.

Nach den Rechenvorschriften der AVV /7/ ist die Berücksichtigung einer Quellüberhöhung durch den Austrittsimpuls der Fortluft zulässig. Es werden jedoch keine Berechnungsformeln angegeben. Untersuchungen /269/ haben gezeigt, daß die Quellüberhöhung durch den Austrittsimpuls bei niedrigen Quellhöhen und hoher Austrittsgeschwindigkeit erheblichen Einfluß auf die Höhe der Langzeitausbreitungsfaktoren haben kann.

Der Diffusor hat an seiner Mündung einen Durchmesser von 6,2 m. Für den Auslegungswetterstrom von  $260 \text{ m}^3/\text{s}$  ergibt sich daraus eine Austrittsgeschwindigkeit von 8,6 m/s. Wir haben zur Abschätzung der Quellüberhöhung die in der Richtlinie VDI 3782 /268/ angegebene Berechnungsformel für kalte Quellen (kein thermischer Auftrieb) verwendet. Danach ergibt sich die Quellüberhöhung zu

$h = 3,0 \cdot v \cdot d/u$  in m mit

$v$  = Austrittsgeschwindigkeit in m/s,

$d$  = Austrittsdurchmesser in m,

$u$  = Windgeschwindigkeit in Mündungshöhe in m/s.

Nach unseren Untersuchungen liefert die Formel für die Quellüberhöhung durch Impulsantrieb für die verschiedenen Windgeschwindigkeitsstufen der Ausbreitungsstatistik Werte zwischen 6 m und 42 m. Wir nehmen für alle Windstufen eine Erhöhung von nur 5 m an und setzen damit für unsere Berechnung die effektive Kaminhöhe auf 50 m fest. Bei dieser Höhe ist der Gebäudeeinfluß durch den Förderturm gemäß AVV zu berücksichtigen.

Nach den Rechenmodellen der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ ist bei einer Diffusorhöhe von  $H = 50$  m für die vom Förderturm beeinflussten Windrichtungen  $180^\circ$  und  $360^\circ$  eine effektive Emissionshöhe von  $h_e = 42,5$  m anzunehmen. Eine Korrektur der Ausbreitungsparameter für die beeinflussten Windrichtungen ist nicht erforderlich. Mit der effektiven Diffusorhöhe von 50 m errechnen wir für den Langzeitausbreitungsfaktor einen Maximalwert von  $1,7 \cdot 10^{-6} \text{ s/m}^3$ . Dieses Maximum liegt in Hauptausbreitungsrichtung etwa 280 m nordöstlich ( $60^\circ$ ) vom Diffusor.

Wir haben in einer zweiten, genaueren Berechnung die Berechnungsformel für die Quellüberhöhung in die Formel zur Bestimmung des Langzeitausbreitungsfaktors eingesetzt, um die Windgeschwindigkeiten entsprechend ihrer Häufigkeit in der Ausbreitungsstatistik berücksichtigen zu können. Die nach diesen Rechnungen ermittelte ungünstigste Einwirkungsstelle liegt in Hauptausbreitungsrichtung ( $60^\circ$ ) etwa 400 m vom Diffusor entfernt. Die für diesen Aufpunkt berechneten Ausbreitungsfaktoren sind etwa um den Faktor 8 geringer als ohne Berücksichtigung der Quellüberhöhung.

Diese Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigen, daß die vom Antragsteller berechneten Langzeitausbreitungs- und Ablagerungsfaktoren mit Sicherheit konservativ sind und die Annahme einer Quellüberhöhung von sogar mehr als 5 m gerechtfertigt wäre. Die von uns verwendeten Ausbreitungs- und Ablagerungsfaktoren sind in der Tabelle 3.7.4-1 zusammengestellt.

Die Berechnung der potentiellen Strahlenexposition zeigt, daß von den beantragten Abgaben radioaktiver Stoffe mit den Abwettern im bestimmungsgemäßen Betrieb nur zwei Nuklide relevant zur Strahlenexposition beitragen. Das Nuklid Rn 222 bewirkt über den Expositionspfad Inhalation durch seine kurzlebigen Tochternuklide eine hohe Strahlenexposition der Lunge. Das Nuklid C 14 trägt über den Expositionspfad Ingestion wesentlich zu allen Teilkörperdosen und zur effektiven Äquivalentdosis bei. Sowohl die Strahlenexposition durch Inhalation als auch die Strahlenexposition durch Ingestion von C 14 ist proportional zur bodennahen Konzentration der Nuklide und damit zum Langzeitausbreitungsfaktor.

Die Wasserführung der Aue im Bereich der geplanten Einleitungsstelle wird geprägt durch den ganzjährig etwa gleichmäßigen Abfluß aus dem Regenrückhaltebecken Üfingen, der im Jahresdurchschnitt  $0,48 \text{ m}^3/\text{s}$  beträgt. Dieser Abfluß ist nach Aussage der zuständigen Wasserbehörden auch langfristig sichergestellt. Wir haben daher keine Einwände gegen die vom Antragsteller getroffene Annahme, zur Berechnung der Strahlenexposition von einem mittleren Abfluß der Aue von  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  auszugehen. Ebenso halten wir die Annahme einer vollständigen Vermischung der eingeleiteten radioaktiven Stoffe mit dem Abfluß der Aue für sinnvoll, da wegen der geringen Abwassereinleitung von maximal  $1 \text{ l/s}$  eine Nutzung von Wasser direkt aus der Abwasserfahne nicht zu unterstellen ist.

Für die wasserrechtliche Erlaubnis ist als Nebenbestimmung vorgesehen, daß Abwasser nur eingeleitet werden darf, wenn der Abfluß der Aue mindestens  $0,32 \text{ m}^3/\text{s}$  beträgt.

Wir gehen bei unseren Dosisrechnungen ebenfalls von einem mittleren Abfluß der Aue von  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  und vollständiger Vermischung aus.

Tabelle 3.7.4-1: Daten zur Berechnung der Strahlenexposition durch Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus dem Endlager Konrad für die ungünstigste Einwirkungsstelle, ermittelt aus meteorologischen Daten der Station Braunschweig-Völkenrode 1979-88

**Ausbreitungssektor 3 (60°),  $H_{\text{eff}} = 50 \text{ m}$**

**Ingestion:**

Aufpunktentfernung (m)	250
Ausbreitungsfaktor Jahr (s/m <sup>3</sup> )	1.66E-06
Ausbreitungsfaktor Sommer (s/m <sup>3</sup> )	1.83E-06
Niederschlag Jahr im Sektor (mm/a)	144
Windgeschwindigkeit Jahr (m/s)	5.7
Niederschlag Sommer im Sektor (mm/a)	155
Windgeschwindigkeit Sommer (m/s)	5.1
Summe Niederschlag Sommer (mm)	355

**Ablagerung Jahr:**

Falloutfaktor (1/m <sup>2</sup> )	Jod elementar	1.66E-08
	Jod organisch	1.66E-10
	Aerosole	2.49E-09
Washoutfaktor (1/m <sup>2</sup> )	Jod elementar	1.16E-09
	Jod organisch	1.16E-11
	Aerosole	1.16E-09

**Ablagerung Sommer:**

Falloutfaktor (1/m <sup>2</sup> )	Jod elementar	1.83E-08
	Jod organisch	1.83E-10
	Aerosole	2.74E-09
Washoutfaktor (1/m <sup>2</sup> )	Jod elementar	1.39E-09
	Jod organisch	1.39E-11
	Aerosole	1.39E-09

**Jodanteile:**

elementares Jod (%)	100
organisches Jod (%)	0
aerosolgeb. Jod (%)	0

**Inhalation und Beta-Submersion:**

Aufpunktentfernung (m)	280
Ausbreitungsfaktor (s/m <sup>3</sup> )	1.69E-06

**Gamma-Bodenstrahlung:**

Aufpunktentfernung (m)	280
Ausbreitungsfaktor (s/m <sup>3</sup> )	1.69E-06

**Gamma-Submersion:**

Aufpunktentfernung (m)	280
Ausbreitungsfaktor 1 MeV (s/m <sup>2</sup> )	2.80E-04
Ausbreitungsfaktor 100 keV (s/m <sup>2</sup> )	5.60E-04

### **3.7.5 Strahlenexposition durch Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern**

#### **3.7.5.1 Strahlenexposition durch die beantragte Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern**

Der Antragsteller hat nach seinen Angaben im Plan /1/ und in der erläuternden Unterlage /EU 376/ die potentielle Strahlenexposition durch die beantragte Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit der Fortluft mit den Rechenmodellen und Parametern der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ berechnet. Dabei hat er die in der Anlage XI StriSchV /4/ angegebenen Expositionspfade und Lebensgewohnheiten der Referenzpersonen berücksichtigt.

Der Antragsteller kommt zu dem Ergebnis, daß die potentielle Strahlenexposition sowohl für Erwachsene als auch für Kleinkinder an der ungünstigsten Einwirkungsstelle deutlich unter den Dosisgrenzwerten des § 45 StriSchV liegt und die Grenzwerte - außer für das Organ Lunge beim Kleinkind - zu weniger als 30 % ausgeschöpft werden. Die potentielle Strahlenexposition für die Lunge beträgt nach den Angaben des Antragstellers 190  $\mu\text{Sv/a}$  für Erwachsene und 366  $\mu\text{Sv/a}$  für Kleinkinder. Die übrigen Dosiswerte liegen für Erwachsene zwischen 36  $\mu\text{Sv/a}$  und 57  $\mu\text{Sv/a}$  und für Kleinkinder zwischen 59  $\mu\text{Sv/a}$  und 79  $\mu\text{Sv/a}$ .

Der Beitrag der Aktivitätsabgaben über den Kamin der Pufferhalle zur potentiellen Strahlenexposition ist nach Angaben des Antragstellers im Plan /1/ vernachlässigbar gering.

#### **Bewertung**

Wir haben die potentielle Strahlenexposition durch die vom Antragsteller im Plan /1/ und in der Unterlage /EU 376/ genannten Abgaben radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden nachgerechnet und errechnen im wesentlichen die gleichen Dosiswerte. Unterschiede sind auf die geringfügig abweichenden Annahmen bei den Ausbreitungs- und Ablagerungsfaktoren sowie beim Gleichgewichtsfaktor für Rn 222 zurückzuführen. Wir verweisen dazu auf Kap. 3.7.3 und 3.7.4 dieses Gutachtens.

In Kap. 3.5 dieses Gutachtens haben wir dargelegt, daß wir zusätzlich zu den vom Antragsteller beantragten Nuklidabgaben eine Abgabe von I 131 und von einigen Edelgasnukliden annehmen. Unsere Dosisberechnungen zeigen, daß der Einfluß dieser Emissionen auf die gesamte Strahlenexposition vernachlässigbar gering ist.

Die von uns für eine effektive Emissionshöhe von 50 m errechneten Dosiswerte sind in der Tabelle 3.7.5.1-1 zusammengestellt. Die Tabellen 3.7.5.1-2 bis 3.7.5.1-7 geben die Strahlenexposition für die verschiedenen Expositionspfade sowie die prozentualen Anteile der einzelnen Nuklide an den über alle Pfade summierten Dosiswerten an.

Aus diesen Tabellen geht hervor, daß der wesentliche Dosisbeitrag über den Pfad Inhalation durch das aus den Abfallgebinden freigesetzte Rn 222 und seine Tochterprodukte hervorgerufen wird und im wesentlichen eine Strahlenexposition bestimmter Bereiche der Lunge bewirkt. Zur Strahlenexposition der restlichen Organe trägt jedoch sowohl bei der Referenzperson Erwachsener als auch beim Kleinkind das Radionuklid C 14 bis zu etwa 90 % bei. Der Anteil von C 14 an der effektiven Äquivalentdosis über alle Expositionspfade beträgt für Erwachsene und für Kleinkinder etwa 70 % der gesamten berechneten Dosis. Das bedeutet insgesamt, daß für die Abgaben aus eingelagerten Abfallgebinden das Nuklid C 14 das dosisbestimmende Nuklid ist. Die Strahlenexposition durch C 14 hängt ausschließlich von der bodennahen Konzentration am ungünstigsten Aufpunkt ab, weil Pflanzen Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid aus der Luft aufnehmen. Wegen des hohen Dosisanteiles von C 14 bedeutet das andererseits, daß trockene und nasse Ablagerung der weiteren betrachteten Nuklide nur eine unwesentliche Rolle spielen.

Insgesamt ist festzustellen, daß die berechnete Strahlenexposition durch die beantragte Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern die Grenzwerte des § 45 StrlSchV deutlich unterschreitet. Lediglich die Dosiswerte für das Organ Lunge, von denen wir festgestellt haben, daß sie auch hinsichtlich der Dosisfaktoren sehr konservativ berechnet worden sind (siehe Kap. 3.7.3 dieses Gutachtens), erreichen für Erwachsene etwa 8 % und für Kleinkinder etwa 16 % des Grenzwertes. Wir gehen davon aus, daß entsprechend unserem Auflagenvorschlag (siehe AV 3.5.1-1 in Kap. 3.5 dieses Gutachtens) die maximal zulässige Abgabe von Rn 222 aus Abfallgebinden um den Faktor 2,5 niedriger festgelegt wird als vom Antragsteller beantragt

wurde. Berücksichtigt man diese Reduzierung bei der Berechnung der potentiellen Strahlenexposition, so verringert sich die Jahresdosis für das Organ Lunge für Erwachsene und Kleinkinder zusätzlich um den Faktor 2.

Die potentielle Strahlenexposition durch Aktivitätsabgaben über den Kamin der Pufferhalle beträgt nach unseren Rechnungen am ungünstigsten Aufpunkt etwa ein Prozent der für die Abgaben über den Diffusor berechneten Dosiswerte.

Wir sind wie der Antragsteller der Ansicht, daß keine zusätzlichen standortspezifischen Expositionspfade zu betrachten sind, die relevant zur potentiellen Strahlenexposition durch Abgaben radioaktiver Stoffe mit den Abwettern beitragen können. Auch die gemäß Strahlenschutzverordnung zu unterstellenden Expositionspfade sind am betrachteten ungünstigsten Aufpunkt wegen der Lage des Schachtes Konrad 2 innerhalb eines industriell genutzten Geländes nicht möglich. Landwirtschaftlich genutzte Flächen und Wohngebiete sind erst in etwa 400 m Entfernung vom Diffusor vorhanden (Ortsrand Bleckenstedt).



Tabelle 3.7.5.1-1: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit den Abwettern der Schachtanlage Konrad für Erwachsene und Kleinkinder

Organ	Äquivalentdosis in $10^{-6}$ Sv/a		
	Erwachsene	Kleinkinder	Grenzwert § 45 StrlSchV
Blase	13	21	900
Brust	13	21	900
Oberer Dickdarm	13	21	900
Unterer Dickdarm	13	21	900
Dünndarm	13	21	900
Gehirn	13	21	900
Haut	13	22	1800
Hoden	13	21	300
Knochenoberfläche	21	27	1800
Leber	14	22	900
Lunge	73	144	900
Magen	13	22	900
Milz	13	21	900
Nebennieren	13	21	900
Nieren	16	25	900
Ovarien	13	21	300
Pankreas	13	21	900
Rotes Knochenmark	14	22	300
Schilddrüse	20	27	900
Thymus	13	21	900
Uterus	13	21	300
Eff. Äquivalentdosis	17	29	300

Tabelle 3.7.5.1-2: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallbinden mit den Abwettern über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Erwachsene

	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Pflanzl. Produkte	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.1E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	8.3E+00	6.3E+00	6.0E+00
Blattgemüse	5.2E-01	5.2E-01	5.3E-01	5.3E-01	5.3E-01	5.2E-01	5.2E-01	5.3E-01	8.2E-01	5.7E-01	5.2E-01
Milch	2.9E+00	2.9E+00	2.9E+00	3.0E+00	2.9E+00	2.9E+00	2.9E+00	2.9E+00	3.0E+00	2.9E+00	2.9E+00
Fleisch	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00
Inhalation	2.7E-01	2.7E-01	3.0E-01	2.7E-01	3.4E-01	2.7E-01	2.7E-01	3.1E-01	5.6E+00	8.9E-01	6.0E+01
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	4.0E-01	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammasubmersion	3.0E-01	3.8E-01	2.9E-01	2.9E-01	2.9E-01	4.0E-01	3.9E-01	3.2E-01	3.7E-01	3.2E-01	3.5E-01
Gammabodenstrahlung	5.9E-02	6.9E-02	5.7E-02	5.6E-02	5.5E-02	6.2E-02	7.4E-02	6.4E-02	6.6E-02	5.9E-02	6.3E-02
Summe=	1.3E+01	1.3E+01	1.3E+01	1.3E+01	1.3E+01	1.3E+01	1.3E+01	1.3E+01	2.1E+01	1.4E+01	7.3E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	1.8E+03	3.0E+02	1.8E+03	9.0E+02	9.0E+02
	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Äqu
Pflanzl. Produkte	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.4E+00	9.3E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.3E+00
Blattgemüse	5.4E-01	5.2E-01	5.2E-01	5.2E-01	5.3E-01	5.2E-01	5.7E-01	9.6E-01	5.2E-01	5.2E-01	5.6E-01
Milch	2.9E+00	2.9E+00	2.9E+00	2.9E+00	2.9E+00	2.9E+00	3.0E+00	4.2E+00	2.9E+00	2.9E+00	3.0E+00
Fleisch	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	4.4E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00
Inhalation	4.3E-01	3.4E-01	2.7E-01	3.6E+00	3.1E-01	2.7E-01	7.0E-01	2.7E-01	2.7E-01	2.7E-01	3.9E+00
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammasubmersion	3.1E-01	3.2E-01	3.0E-01	3.2E-01	2.8E-01	2.9E-01	3.2E-01	3.9E-01	3.4E-01	2.7E-01	3.4E-01
Gammabodenstrahlung	5.9E-02	5.9E-02	5.5E-02	5.9E-02	5.5E-02	5.4E-02	5.8E-02	6.8E-02	6.1E-02	5.3E-02	6.3E-02
Summe=	1.3E+01	1.3E+01	1.3E+01	1.6E+01	1.3E+01	1.3E+01	1.4E+01	2.0E+01	1.3E+01	1.3E+01	1.7E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	3.0E+02

**Tabelle 3.7.5.1-3:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Rn 222	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	82.31
Po 218	0.15	0.15	0.16	0.15	0.19	0.15	0.15	0.15	0.09	0.17	0.00
Pb 214	1.53	1.72	1.73	1.53	1.92	1.76	2.08	1.57	14.54	2.55	0.12
Bi 214	2.12	2.53	2.14	2.07	2.20	2.65	3.47	2.23	1.47	2.09	0.37
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 3	6.56	6.52	6.53	6.53	6.52	6.51	6.31	6.51	4.00	6.07	1.14
C 14	88.62	88.05	88.30	88.19	88.14	88.04	85.31	87.96	54.01	82.08	15.42
I 129	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.04	0.03	0.01	0.00
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kr 85	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	1.71	0.02	0.02	0.02	0.00
Xe 133	0.04	0.08	0.03	0.03	0.03	0.05	0.12	0.06	0.07	0.04	0.01
Xe 133m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Co 60	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.05	0.01
Sr 90	0.02	0.02	0.09	0.38	0.03	0.02	0.02	0.02	3.53	0.02	0.03
Ru 106	0.00	0.00	0.04	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	0.16	0.13	0.16	0.16	0.16	0.10	0.10	0.16	0.08	0.14	0.02
Cs 137	0.71	0.67	0.70	0.70	0.70	0.62	0.60	0.72	0.43	0.66	0.12
Pu 238	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.28	11.82	3.29	0.32
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	2.37	0.64	0.06
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.84	0.50	0.04
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.63	0.44	0.00
Cm 244	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.09	3.94	1.21	0.01
Ra 226	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.5.1-4:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene  
(Fortsetzung)

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Äqu
Rn 222	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	21.82
Po 218	0.24	0.65	0.14	0.34	0.14	0.15	0.14	0.10	0.15	0.15	0.01
Pb 214	2.33	1.57	1.53	1.67	1.52	1.53	3.13	1.12	1.62	1.49	0.53
Bi 214	2.70	2.24	2.16	21.98	2.03	2.13	2.10	1.73	2.33	2.00	1.58
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 3	6.46	6.51	6.55	5.18	6.54	6.56	6.12	4.24	6.54	6.57	4.97
C 14	87.25	88.01	88.56	70.02	88.32	88.69	82.65	57.27	88.39	88.81	67.14
I 129	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	34.69	0.02	0.01	1.25
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.01
Kr 85	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Xe 133	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.03	0.04
Xe 133m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co 60	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04
Sr 90	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	2.35	0.01	0.02	0.02	0.41
Ru 106	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	0.15	0.15	0.17	0.12	0.14	0.14	0.13	0.09	0.13	0.16	0.12
Cs 137	0.70	0.71	0.73	0.56	0.67	0.66	0.63	0.46	0.65	0.69	0.55
Pu 238	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.82
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.16
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.13
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.11
Cm 244	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	0.27
Ra 226	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.5.1-5: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit den Abwettern über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Kleinkinder**

	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Pflanzl. Produkte	4.6E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.6E+00	4.7E+00	4.7E+00	5.3E+00	4.7E+00	4.6E+00
Blattgemüse	9.3E-01	9.3E-01	9.4E-01	9.4E-01	9.5E-01	9.3E-01	9.3E-01	9.4E-01	1.1E+00	9.6E-01	9.3E-01
Milch	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.3E+01	1.2E+01	1.2E+01
Fleisch	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00
Inhalation	4.1E-01	4.1E-01	4.6E-01	4.1E-01	5.5E-01	7.4E-02	4.3E-01	5.1E-01	5.5E+00	1.0E+00	1.2E+02
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	4.0E-01	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammasubmersion	3.5E-01	4.5E-01	3.5E-01	3.5E-01	3.5E-01	4.8E-01	4.7E-01	3.8E-01	4.5E-01	3.8E-01	4.2E-01
Gammabodenstrahlung	8.8E-02	1.0E-01	8.5E-02	8.4E-02	8.2E-02	9.3E-02	1.1E-01	9.6E-02	1.0E-01	8.8E-02	9.5E-02
Summe=	2.1E+01	2.1E+01	2.1E+01	2.1E+01	2.1E+01	2.1E+01	2.2E+01	2.1E+01	2.7E+01	2.2E+01	1.4E+02
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	1.8E+03	3.0E+02	1.8E+03	9.0E+02	9.0E+02
	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Äqu
Pflanzl. Produkte	4.7E+00	4.6E+00	4.6E+00	4.6E+00	4.7E+00	4.6E+00	4.8E+00	6.0E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00
Blattgemüse	9.6E-01	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	9.6E-01	1.4E+00	9.3E-01	9.3E-01	9.6E-01
Milch	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.5E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01
Fleisch	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	3.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.5E+00
Inhalation	6.9E-01	5.3E-01	4.1E-01	4.5E+00	4.5E-01	4.1E-01	9.5E-01	4.2E-01	4.1E-01	4.1E-01	7.7E+00
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammasubmersion	3.8E-01	3.8E-01	3.6E-01	3.8E-01	3.4E-01	3.5E-01	3.8E-01	4.7E-01	4.0E-01	3.3E-01	4.1E-01
Gammabodenstrahlung	8.8E-02	8.8E-02	8.2E-02	8.9E-02	8.3E-02	8.1E-02	8.6E-02	1.0E-01	9.1E-02	8.0E-02	9.5E-02
Summe=	2.2E+01	2.1E+01	2.1E+01	2.5E+01	2.1E+01	2.1E+01	2.2E+01	2.7E+01	2.1E+01	2.1E+01	2.9E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	3.0E+02

**Tabelle 3.7.5.1-6: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit den Abwettern**  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Rn 222	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	85.14
Po 218	0.17	0.17	0.18	0.16	0.22	0.01	0.17	0.16	0.13	0.20	0.00
Pb 214	1.55	1.68	1.75	1.54	2.06	0.62	1.99	1.57	13.99	2.59	0.08
Bi 214	1.66	1.95	1.69	1.62	1.78	1.73	2.55	1.74	1.44	1.69	0.23
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 3	3.42	3.40	3.40	3.40	3.39	3.45	3.33	3.39	2.64	3.30	0.50
C 14	92.81	92.29	92.49	92.46	92.16	93.74	90.34	92.05	71.67	89.65	13.68
I 129	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.04	0.04	0.01	0.00
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kr 85	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	1.04	0.02	0.02	0.02	0.00
Xe 133	0.03	0.06	0.02	0.02	0.02	0.04	0.08	0.04	0.07	0.03	0.00
Xe 133m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Co 60	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.09	0.04	0.03	0.04	0.01
Sr 90	0.03	0.03	0.08	0.35	0.03	0.03	0.03	0.03	1.29	0.03	0.03
Ru 106	0.00	0.00	0.02	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.00
Cs 137	0.25	0.28	0.25	0.25	0.24	0.27	0.28	0.26	0.21	0.24	0.04
Pu 238	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.33	4.44	1.14	0.21
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.85	0.21	0.04
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.66	0.16	0.03
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.60	0.14	0.00
Cm 244	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	1.78	0.50	0.01
Ra 226	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.5.1-7:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder  
(Fortsetzung)

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Äqu
Rn 222	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	25.99
Po 218	0.26	0.74	0.16	0.31	0.16	0.16	0.16	0.13	0.16	0.17	0.01
Pb 214	2.38	1.57	1.54	1.63	1.54	1.54	3.21	1.32	1.61	1.51	0.39
Bi 214	2.26	1.74	1.69	17.28	1.59	1.66	1.69	1.61	1.80	1.57	1.11
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 3	3.36	3.39	3.42	2.86	3.41	3.42	3.29	2.68	3.41	3.42	2.51
C 14	91.32	92.16	92.80	77.57	92.65	92.84	89.43	72.68	92.53	92.95	68.29
I 129	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	20.77	0.08	0.01	0.66
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.01
Kr 85	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Xe 133	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03
Xe 133m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co 60	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03
Sr 90	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.76	0.02	0.03	0.03	0.15
Ru 106	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
Cs 137	0.25	0.25	0.24	0.21	0.25	0.24	0.24	0.22	0.26	0.23	0.20
Pu 238	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.31
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.06
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.04
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.04
Cm 244	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.13
Ra 226	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

### 3.7.5.2 Strahlenexposition durch die Abgabe natürlicher radioaktiver Stoffe mit den Abwettern

Das eisenerzhaltige Gestein der Schachanlage Konrad enthält natürliche Radionuklide der Thorium- und Uranzerfallsreihen. Der Antragsteller hat im Plan /1/ und in der erläuternden Unterlage /EU 376/ Angaben über die mit den Abwettern zu erwartende Abgabe von Radon und Radon-Folgeprodukten und von Radionukliden im Erzstaub gemacht und die potentielle Strahlenexposition in der Umgebung durch die zu erwartende Abgabe natürlicher radioaktiver Stoffe berechnet. Dabei hat er lediglich das Isotop Rn 222 berücksichtigt und keine Angaben zu Rn 220 gemacht.

#### Bewertung

Wir haben die potentielle Strahlenexposition durch die vom Antragsteller im Plan /1/ und in der Unterlage /EU 376/ genannten Abgaben natürlicher Radionuklide nachgerechnet und errechnen praktisch die gleichen Zahlenwerte wie der Antragsteller. Unterschiede sind auf die geringfügig abweichenden Annahmen bei den Ausbreitungs- und Ablagerungsfaktoren sowie beim Gleichgewichtsfaktor für Rn 222 zurückzuführen. Wir verweisen dazu auf Kap. 3.7.3 und 3.7.4 dieses Gutachtens.

In Kap. 3.5 dieses Gutachtens haben wir dargelegt, daß wir für den Betrieb des geplanten Endlagers mit einer höheren Abgabe von Rn 222 rechnen als der Antragsteller. Außerdem berücksichtigen wir entsprechend den vorliegenden Meßwerten eine Abgabe von Rn 220 und seinen Tochternukliden Pb 212 und Bi 212 sowie von K 40.

Die von uns für eine effektive Emissionshöhe von 50 m errechneten Dosiswerte sind in Tabelle 3.7.5.2-1 zusammengestellt. Die Tabellen 3.7.5.2-2 bis 3.7.5.2-7 geben die Strahlenexpositionen für die verschiedenen Expositionspfade sowie die prozentualen Anteile der einzelnen Nuklide an den über alle Pfade summierten Dosiswerten an.

Wie zu erwarten werden die effektive Äquivalentdosis und die Lungendosis sowohl bei Erwachsenen als auch bei einem Kleinkind überwiegend durch die Emission von Rn 222 mit seinen Tochternukliden bestimmt. Zur Strahlenexposition der Organe



Knochenmark und Knochenoberfläche trägt zusätzlich das im Erzstaub vorhandene Th 232 relevant bei.

Die zusätzliche Annahme einer Abgabe von K 40 mit dem Grubenstaub hat keinen Einfluß auf die berechnete Strahlenexposition. Die von uns um etwa 30 % höher angesetzte Freisetzung von Rn 222 und seinen Tochternukliden wirkt sich entsprechend auf die berechneten Dosiswerte für die effektive Dosis und die Lungendosis aus. Die Abgabe von Tochterprodukten des Nuklides Rn 220 ist keineswegs vernachlässigbar, sondern führt zu Dosiswerten, die etwa 30 % der effektiven Dosis durch Rn 222 und seine Töchter erreichen.

Bei der Bewertung der berechneten Strahlenexposition aus natürlichen Quellen sollte man die folgenden Überlegungen nicht vernachlässigen. Aus den insgesamt berechneten Abgaben von Rn 222 ergibt sich am ungünstigsten Aufpunkt eine Konzentration von etwa  $0,23 \text{ Bq/m}^3$  im Jahresmittel.

Nach Messungen, die im Auftrag der Bundesregierung durchgeführt worden sind, liegt die Konzentration von Rn 222 im Freien in der Umgebung von Salzgitter bei etwa  $16 \text{ Bq/m}^3$ . Der Mittelwert der Radonkonzentration in Wohnungen liegt in der Bundesrepublik (alte Bundesländer) etwa bei  $50 \text{ Bq/m}^3$ . Das bedeutet, daß die berechnete Strahlenexposition durch die zu erwartenden Emissionen natürlicher radioaktiver Stoffe beim Betrieb des geplanten Endlagers bei Aufenthalt am ungünstigsten Aufpunkt um mehr als den Faktor 100 geringer ist als im Mittel in den Wohnungen der Bundesrepublik Deutschland.

Tabelle 3.7.5.2-1: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit den Abwettern der Schachtanlage Konrad für Erwachsene und Kleinkinder

Organ	Äquivalentdosis in $10^{-6}$ Sv/a		
	Erwachsene	Kleinkinder	Grenzwert § 45 StriSchV
Blase	0,8	1,2	900
Brust	0,9	1,3	900
Oberer Dickdarm	1,1	1,8	900
Unterer Dickdarm	1,1	1,9	900
Dünndarm	0,9	1,5	900
Gehirn	0,9	0,7	900
Haut	1,1	1,6	1800
Hoden	0,8	1,2	300
Knochenoberfläche	21,7	33,7	1800
Leber	2,6	4,2	900
Lunge	95,7	194,0	900
Magen	1,1	1,7	900
Milz	0,9	1,4	900
Nebennieren	0,8	1,2	900
Nieren	6,5	8,3	900
Ovarien	0,8	1,2	300
Pankreas	0,8	1,2	900
Rotes Knochenmark	2,5	4,7	300
Schilddrüse	0,9	1,4	900
Thymus	0,8	1,3	900
Uterus	0,7	1,2	300
Eff. Äquivalentdosis	6,6	12,8	300

**Tabelle 3.7.5.2-2: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit den Abwettern über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Erwachsene**

	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Pflanzl. Produkte	6.3E-03	6.3E-03	7.9E-03	1.2E-02	6.5E-03	6.2E-03	6.2E-03	6.3E-03	7.7E-01	6.9E-03	6.2E-03
Blattgemüse	1.8E-02	1.8E-02	1.7E-01	2.0E-01	7.0E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-02	1.8E+00	2.2E-01	1.7E-02
Milch	4.9E-03	4.9E-03	2.9E-02	3.3E-02	1.3E-02	4.7E-03	4.7E-03	4.7E-03	3.3E-01	3.6E-02	4.7E-03
Fleisch	1.6E-03	1.6E-03	1.6E-03	1.7E-03	1.6E-03	1.5E-03	1.5E-03	1.6E-03	1.5E-02	1.6E-03	1.5E-03
Inhalation	3.2E-01	3.2E-01	4.3E-01	4.1E-01	4.3E-01	3.2E-01	3.2E-01	3.2E-01	1.8E+01	1.8E+00	9.5E+01
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.3E-01	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammasubmersion	3.7E-01	4.7E-01	3.7E-01	3.6E-01	3.6E-01	5.0E-01	4.8E-01	4.0E-01	4.6E-01	4.0E-01	4.3E-01
Gammabodenstrahlung	4.2E-02	4.7E-02	4.1E-02	4.0E-02	3.9E-02	4.5E-02	4.9E-02	4.4E-02	4.4E-02	4.2E-02	4.5E-02
Summe=	7.7E-01	8.7E-01	1.1E+00	1.1E+00	9.2E-01	8.9E-01	1.1E+00	7.9E-01	2.2E+01	2.6E+00	9.6E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	1.8E+03	3.0E+02	1.8E+03	9.0E+02	9.0E+02
	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Äqu
Pflanzl. Produkte	6.5E-03	6.3E-03	6.4E-03	1.1E-02	6.3E-03	6.3E-03	7.0E-02	6.2E-03	6.3E-03	6.3E-03	3.8E-02
Blattgemüse	5.3E-02	1.8E-02	1.8E-02	1.1E-01	2.1E-02	1.8E-02	1.6E-01	1.7E-02	1.7E-02	1.9E-02	1.3E-01
Milch	1.1E-02	4.9E-03	5.0E-03	2.0E-02	5.4E-03	5.0E-03	3.1E-02	4.7E-03	4.7E-03	5.1E-03	2.4E-02
Fleisch	1.7E-03	1.6E-03	1.7E-03	1.7E-03	1.6E-03	1.6E-03	2.7E-03	1.5E-03	1.6E-03	1.6E-03	2.2E-03
Inhalation	5.4E-01	4.1E-01	3.3E-01	5.9E+00	3.3E-01	3.3E-01	1.8E+00	3.2E-01	3.3E-01	3.2E-01	5.9E+00
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammasubmersion	3.9E-01	4.0E-01	3.8E-01	4.0E-01	3.6E-01	3.7E-01	4.0E-01	4.9E-01	4.2E-01	3.4E-01	4.3E-01
Gammabodenstrahlung	4.2E-02	4.2E-02	3.9E-02	4.2E-02	3.9E-02	3.9E-02	4.2E-02	4.8E-02	4.3E-02	3.9E-02	4.4E-02
Summe=	1.0E+00	8.8E-01	7.7E-01	6.5E+00	7.6E-01	7.7E-01	2.5E+00	8.9E-01	8.2E-01	7.4E-01	6.6E+00
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	3.0E+02

Tabelle 3.7.5.2-3: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Rn 222	0.20	0.23	0.15	0.14	0.16	0.24	0.24	0.21	0.01	0.06	79.19
Po 218	3.05	2.71	2.49	2.21	3.34	2.63	2.31	2.95	0.11	1.17	0.00
Pb 214	32.10	31.84	26.36	23.28	33.53	31.68	31.00	31.99	17.59	17.31	0.12
Bi 214	44.27	46.93	32.73	31.46	38.34	47.81	51.77	45.24	1.78	14.15	0.36
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rn 220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.71
Pb 212	16.81	14.93	35.19	39.60	21.12	14.41	11.69	16.08	58.45	65.99	0.03
Bi 212	1.32	1.29	1.25	1.02	1.64	1.27	1.38	1.32	0.05	0.42	0.01
U 238	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02
Th 234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pa 234m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02
Th 230	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.76	0.01	0.02
Ra 226	0.26	0.24	0.20	0.24	0.21	0.23	0.19	0.25	0.44	0.08	0.00
Th 232	0.50	0.49	0.40	0.46	0.40	0.46	0.40	0.51	17.41	0.22	0.30
Ra 228	0.82	0.73	0.63	0.67	0.68	0.71	0.58	0.80	1.10	0.25	0.01
Ac 228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	0.08	0.07	0.13	0.37	0.08	0.07	0.06	0.08	2.20	0.17	0.21
Ra 224	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
K 40	0.58	0.50	0.42	0.42	0.48	0.48	0.39	0.55	0.02	0.17	0.00
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabelle 3.7.5.2-4: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene  
(Fortsetzung)

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff. Äqu
Rn 222	0.15	0.19	0.20	0.02	0.19	0.19	0.07	0.23	0.22	0.19	70.19
Po 218	3.71	11.99	3.01	1.05	3.07	3.02	0.94	2.65	2.86	3.15	0.03
Pb 214	36.29	28.83	31.70	5.19	32.36	31.86	21.68	31.09	31.85	32.25	1.72
Bi 214	41.97	41.13	44.92	68.42	43.06	44.38	14.55	48.17	45.84	43.31	5.07
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rn 220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.22
Pb 212	14.46	14.67	16.57	12.80	17.74	17.01	46.05	14.54	15.73	17.51	2.25
Bi 212	1.72	1.23	1.36	12.14	1.34	1.34	0.42	1.28	1.35	1.32	0.10
U 238	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04
Th 234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pa 234m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05
Th 230	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.54	0.00	0.00	0.01	0.10
Ra 226	0.19	0.22	0.25	0.03	0.25	0.25	0.36	0.24	0.25	0.26	0.09
Th 232	0.37	0.44	0.47	0.06	0.48	0.47	12.54	0.50	0.50	0.47	2.37
Ra 228	0.60	0.72	0.81	0.10	0.83	0.81	1.08	0.72	0.77	0.84	0.24
Ac 228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	0.06	0.07	0.08	0.01	0.08	0.08	1.52	0.07	0.07	0.08	0.46
Ra 224	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
K 40	0.46	0.50	0.61	0.07	0.59	0.56	0.17	0.49	0.54	0.58	0.07
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.5.2-5:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit den Abwettern über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Kleinkinder

	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Pflanzl. Produkte	5.2E-03	5.3E-03	6.3E-03	9.2E-03	5.3E-03	1.2E-03	5.1E-03	5.3E-03	3.1E-01	5.6E-03	5.1E-03
Blattgemüse	3.4E-02	3.2E-02	3.3E-01	4.0E-01	1.3E-01	4.6E-04	3.5E-02	3.2E-02	3.1E+00	3.5E-01	3.2E-02
Milch	2.2E-02	2.2E-02	1.3E-01	1.6E-01	5.9E-02	4.0E-03	2.2E-02	2.2E-02	1.4E+00	1.4E-01	2.1E-02
Fleisch	1.6E-03	1.7E-03	1.6E-03	1.6E-03	1.6E-03	1.3E-03	1.5E-03	1.7E-03	1.1E-02	1.5E-03	1.5E-03
Inhalation	6.3E-01	6.3E-01	8.3E-01	7.9E-01	8.5E-01	3.8E-03	6.7E-01	6.3E-01	2.8E+01	3.2E+00	1.9E+02
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.3E-01	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammasubmersion	4.4E-01	5.6E-01	4.4E-01	4.3E-01	4.3E-01	5.9E-01	5.8E-01	4.8E-01	5.5E-01	4.8E-01	5.2E-01
Gammabodenstrahlung	6.3E-02	7.0E-02	6.2E-02	6.1E-02	5.9E-02	6.8E-02	7.4E-02	6.5E-02	6.6E-02	6.3E-02	6.8E-02
Summe=	1.2E+00	1.3E+00	1.8E+00	1.9E+00	1.5E+00	6.7E-01	1.6E+00	1.2E+00	3.4E+01	4.2E+00	1.9E+02
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	1.8E+03	3.0E+02	1.8E+03	9.0E+02	9.0E+02
	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Äqu
Pflanzl. Produkte	5.4E-03	5.1E-03	5.2E-03	7.4E-03	5.2E-03	5.1E-03	3.9E-02	5.2E-03	5.1E-03	5.3E-03	1.9E-02
Blattgemüse	9.7E-02	3.2E-02	3.2E-02	1.4E-01	4.5E-02	3.2E-02	3.9E-01	3.2E-02	3.2E-02	3.5E-02	2.4E-01
Milch	5.0E-02	2.2E-02	2.2E-02	6.3E-02	2.6E-02	2.2E-02	1.8E-01	2.2E-02	2.1E-02	2.3E-02	1.1E-01
Fleisch	1.7E-03	1.5E-03	1.6E-03	1.6E-03	1.6E-03	1.5E-03	3.0E-03	1.6E-03	1.5E-03	1.7E-03	2.1E-03
Inhalation	1.0E+00	7.9E-01	6.4E-01	7.5E+00	6.3E-01	6.3E-01	3.6E+00	6.3E-01	6.3E-01	6.3E-01	1.2E+01
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammasubmersion	4.7E-01	4.8E-01	4.5E-01	4.8E-01	4.3E-01	4.4E-01	4.8E-01	5.9E-01	5.0E-01	4.1E-01	5.1E-01
Gammabodenstrahlung	6.3E-02	6.3E-02	5.9E-02	6.3E-02	5.9E-02	5.9E-02	6.3E-02	7.3E-02	6.5E-02	5.8E-02	6.5E-02
Summe=	1.7E+00	1.4E+00	1.2E+00	8.3E+00	1.2E+00	1.2E+00	4.7E+00	1.4E+00	1.3E+00	1.2E+00	1.3E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	3.0E+02

**Tabelle 3.7.5.2-6:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Rn 222	0.15	0.18	0.10	0.10	0.12	0.38	0.19	0.16	0.01	0.05	79.80
Po 218	3.68	3.36	2.72	2.38	3.85	0.44	2.89	3.59	0.13	1.34	0.00
Pb 214	34.34	34.03	26.00	22.27	36.08	24.54	33.80	34.24	14.36	17.05	0.07
Bi 214	36.87	39.65	25.09	23.38	31.18	68.31	43.39	37.84	1.48	11.12	0.21
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rn 220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.53
Pb 212	21.30	19.20	43.21	49.10	25.22	2.77	16.54	20.47	74.92	69.20	0.03
Bi 212	1.32	1.30	1.23	0.91	1.73	1.24	1.38	1.32	0.05	0.38	0.00
U 238	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Th 234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pa 234m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Th 230	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.31	0.01	0.01
Ra 226	0.24	0.23	0.16	0.15	0.18	0.17	0.19	0.24	0.39	0.07	0.00
Th 232	0.48	0.48	0.34	0.35	0.36	0.85	0.41	0.49	5.20	0.19	0.12
Ra 228	0.90	0.83	0.60	0.58	0.70	0.19	0.68	0.88	1.02	0.26	0.01
Ac 228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	0.09	0.08	0.10	0.23	0.07	0.04	0.07	0.08	2.04	0.15	0.19
Ra 224	0.01	0.01	0.01	0.07	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00
K 40	0.62	0.64	0.41	0.40	0.49	1.06	0.45	0.65	0.03	0.17	0.00
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.5.2-7:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder  
(Fortsetzung)

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff. Äqu
Rn 222	0.11	0.15	0.15	0.02	0.14	0.15	0.04	0.18	0.17	0.15	73.85
Po 218	4.25	14.32	3.65	1.21	3.68	3.69	0.94	3.30	3.51	3.78	0.02
Pb 214	38.27	30.40	34.09	6.28	34.43	34.46	18.89	33.37	34.17	34.58	1.11
Bi 214	36.40	33.71	37.51	66.72	35.65	37.03	9.93	40.75	38.41	35.88	3.15
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rn 220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.74
Pb 212	17.42	18.22	20.84	13.39	22.46	21.05	62.50	18.91	20.18	21.87	2.62
Bi 212	1.83	1.18	1.39	11.97	1.30	1.32	0.35	1.29	1.32	1.32	0.06
U 238	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
Th 234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pa 234m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03
Th 230	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.23	0.00	0.01	0.01	0.04
Ra 226	0.17	0.20	0.23	0.03	0.23	0.23	0.36	0.23	0.23	0.24	0.07
Th 232	0.34	0.41	0.45	0.07	0.45	0.45	3.65	0.49	0.48	0.44	0.62
Ra 228	0.64	0.78	0.89	0.13	0.90	0.90	1.15	0.81	0.86	0.92	0.21
Ac 228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	0.06	0.07	0.08	0.01	0.09	0.09	1.73	0.08	0.08	0.09	0.39
Ra 224	0.01	0.01	0.09	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
K 40	0.49	0.53	0.62	0.09	0.64	0.61	0.20	0.56	0.57	0.72	0.06
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



### **3.7.5.3 Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern**

Der Antragsteller hat im Plan /1/ und in weiteren Unterlagen keine Angaben zur Summendosis durch Abgabe radioaktiver Stoffe aus Abfallbinden und natürlichen Ursprungs aus dem Wirtsgestein der Grube mit den Abwettern gemacht. Er hat allerdings angegeben, daß nach seinen Rechnungen die Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV insgesamt eingehalten werden.

#### **Bewertung**

Wir haben in den vorhergehenden Kapiteln festgestellt, daß der Antragsteller mit den von ihm getroffenen Annahmen die Strahlenexposition durch die beantragten bzw. im Plan /1/ genannten Abgaben radioaktiver Stoffe mit den Abwettern korrekt nach den Vorgaben der AVV zu § 45 StrlSchV berechnet hat. Wir können daher bestätigen, daß nach seinen Annahmen die Grenzwerte des § 45 StrlSchV auch bei Berücksichtigung von Abgaben radioaktiver Stoffe, die nicht aus Abfallbinden freigesetzt werden, sicher unterschritten werden können.

Wir haben jedoch höhere Abgaben von Rn 222 aus dem Grubengebäude sowie die Abgabe von Tochterprodukten des natürlich vorhandenen Rn 220 angesetzt. Die von uns für eine effektive Emissionshöhe von 50 m berechneten Strahlenexpositionen durch die gesamte Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern sind in den Tab. 3.7.5.3-1 bis 3.7.5.3-7 angegeben. Die von uns berechneten Dosiswerte liegen alle unter etwa 40 % der Grenzwerte des § 45 StrlSchV (siehe Tab. 3.7.5.3-1).

Insgesamt stellen wir fest, daß unter diesen Umständen die Forderung der Planfeststellungsbehörde nach Einhaltung der Grenzwerte des § 45 StrlSchV auch bei Einbeziehung der Freisetzung natürlicher radioaktiver Stoffe aus dem Wirtsgestein des geplanten Endlagers Konrad mit den Abwettern erfüllt ist.

Tabelle 3.7.5.3-1: Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern der Schachanlage Konrad für Erwachsene und Kleinkinder

Organ	Äquivalentdosis in $10^{-6}$ Sv/a		
	Erwachsene	Kleinkinder	Grenzwert § 45 StrSchV
Blase	13	22	900
Brust	14	23	900
Oberer Dickdarm	14	23	900
Unterer Dickdarm	14	23	900
Dünndarm	14	23	900
Gehirn	14	22	900
Haut	14	23	1800
Hoden	14	23	300
Knochenoberfläche	43	61	1800
Leber	16	26	900
Lunge	169	337	900
Magen	14	23	900
Milz	14	23	900
Nebennieren	14	22	900
Nieren	23	34	900
Ovarien	14	22	300
Pankreas	13	22	900
Rotes Knochenmark	16	27	300
Schilddrüse	21	28	900
Thymus	14	23	900
Uterus	13	22	300
Eff. Äquivalentdosis	23	42	300

**Tabelle 3.7.5.3-2:** Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Erwachsene

	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Pflanzl. Produkte	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.1E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	9.1E+00	6.3E+00	6.0E+00
Blattgemüse	5.4E-01	5.4E-01	7.0E-01	7.3E-01	6.0E-01	5.4E-01	5.4E-01	5.4E-01	2.6E+00	7.9E-01	5.4E-01
Milch	2.9E+00	2.9E+00	3.0E+00	3.0E+00	3.0E+00	2.9E+00	2.9E+00	2.9E+00	3.4E+00	3.0E+00	2.9E+00
Fleisch	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00
Inhalation	5.9E-01	5.9E-01	7.3E-01	6.8E-01	7.7E-01	5.9E-01	5.9E-01	6.3E-01	2.4E+01	12.7E+00	1.6E+02
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.3E-01	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammasubmersion	6.6E-01	8.5E-01	6.6E-01	6.5E-01	6.5E-01	8.9E-01	8.8E-01	7.2E-01	8.3E-01	17.1E-01	7.8E-01
Gammabodenstrahlung	1.0E-01	1.2E-01	9.8E-02	9.7E-02	9.4E-02	1.1E-01	1.2E-01	1.1E-01	1.1E-01	11.0E-01	1.1E-01
Summe=	1.3E+01	1.4E+01	1.4E+01	1.4E+01	1.4E+01	1.4E+01	1.4E+01	1.4E+01	4.3E+01	1.6E+01	1.7E+02
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	1.8E+03	3.0E+02	1.8E+03	9.0E+02	9.0E+02
	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Äqu
Pflanzl. Produkte	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.5E+00	9.3E+00	6.0E+00	6.0E+00	6.3E+00
Blattgemüse	5.9E-01	5.4E-01	5.4E-01	6.4E-01	5.5E-01	5.4E-01	7.3E-01	9.7E-01	5.4E-01	5.4E-01	6.8E-01
Milch	3.0E+00	2.9E+00	3.0E+00	3.0E+00	2.9E+00	2.9E+00	3.0E+00	4.2E+00	2.9E+00	3.0E+00	3.0E+00
Fleisch	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00	4.4E+00	2.6E+00	2.6E+00	2.6E+00
Inhalation	9.7E-01	7.4E-01	6.0E-01	9.5E+00	6.3E-01	6.0E-01	2.5E+00	6.0E-01	6.0E-01	5.9E-01	9.8E+00
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammasubmersion	7.0E-01	7.2E-01	6.8E-01	7.2E-01	6.4E-01	6.6E-01	7.1E-01	8.8E-01	7.5E-01	6.1E-01	7.7E-01
Gammabodenstrahlung	1.0E-01	1.0E-01	9.4E-02	1.0E-01	9.4E-02	9.3E-02	1.0E-01	1.2E-01	1.0E-01	9.2E-02	1.1E-01
Summe=	1.4E+01	1.4E+01	1.3E+01	2.3E+01	1.3E+01	1.3E+01	1.6E+01	2.1E+01	1.4E+01	1.3E+01	2.3E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	3.0E+02

**Tabelle 3.7.5.3-3:** Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Rn 222	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	80.54
Po 218	0.31	0.31	0.34	0.30	0.40	0.31	0.32	0.31	0.10	0.33	0.00
Pb 214	3.27	3.64	3.61	3.20	4.06	3.71	4.34	3.35	16.10	4.87	0.12
Bi 214	4.52	5.36	4.48	4.32	4.64	5.60	7.24	4.74	1.63	3.98	0.36
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rn 220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.19
Pb 212	0.96	0.95	2.69	3.03	1.43	0.94	0.91	0.94	29.85	10.37	0.02
Bi 212	0.08	0.08	0.10	0.08	0.11	0.08	0.11	0.08	0.03	0.07	0.00
H 3	6.18	6.10	6.03	6.03	6.08	6.09	5.82	6.13	1.96	5.12	0.49
C 14	83.57	82.43	81.55	81.44	82.19	82.28	78.65	82.81	26.42	69.18	6.67
I 129	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kr 85	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	1.58	0.02	0.01	0.02	0.00
Xe 133	0.04	0.08	0.03	0.03	0.03	0.05	0.11	0.05	0.04	0.03	0.00
Xe 133m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Co 60	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01	0.04	0.00
Sr 90	0.02	0.02	0.08	0.35	0.02	0.02	0.02	0.02	1.72	0.02	0.01
Ru 106	0.00	0.00	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	0.15	0.12	0.15	0.15	0.15	0.10	0.09	0.15	0.04	0.12	0.01
Cs 137	0.67	0.63	0.65	0.65	0.65	0.58	0.55	0.68	0.21	0.56	0.05
Pu 238	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.26	5.78	2.77	0.14
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.16	0.54	0.02
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.90	0.42	0.02
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.80	0.37	0.00
Cm 244	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08	1.93	1.02	0.00
Ra 226	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.27	0.01	0.00
U 238	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
Th 234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pa 234m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
Th 230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.01
Th 232	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	8.89	0.04	0.17
Ra 228	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.56	0.04	0.01
Ac 228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	1.12	0.03	0.12
Ra 224	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
K 40	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.00
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.5.3-4:** Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene (Fortsetzung)

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff. Äqu
Rn 222	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	35.46
Po 218	0.50	1.38	0.31	0.54	0.31	0.31	0.26	0.21	0.31	0.31	0.01
Pb 214	4.88	3.32	3.26	2.68	3.26	3.27	5.98	2.42	3.45	3.18	0.87
Bi 214	5.65	4.74	4.62	35.38	4.33	4.55	4.01	3.75	4.96	4.27	2.56
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rn 220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.86
Pb 212	1.09	0.94	0.95	3.69	1.00	0.97	7.09	0.63	0.95	0.96	0.64
Bi 212	0.13	0.08	0.08	3.50	0.08	0.08	0.06	0.06	0.08	0.07	0.03
H 3	5.97	6.09	6.18	3.69	6.17	6.19	5.17	4.05	6.15	6.21	3.57
C 14	80.70	82.35	83.48	49.81	83.36	83.61	69.92	54.78	83.06	83.92	48.20
I 129	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	33.19	0.02	0.01	0.90
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00
Kr 85	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Xe 133	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03
Xe 133m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co 60	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03
Sr 90	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	1.99	0.01	0.02	0.02	0.29
Ru 106	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	0.14	0.14	0.16	0.08	0.13	0.14	0.11	0.09	0.12	0.15	0.08
Cs 137	0.65	0.66	0.69	0.40	0.63	0.62	0.53	0.44	0.61	0.66	0.40
Pu 238	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	1.22	0.00	0.00	0.00	0.59
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.12
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.09
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.08
Cm 244	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.20
Ra 226	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.07	0.01	0.02	0.02	0.03
U 238	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Th 234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pa 234m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Th 230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03
Th 232	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	1.93	0.02	0.03	0.03	0.67
Ra 228	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.17	0.03	0.05	0.05	0.07
Ac 228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.13
Ra 224	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K 40	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.5.3-5: Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern über die einzelnen Expositionspfade Jahresdosis in Mikrosievert für Kleinkinder**

	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Pflanzl. Produkte	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	5.6E+00	4.8E+00	4.7E+00
Blattgemüse	9.7E-01	9.6E-01	1.3E+00	1.3E+00	1.1E+00	9.3E-01	9.7E-01	9.7E-01	4.2E+00	1.3E+00	9.6E-01
Milch	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.3E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.4E+01	1.2E+01	1.2E+01
Fleisch	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00
Inhalation	1.0E+00	1.0E+00	1.3E+00	1.2E+00	1.4E+00	7.8E-02	1.1E+00	1.1E+00	3.4E+01	4.2E+00	3.2E+02
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.3E-01	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammastrahlung	8.0E-01	1.0E+00	8.0E-01	7.8E-01	7.8E-01	1.1E+00	1.1E+00	8.6E-01	1.0E+00	8.6E-01	9.3E-01
Gammabodenstrahlung	1.5E-01	1.7E-01	1.5E-01	1.4E-01	1.4E-01	1.6E-01	1.9E-01	1.6E-01	1.7E-01	1.5E-01	1.6E-01
Summe=	2.2E+01	2.3E+01	2.3E+01	2.3E+01	2.3E+01	2.2E+01	2.3E+01	2.3E+01	6.1E+01	2.6E+01	3.4E+02
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	1.8E+03	3.0E+02	1.8E+03	9.0E+02	9.0E+02
	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Äqu
Pflanzl. Produkte	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.8E+00	6.0E+00	4.7E+00	4.7E+00	4.8E+00
Blattgemüse	1.1E+00	9.6E-01	9.6E-01	1.1E+00	9.8E-01	9.6E-01	1.4E+00	1.4E+00	9.6E-01	9.7E-01	1.2E+00
Milch	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.3E+01	1.5E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.3E+01
Fleisch	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	3.4E+00	2.4E+00	2.4E+00	2.5E+00
Inhalation	1.7E+00	1.3E+00	1.0E+00	1.2E+01	1.1E+00	1.0E+00	4.5E+00	1.0E+00	1.0E+00	1.0E+00	2.0E+01
Betasubmersion	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Gammastrahlung	8.4E-01	8.6E-01	8.1E-01	8.6E-01	7.7E-01	8.0E-01	8.6E-01	1.1E+00	9.1E-01	7.4E-01	9.2E-01
Gammabodenstrahlung	1.5E-01	1.5E-01	1.4E-01	1.5E-01	1.4E-01	1.4E-01	1.5E-01	1.8E-01	1.6E-01	1.4E-01	1.6E-01
Summe=	2.3E+01	2.3E+01	2.2E+01	3.4E+01	2.2E+01	2.2E+01	2.7E+01	2.8E+01	2.3E+01	2.2E+01	4.2E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	3.0E+02

**Tabelle 3.7.5.3-6:** Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Dünnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Rn 222	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	82.07
Po 218	0.35	0.35	0.38	0.34	0.46	0.02	0.36	0.35	0.13	0.39	0.00
Pb 214	3.31	3.57	3.66	3.21	4.34	1.37	4.19	3.36	14.19	4.92	0.07
Bi 214	3.55	4.16	3.53	3.37	3.75	3.80	5.38	3.71	1.47	3.21	0.22
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rn 220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.21
Pb 212	1.15	1.13	3.39	3.95	1.69	0.09	1.15	1.12	41.33	11.14	0.02
Bi 212	0.07	0.08	0.10	0.07	0.12	0.04	0.10	0.07	0.03	0.06	0.00
H 3	3.23	3.20	3.14	3.13	3.16	3.34	3.09	3.20	1.18	2.77	0.21
C 14	87.81	86.88	85.23	85.02	85.97	90.83	84.09	87.01	32.14	75.22	5.82
I 129	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.04	0.02	0.01	0.00
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kr 85	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.97	0.02	0.01	0.01	0.00
Xe 133	0.03	0.05	0.02	0.02	0.02	0.04	0.08	0.04	0.03	0.02	0.00
Xe 133m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Co 60	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.08	0.04	0.01	0.03	0.00
Sr 90	0.03	0.03	0.07	0.32	0.03	0.03	0.03	0.03	0.58	0.02	0.01
Ru 106	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.00
Cs 137	0.24	0.26	0.23	0.23	0.22	0.26	0.27	0.25	0.09	0.20	0.02
Pu 238	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.31	1.99	0.96	0.09
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.38	0.18	0.02
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.30	0.14	0.01
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.27	0.12	0.00
Cm 244	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	0.80	0.42	0.00
Ra 226	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.26	0.01	0.00
U 238	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Th 234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pa 234m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Th 230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.01
Th 232	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	2.87	0.03	0.07
Ra 228	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.01	0.05	0.05	0.56	0.04	0.00
Ac 228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	0.02	0.11
Ra 224	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
K 40	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.01	0.03	0.00
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.5.3-7: Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder (Fortsetzung)**

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff. Äqu
Rn 222	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	40.72
Po 218	0.56	1.57	0.35	0.54	0.35	0.35	0.30	0.28	0.35	0.35	0.01
Pb 214	4.99	3.33	3.30	2.77	3.29	3.30	5.98	2.85	3.43	3.24	0.61
Bi 214	4.75	3.69	3.63	29.47	3.41	3.55	3.14	3.48	3.85	3.36	1.74
Po 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rn 220	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.46
Pb 212	1.27	1.11	1.12	3.30	1.20	1.13	11.04	0.90	1.13	1.14	0.81
Bi 212	0.13	0.07	0.07	2.95	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.02
H 3	3.12	3.18	3.23	2.15	3.23	3.23	2.71	2.55	3.21	3.24	1.74
C 14	84.66	86.52	87.79	58.45	87.70	87.88	73.64	69.22	87.35	88.09	47.28
I 129	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	19.78	0.07	0.01	0.45
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.01
Kr 85	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
Xe 133	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
Xe 133m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co 60	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02
Sr 90	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.62	0.02	0.03	0.03	0.10
Ru 106	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Cs 137	0.23	0.23	0.23	0.16	0.23	0.22	0.20	0.21	0.24	0.22	0.14
Pu 238	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.21
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.04
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.03
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.03
Cm 244	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.09
Ra 226	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.08	0.01	0.02	0.02	0.03
U 238	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Th 234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pa 234m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Th 230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01
Th 232	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.64	0.02	0.03	0.02	0.19
Ra 228	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.20	0.04	0.05	0.05	0.06
Ac 228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.12
Ra 224	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K 40	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



### **3.7.6 Strahlenexposition durch Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser**

#### **3.7.6.1 Strahlenexposition durch die beantragte Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser**

Der Antragsteller hat nach seinen Angaben im Plan /1/ und in der erläuternden Unterlage /EU 376/ die potentielle Strahlenexposition durch die beantragte Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit dem Abwasser mit den Rechenmodellen und Parametern der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ berechnet. Dabei hat er die in der Anlage XI StrlSchV /4/ angegebenen Expositionspfade und Lebensgewohnheiten der Referenzpersonen berücksichtigt. Zusätzliche standortbedingte Expositionspfade, wie z.B. die landwirtschaftliche Nutzung von Überschwemmungsgebieten oder von Schlamm aus der Aue, sind nach Ansicht des Antragstellers nicht zu unterstellen.

Der Antragsteller kommt zu dem Ergebnis, daß die potentielle Strahlenexposition sowohl für Erwachsene als auch für Kleinkinder an den ungünstigsten Einwirkungsstellen deutlich unterhalb der Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV liegen und daß die Grenzwerte zu weniger als 20 % ausgeschöpft werden. Bei Erwachsenen beträgt die Dosis nach Angaben des Antragstellers für die Knochenoberfläche 150  $\mu\text{Sv/a}$  und für die Schilddrüse 80  $\mu\text{Sv/a}$ , bei einem Kleinkind für die Knochenoberfläche 75  $\mu\text{Sv/a}$  und für die Schilddrüse 57  $\mu\text{Sv/a}$ .

#### **Bewertung**

Wir haben die potentielle Strahlenexposition durch die vom Antragsteller im Plan /1/ angegebene Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit dem Abwasser nachgerechnet. Mit den Annahmen des Antragstellers errechnen wir praktisch die gleichen Dosiswerte.

Im Kap. 3.5 dieses Gutachtens haben wir dargelegt, daß wir zusätzlich zu den vom Antragsteller beantragten Nuklidabgaben mit dem Abwasser eine Abgabe von C 14 und I 131 annehmen. Unsere Dosisberechnungen zeigen, daß der Einfluß dieser Emissionen auf die gesamte Strahlenexposition gering ist.

Die von uns errechneten Strahlenexpositionen durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallbinden mit dem Abwasser sowie die prozentualen Anteile der einzelnen Nuklide sind in den Tab. 3.7.6.1-1 bis 3.7.6.1-7 angegeben. Aus den Tabellen geht hervor, daß keiner der betrachteten Expositionspfade außergewöhnlich stark zur gesamten Strahlenexposition beiträgt. Betrachtet man dagegen die einzelnen Nuklide, so zeigt sich, daß der wesentliche Beitrag zur berechneten Strahlenexposition durch das Nuklid H 3 hervorgerufen wird. Bei der Referenzperson Erwachsener beträgt der Anteil von H 3 zu den meisten Organdosen und der effektiven Dosis rund 50 Prozent. Bei der Referenzperson Kleinkind sind es sogar etwa 80 Prozent. Die restliche Strahlenexposition wird im wesentlichen von den Cäsiumisotopen verursacht. Zur Dosis für das Organ Schilddrüse trägt dagegen das Nuklid I 129 wesentlich bei. Bei der Dosis für die Knochenoberfläche sind es zusätzlich die Nuklide Pb 210 und Pu 238.

Wir sind wie der Antragsteller der Ansicht, daß keine zusätzlichen standortspezifischen Expositionspfade zu betrachten sind, die relevant zur potentiellen Strahlenexposition durch Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser beitragen können.

Insbesondere kann die landwirtschaftliche Nutzung überschwemmter Flächen außer Betracht bleiben, da eine Ausuferung im Bereich der Aue-Erse nur bei niederschlagsbedingten Wasserführungen möglich ist, die erheblich über der durchschnittlichen Wasserführung an der Einleitungsstelle liegen. Solche Ereignisse sind nach unseren Informationen selten und nur von kurzer Dauer. Das Rechenmodell der AVV zu § 45 StrlSchV //1/ geht dagegen von einer über 50 Jahre dauernden Überschwemmung mit anschließender landwirtschaftlicher Nutzung aus. Eine mögliche Strahlenexposition über diesen Expositionspfad ist nach unseren Abschätzungen um mehr als den Faktor 100 geringer als durch die unterstellte Nutzung des Vorfluterwassers zur Beregnung landwirtschaftlich genutzter Flächen. Auch die standortspezifische Nutzung von Sediment aus der Aue-Erse kann wegen der geringen Sedimentmenge nicht zu einem relevanten Expositionspfad werden.

Die Nutzung von Uferfiltrat durch Brunnen des Wasserwerkes Wehnsen im Einzugsbereich der Aue-Erse ist als real vorhandener Expositionspfad zu betrachten. Wegen der zu unterstellenden erheblichen Verdünnung durch Grundwasser kann dieser Expositionspfad jedoch nur zu wesentlich geringeren Strahlenexpositionen

führen, als sie für die direkte Nutzung des Vorfluterwassers als Trinkwasser unterstellt werden.

Der Expositionspfad Fischverzehr ist wegen der geringen Wasserführung des Vorfluters praktisch nicht vorhanden. Dagegen sind die unterstellten Expositionspfade Viehtränke und Beregnung landwirtschaftlicher Flächen real vorhanden, wenn auch vielleicht nicht in dem unterstellten Umfang. Der Expositionspfad Aufenthalt auf Ufersediment wird wegen der geringen Breite des Vorfluters und der damit verbundenen schmalen trockenfallenden Uferstreifen durch das Rechenmodell wesentlich überschätzt.

Die höchsten Strahlenexpositionen ergeben sich für die Referenzperson Erwachsener. Der Dosiswert für die Knochenoberfläche erreicht mit  $150 \mu\text{Sv}$  etwa 9 Prozent des Grenzwertes. Die Dosiswerte für die effektive Dosis und das Knochenmark sind mit  $44 \mu\text{Sv}$  bzw.  $52 \mu\text{Sv}$  zwar geringer, erreichen aber etwa 15 Prozent bzw. 17 Prozent der Grenzwerte. Insgesamt ist festzustellen, daß die potentielle Strahlenexposition durch die beantragte Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfällen mit dem Abwasser trotz der geringen durchschnittlichen Wasserführung des Vorfluters Aue-Erse deutlich unterhalb der Grenzwerte des § 45 StrlSchV liegen wird. Die Wasserführung der Aue-Erse reicht demnach aus, um die Einhaltung der Grenzwerte zu gewährleisten.

Tabelle 3.7.6.1-1: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit dem Abwasser der Schachtanlage Konrad für Erwachsene und Kleinkinder

Organ	Äquivalentdosis in $10^{-6}$ Sv/a		
	Erwachsene	Kleinkinder	Grenzwert § 45 StrlSchV
Blase	36	24	900
Brust	34	24	900
Oberer Dickdarm	36	24	900
Unterer Dickdarm	38	27	900
Dünndarm	36	24	900
Gehirn	32	24	900
Haut	32	25	1800
Hoden	37	26	300
Knochenoberfläche	150	75	1800
Leber	55	33	900
Lunge	34	24	900
Magen	36	24	900
Milz	35	24	900
Nebennieren	37	24	900
Nieren	39	25	900
Ovarien	35	24	300
Pankreas	34	23	900
Rotes Knochenmark	52	33	300
Schilddrüse	81	59	900
Thymus	34	24	900
Uterus	36	23	300
Eff. Äquivalentdosis	44	29	300

**Tabelle 3.7.6.1-2: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit dem Abwasser über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Erwachsene**

Pfad	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duenn d	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Trinkwasser	6.4E+00	6.4E+00	6.5E+00	6.9E+00	6.4E+00	6.3E+00	6.3E+00	6.7E+00	3.7E+01	1.2E+01	6.4E+00
Fischverzehr	1.1E+01	9.6E+00	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	8.5E+00	7.8E+00	1.1E+01	2.7E+01	1.5E+01	1.0E+01
Milchverzehr	7.3E+00	7.3E+00	7.4E+00	7.5E+00	7.3E+00	7.2E+00	7.2E+00	7.3E+00	1.0E+01	7.4E+00	7.3E+00
Fleischverzehr	4.1E+00	3.9E+00	4.1E+00	4.1E+00	4.1E+00	3.8E+00	3.8E+00	4.1E+00	5.1E+00	4.2E+00	4.0E+00
Blattgemuese	3.8E-01	3.7E-01	4.2E-01	5.2E-01	3.9E-01	3.7E-01	3.6E-01	4.4E-01	7.2E+00	1.5E+00	3.8E-01
Pflanz. Prod. o. Bl.	4.1E+00	4.0E+00	4.4E+00	5.3E+00	4.2E+00	4.0E+00	3.9E+00	4.6E+00	6.1E+01	1.3E+01	4.1E+00
Sedimentaufenth.	1.9E+00	2.2E+00	1.9E+00	1.8E+00	1.8E+00	2.0E+00	2.3E+00	2.0E+00	2.1E+00	1.9E+00	2.1E+00
Summe=	3.6E+01	3.4E+01	3.6E+01	3.8E+01	3.6E+01	3.2E+01	3.2E+01	3.7E+01	1.5E+02	5.4E+01	3.4E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	1.8E+03	3.0E+02	1.8E+03	9.0E+02	9.0E+02
Pfad	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Aeq
Trinkwasser	6.4E+00	6.4E+00	6.4E+00	7.0E+00	6.7E+00	6.4E+00	1.0E+01	1.4E+01	6.4E+00	6.4E+00	8.5E+00
Fischverzehr	1.1E+01	1.1E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.0E+01	1.1E+01	1.3E+01	2.0E+01	9.6E+00	1.2E+01	1.3E+01
Milchverzehr	7.3E+00	7.3E+00	7.3E+00	7.4E+00	7.3E+00	7.3E+00	8.4E+00	1.3E+01	7.3E+00	7.3E+00	7.7E+00
Fleischverzehr	4.1E+00	4.1E+00	4.2E+00	4.1E+00	4.0E+00	4.0E+00	4.2E+00	1.2E+01	3.9E+00	4.1E+00	4.4E+00
Blattgemuese	3.8E-01	3.8E-01	3.9E-01	5.4E-01	4.4E-01	3.8E-01	1.4E+00	2.0E+00	3.7E-01	3.9E-01	8.6E-01
Pflanz. Prod. o. Bl.	4.1E+00	4.1E+00	4.2E+00	5.5E+00	4.5E+00	4.1E+00	1.3E+01	1.6E+01	4.0E+00	4.1E+00	8.1E+00
Sedimentaufenth.	1.9E+00	1.9E+00	1.8E+00	1.9E+00	1.9E+00	1.8E+00	1.9E+00	2.2E+00	2.0E+00	1.7E+00	2.0E+00
Summe=	3.5E+01	3.5E+01	3.7E+01	3.9E+01	3.5E+01	3.4E+01	5.2E+01	8.1E+01	3.4E+01	3.6E+01	4.4E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	3.0E+02

**Tabelle 3.7.6.1-3:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit dem Abwasser  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duennd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
H 3	56.47	59.47	55.48	52.39	56.21	62.30	63.45	54.91	13.44	36.92	58.48
C 14	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.02
Co 60	1.26	1.38	1.33	1.32	1.26	1.39	1.47	1.19	0.30	0.96	1.35
Sr 90	0.23	0.24	1.02	4.18	0.29	0.25	0.25	0.22	16.09	0.15	0.23
Ru 106	0.07	0.07	0.82	2.15	0.20	0.07	0.08	0.06	0.02	0.04	0.07
Sb 125	0.00	0.00	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I 129	0.04	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.19	0.12	0.03	0.03	0.05
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	9.97	8.59	9.79	9.67	10.38	6.94	6.59	9.71	1.94	6.21	8.42
Cs 137	31.50	29.60	30.80	29.08	31.13	28.50	27.41	30.78	7.12	20.60	30.90
Pb 210	0.39	0.41	0.41	0.39	0.39	0.43	0.44	0.38	16.98	12.93	0.40
Pu 238	0.00	0.00	0.11	0.32	0.02	0.00	0.01	1.36	23.11	11.51	0.00
Pu 239	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.28	4.68	2.21	0.00
Pu 240	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.22	3.64	1.72	0.00
Am 241	0.00	0.01	0.02	0.05	0.00	0.00	0.01	0.23	3.62	1.77	0.00
Cm 244	0.00	0.00	0.07	0.21	0.01	0.00	0.00	0.47	8.64	4.89	0.00
Ra 226	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.39	0.04	0.06
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabelle 3.7.6.1-4: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit dem Abwasser  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene (Fortsetzung)

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Aeq
H 3	56.68	56.75	55.01	52.17	56.98	58.40	38.80	24.85	59.80	56.49	45.41
C 14	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
Co 60	1.24	1.23	1.25	1.16	1.29	1.24	0.84	0.61	1.34	1.18	1.07
Sr 90	0.26	0.23	0.22	0.21	0.23	0.23	20.25	0.10	0.24	0.23	4.88
Ru 106	0.12	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.05	0.03	0.07	0.07	0.21
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I 129	0.05	0.04	0.03	0.06	0.02	0.02	0.02	55.24	0.07	0.02	3.13
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	0.10
Cs 134	9.54	9.55	10.59	8.78	8.66	9.33	6.21	3.80	8.62	10.41	7.66
Cs 137	31.62	31.66	32.38	29.10	29.64	30.23	20.24	13.27	29.35	31.13	25.52
Pb 210	0.39	0.39	0.38	8.39	0.39	0.40	3.34	0.17	0.41	0.39	3.91
Pu 238	0.01	0.00	0.00	0.00	1.41	0.00	5.42	0.00	0.00	0.00	4.20
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00	0.83
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.66
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	0.67
Cm 244	0.01	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	2.01	0.00	0.00	0.00	1.63
Ra 226	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.12	0.03	0.07	0.06	0.10
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.6.1-5:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit dem Abwasser über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Kleinkinder

Pfad	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duennd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Trinkwasser	5.6E+00	5.6E+00	5.9E+00	6.8E+00	5.7E+00	5.6E+00	5.8E+00	6.7E+00	3.1E+01	1.1E+01	5.6E+00
Fischverzehr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Milchverzehr	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.3E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.7E+01	1.3E+01	1.2E+01
Fleischverzehr	1.3E+00	1.3E+00	1.3E+00	1.4E+00	1.3E+00	1.3E+00	1.4E+00	1.3E+00	1.7E+00	1.4E+00	1.3E+00
Blattgemuese	2.6E-01	2.6E-01	3.1E-01	5.3E-01	2.6E-01	2.5E-01	2.9E-01	4.1E-01	4.8E+00	1.1E+00	2.5E-01
Pflanz.Prod.o.Bl.	1.2E+00	1.2E+00	1.4E+00	2.3E+00	1.3E+00	1.2E+00	1.3E+00	1.7E+00	1.8E+01	4.2E+00	1.2E+00
Sedimentaufenth.	2.9E+00	3.3E+00	2.8E+00	2.8E+00	2.7E+00	3.1E+00	3.5E+00	3.0E+00	3.2E+00	2.9E+00	3.1E+00
Summe=	2.4E+01	2.4E+01	2.4E+01	2.7E+01	2.4E+01	2.4E+01	2.5E+01	2.6E+01	7.5E+01	3.3E+01	2.4E+01

Grenzwert Par.45 StrlSchV 9.0E+02 9.0E+02 9.0E+02 9.0E+02 9.0E+02 9.0E+02 9.0E+02 1.8E+03 3.0E+02 1.8E+03 9.0E+02 9.0E+02

Pfad	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Aeq
Trinkwasser	5.6E+00	5.6E+00	5.6E+00	6.1E+00	6.0E+00	5.6E+00	9.1E+00	1.6E+01	5.6E+00	5.7E+00	7.9E+00
Fischverzehr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Milchverzehr	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.4E+01	2.6E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.3E+01
Fleischverzehr	1.3E+00	1.3E+00	1.3E+00	1.3E+00	1.3E+00	1.3E+00	1.4E+00	5.7E+00	1.3E+00	1.3E+00	1.5E+00
Blattgemuese	2.6E-01	2.6E-01	2.6E-01	3.6E-01	3.2E-01	2.6E-01	1.0E+00	1.8E+00	2.6E-01	2.6E-01	6.5E-01
Pflanz.Prod.o.Bl.	1.2E+00	1.2E+00	1.2E+00	1.6E+00	1.4E+00	1.2E+00	4.2E+00	6.4E+00	1.2E+00	1.2E+00	2.7E+00
Sedimentaufenth.	2.9E+00	2.9E+00	2.7E+00	2.9E+00	2.8E+00	2.7E+00	2.8E+00	3.4E+00	3.0E+00	2.6E+00	3.1E+00
Summe=	2.4E+01	2.4E+01	2.3E+01	2.5E+01	2.4E+01	2.3E+01	3.3E+01	5.9E+01	2.4E+01	2.3E+01	2.9E+01

Grenzwert Par.45 StrlSchV 9.0E+02 9.0E+02 9.0E+02 9.0E+02 3.0E+02 9.0E+02 3.0E+02 9.0E+02 9.0E+02 3.0E+02 3.0E+02



**Tabelle 3.7.6.1-6:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit dem Abwasser  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duennd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
H 3	85.12	83.46	82.90	74.89	85.25	84.61	81.56	78.78	26.74	61.00	84.32
C 14	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Co 60	2.52	2.91	2.56	2.34	2.47	2.62	4.49	2.49	0.89	1.89	2.68
Sr 90	0.83	0.82	2.25	9.07	0.98	0.83	0.80	0.77	15.41	0.60	0.83
Ru 106	0.10	0.10	0.96	2.56	0.25	0.10	0.10	0.09	0.03	0.07	0.10
Sb 125	0.00	0.00	0.02	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I 129	0.11	0.32	0.08	0.07	0.07	0.08	0.37	0.28	0.12	0.08	0.13
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	0.83	0.90	0.81	0.73	0.84	0.87	0.92	0.85	0.28	0.60	0.87
Cs 137	10.01	11.00	9.49	8.57	9.58	10.46	11.24	9.65	3.41	7.17	10.60
Pb 210	0.32	0.32	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.30	13.57	10.16	0.32
Pu 238	0.00	0.00	0.24	0.64	0.04	0.00	0.02	3.55	20.40	9.66	0.00
Pu 239	0.00	0.00	0.04	0.11	0.01	0.00	0.00	0.64	3.95	1.78	0.00
Pu 240	0.00	0.00	0.03	0.08	0.01	0.00	0.00	0.50	3.07	1.39	0.00
Am 241	0.01	0.01	0.03	0.09	0.01	0.01	0.02	0.46	2.80	1.25	0.01
Cm 244	0.00	0.00	0.13	0.36	0.02	0.00	0.00	1.50	8.18	4.25	0.00
Ra 226	0.13	0.14	0.13	0.12	0.13	0.09	0.14	0.13	1.14	0.10	0.14
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabelle 3.7.6.1-7: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden mit dem Abwasser  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder (Fortsetzung)

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Aeq
H 3	84.95	85.14	85.73	81.29	82.90	85.91	61.19	33.85	84.49	85.82	69.45
C 14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Co 60	2.51	2.50	2.42	2.38	2.52	2.42	2.12	1.17	2.52	2.66	2.38
Sr 90	0.93	0.83	0.84	0.80	0.81	0.84	16.58	0.33	0.83	0.84	4.40
Ru 106	0.15	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09	0.07	0.04	0.10	0.10	0.27
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
I 129	0.13	0.11	0.09	0.15	0.06	0.06	0.12	55.77	0.44	0.08	3.90
I 131	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.74	0.01	0.00	0.24
Cs 134	0.83	0.83	0.80	0.80	0.86	0.80	0.62	0.38	0.87	0.80	0.73
Cs 137	9.99	10.01	9.56	9.56	9.49	9.40	7.11	4.53	10.27	9.22	8.61
Pb 210	0.32	0.32	0.33	4.80	0.31	0.33	2.78	0.13	0.32	0.33	2.58
Pu 238	0.02	0.00	0.00	0.00	1.49	0.00	4.79	0.00	0.00	0.00	3.80
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.71
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.55
Am 241	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20	0.00	0.64	0.00	0.01	0.00	0.50
Cm 244	0.01	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.61
Ra 226	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13	0.37	0.06	0.14	0.13	0.24
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

### **3.7.6.2 Strahlenexposition durch die Abgabe natürlicher radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser**

Das eisenerzhaltige Gestein der Schachanlage Konrad enthält natürliche Radionuklide der Thorium- und Uranzerfallsreihen. Der Antragsteller hat im Plan /1/ und in der erläuternden Unterlage /EU 376/ Angaben über die Abgabe von Nukliden der Thorium- und Uranzerfallsreihen mit den Grubenwässern gemacht und die potentielle Strahlenexposition in der Umgebung durch die zu erwartende Abgabe natürlicher radioaktiver Stoffe berechnet.

#### **Bewertung**

Wir haben die potentielle Strahlenexposition durch die vom Antragsteller im Plan /1/ und in der Unterlage /EU 376/ genannten Abgaben natürlicher Radionuklide mit den gleichen Ausbreitungsdaten und Modellparametern berechnet wie für die beantragte Abgabe radioaktiver Stoffe aus den Abfallbinden. Wir errechnen praktisch die gleichen Zahlenwerte wie der Antragsteller.

Für unsere eigenen Dosisberechnungen haben wir zusätzlich wie in Kap. 3.5 dieses Gutachtens angegeben die Abgabe von K 40 angesetzt. Der Einfluß auf die berechnete Strahlenexposition ist jedoch vernachlässigbar gering. Die von uns errechneten Dosiswerte sind in Tabelle 3.7.6-1 für Abgaben mit Abwasser zusammengestellt. Die Tabellen 3.7.6.2-2 bis 3.7.6.2-7 geben die Strahlenexpositionen für die verschiedenen Expositionspfade sowie die prozentualen Anteile der einzelnen Nuklide an den über alle Pfade summierten Dosiswerten an.

Die wesentlichen Beiträge zu den berechneten Dosiswerten werden vom Ra 226 und seinen Tochternukliden sowie von Th 232 und seinem Tochternuklid Ra 228 hervorgerufen.

Tabelle 3.7.6.2-1: Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser der Schachtanlage Konrad für Erwachsene und Kleinkinder

Organ	Äquivalentdosis in $10^{-6}$ Sv/a		
	Erwachsene	Kleinkinder	Grenzwert § 45 StrlSchV
Blase	15	20	900
Brust	16	21	900
Oberer Dickdarm	18	21	900
Unterer Dickdarm	22	27	900
Dünndarm	15	19	900
Gehirn	16	13	900
Haut	17	21	1800
Hoden	16	20	300
Knochenoberfläche	807	552	1800
Leber	106	62	900
Lunge	16	20	900
Magen	16	20	900
Milz	117	58	900
Nebennieren	15	21	900
Nieren	115	52	900
Ovarien	15	19	300
Pankreas	15	19	900
Rotes Knochenmark	75	77	300
Schilddrüse	17	21	900
Thymus	16	20	900
Uterus	15	19	300
Eff. Äquivalentdosis	65	51	300

**Tabelle 3.7.6.2-2:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Erwachsene

Pfad	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duenn d	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Trinkwasser	1.3E+00	1.3E+00	2.0E+00	3.3E+00	1.4E+00	1.3E+00	1.3E+00	1.3E+00	1.8E+02	1.6E+01	1.3E+00
Fischverzehr	2.5E+00	2.5E+00	3.1E+00	4.3E+00	2.6E+00	2.5E+00	2.5E+00	2.5E+00	1.5E+02	3.0E+01	2.5E+00
Milchverzehr	7.5E-01	7.5E-01	8.6E-01	1.1E+00	7.6E-01	7.4E-01	7.4E-01	7.5E-01	3.4E+01	2.2E+00	7.4E-01
Fleischverzehr	4.4E-01	4.3E-01	4.7E-01	5.2E-01	4.4E-01	4.3E-01	4.3E-01	4.3E-01	8.8E+00	1.6E+00	4.3E-01
Blattgemüse	4.0E-01	4.0E-01	5.4E-01	8.1E-01	4.2E-01	4.0E-01	4.0E-01	4.0E-01	4.6E+01	5.0E+00	4.0E-01
Pflanz. Prod.o.Bl.	3.5E+00	3.5E+00	4.1E+00	5.5E+00	3.6E+00	3.5E+00	3.5E+00	3.5E+00	3.9E+02	4.5E+01	3.5E+00
Sedimentaufenth.	6.5E+00	7.4E+00	6.5E+00	6.3E+00	6.2E+00	7.0E+00	7.8E+00	6.9E+00	7.0E+00	6.5E+00	7.0E+00
Summe=	1.5E+01	1.6E+01	1.8E+01	2.2E+01	1.5E+01	1.6E+01	1.7E+01	1.6E+01	8.1E+02	1.1E+02	1.6E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	1.8E+03	3.0E+02	1.8E+03	9.0E+02	9.0E+02
Pfad	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Aeq
Trinkwasser	1.3E+00	1.1E+01	1.3E+00	1.5E+01	1.3E+00	1.3E+00	1.5E+01	1.3E+00	1.3E+00	1.3E+00	1.1E+01
Fischverzehr	2.6E+00	7.7E+01	2.6E+00	5.4E+01	2.5E+00	2.5E+00	1.3E+01	2.5E+00	2.5E+00	2.5E+00	1.8E+01
Milchverzehr	7.8E-01	1.2E+00	7.6E-01	2.0E+00	7.5E-01	7.5E-01	3.4E+00	7.4E-01	7.5E-01	7.5E-01	2.3E+00
Fleischverzehr	4.7E-01	3.8E+00	4.6E-01	2.8E+00	4.4E-01	4.3E-01	1.1E+00	4.3E-01	4.4E-01	4.3E-01	1.2E+00
Blattgemüse	4.1E-01	2.3E+00	4.0E-01	3.8E+00	4.0E-01	4.0E-01	3.8E+00	4.0E-01	4.0E-01	4.0E-01	2.8E+00
Pflanz. Prod.o.Bl.	3.5E+00	1.4E+01	3.5E+00	3.1E+01	3.5E+00	3.5E+00	3.2E+01	3.5E+00	3.5E+00	3.5E+00	2.4E+01
Sedimentaufenth.	6.5E+00	6.6E+00	6.1E+00	6.5E+00	6.1E+00	6.1E+00	6.5E+00	7.7E+00	6.9E+00	5.9E+00	6.9E+00
Summe=	1.6E+01	1.2E+02	1.5E+01	1.1E+02	1.5E+01	1.5E+01	7.5E+01	1.7E+01	1.6E+01	1.5E+01	6.5E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	3.0E+02

**Tabelle 3.7.6.2-3:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duend	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
U 238	0.29	0.33	0.78	1.58	0.38	0.30	0.40	0.33	0.85	0.04	0.31
Th 234	0.00	0.00	0.41	0.94	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.12	0.12	0.70	1.54	0.23	0.11	0.16	0.13	0.93	0.02	0.11
Th 230	0.18	0.19	0.85	1.91	0.32	0.19	0.23	0.19	3.49	0.07	0.19
Ra 226	20.71	21.36	18.79	16.96	20.03	21.08	21.67	21.09	11.07	3.01	21.07
Po 218	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb 214	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 210	0.00	0.00	0.15	0.32	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Po 210	12.50	11.88	13.03	13.98	12.97	12.20	11.59	12.21	0.24	9.75	12.20
Pb 210	10.64	10.12	10.05	8.13	10.65	10.38	9.92	10.40	37.16	78.57	10.38
Th 232	22.64	24.05	20.69	17.33	21.53	23.40	24.70	23.41	27.20	3.39	23.39
Ra 228	21.68	21.23	19.98	17.01	21.49	21.58	20.92	21.38	14.07	3.15	21.58
Ac 228	0.00	0.00	0.08	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	1.12	1.13	2.86	7.57	1.40	1.16	1.17	1.09	3.47	0.36	1.16
Ra 224	0.76	0.72	2.63	5.30	1.13	0.74	0.70	0.74	1.15	0.11	0.74
Pb 212	0.10	0.10	0.88	0.84	0.35	0.09	0.09	0.09	0.19	0.19	0.09
Bi 212	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tl 208	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K 40	9.26	8.75	8.07	6.53	9.27	8.76	8.44	8.94	0.17	1.33	8.76
H 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.6.2-4:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene (Fortsetzung)

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Aeq
U 238	0.34	0.04	0.29	2.47	0.30	0.29	0.66	0.31	0.29	0.28	0.77
Th 234	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
U 234	0.16	0.02	0.12	2.80	0.12	0.12	0.66	0.11	0.11	0.12	0.81
Th 230	0.24	0.02	0.18	0.03	0.18	0.17	3.05	0.19	0.18	0.18	1.76
Ra 226	20.39	2.73	20.20	2.78	20.29	20.38	13.02	21.72	21.06	20.72	10.37
Po 218	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb 214	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 214	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 210	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Po 210	12.41	88.44	12.73	51.11	12.79	12.84	2.58	11.62	12.19	13.06	18.29
Pb 210	10.43	1.40	10.83	33.27	10.88	10.93	27.38	9.89	10.37	11.11	31.27
Th 232	22.27	2.99	21.72	3.04	21.81	21.90	28.73	24.76	23.37	20.89	19.19
Ra 228	21.26	2.89	21.86	2.91	21.96	22.05	17.56	20.97	21.35	22.20	12.05
Ac 228	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Th 228	1.19	0.15	1.06	0.15	1.08	1.07	3.14	1.17	1.16	1.10	2.19
Ra 224	0.89	0.10	0.77	0.10	0.81	0.78	1.16	0.70	0.74	0.79	0.88
Pb 212	0.17	0.01	0.10	0.09	0.12	0.10	0.18	0.09	0.09	0.11	0.17
Bi 212	0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tl 208	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K 40	9.91	1.21	10.12	1.23	9.64	9.34	1.87	8.46	9.09	9.43	2.19
H 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.6.2-5:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Kleinkinder

Pfad	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duennnd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Trinkwasser	2.7E+00	2.7E+00	3.7E+00	7.3E+00	2.9E+00	4.0E-01	2.7E+00	2.7E+00	2.0E+02	2.0E+01	2.7E+00
Fischverzehr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Milchverzehr	3.3E+00	3.5E+00	3.4E+00	4.3E+00	3.4E+00	8.6E-01	3.3E+00	3.4E+00	1.3E+02	6.6E+00	3.3E+00
Fleischverzehr	4.2E-01	4.6E-01	4.4E-01	4.9E-01	4.2E-01	2.7E-01	4.0E-01	4.4E-01	5.4E+00	1.1E+00	4.1E-01
Blattgemuese	6.8E-01	6.8E-01	8.2E-01	1.4E+00	7.1E-01	1.4E-01	6.7E-01	6.8E-01	4.5E+01	4.9E+00	6.8E-01
Pflanz. Prod.o. Bl.	2.6E+00	2.6E+00	2.9E+00	3.8E+00	2.6E+00	6.0E-01	2.5E+00	2.6E+00	1.6E+02	1.9E+01	2.6E+00
Sedimentaufenth.	9.8E+00	1.1E+01	9.8E+00	9.5E+00	9.2E+00	1.0E+01	1.2E+01	1.0E+01	1.0E+01	9.8E+00	1.0E+01
<b>Summe=</b>	<b>1.9E+01</b>	<b>2.1E+01</b>	<b>2.1E+01</b>	<b>2.7E+01</b>	<b>1.9E+01</b>	<b>1.3E+01</b>	<b>2.1E+01</b>	<b>2.0E+01</b>	<b>5.5E+02</b>	<b>6.1E+01</b>	<b>2.0E+01</b>
<b>Grenzwert Par.45 StrlSchV</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>1.8E+03</b>	<b>3.0E+02</b>	<b>1.8E+03</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>

Pfad	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Aeq
Trinkwasser	2.8E+00	2.5E+01	4.0E+00	1.9E+01	2.7E+00	2.7E+00	2.4E+01	2.7E+00	2.7E+00	2.7E+00	1.5E+01
Fischverzehr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Milchverzehr	3.4E+00	5.4E+00	4.0E+00	5.9E+00	3.4E+00	3.3E+00	1.8E+01	3.3E+00	3.3E+00	3.5E+00	9.3E+00
Fleischverzehr	4.5E-01	3.6E+00	4.2E-01	1.8E+00	4.3E-01	4.1E-01	1.0E+00	4.2E-01	4.0E-01	4.6E-01	9.8E-01
Blattgemuese	7.0E-01	3.9E+00	8.8E-01	3.7E+00	6.8E-01	6.8E-01	5.3E+00	6.8E-01	6.7E-01	6.8E-01	3.2E+00
Pflanz. Prod.o. Bl.	2.6E+00	1.1E+01	2.6E+00	1.2E+01	2.6E+00	2.6E+00	2.0E+01	2.6E+00	2.5E+00	2.6E+00	1.2E+01
Sedimentaufenth.	9.8E+00	9.9E+00	9.2E+00	9.8E+00	9.2E+00	9.2E+00	9.8E+00	1.2E+01	1.0E+01	8.8E+00	1.0E+01
<b>Summe=</b>	<b>2.0E+01</b>	<b>5.8E+01</b>	<b>2.1E+01</b>	<b>5.2E+01</b>	<b>1.9E+01</b>	<b>1.9E+01</b>	<b>7.7E+01</b>	<b>2.1E+01</b>	<b>2.0E+01</b>	<b>1.9E+01</b>	<b>5.0E+01</b>
<b>Grenzwert Par.45 StrlSchV</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>3.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>3.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>9.0E+02</b>	<b>3.0E+02</b>	<b>3.0E+02</b>



**Tabelle 3.7.6.2-6:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duendd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
U 238	0.33	0.38	1.02	2.19	0.47	0.37	0.46	0.37	0.87	0.11	0.35
Th 234	0.00	0.00	0.48	1.10	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.12	0.13	0.95	2.14	0.28	0.00	0.18	0.14	0.96	0.04	0.12
Th 230	0.20	0.21	0.91	1.86	0.34	0.33	0.26	0.21	2.07	0.12	0.21
Ra 226	24.60	24.86	22.77	17.88	23.88	25.61	25.38	24.74	23.62	7.79	24.86
Po 218	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb 214	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 210	0.00	0.00	0.26	0.57	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Po 210	4.07	3.79	4.49	4.77	4.26	0.00	3.72	3.92	0.14	5.82	3.94
Pb 210	4.64	4.33	4.29	3.64	4.70	7.09	4.31	4.49	21.89	64.50	4.50
Th 232	26.79	27.87	25.69	20.53	25.73	43.32	28.83	27.36	12.55	8.62	27.50
Ra 228	28.37	27.14	26.26	20.62	28.49	9.28	26.91	27.61	28.93	8.99	28.01
Ac 228	0.00	0.00	0.09	0.06	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Th 228	1.27	1.27	3.14	7.44	1.56	1.84	1.32	1.23	4.55	0.73	1.32
Ra 224	1.26	1.17	1.17	10.43	1.37	0.01	1.16	1.22	3.80	0.40	1.22
Pb 212	0.08	0.07	0.78	0.75	0.28	0.00	0.08	0.08	0.27	0.29	0.08
Bi 212	0.00	0.00	0.04	0.01	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tl 208	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K 40	8.27	8.78	7.65	6.01	8.38	12.14	7.39	8.63	0.34	2.58	7.89
H 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.6.2-7:** Potentielle Strahlenexposition durch die Abgabe natürlich radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder (Fortsetzung)

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark.	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Aeq
U 238	0.39	0.11	0.30	4.74	0.37	0.33	0.60	0.35	0.33	0.32	0.89
Th 234	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
U 234	0.18	0.04	0.12	5.20	0.17	0.12	0.61	0.11	0.12	0.12	0.88
Th 230	0.25	0.07	0.18	0.08	0.20	0.19	1.57	0.21	0.20	0.19	1.11
Ra 226	24.24	8.22	21.75	9.15	24.18	24.33	24.07	25.36	24.99	24.51	20.67
Po 218	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb 214	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 214	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 210	0.02	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Po 210	4.07	67.91	3.75	29.28	4.17	4.20	1.03	3.72	3.96	4.23	8.35
Pb 210	4.57	1.55	4.28	26.85	4.75	4.79	14.06	4.24	4.52	4.82	17.50
Th 232	26.45	8.95	23.28	9.96	25.88	26.05	14.58	28.81	27.63	24.60	16.32
Ra 228	27.95	9.56	25.95	10.55	28.85	29.04	33.06	26.89	27.89	28.98	24.72
Ac 228	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Th 228	1.34	0.43	1.10	0.47	1.23	1.23	4.21	1.32	1.32	1.23	3.03
Ra 224	1.24	0.42	11.59	0.47	1.39	1.30	3.41	1.15	1.23	1.31	2.73
Pb 212	0.14	0.03	0.07	0.13	0.11	0.08	0.25	0.07	0.08	0.09	0.24
Bi 212	0.09	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Tl 208	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K 40	8.94	2.72	7.63	3.03	8.69	8.33	2.56	7.76	7.73	9.58	3.45
H 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

### 3.7.6.3 Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser

Der Antragsteller hat im Plan /1/ und in weiteren Unterlagen keine Angaben zur Summendosis durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus Abfallgebinden und natürlichen Ursprungs aus dem Wirtsgestein der Grube mit dem Abwasser gemacht. Er hat allerdings angegeben, daß nach seinen Rechnungen die Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV insgesamt eingehalten werden.

#### Bewertung

Wir haben in den vorhergehenden Kapiteln festgestellt, daß der Antragsteller mit den von ihm getroffenen Annahmen die Strahlenexposition durch die beantragten bzw. im Plan /1/ genannten Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser korrekt nach den Vorgaben der AVV zu § 45 StrlSchV /7/ berechnet hat. Wir können daher bestätigen, daß nach seinen Annahmen die Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV auch unter Berücksichtigung der Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser, die nicht aus Abfallgebinden freigesetzt wurden, unterschritten werden können.

Die von uns berechneten Strahlenexpositionen durch die gesamte Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus dem Endlager sowie die prozentualen Anteile der einzelnen Nuklide sind in den Tab. 3.7.6.3-1 bis 3.7.6.3-7 angegeben. Wegen der von uns zusätzlich getroffenen Annahmen zur Abgabe einiger Nuklide errechnen wir in der Summe etwas höhere Dosiswerte als der Antragsteller.

Auch die von uns berechneten Dosiswerte zeigen, daß die potentielle Strahlenexposition durch die gesamte Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser deutlich unter den Grenzwerten des § 45 StrlSchV liegen. Die höchsten Strahlenexpositionen ergeben sich für die Referenzperson Erwachsener. Der Dosiswert für die Knochenoberfläche erreicht mit 952  $\mu\text{Sv}$  etwa 53 Prozent des Grenzwertes und für die effektive Dosis mit 109  $\mu\text{Sv}$  etwa 37 Prozent.

Tabelle 3.7.6.3-1: Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser der Schachtanlage Konrad für Erwachsene und Kleinkinder

Organ	Äquivalentdosis in $10^{-6}$ Sv/a		
	Erwachsene	Kleinkinder	Grenzwert § 45 StrlSchV
Blase	51	43	900
Brust	50	45	900
Oberer Dickdarm	54	45	900
Unterer Dickdarm	60	54	900
Dünndarm	51	43	900
Gehirn	48	37	900
Haut	48	46	1800
Hoden	52	46	300
Knochenoberfläche	952	625	1800
Leber	159	94	900
Lunge	50	44	900
Magen	51	43	900
Milz	152	82	900
Nebennieren	52	45	900
Nieren	153	77	900
Ovarien	50	43	300
Pankreas	49	42	900
Rotes Knochenmark	126	110	300
Schilddrüse	98	81	900
Thymus	49	44	900
Uterus	50	42	300
Eff. Äquivalentdosis	109	79	300

**Tabelle 3.7.6.3-2:** Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Erwachsene

Pfad	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duenn	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Trinkwasser	7.7E+00	7.6E+00	8.5E+00	1.0E+01	7.8E+00	7.6E+00	7.6E+00	8.0E+00	2.1E+02	2.8E+01	7.6E+00
Fischverzehr	1.4E+01	1.2E+01	1.5E+01	1.6E+01	1.4E+01	1.1E+01	1.0E+01	1.4E+01	1.8E+02	4.4E+01	1.3E+01
Milchverzehr	8.1E+00	8.0E+00	8.2E+00	8.6E+00	8.1E+00	8.0E+00	8.0E+00	8.1E+00	4.4E+01	9.6E+00	8.0E+00
Fleischverzehr	4.5E+00	4.4E+00	4.6E+00	4.7E+00	4.5E+00	4.3E+00	4.2E+00	4.5E+00	1.4E+01	5.8E+00	4.4E+00
Blattgemuese	7.8E-01	7.7E-01	9.5E-01	1.3E+00	8.1E-01	7.6E-01	7.6E-01	8.4E-01	5.3E+01	6.4E+00	7.7E-01
Pflanz. Prod.o. Bl.	7.6E+00	7.5E+00	8.5E+00	1.1E+01	7.7E+00	7.4E+00	7.4E+00	8.0E+00	4.4E+02	5.7E+01	7.5E+00
Sedimentaufenth.	8.4E+00	9.5E+00	8.4E+00	8.2E+00	8.0E+00	9.0E+00	1.0E+01	8.9E+00	9.1E+00	8.5E+00	9.0E+00
Summe=	5.1E+01	5.0E+01	5.4E+01	6.0E+01	5.1E+01	4.8E+01	4.8E+01	5.2E+01	9.5E+02	1.6E+02	5.0E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	1.8E+03	3.0E+02	1.8E+03	9.0E+02	9.0E+02
Pfad	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Aeq
Trinkwasser	7.7E+00	1.8E+01	7.7E+00	2.2E+01	8.0E+00	7.7E+00	2.5E+01	1.6E+01	7.6E+00	7.7E+00	1.9E+01
Fischverzehr	1.4E+01	8.8E+01	1.5E+01	6.6E+01	1.3E+01	1.3E+01	2.6E+01	2.3E+01	1.2E+01	1.4E+01	3.0E+01
Milchverzehr	8.1E+00	8.6E+00	8.1E+00	9.3E+00	8.0E+00	8.0E+00	1.2E+01	1.4E+01	8.0E+00	8.1E+00	1.0E+01
Fleischverzehr	4.5E+00	7.9E+00	4.6E+00	6.9E+00	4.5E+00	4.4E+00	5.3E+00	1.3E+01	4.4E+00	4.5E+00	5.6E+00
Blattgemuese	8.0E-01	2.6E+00	7.9E-01	4.3E+00	8.4E-01	7.8E-01	5.2E+00	2.3E+00	7.7E-01	7.8E-01	3.7E+00
Pflanz. Prod.o. Bl.	7.7E+00	1.9E+01	7.7E+00	3.6E+01	8.0E+00	7.5E+00	4.5E+01	2.0E+01	7.5E+00	7.6E+00	3.2E+01
Sedimentaufenth.	8.4E+00	8.5E+00	7.9E+00	8.5E+00	8.0E+00	7.9E+00	8.4E+00	1.0E+01	8.9E+00	7.6E+00	9.0E+00
Summe=	5.1E+01	1.5E+02	5.2E+01	1.5E+02	5.0E+01	4.9E+01	1.3E+02	9.7E+01	4.9E+01	5.0E+01	1.1E+02
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	3.0E+02

**Tabelle 3.7.6.3-3:** Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duend	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
H 3	39.45	40.24	37.33	33.42	39.34	41.87	41.67	38.41	2.11	12.65	40.11
C 14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Co 60	0.88	0.93	0.90	0.84	0.88	0.93	0.96	0.83	0.05	0.33	0.93
Sr 90	0.16	0.16	0.69	2.67	0.21	0.17	0.17	0.15	2.53	0.05	0.16
Ru 106	0.05	0.05	0.55	1.37	0.14	0.05	0.05	0.05	0.00	0.01	0.05
Sb 125	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I 129	0.03	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	0.08	0.01	0.01	0.04
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	6.96	5.81	6.59	6.17	7.26	4.66	4.33	6.79	0.30	2.13	5.78
Cs 137	22.00	20.02	20.72	18.55	21.78	19.15	18.00	21.53	1.12	7.05	21.19
Pu 238	0.00	0.00	0.07	0.20	0.01	0.00	0.01	0.95	3.63	3.94	0.00
Pu 239	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.19	0.74	0.76	0.00
Pu 240	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.15	0.57	0.59	0.00
Am 241	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.16	0.57	0.61	0.00
Cm 244	0.00	0.00	0.05	0.13	0.01	0.00	0.00	0.33	1.36	1.68	0.00
U 238	0.09	0.11	0.26	0.57	0.12	0.10	0.14	0.10	0.72	0.03	0.10
Th 234	0.00	0.00	0.13	0.34	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.04	0.04	0.23	0.56	0.07	0.04	0.06	0.04	0.79	0.01	0.04
Th 230	0.05	0.06	0.28	0.69	0.10	0.06	0.08	0.06	2.96	0.04	0.06
Ra 226	6.30	6.98	6.21	6.20	6.07	6.98	7.51	6.40	9.48	2.02	6.68
Po 218	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 210	0.00	0.00	0.05	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Po 210	3.77	3.85	4.27	5.07	3.90	4.00	3.98	3.67	0.20	6.49	3.84
Pb 210	3.43	3.51	3.52	3.15	3.42	3.64	3.65	3.35	33.67	55.91	3.49
Th 232	6.83	7.79	6.77	6.28	6.47	7.68	8.49	7.04	23.05	2.26	7.36
Ra 228	6.54	6.87	6.54	6.17	6.46	7.08	7.19	6.43	11.92	2.10	6.79
Ac 228	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	0.34	0.37	0.94	2.74	0.42	0.38	0.40	0.33	2.94	0.24	0.36
Ra 224	0.23	0.23	0.86	1.92	0.34	0.24	0.24	0.22	0.97	0.07	0.23
Pb 212	0.03	0.03	0.29	0.30	0.10	0.03	0.03	0.03	0.16	0.13	0.03
Bi 212	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tl 208	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K 40	2.79	2.84	2.64	2.37	2.79	2.88	2.90	2.69	0.15	0.89	2.76
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.6.3-4: Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Erwachsene (Fortsetzung)**

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff. Aeq
H 3	39.31	13.22	38.94	13.17	39.97	40.72	15.93	20.64	40.72	39.98	18.39
C 14	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Co 60	0.86	0.29	0.88	0.29	0.91	0.87	0.35	0.51	0.91	0.84	0.43
Sr 90	0.18	0.05	0.16	0.05	0.16	0.16	8.32	0.08	0.16	0.16	1.98
Ru 106	0.08	0.02	0.05	0.02	0.05	0.05	0.02	0.02	0.05	0.05	0.08
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I 129	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	45.87	0.05	0.02	1.27
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	0.00	0.00	0.04
Cs 134	6.62	2.23	7.50	2.22	6.07	6.51	2.55	3.16	5.87	7.37	3.10
Cs 137	21.93	7.38	22.92	7.35	20.80	21.07	8.31	11.02	19.99	22.03	10.33
Pu 238	0.01	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	2.23	0.00	0.00	0.00	1.70
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.34
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.27
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.27
Cm 244	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.66
U 238	0.10	0.03	0.08	1.86	0.09	0.09	0.39	0.05	0.09	0.08	0.46
Th 234	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
U 234	0.05	0.01	0.03	2.11	0.04	0.04	0.39	0.02	0.04	0.04	0.48
Th 230	0.07	0.02	0.05	0.02	0.05	0.05	1.80	0.03	0.06	0.05	1.05
Ra 226	6.31	2.11	5.96	2.10	6.12	6.23	7.78	3.72	6.78	6.12	6.26
Po 218	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb 214	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 214	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 210	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Po 210	3.81	67.85	3.72	38.40	3.82	3.89	1.52	1.97	3.89	3.82	10.94
Pb 210	3.42	1.15	3.39	26.73	3.48	3.54	17.32	1.80	3.54	3.48	19.99
Th 232	6.83	2.29	6.35	2.28	6.52	6.64	17.00	4.20	7.47	6.11	11.47
Ra 228	6.52	2.22	6.39	2.18	6.56	6.69	10.39	3.56	6.82	6.50	7.20
Ac 228	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th 228	0.37	0.11	0.31	0.11	0.32	0.33	1.86	0.20	0.37	0.32	1.31
Ra 224	0.27	0.08	0.23	0.08	0.24	0.24	0.69	0.12	0.24	0.23	0.52
Pb 212	0.05	0.01	0.03	0.07	0.04	0.03	0.11	0.02	0.03	0.03	0.10
Bi 212	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tl 208	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K 40	3.04	0.93	2.96	0.92	2.88	2.83	1.11	1.44	2.90	2.76	1.31
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.6.3-5:** Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser über die einzelnen Expositionspfade  
Jahresdosis in Mikrosievert für Kleinkinder

Pfad	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duennd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
Trinkwasser	8.3E+00	8.3E+00	9.6E+00	1.4E+01	8.6E+00	6.0E+00	8.5E+00	9.4E+00	2.3E+02	3.1E+01	8.3E+00
Fischverzehr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Milchverzehr	1.6E+01	1.6E+01	1.6E+01	1.7E+01	1.6E+01	1.3E+01	1.6E+01	1.6E+01	1.4E+02	1.9E+01	1.6E+01
Fleischverzehr	1.7E+00	1.8E+00	1.8E+00	1.9E+00	1.7E+00	1.6E+00	1.8E+00	1.8E+00	7.1E+00	2.4E+00	1.7E+00
Blattgemuese	9.3E-01	9.4E-01	1.1E+00	1.9E+00	9.7E-01	3.9E-01	9.6E-01	1.1E+00	4.9E+01	5.9E+00	9.3E-01
Pflanz. Prod.o.Bl.	3.8E+00	3.8E+00	4.3E+00	6.1E+00	3.9E+00	1.8E+00	3.9E+00	4.3E+00	1.8E+02	2.3E+01	3.8E+00
Sedimentaufenth.	1.3E+01	1.4E+01	1.3E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.3E+01	1.5E+01	1.3E+01	1.4E+01	1.3E+01	1.4E+01
Summe=	4.3E+01	4.5E+01	4.5E+01	5.4E+01	4.3E+01	3.6E+01	4.6E+01	4.6E+01	6.3E+02	9.4E+01	4.4E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	1.8E+03	3.0E+02	1.8E+03	9.0E+02	9.0E+02
Pfad	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schildd	Thymus	Uterus	eff.Aeq
Trinkwasser	8.4E+00	3.0E+01	9.7E+00	2.5E+01	8.8E+00	8.3E+00	3.3E+01	1.9E+01	8.3E+00	8.4E+00	2.3E+01
Fischverzehr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Milchverzehr	1.6E+01	1.8E+01	1.6E+01	1.8E+01	1.6E+01	1.6E+01	3.2E+01	2.9E+01	1.6E+01	1.6E+01	2.3E+01
Fleischverzehr	1.7E+00	4.9E+00	1.7E+00	3.1E+00	1.7E+00	1.7E+00	2.4E+00	6.1E+00	1.7E+00	1.8E+00	2.5E+00
Blattgemuese	9.5E-01	4.2E+00	1.1E+00	4.0E+00	1.0E+00	9.3E-01	6.3E+00	2.5E+00	9.3E-01	9.4E-01	3.9E+00
Pflanz. Prod.o.Bl.	3.8E+00	1.2E+01	3.8E+00	1.4E+01	4.0E+00	3.8E+00	2.4E+01	8.9E+00	3.8E+00	3.8E+00	1.4E+01
Sedimentaufenth.	1.3E+01	1.3E+01	1.2E+01	1.3E+01	1.2E+01	1.2E+01	1.3E+01	1.5E+01	1.3E+01	1.1E+01	1.3E+01
Summe=	4.3E+01	8.2E+01	4.5E+01	7.7E+01	4.3E+01	4.2E+01	1.1E+02	8.1E+01	4.4E+01	4.2E+01	7.9E+01
Grenzwert Par.45 StrlSchV	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	9.0E+02	9.0E+02	3.0E+02	3.0E+02



**Tabelle 3.7.6.3-6: Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser  
Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder**

Nuklid	Blase	Brust	O.Dickd	U.Dickd	Duennd	Gehirn	Haut	Hoden	K.oberf	Leber	Lunge
H 3	46.67	44.70	44.41	37.50	46.99	55.14	43.79	44.00	3.22	21.44	45.79
C 14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co 60	1.38	1.56	1.37	1.17	1.36	1.71	2.41	1.39	0.11	0.67	1.45
Sr 90	0.46	0.44	1.20	4.54	0.54	0.54	0.43	0.43	1.85	0.21	0.45
Ru 106	0.06	0.06	0.51	1.28	0.14	0.06	0.05	0.05	0.00	0.02	0.05
Sb 125	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I 129	0.06	0.17	0.04	0.04	0.04	0.05	0.20	0.16	0.01	0.03	0.07
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs 134	0.46	0.48	0.44	0.37	0.46	0.57	0.49	0.48	0.03	0.21	0.47
Cs 137	5.49	5.89	5.08	4.29	5.28	6.82	6.04	5.39	0.41	2.52	5.75
Pu 238	0.00	0.00	0.13	0.32	0.02	0.00	0.01	1.98	2.45	3.40	0.00
Pu 239	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.36	0.48	0.63	0.00
Pu 240	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.28	0.37	0.49	0.00
Am 241	0.00	0.01	0.02	0.04	0.01	0.00	0.01	0.26	0.34	0.44	0.00
Cm 244	0.00	0.00	0.07	0.18	0.01	0.00	0.00	0.84	0.98	1.49	0.00
U 238	0.15	0.18	0.48	1.10	0.21	0.13	0.21	0.16	0.77	0.07	0.16
Th 234	0.00	0.00	0.22	0.55	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U 234	0.05	0.06	0.44	1.07	0.12	0.00	0.08	0.06	0.85	0.03	0.06
Th 230	0.09	0.10	0.42	0.93	0.15	0.12	0.12	0.09	1.82	0.08	0.10
Ra 226	11.20	11.64	10.66	9.00	10.80	8.99	11.85	11.01	21.04	5.15	11.46
Po 218	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 214	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 210	0.00	0.00	0.12	0.28	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Po 210	1.84	1.76	2.09	2.38	1.91	0.00	1.72	1.73	0.13	3.81	1.80
Pb 210	2.24	2.15	2.13	1.94	2.25	2.64	2.13	2.12	20.64	45.17	2.20
Th 232	12.10	12.95	11.93	10.25	11.55	15.11	13.36	12.08	11.07	5.64	12.57
Ra 228	12.82	12.61	12.20	10.30	12.79	3.23	12.47	12.20	25.52	5.89	12.80
Ac 228	0.00	0.00	0.04	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Th 228	0.58	0.59	1.46	3.72	0.70	0.64	0.61	0.54	4.01	0.48	0.60
Ra 224	0.57	0.55	0.54	5.21	0.61	0.00	0.54	0.54	3.35	0.26	0.56
Pb 212	0.04	0.03	0.36	0.38	0.13	0.00	0.04	0.03	0.24	0.19	0.03
Bi 212	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tl 208	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K 40	3.73	4.08	3.55	3.00	3.76	4.23	3.42	3.81	0.30	1.69	3.61
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**Tabelle 3.7.6.3-7: Potentielle Strahlenexposition durch die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser Anteil der Nuklide in Prozent der Jahresdosis für Kleinkinder (Fortsetzung)**

Nuklid	Magen	Milz	N.Nier.	Nieren	Ovarien	Pankr.	Kn.Mark	Schilddd	Thymus	Uterus	eff. Aeq
H 3	46.31	24.55	45.15	26.16	46.53	47.60	18.34	24.92	45.94	47.72	25.35
C 14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co 60	1.37	0.72	1.28	0.77	1.42	1.34	0.64	0.86	1.37	1.48	0.87
Sr 90	0.51	0.24	0.44	0.26	0.46	0.47	4.97	0.24	0.45	0.47	1.61
Ru 106	0.08	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05	0.02	0.03	0.05	0.06	0.10
Sb 125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I 129	0.07	0.03	0.05	0.05	0.03	0.04	0.03	41.06	0.24	0.05	1.42
I 131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.75	0.01	0.00	0.09
Cs 134	0.45	0.24	0.42	0.26	0.48	0.44	0.18	0.28	0.47	0.44	0.27
Cs 137	5.44	2.89	5.03	3.08	5.32	5.21	2.13	3.33	5.59	5.13	3.14
Pu 238	0.01	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00	1.43	0.00	0.00	0.00	1.39
Pu 239	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.26
Pu 240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.20
Am 241	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.18
Cm 244	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.59
U 238	0.18	0.08	0.14	3.23	0.16	0.15	0.42	0.09	0.15	0.14	0.57
Th 234	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
U 234	0.08	0.03	0.06	3.54	0.07	0.05	0.43	0.03	0.05	0.06	0.56
Th 230	0.11	0.05	0.09	0.05	0.09	0.09	1.10	0.06	0.09	0.09	0.71
Ra 226	11.12	5.89	10.38	6.28	10.70	10.94	17.04	6.74	11.50	10.97	13.27
Po 218	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb 214	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 214	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi 210	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Po 210	1.85	48.34	1.78	19.94	1.83	1.87	0.72	0.98	1.81	1.88	5.31
Pb 210	2.22	1.18	2.17	19.55	2.23	2.28	10.54	1.20	2.20	2.29	11.90
Th 232	12.04	6.37	11.02	6.78	11.36	11.62	10.22	7.60	12.61	10.92	10.39
Ra 228	12.72	6.80	12.29	7.19	12.66	12.95	23.19	7.09	12.73	12.87	15.73
Ac 228	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Th 228	0.61	0.30	0.52	0.32	0.54	0.55	2.95	0.35	0.60	0.55	1.93
Ra 224	0.57	0.30	5.49	0.32	0.61	0.58	2.39	0.30	0.56	0.58	1.74
Pb 212	0.06	0.02	0.03	0.09	0.05	0.04	0.17	0.02	0.03	0.04	0.15
Bi 212	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tl 208	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K 40	4.07	1.93	3.61	2.06	3.81	3.71	1.79	2.05	3.53	4.25	2.20
Summe=	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

### 3.7.7 Strahlenexposition im außerbetrieblichen Überwachungsbereich

Nach § 44 Abs. 1 StrlSchV darf die effektive Äquivalentdosis durch Direktstrahlung aus der Anlage unter Einbeziehung der nach § 45 zu erwartenden Strahlenexposition aus Ableitungen für keine Person im außerbetrieblichen Überwachungsbereich den Grenzwert von 1,5 mSv im Kalenderjahr überschreiten. Der Antragsteller gibt im Plan /1/ an, daß sich nach seinen Berechnungen durch Ableitungen mit Fortluft und Abwasser maximal ein Summenwert von 0,15 mSv/a ergibt und dementsprechend durch Direktstrahlung aus der Anlage maximal ein Beitrag von 1,35 mSv/a zulässig ist.

#### Bewertung

Zur Höhe der Strahlenexposition durch Direktstrahlung aus der Anlage haben wir ausführlich in Kap. 3.2 dieses Gutachtens Stellung genommen. Es bleibt in diesem Kapitel zu bewerten, ob der vom Antragsteller angenommene Beitrag aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit 0,15 mSv/a ausreichend hoch angesetzt ist.

Der Antragsteller hat bei seiner Angabe der maximal zu erwartenden effektiven Äquivalentdosis am Zaun durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus der Anlage offenbar die von ihm berechnete effektive Äquivalentdosis am jeweils ungünstigsten Aufpunkt für Abgaben mit der Fortluft und dem Abwasser summiert. Diese Vorgehensweise ist als sehr konservativ zu bezeichnen, da auszuschließen ist, daß eine Person gleichzeitig der maximalen Strahlenexposition durch Abgaben radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und durch Abgaben mit dem Abwasser ausgesetzt ist. Insbesondere wird dabei die Ingestion von pflanzlichen Nahrungsmitteln, Milch und Fleisch doppelt unterstellt. Der Antragsteller hat allerdings in seine Abschätzung den Beitrag durch Ableitung natürlicher radioaktiver Stoffe nicht einbezogen. Berücksichtigt man diesen Beitrag, so erhält man als Summe eine effektive Äquivalentdosis von maximal 0,132 mSv/a. Davon sind nach unseren Berechnungen 0,012 mSv/a wegen der doppelt angesetzten Ingestionsbeiträge abzuziehen, so daß sich ein Wert von 0,12 mSv/a ergibt und die Vorgabe des Antragstellers eingehalten wird.



## **4 Betrieb**

### **4.1 Abläufe im Normalbetrieb**

Der Antragsteller hat, in der Systembeschreibung Abruf und Einlagerungsvorgang /EU 226/, in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ und in der Rahmenbeschreibung Zechenbuch/Betriebshandbuch /E 316/ den Abruf von Abfallgebinden und ihren Einlagerungsvorgang beschrieben. In verschiedenen Systembeschreibungen werden außerdem das Auffahren und der Ausbau der Einlagerungskammern und Einlagerungstransportstrecken, die Versatztechnik sowie der Kammerabschluß dargestellt /EU 404, EU 413, EU 390/. Zur Technik des Auffahrens und des Ausbaus der Kammern und Strecken nehmen wir in diesem Gutachten nicht Stellung. Diese Arbeiten erfolgen von der Schachanlage Konrad 1 aus. Sie unterliegen ebenso wie die Versatztechnik und der Kammerabschluß den bergrechtlichen Bestimmungen und werden in der Stellungnahme des Oberbergamtes Clausthal-Zellerfeld beurteilt. Wir bewerten die Strahlenschutzmaßnahmen beim Einbringen des Versatzes und beim Errichten des Kammerabschlusses.

Durch Planung und Abruf will der Antragsteller erreichen, daß die Verweilzeiten der Gebinde auf dem Freigelände und über Tage möglichst gering sind und die Transporteinheiten innerhalb einer Schicht eingelagert werden können. Dazu werden die Transportgebinde zu einem vom Betreiber bestimmten Termin bestellt. Treten Verzögerungen auf, sind Ersatzmaßnahmen oder eine betriebliche Pufferlagerung vorgesehen (hierzu nehmen wir in Kap. 4.2 dieses Gutachtens Stellung).

Die LKW werden überprüft, vor der Umladehalle geparkt, nach Maßgabe des Betriebspersonals auf dem Betriebsgelände einzeln gereinigt, getrocknet und in der Umladehalle zum Entladen bereitgestellt. Nach dem Entladen werden gegebenenfalls leere Tausch- oder Transportpaletten auf den LKW geladen, der LKW wird freigemessen, fährt aus der Umladehalle und verläßt das Betriebsgelände.

Die vor dem Betriebsgelände bereitgestellten Eisenbahnwaggons werden mit dem Rangierfahrzeug nach Anforderung durch den Hauptleitstand auf das etwa 150 m lange Puffergleis neben der Umladehalle gezogen. Von dort werden je nach Länge zwei oder drei Waggons mit dem Rangierfahrzeug durch die Trocknungsanlage gefahren, werden vorher bei Bedarf gereinigt, und gelangen von dort in die Umladehalle. Die Freigabe zur

Einfahrt gibt das Personal im Steuerstand Trocknungsanlage. Die entladenen Waggons werden ggf. mit leeren Tausch- oder Transportpaletten beladen. Die freigemessenen Waggons werden aus der Umladehalle gefahren und auf dem Leergleis, das parallel zum Puffergleis liegt, bereitgestellt. Das Rangierfahrzeug wird von seinem Führerstand aus bedient. Die Weichen werden vom Steuerstand der Trocknungsanlage aus gestellt.

Die Schutzhauben der LKW werden in der Umladehalle mit dem Kran 2 abgehoben oder mit Hilfseinrichtungen weggeschoben. Bei den Waggons müssen die Schutzhauben mit Hilfseinrichtungen durch das Bedienungspersonal weggeschoben werden. Die Transporteinheiten werden mit dem Kran 1 einzeln auf Plateauwagen, die sich auf dem Gleis 6 befinden, umgesetzt. Kranfahrer bedienen die Krane aus den abgeschirmten Kranfahrerkanzeln. Die beladenen Plateauwagen werden mit der Flurförderanlage im Automatikbetrieb über die Gebindeeingangskontrolle bis in den Puffertunnel vor der Schachthalle transportiert und dort abgestellt.

Vom Puffertunnel aus werden die Plateauwagen mit der Flurförderanlage in der Schachthalle vor der Schachtsperre zum Beschicken des Fördergestelles bereitgestellt. Von dort zieht die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung die beladenen Plateauwagen auf die Drehscheibe und schiebt sie über die Drehscheibe durch das Schachttor auf den Absatzboden des Fördergestells. Der Anschläger steuert die Schachtbeschickung vom Leitstand an der Rasenhängebank. Sobald die Schachttore geschlossen sind und die Förderung freigegeben ist, wird der beladene Plateauwagen mit dem Fördergestell zum Füllort auf der 850-m-Sohle gefördert. Die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung am Füllort wird dort vom örtlichen Leitstand gesteuert. Sie zieht den beladenen Plateauwagen aus dem Fördergestell, schiebt ihn bis vor den Distanzhalter und setzt ihn dort fest. Der Portalhubwagen, der von dem örtlichen Leitstand am Füllort bedient wird, hebt das Gebinde vom Plateauwagen ab und setzt es auf dem Transportwagen, der sich auf der anderen Seite des Distanzhalters befindet, ab. Wenn sich der Portalhubwagen über dem Distanzhalter befindet, kann der Plateauwagen in das Fördergestell geschoben und zur Rasenhängebank gefördert werden.

Der Transportwagenfahrer kontrolliert das sichere Aufliegen der Transporteinheit von seiner Fahrerkabine aus. Nach Freigabe durch den Leitstand am Füllort fährt der Transportwagenfahrer den beladenen Transportwagen durch die Einlagerungstransportstrecke zur Einlagerungskammer. In der Entladekammer vor der Einlagerungskammer über-

nimmt das Stapelfahrzeug die Transporteinheit und stapelt sie in der Einlagerungskammer ein.

Tausch- oder Transportpaletten, die zum Transport von zylindrischen Gebinden dienen, werden in der Einlagerungskammer mit dem Stapelfahrzeug entladen und leer mit dem Transportwagen zum Füllort zurücktransportiert. Ebenso kann der Transportwagen Gebinde für radioaktive Betriebsabfälle zum Füllort transportieren.

Im Füllort hebt der Portalhubwagen die leere Tausch- oder Transportpalette oder den Behälter für radioaktive Betriebsabfälle von dem Transportwagen und setzt diese auf den Plateauwagen. Der beladene Plateauwagen wird von der Schachtförderanlage zur Rasenhängebank gefördert. An der Rasenhängebank entlädt eine zweite Aufzieh-/Abschiebevorrichtung das Fördergestell. Von der Schachtsperre führt die Flurförderanlage den Plateauwagen dem Gleis 5 in der Umladehalle zu. Die Tauschpalette wird freigemessen und in der Umladehalle zwischengelagert; der Plateauwagen wird solange auf dem Gleis 5 abgestellt, bis er auf dem Gleis 6 mit Transporteinheiten beladen werden soll.

Die Betriebsabfälle aus dem untertägigen Kontrollbereich werden auf dem Plateauwagen mit der Flurförderanlage über das Gleis 5 zum Sonderbehandlungsraum gefördert und dort unter Beachtung der Endlagerungsbedingungen konditioniert oder freigemessen und entsorgt.

Aufgrund der Anforderungen aus den Endlagerungsbedingungen, z.B. des 3-K-Kriteriums oder der Kritikalitätssicherheit, kann es erforderlich werden, daß Gebinde nicht unmittelbar eingelagert werden können, sondern zunächst in der Pufferhalle abgestellt werden müssen. Das Einlagern in die Pufferhalle wird in Kap. 4.2 dieses Gutachtens beschrieben.

### Bewertung

In Kap. 2.3.1 dieses Gutachtens haben wir Aufgabe und Funktion der Komponenten des Einlagerungssystems sowie die Auslegungsanforderungen untersucht und bewertet.

Bei den Betriebsabläufen und den Komponentenauslegungen ist berücksichtigt worden, daß sich das Bedienungspersonal nur selten in unmittelbarer Gebindenähe aufhalten muß oder durch Abschirmungen geschützt wird. Verbesserungen des Rangierbetriebes und der Entladung der Transportfahrzeuge haben wir in Kap. 2.3.1.2.2 dieses Gutachtens vorgeschlagen; Anforderungen an den Strahlenschutz des Personals sind in Kap. 3.4 dieses Gutachtens genannt. Zu dem für den Einlagerungsbetrieb erforderlichen Betriebshandbuch nehmen wir in Kap. 4.3 dieses Gutachtens Stellung. Bei Berücksichtigung unserer Auflagenvorschläge, die in den o. g. Kapiteln aufgeführt sind, haben wir keine Einwände gegen die vorgesehenen Betriebsabläufe.

## 4.2 Betriebsstörungen

Der Antragsteller hat den Einlagerungsablauf sowie die Maßnahmen bei Betriebsstörungen in der Systembeschreibung „Abruf und Einlagerungsvorgang“ /EU 226/, in der Systembeschreibung „Einlagerungssystem“ /EU 208/ und in der Rahmenbeschreibung für das Zechenbuch/Betriebshandbuch (ZB/BHB) /EU 316/ dargelegt.

Zu frühes Eintreffen der Transporteinheiten auf dem Betriebsgelände oder Verzögerungen bei der Anlieferung können sich auf den Betrieb der Anlage störend auswirken.

Als Parkpositionen bei der Anlieferung stehen für die LKW neun Parkplätze /EU 72.5, EU 208/ und für die Eisenbahnwaggons das Puffergleis zur Verfügung. Die Gebinde werden innerhalb einer Schicht entladen; eingelagert oder gepuffert; bei verspätet eintreffenden Gebinden wird das Anlieferfahrzeug lediglich in Empfang genommen und entladen /EU 226/. Der Ablieferer hat gegenüber dem Betrieb die Termine einzuhalten und ist verpflichtet, Störungen bei der Anlieferung zu melden.

Bei Störungen an dem Kran 1 in der Umladehalle, der LKW und Waggons entlädt, kann der Kran 2 die Aufgaben des Kranes 1 übernehmen. In der Zwischenzeit kann Kran 1 instandgesetzt werden. Ebenso kann der Kran 1 die Aufgaben des Kranes 2 bei Störungen übernehmen. Bei Störungen an der Flurförderanlage können die Gebinde gegebenenfalls auf bereitstehenden Plateauwagen oder auf dem Boden der Umladehalle abgesetzt werden. Bei ausgefallenem Querverschub kann einer der Krane eingesetzt, die



Eingangsmessung von Hand durchgeführt oder Gebinde auf einem Plateauwagen auf Gleis 10 zur Pufferung bereitgestellt werden /EU 226/. Bei Störungen an der Schachtbeschickung, an der Schachtförderanlage sowie an den untertägigen Systemen wird der Einlagerungsvorgang unterbrochen. Bei einer solchen Unterbrechung werden die Plateauwagen mit der Flurförderanlage zum Gleis 10 verbracht, wo die Transporteinheiten mit dem Seitenstapelfahrzeug aufgenommen und in der Pufferhalle abgestellt werden. In der Pufferhalle werden Stellplätze für mindestens drei Tagesanlieferungen freigehalten. Sollten Störungen länger als drei Tage dauern, wird die Anlieferung unterbrochen /EU 226, EU 316/.

In der Systembeschreibung Einlagerungssystem ist festgelegt, daß zwei Seitenstapelfahrzeuge vorhanden sind /EU 208/. Somit steht bei Ausfall eines Fahrzeuges ein weiteres zur Verfügung. Der Antragsteller sieht 25 Plateauwagen vor, wobei sich nur ein Plateauwagen im Fördergestell oder am Füllort befindet; die übrigen Plateauwagen stehen über Tage /EU 208/. Für den untertägigen Transport sind drei Transportwagen, für das Einlagern der Abfallgebände drei Stapelfahrzeuge vorgesehen /EU 208, EU 316/. Der Einlagerungsvorgang kann bei Ausfall eines Fahrzeuges weitergeführt werden, sofern die Einlagerungstransportstrecke nicht versperrt ist.

Krane, Seitenstapelfahrzeuge, Portalhubwagen und Stapelfahrzeuge sind mit Einrichtungen versehen, die es ermöglichen, eine Last bei Störungen an der Hubeinrichtung von Hand abzusetzen. Seitenstapelfahrzeuge, Stapelfahrzeuge und Transportwagen werden mit jeweils zwei Abschleppösen ausgerüstet.

Falls Gebinde beschädigt angeliefert oder beim Einlagerungsablauf beschädigt werden, sieht der Antragsteller im Sonderbehandlungsraum Einrichtungen vor, damit diese Gebinde instandgesetzt oder zu einem endlagerungsfähigen Gebinde konditioniert werden können.

Gebinde, deren endlagerbarkeit nicht hergestellt werden kann, werden in bereitgestellte Container gesetzt, die einen sicheren Einschluß und Rücktransport gewährleisten /EU 84/.

Über Tage und unter Tage sind Werkstätten vorgesehen, in denen die maschinentechnischen Einrichtungen instandgesetzt werden können /EU 208, EU 279, EU 422/.

### Bewertung

Wir haben die Maßnahmen bei anomalem Betrieb daraufhin überprüft, ob ausreichende Vorsorge getroffen ist, die Strahlenbelastung des Personals und der Umgebung so gering wie möglich zu halten. Im folgenden beurteilen wir den Einlagerungsvorgang und die Vorsorgemaßnahmen bei anomalem Betrieb.

Die Festlegungen des Antragstellers für die Anlieferung der Transporteinheiten sind ausreichend, damit die LKW oder Waggons nicht unnötig lange auf dem freien Betriebsgelände stehen. Für LKW und Waggons, die vor Schichtbeginn eintreffen, muß eine Regelung getroffen werden, damit sie unverzüglich auf dem Betriebsgelände abgestellt werden können /AV 4.2-1/.

Die Maßnahmen bei Störungen an der Flurförderanlage sind nicht im einzelnen beschrieben worden. Grundsätzlich können zwar die Transporteinheiten in der Umladehalle abgestellt oder Ersatzmaßnahmen getroffen werden. Allerdings muß dies im Blick auf die notwendige Strahlenschutzvorsorge und die Vorsorge zur Vermeidung von Störfällen bei der Instandsetzung im Zechenbuch/Betriebshandbuch festgelegt werden. Die Festlegungen sind vor Aufnahme des Betriebs des Endlagers einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen /AV 4.2-2/.

Bei Störungen am Kran in der Umladehalle können die Katze von Hand verfahren und die Last von Hand abgesetzt werden. Durch eine manuelle Einrichtung wird sichergestellt, daß auch der Kran selbst bei Störungen verfahren werden kann. Bei Störungen kann der Spreader vom Gebinde von Hand gelöst werden /EU 310/. Unter diesen Voraussetzungen kann der defekte Kran außerhalb des Strahlenfeldes eines Gebindes repariert werden und der Arbeitsbereich ist frei für den anderen Kran.

Störungen im Bereich des Puffertunnels sowie die Maßnahmen zur Behebung der Störung sind vom Antragsteller nicht näher untersucht worden. Allerdings kann die obere Abdeckung des Puffertunnels bei Störungen durch einen Kran der Umladehalle abgehoben werden /EU 208/, um die dort gepufferten Plateauwagen entladen und aus diesem Bereich entfernen zu können. Damit können Störungen im Bereich des Puffertunnels sicher behoben werden.

Bei Ausfall der Prüfposition "Kontaminations- und Dosisleistungsmessung" wird die Eingangskontrolle manuell durchgeführt. Die Maßnahmen bei Störungen in der Eingangskontrolle und bei Anlieferung nicht spezifikationsgerechter Gebinde sind in der Systembeschreibung Abruf und Einlagerungsvorgang /EU 226/ ausreichend dargestellt.

In der Schachthalle und im Förderturm sind Krane mit Tragfähigkeiten von jeweils 25 t vorhanden. Mit diesen Kranen können Störungen im Bereich der Schachtbeschickung sowie am Fördergestell behoben werden. Der Antragsteller hat die Randbedingungen für ihren Betrieb nicht näher dargelegt. Das Zechenbuch/Betriebshandbuch ist entsprechend zu ergänzen (vgl. AV 4.2-2).

Störungen an der Schachtbeschickung und an der Fördermaschine sowie an den Schachteinbauten führen zum Stillsetzen der Schachtbeschickung und der Fördermaschine. Die sicherheitstechnisch wichtige Randbedingung ist, daß das Fördergestell abgebremst und gehalten wird. Die Schachtförderanlage ist so ausgelegt, daß sie sicher stillgesetzt werden kann. Über Anweisungen und Arbeitspläne kann im späteren Betrieb sichergestellt werden, daß bei der Störungsbehebung die Bremswirkung nicht unwirksam gemacht wird und daß immer ein ausreichendes Brems- oder Motormoment zur Verfügung steht oder Fördergestell und Gegengewicht abgefangen werden (vgl. AV 4.2-2). Die Fördermaschine kann nach Ausfall der elektrischen Energieversorgung und dem damit verbundenen Stillsetzen der Anlage wieder in Betrieb genommen werden, sobald die zweite Einspeisung zugeschaltet ist (vgl. Kap. 2.3.1 dieses Gutachtens). Darüber hinausgehende Maßnahmen, z. B. das Fördergestell über Notmaßnahmen zu den Anschlägen zu verfahren, halten wir unter Strahlenschutz Gesichtspunkten für nicht erforderlich. Dies kann nach Behebung der Störung erfolgen.

Im Bereich der Schachtbeschickung am Füllort ist ein Kran vorhanden, der zur Reparatur eingesetzt werden kann. Detaillierte Festlegungen zum Vorgehen bei Reparaturen wurden noch nicht getroffen. Das Zechenbuch/Betriebshandbuch ist entsprechend zu ergänzen (vgl. AV 4.2-2).

Am Füllort auf der 850-m-Sohle kann der Portalhubwagen bei Störungen von Hand weitergefahren werden, und die Last kann manuell abgesenkt werden. Nach Abset-

zen der Last werden der Einlagerungsvorgang abgebrochen und der Portalhubwagen repariert. Störungen am Plateauwagen und an der Schachtbeschickung sowie das Beheben dieser Störungen wurden vom Antragsteller nicht detailliert dargelegt. Entsprechende Festlegungen müssen in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufgenommen werden (vgl. AV 4.2-2).

Bei Störungen am Stapelfahrzeug können die Last abgesenkt und die Lastaufnahmeeinrichtung von der Transporteinheit gelöst werden. Da jeweils drei Fahrzeuge vorhanden sind, kann bei Ausfall eines Fahrzeuges der Betrieb mit einem anderen Fahrzeug fortgesetzt werden. Dies gilt auch für den Betrieb der beiden vorhandenen Seitenstapelfahrzeuge. Es sind die technischen Möglichkeiten vorhanden, defekte Fahrzeuge aus dem Bereich der abgesetzten Last zu schleppen und die Reparaturen außerhalb der Strahlenfelder vorzunehmen. Die in solchen Fällen notwendigen Betriebsabläufe müssen noch im Detail festgelegt und in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufgenommen werden (vgl. AV 4.2-2).

Der Transportwagen kann nur am Füllort mit dem Portalhubwagen oder im Bereich der Einlagerungskammer vom Stapelfahrzeug entladen werden. Er muß deshalb bei Störungen entweder in der Einlagerungstransportstrecke instandgesetzt oder zu den genannten Endpunkten der Einlagerungstransportstrecke geschleppt werden. Da zwei weitere Transportwagen vorhanden sind, halten wir dieses für möglich. Die Maßnahmen und Randbedingungen sind vom Antragsteller im Zechenbuch/Betriebshandbuch festzulegen (vgl. AV 4.2-2).

Störungen, die zu einer Strahlenexposition des Betriebspersonals führen, können an allen technischen Systemen auftreten, die unmittelbar dem Transport oder der Einlagerung der Gebinde dienen (z.B. Kräne, Transportfahrzeuge). Weiterhin kann es zu einer Strahlenexposition bei der Instandsetzung von ortsfesten Systemen in Räumen kommen, in denen Gebinde lagern oder transportiert werden. Außer den Gebinden gibt es keine Komponenten oder Systeme, die durch Direktstrahlung zu einer merklichen Strahlenexposition führen können.

Reparaturarbeiten bei Störungen können nicht in allen Fällen so vorbereitet werden, daß sie außerhalb des Strahlungsfeldes von Gebinden stattfinden. Beispielsweise müssen ortsfeste Systeme, z.B. das Batterieladesystem in der Pufferhalle, unter

Umständen im Strahlenfeld von Gebinden repariert werden. In diesen Fällen kann der Einsatz von mobilen Abschirmungen erforderlich sein. Solche Abschirmungen werden vorgehalten /EU 281/. Die Tragfähigkeit des Fußbodens ist in allen Räumen des Kontrollbereichs ausreichend groß, um derartige Abschirmungen aufzustellen (vgl. Kap. 2.2 dieses Gutachtens).

Instandhaltungsarbeiten am Manipulator für Kontaminationstests oder an der automatischen Dosisleistungsmeßstelle der Gebindeeingangskontrolle können ebenfalls hinter Abschirmungen ausgeführt werden. Sie können auch zu Zeiten erfolgen, an denen sich keine Abfallgebinde in der Nähe befinden. Der Strahlenschutz des Personals bei diesen Maßnahmen kann somit sichergestellt werden. Allerdings ist geplant, bei einem Ausfall dieser Meßstellen die Einlagerung und Pufferung der Abfallgebinde vor der Instandsetzung fortzusetzen. Die Messungen und die Probenahme sollen dann manuell erfolgen. Nach der Rahmenbeschreibung "Anomaler Betrieb" erfolgen diese Arbeiten nach den Festlegungen der Instandhaltungsordnung /EU 316/. Dadurch ist der Strahlenschutzbeauftragte an der Entscheidung über die erlaubte Dauer solcher Maßnahmen beteiligt.

In Rohrleitungen und Behältern des Abwassersystems ist mit Kontamination zu rechnen. Bei Arbeiten an diesen Systemen muß daher der Strahlenschutzbeauftragte entsprechende Schutzmaßnahmen (Schutzkleidung, gegebenenfalls gezielte Luftabsaugung und Atemschutz) veranlassen. Schutzkleidung und Geräte werden in ausreichendem Maße vorgehalten /EU 173, EU 281/. Demnach ist die notwendige Strahlenschutzvorsorge auch für diese Arbeiten getroffen.

Die Systeme und Komponenten sind insgesamt so ausgelegt, daß Reparaturmaßnahmen überwiegend außerhalb des Strahlenfeldes der Gebinde und ohne die Kontamination von Personen durchgeführt werden können, wenn angrenzende Systeme und Komponenten funktionsfähig sind. Damit ist nach unserer Auffassung ausreichend Vorsorge für den Schutz des Personals bei der Behebung von Betriebsstörungen getroffen. Welche Vorgehensweise im Einzelfall für den Schutz des Personals am günstigsten ist, wird unter Mitwirkung des Strahlenschutzbeauftragten festgelegt.

Gebinde, die nicht den Endlagerbedingungen entsprechen, werden im Einlagebetriebsbetrieb nur in Sonderfällen vorkommen. Wir sind mit dem Antragsteller der Ansicht, daß nicht für jeden Einzelfall schon im voraus das Vorgehen geplant werden kann. Wir halten daher das Verfahren für sinnvoll, anhand von Entscheidungskriterien den weiteren Ablauf bei der Behandlung solcher Gebinde festzulegen (vgl. Kap. 3.4.5.2 und 4.3 dieses Gutachtens).

### **4.3 Betriebliche Organisation**

In diesem Kapitel behandeln wir das allgemeine Organisationskonzept, das deshalb besondere Bedeutung hat, weil das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) als Betreiber des Endlagers die gesamte Betriebsführung auf die "Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE)" überträgt. Desweiteren betrachten wir die Betriebsorganisation der mit dem Bau und dem Betrieb des Endlagers befaßten Organisationseinheiten der DBE. Da die Endlagerung in einem Bergwerk erfolgt, muß ein Gesamtkonzept für die Betriebsvorschriften gefunden werden, das sowohl die Belange des Berg- als auch des Atomrechts berücksichtigt. In diesem Gutachten prüfen wir für den atomrechtlichen Bereich, ob die hier geltenden Vorschriften und das internationale Regelwerk erfüllt werden können.

#### **4.3.1 Allgemeines Organisationskonzept**

Im Rahmen der Zuständigkeitsregelung des § 23 Atomgesetz /2/ tritt das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) im anstehenden Planfeststellungsverfahren als Antragsteller auf, der das Endlager plant, errichtet und später betreibt. Es macht dabei von der in § 9a Abs. 3 Atomgesetz eröffneten Möglichkeit Gebrauch, sich zur Erfüllung seiner Pflichten eines Dritten zu bedienen. Dies ist die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe m.b.H. (DBE), die einen wesentlichen Teil der Aufgaben vom BfS übernimmt. Dem BfS verbleiben dabei die Pflichten des Unternehmers, das die Genehmigung innehat und dafür sorgen muß, daß das beauftragte Unternehmen nach seinen Vorgaben entsprechend der Planfeststellung handelt. Daraus ergeben sich hinsichtlich der Übertragung von Verantwortung und der Überwachung der ausgeführten Arbei-

ten außergewöhnliche Beziehungen zwischen Unternehmer und beauftragtem Unternehmen.

Während § 19 Atomgesetz Anlagen nach § 7 Atomgesetz staatlicher Aufsicht unterwirft, die nach § 24 Atomgesetz die obersten Landesbehörden im Auftrag des Bundes ausüben, sieht das Gesetz eine solche staatliche Aufsicht für ein durch den Bund zu betreibendes Endlager nicht vor. Gleichwohl entspricht es allgemeiner Erwartung, daß auch staatliches Handeln bei der Errichtung und dem Betrieb eines Bundesendlagers zumindest im Wege einer Eigenaufsicht überwacht wird. Allgemeine Praxis ist eine strikte Trennung zwischen Betreiber einerseits, Genehmigung und Aufsicht andererseits. So sieht es auch das internationale Regelwerk vor, in dem zum Beispiel die International Atomic Energy Agency (IAEA) in den Safety Standards (Safety Series No. 50-C-G, Rev 1) /166/ die Rolle der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden beschreibt. Insbesondere im Abschnitt 3 schildert sie das auch in der deutschen Praxis angewendete Verfahren, wobei die Ziffern 303 und 304 die Unabhängigkeit der Aufsichtsbehörde vom Antragsteller und Genehmigungsinhaber deutlich machen.

Das allgemeine Organisationskonzept muß folglich die Aufgabenbereiche des Unternehmers (BfS), des beauftragten Unternehmens (DBE) und der Eigenaufsicht berücksichtigen. Diese Aufgabenbereiche müssen eindeutig beschrieben sein; sie müssen in klaren, eindeutigen Beziehungen zueinander stehen.

Die Rahmenbeschreibung zur Verantwortung des Bundesamtes für Strahlenschutz für das Enlager Konrad und Überwachung der Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe m.b.H. /EU 435/, ergänzt durch eine schriftliche Erklärung des BfS zur Eigenüberwachung /56/, beschreibt dieses Konzept.

### Bewertung

Die geschilderte Organisationsstruktur /EU 435/ weist innerhalb des BfS zwei Verantwortungslinien auf, die beide vom Präsidenten des BfS und dem ihn ständig vertretenden Vizepräsidenten ausgehen.

Die eine Verantwortungslinie führt unmittelbar zur Fachgruppe Produktkontrolle im Fachbereich ET II. Ihr wird die atomrechtliche Verantwortung dafür übertragen, daß sie nur solche Abfallgebinde zur Endlagerung freigibt, deren Inhalt spezifiziert und korrekt dokumentiert ist und die Endlagerungsbedingungen erfüllt.

Die zweite Verantwortungslinie überträgt atom- und bergrechtliche Verantwortung unmittelbar zum Fachbereich ET I - Endlagerprojekte; Betrieb -. Der Fachbereich nimmt Überwachungsaufgaben über die Errichtung und den Betrieb des Endlagers sowie im Rahmen der Kooperations- und Betriebsführungsverträge über die Tätigkeit der DBE als dem beauftragten Unternehmen wahr. Er bildet die Schnittstelle zur DBE. In bergbaufachlichen Belangen steht dem Fachbereichsleiter eine Stabsstelle ET BÜ zur Verfügung. Sie wacht über die Einhaltung einschlägiger Vorschriften, Regeln und Richtlinien im Rahmen der genehmigten Betriebspläne.

Der Fachbereichsleiter ET I bestellt den Werksleiter der DBE als atom- wie auch als bergrechtlich verantwortliche Person. Beide bestellen bei der DBE einvernehmlich weitere nach Atom- und Bergrecht verantwortliche Personen, in deren Arbeitsverträgen mit DBE ein Weisungsrecht des Fachbereichsleiters ET I hinsichtlich der Erfüllung ihrer atom- und bergrechtlichen Aufgaben festgelegt ist. Auf diese Weise lassen sich die Anweisungen des BfS als verantwortlichem Unternehmer auch beim beauftragten Unternehmen durchsetzen, zumal der dem Werksleiter übergeordneten Geschäftsführung der DBE weder atom- noch bergrechtliche Verantwortung für die Errichtung und den Betrieb des Endlagers zugewiesen ist.

Der Werksleiter mit dem Betriebsführer als seinem Vertreter stellt seitens der DBE die Schnittstelle zum BfS dar. Damit laufen alle die Errichtung und den Betrieb des Endlagerbergwerks Konrad betreffenden atom- und bergrechtlichen Verantwortungswege in direkter Linie vom Präsidenten des BfS über dessen Fachbereich ET I zur Werksleitung der DBE und von dort in die nachgeordnete Hierarchie des beauf-



tragten Unternehmens. Eine Ausnahme bildet lediglich die Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten, die der Strahlenschutzverantwortliche - der Präsident des BfS - entsprechend den Forderungen der Strahlenschutzverordnung unmittelbar vornimmt.

Die in den beiden erwähnten Organisationseinheiten des BfS wie auch in der Werksleitung der DBE getroffenen Vertretungsregelungen schließen Kompetenzverlagerungen aus.

Die beschriebenen Verknüpfungen beruhen auf den zwischen BfS als Unternehmer und DBE als beauftragtem Unternehmen geschlossenen Kooperations- und Betriebsführungsverträgen. Diese sichern dem BfS umfangreiche Kontroll- und Überwachungsrechte zu, die eine Betriebsführung im Sinne des Genehmigungsinhabers gewährleisten sollen /EU 435/.

An anderer Stelle (Qualitätssicherungsprogramm /EU 162/ und Qualitätsmanagement-Rahmenbeschreibung /EU 465/) werden in anderem Zusammenhang zwei dem Vizepräsidenten des BfS unmittelbar zugeordnete Organisationseinheiten erwähnt, die ausschließlich mit Arbeiten für Endlagerprojekte und Endlager befaßt sind:

- Qualitätssicherungsüberwachung (QSÜ) und
- Eigenüberwachung (EÜ).

Beide arbeiten fachlich weisungsfrei.

Die Qualitätssicherungsüberwachung (QSÜ) nimmt ausschließlich die im Qualitätssicherungshandbuch (QSH) beschriebenen Qualitätssicherungsaufgaben beim BfS wahr, macht QS-Vorgaben für beauftragte Unternehmen und überwacht deren korrekte Anwendung.

Eine schriftliche Erklärung des BfS /56/ nennt unter Bezug auf §§ 19 und 20 Atomgesetz die Aufgaben und Kompetenzen der Eigenüberwachung. Danach hat die EÜ das Recht, sich von den anderen Organisationseinheiten des BfS, von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und von der DBE informieren zu lassen oder andere, auch externe Informationsquellen, z.B. unabhängigen Sachverständigen entsprechend § 20 Atomgesetz, zu nutzen, um sich ein Urteil darüber zu bil-

den, ob und inwieweit das BfS die Randbedingungen des Planfeststellungsbeschlusses einhält. Insbesondere wird auf Änderungen hingewiesen, die nicht eines Änderungsverfahrens zum Planfeststellungsbeschuß bedürfen. Derartige Änderungen werden durch "aufsichtliche Zustimmung" der EÜ /56/ nach einem Verfahren sanktioniert, das in einer Qualitätsmanagement-Rahmenbeschreibung (QMR0004) /EU 465/ festgelegt ist. Die Eigenüberwachung verfügt über die Mittel, ihre Aufgaben unmittelbar oder mittelbar umfassend wahrzunehmen.

Die Beschreibung der Betreiber- und Aufsichtsfunktionen des BfS, der Aufgabenbereiche beim BfS und deren Verknüpfung mit der DBE sowie die Darstellung der Verantwortungswege /EU 435/, die aus den Kooperations- und Betriebsführungsverträgen erwachsen, machen nach unserer Auffassung eine konfliktfreie Zusammenarbeit zwischen BfS als Unternehmer und Genehmigungsinhaber und DBE als beauftragtem Unternehmen möglich.

Darüberhinaus erfüllt das BfS mit der Übertragung der zu erfüllenden Pflichten auf die Eigenüberwachung im Sinne einer staatlichen Aufsicht /56/ die Anforderungen der erwähnten IAEA-Safety Standards /166/ (siehe oben). Eine in der erläuterten Weise arbeitsfähige Eigenüberwachung schafft die erforderlichen Voraussetzungen für die Trennung von Betreiberpflichten und staatlicher Aufsicht durch das BfS nach den Vorgaben des internationalen Regelwerks.

### 4.3.2 Zweck und Umfang betrieblicher Vorschriften

Errichtung und Betrieb des Endlagers Konrad unterliegen sowohl bergrechtlichen als auch atomrechtlichen Vorschriften. Die bergrechtlichen Vorschriften verlangen die Anlage eines Zechenbuches, das - anders als ein z.B. für ein Kernkraftwerk übliches Betriebshandbuch - über den nach der KTA-Regel 1201 /146/ definierten Inhalt hinaus auch die Genehmigungs-, Qualitäts- und Betriebsdokumentation enthält. Dieses Zechenbuch wurde bereits nach Vorgaben der Bergbehörde angelegt, als die Grube Konrad zur Eisenerzförderung erschlossen und betrieben wurde. Die aus Berg- und Atomrecht herrührenden Anforderungen haben jeweils für ihren Geltungsbereich prinzipiell gleichartige Ziele, sie werden aber unterschiedlich erfüllt.

Nach der KTA-Regel 1201 "Anforderungen an das Betriebshandbuch" /146/ muß das Betriebshandbuch alle betriebs- und sicherheitstechnischen Anweisungen an das Schichtpersonal sowie das sonstige Leitstandspersonal enthalten, die für den Normalbetrieb sowie zur Beherrschung des anomalen Betriebes ebenso wie für Störfälle gelten. Es muß außerdem alle Betriebsordnungen enthalten. Die Regel gibt an, in welcher Art und Weise und in welchem Detaillierungsgrad diese Angaben zu machen sind. Zweck der in der Regel erhobenen Anforderungen an das Betriebshandbuch ist es, klare und unmißverständliche Beschreibungen für die gesamte Betriebsorganisation und eindeutige Handlungsanweisungen für die Betriebsabwicklung zu geben sowie die Grenzen zu nennen, innerhalb derer der Betrieb geführt werden darf. Auch wenn die Regel sich auf Kernkraftwerke bezieht, läßt sie sich sinngemäß auf andere kerntechnische Anlagen anwenden, weil sich die sachlichen Hintergründe für die hier formulierten Anforderungen gleichen.

Um darzulegen, daß er den Belangen von Berg- und Atomrecht hinreichend genügt, legte der Antragsteller eine Unterlage "Aufgabe und Aufbau Zechenbuch/Betriebshandbuch" /EU 429/ vor, das die Grundlage für die Erarbeitung der Betriebsvorschriften bildet und insbesondere die Verknüpfung von Zechenbuch (ZB) und Betriebshandbuch (BHB) zu einer gemeinsamen, allgemeingültigen Vorschrift bildet. Diese Unterlage beschreibt das Gesamtkonzept für das Zechenbuch/Betriebshandbuch (ZB/BHB). Das Gesamtkonzept richtet sich in seiner Gliederung zunächst an dem von der Bergbehörde als verbindlich erklärten "Hauptbetriebsplan Konrad" aus und sieht vor, dem als "Zechenbuch" bezeichneten Teil der Betriebsvorschriften einen weiteren als "Betriebshandbuch" bezeichneten Teil anzuschließen, mit dem im wesentlichen die Anforderungen der KTA-Regel 1201 /146/ erfüllt werden sollen.

### Bewertung

Der Antragsteller legt im Gesamtkonzept /EU 429/ dar, daß das nach Bergrecht erforderliche und bereits vorhandene Zechenbuch fortgeschrieben, der Inhalt des neu anzulegenden Betriebshandbuches indessen zunächst lediglich in einer Rahmenbeschreibung dargestellt wird. Diese Rahmenbeschreibung /EU 316/ geht auf jedes einzelne Kapitel des Betriebshandbuchs ein und enthält in der Form einer Spezifikation Vorgaben für deren Gliederung, Inhalt und Darstellungsweise. In einzelnen Kapi-

tein geht die Rahmenbeschreibung bereits über den Rahmen einer Spezifikation hinaus und kann mit teilweise nur geringfügigen Ergänzungen später als Teil des Betriebshandbuchs übernommen werden.

Detaillierte Betriebsvorschriften lassen sich nur dann formulieren, wenn Betriebsanlagen, Betriebsmittel, Betriebsweisen und Betriebsabläufe in allen Einzelheiten hinreichend bekannt sind. Das kann aber im Planungszustand nur zu einem kleinen Teil in ausreichendem Maße erreicht werden. Insgesamt halten wir deshalb die vorgestellte Vorgehensweise für sinnvoll, weil sich so beide Bestandteile dieser wichtigen Betriebsunterlage aus Vorhandenem weiterentwickeln oder nach den Vorgaben einer Spezifikation nach Planfeststellung im Zuge der Realisierung des Gesamtvorhabens formulieren lassen. Dieses Gutachten enthält daher zahlreiche Aufslagenvorschläge, die bei der endgültigen Formulierung des Zechenbuchs/Betriebshandbuchs (ZB/BHB) beachtet werden müssen.

Rechtzeitig vor Aufnahme des Einlagerungsbetriebs müssen die in den Rahmenbeschreibungen genannten Kapitel des Zechenbuchs/Betriebshandbuchs einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung darauf vorgelegt werden, ob die in den Rahmenbeschreibungen und anderen dem Planfeststellungsverfahren zugrundeliegenden Unterlagen gestellten Anforderungen vollständig erfüllt, die Nebenbestimmungen des Planfeststellungsbeschlusses in der endgültigen Fassung des Zechenbuchs/Betriebshandbuchs berücksichtigt, und die aus der Inbetriebsetzung gewonnenen Erkenntnisse verwertet wurden /AV 4.3-1/.

### **4.3.3 Gliederungskonzept für das Zechenbuch/Betriebshandbuch (ZB/BHB)**

Um den Belangen des Berg- und Atomrechts zu genügen, enthält das Zechenbuch/Betriebshandbuch folgende Hauptkapitel:

0. Hauptkapitel - "Allgemeine Angaben für alle Betriebsbereiche"  
(Zechenbuch)
1. Hauptkapitel - "Untertagebetrieb" (Zechenbuch)
2. Hauptkapitel - "Tagesbetrieb" (Zechenbuch)

3. Hauptkapitel - "Betriebshandbuch"
  - 3.10 Kapitel
    - Sicherheitstechnischer Rahmen
  - 3.20 Kapitel
    - Betriebstechnischer Rahmen
4. Hauptkapitel - "Anweisungen"  
Betriebsanweisungen und Dienstanweisungen
5. Hauptkapitel - "Betriebsbuch/Prüfhandbuch"  
Wiederkehrende Prüfungen an Anlagenteilen, Systemen und Komponenten
6. Hauptkapitel - "Betriebsdokumentation"

Die dargestellte Gliederung /EU 429/ berücksichtigt die Anforderungen des Berg- und des Atomrechts derart, daß das vorhandene Zechenbuch entsprechend dem Hauptbetriebsplan Konrad mit den Hauptkapiteln 0, 1 und 2 fortgeschrieben wird. Das daran anschließende Hauptkapitel 3 mit dem Titel "Betriebshandbuch" enthält im wesentlichen die Festlegungen, die gemäß KTA-Regel 1201 erforderlich sind. Dieser Teil unterscheidet einen sicherheits- und einen betriebstechnischen Rahmen (Kapitel 3.10/3.20).

Der sicherheitstechnische Rahmen besitzt den Charakter der in KTA 1201 definierten Sicherheitsspezifikation, der im Planfeststellungsbeschluß in der Form der Rahmenbeschreibungen /EU 316/ festgelegt werden soll. Das Hauptkapitel 4 umfaßt Anweisungen für das Personal, während das Hauptkapitel 5 das Betriebsbuch gemäß bergrechtlichen Vorschriften mit dem Prüfhandbuch entsprechend KTA-Regel 1202 /233/ zusammenfaßt. In diesem Kapitel bildet die im Prüfhandbuch enthaltene Prüfliste wiederum einen Teil des sicherheitstechnischen Rahmens. Den Abschluß bildet das Hauptkapitel 6 mit der Betriebsdokumentation.

Die Gliederung folgt für den Teil des Zechenbuchs, d.h. für die Hauptkapitel 0, 1 und 2, den bergrechtlichen Vorgaben, zu denen wir uns bis auf eine Ausnahme hier nicht äußern (vgl. Kapitel 4.3.4.1 und AV 4.3-3 dieses Gutachtens). Das Hauptkapitel 3 des ZB/BHB enthält alle Bestandteile, die für den sicheren Betrieb einer kerntechnischen Anlage zu fordern sind. Produktkontrolle und Eingangskontrolle bilden dabei notwendige Voraussetzungen für einen störungsfreien Endlagerbetrieb. Während die Produktkontrolle die Gewähr dafür bietet, daß die Abfallkonditionierung spezifikationsgerecht erfolgt,

somit der Anlieferung der Abfallgebinde vorausläuft, ist die Eingangskontrolle Bestandteil der betrieblichen Abläufe. Sie soll sicherstellen, daß spezifikationsgerechte, unbeschädigte, handhabungsfähige Abfallgebinde angeliefert und eingelagert werden und dient dem Schutz des Betriebspersonals. Somit ist lediglich der Nachweis der erfolgten Produktkontrolle und ihrer Ergebnisse Bestandteil der Eingangskontrolle. Mithin gehört die Eingangskontrolle in den Bereich des ZB/BHB, wogegen die Produktkontrolle im Aufgabenbereich des BfS liegt (vgl. Kap. 2.5.3 dieses Gutachtens) und deshalb nicht in dem für den Betrieb des Endlagers Konrad gültigen ZB/BHB geregelt wird.

Da unsachgemäße Behandlung des Lagergutes, betriebliche Störungen oder Störfälle bei den Einlagerungsvorgängen nicht auszuschließen sind, müssen die im ZB/BHB insbesondere im Hauptkapitel 3 zusammengefaßten Betriebsvorschriften alle jene Verantwortlichkeiten und Betriebsvorgänge regeln, die Voraussetzung für den bestimmungsgemäßen Betrieb sind und darüber hinaus die nötigen Vorgaben treffen, um bei Störfällen den Forderungen der Strahlenschutzverordnung hinsichtlich der erforderlichen Vorsorge gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV sowie dem Minimierungsgebot gemäß § 28 Abs. 1 StrlSchV /4/ zu genügen.

Mit diesen Abgrenzungen und der Feststellung, daß alle rein bergbaulichen Betriebsvorgänge über das Zechenbuch geregelt werden, läßt sich der nach KTA-Regel 1201 sinngemäß zu erfassende Teil der Betriebsvorschriften beschreiben.

Die in der KTA-Regel 1201 zur Sicherheitsspezifikation erklärten und im sicherheitstechnischen Rahmen des ZB/BHB (Kapitel 3.10) zusammengefaßten Teile der Betriebsvorschriften sind einerseits die Betriebsordnungen, die sich im wesentlichen mit der Beschreibung der Aufgabenverantwortlichkeiten und Befugnisse des Betriebspersonals befassen, andererseits die für den sicherheitstechnisch einwandfreien Betrieb notwendigen und einzuhaltenden Randbedingungen. Zu diesem Kapitel gehören auch die Verhaltens- und Betriebsweisen bei anomalem Betrieb und bei Störfällen.

Für die Einzeltitel des Kapitels 3.10 gibt es Rahmenbeschreibungen /EU 316/. Diese unterliegen der Planfeststellung /EU 429/. Wir gehen auf die einzelnen Rahmenbeschreibungen im folgenden Kapitel 4.3.4 dieses Gutachtens ein.

Der betriebstechnische Rahmen (Kapitel 3.20) baut auf dem sicherheitstechnischen Rahmen auf. Er wird Darstellungen zum ungestörten Einlagerungsbetrieb sowie zum Betrieb der dazu erforderlichen Komponenten und Systeme enthalten. Da sich die Komponenten und Systeme derzeit noch in der Planung befinden, kann der betriebstechnische Rahmen hier lediglich in groben Umrissen beschrieben werden. Die Grundlage dazu bildet u.a. die "System- und Komponentenbeschreibung Einlagerungssystem" /EU 208/. Über die am Einlagerungsbetrieb beteiligten Systeme und Komponenten hinaus wird der betriebstechnische Rahmen weitere, im Gliederungskonzept jedoch noch nicht im einzelnen beschriebene Systeme erfassen. Das sind:

- Versatzsystem unter Tage,
- raumluftechnische Anlagen,
- Bewetterung mit Hauptgrubenlüfter,
- Sonderbewetterung unter Tage,
- Wasserver- und -entsorgungssystem,
- Energieversorgungssystem,
- Leitsysteme,
- Kommunikationssystem.

Hierzu wird es auch im Zechenbuch (Hauptkapitel 1 und 2) laut Gliederungskonzept Einzelabschnitte geben. Die einzelnen Beschreibungen im Kapitel 3.20 werden erst nach Planfeststellung erarbeitet. Sie werden nach den Festlegungen des Gliederungskonzeptes von der Bergbehörde als Aufsichtsbehörde sowie der Eigenüberwachung des BfS, gegebenenfalls unter Beteiligung unabhängiger Sachverständiger, auf Übereinstimmung mit den Vorgaben aus sicherheits- und betriebstechnischem Rahmen sowie den Komponentenspezifikationen geprüft /EU 429/.

Das Hauptkapitel 4 "Anweisungen" faßt sämtliche Betriebs- und Dienstanweisungen für das Betriebspersonal des Endlagers zusammen. Hierzu gehören Anweisungen, die einerseits auf bergrechtlichen Vorgaben, andererseits auf Bestimmungen beruhen, die aus dem sicherheits- und betriebstechnischen Rahmen herrühren.

In ähnlicher Weise soll das Hauptkapitel 5 „Betriebsbuch/ Prüfhandbuch“ alle Vorschriften für wiederkehrende Prüfungen aufnehmen. Das Gliederungskonzept /EU 429/ weist

im Kapitel 3.10 - somit im sicherheitstechnischen Rahmen - den Titel "Aufbau und Inhalt Betriebsbuch/Prüfhandbuch" auf und gibt damit verbindlich den Inhalt des Hauptkapitels 5 an. Während dieser Abschnitt /EU 316, Ziff. 2.5/ mitsamt der im Anhang aufgeführten Prüfliste als Sicherheitsspezifikation im Sinne der KTA-Regel 1201 gilt, demzufolge auch wie die anderen Abschnitte des Kapitels 3.10 behandelt wird, unterliegen die Prüfanweisungen den gleichen Bedingungen und Zustimmungsverfahren wie das Hauptkapitel 4.

Die bergrechtlichen Bestimmungen verlangen für die Hauptkapitel 0, 1 und 2, d.h. für das Zechenbuch, eine Fortschreibung, dagegen wird für die Hauptkapitel 3 bis 5 ein Änderungsdienst /EU 465/ eingerichtet, der die Aktualität der betroffenen Hauptkapitel sichert. Alle mit diesem Änderungsdienst erfaßten Änderungen unterliegen einem Zustimmungsverfahren. Einzelheiten hierzu werden an anderer Stelle geregelt /EU 465/, u.a. wird dort festgelegt, wessen Zustimmung jeweils im Einzelfall eingeholt werden muß (vgl. hierzu Kap. 2.1 dieses Gutachtens).

Den Abschluß des ZB/BHB bildet das Hauptkapitel 6 „Betriebsdokumentation“. Da bergrechtliche Dokumententeile zum Zechenbuch gehören, die Ergebnisse wiederkehrender Prüfungen jedoch im Hauptkapitel 5 dokumentiert werden sollen, beschränkt sich dieser Teil des ZB/BHB auf die Kapitel

- Strahlenschutzdokumentation
- Abfallgebindedokumentation und
- sonstige betriebsbedingte Dokumentationen.

Während die Strahlenschutzdokumentation alle Unterlagen und Nachweise zum Strahlenschutz des Personals und der Umgebung sowie zum Umgang mit radioaktiven Stoffen zusammenfaßt, enthält die Abfallgebindedokumentation alle für die Betriebs- und Nachbetriebsphase des Endlagers wichtigen, hier aber noch nicht im einzelnen genannten Daten zu den eingelagerten Abfallgebinden. Das zuletzt genannte Kapitel soll Nachweise über den ordnungsgemäßen Betrieb sicherheitstechnisch wichtiger Systeme, nach Maßgabe der Betriebsführung auch anderer Systeme umfassen.



### Bewertung

Die Gliederung des ZB/BHB /EU 429/ und insbesondere die dazu gegebenen Erläuterungen zeigen, daß für den Bereich und den Zeitraum, in dem die Grube Konrad als Endlager für nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle genutzt werden soll, auf diesen Bereich zugeschnittene Betriebsvorschriften vorgesehen sind.

Das Gliederungskonzept weist im allgemeinen deutliche Abgrenzungen zwischen den einzelnen Kapiteln und Gliederungspunkten auf, so daß sich klare und eindeutige Zuständigkeiten und Verfahrensweisen erwarten und beschreiben lassen. Lediglich die Abschnitte 1.83.4 und 2.83.4 des Zechenbuchs erwecken den Eindruck, hier könnten hinsichtlich des Strahlenschutzes eigenständige Regelungen getroffen werden. Wir halten es für angebracht, diese Abschnitte - sofern sie bestehen bleiben müssen - lediglich als Hinweise auf die insgesamt geltende Strahlenschutzordnung und auf die Strahlenschutzorganisation des beauftragten Unternehmers zu formulieren. Diesen Sachverhalt greifen wir in der Diskussion der Zuständigkeiten des Strahlenschutzes bei der Bewertung der Betriebsordnungen noch einmal auf (vgl. Kap. 4.3.4.1 dieses Gutachtens, Auflagenvorschlag AV 4.3-3).

Die zum Hauptkapitel 4 gehörenden Anweisungen und Dienstanweisungen werden erst später erlassen und nach Bedarf fortlaufend ergänzt. Da es weder sinnvoll noch üblich ist, solche Details z.B. in den Betriebsordnungen verbindlich festzulegen, halten wir den hier vorgesehenen Weg für praktikabel, um auf diese Weise die notwendige Flexibilität für die Betriebsabwicklung zu gewinnen. Die Anweisungen müssen jeweils sowohl mit den rechtlichen Regelungen als auch mit in den Betriebsordnungen oder anderen Abschnitten des ZB/BHB festgelegten Randbedingungen im Einklang stehen. Deshalb werden die von der Betriebsführung zu erlassenden Anweisungen einem Zustimmungsverfahren durch Bergbehörde und Eigenüberwachung des BfS, gegebenenfalls unter Zuziehung eines Sachverständigen, unterworfen /EU 429/.

Ähnliches gilt auch für das Hauptkapitel 5 "Betriebsbuch/Prüfhandbuch". Hierzu liegt jedoch eine Rahmenbeschreibung vor, auf die wir noch gesondert eingehen (vgl. Kap. 4.3.4.3 dieses Gutachtens).

Die mit dem Gliederungskonzept /EU 429/ gegebene Darstellung von Aufgabe und Aufbau des Zechenbuchs/Betriebshandbuchs zeigt, daß sich alle wichtigen Betriebsunterlagen in einer überschaubaren Form unter Wahrung sowohl der berg- als auch der atomrechtlichen Interessen zusammenfassen lassen. Soweit atomrechtliche Belange berührt sind, haben wir bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge und Empfehlungen keine Einwände gegen das beabsichtigte Vorgehen, da sich in der beschriebenen Weise alle aus der KTA-Regel 1201 abzuleitenden Anforderungen insbesondere hinsichtlich der im Range einer Sicherheitspezifikation stehenden Teile des ZB/BHB erfüllen lassen.

#### **4.3.4 Rahmenbeschreibung für das Zechenbuch/Betriebshandbuch (ZB/BHB)**

Der Antragsteller hat für die gemäß KTA-Regel 1201 als Sicherheitsspezifikation geltenden Teile des Hauptkapitels 3 des ZB/BHB Rahmenbeschreibungen /EU 316/ vorgelegt. Sie umfassen das im Gliederungskonzept /EU 429/ als "Sicherheitstechnischer Rahmen" bezeichnete Kapitel 3.10 des erwähnten Hauptkapitels. Diese Rahmenbeschreibungen zeigen verbindlich auf, welchen Inhalt das jeweils beschriebene Kapitel des Betriebshandbuchs aufweisen wird; wir bewerten diese Rahmenbeschreibungen im einzelnen in den folgenden Kapiteln unseres Gutachtens.

##### **4.3.4.1 Betriebsordnungen**

- Personelle Betriebsorganisation /EU 316, Ziffer 1.0/

Die Rahmenbeschreibung Personelle Betriebsorganisation stellt dar, in welcher Weise die Unternehmerpflichten und -befugnisse des BfS auf die DBE als mit der Betriebsführung beauftragtes Unternehmen übergehen, und wie diese Aufgaben vom beauftragten Unternehmen wahrgenommen werden. Sie gibt dazu eine Übersicht über Struktur, Aufgabenbereiche und Wirkungsweise der Hierarchie des mit der Betriebsführung betrauten Unternehmensbereiches. Die Rahmenbeschreibung enthält ein Organigramm sowie Aufgabenbeschreibungen der für die einzelnen Organisationseinheiten verantwortlichen Funktionsstellen und beschreibt in erläuternden Texten deren Zusammenwirken.

Die verantwortlichen Personen werden nicht namentlich genannt; dies wird später nachgeholt.

Die Unternehmensaufgaben gehen im Rahmen vertraglicher Regelungen vom BfS auf die DBE über, wobei die DBE dem BfS gegenüber für die sichere und ordnungsgemäße Leitung des Endlagers Konrad verantwortlich ist. Die bergbaufachliche wie auch die atomrechtliche Verantwortungskette geht vom Leiter des Fachbereiches ET I beim BfS über den Werksleiter der DBE unmittelbar in den Betrieb hinein, während die Strahlenschutzverantwortung entsprechend den Forderungen der Strahlenschutzverordnung beim BfS verbleibt. Das wirkt sich entsprechend auf die Bestellung der Strahlenschutzbeauftragten aus.

Über die Geschäftsführung der DBE können deren Fachabteilungen für die Erledigung zentraler Aufgaben herangezogen werden, die Betriebsaufgaben hingegen nehmen Werksleitung und Betriebsführung wahr.

Die folgende Organisationsebene weist verschiedene Organisationseinheiten aus, die fachlich für die verschiedenen Betriebsabläufe verantwortlich sind.

Der Aufgabenbereich der Betriebsabteilung Grubenbetrieb umfaßt eindeutig alle bergbaulichen Aktivitäten, die der Betriebsabteilung Einlagerungsbetrieb im wesentlichen alle Aktivitäten, die den bestimmungsgemäßen Betrieb des Endlagers darstellen. Die Betriebsabteilung Einlagerungsbetrieb kann im einzelnen beschriebene Tätigkeitsfelder an andere Betriebsabteilungen delegieren.

Die Betriebsabteilung Tagesbetrieb/M- und E-Betrieb/Instandhaltung übernimmt Serviceaufgaben. Dazu gehört auch die Wahrnehmung der Aufgaben in der Zentralen Warte. Im einzelnen sind das u.a.

- Betriebsbeobachtung und Meldung von Betriebsstörungen an die zuständige Organisationseinheit,
- Betriebsbedienung der Schaltanlagen, der Grubenwetterhaltung und des Hauptgrubenlüfters,
- Einschaltung des Bereitschaftsdienstes außerhalb der Normalbetriebszeit.

Die Betriebsabteilung Strahlenschutz steht gemäß Organigramm /EU 316, Ziffer 1.0/ gleichberechtigt neben den übrigen Betriebsabteilungen. Strahlenschutzverantwortlicher ist das BfS als Genehmigungsinhaber, personifiziert in seinem Präsidenten. Der Strahlenschutzverantwortliche bestellt gemäß Strahlenschutzverordnung /4/ unter Angabe des innerbetrieblichen Entscheidungsbereiches Strahlenschutzbeauftragte in der erforderlichen Anzahl, auch wenn sie nicht dem BfS angehören. Die organisatorische Einbindung der Strahlenschutzbeauftragten in die Betriebsabteilung Strahlenschutz ist nicht dargestellt.

Vertretungsregelungen sind für die hier beschriebene Organisationsebene nicht festgelegt.

Die personelle Betriebsordnung enthält außer der zuvor erwähnten Darstellung der Verantwortungsbereiche auch Angaben über das Zusammenwirken der verschiedenen Betriebsabteilungen. Diese Angaben geben zusammen mit den Verweisen auf andere Teile der Betriebsunterlagen den Rahmen für eine umfassende Regelung der Betriebsabläufe. Dazu gehören ganz wesentlich die Festlegungen über den Bereitschaftsdienst. Sie definieren die Normalbetriebszeit und bestimmen, daß während der Normalbetriebszeit der Werksleiter oder der Betriebsführer oder eine andere vom Werksleiter benannte Person ständig im Anlagenbereich zur Verfügung stehen muß. Außerhalb der Normalbetriebszeit kann anstelle des Werksleiters oder des Betriebsführers auch ein nach Dienstplan bestimmter Bereitschaftshabender über eine Rufbereitschaft in angemessener Zeit herangezogen werden. Der Bereitschaftshabende übernimmt im Anforderungsfalle die Aufgaben der Betriebsführung, die außerhalb der Normalbetriebszeit zwangsläufig vertretungsweise beim Diensthabenden auf der Zentralen Warte liegen, so lange sich kein Mitglied der Betriebsleitung auf der Anlage befindet.

Die personelle Betriebsordnung erwähnt Aus- und Fortbildungsmaßnahmen zur Vermittlung der erforderlichen Kenntnisse. Diese Maßnahmen sind für den kerntechnischen Bereich in einem Anforderungskatalog /EU 392/ beschrieben, der sich an den einschlägigen, dort im einzelnen zitierten Fachkunderichtlinien des Bundes und der Länder orientiert. Ausgenommen sind dabei der Stabsstelle Arbeitssicherheit zugehörige Personen, deren Tätigkeitsfeld sich ausschließlich auf den konventionellen Arbeitsschutz und den konventionellen betriebsärztlichen Dienst erstreckt, sowie Mitarbeiter der Organisationseinheit Geologie. Für den Geschäftsführer der DBE werden Kenntnisse verlangt, welche

die Wahrnehmung der geschäftsleitenden Funktionen möglich machen. Fachkunde im Sinne der erwähnten Richtlinien bringen die fachkundigen verantwortlichen Personen der Führungslinie ein. Zu diesen Personen zählt der Anforderungskatalog /EU 392/ auch Mitarbeiter des BfS und zwar den Leiter des Fachbereiches ET I (früher Fachbereich Nukleare Entsorgung und Transport sowie Organisationseinheit Konventionelle Planung und Betrieb der Endlagerung) und den Leiter der Fachgruppe Produktkontrolle sowie deren jeweilige Stellvertreter.

Der Aufbau des Personalstandes und die notwendigen Ausbildungsmaßnahmen erfolgen parallel zur Errichtung und Inbetriebnahme des Endlagers. Ein Teil des künftigen Betriebspersonals arbeitet bereits in der Umrüstphase mit.

### Bewertung

Die in der Rahmenbeschreibung dargestellte Struktur gibt ein Bild über die Betriebs-hierarchie des beauftragten Unternehmens. Im allgemeinen sind die einzelnen Aufgabenbereiche deutlich und umfassend beschrieben.

Unbeachtet bleiben dabei die Einwirkungsmöglichkeiten des BfS, das als Aufsichtsorgan überwachende Funktionen sowohl gemäß seiner Aufgabe als Unternehmer als auch im Sinne der staatlichen Aufsicht ausübt.

In ausreichendem Maße ist auf die gemäß Atomgesetz erforderliche Fachkunde hingewiesen worden /EU 392/, wobei es sich als sinnvoll erwies, hier auch die entsprechenden Positionen im Bereich des BfS aufzuführen. Auf die nach bergrechtlichen Anforderungen notwendigen Qualifikationen gehen wir nicht ein.

Die in der Rahmenbeschreibung für die verschiedenen Organisationseinheiten enthaltene Aufgabenverteilung unterscheidet eindeutig die verschiedenen Verantwortungsbereiche der Betriebsabteilungen. Wichtig erscheint dabei, daß dort, wo verschiedene Organisationseinheiten in einzelne Arbeitsabläufe integriert sind, eindeutige Aufgabenzuweisungen bestehen. Das gilt für Vorgänge wie

- Eingangskontrolle der angelieferten Abfallgebinde oder
- Behandlung selbsterzeugter Abfälle oder schadhafter Abfallgebinde.

Detailregelungen hierzu finden sich in anderen Teilen der Betriebsordnung, hier wird die grundsätzliche Zuständigkeit der einzelnen Betriebsabteilungen geregelt. Auf die eventuell nötige Mitbeteiligung anderer Betriebsabteilungen weist zum Beispiel die Aufgabenbeschreibung für die Betriebsabteilung Tagesbetrieb/M- und E-Betrieb/Instandhaltung ausdrücklich hin.

In der zentralen Warte laufen Informationen verschiedenster Art zusammen. Die hier tätigen Personen müssen im Rahmen ihrer Kompetenzen handeln. Das kommt an vielen Stellen der Betriebsordnungen zum Ausdruck, wo dem „Schichtführer“ oder dem „Diensthabenden auf der zentralen Warte“ bestimmte Aufgaben zugewiesen werden. Diese Personen müssen in Übereinstimmung mit der Betriebsführung handeln, in Ausnahmesituationen - beispielsweise bei ungewöhnlichen Betriebszuständen außerhalb der Normalarbeitszeit - auch Entscheidungen herbeiführen oder gar selbst treffen, wenn etwa das Eintreffen des herbeigerufenen Bereitschaftshabenden nicht abgewartet werden kann. Deshalb müssen die Kompetenzen dieser Personen im Rahmen der personellen Betriebsordnung oder der Warten- und Schichtordnung zusammenfassend beschrieben werden, wie BfS das anlässlich eines Fachgespräches in Aussicht stellte /57/. In diesem Zusammenhang muß auch geprüft werden, inwieweit der Diensthabende auf der Zentralen Warte außerhalb der Normalarbeitszeit gegebenenfalls Strahlenschutzaufgaben zu übernehmen hat, beispielsweise bei der Einweisung von Hilfsdiensten. Diese Überlegung gilt übrigens auch für die Personen, die in den Kreis der Bereitschaftshabenden einbezogen werden, es sei denn, durch Bildung und Mobilisierung einer Strahlenschutzbereitschaft könnte dem Bereitschaftshabenden, nicht nur wie in der Rahmenbeschreibung Brandschutzordnung für den Brandfall vorgesehen, bei Bedarf jederzeit eine entsprechende Fachkraft zur Seite gestellt werden /AV 4.3-2/.

Die Art und Weise der Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten und die Regelung des Weisungsrechtes des Strahlenschutzverantwortlichen (siehe hierzu EU 435) haben wir bereits erwähnt. Zu erwägen bleibt, einen Strahlenschutzbevollmächtigten beim BfS oder bei der DBE einzuführen, der in der Funktion des Strahlenschutzver-

antwortlichen handeln kann. Ein solches in der Literatur /58/ beschriebenes, durchaus gebräuchliches Verfahren könnte wesentlich mehr Nähe zum täglichen Geschehen herbeiführen und damit die Betriebs- und Überwachungsabläufe deutlich verbessern.

Die Strahlenschutzverordnung verlangt, daß die Strahlenschutzbeauftragten in der Lage sein müssen, ihre Tätigkeit der Verordnung entsprechend auszuüben. Das bedeutet die Zuordnung einer ausreichenden Zahl von Mitarbeitern. Daraus ergibt sich, daß der umfangreiche Aufgabenbereich der Betriebsabteilung Strahlenschutz zweckmäßigerweise in Teilbereiche aufgegliedert wird, die identisch sein können mit dem jeweiligen Verantwortungsbereich der zu bestellenden Strahlenschutzbeauftragten. Damit wäre eine fachliche Abstimmung der Arbeit dieser Personen zu erreichen. Ebenso wäre eine sinnvolle Vertretungsregelung innerhalb der Betriebsabteilung Strahlenschutz möglich.

Die ursprünglich vorgestellte Strahlenschutzkonzeption /EU 1.7/ geht davon aus, die betrieblichen Strahlenschutzaufgaben seien mit einer dezentralen Strahlenschutzorganisation durchzuführen. Soweit damit die Einrichtung betriebsorientierter Stützpunkte des Strahlenschutzes an entsprechenden Standorten im Anlagenbereich gemeint ist, stimmen wir dieser Ansicht zu. Dabei nehmen wir an, das Strahlenschutzpersonal gehöre ausschließlich zur DBE als dem beauftragten Unternehmen und unterstehe ohne Ausnahme organisatorisch der Betriebsabteilung Strahlenschutz. Die Punkte 1.83.4 sowie 2.83.4 der Gliederung des ZB/BHB lassen eine solche Organisation des betrieblichen Strahlenschutzes aber nicht zweifelsfrei erwarten. Deshalb müssen die Angaben zur Organisation des Strahlenschutzes in der personellen Betriebsordnung ergänzt und die erwähnten Gliederungspunkte mit dieser Darstellung abgestimmt werden /AV 4.3-3/.

Der Aufgabenbereich der Betriebsabteilung Strahlenschutz enthält Einzelaufgaben, welche die Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung - AtSMV /62/ einem kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten zuweist. Wenn auch die AtSMV einen kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten nur für Anlagen nach § 7 Abs. 1 Atomgesetz, demnach nicht für ein Endlager fordert, halten wir die Einrichtung einer solchen Position für sinnvoll. Die erwähnten Aufgaben sind aber personenbezogen zu verstehen, sie müssen auch nicht zwangsläufig an einen Mitarbeiter oder den

Leiter der Betriebsabteilung Strahlenschutz fallen. Deshalb scheint es zweckmäßig, in der Rahmenbeschreibung Personelle Betriebsordnung im Kapitel 4 - Bestellte Personen - auch den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten zu nennen und seinen Aufgaben- und Verantwortungsbereich dort zu beschreiben.

Die für die kerntechnische Sicherheit des Endlagers Konrad wichtigsten Organisationsseinheiten sind in der Rahmenbeschreibung erwähnt, ihre Aufgabenbereiche werden im wesentlichen ausreichend beschrieben. Es fehlen Hinweise auf Stellenbeschreibungen, Verantwortungsbereiche und Weisungsbefugnisse der Stelleninhaber sowie auf Vertretungsregelungen unterhalb der Ebene der Betriebsführung. Die Personelle Betriebsordnung muß solche Angaben enthalten /AV 4.3-19/.

Die Rahmenbeschreibung Personelle Betriebsordnung erfüllt mit der erwähnten Einschränkung sinngemäß und soweit übertragbar die Anforderungen der für Kernkraftwerke geltenden KTA-Regel 1201, Ziffer 4.1; sie ist bei Berücksichtigung unserer Auflagenvorschläge als Grundlage für das entsprechende Kapitel des ZB/BHB aufgrund atomrechtlicher Anforderungen geeignet.

- Warten- und Schichtordnung /EU 316, Ziffer 1.1/

Die Rahmenbeschreibung Warten- und Schichtordnung gibt einen Überblick über die organisatorischen und betrieblichen Regelungen zur Durchführung des Betriebes des Endlagers Konrad. Sie wird angewendet auf das gesamte schichtgehende Personal aller Betriebsabteilungen.

Die verschiedenen Betriebsbereiche des Endlagers Konrad erfordern entsprechend dem jeweiligem Betriebszustand die Bereitstellung von Betriebspersonal in wechselnder Zusammensetzung, zeitweise auch im mehrschichtigen Betrieb. Einzelne Bereiche müssen dauernd besetzt sein; darüberhinaus gibt es eine Rufbereitschaft, durch die verantwortliches Personal auch außerhalb der Normalarbeitszeit jederzeit herbeigerufen werden kann. Die Kompetenz für die Personaleinteilung liegt bei der Betriebsführung und damit an einer Stelle, die alle zu berücksichtigenden Interessen auch bezüglich der erforderlichen Qualifikation beachten kann. Es ist sinnvoll, die Personaleinteilung dem jeweiligen Anlagenbetrieb anzupassen. Soweit Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Be-



triebsbereichen bestehen, gibt es dazu im Rahmen der übrigen Betriebsordnungen Regelungen. So werden beispielsweise in der personellen Betriebsordnung generell die Verantwortungsbereiche beschrieben oder mit den durch die Instandhaltungsordnung festgelegten Freigabeverfahren die Einbeziehung mitbetroffener Betriebsabteilungen unter der Hauptverantwortlichkeit einer Betriebsabteilung sichergestellt.

Die Besetzung der verschiedenen Leitstände erfolgt entsprechend den Erfordernissen in unterschiedlicher Weise.

Die örtlichen Leitstände werden bei Bedarf vom Personal der Betriebsabteilung Einlagerungsbetrieb nach den Anforderungen der Betriebsabteilungen Grubenbetrieb oder Einlagerungsbetrieb besetzt sein.

Für die Tätigkeiten auf dem Hauptleitstand Konrad 2 ist die Betriebsabteilung Einlagerungsbetrieb zuständig, die jedoch die Schachtförderung auf Personal der Betriebsabteilung Tagesbetrieb/M- und E-Technik/Instandhaltung überträgt. Der Hauptleitstand Konrad 2 ist nur bei Bedarf besetzt, d.h. während der Einlagerungsschichten und eventuell erforderlicher Sondermaßnahmen.

Die zentrale Warte Konrad 1 wird entsprechend ihrer Bedeutung für den Gesamtbetrieb ständig besetzt sein. Hier werden Überwachungsaufgaben verschiedener Art, die Bedienung von Anlagenteilen, Komponenten und Systemen, die Schachtförderung Konrad 1, Dokumentationsaufgaben und die Durchführung organisatorischer Maßnahmen wahrgenommen. Auf solche Aufgaben wird auch an anderen Stellen der Betriebsordnungen immer wieder hingewiesen.

Die Warten- und Schichtordnung wird Regelungen für eine ordnungsgemäße Schichtübergabe enthalten. Sie sichern die Informationsweitergabe bei Schichtwechsel und garantieren, daß die Anlage jederzeit unter Kontrolle durch das Wartenpersonal bleibt. Die Dokumentation des Betriebsgeschehens erfolgt entsprechend der Warten- und Schichtordnung von Hand oder mittels automatisch arbeitender Geräte.

### Bewertung

Die Rahmenbeschreibung folgt im wesentlichen der KTA-Regel 1201, Ziffer 4.2, auch wenn diese Regel nicht als Grundlage genannt ist.

Wir sind weitgehend mit den in der Rahmenbeschreibung genannten Angaben einverstanden, halten jedoch einige Ergänzungen für erforderlich.

Die personelle Betriebsorganisation legt fest, daß während der Normalarbeitszeit jede Schicht mit dem Werksleiter, dem Betriebsführer oder einer anderen, vom Werksleiter benannten Person ständig besetzt ist. Wir verstehen diese Regelung so, daß sich mindestens eine dieser Personen zu den angegebenen Zeiten stets im Anlagenbereich aufhalten muß, leiten daraus aber keine Präsenzpflicht z.B. für die Zentrale Warte ab. Wir halten es angesichts des Umfangs der auf das Personal der Zentralen Warte übertragenen Aufgaben jedoch für notwendig, deutlicher zu machen, daß und in welcher Weise es jederzeit für die Betriebsführung handelt, deshalb ständig auf der Warte sein muß, und welche Pflichten und Kompetenzen daraus entstehen. Diese Aufgaben, Pflichten und Kompetenzen nennt die Warten- und Schichtordnung zu einem Teil, viele andere Angaben dazu finden sich darüberhinaus an den verschiedensten Stellen der Betriebsordnung. Wir halten die Position des Diensthabenden in der Zentralen Warte für so wichtig, daß sie weder durch Hinweise aus anderen Betriebsordnungen noch allein durch eine Dienstanweisung beschrieben werden kann (vgl. AV 4.3-2).

Da in der Zentralen Warte viele Informationen zusammenlaufen, hier aber auch bei Arbeitsaufnahme in verschiedenen Bereichen Informationen abgerufen werden müssen, halten wir zur Dokumentation der ordnungsgemäßen Schichtübergabe die Führung eines Schichtbuchs für sinnvoll und erforderlich. Soweit es als Zustandsprotokoll dient, kann es formalisiert sein, im übrigen muß es alle für die Verfolgung des Betriebsablaufs wichtigen Vorkommnisse als Handeintragung enthalten. Verantwortlich für die Führung des Schichtbuches sollte der Diensthabende auf der Zentralen Warte sein /AV 4.3-4/.

Über die Durchführung der im Rahmen des Arbeitsfreigabeverfahrens angeordneten Freischaltmaßnahmen sollte sich der Diensthabende auf der Zentralen Warte ver-

gewissern, insbesondere wenn sie Voraussetzung für die Aufnahme von Arbeiten sind, welcher der Betrieb zustimmen muß (vgl. nachfolgender AV 4.3-7).

Sofern vorübergehend Abweichungen vom üblichen, im ZB/BHB festgelegten Betriebsablauf erforderlich werden, geben Schichtanweisungen die vom ZB/BHB abweichenden Maßnahmen an. Schichtanweisungen ersetzen oder ergänzen für eine festgelegte Zeit die üblichen Betriebsanweisungen nach ZB/BHB. Das stellt eine bewährte Praxis dar.

Die Warten- und Schichtordnung erwähnt das Schlüsselwesen, enthält aber noch keine Detailregelungen. Vor Aufnahme des Betriebes ist der Aufbewahrungsort für die Schlüssel und das Schlüsselbuch festzulegen. Die dafür verantwortlichen Personen sind im Zechenbuch/Betriebshandbuch zu nennen /AV 4.3-5/.

Die Rahmenbeschreibung Warten- und Schichtordnung ist unter Beachtung der Auflagenvorschläge als Grundlage für das entsprechende Kapitel des ZB/BHB aufgrund atomrechtlicher Anforderungen geeignet.

- Instandhaltungsordnung /EU 316, Ziffer 1.2/

Die Rahmenbeschreibung Instandhaltungsordnung nennt die unterschiedlichen Aufgaben der Instandhaltung, beschreibt den Ablauf für die Freigabe und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten und gibt den Geltungsbereich an.

Die Instandhaltungsordnung soll sich auf die über- und untertägigen Anlagen einschließlich der Schachtförderung erstrecken, nicht jedoch auf die den bergrechtlichen Vorschriften unterliegende Unterhaltung der Grubenbaue.

### Bewertung

Mit dem Geltungsbereich der Instandhaltungsordnung sind wir einverstanden, nicht jedoch mit der Einschränkung auf solche Anlagenteile, Systeme oder Komponenten, die wiederkehrenden Prüfungen gemäß BB/PHB unterliegen. Sie muß nach unserer

Auffassung grundsätzlich auf alle Arbeiten innerhalb des betrieblichen Überwachungsbereichs angewendet werden, die aufgrund von

- Änderungsvorhaben,
- Mängelmeldungen,
- wiederkehrenden Prüfungen

in Angriff genommen werden. Ob das Arbeitsfreigabeverfahren gemäß Instandhaltungsordnung anzuwenden ist, muß nach den Kriterien für dessen Anwendung gemäß BMI-Richtlinie /219/ im Einzelfall entschieden werden. Bei der Instandhaltung der Grubenbaue können wir zwar auf die Anwendung der Instandhaltungsordnung verzichten, halten jedoch bei Arbeiten innerhalb des Kontrollbereichs die Beteiligung des Strahlenschutzes bei Planung und Ausführung für notwendig. Der Geltungsbereich der Instandhaltungsordnung ist auf alle Arbeiten innerhalb des betrieblichen Überwachungsbereiches anzuwenden, die aufgrund von Änderungsvorhaben, Mängelmeldungen und wiederkehrenden Prüfungen durchgeführt werden. Dazu gehören auch Instandsetzungsarbeiten an schadhaften Abfallgebinden. Ausgenommen hiervon ist die den bergrechtlichen Vorschriften unterliegenden Unterhaltung der Grubenbaue. Bei der Instandhaltung der Grubenbaue innerhalb des Kontrollbereiches ist die Beteiligung des Strahlenschutzes bei Planung und Ausführung solcher Arbeiten sicherzustellen. Ob ein Arbeitsfreigabeverfahren erforderlich ist, muß im Einzelfall entsprechend den in der BMI-Instandhaltungs-Richtlinie für deren Anwendung genannten Kriterien entschieden werden. Die BMI-Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals und die KTA-Regel 1301.2 sind, soweit zutreffend, bei der endgültigen Formulierung der Instandhaltungsordnung zu beachten. Abweichungen von freigegebenen Arbeitsabläufen dürfen nur nach vorheriger Zustimmung der zuständigen Betriebsabteilung vorgenommen werden. Dabei muß ebenso wie bei der Unterbrechung freigegebener Arbeiten die Fortdauer der Freigabebedingungen vor Weiterführung der Arbeiten festgestellt werden. Bei Instandsetzungsarbeiten beschäftigte Fremdfirmen sind durch den Betreiber des Endlagers und durch den jeweiligen Unternehmer zu beaufsichtigen /AV 4.3-6/.

Die Abwicklung von Instandhaltungsarbeiten über ein Wochenprogramm vereinfacht die formale Behandlung. Die Ausstellung eines Arbeitsauftrages sollte jedoch nicht der Ausnahme- sondern der Regelfall sein und auch nicht auf Arbeiten im Kontrollbereich beschränkt bleiben. Bei der Bewertung der Arbeiten in Anlehnung an die

BMI-Richtlinie /219/ sollte vielmehr jeweils von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Arbeiten

- ohne das förmliche Freigabeverfahren,
- nach dem vereinfachten Freigabeverfahren über das Wochenprogramm oder
- über einen Arbeitsauftrag

durchgeführt werden sollen. Routinetätigkeiten wie etwa nach einer Prüfanweisung durchzuführende regelmäßig wiederkehrende Prüfungen können dabei durchaus über das Wochenprogramm abgewickelt werden, solange die Randbedingungen für diese Prüfungen unverändert bleiben.

Die in der Instandhaltungsordnung festzulegenden Regelungen für die Planung und den Ablauf von Instandhaltungsarbeiten müssen in jedem Falle auch die Forderungen der Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals /140/ und der KTA-Regel 1301.2 /142/ erfüllen, darauf ist bei der detaillierten Darstellung der Instandhaltungsordnung zu achten (vgl. AV 4.3-6).

Umfangreichere Tätigkeiten oder solche, die Strahlenschutz- oder Objektschutzmaßnahmen erfordern, laufen nach einem Arbeitsablaufplan ab, der den zugehörigen Arbeitsauftrag ergänzt. Wie aus der personellen Betriebsordnung ersichtlich, werden der Betriebsabteilung Tagesbetrieb/M- und E-Betrieb/Instandhaltung bei Bedarf auch Instandsetzungsmaßnahmen an schadhafte Abfallgebinden zufallen. Dazu ist nach /EU 283/ das BfS einzuschalten. Es sollte aber ausdrücklich in der Instandhaltungsordnung vermerkt sein, daß solche Arbeiten ebenfalls den Regelungen dieser Ordnung unterliegen (vgl. AV 4.3-6).

Die Verantwortung für von Fremdfirmen ausgeführte Instandhaltungsarbeiten wird bei diesen Firmen liegen, d.h. die Fremdfirmen müssen die entsprechenden Voraussetzungen erfüllen und ihre Aufsichtspflichten wahrnehmen. Das entbindet jedoch den Unternehmer nicht von seiner eigenen Aufsichtspflicht. Darauf muß die Instandhaltungsordnung ausdrücklich hinweisen (vgl. AV 4.3-6).

Abweichungen von freigegebenen Arbeitsabläufen bedingen nicht nur - wie vorgesehen - eine Information der zuständigen Betriebsabteilung, sie dürfen vielmehr ohne deren Zustimmung nicht vorgenommen werden. Dabei muß ebenso wie bei Un-

terbrechung freigegebener Arbeiten die Fortdauer der Freigabebedingungen vor Weiterführung der Arbeiten festgestellt werden. Beide Bedingungen sollte die Instandhaltungsordnung erwähnen (vgl. AV 4.3-6).

Störungen oder Mängel werden über Mängelmeldungen erfaßt, die ein Arbeitsfreigabeverfahren auslösen. Dabei halten wir eine zentrale Erfassung solcher Meldungen für notwendig. Dazu bietet sich wegen ihrer ständigen Besetzung und ihrer organisatorischen Zugehörigkeit zur Betriebsabteilung Tagesanlagen/M- und E-Betrieb/Instandhaltung die Zentrale Warte Konrad 1 an. Sie kann das Arbeitsfreigabeverfahren so wie beschrieben einleiten /AV 4.3-7/.

Die Freigabe von Arbeiten soll mit der Freigabe der Wochenprogramme und der Arbeitsaufträge erfolgen, Beendigung oder Unterbrechung von Instandhaltungsvorgängen werden sowohl der zuständigen Betriebsabteilung als auch der Zentralen Warte gemeldet. Daraus schließen wir, daß die Zentrale Warte auch über den Arbeitsbeginn informiert wird. Das halten wir ebenso für notwendig, wie ein Einspruchsrecht für die Arbeitsaufnahme, wenn betriebliche Erfordernisse oder andere Tätigkeiten dem im Wege stehen (vgl. AV 4.3-7).

Bei Unfällen mit verletzten Personen, bei Störfällen oder bei der Behebung oder Eingrenzung von Störungen ist sofortiges Handeln erforderlich. In diesen Fällen kann von dem vorgeschriebenen Freigabeverfahren abgewichen werden, wobei die Informationspflicht selbstverständlich bestehen bleibt.

Die Instandhaltungsordnung weist die Sammlung und Behandlung fester und flüssiger Betriebsabfälle dem Umfang der Instandhaltungsarbeiten und damit dem Aufgabenbereich der Betriebsabteilung Tagesanlagen/M- und E-Betrieb/Instandhaltung zu. Das steht im Widerspruch zur personellen Betriebsorganisation und zur Abfallbehandlungsordnung, die beide diese Tätigkeiten der Betriebsabteilung Einlagerungsbetrieb zuordnen. Die Instandhaltungsordnung sollte diesen Aufgabenbereich nicht einschließen, sondern sich auf Instandhaltungsarbeiten beschränken. Die Instandhaltungsordnung sollte deshalb den in der personellen Betriebsorganisation und in der Abfallbehandlungsordnung vorgesehenen Regelungen angepaßt werden /AV 4.3-8/.

Die Rahmenbeschreibung Instandhaltungsordnung erfüllt im wesentlichen die Anforderungen der KTA-Regel 1201, Ziffer 4.3. Sie bildet damit eine geeignete Grundlage für das entsprechende Kapitel des ZB/BHB und läßt eine geeignete und sinnvolle Abwicklung der Instandhaltungsarbeiten erwarten. Bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge lassen sich die atomrechtlichen Anforderungen erfüllen.

### - Strahlenschutzordnung /EU 316, Ziffer 1.3/

Die Rahmenbeschreibung Strahlenschutzordnung gibt einen Überblick über Aufbau und Inhalt der Strahlenschutzordnung. Verschiedene Sachpunkte werden in anderen Kapiteln - Abfallbehandlungsordnung sowie Wach- und Zugangsordnung - speziell behandelt und dort bewertet.

Die Strahlenschutzordnung verfolgt das Ziel, die Strahlenexposition des Personals und in der Umgebung so gering wie möglich zu halten und die strahlenschutztechnischen Grenzwerte und Auflagen einzuhalten. In der Strahlenschutzordnung werden die Strahlenschutzorganisation dargestellt, die Strahlenschutzbereiche definiert, die Zutrittsberechtigung geregelt und das geforderte Verhalten im Kontrollbereich beschrieben. In ihr werden ferner die Aufgaben der Personen-, Anlagen- und Umgebungsüberwachung festgelegt sowie weitere Einzelaufgaben genannt, wie z.B. die Betreuung der Strahlungsmeßgeräte, die Mitwirkung bei der Durchführung von Änderungs- und Instandhaltungsarbeiten, die Dekontamination von Gegenständen und schließlich die Führung der Strahlenschutzdokumentation.

Ein weiterer Abschnitt der Strahlenschutzordnung regelt die Buchführung über radioaktive Stoffe sowie deren Meldung an die zuständigen Behörden. Hier handelt es sich insbesondere um zu Kalibrierzwecken benutzte Strahlenquellen und eigenerzeugte radioaktive Betriebsabfälle.

Strahlenschutzfachanweisungen, in der Rahmenbeschreibung als "Strahlenschutzanweisungen" bezeichnet, regeln die aus Strahlenschutzgründen notwendigen Maßnahmen für das Betriebs- und Fremdpersonal sowie für Besucher. Sie werden ferner Einzelregelungen enthalten, durch die z.B. regelmäßige Alarmübungen, Funktionsprüfungen und Wartungsmaßnahmen für Geräte und Einrichtungen des Strahlenschutzes oder

Maßnahmen für den Schutz gegen das Abhandenkommen radioaktiver Stoffe festgelegt werden.

Für das Strahlenschutzpersonal wird es dagegen Strahlenschutzdienstanweisungen als Arbeitsvorschriften für die Durchführung der Strahlenschutz Tätigkeiten geben.

Weder Strahlenschutzfach- noch Strahlenschutzdienstanweisungen liegen zur Zeit vor. Sie werden später für konkrete Anwendungsfälle erarbeitet und bei Bedarf ergänzt.

### Bewertung

Die Rahmenbeschreibung folgt im wesentlichen der KTA-Regel 1201, Ziffer 4.4.

Die Strahlenschutzordnung wird in allen wesentlichen Punkten die Anforderungen der KTA-Regel 1201 erfüllen können. Lediglich die nach Ziffer 4.4.6 geforderten Ausführungen zu Lagerung und Handhabung radioaktiver Stoffe und kontaminierter Gegenstände werden hier fehlen, weil dies einerseits der Betriebszweck des Endlagers Konrad und demzufolge Gegenstand der gesamten Betriebsvorschriften ist, andererseits in den Kontrollbereichen des Endlagers erzeugte Betriebsabfälle den Regelungen der Abfallbehandlungsordnung unterliegen.

Die Strahlenschutzordnung wird u.a. die Strahlenschutzorganisation behandeln. Dabei sollte in der Darstellung des Aufgabenbereichs darauf geachtet werden, daß die Strahlenschutzbeauftragten alle Sachbereiche umfassend betreuen. Dazu sollten alle Strahlenschutzbeauftragten einer einzigen Organisationseinheit zugeordnet sein und auch über Personal zur Durchführung ihrer Tätigkeit verfügen können. Hierauf gehen wir auch an anderer Stelle ein (vgl. Personelle Betriebsorganisation zu Beginn dieses Kapitels).

Schutzbereiche sowie Maßnahmen zur Strahlenschutzüberwachung von Personal, Anlage und Umgebung werden ebenso behandelt wie Einzelmaßnahmen zur Erfüllung dieser Überwachungsaufgaben. Dazu gehören auch die Hinweise auf die Prüfung und Kalibrierung von Strahlungsmeßgeräten, für die es Regelungen im Betriebsbuch/Prüfhandbuch (BB/PHB) geben wird, wie auch Hinweise auf den Strah-



lenschutz bei der Durchführung von Instandhaltungs- und Änderungsarbeiten, bei denen der Strahlenschutz nach den Regelungen der Instandhaltungsordnung zu beteiligen sein wird. Wie an anderer Stelle bereits erwähnt, muß die Strahlenschutzordnung regeln, daß auch bei Instandhaltungsarbeiten in Bereichen, für welche die Instandhaltungsordnung nicht gilt - z.B. bei der Instandsetzung der Grubenbaue - eine Freigabe durch den Strahlenschutz erfolgen soll (vgl. AV 4.3-6).

In der Rahmenbeschreibung Strahlenschutzordnung sind die zu regelnden Sachverhalte teils beispielhaft, teils in sehr globaler Weise angedeutet. Das genügt als Absichtserklärung für den vorgesehenen Umfang. Die Rahmenbeschreibung zeigt, daß auf dieser Grundlage ein entsprechendes Kapitel des ZB/BHB verfaßt werden kann, das unter Beachtung unserer Auflagenvorschläge die atomrechtlichen Anforderungen erfüllen wird. Strahlenschutzordnung, Strahlenschutzfach- und Strahlenschutzdienstanweisungen füllen damit den Rahmen einer Strahlenschutzanweisung nach § 34 StrlSchV /4/ aus.

- Wach- und Zugangsordnung /EU 316, Ziffer 1.4/

Die Rahmenbeschreibung Wach- und Zugangsordnung beschreibt in zum Teil sehr detaillierter Form Aufbau und Inhalt des vorgesehenen Kapitels des ZB/BHB. Es wird Angaben enthalten über den räumlichen Geltungsbereich, Sicherungsbereiche und Zugänge nennen, die Organisation und die Aufgaben des Objektschutzes beschreiben sowie Auskünfte geben über Zugangs- und Ausweisregelungen.

### Bewertung

Die inhaltliche Bewertung dieser Rahmenbeschreibung kann nur im Rahmen der Begutachtung des Objektschutzes erfolgen, die nicht in unserem Aufgabenbereich liegt. Wir behandeln im folgenden deshalb nur die Regelungen, die im Zusammenhang mit anderen Teilen der Betriebsvorschriften und mit der KTA-Regel 1201, Ziffer 4.5, stehen.

In der Wach- und Zugangsordnung sollte unmißverständlich und deutlicher als bisher in der Rahmenbeschreibung geschehen dargelegt werden, daß sich die Wach- und Zugangsordnung auf das gesamte Betriebsgelände der Schachtanlage Konrad 1 und Konrad 2 innerhalb des Werkszaunes erstreckt und sich nicht auf die Sicherungsbereiche beschränkt /AV 4.3-9/.

Der Beauftragte für Objektschutz erhält seinen Auftrag unmittelbar vom Werksleiter und handelt in seinem Namen. Er ist zugleich Leiter der Stabstelle Objektschutz und der Vorgesetzte der Mitarbeiter der Organisationseinheit Objektschutz. Bei Abwesenheit des Objektschutzbeauftragten tritt an seine Stelle der Werksleiter.

Die Aufgaben des Objektschutzes umfassen u.a. die Überprüfung des Material- und Fahrzeugverkehrs und das Einweisen von Polizei, Feuerwehr und Rettungsdiensten. Die Kontrolle der Abfallgebindertransporte auf Schacht Konrad 2 stimmt bezüglich der Straßenfahrzeuge nicht in allen Punkten mit den Darstellungen der Rahmenbeschreibung Abruf- und Einlagerungsordnung überein. Während gemäß Rahmenbeschreibung Abruf- und Einlagerungsordnung das Wachpersonal lediglich die Transportpapiere kontrolliert, ist in der Rahmenbeschreibung Wach- und Zugangsordnung auch eine Kontrolle des Fahrzeugs auf Unversehrtheit vorgesehen. Der Umfang der Kontrollen an den beladenen Anlieferungsfahrzeugen muß nach unserer Ansicht aus Gründen des Strahlenschutzes möglichst gering gehalten werden (vgl. Kap. 2.3.1.2.2 dieses Gutachtens).

Soweit Hilfsdienste in das Anlagengebäude einzuweisen sind, wird dieses Kapitel des ZB/BHB entsprechende Angaben enthalten. Bei Einweisung in Strahlenschutzbereiche sollte aber besonders auf die Belange des Strahlenschutzes geachtet werden (vgl. Abschnitt Personelle Betriebsordnung zu Beginn dieses Kapitels).

Bei der Alarmierung externer Sicherheitskräfte - hier handelt es sich offenbar z.B. um Polizeikräfte - muß die Zentrale Warte Konrad 1 eine Information erhalten /AV 4.3-10/.

Die Überwachung der Zugänge von der Umladehalle zum anschließenden Sicherungsbereich gehört laut Wach- und Zugangsordnung zu den Aufgaben des Objektschutzes, die Warten- und Schichtordnung weist sie der Aufgaben des Personals

auf dem Hauptleitstand Konrad 2 zu und legt zugleich die Personaldisposition in die Hände der Betriebsabteilung Einlagerungsbetrieb. Es heißt ferner in der Warten- und Schichtordnung, der Hauptleitstand Konrad 2 sei nur während des Einlagerungsbetriebes und eventuell erforderlicher Sonderschichten besetzt. Hier sollte die Kompetenzverteilung für die Überwachung zwischen dem Objektschutz und der Betriebsabteilung Einlagerungsbetrieb deutlicher gemacht werden. Außerdem muß dargestellt werden, ob während der einlagerungsfreien Zeit gegebenenfalls eine Überwachung der Zugänge in anderer Weise erfolgt und wer sie wahrnimmt /AV 4.3-20/.

Die innere Wache in den Wachgebäuden wird ständig mit mindestens einem Wachmann besetzt sein. Ein weiterer Wachmann wird die Kontrolle des Fahrzeugverkehrs wahrnehmen. Diese personelle Ausstattung des Wachdienstes wird als Minimalbesetzung ausgewiesen. Sie reicht für den normalen Betriebsablauf aus. Da aber die innere Wache ständig besetzt sein und alle ihr zufallenden Aufgaben zuverlässig erfüllen können muß, sollte es möglich sein, das Wachpersonal zumindest zeitweise zu verstärken.

Für Zugangsregelungen und Ausweissysteme enthält die Rahmenbeschreibung ausführliche und eindeutige Vorstellungen, die jedoch im Rahmen des Objektschutzes zu betrachten sind.

Bei der Begutachtung des Objektschutzes können sich andere Bewertungen ergeben; soweit jedoch atomrechtliche Belange zu betrachten sind, bildet die Rahmenbeschreibung bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge eine brauchbare Grundlage für die Wach- und Zugangsordnung und kann damit die atomrechtlichen Anforderungen gemäß KTA-Regel 1201, Ziffer 4.5, erfüllen.

- Alarmordnung /EU 316, Ziffer 1.5/

Die Rahmenbeschreibung Alarmordnung beschreibt in detaillierter Form Aufbau und Inhalt dieses Kapitels des ZB/BHB. Dabei werden Aufgabe und Grundlage der Alarmordnung genannt, Zuständigkeiten umrissen, die verschiedenen Alarme, die Kriterien für ihre Auslösung und das vom Personal geforderte Verhalten beschrieben, Hinweise auf die

Einbeziehung des betrieblichen Strahlenschutzes sowie notwendige Schulungen und Alarmübungen und deren Dokumentation gegeben.

Die Rahmenbeschreibung folgt der KTA-Regel 1201, Ziffer 4.6.

### Bewertung

Die Alarmordnung wird die Alarmierungswege und die Kompetenzen für die Alarmauslösung regeln. Die Rahmenbeschreibung setzt an den Anfang der Alarmierungskette das Absetzen einer Meldung. Hier muß eindeutig festgelegt werden, daß die hierfür zuständige Meldestelle nur die Zentrale Warte sein kann, da sie ständig besetzt ist und jederzeit die nötigen weiteren Maßnahmen veranlassen kann und auch veranlassen wird.

Alarmauslösungen liegen in der Kompetenz des Betriebsführers oder seines Vertreters, notfalls kann auch die Zentrale Warte einen Alarm auslösen und erste Maßnahmen ergreifen oder einleiten. Hier zeigt sich erneut die Notwendigkeit, die Aufgaben und Kompetenzen des Diensthabenden in der Zentralen Warte genau zu beschreiben, weil hier in der Regel die ersten Informationen auflaufen. Dementsprechend sollte die Alarmauslösung - wie übrigens auch in der Brandschutzordnung vorgesehen - in jedem Fall über die Zentrale Warte erfolgen. Der hier bestehende Widerspruch ist aufzulösen (vgl. AV 4.3-2).

Die Meldewege sind durch Alarmierungsketten im Alarmplan beschrieben, dem auch die jeweils gültigen Bereitschaftspläne beigelegt sind. Diese Pläne sollten dem Personal auf der Zentralen Warte zugänglich sein. In der Alarmordnung sollten außerdem auch die Kommunikationswege genannt werden, die für eine Alarmgabe nach außen zur Verfügung stehen.

Der Strahlenschutz des Betriebspersonals wird bei der geplanten Vorgehensweise ausreichend berücksichtigt. Das Personal kann kurzfristig über besondere Gefahren informiert werden und sich aus den gefährdeten Bereichen zurückziehen. Durch die Hinzuziehung des betrieblichen Strahlenschutzes ist eine situationsgerechte Betreuung des Personals auch nach Eintreten eines Alarmfalles prinzipiell möglich.

Für die Auslösung externer Alarme sollte die Art der Mitwirkung der zuständigen Behörden eindeutig geregelt sein.

Die Rahmenbeschreibung Alarmordnung läßt erkennen, daß sie bei Berücksichtigung unserer Auflagenvorschläge eine geeignete Grundlage für die endgültige Alarmordnung darstellt, mit der sich die atomrechtlichen Anforderungen entsprechend der KTA-Regel 1201, Ziffer 4.6, erfüllen lassen.

- Brandschutzordnung /EU 316, Ziffer 1.6/

Die Rahmenbeschreibung Brandschutzordnung gibt einen Überblick über dieses Kapitel des ZB/BHB. Danach wird die Brandschutzordnung Angaben zur Brandschutzorganisation, zu Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes, der Brandverhütung und der Brandbekämpfung, Regelungen zur Aufgabenverteilung, zu Probealarmen und Übungen sowie zur Brandschutzdokumentation enthalten.

Aufbau und Umfang der Brandschutzordnung folgen im wesentlichen der KTA-Regel 1201, Ziffer 4.7, auch wenn diese nicht als eine der Grundlagen für die Brandschutzordnung genannt ist.

### Bewertung

Die Brandschutzorganisation für Einsätze über und unter Tage legt die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten einschließlich der Regelungen für die Einsatzleitung fest. Für über- wie untertägige Einsätze wird die Unternehmerpflicht zur Einleitung von Brandbekämpfungs-, Rettungs- und weiteren Hilfsmaßnahmen auf den Werksleiter oder stellvertretend auf den Betriebsführer übertragen, deren Weisungsbefugnisse bei übertägigen Einsätzen an den Einsatzleiter der Berufsfeuerwehr Salzgitter bei deren Eintreffen übergeht. Offen bleibt, in welcher Weise Werksleitung und Betriebsführung auf diese Aufgabenstellungen vorbereitet und qualifiziert sind. Wir halten entsprechende Festlegungen für erforderlich /AV 4.3-11/. Die Mitglieder der Grubenwehr werden im Strahlenschutz ausgebildet oder unterwiesen. Für die Mit-

glieder der Feuerwehren und die den Einsatz leitenden Personen gibt es außer der Erwähnung der Feuerwehrdienstvorschrift 9/1 /217/ dazu jedoch keine Hinweise.

Für die Einleitung der Brandbekämpfung außerhalb des Einlagerungsbetriebs - auch außerhalb der Normalarbeitszeit - finden sich keine Regelungen, auch keine Hinweise auf in der Brandbekämpfung unterwiesenes Personal. Dies muß ergänzt werden. Außerdem muß die Brandschutzordnung ähnlich wie für die Mitglieder der Grubenwehr exakte Hinweise für das Verhalten der im Brandschutz ausgebildeten Personen und ihren koordinierten Einsatz enthalten, z.B. Zentrale Sammelstelle, Bildung einer Löschgruppe. In der Brandschutzordnung muß weiter geregelt werden, wo und in welchem Umfang sich das in der Brandbekämpfung unterwiesene Werkspersonal im Brandfall ausrüstet, wo und wie sich gegebenenfalls werksfremde Einsatzkräfte für Einsätze im Kontrollbereich vorbereiten und wer bei Abwesenheit des Beauftragten für Objektschutz die erforderlichen Anweisungen für den Zugang zu Sicherungs- und Kontrollbereichen gibt (vgl. AV 4.3-11).

Außerhalb des Einlagerungsbetriebes ist im übertägigen Bereich in vielen Fällen nur das Wachpersonal im Anlagenbereich tätig. Deshalb muß außerdem festgelegt werden, inwieweit Mitglieder des Wachdienstes in den Kreis der in der Brandbekämpfung unterwiesenen Personen einbezogen werden, damit auch schon vor Eintreffen der Feuerwehren im Falle eines Brandes Brandbekämpfungsmaßnahmen eingeleitet werden können (vgl. AV 4.3-11).

Für den untertägigen Einsatz ist die Grubenwehr zuständig, für die klare Anweisungen aufgrund bergrechtlicher Vorschriften bestehen.

Die nach § 37 StrlschV /4/ vorzunehmende Gefahrengruppeneinteilung der Anlagenbereiche verlangt bei Einsätzen im Bereich der Gefahrengruppen II und III, daß das Einsatzpersonal im Strahlenschutz unterwiesen ist und daß bei Einsätzen im Bereich der Gefahrengruppe III auch ein Sachverständiger anwesend ist /217/. Auf die Mobilisierung von Strahlenschutzpersonal im Rahmen einer Rufbereitschaft weist die Rahmenbeschreibung Brandschutzordnung hin. Wir halten es darüber hinaus für zweckmäßig, auch das für die Brandbekämpfung ausgebildete eigene Personal in vergleichbarer Weise wie die Mitglieder der Grubenwehr im Strahlenschutz auszubilden oder zu unterweisen (vgl. Kap. 3.4.5.4, AV 3.4.5-3).

Zur Gefahrengruppeneinteilung gemäß Feuerwehrdienstvorschrift 9/1 /217/ verweisen wir auf Kap. 3.4.5.4 dieses Gutachtens.

Die Aufgaben der Zentralen Warte sind ausreichend beschrieben.

Im Abschnitt über vorbeugende Brandschutzmaßnahmen werden bautechnische und anlagentechnische Maßnahmen über und unter Tage beschrieben sein. Ein weiterer Abschnitt wird Maßnahmen zur Brandverhütung enthalten, insbesondere Hinweise und Vorschriften zum Umgang mit brennbaren Stoffen, Brandwachen bei Arbeiten, für die das Arbeitserlaubnisverfahren entsprechende Maßnahmen vorschreibt, sowie allgemeine Verhaltensweisen zur Brandverhütung. Weiterhin werden die Maßnahmen dargestellt, welche die Funktionsfähigkeit der Brandschutz-, Brandmeldeeinrichtungen sowie der Ausrüstung der Grubenwehr sicherstellen. Hier sollte auch die gegebenenfalls vorhandene Ausrüstung für die im Brandschutz über Tage unterwiesenen Personen mitgeregelt sein (vgl. AV 4.3-11). Schließlich wird die Brandschutzordnung Angaben zu den vorhandenen ortsfesten, fahrzeuggebundenen sowie beweglichen Feuerlöscheinrichtungen sowie Hinweise über sachgerechte Brandbekämpfungsmaßnahmen enthalten.

Die Rahmenbeschreibung zeigt, daß auf dieser Grundlage bei Beachtung unserer Auflagenvorschläge eine den Anforderungen des KTA-Regelwerks wie auch der Anlagengegebenheiten gerechte Brandschutzordnung erarbeitet werden kann. Die Rahmenbeschreibung kann dazu bereits in weiten Bereichen verwendet werden. Die atomrechtlichen Anforderungen, gemäß KTA-Regel 1201, Ziffer 4.7, lassen sich damit erfüllen.

- Erste-Hilfe-Ordnung /EU 316, Ziffer 1.7/

Die Rahmenbeschreibung umreißt den vorgesehenen Inhalt der Erste-Hilfe-Ordnung. Aufgrund bergrechtlicher Vorschriften gibt es hier bereits sehr weitgehende Regelungen.

Die Rahmenbeschreibung macht Angaben über interne und externe Hilfskräfte sowie über deren Einsatz. Sie stellt das erwartete Verhalten der Helfer dar und erläutert die Vorgehensweisen.

Der betriebsärztliche Dienst, der eine wichtige beratende Funktion bei der Anlagenplanung, der Planung von Hilfsmaßnahmen, der Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsabläufen, der medizinischen Betreuung des Personals und der Schulung der Hilfskräfte ausübt, ist über die Stabsstelle Arbeitssicherheit an geeigneter Stelle in die Betriebsorganisation eingebunden.

### Bewertung

Der in der Rahmenbeschreibung erwähnte Alarmplan/Rettungsplan regelt die Alarmierungsabläufe. Dazu finden sich auch Festlegungen in der Alarmordnung, die unter anderem Verhaltensvorschriften bei Personenunfällen enthalten wird. Der Alarmplan/Rettungsplan der Erste-Hilfe-Ordnung sollte in die Alarmordnung integriert sein; zumindest ist aber darauf zu achten, daß Alarmordnung und Erste-Hilfe-Ordnung in ihren Alarmketten und Verhaltensweisen keine unterschiedlichen Anweisungen geben /AV 4.3-12/.

Die Rahmenbeschreibung sieht vor, Verletzte bei Transporten zur externen Versorgung durch einen Mitarbeiter des Strahlenschutzes begleiten zu lassen. Diese Begleitung kann im Notfall unterbleiben, wenn der Transport einen Aufschub bis zum Eintreffen des Strahlenschutzes nicht duldet.

Die Rahmenbeschreibung bildet eine ausreichende Grundlage für die Erste-Hilfe-Ordnung. Sie kann mit wenigen Ergänzungen in die endgültige Fassung übergeführt werden. Die atomrechtlichen Anforderungen gemäß KTA-Regel 1201, Ziffer 4.8, werden damit in allen Punkten sinngemäß erfüllt.

- Abfallbehandlungsordnung /EU 316, Ziffer 1.8/

Die Rahmenbeschreibung führt auf, welche Angaben zu Sammlung, Zwischenlagerung und Entsorgung beim Betrieb des Endlagers im Kontrollbereich anfallender fester und flüssiger Betriebsabfälle die Abfallbehandlungsordnung enthalten wird. Sie wird ferner die Verantwortlichkeiten und die Aufgabenbereiche der verantwortlichen Mitarbeiter darlegen.



### Bewertung

Die Entsorgung und Konditionierung fester und flüssiger Betriebsabfälle aus dem Kontrollbereich erfolgen in gleicher Weise wie in anderen kerntechnischen Anlagen. Da auch diese Abfälle im Endlager Konrad endgelagert werden sollen, gelten auch für sie die Endlagerungsbedingungen; darauf weist die Rahmenbeschreibung hin. Sie erwähnt nicht ausdrücklich, daß damit auch die aus der Produktkontrolle erwachsenden Anforderungen erfüllt werden müssen. Die Abruf- und Einlagerungsordnung enthält zwar den Hinweis, die innerbetrieblichen Abfälle seien ohne Einschränkung wie angelieferte Abfallgebände zu behandeln, verweist jedoch in Bezug auf Einzelheiten auf die Abfallbehandlungsordnung. Deshalb muß hier ausdrücklich auch die Produktkontrolle erwähnt werden /AV 4.3-13/.

Die Rahmenbeschreibung erwähnt auch die in anderen Bereichen anfallenden konventionellen Abfälle und weist bezüglich ihrer Behandlung auf nicht näher bezeichnete Abschnitte des ZB/BHB hin. Das ist zu präzisieren (vgl. AV 4.3-13).

Auf die vorgesehenen Regelungen zur Freigabe nicht radioaktiver Betriebsabfälle aus dem Kontrollbereich gehen wir im Kapitel 2.3.5.3 dieses Gutachtens ein.

Die Darstellung der Aufgabenbereiche deckt sich zwar mit der in der personellen Betriebsordnung, nicht aber mit der in der Instandhaltungsordnung. Wir halten die für die Abfallbehandlungsordnung vorgesehenen Regelungen zur Verantwortlichkeit der verschiedenen Betriebsabteilungen für zweckmäßig, d.h. die für die Instandhaltungsordnung beschriebenen Aufgabenverteilungen sollten in diesem Punkte geändert werden. Bei der Bewertung der Rahmenbeschreibung Instandhaltungsordnung haben wir darauf bereits hingewiesen (vgl. AV 4.3-8).

Die in der Abfallbehandlungsordnung unter Ziffer 2.1.a) vorgesehenen Verantwortlichkeiten verstehen wir so, daß die hier genannten Personen unter anderem dafür verantwortlich sein werden, daß die Abfälle tatsächlich gesammelt und einer entsprechenden Behandlung zugeführt werden. Die Abfallbehandlung selbst bleibt im Aufgaben- und Verantwortungsbereich der Betriebsabteilung Einlagerungsbetrieb, gegebenenfalls erforderliche Instandsetzungsmaßnahmen an schadhafte Abfallgebände nach entsprechender Vorbereitung im Aufgaben- und Verantwortungsbereich

der Betriebsabteilung Tagesbetrieb/M- und E-Betrieb/Instandhaltung. Die Abfallbehandlungsordnung muß diesen Sachverhalt unmißverständlich darstellen (vgl. AV 4.3-13).

Ein abschließendes Kapitel der Abfallbehandlungsordnung wird die für Sammlung, Transport, Behandlung und Abgabe der Abfälle wichtigen Grenzwerte enthalten. Dabei handelt es sich um Angaben dazu, ab wann feste oder flüssige Abfälle als radioaktiver Abfall gelten.

An anderer Stelle der Betriebsordnungen (siehe EU 316, Ziffer 2.1) werden alle für den Betrieb des Endlagers wichtigen Grenzwerte dargestellt sein. Auch die in der Abfallbehandlungsordnung genannten Grenzwerte sollten hier aufgeführt werden. Um Widersprüche zu vermeiden, muß jedoch immer dann, wenn Grenzwerte mehrfach genannt werden, im Kapitel Voraussetzungen und Bedingungen zum Betrieb sowie sicherheitstechnische Grenzwerte der Betriebsordnungen (siehe EU 316, Ziffer 2.1) an entsprechender Stelle ein Querverweis erscheinen. Im übrigen müssen die dort zu findenden Angaben im Zweifelsfalle als verbindlich gelten (vgl. nachfolgender AV 4.3-16).

Die Rahmenbeschreibung stellt eine ausreichende Grundlage für die vorgesehene Abfallbehandlungsordnung dar; sie kann in weiten Teilen bereits als endgültige Fassung dieses Teils der Betriebsordnung übernommen werden. Die atomrechtlichen Anforderungen lassen sich somit erfüllen.

### - Abruf- und Einlagerungsordnung /EU 316, Ziffer 1.9/

Die zu diesem Teil der Betriebsordnungen vorgelegte Rahmenbeschreibung legt Organisation und Ablauf der Einlagerung eingehend dar. Sie erläutert dabei Verantwortlichkeiten zwischen der DBE als Betreiber einerseits, sowie dem BfS als Kontrollorgan und den Ablieferungspflichtigen andererseits. Die internen Verantwortlichkeiten ergeben sich im wesentlichen aus der personellen Betriebsordnung, die den einzelnen Betriebsabteilungen klar umrissene Aufgaben- und Verantwortungsbereiche zuweist.

Die vorgesehene Schilderung der Planungs-, Abruf- und Einlagerungsabläufe gestattet einen guten Überblick über die Vorgänge, zu denen jedoch in vielen Fällen über die Abruf- und Einlagerungsordnung hinaus Detailregelungen erfolgen müssen. Darauf macht die Rahmenbeschreibung auch wiederholt aufmerksam.

Die personelle Betriebsordnung weist mit Ausnahme der Strahlenschutzaufgaben und der Arbeiten zum Versatz und Verschuß der Einlagerungskammern alle in dieser Rahmenbeschreibung genannten Tätigkeiten dem Verantwortungsbereich der Betriebsabteilung Einlagerungsbetrieb zu, wobei diese wiederum genau definierte Einzelaufgaben an den Objektschutz delegiert. Damit befinden sich alle Einzelvorgänge von der Einlagerungsplanung bis zur Einlagerung selbst einschließlich der Konditionierung von Betriebsabfällen in einer Hand.

Das gilt auch für die Behandlung von Abfallbinden, die nicht den Endlagerungsbedingungen entsprechen. Hier werden andere Betriebsabteilungen bei Bedarf zu beteiligen sein. Die Entscheidungskriterien hierfür sind an anderer Stelle niedergelegt /EU 283/, die Rahmenbeschreibung verweist darauf. Wie in einem solchen Falle jeweils im einzelnen vorzugehen ist, soll im „Betriebstechnischen Rahmen“ des ZB/BHB festgelegt werden.

### Bewertung

Die Rahmenbeschreibung weist auf die Verantwortung des Ablieferungspflichtigen hin. Dabei bestätigt die unabhängig durchgeführte Produktkontrolle die Endlagerfähigkeit des konditionierten Abfalls, die vom Betreiber des Endlagers durchgeführte Eingangskontrolle hingegen die Einlagerungsfähigkeit des Abfallbindes. Auf eine abweichende Regelung zur Feststellung der unfallfreien Anlieferung haben wir bei der Bewertung der Rahmenbeschreibung Wach- und Zugangsordnung bereits hingewiesen. Auf weitere Einzelheiten gehen wir an anderer Stelle dieses Gutachtens ein (vgl. Kap. 2.3.1.2.2).

Die Rahmenbeschreibung erwähnt außerdem Kontroll- oder Zustimmungspflichten des BfS. Diese Pflichten betrachten wir als einen Teil der Pflichten des Unternehmers, der damit seiner Verantwortung für die gesamte Betriebsführung unter Einschluß der ordnungsgemäßen Einlagerung im Rahmen seiner Vorgaben an den be-

auftragten Unternehmer (DBE) nachkommt. Soweit hier aber auch Pflichten im Sinne der staatlichen Aufsicht gemeint sind, sollte das deutlich gemacht werden. Auf die Notwendigkeit, diese Aufgabenbereiche beim BfS strikt voneinander zu trennen, haben wir bereits an anderer Stelle hingewiesen (vgl. Kap. 4.3.1 dieses Gutachtens).

Für die Betriebsabläufe stellt die Rahmenbeschreibung die wesentlichen Schritte dar und gibt Hinweise auf vom Betriebspersonal zu beachtende Vorgänge oder Anweisungen. Dabei handelt es sich um eine Fülle mehr oder minder umfangreicher Einzelanweisungen, die in der Abruf- und Einlagerungsordnung nicht im einzelnen dargelegt werden können. Wir halten eine solche Darstellung für ausreichend und zweckmäßig, regen jedoch an, in der endgültigen Fassung der Abruf- und Einlagerungsordnung die in der Rahmenbeschreibung erkennbare knappe inhaltliche Darstellung mit einem Hinweis auf die Detailanweisungen zu ergänzen.

Für die Behandlung von Abfallgebinden, die nicht den Endlagerungsbedingungen entsprechen, müssen nach unserer Meinung von Fall zu Fall Einzelregelungen getroffen werden, für die - soweit sich erforderliche Untersuchungen oder Arbeiten im Bereich des Endlagers abspielen - ein Arbeitsfreigabeverfahren eingeleitet werden sollte, das dann den im „Sicherheitstechnischen Rahmen“ des ZB/BHB festgelegten Bedingungen zu genügen hätte. Damit lassen sich die im Einzelfall notwendigen Maßnahmen planen und festlegen sowie den jeweiligen sicherheitstechnischen Erfordernissen unterwerfen. Diese grundsätzliche Vorgehensweise muß in der Abruf- und Einlagerungsordnung ausdrücklich festgelegt werden, ebenso müssen die Entscheidungskriterien in das Kapitel „Voraussetzungen und Bedingungen zum Betrieb sowie sicherheitstechnische Grenzwerte“ der Betriebsordnung (siehe EU 316, Ziffer 2.1) einfließen /AV 4.3-14/ (siehe auch Kap. 3.4.5.2 dieses Gutachtens).

Die in der Rahmenbeschreibung vorgestellte Gliederung und die für die einzelnen Abschnitte dargestellten Inhalte bilden eine ausreichende Grundlage für die Abruf- und Einlagerungsordnung. Sie wird in ihrer endgültigen Form in Einzelheiten noch zu präzisieren sein, kann aber als übergeordnete Handlungsanweisung vielfach auf an anderen Stellen getroffene Regelungen verweisen. Damit lassen sich bei Beachtung unserer Aufslagenvorschläge die atomrechtlichen Anforderungen erfüllen.

#### 4.3.4.2 Betriebsvorschriften

Die KTA-Regel 1201 /146/ schreibt für diesen Teil des Betriebshandbuchs u.a. die Darstellung des Normalbetriebs vor, die hier jedoch unter diesem Titel fehlt. Stattdessen faßt das Kapitel 3.20 des ZB/BHB gemäß Gliederungskonzept /EU 429/ unter dem Begriff "Betriebstechnischer Rahmen" den als Normalbetrieb zu betrachtenden Einlagerungsbetrieb mit dem Kapitel "Betrieb der Systeme" zusammen.

##### Bewertung

Die gewählte Einteilung wird sowohl der KTA-Regel 1201 als auch den spezifischen Betriebsbedingungen des Endlagers gerecht. Es bestehen keine Einwände (vgl. Kap. 4.3.3 dieses Gutachtens).

- Voraussetzungen und Bedingungen zum Betrieb sowie sicherheitstechnisch wichtige Grenzwerte /EU 316, Ziffer 2.1/

Die Rahmenbeschreibung gibt eine Gliederung und eine kurze Beschreibung des Inhalts dieses Teils der Betriebsordnung. Dabei unterscheidet sie bei den Voraussetzungen und Bedingungen für den Betrieb nach übergeordneten Punkten und solchen, die zu Beginn und zur Durchführung des bestimmungsgemäßen Betriebes gelten. Dem schließt sich ein Kapitel an, das die Voraussetzungen und Bedingungen für die Stilllegung des Endlagers und für den Abbruch der Tagesanlagen zum Inhalt haben wird. Dieses Kapitel beschränkt sich derzeit auf wenige, bereits heute feststehende Punkte; es wird zu gegebener Zeit zu ergänzen sein. Hinweisen auf Betriebseinschränkungen infolge von Störungen folgt die Zusammenstellung sicherheitstechnisch wichtiger Grenzwerte, die beim bestimmungsgemäßen Betrieb des Endlagers zum Schutz des Personals und der Umgebung vor den Gefahren radioaktiver Strahlung einzuhalten sind.

Mit dieser Gliederung folgt die Rahmenbeschreibung der KTA-Regel 1201, Ziffern 5.1 und 5.2.

### Bewertung

Die in der Rahmenbeschreibung genannten Inhalte der Einzelkapitel umfassen alle wesentlichen hier zu behandelnden Sachverhalte. Das gilt insbesondere für solche Verfahren und Vorgehensweisen, die den genehmigten Anlagenzustand und Anlagenbetrieb beschreiben sowie festlegen sollen, in welcher Weise auch bei Änderungen an Anlagenteilen oder Betriebsweisen die Auslegungsbedingungen beibehalten werden. Dazu gibt es an anderen Stellen des ZB/BHB detaillierte Regelungen, auf die in diesem Teil der Betriebsordnung hingewiesen werden sollte. Als Beispiele nennen wir die verschiedenen Dokumentationsschritte oder auch die Verfahrensvorschriften für die Durchführung von Änderungen, Betriebsweisen oder Betriebsvorschriften (vgl. Kap. 2.1.2 des vorliegenden Gutachtens).

Im einzelnen halten wir es für angebracht, im Abschnitt "Übergeordnete Voraussetzungen und Bedingungen" auf das für die Konditionierung, Lagerung und Beseitigung der radioaktiven Betriebsabfälle genehmigte Verfahren hinzuweisen. Diese nicht zum Betriebszweck gehörenden, aber zwangsläufig anfallenden Arbeiten sind zwar im wesentlichen in der Abfallbehandlungsordnung geregelt, sie stellen aber eine wichtige Voraussetzung für einen reibungslosen, bestimmungsgemäßen Betriebsablauf dar /AV 4.3-15/.

Im Abschnitt "Voraussetzungen und Bedingungen für den Beginn des bestimmungsgemäßen Betriebes" fehlen Angaben zur Personenüberwachung und im Abschnitt "Voraussetzungen und Bedingungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb" Angaben zur ordnungsgemäßen Entsorgung der eigenerzeugten radioaktiven Abfälle. In diesem Punkte wird der Betreiber wie jeder Ablieferungspflichtige zu behandeln, der Verbleib der Abfälle somit zu dokumentieren sein. Die Maßnahmen zur Personenüberwachung wird die Strahlenschutzordnung detailliert darstellen, auch sie sind aber notwendige Voraussetzungen zur Aufnahme des Betriebes und müssen deshalb in diesem Teil der Betriebsordnung genannt sein (vgl. AV 4.3-15).

Störungen in der Anlage können je nach Art und Ort ihres Auftretens zu mehr oder minder umfangreichen Betriebseinschränkungen führen. Sofern abzusehen ist, daß eine mit Betriebseinschränkungen verbundene Störung die Pufferlagerkapazitäten auf dem Werksgelände erschöpfen wird, soll die Anlieferung weiterer Gebinde unter-

brochen werden. Wir halten es für selbstverständlich, daß die Anlieferung neuer Gebinde nach Beseitigung einer Betriebsstörung erst beginnt, wenn der durch die Betriebseinschränkung verursachte Rückstau abgebaut ist.

Das Kapitel "Sicherheitstechnische Grenzwerte" nennt eine Reihe von Stichworten und gibt hierzu allgemeine Hinweise. Die Auswahl der vorgesehenen Sachbereiche folgt der KTA-Regel 1201, Ziffer 5.2. Hier erwarten wir konkrete Angaben, die - wie auch für andere Abschnitte dieses Teils der Betriebsordnung - jedoch erst nach Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses gemacht werden können.

Sicherheitstechnisch wichtige Grenzwerte werden auch in den Rahmenbeschreibungen anderer Teile der Betriebsordnung erwähnt. Sie gehören generell in das hier behandelte Kapitel. Da man sie aber auch dort vorfinden sollte, wo sie unmittelbar zu beachten sind - z.B. in der Abfallbehandlungsordnung - sollten bei doppelter Aufzählung jeweils Querverweise gemacht werden, um unterschiedliche Angaben zu vermeiden. Im Zweifelsfalle sollten die im Teil 2.1 genannten Werte verbindlich sein /AV 4.3-16/.

Soweit die Rahmenbeschreibung das BfS erwähnt, geschieht das im Aufgabenbereich der Aufsicht. Hier verweisen wir auf unsere Bemerkungen zur Doppelfunktion des BfS (vgl. Kap. 4.3.1 dieses Gutachtens).

Wir betrachten die Rahmenbeschreibung unter Beachtung unserer Auflagenvorschläge als geeignete Grundlage für das Kapitel "Voraussetzungen und Bedingungen zum Betrieb sowie sicherheitstechnisch wichtige Grenzwerte". In vielen Punkten wird das Kapitel erst nach Planfeststellung konkretisiert werden können. Die atomrechtlichen Anforderungen lassen sich jedoch erfüllen.

- Anomaler Betrieb /EU 316, Ziffer 2.2/

Die Rahmenbeschreibung zu diesem Kapitel der Betriebsordnung definiert den Begriff "Anomaler Betrieb" und nennt sicherheitstechnische Anforderungen, d.h. Schutzziele, aus denen sich Maßnahmen zur Beherrschung und Begrenzung anomaler Betriebszustände im Rahmen des bestimmungsgemäßen Betriebs ableiten. Die Rahmenbeschrei-

bung nennt Beispiele für systemübergreifende und systemspezifische Störungen und beschreibt sowohl generell als auch für eine Reihe konkreter Fälle Maßnahmen, die den normalen Betriebszustand wiederherstellen sollen.

Die Rahmenbeschreibung folgt der KTA-Regel 1201, Ziffer 5.4.

### Bewertung

Die Rahmenbeschreibung läßt im wesentlichen den vorgesehenen Inhalt des beschriebenen Kapitels der Betriebsordnung deutlich werden.

Während in anderen Teilen der Betriebsordnungen die Funktionen des Personals in der Zentralen Warte bei der Entgegennahme und Weiterleitung von Störungsmeldungen sowie der Einleitung von Maßnahmen bereits erwähnt wird, kündigt diese Rahmenbeschreibung dazu eine entsprechende Regelung durch eine Dienstanweisung an. Wir haben bereits auf die Notwendigkeit einer zusammenfassenden Darstellung der Aufgaben und Kompetenzen des Personals in der Zentralen Warte hingewiesen und als geeigneten Ort dafür die Personelle Betriebsordnung oder die Warten- und Schichtordnung genannt (vgl. AV 4.3-2).

Inwieweit die in der Rahmenbeschreibung behandelten Störungen im einzelnen vollständig dargestellt wurden, ist Sache der Systembegutachtung. Hierzu verweisen wir auf die Kapitel dieses Gutachtens, die sich mit den einzelnen Systemen und den Betriebsabläufen befassen.

Generell weisen wir darauf hin, daß die häufig erwähnten "administrativen" Maßnahmen in der Mehrzahl der Fälle tatsächlich "organisatorische" Maßnahmen sind, da es sich bei den angegebenen Punkten vielfach um betriebliche Anweisungen des Unternehmers, nicht aber um verwaltungsrechtliche Vorgänge oder Auflagen handelt.

Mit dem dargestellten Rahmen für das Kapitel "Anomaler Betrieb" sind wir einverstanden, er stellt eine brauchbare Grundlage für diesen Teil der Betriebsordnung dar, mit der sich die atomrechtlichen Anforderungen erfüllen lassen.



### - Meldekriterien /EU 316, Ziffer 2.3/

Die Rahmenbeschreibung verweist auf die gemäß bergrechtlichen Regelungen erforderliche Berichtspflicht im Falle ungewöhnlicher Betriebsereignisse. Diese Berichtspflicht wird ausgedehnt auf solche Ereignisse, die aus Gründen des Strahlenschutzes und der kerntechnischen Sicherheit von Belang sind. Die Rahmenbeschreibung nennt Sachbereiche, denen besondere Vorkommnisse zugeordnet werden und beschreibt Meldekategorien und Meldeverfahren.

### Bewertung

Für die Meldung besonderer Vorkommnisse bestehende Regelungen werden nach den Belangen des Bundesberggesetzes und der im kerntechnischen Bereich gültigen BMU-Richtlinie "Meldekriterien und Meldeverfahren für besondere Vorkommnisse in Anlagen der Versorgung und der Entsorgung des Kernbrennstoffkreislaufs" /165/ zusammengefaßt. Die Rahmenbeschreibung folgt dabei der genannten BMU-Richtlinie und erwähnt, daß der Kriterienkatalog entsprechend den aus der Richtlinie übernommenen Sachbereichen festgelegt wird. Die Detailregelungen werden - soweit sie sich auf den Betrieb des Endlagers anwenden lassen - später nach den Vorgaben der BMU-Richtlinie getroffen. Das gilt auch für die dann zu benutzenden Meldeformulare.

Der durch die Rahmenbeschreibung für den Abschnitt "Meldekriterien" der Betriebsordnung gegebenen Grundlage stimmen wir zu. Die atomrechtlichen Anforderungen für diesen Teil der Betriebsordnung lassen sich erfüllen.

### - Störfälle /EU 316, Ziffer 2.4/

Die Rahmenbeschreibung legt dar, wie in Anlehnung an die KTA-Regel 1201, Ziffer 6, Störfälle zu definieren, welche Ereignisse als Störfälle zu werten und in welcher Weise Maßnahmen zu ihrer Beherrschung zu ergreifen sind.

Die Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk /6/ beschreiben die bei Auslegung und Betrieb des Endlagers Konrad zu beachtenden Schutzziele. Sie enthalten die Forderung nach angemessenen Maßnahmen, mit denen diese Ziele zu erreichen sind, und verlangen eine entsprechende Sicherheitsanalyse für denkbare Störfallszenarien. Auf diese Analyse /EU 228/ gehen wir an anderer Stelle ein (vgl. Kap. 5 dieses Gutachtens); sie bildet hier aber die Grundlage für die in diesem Kapitel des ZB/BHB zu beschreibenden Maßnahmen.

Die Rahmenbeschreibung unterscheidet übereinstimmend mit der Sicherheitsanalyse zwei Störfallklassen. In die Störfallklasse 1 fallen solche Ereignisse, die in ihren radiologischen Auswirkungen durch die Auslegung der Anlage und der Abfallgebinde im Rahmen der Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV /4/ begrenzt werden. Zur Störfallklasse 2 gehören Ereignisse, die durch Auslegungs- oder andere Maßnahmen in der Anlage und an den Abfallbinden vermieden werden /EU 228/.

Die Einteilung der Störfälle in die Klassen 1 und 2 wird durch die probabilistische Anlagenbewertung /EU 238/ des Antragstellers belegt. Ereignisse, die aufgrund ihrer geringen Eintrittswahrscheinlichkeit dem Restrisikobereich zugehören, erscheinen im Kapitel "Störfälle" des ZB/BHB nicht; Maßnahmen für solche Fälle trügen zwangsläufig den Charakter von Notfallschutzmaßnahmen. Für diese Ereignisse sind folgerichtig auch keine im ZB/BHB festgelegten Vorgehensweisen zu ihrem Erkennen und Beherrschen erforderlich. Andererseits werden der Störfallklasse 2 sowohl in der Sicherheitsanalyse /EU 228/ als auch in der Rahmenbeschreibung solche Ereignisse (z.B. Brände) zugeordnet, die zwar auftreten können, nachweislich aber nicht zu Auswirkungen führen, die über die der radiologisch repräsentativen Störfälle hinausgehen, jedoch erkannt und unter Kontrolle gehalten werden können. Diese Störfälle werden deshalb in ähnlicher Weise behandelt wie Ereignisse der Klasse 1. Bei diesen Ereignissen sind richtiges Erkennen des Ereignisses und die Kontrolle des erwarteten Verlaufs wichtig; deshalb werden auch für diese Fälle entsprechende Vorgehensweisen beschrieben, die sicherlich auch wieder an andere Vorschriften, wie etwa die Brandschutzordnung, anknüpfen können.

### Bewertung

Im Grundsatz erfüllt die Rahmenbeschreibung die in der KTA-Regel 1201, Ziffer 6, gestellten Anforderungen. Einzelheiten können aber erst beurteilt werden, wenn das Kapitel "Störfälle" des ZB/BHB in seiner endgültig ausgearbeiteten Fassung vorliegt.

#### 4.3.4.3 Betriebsbuch/Prüfhandbuch (BB/PHB)

- Aufbau und Inhalt "Betriebsbuch/Prüfhandbuch (BB/PHB)" /EU 316, Ziffer 2.5/

Diese Rahmenbeschreibung gibt als Teil des sicherheitstechnischen Rahmens einen Überblick über Aufgabe, Aufbau und Inhalt des Betriebsbuchs/Prüfhandbuchs, das seinerseits das Hauptkapitel 5 des Zechenbuchs/Betriebshandbuchs (ZB/BHB) bildet. Die Beschreibung kann als Leitfaden für die konkrete Form dieses Hauptkapitels gelten. Sie enthält zudem das Muster einer speziellen Prüfanweisung sowie im Anhang die Prüfliste.

Die Rahmenbeschreibung folgt in allen wesentlichen Punkten der KTA-Regel 1202 /233/, die hier sinngemäß angewendet werden kann.

Wiederkehrende Prüfungen liefern den Nachweis für Integrität und Funktionsfähigkeit von Bauteilen, Komponenten und Systemen und garantieren damit, daß eine technische Einrichtung wie das Endlager Konrad im Rahmen der Vorgaben ohne Gefährdung der Sicherheit von Personen und Umgebung betrieben werden kann und daß sie weiterhin dem in den Genehmigungsunterlagen festgelegten Zustand entspricht.

Derartige Prüfungen beruhen oft auf unterschiedlichen Grundlagen, haben aber ebenso oft ähnliche Inhalte und dienen schließlich stets dem gleichen Zwecke. Deshalb ist es sinnvoll und zweckmäßig, sie zusammengefaßt darzustellen, damit sich Lücken erkennen, ebenso aber auch überflüssige Mehrfachprüfungen vermeiden lassen. Diesem Zweck dient das Betriebsbuch/Prüfhandbuch, das sich ähnlich wie das Zechenbuch/Betriebshandbuch einerseits im ersten Teil mit dem bereits bestehenden Bergwerksbetrieb, andererseits im zweiten Teil mit der Nutzung für den Endlagerbetrieb befaßt. Damit liegt die Aufgabenteilung fest.

Wir verstehen diesen Teil der Betriebsordnung, den die Rahmenbeschreibung behandelt, somit als eine allgemeingültige Vorgabe, nach der wiederkehrende Prüfungen abgewickelt werden. Sie nennt darüberhinaus mit der Prüfliste im Sinne der in der KTA-Regel 1202 /233/ erwähnten Sicherheitsspezifikation die Gegenstände, die im Verlauf der Begutachtung im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren als sicherheitstechnisch wichtig erkannt und eingestuft wurden und wiederkehrenden Prüfungen unterworfen werden sollen.

### Bewertung

In diesem Sinne bewerten wir den einleitenden Abschnitt und auch die zu den Anwendungshinweisen gegebenen Erläuterungen im Betriebsbuch/Prüfhandbuch (BB/PHB). Sie gestatten es, zu einer einheitlichen Darstellung der aufgeführten wiederkehrenden Prüfungen zu kommen. In diesem Zusammenhang wird auch der Kreis der an den Prüfungen zu beteiligenden fachkundigen oder sachverständigen Personen oder Organisationen derart umrissen, daß sich die Prüfbeteiligung aufgrund der verschiedenen Prüfgrundlagen deutlich ableiten läßt.

Die Prüfungen werden anhand von Prüfanweisungen durchgeführt, die alle Angaben enthalten, um bei Einhaltung der dort genannten erforderlichen Voraussetzungen bewertungsfähige Prüfergebnisse zu erzielen, die sich mit den Ergebnissen vorausgegangener Prüfungen vergleichen lassen. Die Prüfanweisung gilt zugleich als Arbeitshilfe bei den wiederkehrenden Prüfungen, in der die Prüfergebnisse unmittelbar protokolliert werden. Die Prüfanweisung dient damit auch der Dokumentation der wiederkehrenden Prüfungen. Die Prüfergebnisse sollen Ergebniskategorien zugeordnet werden, aus denen zu erkennen sein soll, ob eine Prüfung ohne Befund abgewickelt wurde oder ob Eingriffe oder Nacharbeiten mit oder ohne Wiederholung der Prüfung nötig wurden.

Das der Rahmenbeschreibung beigefügte Beispiel einer nach diesen Vorgaben formulierten Prüfanweisung zeigt, daß der gewünschte Zweck einer Prüfanweisung erreicht werden kann, auch wenn sie für einen anderen Prüfgegenstand im Detail anders aussehen wird.

Die Prüfanweisung muß dem Prüfgegenstand, dem Prüfverfahren und dem Prüfungszweck entsprechen, sie wird sich den Erkenntnissen im Verlauf von Beschaffung und Inbetriebsetzung wie auch des späteren Betriebs anpassen müssen. Da die Prüfanweisungen, soweit berg- oder atomrechtliche Belange berührt werden, einem Zustimmungsverfahren unterworfen werden, muß dies auch für nötig werdende Änderungen gelten. Die Rahmenbeschreibung erwähnt den Revisionsdienst; das Zustimmungsverfahren bei Änderung sicherheitstechnisch wichtiger Unterlagen wird jedoch an anderer Stelle erwähnt (vgl. Kap. 4.3.3 dieses Gutachtens).

Die Rahmenbeschreibung legt die Terminplanung in die Hand der Betriebsführung, die Durchführung und die Bewertung der Prüfungen in die der zuständigen Fachabteilung, gegebenenfalls unter Beteiligung eines Sachverständigen. Sie verlangt die Beachtung der Instandhaltungsordnung und weist ausdrücklich darauf hin, daß die Prüfungen exakt entsprechend den Prüfanweisungen durchzuführen sind. Wichtig sind die Hinweise, wie bei Feststellung von Mängeln oder bei Schwierigkeiten im Verlauf der Prüfungen zu verfahren ist.

Die für die Prüfintervalle festgelegten Toleranzen entsprechen üblichen Regelungen. Es muß aber erwähnt werden, daß ein Ausnutzen der Toleranzen nicht zu einem neuen Solltermin für die folgenden Prüfungen führt /AV 4.3-17/.

Die in der Anlage beigefügte Prüfliste zeigt einen Aufbau, der mit den Angaben in den Prüfanweisungen kompatibel ist. Die Art der Darstellung der erforderlichen Prüfungen gibt Hinweise auf Art der Prüfung, einzuhaltendes Prüfintervall, an den Prüfungen Beteiligte und für die Prüfungen erforderliche Betriebszustände; die Kennzeichnung durch das Anlagenkennzeichen erlaubt die Zuordnung.

Sofern in der Prüfliste für einen Prüftitel mehrere unterschiedliche Prüfintervalle angegeben sind, besteht die Möglichkeit, entweder nur das kürzeste Prüfintervall anzugeben, wobei eventuell unterschiedliche Prüfungsumfänge in der Prüfanweisung einzeln zu nennen wären, oder es muß jeweils für einen bestimmten Prüfungsumfang eine gesonderte Prüfanweisung geschrieben werden, die dann auch in der Prüfliste aufgeführt sein muß. Der besseren Überschaubarkeit wegen halten wir den letztgenannten Weg für zweckmäßiger /AV 4.3-18/.

Die Rahmenbeschreibung erwähnt, daß die Prüfliste alle wiederkehrenden Prüfungen an Anlagenteilen, Komponenten und Systemen enthält, die sicherheitstechnischen Auslegungsanforderungen unterliegen, darüberhinaus aber auch solche ohne sicherheitstechnische Auslegungsanforderungen, soweit sie bestimmte in der Rahmenbeschreibung genannte Aufgaben erfüllen. Der anfangs aufgeführte Umfang umfaßt im wesentlichen die Anlagenteile, Systeme und Komponenten, die in der Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ dem Qualitätssicherungsbereich 3 zugeordnet sind. Die übrigen gehören in den Qualitätssicherungsbereich 2, der nicht a priori zu wiederkehrenden Prüfungen führt. Es läßt sich daher an dieser Stelle und zu diesem Zeitpunkt nicht feststellen, ob die Prüfliste vollständig ist, weil es keine allgemeingültigen Zuordnungskriterien gibt. Ebenso wenig läßt sich eine verbindliche Aussage zu Prüfumfängen, Prüfverfahren und Prüfintervallen machen, weil auch hier im Verlauf von Beschaffung und Inbetriebnahme weitere Erkenntnisse zu erwarten sind, die sicherlich Art, Umfang und Intensität der wiederkehrenden Prüfungen beeinflussen werden. Form und Aufbau der Prüfliste entsprechen den gestellten Anforderungen, die Prüfung ihres sachlichen Inhalts geschieht bereits im Rahmen der Systembegutachtung, kann jedoch erst vor der Betriebsaufnahme verbindlich abgeschlossen werden.

Wir halten die Rahmenbeschreibung mitsamt der beigefügten Prüfliste für eine gute Grundlage zur Erarbeitung der endgültigen Unterlagen für die wiederkehrenden Prüfungen. Die als Muster vorgestellte Prüfanweisung erfüllt alle an sie zu stellenden Anforderungen. Die Vollständigkeit der Prüfliste sollte ebenso wie die dort genannten Prüfumfänge, Prüfintervalle sowie an den Prüfungen zu Beteiligende bis zur Betriebsaufnahme durch einen unabhängigen Sachverständigen abschließend geprüft werden (vgl. AV 4.3-1).

## **5 Störfallanalyse**

### **5.1 Sicherheitsanalyse und Minimierungsgebot**

Für die Auslegung des Endlagers Konrad hat der Antragsteller auf der Basis einer systemtechnischen Analyse der vorgesehenen Betriebsabläufe und der möglichen äußeren Einwirkungen Ereignisse identifiziert, die zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung führen können /1, EU 228/. Als auslösende Vorgänge für diese Ereignisse werden zugrunde gelegt:

- Technisches Versagen von Hubeinrichtungen,
- Technisches Versagen von Transporteinrichtungen,
- Technisches Versagen von Verriegelungseinrichtungen,
- Technisches Versagen von leittechnischen Einrichtungen,
- Gebirgsmechanische Ursachen,
- Handhabungsfehler,
- Fahrfehler,
- Rangierfehler und
- Wartungsfehler.

Die hieraus resultierenden möglichen Störfälle mit thermischen oder mechanischen Einwirkungen auf Abfallgebinde wurden jeweils in Gruppen mit vergleichbaren Belastungen zusammengefaßt und daraufhin untersucht, welche Ereignisse zu maximalen Aktivitätsfreisetzungen führen können. Zur Bewertung der Störfallereignisse werden im Sinne der Störfall-Leitlinien /19/ zwei Klassen definiert:

**Klasse 1:** Ereignisse, die in ihren radiologischen Auswirkungen durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallgebinde begrenzt werden.

**Klasse 2** Ereignisse, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebinden vermieden werden.

Kriterien, die bei einer ingenieurmäßigen Bewertung und Einstufung der Ereignisse in diese Klassen vom Antragsteller herangezogen werden, sind Betriebserfahrungen, technische Machbarkeit, Aufwand und Effektivität einer Maßnahme. Es wurden 78 Ereignisse im Zusammenhang mit dem Umgang von Abfallgebinden bewertet /EU 228/.

Die Ereignisse der Klasse 2 werden nach allgemeinem Verständnis dem Restrisiko zugeordnet. Um die Angemessenheit dieser Zuordnung und die sicherheitstechnische Ausgewogenheit des Endlagers zu belegen, hat der Antragsteller eine probabilistische Anlagenbewertung des geplanten Endlagers vorgenommen /EU 238/, die entsprechend dem Planungsfortschritt zum Pumpversatz ergänzt wurde /EU 467/.

Die Störfälle der Klasse 1, bei denen für die maximalen Belastungen von Transporteinheiten die radiologischen Auswirkungen ermittelt werden, dienen dem Antragsteller dazu, Einlagerungsbedingungen festzulegen. Hierbei wird in Abhängigkeit von dem Konditionierungsverfahren der Abfälle und von den Behältereigenschaften das maximal zulässige Aktivitätsinventar eines Radionuklids pro Transporteinheit so festgelegt, daß die Strahlenexpositionen nach Störfällen die Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV /4/ nicht überschreiten. Zur Berechnung der Strahlenexpositionen verweisen wir auf Kap. 5.6 dieses Gutachtens.

Bei einem Gemisch von Radionukliden in einer Transporteinheit stellt ein Summenkriterium sicher, daß die Grenzwerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV eingehalten werden /EU 371/ (vgl. Kap. 5.6.3 dieses Gutachtens).

Für die theoretisch abgeleiteten Aktivitätsgrenzwerte, die in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ festgelegt sind, hat der Antragsteller zusätzlich gezeigt, daß sie bei den vorhandenen Abfallbinden zum großen Teil nicht ausgeschöpft werden /EU 191, EU 207/, so daß nach seiner Ansicht keine Minimierungsmaßnahmen, z.B. Filteranlagen, erforderlich sind. Nach dem Verzicht auf die Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf hat der Antragsteller die statistische Aktivitätsverteilung zum Ausschöpfungsgrad der Grenzwerte neu ermittelt /EU 366/. Demnach ist davon auszugehen, daß 8,3 % der für das Endlager vorgesehenen Transporteinheiten zu Störfallauswirkungen führen können, die rechnerisch die Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV zu über 10 % ausschöpfen. Andererseits führt der Antragsteller /EU 325, EU 393/ aus, daß es bei einer Störfallfilteranlage für die untertägigen Anlagen, in denen die radiologisch relevanten Störfälle auftreten könnten, technische Probleme gibt.

Um Forderungen des Gutachters nach Minimierungsmaßnahmen für Störfallauswirkungen zu erfüllen, sieht der Antragsteller nun vor, in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ festzuschreiben, daß der Summengrenzwert für ein Radionuklidgemisch nur zu



10 % ausgeschöpft werden darf. Hiervon ausgenommen sind die Abfallgebinde mit einer störfallfesten Verpackung (vgl. Kap. 2.5.1.2.2 dieses Gutachtens). Für die Annahme von Transporteinheiten, die das Summenkriterium über 10 % ausschöpfen, ist die Zustimmung des BfS erforderlich. Ihre Annahme ist auf 1 % aller Abfallgebinde beschränkt.

### Bewertung

Im Genehmigungsverfahren für kerntechnische Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland ist es üblich, für einzelne Anlagenbereiche, Systeme oder Komponenten Störfälle deterministisch festzulegen. Auch bei einem Endlager für radioaktive Abfälle halten wir eine deterministische Vorgehensweise für angemessen. Deshalb haben wir überprüft, ob alle zu unterstellenden relevanten Ereignisse in der Störfallanalyse des Antragstellers /EU 228/ enthalten sind, und bestätigen, daß alle Ereignisse, die für die Festlegung von Endlagerungsbedingungen oder für die Auslegung sicherheitstechnisch wichtiger Systeme von Bedeutung sind, betrachtet wurden (vgl. Kap. 5.2 und 5.3 dieses Gutachtens).

Wir können dem Verfahren zustimmen, die Störfälle ähnlich der Vorgehensweise in den Störfall-Leitlinien /19/ in Klasse-1- und Klasse-2-Ereignisse einzuteilen. Daraus ergibt sich aber, daß für Systeme oder Komponenten, deren Versagen zu Ereignissen der Klasse 2 führen können, ein erheblicher Aufwand an qualitätssichernden Maßnahmen hinsichtlich Auslegung, Fertigung und beim Betrieb erforderlich wird. Da derartige Störfälle allein durch Auslegungsmaßnahmen, organisatorische Maßnahmen und Kontrollen vermieden werden sollen, ist eine hohe Zuverlässigkeit in diesen Fällen erforderlich, um diese Ereignisse der Klasse 2 dem Restrisikobereich zuzuordnen zu können. Auf die Maßnahmen zum Erreichen einer hohen Zuverlässigkeit von Systemen gehen wir in dem jeweiligen Systemkapitel ein.

Wesentliche Elemente einer generellen Vorsorgemaßnahme gegen Störfälle, deren Ursache menschliches Versagen ist, sind die besondere Zuverlässigkeit und Fachkunde des verantwortlichen Personals. Die Erfüllung dieser Voraussetzung wird vor Erteilung der Planfeststellung von der Genehmigungsbehörde überprüft und später während des Betriebs durch das BfS sichergestellt. Wir weisen darauf hin, daß dieser Bereich nicht Thema dieses Gutachtens ist. Schließlich sind die erforderliche

ständige Ausbildung und Schulung des Personals sowie detaillierte Festlegungen von Betriebsabläufen im Zechenbuch/Betriebshandbuch als weitere Vorsorgemaßnahme gegen menschliches Versagen zu nennen.

Der Zweck einer Anlage zur Einlagerung radioaktiver Abfälle ist es, mit den Abfallgebinden bestimmte Aktivitätsmengen einzulagern. Es dient dabei der Minimierung des Endlagervolumens, wenn die einzelnen Abfallgebinde unter Beachtung aller vorgegebenen Randbedingungen durch die Eigenschaften der Abfälle und die bestehenden Vorschriften möglichst große Aktivitätsinventare enthalten. Gleichzeitig wird durch die Reduzierung der Anzahl der Gebinde und die damit verbundene Verminderung der Handhabungsvorgänge eine Optimierung des Strahlenschutzes erreicht.

Neben den technisch vorgegebenen Randbedingungen, z.B. durch die Aktivitätskonzentrationen in den einzulagernden Abfällen und den einzuhaltenden Transportbedingungen, sind die Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV /4/ zu beachten und zulässige Aktivitätsinventare der Transporteinheiten im Hinblick auf die zu unterstellenden Strahlenexpositionen bei Störfällen festzulegen.

Dieses Vorgehen bringt die Möglichkeit mit sich, daß in der Störfallsituation im Vergleich mit anderen kerntechnischen Anlagen hohe Strahlenexpositionen nicht ausgeschlossen werden können. Minimierungsmaßnahmen im Hinblick auf § 28 Abs. 1 StrlSchV /4/ müssen dann auf eine Herabsetzung der Eintrittshäufigkeit zielen.

Zu diesem Problem hat der Antragsteller eine probabilistische Bewertung der einzelnen Ereignisse der Störfallanalyse vorgenommen /EU 238, EU 467/. In dieser Untersuchung wird auch gezeigt, daß im Einzelfall unter Berücksichtigung der vorgesehenen Auslegungsmaßnahmen, wie z.B. bei der Schachtförderanlage, Ereignisse zu Recht dem Restrisikobereich zugeordnet werden können, d.h. die Eintrittswahrscheinlichkeit liegt bei ca.  $10^{-6}$  pro Jahr oder niedriger. Da für die Ermittlung von Eintrittswahrscheinlichkeiten keine Daten von vergleichbaren Endlagern oder gleichen Anlagenteilen zur Verfügung standen, hat der Antragsteller auf Statistiken von vergleichbaren Industrieanlagen oder ähnlichen Arbeitsabläufen zurückgegriffen. Die Übertragbarkeit von Daten halten wir nicht in allen Fällen (z.B. Unfallgeschehen auf öffentlichen Straßen übertragen auf das Anlagengelände) für uneingeschränkt mög-

lich. Deshalb darf die Genauigkeit der Ermittlung von Eintrittshäufigkeiten der Einzelereignisse nicht überbewertet werden. Die Zielsetzung der Bewertung, die sicherheitstechnische Ausgewogenheit des Endlagerkonzeptes /EU 238/ aufzuzeigen (d.h. höhere Eintrittswahrscheinlichkeiten bei Ereignissen sind mit geringeren Auswirkungen in der Umgebung verbunden), wurde aber mit der verfügbaren Datenbasis erreicht. Im Einzelfall gibt der Bericht wichtige Hinweise, bei welchen Komponenten durch weitere Auslegungsmaßnahmen sicherheitstechnische Verbesserungen möglich sind. Dies haben wir bei der Begutachtung der Systeme berücksichtigt.

Wegen der Ungenauigkeiten dieser probabilistischen Anlagenbewertung halten wir die Vorgehensweise des Antragstellers andererseits für gerechtfertigt, für jeden Anlagenbereich - außer Schachtförderanlage - deterministisch radiologisch repräsentative Störfälle festzulegen.

Um den theoretischen Ansatz, Ausschöpfung der Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV /4/ bei den Endlagerungsbedingungen, zu rechtfertigen, hat der Antragsteller neben der Ermittlung von Eintrittswahrscheinlichkeiten für Störfälle weitere Untersuchungen vorgenommen. In der Unterlage /EU 191/ wird aufgezeigt, daß nicht zu erwarten ist, daß es während der Betriebszeit des Endlagers zu Störfällen kommt, bei denen die Grenzwerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV /4/ erreicht werden. Eine Hauptursache hierfür ist, daß bei nuklidspezifischen Aktivitätsbegrenzungen unterschiedliche kritische Organe zum Tragen kommen. Zwar wurden die Berechnungen zu diesen Untersuchungen auf der Basis der bis 31.10.89 gültigen Strahlenschutzverordnung /255/ vorgenommen, jedoch ergibt sich bei Beachtung der seit 01.11.89 gültigen Strahlenschutzverordnung, der andere Dosisfaktoren zugrunde liegen, keine andere Bewertung. Weitere Gründe für eine Verringerung der Strahlenexposition nach Störfällen liegen in konkurrierenden Endlagerungsbedingungen (Einhaltung der Kritikalitätssicherheit, 3K-Kriterium, Begrenzung der Ortsdosisleistung und Massenbegrenzung) sowie an Konservativitäten bei der Ermittlung der Aktivitätsfreisetzung nach Störfällen. Nach diesen Untersuchungen ergeben sich nach unserer Einschätzung Dosiswerte, die nicht so deutlich unterhalb der Störfallplanungswerte liegen, daß sie bei anderen kerntechnischen Anlagen, wie z. B. Kernkraftwerken, heute als akzeptabel angesehen werden.

Aus diesem Grund wurde vom Antragsteller auf der Grundlage der vorhandenen Erkenntnisse über Abfallgebinde Erwartungswerte für Strahlenexpositionen nach Störfällen ermittelt. Allein in den letzten Jahren haben sich bei diesen Werten mehrfach deutliche Veränderungen ergeben /EU 207, EU 366/. Wir erwarten für die Zukunft eine verstärkte Ausschöpfung der Grenzwerte, weil die Endlagerungsbedingungen /EU 117/ die Weiterentwicklung von Konditionierungsverfahren beeinflussen werden. Das Kernforschungszentrum Karlsruhe hat in diese Richtung erste Schritte unternommen /167/. Außerdem hat die Revision der Störfallberechnungsgrundlagen zu einer Reduzierung der zulässigen Aktivitätsinventare geführt /EU 493/. Das bedeutet, daß bereits die vorhandenen und erwarteten Abfallgebinde die Grenzwerte der Endlagerungsbedingungen stärker ausschöpfen werden, als in den Untersuchungen /EU 207, EU 366/ aufgezeigt wurde.

Insofern war abzuwägen, ob als Minimierungsmaßnahme Störfall-Filter eingebaut werden sollten. Zu den in den Unterlagen /EU 325, EU 393/ angesprochenen technischen Problemen haben wir Stellung genommen /187/. Demnach halten wir eine kontinuierliche Filterung und auch eine Filterung im Hinblick auf übertägige Störfälle nicht für erforderlich. Um aber für die Störfälle, die zu den höchsten radiologischen Auswirkungen führen könnten, Vorsorge zu treffen, hatten wir angeregt, daß der Antragsteller für die Beurteilung der technischen Realisierbarkeit einer Bedarfsfilteranlage unter den Randbedingungen eines Bergwerksbetriebes und für die Beurteilung des erforderlichen Aufwandes weitere Untersuchungen durchführen läßt. Nach einem Schreiben des Antragstellers /256/ ist der Aufwand für eine Bedarfsfilteranlage außerordentlich hoch. Außerdem sieht er in diesem Schreiben die Ereignisse, die zu einer weitgehenden Ausschöpfung der Störfallplanungswerte des § 28, Abs. 3 StrlSchV /4/ führen könnten, dem Restrisiko zugeordnet. Diese Zuordnung wird u.a. durch die Beschränkung des Summenkriteriums auf 10 % abgesichert /EU 117/. Insofern ergibt sich aus seiner Sicht nicht die Notwendigkeit weiterer Maßnahmen.

Dem Auslegungsgrundsatz, Störfallereignisse mit einer weitgehenden Ausschöpfung der Störfallplanungswerte auslegungsmäßig dem Restrisikobereich zuzuordnen, sehen wir als eine geeignete Maßnahme an, das Minimierungsgebot des § 28, Abs. 1 StrlSchV /4/ zu erfüllen /259/. Die untertägigen Störfälle, die zu hohen Strahlenexpositionen führen können, haben bei Berücksichtigung der technischen Vorsorgemaßnahmen Eintrittswahrscheinlichkeiten unter  $10^{-3}$  pro Jahr. Wenn der Antragstel-

ler /EU 117/ nun vorsieht, Transporteinheiten, die das Summenkriterium zu über 10 % ausschöpfen, auf 1 % des Aufkommens für das Endlager zu begrenzen, wird erreicht, daß diese Störfälle dem Restrisikobereich zugeordnet werden können. Da außerdem bei diesen Ereignissen nun sichergestellt ist, daß die Planungsrichtwerte des § 28, Abs. 3 StrlSchV /4/ bei den radiologischen Auswirkungen für Ereignisse des Restrisikobereichs eingehalten oder bei den Störfallauswirkungen deutlich unterschritten werden, sehen wir nicht die Notwendigkeit zu weiteren Minimierungsmaßnahmen. Die Schutzziele des § 28 StrlSchV sind eingehalten. Die Ereignisse des Restrisikobereichs werden abdeckend durch unsere Studie zum Flugzeugabsturz /113/ abgehandelt.

Den Einsatz störfallfester Verpackungen werten wir als Minimierungsmaßnahme, da bei diesen Behältern störfallbedingte Aktivitätsfreisetzungen um Größenordnungen niedriger sind als bei den anderen vorgesehenen Abfallbinden (vgl. Kap. 5.5 dieses Gutachtens).

In den folgenden Kapiteln gehen wir auf die radiologisch relevanten Störfälle ein. Wir betrachten getrennt die übertägigen Anlagenbereiche bei Schacht Konrad 2 und das Grubengebäude und unterteilen in Ereignisse durch Einwirkungen von innen und von außen. Bei Schacht Konrad 1 wird nicht mit Abfallbinden umgegangen, so daß diese Anlagenbereiche in der Störfallanalyse nicht betrachtet werden müssen.

### **5.2 EVI-Ereignisse**

#### **5.2.1 Störfälle über Tage**

##### **5.2.1.1 Mechanischer Lastfall über Tage**

Eine Beschädigung von Transporteinheiten mit Abfallgebinden durch mechanische Belastungen können auftreten bei:

- einem Absturz von Transporteinheiten,
- einem Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde und
- einer Kollision von Transportmitteln.

Diese Ereignisse werden vom Antragsteller hinsichtlich maximaler Aktivitätsfreisetzungen untersucht /EU 228/. Ein Absturz von Abfallgebinden wird auf dem Anlagengelände beim Antransport und bei Umladevorgängen in der Pufferhalle, in der Umladehalle und im Sonderbehandlungsraum betrachtet.

Auf dem Anlagengelände wird bei der Anlieferung von Abfallgebinden mit Lastkraftwagen oder mit Waggons auf der Schiene die Fahrgeschwindigkeit so begrenzt, daß auch infolge von Kollisionen Beschädigungen an Transporteinheiten, die zu relevanten Aktivitätsfreisetzungen führen, nicht zu unterstellen sind. Die maximale Fahrgeschwindigkeit des Rangierfahrzeuges mit Last wird durch technische Maßnahmen auf 1 m/s begrenzt /EU 208, EU 324/. Außerdem befinden sich am Fahrzeug beidseitig eine automatische Kupplungseinrichtung und eine Auffahrdistanzmeßvorrichtung, die beim Annähern an einen Waggon die Fahrgeschwindigkeit reduziert /EU 208/. Die Fahrgeschwindigkeit für Lastkraftwagen wird durch Verkehrszeichen auf 10 km/h begrenzt. Die Einhaltung der Fahrgeschwindigkeit wird auf der geraden Strecke hinter Tor 1 meßtechnisch überwacht /EU 208/ (vgl. Kap. 2.3.1 dieses Gutachtens).

Zur Vermeidung von Kollisionen mit anderen Fahrzeugen auf dem Anlagengelände werden an wichtigen Kreuzungspunkten fernbedienbare Schranken errichtet, die bei Durchfahrt der beladenen Lastkraftwagen geschlossen sind /EU 208, EU 324/. Außerdem ist für die Fahrstrecke der Lastkraftwagen eine Einbahnstraßenregelung vorgesehen.

Entlang der Fahrstrecke der Lastkraftwagen zur Umladehalle und bei der Durchfahrt der Umladeanlagen wird das Gebäude an allen möglichen Kollisionsorten so gegen Anpralllasten ausgelegt, daß infolge von Kollisionen keine schweren Gebäudeteile auf Abfallgebände fallen können /EU 228, EU 245/ (vgl. Kap. 2.2 dieses Gutachtens). Die Schutzvorkehrung wird auch für die Fahrstrecke des Seitenstapelfahrzeugs getroffen. Dieses operiert nur in der Pufferhalle und in der Umladehalle im Übergabebereich der Transporteinheiten vom Plateauwagen /EU 208/. Lediglich im Übergabebereich zwischen Umladehalle und Pufferhalle kann es bei Kollisionen durch das Seitenstapelfahrzeug zu Gebäudeschäden kommen /EU 228/.

Bei dem Seitenstapelfahrzeug und dem Plateauwagen werden durch technische Maßnahmen die Fahrgeschwindigkeiten so begrenzt, daß allein durch Kollisionen keine Schäden an Transporteinheiten auftreten /EU 208, EU 228, EU 324/.

In der Pufferhalle, in der Umladehalle und im Sonderbehandlungsraum wird der Absturz von Transporteinheiten verbunden mit einer Freisetzung radioaktiver Stoffe untersucht. Im Sonderbehandlungsraum beträgt die maximale Hubhöhe 1,4 m /EU 385, EU 401/ und in der Pufferhalle sowie Umladehalle 3 m /EU 208, EU 228, EU 324/. Die Absturzhöhe im Sonderbehandlungsraum wird durch technische und organisatorische Maßnahmen begrenzt /EU 173, EU 388/. Wegen der unterschiedlichen Luftwechselzahlen in diesen Räumen, werden diese drei Störfälle getrennt betrachtet (siehe Kap. 5.5.3 dieses Gutachtens). In anderen Räumen werden radioaktive Abfallgebände nicht angehoben /EU 228, EU 388/.

Die Freisetzung der radioaktiven Stoffe erfolgt bei einem Störfall über den Kamin, da durch Verriegelungen eine bodennahe Freisetzung über Tore an der Pufferhalle bzw. Umladeanlage ausgeschlossen wird /EU 208, EU 324/.

Die mechanischen Belastungen bei einem Absturz von Transporteinheiten sind nach Angaben des Antragstellers größer als die möglichen Belastungen durch einen Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände. Als schwere Lasten kommen z.B. Transportabdeckungen oder Teile von Meßeinrichtungen in Frage. In der Pufferhalle kann bei Stapelvorgängen eine Transporteinheit auf eine andere stürzen. Wegen der geringen Absturzhöhe ist dann aber mit geringeren Auswirkungen als beim Absturz aus 3 m Höhe zu rechnen.

Zur Verhinderung von Kollisionen am Kran hängender Transporteinheiten mit vorüberfahrenden Lastkraftwagen sind Verriegelungen und organisatorische Maßnahmen vorgesehen. Kollisionen der beiden Kräne in der Umladehalle werden durch Abstandssicherheitsvorrichtungen vermieden. Außerdem können die Kräne bestimmte Bereiche nicht erreichen, und ihre Transportgeschwindigkeit ist begrenzt, wodurch weitere Störfallmöglichkeiten ausgeschlossen werden /EU 208, EU 324, EU 388/.

Im Bereich der Schachtförderanlage werden folgende Störfälle betrachtet /EU 228/:

- Absturz der Abfallbinde bei der Beschickung des Förderkorbes,
- Absturz von Abfallbinden bei der Förderung nach unter Tage,
- mechanische Einwirkung auf Abfallbinde beim Übertreiben des Förderkorbes,
- mechanische Einwirkung auf Abfallbinde beim schweren Übertreiben des Förderkorbes und
- Absturz schwerer Lasten auf Abfallbinde im Förderkorb.

Beim Übertreiben des Förderkorbes sind die mechanischen Belastungen auf Abfallbinde infolge des Abbremsvorganges auf kurzer Strecke kleiner als die Druckkräfte, die bei dreilagiger Stapelung von Abfallbinden auftreten, wogegen die Abfallbinde ausgelegt sind /EU 228/.

Andere Störfälle beim Betrieb der Schachtförderanlage, die zu größeren Aktivitätsfreisetzungen führen könnten, als sie aus der Störfallanalyse hervorgehen, werden durch Auslegungsmaßnahmen vermieden, d.h. sie werden den Störfällen der Klasse 2 zugeordnet /1, EU 24, EU 208/. Zu den Auslegungsmaßnahmen zählen unter anderem:

- Verriegelungen,
- Achtseilförderanlage,
- Kontrolle der Masse von Transporteinheiten,
- Arretierung des Plateauwagens,
- Auslegung der Bremsen und
- Seilrutschsicherheit.

Des Weiteren werden wichtige Komponenten regelmäßig und Betriebsparameter kontinuierlich überwacht.



### Bewertung

Die vorgesehenen Maßnahmen zum Anprallschutz sind aus unserer Sicht vollständig, sofern im Zechenbuch/Betriebshandbuch festgelegt wird, daß das Seitenstapelfahrzeug nur in der Pufferhalle und in der Umladeanlage im Übergabebereich der Abfallgebände vom Plateauwagen operiert (vgl. AV 4.3-1). Lediglich im Bereich der Fahrtstrecke des Seitenstapelfahrzeuges können Trümmerlasten auftreten. Die Wand zum Sonderbehandlungsraum kann in niedriger Höhe beschädigt werden, wenn die dortige Leitplanke den Anprall nicht auffängt.

Ebenso sind Schäden im Einfahrtsbereich zur Werkstatt nicht auszuschließen. In beiden Fällen können aufgrund der geometrischen Anordnung der Transporteinheit auf dem Seitenstapelfahrzeug durch Trümmerlasten keine Schäden an Abfallgebänden auftreten. In der Werkstatt befinden sich keine Abfallgebände und im Sonderbehandlungsraum kann es aufgrund der Masse der möglichen Trümmerlasten und der niedrigen Fallhöhe nur zu geringen Schäden an Abfallgebänden kommen, die durch den betrachteten Absturz von Abfallgebänden im Sonderbehandlungsraum abgedeckt werden. Deswegen können wir dieser Auslegung zustimmen.

Die größten mechanischen Belastungen bei Abfallgebänden treten infolge von Lastabstürzen auf, da die Höchstgeschwindigkeit von Transportmitteln auf 4 m/s begrenzt wird /EU 208/. Als radiologisch repräsentative Störfälle sehen wir wie der Antragsteller den Absturz von Abfallgebänden aus 3 m Höhe in der Pufferhalle und Umladehalle sowie aus 1,4 m Höhe im Sonderbehandlungsraum an. Dies setzt aber voraus, daß die zulässigen Fahrgeschwindigkeiten eingehalten werden. Deshalb ist es wichtig, die Einhaltung der maximalen Fahrgeschwindigkeit auf der geraden Fahrtstrecke hinter dem Tor 1 meßtechnisch zu kontrollieren, wie dies nach der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ vorgesehen ist.

Bei dem Rangierfahrzeug wird die Fahrgeschwindigkeit durch technische Auslegung so begrenzt, bzw. bei Kupplungsvorgängen soweit reduziert, daß eine Beschädigung von Abfallgebänden bei den Rangiervorgängen auszuschließen ist. Auch bei den anderen Transportmitteln liegt die maximale Fahrgeschwindigkeit unter der Auslegungsanforderung von 4 m/s (vgl. Kap. 2.3.1 dieses Gutachtens).

Bei Störfällen mit Aktivitätsfreisetzungen im Bereich der Umladeanlage wird die Abgabe der Aktivität über den Kamin erfolgen. Dies wird für alle Situationen dadurch erreicht, daß die Trocknungsanlage als Schleuse ausgelegt ist und bei Handhabungsvorgängen in der Umlade- oder Pufferhalle Tore nach außen geschlossen sind.

Über den Betrieb von Schachtförderanlagen liegen umfangreiche Betriebserfahrungen vor. Diese haben in der TAS /13/ und in der BVOS /12/ ihren Niederschlag gefunden und müssen bei Errichtung und Betrieb derartiger Anlagen beachtet werden. Bei Beachtung unserer Ausführungen in Kap. 2.3.1.3 dieses Gutachtens können wir uns der Aussage des Antragstellers anschließen, daß im Bereich der Schachtförderanlage alle Störfälle mit möglichen Aktivitätsfreisetzungen ausgeschlossen werden können. Allerdings ist es erforderlich, bei der Errichtung darauf zu achten, daß schwere Anlagenteile im Übergabebereich Puffertunnel-Fördergestell so angeordnet oder befestigt werden, daß sie nicht auf Abfallgebände fallen können. Dies ist mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen vor Errichtung anhand der Ausführungsplanung zu prüfen /AV 5.2-1/.

### 5.2.1.2 Brand über Tage

Die Grundsätze der Auslegung gegen Brandereignisse über Tage sind im Brandschutzmemorandum /EU 278/ beschrieben. Demnach gewährleisten die Maßnahmen zur Brandentdeckung und -bekämpfung, daß beim Umgang mit oder bei der Lagerung von radioaktiven Stoffen trotz der Brandvorbeugung eventuell auftretende Feuer auf die Phase des Entstehungsbrandes beschränkt bleiben und in kürzester Zeit vollständig gelöscht werden. Um dies sicherzustellen, sind eine Reihe von organisatorischen Maßnahmen geplant, die in der Brandschutzordnung /EU 316/ beschrieben sind. Brände in Raumbereichen außerhalb des Kontrollbereiches werden durch passive und aktive Brandschutzmaßnahmen so eingedämmt, daß auch bei Entwicklung eines Vollbrandes in diesen Raumbereichen ein Übergreifen des Feuers auf Raumbereiche mit radioaktiven Stoffen ausgeschlossen ist /EU 278/.

Diesen Grundsätzen wird durch die Einteilung der Gebäude in Brandabschnitte und Brandbekämpfungsabschnitte Rechnung getragen. Einer Brandausbreitung wird auch durch zusätzlichen organisatorischen Maßnahmen vorgebeugt /EU 278, EU 388/. So

erfolgt z.B. die Befüllung der Kraftstoff- und Heizöltanks zeitlich getrennt vom Einlagebetriebsbetrieb. Dies gilt auch für Tanklager unter Tage im Kontrollbereich /EU 241, EU 316/.

Generell sind die Brandlasten im übertägigen Bereich gering. Besondere Gefahrenpunkte stellen die Transportfahrzeuge mit Ausnahme der Eisenbahnwaggons und Plateauwagen dar. Deshalb wird bei besonders gefährdeten Bereichen, wie z. B. in der Trocknungsanlage und in der Umladehalle, besonderes Augenmerk auf Branderkennung und Löscheinrichtungen gelegt /EU 278/.

### Bewertung

Thermische Einwirkungen auf Abfallgebinde können im Zusammenhang mit

- Kollisionen der Transportmittel,
- spontanen Fahrzeugbränden oder
- anlageninternen Bränden

auftreten. Der Antragsteller hat alle Brandereignisse über Tage betrachtet und in Klasse 2 eingestuft. Durch brandschutztechnische Maßnahmen wie Einrichtung von Brandabschnitten, Reduzierung des Brandinventars und Auswahl geeigneter Brandmelder und Löscheinrichtungen soll sichergestellt werden, daß es im Bereich der Abfallgebinde nur zu Entstehungsbränden kommen kann. An herausragenden Gefahrenpunkten sieht der Antragsteller zusätzliche Löscheinrichtungen wie z.B. eine LKW-Löschanlage oder die bordfeste Feuerlöschanlage beim Seitenstapelfahrzeug vor /EU 145.2, EU 208, EU 278/. Die Zuverlässigkeit der Löscheinrichtungen setzt eine hohe Verfügbarkeit der Löschmittelversorgung voraus. Hierauf sind wir in Kap. 2.4 dieses Gutachtens eingegangen. Unter Beachtung der dort gemachten Ausführungen stimmen wir dem Vorgehen des Antragstellers zu. In der Pufferhalle und in der Umladehalle ist so eine brandbedingte Aktivitätsfreisetzung aus Abfallgebänden auszuschließen.

Allerdings schließen wir im Sonderbehandlungsraum, wo im allgemeinen nur gering kontaminierte Eigenabfälle oder defekte Abfallgebinde betroffen sein können, nicht

völlig aus, daß es bei Bränden zu Aktivitätsfreisetzungen kommt. Deshalb wird unseren Forderungen entsprochen und in diesem Raum eine Sprinkleranlage vorgesehen /EU 101, EU 173, EU 324, EU 380/, so daß Brände nach kurzer Zeit gelöscht sind. Ein ähnlich effektiver Brandschutz ist für das Lager für flüssige Abfälle II vorgesehen. Hier wird eine Schaumlöschanlage installiert /EU 101, EU 380/.

Die Auswirkungen von Brandereignissen, bei denen eine Aktivitätsfreisetzung nicht völlig ausgeschlossen ist, werden aber wegen der vorgesehenen Filterung (vgl. Kap. 2.4.1.5.2 dieses Gutachtens auf jeden Fall geringer als bei einem Brand unter Tage sein, weil bei den Ereignissen unter Tage vom Brandort bis zur Abgabe radioaktiver Stoffe über den Diffusor keine Rückhaltemechanismen für Aerosole in der Anlage beachtet werden und die Ausbreitungsverhältnisse ansonsten vergleichbar sind (s. Kap. 5.2.2.2 dieses Gutachtens).

### 5.2.1.3 Explosion über Tage

Chemikalien und Druckgasflaschen werden nur im betrieblich notwendigen Maß vorgehalten. So befinden sich je 2 Zählgasflaschen bei der Kabine für die Gebinde-Eingangskontrolle und bei der Kabine für die Freimessung in der Umladehalle. Daneben gibt es noch eine zentrale Versorgung mit Gas, u.a. Butan und Propan, aus einem außerhalb der Umladehalle gegenüber der Pufferhalle liegenden Flaschenlager /EG 47, EU 380, EU 388/.

Explosionsfähige Chemikalien können nur in geringen Mengen, z. B. im Labor, auftreten. Die Einhaltung der Laborrichtlinien /168/ verringert das Explosionsrisiko unter den Gesichtspunkten der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes /EU 238/.

### Bewertung

Wir stimmen dem Vorgehen des Antragstellers zu und erwarten keine relevanten Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus Abfallgebinden infolge von Explosionen in Gebäuden. Dies ist zum einen auf die geringen Mengen an explosionsfähigen Stoffen in

den Gebäuden und zum anderen auf die Lage der Laborräume zur Umlade- bzw. Pufferhalle zurückzuführen.

Nach den erläuternden Unterlagen /EU 101, EU 380/ sind die zu lagernden Mengen an Gas im Flaschenlager gering. Die Mengen an Propan und Butan betragen nur 198 kg. Unter Beachtung unseres Auflagenvorschlags /AV 2.3.5-9/ und unter Berücksichtigung der lokalen Anordnung des Flaschenlagers kommen wir zu dem Ergebnis, daß eine Gefährdung von Abfallbinden durch den Umgang mit Gasen ausgeschlossen werden kann.

Zum Streckenvortrieb im Auffahrbereich des Endlagers Konrad wird auch Sprengstoff eingesetzt. Da die Anlieferung des Sprengstoffs über Schacht Konrad 1 erfolgt /EU 205/, ist eine mechanische oder thermische Einwirkung auf Transporteinheiten ausgeschlossen.

### 5.2.1.4 Leckagen in den Tagesanlagen

Falls in der Umladeanlage mit radioaktiven Stoffen kontaminierte Flüssigkeiten wie Dekontwässer oder Löschwässer auftreten, so werden sie im Keller unter dem Sonderbehandlungsraum in Behältern gesammelt /EU 173, EU 380/. Darüber hinaus werden Grubenwässer in Übergabebehältern der Grubenwasserübergabestation und Kondenswässer aus dem Diffusor in Sammelbehältern gesammelt. Die übertägig eingesetzten medienführenden Komponenten werden mindestens durch eine weitere Barriere vom Erdreich getrennt. Der Zwischenraum wird durch Meßeinrichtungen überwacht, mit denen Leckagen festgestellt und gemeldet werden /EU 363, EU 380/. Bei der Druckrohrleitung zur Einleitstelle in den Vorfluter bei Üfingen wird ein anderes Konzept verfolgt. Hier werden der Druck und der Durchfluß überwacht. Sobald Differenzen festgestellt werden, wird die Förderung automatisch abgebrochen /EG 63/.

### Bewertung

Durch bauliche und technische Maßnahmen wird sichergestellt, daß Wässer bei Leckagen von Behältern oder Rohrleitungen nicht unbemerkt versickern können.

Da die mit Aktivität beladenen Wässer weder aufgeheizt werden noch unter Druck stehen, können selbst im Falle von Leckagen nur über Verdunstungsvorgänge radioaktive Stoffe freigesetzt werden. Leckagen werden bei den Behältern für Grubenwässer kurzfristig erkannt. Im Bereich der Behälter im Keller des Sonderbehandlungsraumes ist nicht ständig Personal anwesend, das Leckagen bemerken würde. Da diese Wässer nur gering kontaminiert sein werden und die Abluft gefiltert abgegeben wird, zählen wir derartige Ereignisse zum anomalen Betrieb. Allerdings ist es erforderlich, im Zechenbuch/BHB festzulegen, daß regelmäßig Kontrollgänge stattfinden, um Leckagen zu erkennen /AV 5.2-4/.

### **5.2.1.5 Ausfall von Systemen in den Tagesanlagen**

In der Störfallanalyse des Antragstellers /EU 228/ werden als auslösende Vorgänge für Störfallereignisse technische oder menschliche Fehler unterstellt. Insofern sind auch alle Störfälle erfaßt, die aus einem Ausfall oder Versagen von Systemen resultieren können.

Bei einem Ausfall der Netzeinspeisung versorgen unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen sicherheitstechnisch wichtige Verbraucher wie Geräte des zentralen Leitsystems und der zentralen Leittechnik während des Anlaufens der Dieseleratzstromaggregate. Nachrichtentechnische Einrichtungen wie die Fernsprechanlage und die Brandmeldeanlage werden für den Netzausfall mit eigenen Pufferbatterien ausgerüstet /EU 167, EU 270/.

#### **Bewertung**

Der Einlagerungsbetrieb des Endlagers Konrad kann jederzeit unterbrochen werden. Insofern sind keine zusätzlichen Systeme erforderlich, welche die Anlage in einen sicheren Zustand überführen. Für Überwachungseinrichtungen wie die Brandmeldeanlage oder die Fernsprechanlage ist bei Ausfall der Netzeinspeisung eine unterbrechungslose Stromversorgung sichergestellt.

Ein Versagen von Systemen oder Komponenten durch technische oder menschliche Fehler führt zu Störfallabläufen, die innerhalb der Störfallanalyse auch vom Antragsteller betrachtet wurden.

## **5.2.2 Störfälle unter Tage**

### **5.2.2.1 Mechanischer Lastfall unter Tage**

Eine Beschädigung von Transporteinheiten mit Abfallgebinden durch mechanische Belastungen unter Tage kann auftreten bei

- einem Absturz von Transporteinheiten,
- einem Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde,
- Steinfall und
- einer Kollision von Transportmitteln.

Diese Ereignisse wurden vom Antragsteller /EU 228/ hinsichtlich möglicher Aktivitätsfreisetzungen untersucht.

Ein Absturz von Transporteinheiten ist am Füllort, in der Entlade- bzw. Einlagerungskammer oder infolge von Kollisionen denkbar.

Ein Absturz von Abfallgebinden bei Handhabungsvorgängen kann im Füllort und in der Entlade- bzw. Einlagerungskammer auftreten. Die maximale Absturzhöhe beträgt hier 5 m und am Füllort weniger als 1,00 m /EU 208, EU 324/. Beide Störfälle werden vom Antragsteller untersucht, da bei den aerosolförmigen Freisetzungen unterschiedliche Abscheideeffekte entlang der Abwetterführung auftreten (s. Kap. 5.5.4 dieses Gutachtens).

Die mechanischen Belastungen bei Kollisionen mit dem Stoß werden durch die Festlegung der maximalen Fahrgeschwindigkeit auf 4 m/s bei den Transportwagen bzw. bei dem Stapelfahrzeug begrenzt; dies gilt beim Transportwagen auch für Gefällestrecken /EU 208, EU 228, EU 324/. Das Spritzmanipulatorfahrzeug hat dieselbe maximale Fahrgeschwindigkeit wie das Stapelfahrzeug /EU 324, EU 407/. Höhere Belastungen bei Kollisionen können dann auftreten, wenn mehrere Fahrzeuge betroffen sind. Deshalb sollen Unfälle unter Tage durch die Verkehrslenkeinrichtungen vermieden werden. Die Vorbei-

fahrt sich begegnender Transportwagen wird durch hierfür vorgesehene Ausweichnischen ermöglicht und durch Lichtsignalanlagen abgesichert. Während des Einlagerungsbetriebes haben mit Transporteinheiten beladene Transportwagen absolute Vorfahrt vor allen anderen Fahrzeugen /EU 208, EU 324/. Fahrten der Betriebsaufsicht, des Strahlenschutzes sowie von Sondereinsätzen zur Behebung von Störungen erfolgen während des Einlagerungsbetriebes innerhalb der Einlagerungs-Transportstrecken nur nach Weisung vom örtlichen Leitstand im Füllort (vgl. Kap. 2.3.1.4 dieses Gutachtens).

Beschädigungen von Abfallgebinden können auch durch den Absturz schwerer Lasten auf Transporteinheiten eintreten. Steinfall auf Abfallgebinde wird wegen der für das Grubengebäude verbindlichen Ausbauregeln ausgeschlossen /EU 388/. Demnach werden alle Grubenbaue mit Ankern und falls notwendig mit Maschendrahtverzug ausgebaut /EU 279/. Dieser Ausbau verhindert, daß infolge Kollisionen von z.B. Transportwagen mit dem Stoß Steinfall in dem Umfang auftreten kann, der zu Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus Abfallgebinden führt.

In den Einlagerungskammern können Abfallgebinde bei der Einlagerung auf andere Abfallgebinde stürzen. Bei diesem Störfall sind mehrere Abfallgebinde beteiligt, so daß sich der Energieeintrag anteilmäßig auf die betroffenen Abfallgebinde verteilt /EU 228/. Da durch organisatorische Maßnahmen /EU 388/ darüber hinaus sichergestellt wird, daß der Absturz nur aus geringem Abstand (0,5 m) eintreten kann, wird dies Ereignis hinsichtlich seiner Auswirkungen in der Umgebung durch den Absturz eines Abfallgebindes aus 5 m Höhe abgedeckt.

### Bewertung

Das Oberbergamt bestätigt /169/, daß die Schachtanlage Konrad zu den Bergwerken gehört, in denen zur Sicherung gegen Steinfall Ausbau einzubringen ist. Ein Versagen des Ausbaus in der Weise, daß Gebirgszusammenbrüche stattfinden, ist nicht zu unterstellen. Dagegen kann auch in mit Gebirgsankern gesicherten Grubenbauen das Hereinbrechen von Gestein in Abmessungen von ca. 1x1 m Kantenlänge und einer Stärke von 30 cm (Gewicht 1 t) nicht völlig ausgeschlossen werden /169/. Die Annahme, daß es bei einer Kollision von Transport- oder Stapelfahrzeugen mit dem Stoß zu Steinfall kommen kann, der so umfangreich ist, daß das zu transportie-



rende Gebinde gefährdet wird, erscheint zu weitgehend /169/. Aus unserer Sicht ist durch den Ausbau sichergestellt, daß es durch Steinfall nicht zu Aktivitätsfreisetzungen kommen kann, die über die Freisetzungen hinausgehen, die bei den radiologisch repräsentativen Störfällen angenommen werden.

Die Auswechnischen /EU 324/ sind so ausgeführt, daß Kollisionen von sich begegnenden Transportwagen an Ausweichstellen ausgeschlossen werden können. Kollisionen werden ansonsten durch die Verkehrslenkeinrichtungen unter Tage vermieden. Beim Einfahren in einen gesperrten Streckenabschnitt werden der Fahrer und das Personal des Leitstandes alarmiert. Ergänzt werden die Verkehrslenkungsmaßnahmen durch organisatorische Anweisungen /EU 208/. Diese sind in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufzunehmen (s. AV 4.3-1).

Wir haben uns davon überzeugt, daß der Antragsteller für die Berechnung der radiologischen Auswirkungen nach Störfällen die Ereignisse ausgewählt hat, die zu den höchsten Aktivitätsfreisetzungen durch mechanische Belastungen führen. Der Absturz einer Transporteinheit aus 5 m Höhe in der Einlagerungskammer deckt auch die Kollision eines Fahrzeuges mit einem Gebindestapel in der Einlagerungskammer wegen der geringen maximalen Geschwindigkeit unter 4 m/s /EU 208, EU 324/ und den Absturz einer Transporteinheit auf ein Abfallgebände ab. Um dies abzusichern, sind vom Antragsteller die Anweisungen in das Zechenbuch/Betriebshandbuch zu übernehmen, welche die Begrenzung der Hubhöhen beim Stapelfahrzeug sicherstellen (s. Kap. 4.3 dieses Gutachtens). Zur Einhaltung der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten des Stapelfahrzeuges und des Transportwagens verweisen wir auf Kap. 2.3.1 dieses Gutachtens.

Vergleichbare Aktivitätsfreisetzungen wie bei einem Absturz eines Abfallgebändes aus 5 m Höhe können erreicht werden, wenn das Stapelfahrzeug nach dem Absetzen eines Containers in oberster Position in der Einlagerungskammer rückwärts setzt und die Verriegelungen sich nicht vollständig gelöst haben, so daß ein Gebindestapel umstürzt. Nach der erläuternden Unterlage /EU 421/ werden Container bis zu dreifach gestapelt, so daß bei dem betrachteten Ereignis zwei Gebinde beschädigt werden können. Im ungünstigsten Fall fällt ein Container aus einer Höhe von 1,70 m und der zweite aus einer Höhe von 3,40 m. Aus Fallversuchen mit unterschiedlichen Höhen ist ableitbar, daß die aerosolgrößenabhängigen Freisetzungsanteile linear bis

quadratisch mit der Absturzhöhe zunehmen. Demnach ist die mögliche Aktivitätsfreisetzung bei dem betrachteten Ereignis durch den Absturz eines Gebindes aus 5 m Höhe abgedeckt.

### 5.2.2.2 Brand unter Tage

#### 5.2.2.2.1 Brandereignisse

Die Grundsätze für die Auslegung gegen Brand unter Tage sind im Brandschutzmemorandum /EU 278/ beschrieben. Eine Brandübertragung aus dem betrieblichen Überwachungsbereich des Grubengebäudes in den Kontrollbereich kann weder durch brennbare Stoffe noch durch Brandgase erfolgen. Relevante Brandlasten im betrieblichen Überwachungsbereich der Grube, z.B. Werkstätten oder Tankanlagen, sind mehrere hundert Meter vom Kontrollbereich entfernt. Brandgase werden durch die Wetterströme in den vom Kontrollbereich abgetrennten Wetterstrecken und durch Wärmeübertragung an das anstehende Gebirge schnell abgekühlt, so daß eine Zündung von Brandlasten im Kontrollbereich nicht mehr möglich ist. Eine Übertragung eines Brandes vom betrieblichen Überwachungsbereich in den Kontrollbereich ist lediglich über Kabel möglich. Die Auswirkungen solcher Brände sind gering.

Eine Einteilung des Kontrollbereiches in Brandschutzabschnitte ergibt sich aus den vorhandenen Brandlasten und aus typischen Betriebsabläufen. In allen Bereichen, in denen Abfallgebilde transportiert oder gehandhabt werden, sind grundsätzlich nur geringe stationäre Brandlasten vorhanden. Einer Brandübertragung von Orten höherer Brandlasten wie Werkstatt oder Tanklager wird durch die räumliche Trennung und Entfernung vorgebeugt /EU 279/. Das Dieselkraftstofflager mit einem Fassungsvermögen von 42000 l wird durch Brandwände und Brandschutztüren zusätzlich abgetrennt /EU 278/. Die Befüllung des Lagers erfolgt über eine Falleitung in Schacht Konrad 2 zeitlich getrennt von der Gebindeförderung /EU 241, EU 388/. Die im Schacht Konrad 2 vorhandene Dieselfalleitung ist während des Einlagerungsbetriebes leer /EU 250/. Der Tankvorgang an Fahrzeugen wird außerhalb der Transportstrecken durchgeführt und erfolgt zeitlich nur in der Wartungsschicht /EU 241, EU 278/, wenn die Fahrzeuge keine Abfallgebilde geladen haben /EU 250, EU 316, EU 388 /. Bei einem Brand in diesen Bereichen sind keine Abfallgebilde betroffen.

Der Brand mit den höchsten radiologischen Auswirkungen ist nach Einschätzung des Antragstellers das vollständige Abbrennen (Vollbrand) eines Fahrzeuges /EU 228/. Die Brandlast der in Frage kommenden Fahrzeuge wie Transportwagen und Stapelfahrzeug wird bei Kraftstoff und Öle auf 700 l und bei Feststoffen (Reifen, Kabel) auf 1700 kg begrenzt /EU 208, EU 324/. Entsprechend dieser Brandlasten wird für die Berechnung der Aktivitätsfreisetzung aus Abfallgebinden eine Modellkurve für den Temperatur-Zeit-Verlauf vorgegeben (s. Kap. 5.2.2.2 dieses Gutachtens). Ergänzende Überlegungen wurden für die Auslegung des Spritzmanipulatorfahrzeuges und des Versatztransportfahrzeuges angestellt /EU 467/. In diesem Fall hat der Antragsteller beide Fahrzeuge gemeinsam bewertet und die Brandlasten entsprechend reduziert /EU 406, EU 407/.

### Bewertung

Thermische Einwirkungen auf Abfallgebinde können im Zusammenhang mit

- Kollisionen der Transportmittel,
- spontanen Fahrzeugbränden oder
- anlageninternen Bränden

auftreten. Der Antragsteller /EU 228, EU 467/ hat alle Brandereignisse betrachtet. Einige Ereignisse stuft er in Klasse 2 ein. Hierzu zählen die anlageninternen Brände. Dies ist gerechtfertigt, da an Punkten mit stationär erhöhten Brandlasten keine Abfallgebinde gehandhabt oder gelagert werden. Außerdem wird durch brandschutztechnische Maßnahmen ein Übergreifen eines Brandes auf Bereiche, in denen Abfallgebinde sein können, ausgeschlossen (s. Kap. 2.4 dieses Gutachtens). Zeitweilig gibt es allerdings Brandlasten, die über die Brandlast nur eines Fahrzeuges, wie sie der Antragsteller für seine Berechnungen zum Brand annimmt, hinausgehen können.

Dies kann z.B. bei einer Kollision eines beladenen Transportwagens mit einem anderen Fahrzeug als auslösendes Ereignis für einen Brand eintreten. Durch die Ausführung der Ausweichnischen /EU 324/ und durch zusätzliche Maßnahmen der Verkehrsregelung können wir Zusammenstöße der Fahrzeuge mit relevanten Auswirkungen ausschließen (s. Kap. 5.2.2.1 dieses Gutachtens).

Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Vollbrandes infolge Kollision des Transportwagens mit dem Stoß kann grundsätzlich durch Brandschutzmaßnahmen am Dieselfahrzeug herabgesetzt werden. Die vorgesehenen Maßnahmen an den Fahrzeugen unter Tage sind in der Unterlage /EU 323/ zusammenfassend beschrieben. Zu den Maßnahmen, die zum Nachweis ihrer Zuverlässigkeit und Wirksamkeit durchgeführt werden, verweisen wir auf Kap. 2.4.2.3 dieses Gutachtens. Da aber ein spontaner Fahrzeugbrand mit gleichen Brandlasten vom Antragsteller als radiologisch relevanter Störfall betrachtet wird, ergeben sich für die Transportstrecke keine Ereignisse mit höheren Auswirkungen.

Durch die technischen Einrichtungen am Füllort ergeben sich bei Anwesenheit eines Transportwagens erhöhte Brandlasten. Allerdings sind durch Anwesenheit von Personal hier die Löschmöglichkeiten bei Vorhaltung von geeigneten Löscheinrichtungen und -mitteln günstiger (s. Kap. 2.4.2.3 dieses Gutachtens). Wir gehen in diesem Fall nicht davon aus, daß es bei einem Entstehungsbrand zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen kommen kann, die über denen bei einem Vollbrand eines Fahrzeuges liegen.

In der Entladekammer stehen temporär zwei Fahrzeuge: der Transportwagen und das Stapelfahrzeug. Die Auslegungsanforderung des Antragstellers /EU 228/ geht nur vom Vollbrand eines Fahrzeuges aus. Deshalb ist es unbedingt erforderlich, daß ein Fahrzeugbrand in der Entladekammer frühzeitig erkannt und durch die Löscheinrichtungen an den Fahrzeugen /EU 208/ und durch mobile Brandbekämpfungseinrichtungen schnell gelöscht wird. Nur so kann ein Übergreifen des Brandes auf das zweite Fahrzeug verhindert werden. Nach unserer Einschätzung läßt sich dies durch entsprechende Auslegungsmaßnahmen erreichen, wobei zu bedenken ist, daß nach Kollisionen von zwei Fahrzeugen mit geringen Fahrgeschwindigkeiten in der Regel zumindest eine Person soweit unversehrt bleiben wird, daß sie z.B. vorgesehene Löschanlagen auslösen kann (s. Kap. 2.4.2.3 dieses Gutachtens).

Eine ähnliche Situation ergibt sich in der Einlagerungskammer beim Einbringen des Pumpversatzes. Das Spritzmanipulatorfahrzeug steht vor dem Gebindestapel und das Versatztransportfahrzeug liefert neues Material. Um dieser ungünstigen Situation im Brandfall vorzubeugen, hat der Antragsteller die zulässigen Brandlasten der beteiligten Fahrzeuge weitergehend eingegrenzt /EU 467/. Im Brandfall kann hier

mehr als ein Abfallgebinde betroffen sein. Dies kann auch beim Brand des Stapelfahrzeuges in der Einlagerungskammer auftreten. Auch für diese beiden Situationen gilt, daß durch Branderkennungs- und -bekämpfungsmaßnahmen sichergestellt werden muß, daß die Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallgebänden nicht größer ist, als beim Vollbrand eines Fahrzeuges angenommen wurde. Nach Kap. 2.4.2.3 dieses Gutachtens werden vom Antragsteller die erforderlichen Maßnahmen vorgesehen.

Wenn der Brand eines Dieselfahrzeuges, das mit einer Transporteinheit beladen ist, durch eine Kollision mit dem Stoß ausgelöst werden sollte, ist es vorstellbar, daß die mechanische Belastung die Aktivitätsfreisetzung durch den Brand erhöhen könnte. Das gleiche gilt für Steinfall infolge des Fahrzeugbrandes. Wir haben die möglichen Freisetzungsteile durch diese mechanischen Belastungen mit denen nach thermischen Belastungen verglichen und uns davon überzeugt, daß wegen der Geschwindigkeitsbegrenzungen oder des begrenzten Umfangs nach Steinfall die Aktivitätsfreisetzung durch den Brand den Quellterm bestimmt.

Abschließend weisen wir darauf hin, daß sich die brandbedingten Aktivitätsfreisetzung von Abfallgebänden auf den Transportwagen erniedrigen, wenn der alternativ vorgesehene Elektroantrieb eingesetzt wird (vgl. Kap. 2.3.1.4.3 dieses Gutachtens).

Im Kontrollbereich gibt es Lager für flüssige und feste Abfälle /EU 38.1, EU 38.2, EU 279/, die kontaminiert sein können. Im Falle eines Lagerbrandes werden die möglichen Aktivitätsfreisetzungen deutlich unterhalb der Freisetzungen beim radiologisch relevanten Störfall liegen. Deshalb reichen die konventionell vorgesehenen Brandschutzmaßnahmen aus unserer Sicht hier aus.

Zu den vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen, die der Störfallbeherrschung dienen, gehören eine Reihe von organisatorischen Maßnahmen /EU 241, EU 250, EU 278 EU 388/. Diese müssen vollständig in das Zechenbuch/Betriebshandbuch übernommen werden (s. AV 4.3-1).

### 5.2.2.2 Lastannahmen zum Brand

Der Brand eines Transportwagens wird als ein auslegungsbestimmender Lastfall zur Ermittlung von störfallbedingten Freisetzungen betrachtet (s. Kap. 5.2.2.1 dieses Gutachtens). Der Antragsteller unterstellt, daß es zu einem Vollbrand eines Fahrzeuges mit entsprechender Temperaturbelastung kommt. Unter der Brandeinwirkung werden in der Nähe befindliche Abfallgebinde - sie können sich z.B. auf der Ladefläche des Transportwagens befinden - aufgeheizt. Die Erwärmung kann zu Zustandsänderungen der Abfallprodukte und zum Integritätsverlust der Behälter führen. Der zeitliche Verlauf der Temperatur am Brandherd stellt somit eine wichtige Randbedingung für die Ermittlung von Freisetzungen radioaktiver Stoffe beim untertägigen Brand dar. Im folgenden betrachten wir den zeitlichen Temperaturverlauf, der sich am Brandherd einstellt.

Ein realistischer Temperaturverlauf während des Brandes ist durch zeitlich und örtlich stark schwankende Temperaturen gekennzeichnet. Die Wärmekapazität und die Wärmetransportwiderstände der Behälter bewirken jedoch eine Dämpfung dieser Spitzenwerte im Hinblick auf die Temperature Auswirkungen innerhalb der Behälter. Deshalb ist die Angabe eines realistischen Temperaturverlaufes nach den Darstellungen des Antragstellers weder sinnvoll noch erforderlich. Als sinnvolle Randbedingung wird eine abdeckende Modellkurve (PTB-Modellkurve "800°C/1h") angegeben /EU 228/.

Für die Erstellung dieser Modellkurve hat der Antragsteller experimentelle Untersuchungen in einem Versuchsbergwerk und theoretische Überlegungen zur Übertragung der Versuchsergebnisse auf die im Endlager Konrad gegebenen Verhältnisse herangezogen /EU 132.1, EU 132.2, EU 132.3/.

Die bei der Versuchsgrubengesellschaft Tremonia mit Fahrzeugattrappen durchgeführten Brandversuche hatten unter anderem das Ziel, den zeitlichen Temperaturverlauf am Brandherd in Abhängigkeit verschiedener Einflußgrößen zu ermitteln /EU 1.9/. Es wurden verschiedene Brandlasten - aufgeteilt in Kraftstoff, Hydrauliköl und Reifengummi - sowie unterschiedliche Bewetterungsverhältnisse untersucht. Die Versuchsergebnisse sind nicht direkt auf die Verhältnisse des Endlagers Konrad übertragbar. Als übertragbar wird aber ein charakteristischer Temperaturverlauf während des Brandes angesehen. Er ist durch einen starken Temperaturanstieg zum Brandbeginn, eine vom Brandgut und von der Brandoberfläche abhängigen Zeitdauer mit einer charakteristischen (gemittelten)

Maximaltemperatur und einem gleichmäßigen Temperaturabfall bis zum Brandende gekennzeichnet. Ein hoher Wetterstrom bewirkt eher eine Absenkung der Maximaltemperatur /EU 132.1/.

Als Brandlasten für alle Fahrzeugtypen werden rund 700 l Öle und 1700 kg Gummi angegeben /EU 324/. Diese im Vergleich zu den Versuchen erheblich höhere Brandlast wird in der Unterlage /EU 132.1/ rechnerisch erfaßt und in der Modellkurve mit einem verlängerten Temperaturplateau berücksichtigt. Als wichtige Randbedingung liegt dieser Betrachtung noch die Annahme zugrunde, der Kraftstoff breite sich auf einer ebenen Fahrbahn auf einer Fläche von mindestens 10 m<sup>2</sup> aus und sammle sich nicht in Fahrbahnvertiefungen an. Die Maximaltemperatur wird durch die Art und Zusammensetzung des Brandgutes (Dieselöl, Reifen) bestimmt, nicht aber durch deren Menge.

Als weitere Brandlast kommt die Lackierung des Fahrzeuges hinzu. Ihr Einfluß auf den Brandverlauf wird in der Unterlage /EU 389/ untersucht; die Modellkurve deckt danach auch diese Brandlast ab.

Die Modellkurve hat folgenden Temperaturverlauf:

- für die Zeit  $t = 0$  min bis  $t = 5$  min: linearer Anstieg der Temperatur von 30 °C auf 800 °C,
- für die Zeit  $t = 5$  min bis  $t = 65$  min: konstante Temperatur von 800 °C,
- zum Zeitpunkt  $t = 65$  min: Temperaturabfall auf 30 °C,
- ab  $t = 65$  min: konstante Temperatur von 30 °C.

Der Antragsteller unterstellt in erster Näherung eine Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse auf die Verhältnisse des Endlagers Konrad.

### Bewertung

Als Grundlage zur Bewertung der Modellkurve verwenden wir die unter anderem in der Versuchsgrube Tremonia durchgeführten experimentellen Untersuchungen /EU 1.9, EU 36.11, EU 36.12, EU 115/. Die Versuchsrandbedingungen in Tremonia sind nicht direkt auf die in der Grube Konrad spezifizierten Verhältnisse übertragbar.

Wesentliche Unterschiede sind insbesondere andere Bewetterungszustände und höhere Brandlasten in der Grube Konrad. Trotzdem vermitteln die Versuche wesentliche Erkenntnisse zum Temperaturverlauf beim Brand eines Fahrzeuges untertage:

- Im gesamten Bereich des brennenden Fahrzeuges steigt die Temperatur innerhalb weniger Minuten auf ein Temperaturmaximum von ca. 800 °C bis 900 °C an. Spitzenwerte über 1000 °C werden nur kurzfristig überschritten und sind örtlich auf den Tankbereich und die Reifen begrenzt.
- Die Zeitdauer, in der die Maximaltemperatur in erster Näherung konstant ansteht (Temperaturplateau), ist stark abhängig von der Menge des abbrennenden Dieselmotorkraftstoffes.
- Im Anschluß an das Temperaturplateau fällt die Temperatur etwa linear bis zum Brandende wieder auf Umgebungstemperatur ab.

Wir stimmen dem Antragsteller deshalb zu, die Umgebungstemperaturen während des Brandes durch eine abdeckende Modellkurve zu beschreiben. Die bei einem realen Brand örtlich und zeitlich stark schwankenden Temperaturen können mit einer solchen Modellkurve hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Abfallgebinde erfaßt werden. Der Grund hierfür ist der träge Wärmetransport innerhalb der Behälter. Die Versuchsergebnisse rechtfertigen eine Modellkurve, die durch einen raschen Temperaturanstieg und ein anschließendes Temperaturplateau gekennzeichnet ist. Der anschließende, aus den Versuchen ersichtliche etwa lineare Temperaturabfall muß in der Breite des Temperaturplateaus berücksichtigt werden.

Im folgenden bewerten wir, ob die PTB-Modellkurve bezüglich der Höhe und Breite des Temperaturplateaus so bemessen ist, daß die Randbedingungen für den Fahrzeugbrand im Endlager Konrad abgedeckt sind.

### **Maximaltemperatur**

Die experimentellen Untersuchungen zeigen, daß der Wert der Maximaltemperatur im Rahmen der Streubreite der im Brandherd gemessenen Temperaturen nahezu unabhängig von der Brandgutmenge ist. Er ist vielmehr von der Art des Brandgutes abhängig, das im Endlager Konrad ebenfalls aus Dieselmotorkraftstoff, Mineralölen und Reifengummi besteht. Deshalb erwarten wir die Höhe des Temperaturplateaus bei



nicht lackierten Fahrzeugen ohne Einfluß der Bewetterung bei ca. 850 °C. Sowohl in den Einlagerungstransportstrecken als auch im Bereich der Einlagerungskammer ist aber eine Bewetterung vorgesehen /EU 132.3/. Diese bewirkt eine Kühlung des Brandes, verbunden mit einer Absenkung der Maximaltemperaturen /173/.

Die nach Auskunft des Antragstellers maximale Lackmenge von ca. 175 l an einem Fahrzeug /139, EU 389/ wird u.E. aufgrund ihrer großen spezifischen Oberfläche im wesentlichen in weniger als 15 Minuten abgebrannt sein. Daraus könnten kurzzeitig höhere Spitzentemperaturen als 850 °C resultieren; auf dieses Brandverhalten deutet auch der Brand einer Straßenbahn in einem Tunnel hin /161/. Hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Behältertemperaturen kann die durch die Lackierung bedingte erhöhte Spitzentemperatur im Rahmen der Modellkurve auch durch eine entsprechende Zeitdauer des Temperaturplateaus berücksichtigt werden. Deshalb ist die vom Antragsteller gewählte Maximaltemperatur bei einem ausreichend breiten Temperaturplateau genügend hoch bemessen.

### **Branddauer**

Nach experimentellen Erkenntnissen ist bei untertägigen Fahrzeugbränden auch ohne Bewetterung stets ein Luftüberschuß zu erwarten /15/. Man spricht hier von oberflächen- oder brandlastgesteuerten Bränden, bei denen die Branddauer proportional zur angebotenen Brandgutmenge und umgekehrt proportional zur Brandgutoberfläche ist.

Die für die Fahrzeuge im Endlager Konrad spezifizierten Brandlasten /EU 324/ übersteigen die bei den Experimenten vorhandenen Mengen an Ölen und Reifengummi zum Teil erheblich. Wegen des erwarteten brandlastgesteuerten Brandes bietet sich hier die Möglichkeit an, die Branddauer auf der Grundlage der experimentellen Versuche rechnerisch zu erfassen. Hier weisen wir darauf hin, daß aufgrund der Versuchsergebnisse zwischen dem die Brandcharakteristik bestimmenden Dieselmotorkraftstoff sowie den übrigen Ölvorräten (z.B. Hydrauliköle, Motorenöle) zu unterscheiden ist. Letztere wirken sich wider Erwarten offensichtlich weder brandverlängernd aus, noch erhöhen sie das Temperaturniveau. Bei unserer weiteren Bewer-

tung gehen wir von einer Begrenzung der Menge an Diesekraftstoff auf 300 l pro Fahrzeug aus /EU 132.1, EU 324/.

Die Abbrandgeschwindigkeit von Dieselöl beträgt nach Angaben in der Literatur für brandlastgesteuerte Brände ca.  $150 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$  /174/ bzw. ca. 2,0 bis 2,5 mm/min /175, EU 37.19/. Beide Werte lassen sich auch den untertägigen Brandversuchen in der Versuchsrube Tremonia zuordnen. Für den unterstellten Brand im Endlager Konrad wurde für die Öle eine Brandfläche von ca.  $10 \text{ m}^2$  unterstellt. Diese Annahme halten wir für realistisch. Größere Brandflächen führen zu einer Verkürzung der Branddauer. Kleinere Brandflächen verbunden mit längeren Branddauern könnten sich einstellen, wenn sich das Öl in zufällig am Unfallort befindlichen Fahrbahnvertiefungen ansammelt.

Für die Brandfläche von  $10 \text{ m}^2$  und einer Kraftstoffmenge von 300 l errechnet sich für den Diesekraftstoff eine Branddauer von ca. 10 min. Unter der unrealistischen Annahme, daß die übrigen 400 l Mineral- und Hydrauliköle sich bezüglich der Brandcharakteristik wie Diesekraftstoff verhielten, betrüge die Branddauer ca. 25 min. Wie oben bereits erläutert wurde, widerspricht diese Annahme aber den experimentellen Erkenntnissen. Die im Hinblick auf die Modellbrandkurve von uns berücksichtigte rechnerische Brandlast für die 400 l Mineral- und Hydrauliköle ist deshalb als konservative Annahme anzusehen.

Weiterhin ist für die Ermittlung der Branddauer die Gummimenge zu bewerten. Der Einfluß der zusätzlich abbrennenden Reifen auf die Branddauer bei hohem Temperaturniveau ist nach den Erkenntnissen der Tremonia-Versuche eher als gering einzuschätzen, auch wenn die gesamte Branddauer wegen der großen Gummimasse deutlich mehr als 1 h betragen kann. Der Grund ist im Brandverhalten der Reifen zu sehen, die unter der Einwirkung eines Stützfeuers (Diesekraftstoff) zunächst heftig mitbrennen. Nach dem Verlöschen des Stützfeuers brennen noch vorhandene Reifenreste nur mit vergleichsweise geringer Intensität weiter. Der Einfluß der örtlich weit auseinanderstehenden einzelnen Reifen auf die Temperaturen im Bereich der Ladefläche ist nur noch gering. Die brennenden Reifenreste verlängern die Branddauer auf einem erheblich kleineren Temperaturniveau.

Wie wir oben bereits erläuterten, bewirkt die Fahrzeuglackierung eher eine kurzzeitige Temperaturerhöhung und keine Brandverlängerung gegenüber dem übrigen Brandinventar. Hier haben wir aber zu bewerten, ob die gegenüber der Modellkurve real höhere Spitzentemperatur durch die spezifizierete Branddauer abgedeckt wird. Eine Energiebilanz zeigte uns, daß dies mit Sicherheit der Fall ist.

Im Vergleich zum Verlauf der PTB-Modellkurve stellen wir zusammenfassend für den von uns am Brandherd erwarteten Temperaturverlauf folgendes fest:

- Der Temperaturanstieg zum Brandbeginn wird realistisch erfaßt.
- Die Maximaltemperatur (Temperaturplateau) kann den Wert von 800°C insbesondere für die Dauer des brennenden Fahrzeuglackes, aber auch für die Dauer des brennenden Dieselkraftstoffes deutlich überschreiten; dies gilt insbesondere dann, wenn keine Bewetterung gegeben ist.
- Die Branddauer während dieser Brandphase ist erheblich kürzer als 1 h.
- Im Anschluß an den beendeten Kraftstoffbrand können Reifenreste auf einem erheblich niedrigeren Temperaturniveau noch über 1 h nach Brandbeginn weiterbrennen.

Der Antragsteller hat den Einfluß dieser Unterschiede zur PTB-Modellkurve hinsichtlich seiner Auswirkungen auf die Wandinnentemperatur von Abfallgebinden berechnet /EU 132.1/. Es wurde beispielhaft für den Gußbehälter vom Typ II nachgewiesen, daß die maximale Wandinnentemperatur der Gebinde durch den Verlauf der PTB-Modellkurve abgedeckt ist. Wir schließen uns dieser Bewertung an.

Unter der Voraussetzung der spezifizierten Brandlasten /EU 324, 139/ haben wir keine Einwände gegen die Verwendung der PTB-Modellkurve als Randbedingung zur Berechnung von Temperaturen in Abfallgebinden.

### 5.2.2.3 Explosion unter Tage

Mechanische und thermische Einwirkungen auf Abfallgebinde durch eine anlageninterne Explosion im Grubengebäude, die zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe führen können, werden aufgrund der Einhaltung bergbehördlicher Vorschriften und aufgrund zu-

sätzlicher organisatorischer Maßnahmen ausgeschlossen /EU 388/. Notwendige Chemikalienmengen werden auf das betrieblich notwendige Maß begrenzt. Im zentralen Strahlenschutzstützpunkt Werkstatt und im Stützpunkt für den Strahlenschutz am Füllort Schacht Konrad 2 befinden sich je zwei Zählgasflaschen /EU 388/.

Sprengmittel werden im Grubengebäude für das Auffahren von Grubenräumen in schwer schneidbaren Gebirgsschichten und für Streckenerweiterungen vorgehalten /EU 279/. Transport, Lagerung und Verwendung erfolgen nicht im Kontrollbereich /EU 205, EU 388/. Somit ist ein großer räumlicher Abstand zu den eingelagerten oder transportierten Abfallgebinden vorgesehen. Der Transport von Sprengmitteln zum Sprengmittellager wird außerhalb der Einlagerungsschicht durchgeführt. Eine Gefährdung von Abfallgebinden durch den Umgang mit Sprengmitteln wird ausgeschlossen.

Eine anlageninterne Explosion kann auch durch Wasserstoff, der hauptsächlich als Korrosionsprodukt aus den Abfallgebinden austritt, verursacht werden. Eine Detonation von wasserstoffhaltigen Gasgemischen im Grubengebäude wird in den Bereichen, in denen sich Personal aufhält, durch vorbeugende Maßnahmen ausgeschlossen /EU 273/. Durch den Einsatz von Pumpversatz wird eine weitgehende Hohlraumverfüllung erreicht, so daß das Auftreten von potentiell zündfähigen Wasserstoff/Sauerstoff-Gemischen in den jeweiligen Einlagerungskammern auf möglichst kleine Volumina begrenzt bleibt. Hinter der Versatzwand stehen Wettermengen zur Verdünnung des Wasserstoffs zur Verfügung. Daher schließt der Antragsteller eine Beschädigung von Abfallgebinden bei der Einlagerung und dem Transport infolge einer Explosion zündfähiger Gemische unter Tage aus /EU 283/.

### Bewertung

Aus dem Umgang mit Sprengmitteln oder den geringen Mengen an Chemikalien lassen sich keine Störfälle mit Aktivitätsfreisetzungen ableiten. Zu den genannten Vorsorgemaßnahmen gegen anlageninterne Explosionen gehören eine Reihe von organisatorischen Maßnahmen. Die entsprechenden Anweisungen sind in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufzunehmen (s. AV 4.3-1).

Das Oberbergamt (OBA) forderte betriebliche Maßnahmen, welche die Bildung explosionsfähiger Gemische vermeiden /10, 172/. Die mögliche Gasbildungsrate im Endlager haben wir in Kap. 3.4.1, Teil 2, dieses Gutachtens bewertet. Für die Betriebsphase ergeben sich wegen des Einsatzes des Pumpversatzes in Einlagerungskammern geringe Gasfreisetzungsraten. Die zur Verfügung stehenden Wettermengen verdünnen die Wasserstoffkonzentrationen vor den Gebindestapeln oder der Versatzwand so weit, daß das Auftreten explosionsfähiger Gasgemische, die zu einer Gefährdung des Personals oder zu einer Beschädigung von Abfallgebinden führen könnten, ausgeschlossen ist.

### **5.2.2.4 Ausfall von Systemen unter Tage**

In der Störfallanalyse des Antragstellers /EU 228/ werden als auslösende Vorgänge für Störfälle technische oder menschliche Fehler unterstellt. Insofern sind auch alle Störfälle erfaßt, die aus einem Ausfall oder Versagen von Komponenten oder Systemen resultieren können.

#### **Bewertung**

Unsere Prüfung hat ergeben, daß der Umfang der vom Antragsteller betrachteten Störfallursachen in diesem Zusammenhang vollständig ist (s. Kap. 5.2.1.5 dieses Gutachtens).

Als vorbeugende Maßnahmen, die zu einer Herabsetzung der Eintrittswahrscheinlichkeit von störfallauslösenden Ereignissen führen, dienen qualitätssichernde Maßnahmen hinsichtlich Auslegung, Fertigung und Betrieb, die in Systembeschreibungen und Spezifikationen festgelegt werden, sowie die Maßnahmen zum Erhalt der Fachkunde des Personals (vgl. Kap. 4.3 und 5.1 dieses Gutachtens).

### 5.3 EVA-Ereignisse

#### 5.3.1 Erdbeben

Erdbebenauswirkungen auf Abfallgebäude werden durch Auslegung der übertägigen Gebäude und Anlagenteile vermieden /EU 324/. Im Anhang 1 der Störfallanalyse /EU 228/ und in der Lastenmatrix /EU 315/ sind alle Gebäude und Anlagenteile aufgelistet, die entsprechend der standortspezifischen Intensität für das Bemessungserdbeben ausgelegt werden. Die Art der Auslegung wird im Detail in der erläuternden Unterlage zu den Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwirkungen /EU 184.0/ beschrieben. Demnach bleibt für folgende Gebäude die Standsicherheit erhalten:

Umladeanlage:            Trocknungsanlage, Umladehalle, Sonderbehandlung, Behandlung flüssiger Abfälle, Werkstatt, Übergabebereich, Abluftkamin, Pufferhalle, Hauptleitstand, Betriebstechnik (Schornstein), Abluftkamin, Meßraum

Schachtförderanlage:    Förderturm, Schachthalle, Schachtkeller

Lüftergebäude:         Diffusor, Lüftergebäude, Wetterkanal

Grubenwasserübergabestation

Die Auslegung erstreckt sich auch auf Abschirmwände innerhalb der Gebäude und auf Abschirmwände in Außenanlagen. Durch die Auslegung der Kamine wird verhindert, daß bei Erdbeben durch Trümmerlasten weitere Schäden auftreten.

Außerdem wird die Standsicherheit der Hebezeuge in den Bereichen sichergestellt, in denen mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird. Die Nachweisführung ist für Hebezeuge mit Last vorgesehen, wenn durch einen Absturz Abfallgebäude betroffen sein können und das Hebezeug überwiegend in Betrieb ist /EU 173, EU 208, EU 310/. Bei anderen Krananlagen, wie z.B. im Sonderbehandlungsraum, erfolgt die Nachweisführung ohne Last /EU 173, EU 401/. Auch bei anderen schweren Anlagenteilen oder Komponenten wird ein Absturz auf Abfallgebäude bei Erdbeben verhindert. Dies gilt generell für die Aufhängung von Komponenten (z.B. Rohrleitungen, Lüftungskanäle) mit einem Längengewicht über 20 kg/m.

Im Sonderbehandlungsraum werden die Auffangwannen unter den Sammelbehältern für flüssige radioaktive Stoffe und die Löschwasserauffangbecken so ausgelegt, daß ein Versickern kontaminierter Flüssigkeiten vermieden wird /EU 380/. Dieses Schutzziel wird bei der Grubenwasserübergabestation dadurch sichergestellt, daß ein Rißsicherheitsnachweis geführt wird /EU 315/. Diese Nachweise sind auch für die Auffangwannen und -becken erforderlich /EU 184.0/ (vgl. Kap. 2.2 dieses Gutachtens).

Bei der Schachtförderanlage Konrad 2 wird die Erdbebensicherheit außer für die Bauwerke auch für die Schachteinbauten und das Förderseil nachgewiesen, so daß ein Absturz des Förderkorbes ausgeschlossen werden kann /EU 184.0, EU 208, EU 409/.

In Analogie zu der Vorgehensweise bei Anlagen über Tage wird auch beim Grubengebäude bezüglich des zu unterstellenden Lastfalls vom Bemessungserdbeben ausgegangen. Für das Bemessungserdbeben unter Tage ist mit einer Abnahme der Intensität zu rechnen /EU 81.4/. Bei den für das Bemessungserdbeben anzusetzenden dynamischen Zusatzspannungen liegen nach Darstellung des Antragstellers keine Anhaltspunkte aus der Literatur über Erdbebenauswirkungen auf untertägige Anlagen vor, aus denen auf eine Beeinträchtigung der Standsicherheit des Grubengebäudes Konrad, die ursächlich auf eine Bebenwirkung zurückzuführen wäre, geschlossen werden kann /1, EU 81.3/. Lediglich eine zusätzliche Auflockerung des Gebirges in der unmittelbaren Umgebung der Grubenbaue erscheint denkbar, wenn ein solches Ereignis eintritt, bevor die Hohlräume verfüllt sind /1/. Einem Auftreten von Steinfall wirkt der Anker Ausbau entgegen /EU 81.3, EU 102, EU 228/.

### Bewertung

Die seismischen Verhältnisse in der Umgebung des Endlagers Konrad sind im Kap. 1.10 dieses Gutachtens beschrieben. Entsprechend den standortspezifischen Daten wird für die übertägigen Anlagenbereiche und die Schachtförderanlage sichergestellt, daß durch Erdbeben keine störfallbedingten Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus Abfallbinden erfolgen. Ein Absturz von Abfallbinden wird durch Auslegung der Hebezeuge vermieden. Ein Absturz schwerer Lasten auf Abfallbinde wird durch Auslegung der möglichen Komponenten und durch die Standsicherheit

der Gebäude oder auch von Nachbargebäuden (z.B. Kamine) ausgeschlossen. Lediglich ein Handhabungsstörfall in der Pufferhalle könnte auftreten. Transporteinheiten werden in der Pufferhalle nur in Sonderfällen und im allgemeinen unterhalb der maximalen Hubhöhe gehandhabt. Wir schließen deshalb ein Zusammentreffen von Erdbeben und Absturz aus maximaler Höhe von 3 m als Störfall aus. Um aber unerwünschte bodennahe Aktivitätsfreisetzungen in die Umgebung z.B. durch einen Folgebrand im Sonderbehandlungsraum nach einem Erdbeben zu vermeiden, wird um die Bereiche, in denen ständig Abfallbinde oder radioaktive Stoffe vorhanden sind, eine technische Barriere standsicher gegen das Bemessungserdbeben ausgelegt werden, so daß Freisetzungen radioaktiver Stoffe im wesentlichen über den Kamin stattfinden würden (vgl. Kap. 2.2 dieses Gutachtens).

In den Bereichen, in denen kontaminierte Wässer gesammelt oder gelagert werden, wird durch Auslegungsmaßnahmen verhindert, daß infolge eines Erdbebens Wässer in den Boden sickern können. Im Zusammenhang mit einem Folgebrand nach einem Erdbeben wird Löschwasser anfallen. In der Umladehalle kann nur vernachlässigbar gering kontaminiertes Löschwasser anfallen, da in den Bereichen, wo sich Abfallbinde befinden, nur geringe Brandlasten vorhanden sind oder besondere Löschmaßnahmen getroffen wurden, so daß mit dem Brand keine massiven Aktivitätsfreisetzungen verbunden sind. Deshalb ist es in der Pufferhalle und Umladehalle nicht erforderlich, zusätzliche Maßnahmen gegen ein Versickern von Löschwasser zu treffen. Dabei haben wir berücksichtigt, daß anfallendes Löschwasser in erdbebensicher ausgelegte Auffangbecken im Keller des Sonderbehandlungsraumes gesammelt wird. Kontaminiertes Löschwasser kann insbesondere bei einem Brand im Lager für die Betriebsabfälle anfallen. Auch dieses Wasser wird in die Auffangbecken geleitet. So sind nach unserer Ansicht ausreichend Vorkehrungen getroffen, einem Versickern von kontaminiertem Löschwasser in den Boden über erdbebenbedingte Risse in Bodenplatten vorzubeugen. Eine Auslegung des Kellerraumes, in dem eher gering kontaminierte Flüssigkeiten in Kanistern aufbewahrt werden, ist nicht erforderlich, da wir im Erdbebenfall nicht von einem systematischen Versagen der Kanister ausgehen. Allerdings sollten in diesem Bereich Zündquellen weitgehend vermieden werden. Hierauf zu achten, gehört zum Aufgabenumfang des unabhängigen Sachverständigen, der während der Errichtung die begleitende Kontrolle durchführt.



Im Bereich der Schachtförderanlage wird durch Auslegung u. a. der Schachthalle und des Förderturmes auf Standsicherheit sowie der Auslegung der Schachteinbauten und des Förderseils erreicht, daß es im Falle eines Erdbebens in diesem Bereich nicht zu Aktivitätsfreisetzungen aus Transporteinheiten kommt. Die Standsicherheit der Schachtausmauerung der Schächte Konrad 1 und 2 wurde ebenfalls für diesen Lastfall untersucht /EU 335/. Auch die Schachtglocke und das Füllort auf der 850 m-Sohle ist gegen Erdbeben standsicher ausgelegt /EU 143/. Die Erdbebensicherheit der Grubenbaue wurde vom OBA bestätigt /10/.

Aus der Literatur ist bekannt, daß Erdbeben unter Tage höchstens Intensitäten aufweisen, wie sie an dem Standort über Tage erreicht werden /EU 81.4/. Für das Bemessungserdbeben am Standort Konrad geht aus der Literatur /EU 81.3/ hervor, daß im Grubengebäude nicht mit umfangreichen Schäden zu rechnen ist und daß ein Anker Ausbau das Auftreten von Steinfall in größerem Umfang verhindert.

Als maximale Auswirkung bei einem Erdbeben bleibt daher unter Tage ein Versagen von Handhabungseinrichtungen wie Portalhubwagen, Transportwagen oder Stapelfahrzeug. Diese Ereignisse wurden im Rahmen der Störfallanalyse bereits einzeln untersucht. Ein gleichzeitiges Versagen und somit ein Überlagern von Einzelereignissen nehmen wir nicht an, da das Bemessungserdbeben mit einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von  $4 \cdot 10^{-6}$  auftritt /9/ - Erdbeben am Standort folglich relativ selten auftreten -, die Beschleunigungswerte unter Tage niedriger als über Tage sind und nicht bei allen Komponenten die maximalen Belastungen gleichzeitig auftreten werden. Die Auswirkungen auf die Umgebung können dann im Erdbebenfall nur in gleicher Höhe sein wie bei der Betrachtung des einzelnen Ereignisses, da durch die standsichere Auslegung der Anlagen zur Wetterführung zusätzlich erreicht wird, daß die Aktivitätsfreisetzung über den Diffusor erfolgen würde. Sollten nach einem Erdbeben die aktiven Komponenten der Bewetterung ausfallen, so werden sich wegen der geringen Wettermengen und Wettergeschwindigkeiten günstigere Abscheidebedingungen für Aerosole im Grubengebäude einstellen und die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung würde verringert.

### 5.3.2 Flugzeugabsturz

Laut Plan /1/ wird das Ereignis Flugzeugabsturz aufgrund des geringen Risikos im Sinne der Störfall-Leitlinien /19/ nicht zu den Auslegungsstörfällen gezählt. Der Antragsteller hat zur Beurteilung der Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes auf das Schachtgelände Konrad 2 eine Untersuchung vorgelegt /EU 179/. In dieser Untersuchung wird der Absturz schnellfliegender Militärmaschinen, von Luftfahrzeugen und Drehflüglern behandelt. Nach dieser probabilistischen Untersuchung sind keine Maßnahmen erforderlich, die einer weiteren Risikominimierung dienen /EU 228/.

#### Bewertung

Aus unserer Begutachtung der Standortverhältnisse bei Schacht Konrad ergeben sich keine Hinweise, die an diesem Standort auf einer Erhöhung der Eintrittswahrscheinlichkeit für einen Flugzeugabsturz hindeuten (s. Kap. 1.6 dieses Gutachtens). Das gleiche Ergebnis zeigt auch die Untersuchung des Antragstellers /EU 179/. Für den Standort Konrad wurde deshalb von den für die Bundesrepublik Deutschland ermittelten mittleren Absturzhäufigkeiten ausgegangen, die eine der Grundlagen dafür waren, die Ereignisse infolge eines Flugzeugabsturzes in den Störfall-Leitlinien /19/ nicht als Auslegungsstörfall zu werten. Da der Hubschrauberlandeplatz auf dem Gelände Schacht Konrad 2 nicht für den Einlagerungsbetrieb von Abfallgebinden erforderlich ist, sehen wir auch hiermit keine Erhöhung des Absturzrisikos verbunden. Wir ordnen damit die Folgen eines Flugzeugabsturzes dem Restrisiko zu.

Der Antragsteller hat eine Risikoabschätzung für den Standort durchgeführt. In diese Untersuchung sind Anregungen der Gutachter, wie Berücksichtigung aller relevanten Pfade bei der Berechnung der Stahlenexposition und Verwendung risikobezogener Dosisfaktoren, umgesetzt worden. Allerdings beruht heute das verwendete Spektrum an Abfallgebinden auf überholten Vorstellungen /EU 36.01/. Hier werden z.B. noch die Abfälle aus der geplanten Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf herangezogen, aus der ca. ein Drittel der für das Endlager erwarteten Transporteinheiten kommen sollten. Insgesamt zeigt die Studie des Antragstellers, daß das konventionelle Risiko durch einen Flugzeugabsturz für die Umgebung des Endlagers wesentlich größer ist als das radiologische Risiko durch einen Flugzeugabsturz auf obertägige

Anlagen des geplanten Endlagers. Wegen des großen Unterschiedes wird sich nach unserer Einschätzung an dieser Bewertung auch nichts ändern, wenn aktuellere Abfalldaten oder die neuen, um den Faktor vier höheren Sterbewahrscheinlichkeits-Koeffizienten aus ICRP 60 /207/ verwendet werden oder bei der Dosisermittlung mit anderen Zahlen für einzelne Parameter nach der Revision der Störfallberechnungsgrundlage /40/ und der Strahlenschutzverordnung /4/ gerechnet wird.

Auslegungsmaßnahmen zur weiteren Begrenzung des Restrisikos sind nach unserer Ansicht wegen der radiologischen Auswirkungen nicht erforderlich. Es ergeben sich auch keine Auslegungsanforderungen an die Zuverlässigkeit von Systemen, da der Endlagerbetrieb im Gegensatz zu anderen kerntechnischen Anlagen, in denen Systeme z.B. zur Nachwärmeabfuhr oder Kritikalitätssicherheit erforderlich sind, ohne Schwierigkeiten jederzeit unterbrochen werden kann.

Eine detaillierte Bewertung möglicher radiologischer Auswirkungen nach einem Flugzeugabsturz auf der Grundlage eines deterministischen Ansatzes erfolgt von uns in einer ergänzenden Stellungnahme /113/.

### 5.3.3 Äußere Druckwellen aus chemischen Reaktionen

Das Ereignis Druckwellen aus chemischen Reaktionen bewertet der Antragsteller genauso wie das Ereignis Flugzeugabsturz /1, EU 228/. In der Unterlage /EU 179/ wird gezeigt, daß für eine Explosionsdruckwelle keine höheren Auswirkungen als bei einem Flugzeugabsturz zu erwarten sind.

#### Bewertung

Aus unserer Standortbeurteilung (s. Kap. 1.5 und 1.6 dieses Gutachtens) ergeben sich aufgrund der Standorteigenschaften keine Anforderungen hinsichtlich einer Auslegung gegen Explosionsdruckwellen. Wir ordnen dies Ereignis im Sinne der Störfall-Leitlinien /19/ dem Restrisiko zu und können bestätigen, daß sich höchstens vergleichbare Auswirkungen wie beim Flugzeugabsturz ergeben (s. Kap. 5.3.2 dieses Gutachtens).

#### **5.3.4 Äußere Einwirkungen gefährlicher Stoffe**

Dies Ereignis ordnet der Antragsteller /1/ aufgrund des geringen Risikos nicht den Auslegungsstörfällen nach den Störfall-Leitlinien /19/ zu.

##### **Bewertung**

Wir stimmen der Einstufung des Antragstellers zu. Am Standort Konrad sehen wir keine besonderen Verhältnisse. Wir weisen darauf hin, daß außerdem jederzeit z.B. bei Unfällen auf Verkehrswegen die Möglichkeit besteht, kurzfristig ohne besondere Maßnahmen den Einlagerungsbetrieb zu unterbrechen.

Dem untätigen Personal, das sich nicht kurzfristig in Sicherheit bringen kann, stehen Sauerstoffselbstretter zur Verfügung, falls über den einziehenden Wetterschacht gefährliche Gase in das Grubengebäude gelangen. Maßnahmen darüber hinaus sind aus unserer Sicht nicht erforderlich.

#### **5.3.5 Hochwasser**

Nach dem Plan /1/ und der Unterlage /EU 228/ ist Hochwasser im Bereich des Endlagers auszuschließen. Hochwässer in der Standortumgebung beschränken sich auf die durch Starkniederschläge verursachten Überschwemmungen von Gewässern zweiter Ordnung und damit auf deren eng begrenztes natürliches Überschwemmungsgebiet in Bachniederungen.

Zur Verhinderung des Eindringens von Niederschlagswasser in den Kontrollbereich sind vor den Toren der Umladeanlage Querrinnen vorgesehen, die das Regenwasser aufnehmen und dem Niederschlagswassersammler zuführen /EU 420/.

#### Bewertung

Unsere Begutachtung der Standorteigenschaften (vgl. Kap. 1.8 dieses Gutachtens) hat ergeben, daß gegen Hochwasser am Standort Konrad keine besonderen Vorkehrungen erforderlich sind.

Ein Eindringen von witterungsbedingt auftretendem Schwallwasser in die Umladeanlagen bei Konrad 2 ist zu vermeiden. Die vom Antragsteller vorgesehenen Querrinnen vor Toren sind eine geeignete Vorkehrung, ein Eindringen von Wasser zu verhindern.

#### **5.3.6 Blitzschlag**

Blitzeinwirkungen wird im Rahmen bautechnischer Maßnahmen mit Blitzschutzeinrichtungen begegnet /1/. Besondere Blitzschutzmaßnahmen sind für die Zentrale Warte am Schacht Konrad 1 berücksichtigt. Dieser Raum wird als Faradayscher Käfig ausgebildet /EU 278, EU 375/.

#### Bewertung

Da alle sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude u. a. auch die, in denen mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird, durch Blitzschutzeinrichtungen geschützt werden, ergeben sich keine Auswirkungen (s. Kap. 2.3.3.2 dieses Gutachtens).

#### **5.3.7 Wind, Schneelast**

Gegen Belastungen durch Wind, Eis und Schnee sind die Bauwerke ausgelegt. Etwaige mechanische Einwirkungen durch abstürzende Bauteile werden daher vom Antragsteller nicht betrachtet /1/.

#### Bewertung

Aus den Unterlagen /EU 315, EU 324/ geht hervor, daß alle Bauwerke gegen Wind und Schneelasten entsprechend den Bestimmungen der Niedersächsischen Bauordnung ausgelegt werden. Weitergehende Anforderungen haben wir nicht (s. Kap. 2.2 dieses Gutachtens).

#### **5.3.8 Brandeinwirkung von außen**

Um die Gebäude am Schacht Konrad 1 und Schacht Konrad 2 sollen Ringleitungen für Löschwasser verlegt und Überflurhydranten installiert werden /1/. Einer Brandübertragung von außen wird auch dadurch vorgebeugt, daß durch organisatorisch-administrative Maßnahmen sichergestellt wird, daß der geringe Bewuchs der Außenanlagen keine relevante Brandlast darstellt /EU 278, EU 316/.

#### Bewertung

Zu den möglichen Ausgangspunkten einer Brandübertragung von außen zählen wir auch den Betrieb der nahegelegenen Schlackenbetten und den Transport von Schlacken vorbei am Standortgelände Konrad 2. Durch eine Ortsbegehung haben wir uns davon überzeugt, daß der Abstand zwischen der zukünftigen Geländegrenze Konrad 2 zu den Transportstrecken und zu den Schlackenbetten sowie der Abstand zwischen den Anlieferungsstrecken der Abfallgebinde zu den Schlackenbetten so groß ist, daß eine unmittelbare Gefährdung der Abfallgebinde durch heiße auslaufende Schlacken ausgeschlossen ist. Nicht völlig auszuschließen sind Brandübertragungen auf das Gelände Konrad 2 durch Funkenflug. Die vom Antragsteller vorgesehenen Vorsorgemaßnahmen beim Endlager stellen sicher, daß so entstehende Brände sowie alle Brände durch Brandübertragung von außen kurzfristig gelöscht werden und die Abfallgebinde nicht betroffen sind.

#### 5.4 Zusammenfassung zur Störfallanalyse

Aus der Störfallanalyse hat der Antragsteller /1, EU 228/ für verschiedene Anlagenbereiche radiologisch repräsentative Störfälle identifiziert, die zu den höchsten radiologischen Auswirkungen in der Umgebung des Endlagers führen können. Für sie ist der Nachweis zu führen, daß die Planungsrichtwerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV /4/ eingehalten werden. Es handelt sich um die Störfälle:

1. Absturz von Abfallgebinden aus 3 m Höhe bei der Handhabung in den übertägigen Anlagen Konrad 2
2. Absturz von Abfallgebinden aus 5 m Höhe bei der Handhabung unter Tage
3. Brand eines Transportmittels unter Tage.

Das erste Ereignis wird sowohl für die Pufferhalle als auch für die Umladehalle betrachtet, da die Lüftungsanlagen unterschiedlich ausgelegt sind.

Im Bereich der Schachtförderanlage wird durch Auslegungsmaßnahmen verhindert, daß es zu Störfällen mit relevanten Aktivitätsfreisetzungen kommen kann.

#### Bewertung

Nach den BMI-Sicherheitskriterien für die Endlagerung /6/

- dürfen die mechanischen Einwirkungen auf die Gebinde nur zu so geringen Beschädigungen an der Verpackung bzw. zu Veränderungen am Produkt führen, daß eine mögliche Radionuklidfreisetzung in den Auswirkungen begrenzt bleibt, und
- müssen die Gebinde so ausgelegt sein, daß auch unter Berücksichtigung möglicher Brände keine unzulässigen Radionuklidfreisetzungen erfolgen können.

Die Radionuklidfreisetzungen müssen zumindest so begrenzt werden, daß die Einhaltung der Planungsrichtwerte nach § 28 Abs. 3 StrlSchV /4/ in der Umgebung des Endlagers sichergestellt ist (vgl. Kap. 5.1 dieses Gutachtens). Um dies nachzuwei-

sen hat der Antragsteller in der Störfallanalyse die drei Ereignisse mit den höchsten Belastungen identifiziert.

Für die Aktivitätsfreisetzung nach Störfällen mit den höchsten mechanischen Belastungen wird von einem Absturz aus maximaler Höhe auf ebene, unnachgiebige Flächen, wie z.B. einen Hallenboden ausgegangen. Ein Absturz auf spitze Gegenstände (Dorne) ist nicht näher zu betrachten, da entweder am Störfallort derartige Gegenstände nicht vorhanden sind oder aber mögliche Belastungen deutlich geringer sind als bei den betrachteten Absturzereignissen.

Wir haben die vorgestellten Störfallereignisse hinsichtlich ihrer Zuordnung zu den Klassen 1 und 2 geprüft (vgl. Kap. 5.1 dieses Gutachtens). Wenn die Auswirkungen von Störfällen in der Umgebung durch radiologisch repräsentative Ereignisse abgedeckt werden, ist es unerheblich, ob das jeweilige Ereignis in die Störfallklasse 1 oder 2 eingestuft wird.

Außerdem haben wir geprüft, ob der Antragsteller die repräsentativen Störfälle aus einer Gruppe ähnlich ablaufender Ereignisse für radiologische Berechnungen ausgewählt hat. Ein Absturz von Abfallgebinden in dem Sonderbehandlungsraum und am Füllort wurde vom Antragsteller zusätzlich untersucht. Obwohl hierbei die mechanischen Beaufschlagungen geringer sind, ist die Betrachtung aufgrund unterschiedlicher Abscheideeffekte bei der Freisetzung radioaktiver Aerosole erforderlich. Nach unseren Untersuchungen zu den Abscheideeffekten radioaktiver Aerosole auf dem Weg vom Störfallort bis zum Kamin oder Diffusor (vgl. Kap. 5.5.4 dieses Gutachtens) stellen wir fest, daß der Antragsteller die ungünstigsten Störfälle für die Berechnungen von Strahlenexpositionen ausgewählt hat.



### **5.5 Aktivitätsfreisetzung bei Störfällen**

#### **5.5.1 Für Aktivitätsfreisetzungen zu betrachtende Störfallgruppen**

Die Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallgebinden bei Störfällen wird vom Antragsteller in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Abfallproduktes, vom Rückhaltevermögen des Behälters und den Eigenschaften des Radionuklides betrachtet.

Als abdeckender Störfall mit mechanischer Lasteinwirkung wird der untertägige Gebindeabsturz aus 5 m Höhe betrachtet. Verpackungen, die bei einer derartigen Belastung versagen, werden der Abfallbehälterklasse I zugeordnet. Bei der Ermittlung von Freisetzungen sind in dieser Klasse somit nur die Eigenschaften des Abfallproduktes zu berücksichtigen /1, EU 10.2/.

Verpackungen, die der Abfallbehälterklasse II zugeordnet werden, besitzen auch nach einem Absturz aus 5 m Höhe eine definierte Dichtheit. Bei der Ermittlung der störfallbedingten Freisetzung sind hier die Behältereigenschaften zu beachten /1, EU 10.2/. Diese Art Störfälle wird in Kapitel 5.5.2 behandelt.

Als abdeckendes Störfallereignis mit thermischer Einwirkung auf das Abfallgebäude wird ein untertägiger Fahrzeugbrand angenommen. Innerhalb der ersten fünf Minuten erfolgt ein linearer Anstieg der Temperatur von 30 °C auf 800 °C. Für die Zeit von fünf Minuten bis 65 Minuten nach Brandausbruch verbleibt die Temperatur auf 800 °C und fällt danach auf 30 °C ab.

Behälter der Abfallbehälterklasse I behindern im Brandfall den Zutritt von Luftsauerstoff zum Abfallprodukt, so daß Substanzen mit einem Schmelzpunkt über 300 °C nicht abbrennen, sondern pyrolysieren. Diese Behälter besitzen keine Barrierenwirkung bei thermischer Einwirkung. Behälter der Abfallbehälterklasse II besitzen demgegenüber eine Dichtheit, die auch bei thermischer Belastung erhalten bleibt, oder die Wärmeleitfähigkeit ihrer Wandung ist so niedrig, daß die thermische Belastung des Abfallproduktes gering ist /1, EU 10.2/. Störfälle mit thermischer Einwirkung werden in Kapitel 5.5.3 behandelt. Betrachtungen zur Aktivitätsrückhaltung finden sich im Kapitel 5.5.4.

### **5.5.2 Aktivitätsfreisetzung beim Störfall mit mechanischer Lasteinwirkung**

#### **5.5.2.1 Mechanischer Lastfall für Gebinde der Abfallbehälterklasse I**

Abfallgebinde der Abfallbehälterklasse I setzen beim Störfall mit mechanischer Belastung einen Teil der Aktivität frei, die an Partikel mit kleinem Durchmesser gebunden ist. Zur Abschätzung der Freisetzunganteile wird vom Antragsteller zunächst das Partikelsystem bestimmt, das durch den Störfall erzeugt oder freigelegt wird. Die freisetzbare Aktivität wird hieraus unter der Voraussetzung einer homogenen Aktivitätsverteilung abgeleitet. Die Quelltermermittlungen wurden für die verschiedenen Abfallproduktgruppen durchgeführt /EU 10.2/. Weiterhin werden an störfallfeste Verpackungen der Abfallbehälterklasse I zusätzliche Anforderungen gestellt, durch die eine weitere Verminderung der störfallbedingten Freisetzungen erreicht werden soll.

#### **– Abfallproduktgruppen 01 und 02**

Zur Ermittlung des Freisetzunganteils wird angenommen, daß die Abfälle in den Abfallproduktgruppen 01 und 02 vollständig aus feinkörnigen Substanzen bestehen. Zur Auswahl einer repräsentativen Korngrößenverteilung wurden Verbrennungsrückstände und Filterhilfsmittel untersucht. Dabei wurden Korngrößenverteilungen von Holzasche und Kieselgur durch Siebanalysen und mit einem Schwingbettgenerator ermittelt. Da Kieselgur einen größeren freisetzbaren Massenanteil aufwies, wurde es in den weiteren Untersuchungen als Modellsubstanz verwendet /EU 10.2/. In einer Versuchsreihe wurden in einer Kammer aus verschiedenen Höhen Fallversuche mit Behältern mit Kieselgur durchgeführt. Die dabei verwendeten Behälter waren so konstruiert, daß die Seitenwände beim Aufprall wegklappten, eine Behinderung der Freisetzung durch die Behälter mußte somit nicht berücksichtigt werden. Die Untersuchungskammer war mit Meßgeräten zur zeit- und ortsabhängigen Bestimmung der Partikelverteilung ausgestattet. Weiterhin konnte die Bewetterung durch eine Ventilation in der Kammer simuliert werden /EU 165.1, EU 165.2/.

Mit Hilfe der so erhaltenen Meßergebnisse wurden größenabhängige Freisetzunganteile für den Fall aus 5 m und 2 m Höhe mit Ventilation und für den Fall aus 3 m und 1 m Höhe ohne Ventilation als Quellterme abgeleitet /EU 10.2/.

– Abfallproduktgruppe 03

Die Abfallproduktgruppe 03 umfaßt Abfälle, die nur aus Metallen oder aus Werkstoffen von Einbauteilen eines Reaktorkernes mit Ausnahme von Graphit bestehen. Eine Erzeugung von freisetzbaren Partikeln aus Metallen ist infolge von mechanischen Lasteinwirkungen nicht anzunehmen /EU 10.2/. Für sonstige Materialien aus dem Reaktorkern gilt diese Aussage jedoch nicht, z.B. für SWR-Steuer-elemente mit pulverförmigem Borcarbide. Bei der Ableitung der Quellterme für die Abfallproduktgruppe 03 wird angenommen, daß das Borcarbide 10 % der Masse und der Aktivität eines Steuerstabes beinhaltet. Da das Borcarbide bei der Herstellung der Steuer-elemente fest einvibriert wird und während des Reaktorbetriebes schwillt und sich verdichtet, wird ein Austritt von lediglich 10 % des gesamten Borcarbides in den Behälter angenommen. Es wird somit unterstellt, daß 1 % der Aktivität pulverförmig im Behälter vorliegt. Die Größenverteilung dieser Aktivitätsträger entspricht derjenigen der für die Abfallproduktgruppen 01 und 02 betrachteten Kieselgur. Der Quellterm für störfallbedingte Freisetzung aus Gebinden der Abfallproduktgruppe 03 durch mechanischen Lasteintrag ist somit durch die Quellterme für die Gruppen 01 und 02, reduziert um den Faktor 100, gegeben /EU 10.2/.

– Abfallproduktgruppe 04

Produkte der Abfallproduktgruppe 04 müssen formstabil fixiert sein, so daß maximal 1 % der Aktivität in freisetzbarer Form, z.B. als Pulver, außerhalb der verpreßten Kartuschen vorhanden sein kann. Eine Beschädigung der Preßlinge durch die mechanische Lasteinwirkung, die zu einer Erhöhung der freisetzbaren Aktivität führt, wird vom Antragsteller nicht unterstellt. Der Quellterm im mechanischen Lastfall für die Abfallproduktgruppe 04 ist somit durch die Quellterme für die Gruppen 01 und 02, reduziert um den Faktor 100, gegeben /EU 10.2/.

– Abfallproduktgruppen 05 und 06

Produkte der Abfallproduktgruppen 05 und 06 sind feste Körper. Ausbreitungsfähige Partikel entstehen erst durch Zerkleinerungsvorgänge infolge des Energieeintrages beim Aufprall. In den erläuternden Planunterlagen wird, ausgehend von theoretischen Grundlagen und von experimentellen Untersuchungen, ein Modell abgeleitet, das in Abhängigkeit von materialspezifischen Größen und von der Größe des Energieeintrages die entstehende Korngrößenverteilung beschreibt /EU 10.2/. Die Korngrößenver-

teilung der entstehenden Partikel wird als logarithmische Normalverteilung beschrieben. Zur Charakterisierung der Korngrößenverteilung werden die spezifische Bruchflächenenergie und die geometrische Standardabweichung der Korngrößenverteilung herangezogen. Mit Hilfe dieser Werte wird aus dem Energieeintrag über den entstandenen Oberflächenzuwachs der charakteristische Durchmesser für die logarithmische Normalverteilung bestimmt /EU 10.2/.

Die vom Antragsteller angegebenen störfallbedingten Freisetzunganteile bei mechanischen Einwirkungen auf Abfallgebände der Abfallbehälterklasse I sind in der Tabelle 5.5.2-1 zusammengefaßt.

Tabelle 5.5.2-1: Freisetzunganteil von Partikeln mit AED\* nach mechanischen Lastfällen

Abfallproduktgruppe	Freisetzunganteil von Partikeln mit AED			
	Absturzhöhe 3 m		Absturzhöhe 5 m	
	≤ 10 µm	≤ 50 µm	≤ 10 µm	≤ 50 µm
01 und 02	$3,9 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$
03 und 04	$3,9 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$5,1 \cdot 10^{-5}$
05 und 06	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$4,8 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$

\* AED = Aerodynamic Equivalent Diameter  
(Aerodynamisch äquivalenter Durchmesser)

Zur Freisetzung aus Abfallgebänden mit "störfallfest ausgelegter Verpackung" hat der Antragsteller die Anforderungen derart festgelegt, daß bei den zu unterstellenden Störfalllasten die formstabile Fixierung des Abfallproduktes und/oder die Integrität der Innenbehälter erhalten bleiben /EU 267/. Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe aus der Verpackung, wie sie bei sonstigen Verpackungen in der Abfallbehälterklasse I unterstellt wird, ist dann nicht gegeben. Bei mechanischer Beaufschlagung infolge eines Störfalles ist nach Ansicht des Antragstellers bei Abfallgebänden mit einer "störfallfest ausgelegten Verpackung" eine Quantifizierung der Aktivitätsfreisetzung nicht erforderlich.

Die Maßnahmen zur Behälterqualifizierung sind in einem Bericht des Antragstellers /EU 372/ beschrieben.

### Bewertung

Die Freisetzungsteile bei Störfällen mit mechanischen Einwirkungen für die Abfallproduktgruppen 01 und 02 beruhen auf Meßergebnissen mit Modellsubstanzen. Die derart ermittelten Quellterme sind nach unserer Ansicht auch zur abdeckenden Beschreibung der Freisetzung von realen Abfallprodukten geeignet.

Die Freisetzungsteile für die Abfallproduktgruppen 03 und 04 setzen bestimmte Anforderungen an die Reinheit der metallischen Abfallstoffe bzw. an den Anteil freisetzbarer Aktivität voraus. Wir sind der Ansicht, daß diese Anforderungen durch Maßnahmen bei der Konditionierung wie Sortieren der Metalle und Aussondern von Preßlingen mit Anrissen erfüllt werden und die Einhaltung der Anforderungen dokumentiert wird.

Die Quellterme für die Abfallproduktgruppen 05 und 06 beruhen auf halbempirischen Modellen /EU 10.2/, deren Anwendbarkeit nach unserer Ansicht nicht ausreichend belegt wurde. Die vom Antragsteller angegebenen Freisetzungsteile liegen jedoch um Größenordnungen unter den Freisetzungsteilen durch den Störfall mit thermischer Einwirkung und führen zu Strahlenexpositionen, die um den Faktor 1000 geringer als bei Störfällen mit thermischer Einwirkung sind /EU 10.2/. Die aus der vollständigen Störfallanalyse resultierenden Aktivitätsgrenzwerte für die Gebinde in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ decken daher auch nach unserer Ansicht etwaige Unsicherheiten bei den Quelltermen für die Abfallproduktgruppen 05 und 06 nach dem Störfall mit mechanischer Einwirkung ab.

Die Angaben des Antragstellers zur Herstellung von Abfallgebinden mit "störfallfest ausgelegter Verpackung" /EU 372/ sind plausibel. Wir halten es für machbar, daß mit der Konditionierung von Abfällen Gebinde hergestellt werden, die keine wesentlichen Freisetzungen aufweisen. Störfallfeste Verpackungen wurden im Laufe des Planfeststellungsverfahrens vom Antragsteller eingeführt (s. Kap. 5.1 dieses Gutachtens). Die Auslegungsanforderungen sind dabei so gewählt, daß sich eine Bestimmung

von Quelltermen für diese Art Abfallgebinde erübrigt. Zur Qualifizierung einer "störfallfest ausgelegten Verpackung" verweisen wir auf die generellen Anforderungen an Abfallgebinde im Kap. 2.5 dieses Gutachtens.

### **5.5.2.2 Mechanischer Lastfall für Gebinde der Abfallbehälterklasse II**

Gebinde der Abfallbehälterklasse II behalten beim Absturz aus 5 m Höhe ihre Integrität. In Anlehnung an die Anforderungen für Transportbehälter vom Typ B wird für die Behälter der Abfallbehälterklasse II in den Endlagerungsbedingungen eine maximale Leckrate von  $10^{-4}$  Pa m<sup>3</sup>/sec gefordert.

Ausgehend von einem Behälterinnendruck von 2000 hPa, 50 kg pulverförmigem Abfallprodukt mit einer Teilchengröße von 10 µm und einer Aerosolfreisetzung über 10 Stunden wird vom Antragsteller die Freisetzung eines Aktivitätsanteiles von  $3 \times 10^{-8}$  ermittelt /EU 10.2/.

#### **Bewertung**

Wir haben keine Einwände gegen die angenommene Freisetzungsrates aus Behältern der Abfallbehälterklasse II nach mechanischer Lasteinwirkung. Der angenommene Wert liegt erheblich unter dem Wert des Quelltermes für den thermischen Lastfall, so daß die Aktivitätsgrenzwerte für die Gebinde in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ nicht von dem Freisetzunganteil beim mechanischen Lastfall für Gebinde der Abfallbehälterklasse II beeinflußt werden.

### **5.5.3 Aktivitätsfreisetzung beim Störfall mit thermischer Lasteinwirkung**

#### **5.5.3.1 Thermischer Lastfall für Gebinde der Abfallbehälterklasse I**

Die Freisetzung von radioaktiven Stoffen durch thermische Belastung von Gebinden der Abfallbehälterklasse I kann, in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Abfallproduktes und der chemischen Verbindung des Radionuklides, durch folgende Mechanismen erfolgen:

- Pyrolyse des Abfallproduktes,
- Verbrennen des Abfallproduktes,
- Verdampfen von Wasser aus dem Abfallprodukt,
- Sublimation oder Verdampfen radioaktiver Stoffe.

Für diese vier Freisetzungsmechanismen werden experimentelle und theoretische Daten aufgeführt und Quellterme abgeleitet /EU 10.2/. Die Freisetzungsmechanismen werden den einzelnen Abfallproduktgruppen zugeordnet. Der Antragsteller ermittelt aus diesen Beziehungen die Freisetzungsanteile verschiedener Radionuklidgruppen für die sechs Abfallproduktgruppen.

Pyrolyse ist die thermische Zersetzung von Stoffen bei behindertem Sauerstoffzutritt. Die Pyrolyseprodukte treten zum Teil gasförmig aus dem Gebinde aus. Mit ihnen kann ein Teil der Aktivität freigesetzt werden. Eine Pyrolyse findet in wesentlichem Umfang bei Temperaturen oberhalb 573 K statt /EU 37.11/. In Experimenten wurden Preßlinge mit Cäsiumnitrat dotiert, in ein Faß zusammen mit Zementleim eingebracht und in einem Feuer erhitzt /EU 10.2/. Aus den Untersuchungsergebnissen wird ein Freisetzungsanteil für Cäsium von  $5 \cdot 10^{-3}$  bei vollständiger Pyrolyse abgeleitet. Mit Ausnahme der Halogene, C 14 in flüchtigen Verbindungen und Tritium wird dieser Freisetzungsanteil für alle Radionuklide angesetzt, die sich in den Abfallproduktbereichen befinden, in denen eine Pyrolyse erfolgen kann.

Das Abfallprodukt verbrennt, wenn der Luftzutritt zu brennbaren Abfallprodukten ausreichend groß ist. Für diesen Fall nimmt die Antragstellerin eine vollständige Freisetzung für Halogene, C 14 und Tritium an. Aus einer Reihe von experimentellen Ergebnissen /EU 37.12, EU 37.13, EU 37.14, EU 37.15, EU 37.16/ wird für die Freisetzung von sonstigen Radionukliden ein abdeckender Gesamtfreisetzungsanteil von 50 % abgeleitet /EU 10.2/.

Ein großer Anteil von Abfallprodukten enthält Wasser als Porenwasser, Kristallwasser oder Hydratationswasser. Durch eine Erwärmung der Abfallprodukte wird deshalb Dampf freigesetzt und damit ein Übergang von radioaktiven Stoffen in die Gasphase ermöglicht. Experimente wurden an 200-l-Fässern mit zementierten Produkten und im Labor durch Eindampfen von Plutoniumnitratlösungen durchgeführt /EU 37.1, EU 37.17/. Aus den

Ergebnissen dieser Versuche wird ein Freisetzunganteil von  $5 \cdot 10^{-4}$  abgeleitet. Diese Freisetzung wird für das Teilvolumen des Abfallproduktes angenommen, das über 373 K erwärmt wird /EU 10.2/.

Radioaktive Substanzen können auch direkt durch Sublimation oder Verdampfen aus dem Abfallprodukt freigesetzt werden. Dieser Prozeß wird für die leichtflüchtigen Radionuklide, wie Halogene, C 14 in leichtflüchtiger Form und Tritium angenommen. Weiterhin können in Teilbereichen, z.B. direkt an der Oberfläche, auch andere Radionuklidverbindungen soweit aufgeheizt werden, daß sie einen merklichen Dampfdruck aufweisen.

Halogene und C 14 weisen insbesondere in organischen Verbindungen einen niedrigen Siedepunkt auf. Vom Antragsteller wird als Modellverbindung für das Verdampfen aus halogenhaltigen Stoffen Methyljodid mit einem Siedepunkt von 315 K ausgewählt. Modellverbindung für die Freisetzung von Tritium ist Wasser. Es wird eine vollständige Freisetzung für diese Radionuklide aus den Teilvolumina der Abfallprodukte angenommen, in denen die genannten Siedetemperaturen überschritten werden. Als Modellsubstanzen für die sonstigen Radionuklide werden Cäsiumjodid für mittelflüchtige und Strontiumoxid für schwerflüchtige Radionuklidverbindungen betrachtet. Mit Hilfe des Levis'schen Gesetzes werden Stoffübergangszahlen abgeleitet. Die Stoffübergänge für Cäsiumjodid und Strontiumoxid von der Produktoberfläche in den Gasraum ergeben sich unter Berücksichtigung der genannten Stoffübergangszahlen und des jeweiligen Dampfdruckes. Dieser wird aus numerischen Berechnungen der instationären Temperaturfelder im Behälter während des Brandlastfalles ermittelt /EU 165.3/.

Da der Wert des Stoffüberganges für Strontiumoxid bei der vorgelegten Abschätzung gegenüber dem Wert für Cäsiumjodid vernachlässigbar gering ist, erfolgt die Ableitung des Freisetzunganteiles über die gesamte Freisetzungszeit nur für Cäsiumjodid. Es ergibt sich ein Wert von  $4 \cdot 10^{-3}$  /EU 10.2/.

Für die einzelnen Abfallproduktgruppen ergeben sich die Freisetzungsraten auf der Grundlage der o.a. Freisetzungsmechanismen unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Abfallproduktes.

Bei den Abfällen der Abfallproduktgruppe 01 werden über die Grundanforderungen hinaus keine Anforderungen an die Qualität des Produktes gestellt. Der Antragsteller nimmt



daher an, daß durch die thermische Belastung das gesamte Abfallprodukt schmilzt, aus dem Behälter ausläuft und vollständig verbrennt. Es ergeben sich somit für Halogene, C 14 und Tritium Freisetzungssanteile von 1; für die sonstigen Radionuklide betragen die Freisetzungssanteile 0,5 (vgl. Tabelle 5.5.3-1) /1, EU 10.2/.

Tabelle 5.5.3-1: Freisetzungssanteile nach thermischem Lastfall (nach /EU 10.2/)

Abfallbehälter- klasse	Abfallprodukt- gruppe	Freisetzungssanteil für			
		Halogene	Tritium	C 14	sonstige Radionuklide
I	01	1,00	1,00	1,00	0,50
I	02	1,00	1,00	1,00	0,01
I	03	1,00	1,00	1,00	4,00E-03
I	04	1,00	1,00	1,00	1,60E-03
I	05	1,00	0,50	5,00E-04	5,00E-04
I	06	1,00	1,00	5,00E-04	5,00E-04

In der Abfallproduktgruppe 02 ist der Anteil von brennbaren Substanzen mit einem Schmelzpunkt unter 300 °C auf 1 % begrenzt. Aus diesen Substanzen werden im Brandfall 0,5 % der Gesamtaktivität freigesetzt. Als weiterer Freisetzungssmechanismus wird Verdampfen bzw. Sublimieren unterstellt. Hierfür wird eine Freisetzung von 0,4 % der Gesamtaktivität abgeleitet. Insgesamt wird in der Abfallproduktgruppe 02 als aufgerundeter Freisetzungssanteil 1 % der Gesamtaktivität angesetzt, mit Ausnahme von C 14, Halogenen und Tritium, für die eine vollständige Freisetzung im Brandfall unterstellt wird /1, EU 10.2/.

Die Produkte der Abfallproduktgruppe 03 setzen im Störfall mit thermischer Lasteinwirkung die Radionuklide nur durch Verdampfen oder Sublimieren frei. Dies bedeutet, daß C 14, Halogene und Tritium vollständig, die sonstigen Radionuklide zu 0,4 % freigesetzt werden /1, EU 10.2/.

Die verpreßten Abfälle der Abfallproduktgruppe 04 setzen die leichtflüchtigen Nuklide C 14, Tritium und Halogene im Brandfall zu 100 % frei. Der Freisetzungssanteil der son-

stigen Radionuklide wird durch den experimentell ermittelten Wert von  $1,6 \cdot 10^{-3}$  bestimmt /EU 10.2/.

Für Gebinde der Abfallproduktgruppe 05 wurden Temperaturberechnungen und Experimente durchgeführt. Auf der Grundlage der Ergebnisse von Brandversuchen und der Berechnungen wurden Volumenanteile der Gebinde abgeleitet, in denen Temperaturen von 373 K und 573 K überschritten werden. Diesen Bereichen werden die folgenden Freisetzunganteile zugeordnet: Halogene werden vollständig freigesetzt. Der Bereich mit Temperaturen über 373 K wird auf 50 % des Gebindevolumens abgeschätzt, somit werden 50 % des Tritiums freigesetzt. Sonstige Radionuklide werden durch Pyrolyse zu einem Anteil von  $4 \cdot 10^{-4}$  und durch Verdampfen mit Wasser zu einem Anteil von  $1 \cdot 10^{-4}$  freigesetzt. Der gesamte Freisetzunganteil für die sonstigen Radionuklide beträgt  $5 \cdot 10^{-4}$  /EU 10.2/.

Salzblöcke, die der Abfallproduktgruppe 05 zugeordnet werden, können bei thermischer Belastung schmelzen. Es wird angenommen, daß die Temperatur des gesamten Abfallproduktes über 373 K liegt und daß 90 % der Restfeuchte verdampfen. Halogene und Tritium werden demnach vollständig freigesetzt. Die sonstigen Radionuklide haben nach diesen Modellen einen Freisetzunganteil von  $5 \cdot 10^{-4}$  /EU 10.2/.

Zur Begrenzung der Freisetzung aus Abfallgebinden mit "störfallfest ausgelegter Verpackung" hat der Antragsteller vorgesehen, diese Abfallgebinde mit einer inaktiven Schicht von einem Wärmeleitwiderstand von mindestens  $0,1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  zu versehen, die bis zu einer Aufprallgeschwindigkeit von 4 m/s intakt bleibt /EU 117, EU 267/. Diese Isolierschicht stellt sicher, daß Zündpunkte und zur Pyrolyse notwendige Temperaturen im Abfallprodukt nicht erreicht werden. Eine Freisetzung durch Verbrennung oder Pyrolyse im Abfallprodukt wird daher ausgeschlossen.

Eine Aktivitätsfreisetzung, wie sie bei sonstigen Verpackungen der Abfallbehälterklasse I und Abfallbehälterklasse II im Brandfalle zu unterstellen ist, wird daher bei "störfallfest ausgelegten Verpackungen" ausgeschlossen und auch nicht quantifiziert.

### Bewertung

Die unterstellten Freisetzungsraten von Radionukliden durch die verschiedenen Mechanismen wurden vom Antragsteller aus experimentellen Daten abgeleitet. Diese Experimente wurden mit kleinen Gebinden, z.B. 200-l-Fässern, durchgeführt. Durch eine Übertragung dieser Versuchsergebnisse auf die größeren zugelassenen Endlagergebilde tritt wegen des ungünstigeren Oberflächen/Volumen-Verhältnisses bei kleinen Gebinden eine Überschätzung der Freisetzungsraten auf, so daß auch mögliche Unterschiede in den chemischen Verbindungen bei den Brandversuchen und den für das Endlager Konrad vorgesehenen Abfallgebinden durch diese Freisetzungsraten abgedeckt sind.

Die Ermittlung der Freisetzungen für die einzelnen Abfallproduktgruppen berücksichtigt die ungünstigsten Zusammensetzungen, die nach den Endlagerungsbedingungen zugelassen sind. So wird z.B. bei Abfallprodukten der Abfallproduktgruppe 01 eine vollständige Verbrennung angenommen. Durch diese Vorgehensweise werden abdeckende Freisetzungsteile ermittelt.

Wir haben daher keine Einwände gegen die Bestimmung von Quelltermen aus Gebinden der Abfallbehälterklasse I für den Störfall mit thermischer Lasteinwirkung aus den oben genannten Freisetzungsteilen.

Zur Freisetzung aus Gebinden mit "störfallfest ausgelegter Verpackung" wurden von uns Berechnungen der Temperaturen durchgeführt. Wir haben festgestellt, daß die Temperaturen im Abfallprodukt keine Größe erreichen, bei der die Ableitung eines Quelltermes notwendig ist.

### **5.5.3.2 Thermischer Lastfall für Gebinde der Abfallbehälterklasse II**

Gebinde der Abfallbehälterklasse II behalten im Störfall eine definierte Barrierefunktion mit freisetzungsmindernder Wirkung. Die Anforderungen an die Dichtheit der Behälter zur Eingrenzung der Aktivitätsfreisetzung im Störfall sind in der Systemanalyse zur Bestimmung störfallbedingter Aktivitätsfreisetzung /EU 10.2/ festgelegt. Die Einhaltung dieser Barrierefunktion wird durch Anforderungen, die im Rahmen der Typqualifikation oder

bei der Produktkontrolle geprüft werden, gewährleistet. Die Dichtheit der Behälter während und nach einem Störfall ist in Abhängigkeit vom Aktivitätsinventar und den Produkteigenschaften vom Ablieferer nachzuweisen /EU 240/.

Es wird vom Antragsteller zunächst ein Aktivitätsübertritt durch Pyrolyse und Verdampfen in die Behälterinnenatmosphäre angenommen. Durch Aufheizen und Verdampfen von Abwasser aus dem Abfallprodukt steigt der Innendruck. Hierdurch entweicht ein Teil der aktivitätsbeladenen Behälterinnenatmosphäre. Die Menge dieses freigesetzten Gases ist abhängig vom verpackten Abfallprodukt. Durch Anforderungen an die Behälter wird sie auf 1 Mol begrenzt. Unter Berücksichtigung der maximalen Freisetzung aus dem Abfallprodukt in die Behälterinnenatmosphäre ergeben sich die folgenden Freisetzungsanteile für Gebinde der Abfallbehälterklasse II /EU 10.2/:

- Halogene	0,04
- C 14	$6 \cdot 10^{-3}$
- Tritium	$4 \cdot 10^{-3}$
- sonst. Radionuklide	$2 \cdot 10^{-5}$

### Bewertung

Die beispielhaft ermittelten Werte für eine Freisetzung aus Gebinden der Abfallbehälterklasse II gelten für einen Behälter, der während der Brand- und der anschließenden Abkühlphase keine größere Gasmenge als 1 Mol durch Leckagen abgibt. Die auf dieser Grundlage angenommenen Freisetzungsanteile sind nach unserer Ansicht abdeckend ermittelt. Wir haben keine Einwände gegen diese Freisetzungsanteile für Behälter, die den o.a. Anforderungen genügen.

In Abhängigkeit von Aktivitätsinventar und von den Produkteigenschaften können nach unserer Meinung auch Behälter mit größeren Leckraten der Abfallbehälterklasse II zugeordnet werden. In diesem Fall sieht der Antragsteller vor, das Aktivitätsinventar entsprechend zu reduzieren. Ein Verfahren zur Bestimmung zulässiger Leckraten, die nach unserer Ansicht nicht zu einer Überschreitung der genannten Freisetzungen führen, ist in einer Unterlage zur Produktkontrolle /EU 240/ festgelegt und beschrieben.

Unsere Aussagen zur störfallfesten Verpackung in Kap. 5.5.3.1 dieses Gutachtens gelten auch für die störfallfesten Verpackungen in der Abfallbehälterklasse II. Demnach ist die Ableitung eines Quellterms nicht notwendig.

Die Abfallgebinde und die Behälter müssen im Rahmen der Produktkontrolle qualifiziert werden. Dies wurde im Kap. 2.5 dieses Gutachtens behandelt.

### **5.5.4 Rückhalteeffekte bei der Freisetzung radioaktiver Stoffe**

Bei Störfällen mit mechanischen Belastungen der Abfallgebinde hat der Antragsteller für die Freisetzung radioaktiver aerosolförmiger Stoffe untersucht, wie weit ein Quellterm durch Abscheideeffekte in den verschiedenen Anlagenbereichen reduziert werden kann /1, EU 371/. Die Abscheideeffekte hängen u.a. von der Partikelgröße ab. Da im Brandfall relativ kleine Aerosole entstehen, deren Abscheideverhalten z.B. durch Sedimentation ungünstiger ist, hat der Antragsteller bei Störfällen mit Brand diese Effekte vernachlässigt. Bei gasförmigen Radionukliden werden generell keine Rückhalteprozesse angenommen.

Unsere Beurteilung der Rückhalteprozesse in den verschiedenen Anlagenbereichen haben wir ausführlich in einem Bericht /176/ zusammengestellt. Auf die Wirksamkeit der Rückhaltemechanismen in den in Frage kommenden Anlagenbereichen des Endlagers gehen wir im folgenden ein.

#### **5.5.4.1 Umladehalle**

Der radiologisch repräsentative Störfall in der Umladehalle ist der Absturz einer Transporteinheit aus 3 m Höhe bei der Handhabung mit einem Kran. Bei diesem Ereignis sind die Hallentore in der Umladehalle geschlossen /EU 208/, so daß die freigesetzten radioaktiven Stoffe nur über die Lüftungsanlage und den Kamin abgegeben werden können. Dem wirkt die Sedimentation auf horizontalen Flächen als Rückhalteprozeß bei Aerosolen entgegen /EU 371/.

Das Lüftungssystem der Umladehalle ist maximal für einen Luftwechsel von 2,5 pro Stunde mit einem Volumenanteil der Frischluft an der Umluft von 10 % ausgelegt /EU 324, EU 371/.

Für den ungünstigsten Fall wird unterstellt, daß der Absturzort in der Nähe einer der bodennahen Ansaugöffnungen an der südöstlichen Hallenseite liegt. Der kürzeste Abstand zu einer Ansaugöffnung beträgt dort 6 m. Die vom Antragsteller unter diesen Randbedingungen ermittelten Rückhaltefaktoren sind in Tab. 5.5.4-1 zusammengestellt.

**Tabelle 5.5.4-1:** Rückhaltefaktoren für die Umladehalle und die Pufferhalle in Abhängigkeit von der Partikelgröße /EU 371/

Partikelgrößen-Intervall ( $\mu\text{m}$ )	Rückhaltefaktor	
	Umladehalle	Pufferhalle
0 - 5	0	0
5 - 10	0,40	0,10
10 - 20	0,73	0,31
20 - 30	0,91	0,64
30 - 40	0,96	0,80
40 - 50	0,98	1
50 - 60	0,99	1

### Bewertung

Das vom Antragsteller verwendete Modell zur Ermittlung von partikelgrößenabhängigen Rückhaltefaktoren wurde von uns überprüft und als richtig beurteilt. Die hier angesetzten Randbedingungen /EU 324/ wurden in die Systembeschreibung Lüftungsanlagen /EU 383/ übernommen. Wir bestätigen, daß die bei der Berechnung der Aktivitätsfreisetzung angesetzten Rückhaltefaktoren auf der sicheren Seite liegen. Ebenfalls bestätigen wir, daß Teilchen über 60  $\mu\text{m}$  praktisch vollständig zurückgehalten werden /176/.

### 5.5.4.2 Pufferhalle

Der radiologisch repräsentative Störfall in der Pufferhalle ist der Absturz einer Transporteinheit aus 3 m Höhe bei der Handhabung mit dem Seitenstapelfahrzeug. Bei Handhabungsvorgängen in der Pufferhalle wird das dortige Tor nach außen geschlossen gehalten /EU 208, EU 324/, so daß im Falle von störfallbedingten Aktivitätsfreisetzungen die Abgabe über die Lüftungsanlage und den Kamin an die Umgebung erfolgt (s. Kap. 5.2 dieses Gutachtens).

Das Lüftungssystem der Pufferhalle wird so eingestellt, daß ein Luftwechsel von maximal 2,5 pro Stunde eingehalten wird. Abgesaugt wird die Hallenluft jeweils durch den Abluftkanal des Hallenschiffes, in dem das Seitenstapelfahrzeug nicht operiert /EU 324, EU 371/. Der minimale Abstand eines Störfallortes zur Absaugöffnung im Außensockel beträgt 17 m. Die vom Antragsteller unter diesen Randbedingungen ermittelten Rückhaltefaktoren sind in Tab. 5.5.4-1 zusammengestellt.

#### Bewertung

Für die Berechnung der Rückhaltefaktoren in der Pufferhalle hat der Antragsteller dasselbe Modell wie bei der Umladehalle verwendet. Aufgrund unterschiedlicher Lüftungsverhältnisse ergeben sich andere Rückhaltefaktoren. Die Randbedingungen /EU 324/ für die Bestimmung der Rückhaltefaktoren wurden in die Systembeschreibung Lüftungsanlagen /EU 383/ übernommen. Auch hier bestätigen wir, daß die Rückhaltefaktoren auf der sicheren Seite liegen. Da alle möglichen Störfallorte zu den Absaugöffnungen einen großen Abstand besitzen, ergibt sich eine fast vollständige Rückhaltung der Aerosolteilchen mit einem Durchmesser über 40 µm.

Durch den Einsatz des batterieelektrisch angetriebenen Seitenstapelfahrzeuges besteht die Möglichkeit, die Luftwechselzahl weiter zu reduzieren /EU 324, EU 383/. So können Aktivitätsfreisetzungen in die Umgebung weiter herabgesetzt werden. Nach den Untersuchungen in der erläuternden Unterlage /EU 283/ kann bei Handhabungsvorgängen in der Pufferhalle die Lüftungsanlage für einige Stunden abgeschaltet werden. Regelungen zur Betriebszeit der Lüftungsanlage in der Pufferhalle müssen

unter Beachtung der Inhalationsdosis des Personals im Zechenbuch/Betriebshandbuch getroffen werden (vgl. Kap. 3.4.6.1.2 dieses Gutachtens).

Nur bei längerfristigen oder häufigen Arbeiten in der Pufferhalle ist die Umschaltung der Lüftungsanlage je nach Operationsort des Seitenstapelfahrzeugs erforderlich. Vom Antragsteller ist festzulegen, wie die Umschaltung zu erfolgen hat /AV 5.5-1/.

### 5.5.4.3 Sonderbehandlungsraum

Im Sonderbehandlungsraum wird die Handhabungshöhe von Abfallgebinden auf 1,4 m begrenzt /EU 385/. Da aber die maximale Luftwechselzahl mit 10 pro Stunde deutlich höher als in der Pufferhalle und Umladehalle liegt, sind auch im Sonderbehandlungsraum im Falle eines Gebindeabsturzes erhebliche Aktivitätsfreisetzungen denkbar. Die Abgabe radioaktiver Stoffe erfolgt gefiltert mit Schwebstofffiltern über den Kamin /EU 383/.

In der Unterlage /EU 265/ führt der Antragsteller den Nachweis, daß im Sonderbehandlungsraum bei einem Gebindeabsturz aus 1,2 m Höhe die Aktivitätsfreisetzungen wegen der Filterung der Abluft so gering sind, daß die Freisetzungen durch die radiologisch repräsentative Störfällen abgedeckt werden.

### Bewertung

Für die Berechnung der Rückhaltefaktoren hat der Antragsteller dasselbe Modell wie bei der Umladehalle verwendet. Die vom Antragsteller ermittelten Freisetzunganteile bestätigen wir /176/. Der geringe Unterschied in den Absturzhöhen 1,2 und 1,4 m ist hierfür bedeutungslos. Da für die Abluft aus dem Sonderbehandlungsraum Schwebstofffilter der Klasse S vorgesehen werden /EU 265, EU 324/, ergeben sich deutlich niedrigere Freisetzungen als bei dem vergleichbaren Störfall in der Pufferhalle bzw. Umladehalle, wo die Abgabe ungefiltert geschieht. Die hier angenommenen Randbedingungen wurden in die Systembeschreibung Lüftungsanlagen /EU 383/ übernommen.



#### **5.5.4.4 Abscheidungsprozesse radioaktiver Stoffe unter Tage (Strecken und Abwetterschacht)**

Bei störfallbedingten Ereignissen im untertägigen Bereich der Schachtanlage Konrad können radioaktive Aerosole in die Grubenwetter freigesetzt werden. Bei der Ermittlung des in die Umgebung gelangenden Anteils der freigesetzten Aerosole werden bei Störfällen mit mechanischen Belastungen die auf dem Transportweg längs des Abwetterstroms wirksamen Rückhalteprozesse berücksichtigt. Zur Bestimmung des Transport- und Ablagerungsverhaltens der Aerosole wurden vom Antragsteller Ausbreitungsexperimente in der Grube durchgeführt /EU 36.5, EU 36.6/. Die Untersuchungen wurden mit der Zielsetzung ausgewertet, die Meßergebnisse aus dem bestehenden Grubengebäude auf das künftige Endlager zu übertragen /EU 6.2/.

Die Versuchsdurchführung und die Meßergebnisse sind in den Unterlagen /EU 6.2, EU 36.5, EU 36.6/ detailliert beschrieben. Es wurden in einer ersten Meßkampagne Ytterbium-Aerosole mit aerodynamisch äquivalenten Durchmessern von 0,1 µm bis 16 µm und in einer zweiten Meßkampagne Glasaerosole mit aerodynamisch äquivalenten Durchmessern von 8 µm bis 64 µm verwendet. Bei beiden Experimenten wurde das Ablagerungsverhalten längs der Strecken und im Abwetterschacht untersucht. Die für beide Meßkampagnen ausgewählte Teststrecke unter Tage wurde unter folgenden Randbedingungen ausgewählt /EU 6.2/:

- Die Länge der Strecke oder die Verweilzeit des Aerosols in der Strecke muß so bemessen sein, daß eine signifikante Aerosolabscheidung erwartet werden kann.
- Der Ausbreitungsweg der Aerosole erfolgt in möglichst einfacher Geometrie, so daß den erfaßten Testaerosolmengen an den einzelnen Meßstellen eindeutige Ausbreitungszeiten zugeordnet werden können.
- Die Teststrecke muß bezüglich Wandrauhigkeit und Streckengeometrie für die Schachtanlage Konrad typisch sein.

Die theoretischen Überlegungen zu der Abscheidung der Aerosole in der Teststrecke beinhalten, daß die Konzentration der Aerosole längs der Strecke oder mit der Ausbreitungszeit exponentiell mit einer konstanten Abscheiderate abnimmt. Für Aerosolpartikel mit aerodynamisch äquivalenten Durchmessern von mehr als 1 µm konnte dieses in den Experimenten bestätigt werden /EU 6.2/. Insbesondere wurden in der Partikelgrößenklasse von 8 bis 16 µm für die Ytterbiumaerosole und für die Glasaerosole ungefähr

gleich große Abscheideraten erzielt, so daß der gesamte Partikelgrößenbereich von 1 bis 64  $\mu\text{m}$  experimentell abgedeckt wurde /EU 6.2/. Bei Aerosolen mit aerodynamisch äquivalenten Durchmessern von weniger als 1  $\mu\text{m}$  sind die Meßwerte nicht weiter verwendbar, da der angegebene Meßfehler etwa viermal so groß ist wie der zu messende Wert. Konservativ wird daher für Partikel mit einem Durchmesser unter 5  $\mu\text{m}$  keine Rückhaltung in der Strecke unterstellt /EU 6.2/.

Die Meßergebnisse mit den Ytterbium-Aerosolen im Abwetterschacht zeigen, daß bis zu 50 % des Staubes im Abwetterschacht abgeschieden werden /EU 36.5/. Durch ergänzende Experimente mit den Glasaerosolen sollten folgende Punkte geklärt werden:

- Das Abscheideverhalten größerer Aerosole im Abwetterschacht sollte bestimmt werden, da gerade diese Aerosole im Falle eines mechanischen Lastfalls dominieren.
- Feuchteeffekte in Verbindung mit dem Hintergrundstaub sollten analysiert werden.
- Der Einfluß der Partikeldurchmesser auf das Abscheideverhalten in den Stecken bei den Testaerosolen und beim Hintergrundstaub sollte untersucht werden.

Es zeigte sich, daß für mittelgroße Aerosole (8 bis 16  $\mu\text{m}$ ) etwa 50 % und für große Aerosole (bis zu 64  $\mu\text{m}$ ) bis zu 97 % im Schacht abgeschieden werden. Umlenkeffekte zwischen Sohle und Schacht spielen nur für große Aerosole eine Rolle /EU 36.6/. Die Abscheidung erfolgte überwiegend an den Leeflächen der Schachteinbauten /EU 6.2, EU 36.6/. Außerdem wurde festgestellt, daß die an den Schachtwänden abgeschiedene Aerosolmasse nur wenige Prozent der an den Leeflächen abgeschiedenen Aerosolmasse beträgt /EU 6.2/.

Darüber hinaus wurde versucht, eine Bestimmung des Rückhaltefaktors des natürlich vorhandenen Staubes (Hintergrundstaub) im Abwetterschacht vorzunehmen. Während die Ergebnisse der Ausbreitungsexperimente mit den Testaerosolen recht gut mit der in den Unterlagen /EU 36.5, EU 36.6/ aufgeführten Theorie übereinstimmen, führten die Ergebnisse der Messungen des Hintergrundstaubes teilweise zu widersprüchlichen Werten /EU 6.2/. Vermutlich wird die Abscheidung des Hintergrundstaubes im Abwetterschacht von der in Ausbreitungsrichtung ansteigenden relativen Luftfeuchte beeinflusst. Hygroskopische Staubpartikel können im Abwetterstrom Feuchtigkeit aufnehmen und somit ihre Größe und Masse verändern, was zu einem veränderten Abscheideverhalten führt /EU 6.2/.

Die Ergebnisse der Messungen für die Rückhaltung von Aerosolen im Abwetterschacht sind für das künftige Endlager allerdings nicht direkt übertragbar. Im Schacht Konrad 2 wird es künftig sehr viel weniger Schachteinbauten geben, so daß dementsprechend die dominierende Abscheidung an Leeflächen geringer sein wird. Außerdem wird die Wetterschwindigkeit im Schacht höher liegen als bei den Experimenten. Eine Übertragung der gemessenen Abscheideraten auf die Verhältnisse im künftigen Endlager ist deshalb mit Unsicherheiten behaftet /EU 6.2/.

Für das Endlager wird mit einer Verringerung der Rückhaltung von Aerosolpartikeln im Abwetterschacht gerechnet /EU 6.2/. Deshalb wurden vom Antragsteller aus den Meßergebnissen für das geplante Endlager Rückhaltefaktoren im Abwetterschacht extrapoliert /EU 6.2/. Die Werte sind in der nachfolgenden Tabelle 5.5.4-2 aufgeführt. In den Störfallrechnungen geht der Antragsteller von dem ungünstigsten Fall c) aus /EU 371/.

In der Tabelle 5.5.4-3 sind die für repräsentativ erachteten Rückhaltefaktoren für die untertägigen Strecken aufgeführt /EU 6.2/.

Tabelle 5.5.4-2: Partikelgrößenspezifische experimentell bestimmte Abscheideraten im Abwetterschacht und daraus ermittelte Rückhaltefaktoren für die Fälle /EU 6.2, EU 371/:

- a) bestehender Abwetterschacht
- b) geplanter Abwetterschacht, Abscheidung nur an den Schachtwänden
- c) geplanter Abwetterschacht, Abscheidung nur an den horizontalen Leeflächen der künftigen Schachteinbauten

Partikelgrößenintervall ( $\mu\text{m}$ )	gemessene Abscheiderate ( $\text{s}^{-1}$ )	Rückhaltefaktoren		
		Fall a)	Fall b)	Fall c)
0 - 10	0	0,00	0,00	0,00
10 - 20	3,2E-3	0,66	0,33	0,05
20 - 30	5,9E-3	0,87	0,52	0,08
30 - 40	5,9E-3	0,87	0,52	0,08
40 - 50	6,4E-3	0,89	0,55	0,09
50 - 60	7,0E-3	0,91	0,58	0,10

Tabelle 5.5.4-3: Partikelgrößen-spezifische Abscheideraten in den untertägigen Strecken und daraus ermittelter Rückhaltefaktor für die am ungünstigsten gelegenen Einlagerungskammern /EU 6.2, EU 371/

Partikelgrößen-Intervall ( $\mu\text{m}$ )	gemessene Abscheiderate ( $\text{s}^{-1}$ )	Rückhaltefaktoren
0 - 5	0	0,00
5 - 10	1,6E-3	0,15
10 - 20	1,6E-3	0,15
20 - 30	3,0E-3	0,26
30 - 40	6,7E-3	0,49
40 - 50	11,8E-3	0,69
50 - 60	18,5E-3	0,84

#### Bewertung

Die in Tabelle 5.5.4-3 aufgeführten Abscheideraten für die untertägigen Strecken wurden nach unserer Beurteilung konservativ bestimmt /176/. Die daraus ermittelten Rückhaltefaktoren in den Strecken sind für die einzelnen Partikelgrößenfraktionen unter Berücksichtigung einer Ausbreitungszeit der Aerosole von 100 s ermittelt worden. Die Ausbreitungszeit von 100 s ist konservativ gewählt, da die Transportzeit von Aerosolen von der zum Abwetterschacht nächstgelegenen Einlagerungskammer bis zum Schacht mindestens 160 s beträgt /EU 337/. Dies berücksichtigt bereits die gegenüber den Experimenten höheren Wettergeschwindigkeiten im Endlagerbetrieb. Bei anderen Einlagerungskammern sind die Transportzeiten noch größer und führen dementsprechend zu noch größeren Aerosolrückhaltungen. Aerosole mit mehr als 60  $\mu\text{m}$  Durchmesser werden in den Strecken vollständig abgeschieden. Für die Störfallanalyse werden die in Tabelle 5.5.4-3 aufgeführten, konservativ bestimmten Rückhaltefaktoren verwendet.

Ihre Einhaltung wird durch die Überwachung der Wettergeschwindigkeiten während des Betriebes sichergestellt /EU 284, EU 400/. Allerdings ist es noch erforderlich, in der erläuternden Unterlage /EU 400/ die Meßgröße in die Liste der sicherheitstechnisch wichtigen Meldungen aufzunehmen, um eine Überschreitung der nach den

Störfallanalysen zulässigen Wettergeschwindigkeit in der Strecke ausschließen zu können /AV 5.5-2/.

Die experimentell ermittelten Rückhaltefaktoren im Abwetterschacht haben wir ebenfalls überprüft und bestätigt /176/. Diese Meßergebnisse sind jedoch für den künftigen Endlagerbetrieb nicht übertragbar, da während der Experimente niedrigere Wettergeschwindigkeiten im Schacht vorlagen und außerdem im Schacht etwa achtmal so viele Leeflächen durch Schachteinbauten vorhanden waren, wie es im späteren Endlager geben soll. Dies ist insofern von Bedeutung, als die Ablagerung der Aerosole überwiegend an den Leeflächen der Schachteinbauten stattfindet. Vom Antragsteller sind Rückhaltefaktoren ermittelt worden, die eine Wettergeschwindigkeit im Schacht von 6,2 m/s berücksichtigen /EU 6.2/. Wie wir in unserem Arbeitsbericht ausgeführt haben /176/, werden die wirklichen Rückhaltefaktoren des Abwetterschachtes im Endlagerbetrieb zwischen den Werten der vorletzten und der letzten Spalte der Tabelle 5.5.4-2 liegen.

Nach neueren Planungen werden im Abwetterschacht des Endlagers Konrad etwas höhere Wettergeschwindigkeiten vorliegen, als in der Unterlage /EU 6.2/ zugrunde gelegt wurden. Der Antragsteller hat in einer erläuternden Unterlage /EU 337/ nachgewiesen, daß selbst bei einer sehr hohen Wettergeschwindigkeit von 7 m/s sich alle Rückhaltefaktoren aus der letzten Spalte der Tabelle 5.5.4-2 für Aerosole von 10 µm bis 60 µm aerodynamisch äquivalentem Durchmesser nur um jeweils den Wert 0,01 erniedrigen. Diese Veränderungen sind nach unserer Ansicht ohne Auswirkungen auf die Störfallanalysen, da die Veränderungen nur geringfügig sind und die Werte der letzten Spalte der Tabelle 5.5.4-2 bereits unter konservativen Annahmen ermittelt wurden.

In der Systembeschreibung Bewetterung /EU 284/ wird für die Wettergeschwindigkeit im Schacht ein Wert von 6,6 m/s angegeben. Trotz der veränderten Wettergeschwindigkeiten ist es nach unserer Ansicht gerechtfertigt, für die Störfallanalyse von den in der letzten Spalte der Tabelle 5.5.4-2 genannten Rückhaltefaktoren für den Abwetterschacht auszugehen. Auch die Wettergeschwindigkeit im Schacht wird überwacht /EU 284/. Ein Überschreiten der oben angesprochenen maximal zulässigen Wettergeschwindigkeit im Schacht ist aufgrund der technischen Auslegung des Hauptgrubenlüfters nicht zu befürchten.

### 5.5.4.5 Füllort

Am Füllort kann eine Transporteinheit maximal bis zu einer Höhe von 1,90 m über die Sohle angehoben werden /EU 208/. Aufgrund der Höhe des Distanzhalters ergibt sich eine mögliche Absturzhöhe von ca. 1 m /EU208, EU 324/. Wegen der Sedimentationseffekte werden im Falle eines Absturzes entstehende größere Aerosole mit einem Durchmesser über 100 µm auf dem Weg vom Störfallort bis zum Schacht zurückgehalten /EU 265/. In der erläuternden Unterlage /EU 265/ werden Freisetzungssanteile für einen Absturz aus 1 m Höhe angegeben und es wird gezeigt, daß bei Berücksichtigung der Abscheideeffekte am Füllort und im Schacht der radiologisch repräsentative Störfall "Absturz aus 5 m Höhe in der Einlagerungskammer" abdeckend ist.

#### Bewertung

Wir haben uns davon überzeugt, daß bei einem Absturz einer Transporteinheit am Füllort trotz der Handhabungshöhe von 1,90 m die mechanische Belastung wegen des Distanzhalters und der Abmessungen des Plateauwagens bzw. des Transportwagens /EU 208, EU 324/ durch eine effektive Absturzhöhe von 1 m ausreichend beschrieben wird.

Den ermittelten Rückhaltefaktoren für die Aerosolausbreitung im Füllort stimmen wir zu. In der Systembeschreibung Bewetterung /EU 284/ wurde der maximale Wetterstrom auf 42,5 m<sup>3</sup>/s am Füllort begrenzt. Dieser Wert entspricht den Annahmen bei der Ermittlung der Rückhaltefaktoren. In der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ ist auch der unterstellte Abstand von 16 m zwischen dem Schacht und dem schachtzugewandten Ende des Plateauwagens festgeschrieben (vgl. hierzu Kap. 2.3.1.4.2 und AV 2.3.1.4-1 dieses Gutachtens). Auch unter Berücksichtigung der Unsicherheiten bei der Ermittlung der Freisetzungsraten aus den Abfallgebinden ergibt sich insgesamt, daß die radiologisch repräsentativen Störfälle unter Tage "Brand eines Transportmittels" und "Absturz aus 5 m Höhe" zu größeren Strahlenexpositionen in der Umgebung des Endlagers führen.

### 5.6 Dosisberechnungen für Störfälle

#### 5.6.1 Rechenmodelle und Parameter zur Berechnung der Strahlenexposition

Seit 01.11.1989 gilt die Neufassung der Strahlenschutzverordnung /4/, mit der das Konzept der effektiven Äquivalentdosis auch in der Bundesrepublik eingeführt wurde. Damit verbunden ist die Anwendung von Dosisfaktoren, die im Bundesanzeiger /159/ veröffentlicht sind. Der § 28 Abs. 3 StrlSchV legt fest, welche Körperdosen in der Umgebung einer kerntechnischen Anlage bei der Planung baulicher und sonstiger technischer Schutzmaßnahmen gegen Störfälle höchstens zugrunde gelegt werden dürfen (Störfallplanungswerte).

Der Antragsteller hat im Plan /1/ als Ergebnis seiner Störfallanalyse die radiologisch relevanten Störfälle für die Betriebsphase des geplanten Endlagers Konrad angegeben. Für die Störfälle hat er auf der Basis der Störfallberechnungsgrundlagen /8/ unter Berücksichtigung von Änderungen, die sich aus der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ vom 21.02.1990 ergeben, zulässige Aktivitäten von Einzelnucliden in Abfallgebinden hergeleitet.

Die Rechenmodelle berücksichtigen folgende Expositionspfade:

- Strahlenexposition von außen durch Beta-Strahlung bei Aufenthalt in der Fortluftfahne (Beta-Submersion)
- Strahlenexposition von außen durch Gamma-Strahlung aus der Fortluftfahne (Gamma-Submersion)
- Strahlenexposition von außen durch Gamma-Strahlung von am Boden abgelagerten Radionukliden (Gamma-Bodenstrahlung)
- Strahlenexposition von innen durch Radionuklide, die mit der Atemluft in den Körper aufgenommen werden (Inhalation)
- Strahlenexposition von innen durch Radionuklide, die über den Verzehr kontaminierter Nahrungsmittel in den Körper gelangen (Ingestion).

Der Antragsteller gibt an, daß durch die Anwendung der hergeleiteten Aktivitätsgrenzwerte (Endlagerungsbedingungen) in Verbindung mit einem Summenkriterium beim Vorliegen mehrerer Radionuklide sichergestellt wird, daß für alle radiologisch repräsentativen Störfälle und für alle Abfallgebände auch im ungünstigsten Fall die Störfallplanungs-

werte des § 28 Abs. 3 StrlSchV eingehalten und überwiegend deutlich unterschritten werden.

Um den Besonderheiten der untersuchten Störfälle gerecht zu werden, hat der Antragsteller zusätzliche Annahmen zu Modellen und Parametern getroffen, die in den genannten Berechnungsvorschriften nicht angegeben sind. Die Festlegung dieser Annahmen, insbesondere von aerosolgrößenabhängigen Ablagerungsfaktoren, erfolgte entsprechend den Empfehlungen des Ausschusses Radioökologie der Strahlenschutzkommission /178/. Die Ergebnisse seiner Rechnungen hat der Antragsteller in einer erläuternden Unterlage /EU 371/ dokumentiert.

Bei den Dosisfaktoren /159/ wird in Abhängigkeit von der chemischen Form der Radionuklide bei Inhalation zwischen bis zu drei Stoffklassen und bei Ingestion zwischen bis zu zwei Stoffklassen unterschieden. Informationen über die chemische Form werden aber bei einem Störfall mit Abfallbinden nur in wenigen Fällen vorliegen. Der Antragsteller hat daher bei der Berechnung der Organdosen jeweils den Dosisfaktor verwendet, der für das betreffende Organ den höchsten Dosisbeitrag ergibt.

### Bewertung

Die Modelle und Datensätze zur Berechnung der Strahlenexposition im Abschnitt 4 der Störfallberechnungsgrundlagen /8/ sind in Verbindung mit den Rechenvorschriften und Daten der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ vom 21.02.1990 ohne Einschränkung auf störfallbedingte Freisetzungen während der Betriebsphase des geplanten Endlagers Konrad anwendbar. Die vom Antragsteller entsprechend den Empfehlungen der Strahlenschutzkommission getroffenen zusätzlichen Modellannahmen, insbesondere aerosolgrößenabhängige Ablagerungsfaktoren, berücksichtigen sachgerecht spezielle Aspekte des Endlagers Konrad. Für eine Reihe von Modellparametern sind in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ und in den Störfallberechnungsgrundlagen /8/ unterschiedliche Zahlenwerte festgelegt, obwohl mit ihnen gleiche Sachverhalte beschrieben werden. Der Antragsteller hat in diesen Fällen die Daten der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ verwendet. Diese Vorgehensweise ist richtig, da in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ der aktuelle Stand



der Wissenschaft bei der Festlegung radioökologischer Modellparameter berücksichtigt wurde.

Die Anwendung von Dosisfaktoren der jeweils ungünstigsten Stoffklasse entspricht dem in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ festgelegten Verfahren. Dieses Maximierungsverfahren stellt sicher, daß eine ungünstigere Dosisfaktorkonstellation auf keinen Fall möglich ist.

Der Antragsteller hat die Störfallrechnungen mit dem Ziel der Festlegung von Aktivitätsgrenzwerten für Einzelnuclide in Abfallgebinden durchgeführt. Die Aktivitätsgrenzwerte sollen in Verbindung mit einem Summenkriterium (siehe Kap. 5.6.3) sicherstellen, daß bei den unterstellten Störfällen die Grenzwerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV nicht überschritten werden. Die so festgelegten Aktivitätsgrenzwerte sind abhängig von den verwendeten Rechenmodellen und Parametern. Nach Erstellung der Planunterlagen wurde 1994 das Kapitel 4 "Berechnung der Strahlenexposition" der Störfallberechnungsgrundlagen /8/ von 1983 überarbeitet und an die Datensätze der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift /7/ angepaßt /40/. Diese Änderungen hat der Antragsteller in seinen Rechnungen bereits berücksichtigt. Zusätzlich wurden jedoch Modelländerungen vorgenommen, die sich merklich auf die Festlegung von Aktivitätsgrenzwerten auswirken. Die Strahlenexposition für die Referenzperson Kleinkind wird über 70 Jahre statt bisher 50 Jahre berechnet. Bei dem Expositionspfad Gammabodenstrahlung wird der Faktor 0,5 zur Berücksichtigung der Bodenrauigkeit und Verlagerung von Radionukliden in tiefere Bodenschichten erst ein Jahr nach einem Störfall berücksichtigt.

Der Antragsteller hat dargelegt, daß eine Reduzierung der aus den Störfallanalysen abgeleiteten Aktivitätsgrenzwerte um den Faktor 7 die Modelländerungen für alle betrachteten Nuclide und Störfallszenarien berücksichtigt /EU 493/. Die Endlagerungsbedingungen /EU 117/ wurden dementsprechend geändert. Wir haben die Unterlage /EU 493/ geprüft und können bestätigen, daß der Faktor 7 konservativ gewählt worden ist. Unsere Nachrechnungen haben ergeben, daß bei keinem der in den Störfallanalysen berücksichtigten Radionuclide ein Reduktionsfaktor von mehr als 3,1 erforderlich wäre.

In ihrer Publikation 56 /52/ hat die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) 1989 erstmals altersabhängige Dosisfaktoren für Mitglieder der allgemeinen Bevölkerung veröffentlicht. Von 1994 bis 1996 folgten die Publikation 67, 69, 71 und 72 /54, 162, 163, 164/. Die altersabhängigen Dosisfaktoren für die effektive Dosis aus ICRP 72 sind Bestandteil der Neufassung der Euratom-Grundnormen von 1996 /208/ und werden demnächst in nationales Recht übernommen. Durch die Verwendung neuer Stoffwechseldaten ergeben sich bei einigen Radionukliden zum Teil deutlich höhere Organdosisfaktoren als sie durch die Strahlenschutzverordnung festgelegt sind /159/. Die Gewebewichtungsfaktoren der ICRP 60 ergeben dagegen für viele Nuklide gegenüber der Strahlenschutzverordnung geringere Dosisfaktoren für die effektive Dosis. Die neuen Datensätze der ICRP sind noch unvollständig und betreffen nur etwa die Hälfte der in der Störfallanalyse betrachteten Nuklide. Wir haben jedoch auf der Basis der verfügbaren Daten festgestellt, daß sich bei den meisten Nukliden keine restriktiven Aktivitätsgrenzwerte ergeben würden. Die aus der Störfallanalyse abgeleiteten Grenzwerte sollen überprüft werden, nachdem entweder der deutsche Verordnungsgeber oder die ICRP für alle in der Störfallanalyse berücksichtigten Nuklide Organdosisfaktoren veröffentlicht haben.

### 5.6.2 Durchführung und Ergebnisse der Störfallberechnungen

In der erläuternden Unterlage /EU 371/ hat der Antragsteller ausführlich dargestellt, in welcher Weise er die Aktivitätsgrenzwerte für Einzelnuklide ermittelt hat. Die Störfallanalysen sind jeweils für ein Abfallgebinde durchgeführt worden. Dabei ist angenommen worden, daß sich in dem Abfallgebinde nur das betreffende Radionuklid mit einer Einheitsaktivität und eventuell vorhandenen Tochternuklide befinden. Durch Vergleich der berechneten Strahlenexposition für das kritische Organ mit dem jeweiligen Grenzwert gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV wird daraus die maximal zulässige Aktivität in einem Abfallgebinde abgeleitet. Entsprechende Störfallrechnungen sind für 96 Radionuklide, sechs Abfallproduktgruppen und zwei Abfallbehälterklassen für die radiologisch relevanten Störfälle durchgeführt worden.

In seinen Störfallanalysen hat der Antragsteller alle Radionuklide mit Halbwertszeiten größer als 10 Tage berücksichtigt, die nach seinen Erhebungen in zur Endlagerung vorge-

sehenen Abfallbinden auftreten können. Für jedes dieser 96 Radionuklide ist untersucht worden, ob in den radiologischen Berechnungen Tochternuklide zu berücksichtigen sind, die sich im Abfall gebildet haben können. Dafür sind die maximale Aktivität der unmittelbaren Tochter, die ausgehend von einer anfänglichen Einheitsaktivität des Mutternuklids innerhalb eines Zeitraums bis zu 30 Jahren vorliegen kann, sowie weitere zu diesem Zeitpunkt gebildete Tochteraktivitäten berechnet worden. Um die so ermittelten Tochteraktivitäten ist bei den Störfallrechnungen die Einheitsaktivität des Mutternuklids ergänzt worden. Dabei sind nach Angaben des Antragstellers in jedem Fall Tochternuklide berücksichtigt worden, deren Aktivitätsanteil relativ zur Aktivität des Mutternuklids  $10^{-5}$  übersteigt.

Die Ergebnisse der Störfallrechnungen zeigen, daß die obertägigen Lastfälle mit mechanischer Einwirkung in der Umladehalle und in der Pufferhalle für die Festlegung von Aktivitätsgrenzwerten in keinem Fall maßgeblich sind /EU 371/. Für die Abfallproduktgruppe 02, z.B. Feststoffe in Behältern der Abfallbehälterklasse I, sind die untertägigen Lastfälle mit mechanischer und thermischer Einwirkung gleichermaßen maßgeblich. Für die übrigen Abfallproduktgruppen der Abfallbehälterklasse I ist ausschließlich der untertägige Lastfall mit thermischer Einwirkung maßgeblich.

### Bewertung

Anhand von ORIGEN-Rechenergebnissen haben wir geprüft, ob alle für die Inhalations- und Ingestionspfade relevanten Nuklide erfaßt wurden. Wir haben keine weiteren Nuklide gefunden, die maßgeblich zur Dosisbelastung beitragen würden. So haben wir gegen die Auswahl der Radionuklide in der Unterlage /EU 371/ keine Einwände.

Die Berücksichtigung des Aufbaus von Tochternukliden im Abfallbinde ist sinnvoll und in der vom Antragsteller beschriebenen Weise konservativ, da das Mutternuklid weiterhin mit der Einheitsaktivität angenommen wird. Unsere Nachprüfung hat ergeben, daß für fast alle Einzelnuclide die Tochteraktivitäten korrekt ermittelt worden sind. Lediglich bei den Radionukliden Am 243, Mo 93, Pu 244, U 232 und U 233 sind die Tochteraktivitäten nicht berücksichtigt worden. Unsere Dosisberechnungen haben für das Nuklid U 232 einschließlich der Tochteraktivitäten eine etwa 60 % höhere

Strahlenexposition für den Störfall ergeben, der maßgeblich ist für die Festlegung der Aktivitätsgrenzwerte des Leitnuklids U 232. Der Antragsteller hat die Unterlage /EU 117/ entsprechend korrigiert.

Bei den restlichen genannten Nukliden ist der Beitrag der Tochternuklide zur Gesamtdosis kleiner als etwa 10 %, so daß eine Korrektur von Aktivitätsgrenzwerten nicht erforderlich ist. Die Aktivitätsgrenzwerte für das Nuklid I 125 sind konservativ ermittelt, da der Antragsteller irrtümlicherweise Te 125m als Tochternuklid angenommen hat. I 125 zerfällt jedoch direkt in das stabile Te 125.

Wir haben die in der Unterlage /EU 371/ dokumentierten Störfallrechnungen für alle 96 Einzelnuklide nachgerechnet. Unsere Überprüfung hat ergeben, daß der Antragsteller die jeweils ungünstigsten Ausbreitungsbedingungen und Aufpunkte für die untersuchten Störfälle unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Eigenschaften der Einzelnuklide sinnvoll und richtig ermittelt hat. Unsere Nachrechnungen haben ergeben, daß der Antragsteller die Aktivitätsgrenzwerte für die 96 Einzelnuklide mit den oben genannten Ausnahmen korrekt festgelegt hat.

Bedingt durch die vom Antragsteller gewählte Systematik zur Festlegung von Aktivitätsgrenzwerten für Einzelnuklide können wir keine realistisch zu erwartenden Störfallauswirkungen berechnen oder angeben, welche Expositionspfade wesentlich zur Strahlenexposition beitragen. Wenn der Störfall eintritt, der zur Festlegung eines Aktivitätsgrenzwertes geführt hat, die unterstellten Ausbreitungsannahmen vorliegen und das betroffene Abfallgebinde auch noch zufällig den betreffenden Aktivitätsgrenzwert ausschöpft, ergeben sich rechnerisch Dosiswerte, die nur knapp unterhalb der Grenzwerte nach § 28 Abs. 3 StrlSchV liegen. Der Antragsteller hat allerdings in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ festgelegt, daß nur ein Prozent der anzuliefernden Abfallgebinde das Summenkriterium für die Aktivitätsgrenzwerte zu über zehn Prozent ausschöpfen dürfen. Die Wahrscheinlichkeit eines Störfalls mit einem solchen Gebinde ist wegen der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit dem Bereich des Restrisikos zuzurechnen. Wir verweisen dazu auf unsere Ausführungen im Kap. 5.1 dieses Gutachtens.

Bei der Bewertung möglicher Störfallauswirkungen sind unter anderem folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Der Antragsteller hat bei seinen Rechnungen für die untertägigen Störfälle konservativ die Quellüberhöhung durch die Austrittsgeschwindigkeit der Abwetter aus dem Diffusor vernachlässigt hat /EU 371/. Wir verweisen dazu auf unsere Ausführungen in Kap. 3.7 unseres Gutachtens. Die Quellüberhöhung ist bei geringen Windgeschwindigkeiten, wie sie in den Störfallrechnungen angenommen werden, am größten.
- In den Störfallrechnungen wird eine Windgeschwindigkeit von 1 m/s unterstellt. Im Raum Hannover ist im langjährigen Mittel in mehr als 90 Prozent aller Jahresstunden die Windgeschwindigkeit größer als 1 m/s. Eine Verdopplung der Windgeschwindigkeit reduziert die berechneten Strahlenexpositionen um einen Faktor 2.
- Die unterstellten Aufpunkte sind für die meisten Nuklide wegen der Standortgegebenheiten unrealistisch, da unmittelbar am Zaun der Anlage weder eine landwirtschaftliche Nutzung noch ein langjähriger Daueraufenthalt in der für die Störfallrechnungen angenommenen Weise möglich ist. Daher macht die Störfallanalyse hinsichtlich der Aufpunkte pessimistische Abschätzungen.

### 5.6.3 Aktivitätsgrenzwerte und Summenkriterium

Die Begrenzung der Aktivität in den Abfallgebinden soll beim Auftreten eines Störfalles im Endlager sicherstellen, daß es zu keiner Überschreitung der Störfallplanungswerte gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV kommen kann. Der Antragsteller hat als Ergebnis seiner Störfallrechnungen Aktivitätsgrenzwerte tabellarisch festgelegt /1, EU 117/. Eine erste Tabelle enthält Grenzwerte für die 30 in diesem Sinne radiologisch bedeutendsten Radionuklide - sog. Leitnuklide - und für die sonstigen nicht spezifischen  $\alpha$ - und  $\beta/\gamma$ -Strahler insgesamt. Eine zweite Tabelle enthält Aktivitätsgrenzwerte sonstiger Einzelnuklide.

Liegen mehrere Radionuklide in einem Gebinde vor, können diese o.g. Grenzwerte nicht unabhängig voneinander ausgeschöpft werden, sondern müssen der folgenden Summenformel genügen /EU 117/:

$$S_s(P,K) = F \cdot \sum_i \frac{A(i)}{G_s(i,p,k)} < 1$$

Dabei bedeuten:

- $S_s (P,K)$       Summenwert ( $s = \text{Index für Störfall}$ )
- $A (i)$             Aktivität des Radionuklids  $i$  oder Radionuklidgruppe  $i$  im Abfallgebinde,  
z.B.  $A(\text{Cs } 137) = \text{Aktivität des Nuklids Cs } 137$
- $G_s (i,p,k)$       Aktivitätsgrenzwert des Radionuklids  $i$  oder der Radionuklidgruppe  $i$  aus  
Störfallrechnungen für die Abfallproduktgruppe  $p$   
(insgesamt 6) und Abfallbehälterklasse  $k$   
( $k = 1$  oder  $k = 2$ )
- $F$                 Verpackungsfaktor

Ist das Summenkriterium erfüllt, so ist sichergestellt, daß es bei Störfällen im Fall der Abfallbehälterklasse I allein aufgrund von Abfallprodukteigenschaften ohne erhöhte Anforderungen an Behälter, im Fall der Abfallbehälterklasse II aufgrund von Abfallprodukteigenschaften in Verbindung mit Behältereigenschaften zu keiner Überschreitung von Störfalldosisgrenzwerten kommen kann. Der Verpackungsfaktor ist

- 1, falls das Abfallgebinde im Endlager Konrad einzeln oder allein auf einer Tauschpalette gehandhabt wird,
- 2, falls zwei Abfallgebinde auf einer Tauschpalette gehandhabt werden.

Bei einem Verpackungsfaktor  $> 1$  muß die Summenformel auch für ein einzelnes Radionuklid ( $i = 1$ ) erfüllt sein.

Die Summenformel ist folgendermaßen anzuwenden:

- 1) -- Es werden ausschließlich die Aktivitätsgrenzwerte für 30 Leitnuklide und für nicht spezifizierte  $\alpha$ - und  $\beta/\gamma$ -Strahler benutzt, oder
  - es werden die Aktivitätsgrenzwerte für die 30 Leitnuklide, für sonstige Einzelnuklide und für die nicht spezifizierten  $\alpha$ - und  $\beta/\gamma$ -Strahler benutzt.
- 2) Übersteigt die Aktivität eines Leitnuklids oder die Summenaktivität nicht spezifizierter  $\alpha$ - und  $\beta/\gamma$ -Strahler 1 % des zugehörigen Aktivitätsgrenzwertes, ist diese Aktivität anzugeben und bei der Anwendung des Summenkriteriums zu berücksichtigen.

- 3) Bei Unterschreitung dieses 1%-Wertes muß die Aktivität des betreffenden Leitnuklids oder die Summenaktivität nicht spezifizierter  $\alpha$ - und  $\beta/\gamma$ -Strahler weder angegeben noch bei der Anwendung des Summenkriteriums berücksichtigt werden.
- 4) Für Radionuklide, die nicht zu den Leitnukliden gehören, können die betreffenden Aktivitätsgrenzwerte für sonstige Einzelnuclide verwendet werden. Die Aktivitäten dieser Radionuklide im Abfallgebände sind anzugeben und bei der Anwendung des Summenkriteriums zu berücksichtigen. Bei der verbleibenden Aktivität nicht spezifizierter  $\alpha$ - und  $\beta/\gamma$ -Strahler ist unverändert der entsprechende Aktivitätsgrenzwert für sonstige  $\alpha$ - und  $\beta/\gamma$ -Strahler heranzuziehen.

Falls in einem Abfallgebände eines oder mehrere der sonstigen Einzelnuclide Aktivitäten aufweisen, die einen nennenswerten Bruchteil des zugehörigen Aktivitätsgrenzwertes ausmachen, besteht also die Möglichkeit, deren Aktivität explizit anzugeben und bei der Anwendung des Summenkriteriums die Aktivitätsgrenzwerte der betreffenden Einzelnuclide heranzuziehen, die weniger restriktiv sind als die Aktivitätsgrenzwerte für unspezifizierte  $\alpha$ - bzw.  $\beta/\gamma$ -Aktivität. Für einen dann möglicherweise verbleibenden Rest unspezifizierter  $\alpha$ - bzw.  $\beta/\gamma$ -Aktivität ist wiederum der Aktivitätsgrenzwert für sonstige  $\alpha$ - oder  $\beta/\gamma$ -Strahler bei der Anwendung des Summenkriteriums heranzuziehen.

### Bewertung

Die in den o.g. Tabellen aufgeführten Aktivitätsgrenzwerte sind um den Faktor 0,70 kleiner, d.h. restriktiver festgesetzt worden als die entsprechenden zulässigen Aktivitäten aus den durchgeführten Störfallberechnungen. Sie decken somit also auch den ungünstigen, hypothetischen Fall ab, daß jedes der 30 Leitnuclide im Abfallgebände knapp an den 1%-Wert heranreicht, ebenso die unspezifizierten  $\alpha$ - und  $\beta/\gamma$ -Aktivitäten und gleichzeitig eines der sonstigen Einzelnuclide seinen Aktivitätsgrenzwert gerade ausschöpft. Ohne Anwendung der 1%-Regel ergäbe das Summenkriterium dabei  $S_s = 1,32$ , mit Anwendung der 1%-Regel  $S_s = 1$  (d.h. ohne Berücksichtigung der Werte kleiner 1 %).

Der angewandte Reduktionsfaktor von 0,70 beim Übergang von den zulässigen Aktivitätsgrenzwerten zu den in den Tabellen angegebenen, berücksichtigt also auch diesen konstruierten Fall.

Somit ist durch das Verknüpfen der Grenzwerte im Summenkriterium sichergestellt, daß die Störfallplanungswerte aus § 28 Abs. 3 StrlSchV für die jeweiligen Nuklide gemäß o.g. Berechnungsgrundlagen einzeln und bei Vorliegen eines Nuklidgemisches nicht überschritten werden. Wir verweisen auf das Kap. 5.1 dieses Gutachtens, in dem dargelegt ist, daß nur 1 % der Abfallgebinde den Summenwert zu mehr als 10 % ausschöpfen dürfen.

#### **5.6.4 Vereinfachte Überprüfung der Einhaltung der Aktivitätsgrenzwerte**

Der Antragsteller hat die Herleitung der Grenzwerte zur vereinfachten Überprüfung der Einhaltung der zulässigen Aktivitäten für Abfallgebinde in der erläuternden Unterlage /EU 457/ beschrieben. Bei der vereinfachten Überprüfung wird unterschieden, ob die Abfallproduktgruppe 01 oder eine der anderen Abfallproduktgruppen vorliegt.

Die Abfallproduktgruppe 01 (Bitumen- und Kunststoffprodukte) weist bei den Aktivitätsbegrenzungen aus den Störfallanalysen die niedrigsten Grenzwerte auf. Bei den Anforderungen aus dem bestimmungsgemäßen Betrieb wird bei Ra 226 zwischen fixierten und unfixierten Abfällen unterschieden. Der Abfallproduktgruppe 01 können alle Abfallprodukte zugeordnet werden, die den Grundanforderungen genügen, also auch solche, die kein Bitumen- oder Kunststoffprodukt sind. Deshalb muß für Ra 226 der ungünstigere Fall unterstellt werden, daß es sich um einen nicht fixierten Abfall handelt.

Alle übrigen Abfallproduktgruppen 02 bis 06 werden für die vereinfachte Überprüfung zusammengefaßt. Als Verpackung für die radioaktiven Abfälle werden die in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ aufgeführten Behälter verwendet.

Der Vergleich der Aktivitätsgrenzwerte je Abfallgebinde für die restriktivsten Radionuklide aus dem bestimmungsgemäßen Betrieb und der Störfallanalyse für Verpackungen ohne spezifizierte Dichtigkeit bzw. für Verpackungen der Abfallbehälterklasse I zeigt, daß für eine Aktivitätsbegrenzung von H 3, I 129, Ra 226 und C 14 der bestimmungsgemäße



Betrieb bei allen Abfallproduktgruppen maßgebend ist. Da diese Aktivitätswerte aus dem bestimmungsgemäßen Betrieb unabhängig voneinander ausgeschöpft werden können, werden sie für die drei Radionuklide Jod, Radium und Kohlenstoff als Grenzwerte für die vereinfachte Überprüfung übernommen und entsprechend im Summenkriterium der Störfallanalysen berücksichtigt.

Der zur Einhaltung des Summenkriteriums verbleibende Summenanteil wird nun bei der Abfallproduktgruppe 01 auf Ac 227 und Pa 231 sowie auf sonstige Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler - vertreten durch das nächstrestriktivste Radionuklid Cm 248 - aufgeteilt. Dabei wird berücksichtigt, daß in den für das Endlager vorgesehenen radioaktiven Abfälle die Radionuklide Ac 227 und Pa 231 nur mit sehr geringen Aktivitäten auftreten, das Radionuklid Cm 248 jedoch häufiger vorkommt.

Ac 227 und Pa 231 werden vom Antragsteller auf jeweils  $9,0 \cdot 10^6$  Bq je Abfallgebinde begrenzt. Alle sonstigen Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler werden auf  $3,8 \cdot 10^8$  Bq begrenzt. Dieser Wert deckt dabei auch die Aktivitätsbegrenzung für das vierte relevante Radionuklid im bestimmungsgemäßen Betrieb, nämlich H 3, ab.

Bei der Ableitung der Aktivitätsgrenzwerte für eine vereinfachte Überprüfung bei den übrigen Abfallproduktgruppen 02 bis 06 wird analog vorgegangen. Man erhält folgende Begrenzungen je Abfallgebinde:

H 3	$3,0 \cdot 10^9$ Bq
C 14	$1,8 \cdot 10^8$ Bq
I 129	$1,9 \cdot 10^7$ Bq
Ra 226	$9,0 \cdot 10^6$ Bq

Gleichzeitig ist die Summenaktivität aller übrigen Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler auf  $8,8 \cdot 10^9$  Bq begrenzt /EU 457/.

Die Ergebnisse der Analysen zur Kritikalitätssicherheit zeigen, daß die restriktivsten Werte für U 232, Pu 239 und für Pu 241 durch die Begrenzung der o.g. Gesamtaktivität abgedeckt sind. Der restriktivste Wert für U 235 aus der Analyse zur Kritikalitätssicherheit beträgt  $4,0 \cdot 10^6$  Bq und würde daher sowohl bei den Aktivitätsgrenzwerten für die vereinfachte Überprüfung der Abfallproduktgruppe 01 als auch der übrigen Abfallpro-

duktgruppen um mindestens zwei Zehnerpotenzen überschritten. Die o.g. Liste der einzuhaltenden Grenzwerte relevanter Radionuklide wurde daher um U 235 erweitert. Eine Rückwirkung auf die Aufteilung des verbleibenden Summenanteils z.B. im Fall der Abfallproduktgruppe 01 für Ac 227 und Pa 231 bzw. Cm 248 gibt es nicht. Aus dem gleichen Grunde ist auch das Radionuklid Cm 247 für die vereinfachte Überprüfung von Bedeutung, da dessen Aktivitätsgrenzwert  $6,1 \cdot 10^7$  Bq /EU 117/ beträgt und damit unterhalb der genannten Summenaktivitäten liegt. Die o.g. Listen der einzuhaltenden Grenzwerte relevanter Radionuklide wurden somit aufgrund der Ergebnisse der Kritikalitätsbetrachtungen um U 235 und Cm 247 erweitert.

Aufgrund der Analysen zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins ist als Radionuklid mit dem niedrigsten zulässigen Aktivitätswert Th 232 ermittelt worden. Nach den Berechnungen zur Wärmeausbreitung beträgt der restriktivste Aktivitätswert für Th 232  $4,3 \cdot 10^9$  Bq /EU 117/. Dieser Wert ist höher als der zulässige Wert für sonstige Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler für die Abfallproduktgruppe 01. Dies gilt nicht für das zweite o.g. Radionuklidgemisch (Abfallproduktgruppen 02 bis 06), da die zulässige Aktivität der übrigen Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler den Wert für Th 232 übersteigt. Da außerdem auch die Werte für die Radionuklide U 233, Th 230 und U 234 restriktiver sind, wird die zulässige Summenaktivität aller übrigen Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler hier auf  $4,2 \cdot 10^9$  Bq je Abfallgebinde begrenzt /EU 457/.

So werden wegen der unterschiedlichen Anforderungen aus dem bestimmungsgemäßen Betrieb, den unterstellten Störfällen, der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins und der Kritikalitätssicherheit folgende Aktivitätsgrenzwerte für die vereinfachte Überprüfung der Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen für die im Endlager Konrad einzulagernden radioaktiven Abfälle abgeleitet /EU 457/:

### Abfallproduktgruppe 01

C 14	$1,8 \cdot 10^8$ Bq
I 129	$1,9 \cdot 10^7$ Bq
Ra 226	$9,0 \cdot 10^6$ Bq
Ac 227	$9,0 \cdot 10^6$ Bq
Pa 231	$1,0 \cdot 10^7$ Bq
U 235	$4,0 \cdot 10^6$ Bq
Cm 247	$6,1 \cdot 10^7$ Bq

je Abfallgebinde, und gleichzeitig beträgt die Summenaktivität aller übrigen Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler weniger als  $3,8 \cdot 10^8$  Bq.

### Abfallproduktgruppen 02 bis 06

H3	$3,0 \cdot 10^9$ Bq
C 14	$1,8 \cdot 10^8$ Bq
I 129	$1,9 \cdot 10^7$ Bq
Ra 226	$9,0 \cdot 10^6$ Bq
U 235	$4,0 \cdot 10^6$ Bq
Cm 247	$6,1 \cdot 10^7$ Bq

je Abfallgebinde, und gleichzeitig beträgt die Summenaktivität aller übrigen Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler weniger als  $4,2 \cdot 10^9$  Bq je Abfallgebinde /EU 117/.

### Bewertung

Wir haben die oben dargestellte Vorgehensweise anhand der Endlagerungsbedingungen /EU 117/ nachgeprüft und kontrolliert, ob Summenkriterien für die Aktivitätsbegrenzungen eingehalten werden. Gegen die Vorgehensweise haben wir keine Einwände.

Für die Abfallproduktgruppen 02 bis 06 ist das Summenkriterium erfüllt. Für die Abfallproduktgruppe 01 liegt der Summenwert aus der Störfallanalyse bei ca. 1,05. Die Ursache hierfür ist die Reduzierung der nuklidspezifischen Aktivitätsgrenzwerte aus der Störfallanalyse um den Faktor 7, weil die Störfallberechnungsgrundlagen revidiert wurden (vgl. Kap. 5.6.1 dieses Gutachtens). Die geringe Überschreitung des Summengrenzwertes ist aber nach unserer Auffassung für eine Transporteinheit akzeptabel, da der verwendete pauschale Reduktionsfaktor 7 auf der sicheren Seite liegt (vgl. Kap. 5.6.1). Mögliche Strahlenexpositionen, auf der Basis der Störfallberechnungsgrundlagen berechnet, liegen auf jeden Fall unter den Grenzwerten des § 28 Abs. 3 StrlSchV.

Nach den Endlagerungsbedingungen sollen die Begrenzungen der vereinfachten Überprüfung aber auch für einzelne Abfallgebinde gelten. Deshalb halten wir es für

erforderlich, daß bei Transporteinheiten mit zwei Abfallgebinden, von denen eines zur Abfallproduktgruppe 1 gehört, der Verpackungsfaktor von 2 berücksichtigt wird /AV 5.6-1/. Dies kann z.B. durch Halbierung der zulässigen Aktivitätsinventare für das Abfallgebinde der Abfallproduktgruppe 1 erfolgen.

### 5.7 Zusammenfassende Bewertung der Strahlenexposition nach Störfällen

Unsere Prüfung hat ergeben, daß der Antragsteller aus den betrachteten EVI- und EVA-Ereignissen die Störfälle ausgewählt hat, die zu den ungünstigsten Auswirkungen führen können. Andere Auslegungstörfälle führen wegen vorbeugender Auslegungsmaßnahmen oder geringerer Einwirkungen auf die Transporteinheiten zu geringeren Auswirkungen. Es handelt sich um die Ereignisse:

- Absturz eines Abfallgebindes in der Pufferhalle,
- Absturz eines Abfallgebindes in der Umladehalle,
- untertägiger Störfall mit mechanischer Einwirkung,
- untertägiger Störfall mit thermischer Einwirkung.

Wir haben die Ermittlung der Aktivitätsfreisetzungen aus Abfallbinden für diese Störfälle infolge mechanischer und thermischer Belastungen nachgeprüft und bestätigen die ermittelten Freisetzungen über den Kamin oder Diffusor. Auch unsere Berechnungen der Strahlenexpositionen nach Störfällen zeigen keine wesentlichen Abweichungen von den Ergebnissen des Antragstellers.

Der Antragsteller verwendet die Ergebnisse seiner Dosisberechnungen dazu, zulässige Aktivitätsinventare in Transporteinheiten festzulegen, wobei er den Planungsrichtwert aus § 28 Abs. 3 StrlSchV zugrundelegt. Zur Erfassung verschiedener Radionuklide in einem Abfallbinde stellt er ein Summenkriterium auf. Durch eine zusätzliche Beschränkung stellt er sicher, daß in die Endlagerungsbedingungen Aktivitätsgrenzwerte eingehen, die nur zu einer Ausschöpfung von 10 % der Planungsrichtwerte aus § 28 Abs. 3 StrlSchV führen können. Für 1 % der Abfallbinde läßt der Antragsteller einen höheren Ausschöpfungsgrad zu. Nach unseren Prüfungen hat der Antragsteller diese Vorgehensweise korrekt in den Endlagerungsbedingungen umgesetzt. Auch für die Anwendung der vereinfachten Annahmebedingungen in den Endlagerungsbedingungen stellen wir fest, daß auf der Basis der Störfallberechnungsgrundlagen die Planungsrichtwerte der StrlSchV deutlich unterschritten werden.

Ereignisse, die zu einer weitgehenden Ausschöpfung der Planungsrichtwerte führen könnten, sind nach unserer Auffassung dem Restrisikobereich zuzuordnen. Katastrophä-

le Auswirkungen sind mit diesen Ereignissen nicht verbunden, so daß hierfür keine zusätzlichen Auslegungsmaßnahmen erforderlich werden.

Bei einzelnen Teilschritten der Störfallanalyse bis zur Ermittlung möglicher radiologischer Auswirkungen nach Auslegungsstörfällen sind Überschätzungen in den Berechnungen vorhanden. Deshalb ergeben sich Strahlenexpositionen, die deutlich unterhalb der Grenzwerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV liegen. Wir halten daher, wie wir in Kap. 5.1 dieses Gutachtens ausführlich dargestellt und begründet haben, keine Minimierungsmaßnahmen für erforderlich, die über das vorgesehene Ausmaß hinausgehen.

## 6 Stilllegung

Für die Stilllegung des Endlagers Konrad nach dem Abschluß der Betriebsphase sind die folgenden Maßnahmen vorgesehen:

- Restverfüllung des Grubengebäudes,
- Verfüllung der Schächte und
- Abbruch der Tagesanlagen.

Ihre ordnungsgemäße Durchführung wird überwacht /1, EU 490/.

Die Grubenbaue, die nach Abschluß der Einlagerung noch offen sind, werden mit Versatzgut von über Tage verfüllt. Der Antragsteller beabsichtigt, beim Versatz bergbauübliche Versatztechniken, wie z.B. die Schütt- und Schleuderversatztechnik, einzusetzen. Als Versatzgut werden sowohl Haufwerk aus der Grube Konrad als auch fremdes Versatzmaterial, z.B. Sand-Kies-Gemische oder gebrochenes Gestein, eingesetzt /EU 490/.

Zur Verfüllung und Abdichtung der Schächte Konrad 1 und 2 sieht der Antragsteller die Kombination einer mineralischen Abdichtung (Ton) mit einer hydrostatischen Asphalt-dichtung vor /1, EU 299, EU 425, EU 490/. Unterhalb der dichtenden Füllungen wird aus statischen Gründen eine Stützsäule aus wasserunlöslichem Füllgut nach den Regeln der Erdbautechnik in die Schächte eingebracht /EU 490/. Zum Nachweis der Herstellbarkeit der Schachtverfüllung und einer ausreichenden Dichtigkeit der verfüllten Schächte wurden die Ergebnisse einer speziellen Untersuchung vorgelegt /EU 438/.

Vor Abbruch der Tagesanlagen sind Kontaminationskontrollen und bei Bedarf Dekontamination der betreffenden Anlagenteile vorgesehen. Teile, die nach der Dekontamination noch die gesetzlichen Grenzwerte überschreiten, werden als radioaktiver Abfall entsorgt. Die baulichen Anlagen werden entweder anderweitig genutzt oder abgebrochen und auf einer Deponie gelagert /EU 490/.

Das Endlagerbergwerk Konrad wird während der Errichtung, dem Betrieb und der Stilllegung so überwacht, daß ein Kontroll- und Überwachungsprogramm in der Nachbetriebsphase nicht erforderlich ist /EU 490/.

### Bewertung

Zur Bewertung der vom Antragsteller vorgesehenen Maßnahmen bei der Stilllegung des Endlagers Konrad ziehen wir die BMI-Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Stoffe /6/ heran.

Aus nuklearspezifischer Sicht spricht nichts dagegen, bei der Restverfüllung der nach Abschluß der Einlagerung noch offenen Grubenbaue die gleichen Versatz-techniken anzuwenden wie bei der Verfüllung von Grubenbauen während der Betriebsphase. Die vorgesehenen Versatz-techniken werden in der Stellungnahme des Oberbergamtes zum Planfeststellungsverfahren Konrad beurteilt /10/.

An die Schachtverfüllung bestehen aus nuklearspezifischer Sicht Anforderungen im Blick auf die Ausbreitung von Radionukliden in der Geosphäre. Hierzu verweisen wir auf Teil 2 dieses Gutachtens. Die Eignung der vorgesehenen Schachtverfüllung aus Sicht der Bergbautechnik beurteilt das Oberbergamt /10/. Zu den hydraulischen Eigenschaften nimmt das NLFb Stellung /9/. Wir halten es für erforderlich, rechtzeitig vor dem Verfüllen der Schächte die Ausführungsplanung für die Verfüllmaßnahmen zu erstellen und darin alle Anforderungen zu berücksichtigen, die als Randbedingungen der Begutachtung durch das NLFb, das OBA und den TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt im Planfeststellungsverfahren zugrunde liegen (z.B. hydraulische Kenndaten der Verfüllung, vorgesehene Ausbautechnik für die Verfüllung der Schächte einschließlich der Auflockerungszonen, Prüfumfang der baubegleitenden Kontrolle). Diese Ausführungsplanung ist der zuständigen Behörde vor Verfüllung der Schächte zur Prüfung und Zustimmung vorzulegen /AV 6-1/.

Gegen die vorgesehenen Maßnahmen beim Abbruch der Tagesanlagen bestehen keine Einwände. Nach dem heutigen Stand der Technik sind der Abbruch der Tagesanlagen und die Durchführung der dazu erforderlichen Arbeiten unter Beachtung der geltenden Strahlenschutzvorschriften möglich. Hierzu verweisen wir auf das Kapitel 2.3.5.3 unseres Gutachtens.

In der Nachbetriebsphase finden übertägige Senkungsmessungen und die Überwachung des Asphaltspiegels in den verfüllten Schächten statt. Zu diesen Maßnahmen nimmt das Oberbergamt Stellung /10/. Zusätzliche Überwachungsmaßnahmen hal-



ten wir in Anbetracht der Analyse der Langzeitsicherheit (vgl. Teil 2 dieses Gutachtens) nicht für erforderlich.

Insgesamt haben wir bei Beachtung unseres Auflagenvorschlags keine Einwände gegen die bei der Stilllegung des Endlagers vorgesehenen Maßnahmen.



## 7 Auflagenvorschläge

### /AV 2.1-1/

Die Qualitätsmanagement-Verfahrensweisungen müssen vor Errichtung und Betrieb des Endlagers erstellt und unter Hinzuziehung eines unabhängigen Sachverständigen daraufhin geprüft werden, ob die Vorgaben der Qualitätsmanagement-Rahmenbeschreibungen /EU 465/ und des Planfeststellungsbeschlusses den Anforderungen entsprechend umgesetzt wurden.

### /AV 2.1-2/

Die Ausführungsplanung, die vorgesehenen Maßnahmen zur Herstellungs- und Bauüberwachung sowie die Programme für die Abnahme- und Funktionsprüfungen und für die Inbetriebsetzung für alle Gebäude, Gebäudeteile, Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten, bei denen sicherheitstechnisch wichtige Auslegungsanforderungen bestehen und die den Qualitätssicherungsbereichen QSB 3.1 oder QSB 3.2 gemäß Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ oder gemäß den Festlegungen des Planfeststellungsbeschlusses zugeordnet sind, müssen vor Errichtung im Aufsichtsverfahren mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen geprüft werden.

### /AV 2.1-3/

In die QS-Verfahrensweisung zum Vorgehen bei Änderungen ist vor Errichtung des Endlagers aufzunehmen, daß unabhängig von der Einstufung von Änderungen in die Kategorien 1 und 2 eine Änderung von der Organisationseinheit EÜ des BfS dann geprüft und freigegeben werden muß, wenn die zu ändernden Gebäude, Gebäudeteile, Anlagen, Systeme und Komponenten des Endlagers in die Qualitätssicherungsbereiche QSB 3.1 oder QSB 3.2 eingestuft sind oder wenn genehmigte Randbedingungen für den Betrieb des Endlagers geändert werden sollen. Bei der Erstellung der QS-Verfahrensweisung müssen die Grundsätze des BfS zum Vorgehen bei Änderungen berücksichtigt werden.

### /AV 2.1-4/

Alle Bau- und Systembeschreibungen, Spezifikationen, Rahmenbeschreibungen, Unterlagen des Zechenbuchs/Betriebshandbuchs oder gleichartige Unterlagen sind für die BfS-interne und für die externe Verwendung auf dem Deckblatt mit einem Dokumentati-

onskennzeichen einschließlich Angabe des Revisionsstandes zu versehen. Auf einem Revisionsblatt ist für jede Seite der betreffenden Unterlage der jeweilige Revisionsstand anzugeben. Für den BfS-internen und für den externen Gebrauch dürfen nur derart gekennzeichnete Unterlagen freigegeben und verteilt werden.

### /AV 2.2-1/

Für die sicherheitstechnisch wichtigen Bauwerke

- Umladehalle und Sonderbehandlung,
- Pufferhalle mit Abluftkamin,
- Förderturm mit Schachthalle, Schachthallenanbau und Schachtkeller,
- Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal,
- Grubenwasser-Übergabestation,

sind die Gebäudesetzungen vor Errichtung zu berechnen. Die Ergebnisse der Setzungsberechnungen sind bei der Ausführungsplanung zu berücksichtigen und in bautechnischer Hinsicht vom Prüfenieur für Baustatik zu bewerten. Die Auswirkungen von Setzungen auf die Anlagenteile sind von einem unabhängigen Sachverständigen prüfen zu lassen.

### /AV 2.2-2/

Im Rahmen der bautechnischen Ausführungsplanung ist für Stahlbetonkonstruktionen im Kontrollbereich, die mit einer dekontaminierbaren Beschichtung versehen werden, der Nachweis der Beschränkung der Rißbreite im Gebrauchslastfall zu führen. Die zulässige Rißbreite ist in Abhängigkeit des vorgesehenen Beschichtungssystems festzulegen und sollte 0,4 mm nicht überschreiten. Für beschichtete Bauteile aus Beton, die zur Rückhaltung radioaktiver Flüssigkeiten herangezogen werden, ist die zulässige Rißbreite auf 0,2 mm zu beschränken.

### /AV 2.2-3/

Zur Sicherstellung der erforderlichen Qualität dekontaminierbarer Oberflächenbeschichtungen auf mineralischen Untergründen im Kontrollbereich ist rechtzeitig vor Beginn der Beschichtungsarbeiten einem unabhängigen Sachverständigen eine Arbeitsvorschrift zur Prüfung vorzulegen. In der Vorschrift sind der Aufbau, die Ausführung und die Prüfung der Beschichtungen zu regeln.

### */AV 2.2-4/*

Unter der Sohlplatte im unterkellerten Bereich der Sonderbehandlung ist eine Bauwerksabdichtung gegen drückendes Wasser nach DIN 18195, Teil 6, anzuordnen. Unter den Bodenplatten der Werkstatt und des Schachthallenanbaues ist eine Bauwerksabdichtung gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit nach DIN 18195, Teil 4, anzuordnen.

### */AV 2.2-5/*

Zur Sicherstellung der erforderlichen Qualität der Abdichtung nach DIN 18195 bzw. KTA 2501 sind vor Beginn der Errichtung detaillierte Ausführungsunterlagen einem unabhängigen Sachverständigen zur Vorprüfung vorzulegen. Diese müssen enthalten:

- Ausführungspläne für die Abdichtungen,
- Ausbildung der Abdichtung (Spezifikation),
- Nachweise, daß die auftretenden Beanspruchungen von der Abdichtung ertragen und die zulässigen Rißbreiten der Abdichtungsträger eingehalten werden,
- Eignungsnachweise für die Abdichtungsmaterialien und -systeme,
- Prüf- und Abnahmeprogramm für die auszuführenden Abdichtungen.

Die fachgerechte Ausführung der Abdichtung ist entsprechend den testierten Vorprüfungsunterlagen durch einen unabhängigen Sachverständigen baubegleitend prüfen zu lassen.

### */AV 2.2-6/*

Für die Gebäudewanne der Grubenwasserübergabestation ist zur Sicherstellung der Dichtheit im Erdbebenfall eine äußere Bauwerksabdichtung vorzusehen, deren Auslegung und Ausführung nach KTA 2501 zu erfolgen hat. Alternativ kann die Wasserdurchlässigkeit der Wanne durch die Verwendung von wasserundurchlässigem Beton und einer Bemessung nach KTA 2201.3, Abschnitt 4.2.6, begrenzt werden. Die statischen Nachweise der Verformungsbegrenzungen für die Gebäudewanne sind vor Beginn der Errichtung zu führen und bauaufsichtlich zu prüfen.

### */AV 2.2-7/*

Zur Bestätigung der Berücksichtigung aller anlagen- und sicherheitstechnischen Auslegungsanforderungen in den bautechnischen Ausführungsunterlagen sind dem atomrechtlichen Sachverständigen die im Zuge der bauaufsichtlichen Prüfung und Überwachung erstellten Prüfberichte des Prüfsachverständigen für Baustatik vorzulegen.

### /AV 2.2-8/

Im Rahmen der bautechnischen Ausführungsplanung ist die Kellerdecke im Sonderbehandlungsraum für den Absturz von Abfallgebinden entsprechend der Anforderungskategorie A der DIN 25449 zu bemessen.

### /AV 2.2-9/

Für die Löschwasserrückhaltebecken und die Auffangwanne für die Abwassersammelbehälter im Keller der Sonderbehandlung ist die Dichtigkeit unter Erdbebenbeanspruchungen entsprechend Kap. 4.2.6 der KTA 2201.3 (REV) nachzuweisen oder die Becken/Wannen sind mit einer Stahlblechauskleidung zu versehen.

### /AV 2.2-10/

Im Zuge der Systemerrichtung sind für Komponenten, deren Standsicherheit auch bei Erdbeben zu gewährleisten ist, entsprechende Standsicherheitsnachweise zu führen und die Bauanschlußlasten zu ermitteln. Die Nachweise und Lastzusammenstellungen sind einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.2-11/

Für die Befestigung von Komponenten, deren Standsicherheit auch bei Erdbeben zu gewährleisten ist, sind nur solche Verankerungskonstruktionen zu verwenden, die auch bei den aufgrund der Gebäudeauslegung zu erwartenden Rißbreiten noch tragfähig sind.

### /AV 2.2-12/

Während der Ausführungsplanung und der Bauwerkerrichtung ist für die sicherheitstechnisch wichtigen Bauwerke (Umladeanlage einschließlich Pufferhalle, Förderturm und Schachthallenumbau und Schachtkeller, Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal, Grubenwasser-Übergabestation und Steuerstand-Trocknungsanlage) über die bauaufsichtliche Überwachung hinaus eine begleitende Kontrolle durch unabhängige Sachverständige erforderlich, durch die gewährleistet wird, daß alle anlagen- und sicherheitstechnischen Anforderungen an diese Bauwerke bei der Bauausführung berücksichtigt werden.

Im Rahmen der begleitenden Kontrolle sind folgende Prüfungen erforderlich:

- Prüfung der Ausführungsunterlagen für die Gebäudeentwässerung sowie Überwachung der ordnungsgemäßen Verlegung im Zuge der Bauerrichtung,

- Prüfung der Erdungs- und Blitzschutzanlagen durch Vorlage von Ausführungsunterlagen und Abnahmen vor Ort,
- Prüfung der Ausführungsunterlagen für die Bauwerksabdichtungen und Bauüberwachung,
- Prüfung der bautechnischen Brandschutzmaßnahmen durch Abnahmen vor Ort,
- Prüfung der baulichen Abschirmmaßnahmen anhand der Bauantragsunterlagen und Abnahmeprüfungen vor Ort sowie Kontrolle, ob die vorgegebenen Frischbetonroh-dichten für Bauteile mit Abschirmfunktion eingehalten sind,
- Prüfung der Lage und konstruktiven Ausbildung von Bauwerksfugen,
- Prüfungen der Nachweise, daß die für die Verankerungskonstruktionen bei der Bauausführung getroffenen Vorgaben hinsichtlich Lage und Auslegung eingehalten werden,
- Prüfung aller Maßnahmen zum konstruktiven Anprallschutz durch Abnahmen vor Ort,
- Prüfung der Ausführungsunterlagen für dekontaminierbare Oberflächen sowie Überwachung der ordnungsgemäßen Ausführung der Beschichtungen.

Entsprechende Prüfanweisungen sind vor Errichtung zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.3.1.2-1/

Die Optimierung der Betriebsabläufe bei der Anlieferung von Abfallgebinden ist hinsichtlich des Strahlenschutzes im einzelnen unter folgenden Gesichtspunkten durchzuführen:

- Zeitpunkt der Entnahme von Transportbegleitpapieren aus den Bahnwaggons beim Antransport von Abfallgebinden,
- Umfang von Prüfungen an beladenen Anlieferungsfahrzeugen,
- Notwendigkeit von Kontrollgängen in Gebindenähe,
- Notwendigkeit des Einbaus von fernbedienbaren Arretiervorrichtungen für Waggons auf dem Puffergleis vor der Trocknungsanlage sowie auf dem Bahngleis in der Umladehalle,
- Vergrößerung des Abstandes zwischen Gebindestapel und Ort zum Entladen der Tausch- und Transportpaletten in der Einlagerungskammer,
- Verringerung der Strahlenexposition im Bereich der Entladekammer durch organisatorische Maßnahmen.

Die Ergebnisse der Optimierungsmaßnahmen sind in Form von Arbeits- oder Betriebsanweisungen im Zechenbuch/Betriebshandbuch zu berücksichtigen; hieraus erforderliche Zusatzeinrichtungen sind nachzurüsten.

### /AV 2.3.1.2-2/

Bei der Errichtung der Gleisanlagen sind bautechnische Vorkehrungen für den nachträglichen Einbau von fernbedienbaren Arretiervorrichtungen für Eisenbahnwaggons im Bereich des Puffergleises und in der Umladehalle im Bereich der Entladepositionen zu treffen.

### /AV 2.3.1.2-3/

Im Rahmen der begleitenden Kontrolle (Vorprüfung, Funktions- und Abnahmeprüfung) ist nachzuweisen, daß auch beim Einsatz einer speicherprogrammierbaren Steuerung für die Fremdkraftlenkung an den Fahrzeugen der Ausschlag des Lenkrades ohne vom Fahrer wahrnehmbare Zeitverzögerung und proportional zur Richtungsänderung umgesetzt wird. Die SPS muß den Anforderungen der VDE 0411, Teil 500 und Teil 500/A11, entsprechen.

### /AV 2.3.1.2-4/

Zur Verringerung der Strahlenexposition des Betriebspersonals sind vor Inbetriebnahme des Endlagers technische Einrichtungen, Abschirmungen und organisatorische Regelungen für das Entriegeln und Öffnen der Waggons sowie für die Sichtkontrolle beim Anliefern von Abfallgebinden vorzusehen. Für die vorgesehenen technischen Einrichtungen sind Zeichnungen und Beschreibungen zur Prüfung vorzulegen. Zur Prüfung der vorgesehenen Strahlenschutzmaßnahmen ist ein unabhängiger Sachverständiger hinzuzuziehen.

### /AV 2.3.1.2-5/

Für die wiederkehrenden Prüfungen aller Komponenten des Einlagerungssystems sind die Prüfumfänge, die Prüfintervalle und die Prüfbeteiligungen fachkundiger Personen, fachkundiger Aufsichtspersonen und unabhängiger Sachverständiger unter Berücksichtigung des Planfeststellungsbeschlusses und der Genehmigungsunterlagen, der anzuwendenden Vorschriften, der betrieblichen Anforderungen sowie der Betriebsanleitungen der Hersteller in der Prüfliste des Zechenbuch/Betriebshandbuch (ZB/BHB) festzulegen, sowie Prüfanweisungen zu erstellen. Die Prüfintervalle für die Sicht- und Funktionsprü-



fungen sind auf längstens sechs Monate für fachkundige Personen, längstens ein Jahr für fachkundige Aufsichtspersonen und längstens zwei Jahre für unabhängige Sachverständige festzulegen. Prüfliste und Prüfanweisungen sind einem unabhängigen Sachverständigen vor Aufnahme des Betriebes zur Prüfung vorzulegen.

*/AV 2.3.1.2-6/*

Im Zechenbuch/Betriebshandbuch ist in Abhängigkeit von der Kapazität der Trocknungsanlage eine zahlenmäßige Begrenzung der Anlieferung mit LKW festzulegen.

*/AV 2.3.1.2-7/*

Bei dem geplanten Seitenstapelfahrzeug sind die Abschirmwandstärken der dem transportierten Gebinde zugewandten Wand- und Fensterflächen der Fahrerkabine um ca. 2 cm zu vergrößern. Alternativ ist statt des Seitenstapelfahrzeugs der Einsatz eines fernbedienbaren Luftkissenfahrzeugs vorzusehen.

*/AV 2.3.1.2-8/*

nicht besetzt

*/AV 2.3.1.2-9/*

nicht besetzt

*/AV 2.3.1.2-10/*

Die Typprüfung der Tauschpalette gemäß Komponentenbeschreibung /EU 402/ ist mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen durchzuführen. Außerdem ist die Entladung mit dem Stapelfahrzeug im Beisein eines unabhängigen Sachverständigen zu erproben.

*/AV 2.3.1.2-11/*

Die Funktionsfähigkeit der Einrichtungen zum Abheben und Aufsetzen der Haube von Transportpaletten mit integriertem Störfallschutz in der Umladehalle und der Handlungsablauf bei der Durchführung der Eingangskontrolle sind vor Inbetriebnahme des Endlagers im Beisein eines unabhängigen Sachverständigen nachzuweisen.

### /AV 2.3.1.2-12/

Unterlagen zu den Hilfseinrichtungen, wie zum Beispiel der Anschlagmittel zum Aufrichten zylindrischer Beton- und Gußbehälter, sind vor Inbetriebnahme des Endlagers einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen. Die Funktionsfähigkeit ist im Rahmen der vorgesehenen Funktions- und Abnahmeprüfung im Beisein eines unabhängigen Sachverständigen nachzuweisen.

### /AV 2.3.1.3-1/

Für die geometrische Vermessung der Spurlatten der Schachtförderanlage Konrad 2 und für die Beschleunigungsmessungen sind rechtzeitig vor Durchführung der Messungen Meßprogramme mit Beschreibungen der Meßverfahren zu erstellen und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.3.1.4-1/

In der Systembeschreibung Einlagerungssystem, Komponentenbeschreibung Portalhubwagen /EU 208/, ist als sicherheitstechnische Auslegungsanforderung der Abstand Distanzhalter Schachtmitte mit größer als 18 m ( $> 18$  m) festzulegen.

### /AV 2.3.1.4-2/

nicht besetzt

### /AV 2.3.1.4-3/

Bei den Fahrzeugen

- Transportwagen
- Stapelfahrzeug
- Spritzmanipulatorfahrzeug
- Versatztransportfahrzeug

sind das Motorbremsmoment und der Retarder mit Lock-UP oder der hydraulische Wandler so zu bemessen, daß das Fahrzeug im maximalen Gefälle mit einer Beharungsgeschwindigkeit von höchstens 4 m/s gefahren werden kann. Es sind Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen vorzusehen, die eine größere Geschwindigkeit als 4 m/s verhindern. Entsprechende Nachweise sind zu führen. Diese sind im Rahmen der Vorprüfungen einem unabhängigen Sachverständigen vorzulegen. Bei den Bau- und Abnahmeprüfungen ist die Wirksamkeit der Einrichtungen einem unabhängigen Sachverständigen nachzuweisen.

*/AV 2.3.1.4-4/*

Die Abschirmwandstärken der rückwärtigen Flächen der Fahrerkabine des Transportwagens sind um ca. 2 cm zu vergrößern, sofern dies konstruktiv möglich ist.

*/AV 2.3.1.4-5/*

Die Hubeinrichtung des Stapelfahrzeugs ist vor Aufnahme des Endlagerbetriebs unter betriebsnahen Bedingungen zu erproben. Das Erprobungsprogramm ist vor Beginn der Versuche einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen. Anhand der Erprobungsergebnisse sind die Wartungs und Instandhaltungsarbeiten sowie die wiederkehrenden Prüfungen festzulegen. Die Wartungsanweisungen und Prüfanweisungen sind vor Beginn des Endlagerbetriebs einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen; die Erprobungsergebnisse sind zur Information beizufügen.

*/AV 2.3.1.4-6/*

Das Stapelfahrzeug ist derartig auszuführen, daß Container mit dem Seitenrahmenspreader an zwei oberen und zwei unteren ISO-Ecen aufgenommen werden können. Dies ist in der Systembeschreibung Einlagerungssystem /EU 208/ und in der Komponentenspezifikation Stapelfahrzeug /EU 358/ eindeutig festzulegen.

*/AV 2.3.1.6-1/*

Im Zechenbuch/Betriebshandbuch ist festzulegen, daß Arbeiten zur Fahrbahnpflege in Einlagerungskammern entweder in ausreichend großem Abstand (ca. 50 m) von einer Gebindestapelwand oder nur nach Errichten der Versatzwand durchgeführt werden dürfen.

*/AV 2.3.2-1/*

Um bei Ausfall eines Fortluftventilators Rückwirkungen auf die einzelnen Anlagen zu vermeiden, sind die Fortluftventilatoren als 2·100 % Ventilatoren auszulegen oder die Rückwirkungen sind durch Verriegelungen mit den einzelnen Anlagen auszuschließen.

*/AV 2.3.2-2/*

nicht besetzt

### /AV 2.3.2-3/

Die wettertechnischen Einrichtungen unter Tage, die zur Einhaltung der Auslegungsanforderungen gemäß der Systembeschreibung Bewetterung vorgesehen sind, z.B. Wetterbauwerke, Bereitschaftswetterbauwerke sowie Überwachungs- und Meßeinrichtungen, müssen in den Qualitätssicherungsbereich 3.1 gemäß der Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ eingestuft werden. Die genannte Rahmenbeschreibung ist entsprechend zu ändern.

### /AV 2.3.2-4/

Vor Aufnahme des Betriebes des Endlagers sind die Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen der Komponenten der Bewetterungsanlagen, die in den Qualitätssicherungsbereich 3.1 eingestuft werden, zu erstellen und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.3.2-5/

Die wiederkehrenden Prüfungen von den Teilen der Bewetterungsanlagen, die in den Qualitätssicherungsbereich QSB 3.1 eingestuft sind, sind in 2jährigen Abständen mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen durchzuführen, soweit dies nicht bereits durch § 15 der Elektro-Bergverordnung /3/ geregelt ist.

### /AV 2.3.2-6/

nicht besetzt

### /AV 2.3.2-7/

Vor der Aufnahme des Betriebes sind die Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen der Raumlufotechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) zu erstellen und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.3.2-8/

Die Filter bei den Digestorien sind gemäß DIN 25425 in Verbindung mit DIN 25466 möglichst nahe diesen Einrichtungen zu installieren. Die Ausführungsplanung ist einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.3.2-9/

Vor Errichtung der Lüftungsanlage in der Pufferhalle (RLT-Anlage Pufferhalle) ist festzulegen, wie der Betrieb des Seitenstapelfahrzeuges mit der Lüftungsanlage verriegelt ist. Die Ausführungsplanung ist vor Errichtung der Anlage zur Prüfung durch einen unabhängigen Sachverständigen vorzulegen.

### /AV 2.3.3-1/

Das Betriebsbuch/Prüfhandbuch (BB/PHB) ist um die Prüfung der Normalstromversorgung zu ergänzen. Die einzelnen Komponenten der Normalstromversorgung, der Netzersatzanlage und der unterbrechungslosen Stromversorgung sind in das BB/PHB aufzunehmen. Die Prüfmart und der Prüfumfang sind je Komponente in einer Prüfanweisung zu spezifizieren. Die Prüfanweisung ist vor Inbetriebnahme des Endlagers einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.3.3-2/

Die Abnahmeprüfungen der Erdungs- und Blitzschutzanlage sind nach deren Errichtung in Anwesenheit eines unabhängigen Sachverständigen durchzuführen. Rechtzeitig vor den Abnahmeprüfungen sind dem Sachverständigen die Ausführungsunterlagen mit vermaßter Darstellung der Erdungsanlage, der festinstallierten Einrichtungen zum Potentialausgleich und der Blitzschutzanlage zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.3.3-3/

Das Betriebsbuch/Prüfhandbuch (BB/PHB) ist um die Prüfung der Erdungs- und Blitzschutzanlage zu ergänzen. Die Prüfmart und der Prüfumfang sind in einer Prüfanweisung zu spezifizieren. Die Prüfanweisung ist vor Inbetriebnahme des Endlagers einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.3.4-1/

Bei einem Ausfall der Busverbindung zwischen der Master-SPS Konrad 2 und dem Leitreehner Konrad 2 oder einem Ausfall des Leitreehners Konrad 2 ist der Einlagerungsbetrieb zu unterbrechen. Diese Regelung ist in das Zeehenbuch/Betriebshandbuch aufzunehmen.

### */AV 2.3.4-2/*

Die Vorkehrungen zur Überwachung der Komponenten der Zentralen Leittechnik einschließlich eines Maßnahmenkataloges von Ersatzmaßnahmen bei Störungen und Ausfällen von aufzeichnungsrelevanten Komponenten sind vor Errichtung des Systems festzulegen. Diese Festlegungen sind von einem unabhängigen Sachverständigen prüfen zu lassen.

### */AV 2.3.4-3/*

Die Prüfanweisungen für die wiederkehrenden Prüfungen der Einrichtungen des Zentralen Leitsystems sind rechtzeitig vor Aufnahme des Endlagerbetriebs einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### */AV 2.3.4-4/*

Die funktionsbereichs- und komponentenzugehörigen dezentralen leittechnischen Einrichtungen müssen den gleichen Qualitätssicherungsbereichen zugeordnet werden wie die Funktionsbereiche oder Komponenten selbst. Dies ist in der Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ festzulegen.

### */AV 2.3.4-5/*

Die Stammkabel und die zugehörigen Unterverteiler der nachrichtentechnischen Sprechverbindungsanlagen von Konrad 2 sind übertägig und untertägig in zwei Gruppen aufzuteilen, räumlich und brandschutztechnisch getrennt zu verlegen und zu installieren.

### */AV 2.3.4-6/*

Die im Schacht Konrad 2 verlegten Stammkabel der Ruf- und Warmanlage und der Grubenfunkanlage sind im Schachtbereich mit größtmöglichem Abstand voneinander zu verlegen.

### */AV 2.3.4-7/*

Die nachrichtentechnischen Teilanlagen Richtfunkanlage einschließlich Drahtweg, Gegensprechanlage, Personensucheinrichtung, Ruf- und Warmanlage und Grubenfunkanlage sind dem Qualitätssicherungsbereich QSB 3.1 zuzuordnen. Die Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ ist entsprechend zu ergänzen.

/AV 2.3.4-8/

nicht besetzt

/AV 2.3.4-9/

Die Meldeliste für das Zentrale Leitsystem muß vor Errichtung dieses Systems anhand der Vorgaben aus den Systembeschreibungen und -spezifikationen, Rahmenbeschreibungen und sonstigen Festlegungen erstellt und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden.

/AV 2.3.5-1/

Die bis zur Freimessung des aus dem Sammelbecken Konrad 2 geförderten Wassers geschlossen verriegelte Armatur RAN 70 AA008 stellt die noch zum QS-Bereich 3.1 gehörige Grenzarmatur dar. Für diesen Bereich sind wiederkehrende Prüfungen mit Sachverständigenbeteiligung in einem Prüfintervall von zwei Jahren durchzuführen.

/AV 2.3.5-2/

Der Ablauf der Probenahme in der Abwasseranlage ist auf der Grundlage von Inbetriebnahmeversuchen im Zechenbuch/Betriebshandbuch festzulegen.

/AV 2.3.5-3/

Die Übereinstimmung der in der Systembeschreibung Sanitärtechnische Anlagen (Umladeanlage Konrad 2) beschriebenen Auslegungsprinzipien mit der technischen Ausführungsplanung ist im Rahmen der Vorprüfung nachzuweisen. Die Ausführungsplanung ist einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

/AV 2.3.5-4/

Die automatische Ableitung von Löschwasser aus dem Bereich der LKW-Trocknung in die Löschwasserauffangbecken ist in den Qualitätssicherungsbereich 3.1 einzustufen. Für dieses Teilsystem ist eine wiederkehrende Prüfung vorzusehen. Die in der Systembeschreibung Sanitärtechnische Anlagen (Umladehalle Konrad 2) beschriebenen qualitätssichernden Maßnahmen sind für den gesamten in den Qualitätssicherungsbereich 3.1 eingestufteten Systemumfang anzuwenden. Wiederkehrende Prüfungen sind in einem Zyklus von 6 Monaten für Prüfungen durch fachkundiges Betriebspersonal und von 2 Jahren mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen vorzusehen.

### /AV 2.3.5-5/

Der Rückfluß von Wasser aus dem Kontrollbereich in den Überwachungsbereich ist für die Grubenwasserentsorgung (RBB) durch technische Maßnahmen zu verhindern. Der Nachweis über die Erfüllung dieser Forderungen ist vor Beginn der Errichtung der Systeme der Grubenwasserentsorgung zu erbringen.

### /AV 2.3.5-6/

Die Ableitung des inaktiven Überschußwassers aus dem Überwachungsbereich über die Grubenwasserentsorgung des Kontrollbereichs ist so zu ändern, daß eine Verdünnung des Kontrollbereichswassers ausgeschlossen ist, z.B. durch Übergabe in einen Behälter in der Pumpenkammer Konrad 2. Dies ist in der Systembeschreibung Grubenwasserversorgung RBB/RJB entsprechend festzulegen.

### /AV 2.3.5-7/

Die einzuhaltenden Betriebsweisen des Systems Grubenwasserentsorgung (RJB) - insbesondere die Festlegung des Puffervolumens im Sammelbecken Konrad 2 - sind zu begründen und im Zechenbuch/Betriebshandbuch festzuschreiben.

### /AV 2.3.5-8/

Am System Grubenwasserentsorgung (RJB) sind wiederkehrende Prüfungen mit Sachverständigenbeteiligung in einem Prüfintervall von einem Jahr durchzuführen.

### /AV 2.3.5-9/

Die Ausführungsplanung des Systems zur Versorgung mit technischen Gasen ist vor Errichtung einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.4-1/

Abgesehen vom Dieselmotorkraftstoff und den Arbeits-, Steuer- und Schmierflüssigkeiten dürfen grundsätzlich nur nicht brennbare Betriebsstoffe verwendet werden. Ausnahmen sind mit dem für die Bauüberwachung hinzugezogenen Brandschutzsachverständigen abzustimmen.



### /AV 2.4-2/

Gebäudefugen in den Außenwänden von Räumen des Kontrollbereichs oder in inneren Wänden mit Brandschutzanforderungen sind so zu verschließen, daß die erforderliche raumabschließende Wirkung der angrenzenden Bauteile bei allen zu unterstellenden Brandereignissen erhalten bleibt.

### /AV 2.4-3/

Sämtliche Brandschutzelemente, wie z.B. Feuerschutztüren und -tore, Feuerschutzabschlüsse, Brandschutzbekleidungen und -verglasungen, die in Bauteilen mit Brandschutzanforderungen eingebaut sind oder mit denen der erforderliche Brandschutz erreicht wird, sind in den QS-Bereich 3.1 einzustufen. Die Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ ist entsprechend zu ergänzen.

### /AV 2.4-4/

In die Prüfliste sind für die Feuerschutzabschlüsse (Türen und Tore), für die Kabel- und Rohrleitungsabschottungen und für die Brandschutzverkleidungen wiederkehrende Überprüfungen auf Unversehrtheit und Funktionstüchtigkeit aufzunehmen. Die Prüffintervalle und die Sachverständigenbeteiligung sind entsprechend den Vorgaben in den Entwürfen zu den KTA-Regeln 2101.2 und 2101.3 festzulegen.

### /AV 2.4-5/

Bei der Ausführungsplanung der Entrauchungseinrichtungen für den Kontrollbereich ist die Zulässigkeit von Abminderungen bei der thermischen Belastbarkeit von Bauteilen und Komponenten durch einen unabhängigen Sachverständigen bestätigen zu lassen. Außerdem muß geprüft werden, ob die zur Verhinderung eines Filterversagens getroffenen Maßnahmen ausreichend wirksam sind und ob sie über den geplanten Umfang hinaus auch noch in anderen Kontrollbereichsräumen erforderlich sind.

### /AV 2.4-6/

Die CO<sub>2</sub>-Objektflöschanlage im Maschinenraum des Lüftergebäudes ist in den QS-Bereich 3.1 einzustufen. Die Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ ist entsprechend zu ergänzen.

### */AV 2.4-7/*

Die Durchführung wiederkehrender Prüfungen ist für alle stationären Löschanlagen in den Tagesanlagen am Schacht Konrad 2 in einer Prüfliste verbindlich fest zulegen.

### */AV 2.4-8/*

Der Prüfumfang und die Prüfintervalle für die Sprinkleranlage und die Sprühwasserlöschanlagen sind entsprechend den Vorgaben des Regelentwurfs zur KTA-Regel 2101.3 festzulegen.

### */AV 2.4-9/*

Die Prüfprotokolle der wiederkehrenden Prüfungen an den Einrichtungen zur manuellen Brandbekämpfung sind einmal jährlich einem unabhängigen Sachverständigen zur Einsichtnahme vorzulegen.

### */AV 2.4-10/*

Die Aufschlagrichtung der im Verlauf von Fluchtwegen gelegenen Türen ist grundsätzlich so festzulegen, daß diese Türen in Fluchtrichtung zu öffnen sind. Ausnahmen bedürfen der Prüfung durch einen unabhängigen Brandschutzsachverständigen.

### */AV 2.5.1-1/*

Zur Stapeldruckprüfung von Rundgebinden sowie zur Prüfungen der Container nach DIN 1496 ist eine Prüfanweisung zu erstellen, die einem unabhängigen Sachverständigen vor der Baumusterprüfung zur Prüfung vorzulegen ist.

### */AV 2.5.1-2/*

Die Anforderungen aus der Endlagerung und aus dem Verkehrsrecht an die Behälterauslegung und -prüfung sind für jeden einzelnen Behältertyp in einer Spezifikation zusammenzufassen. Die Spezifikationen sind einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### */AV 2.5.1-3/*

In der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 240/ ist festzulegen, daß die Möglichkeit der Freisetzung chemotoxischer Stoffe aus den Abfällen bei Störfällen im Endlager untersucht wird, um bei Bedarf Sondermaßnahmen bei der Konditionierung und bei der Einlagerung durchführen zu können. Als Kriterien für die Durch-

führung solcher Sondermaßnahmen können die Konzentrationsleitwerte bei Stofffreisetzung - ERPG-Werte - herangezogen werden.

### /AV 2.5.3-1/

Die Maßnahmen zur Verifizierung der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen von Abfällen deutschen Ursprungs, die im Ausland konditioniert werden, sind in Form einer Abwicklungsregelung zu präzisieren. Diese Regelung ist vor ihrer ersten Anwendung einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.5.3-2/

Die für Stichprobenprüfungen vorgesehenen Kenngrößen und Prüfkriterien müssen bei Änderungen der Endlagerungsbedingungen auf Kompatibilität mit den neugefaßten Endlagerungsbedingungen geprüft und erforderlichenfalls neu definiert oder eingegrenzt werden.

### /AV 2.5.4-1/

Verfahrensqualifikationen sind unter Beachtung der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Abfalls im Hinblick auf die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen durchzuführen. Dieser Aspekt ist in die Anforderungen an die Verfahrensqualifikationen aufzunehmen. Entsprechendes gilt für kampagnenabhängige Verfahrensqualifikationen.

### /AV 2.7-1/

Für Abfälle mit mehr als 15 g Spaltstoff pro Abfallbehälter ist in den Endlagerungsbedingungen festzulegen, daß Beton/Zement als Bindemittel verwendet werden muß. Die Betonzusammensetzung ist in Anlehnung an die Zusammensetzung von Normalbeton gemäß DIN 25413 festzulegen.

### /AV 2.7-2/

Sofern die Einlagerung von AVR- oder THTR-Brennelementen vorgesehen ist, sind gesonderte Nachweise zur Kritikalitätssicherheit zu führen. Die Randbedingungen dieser Nachweise sind in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ oder in den Anforderungen an die zulässige Massenkonzentration und zulässige Massen an spaltbaren Stoffen in Abfallgebinden /EU 426/ festzulegen. Die Nachweise zur Kritikalitätssicherheit und die Festlegungen sind einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### */AV 2.7-3/*

Für das Nuklid U 233 ist unabhängig vom Gemischzustand eine obere Grenze von 5 g pro Abfallbehälter in den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ festzulegen.

### */AV 2.7-4/*

In den Endlagerungsbedingungen /EU 117/ ist zu ergänzen:

Für

Natururan

abgereichertes Uran und

U-235/U-238-Gemische mit  $\leq 5$  Mass.-% U 235

muß sichergestellt sein, daß die chemisch-physikalische Form der U-235- und U-238-Isotope gleich ist und eine homogene Mischung dieser Isotope vorliegt, so daß eine Abtrennung von U 235 nur mit Verfahren der Isotopentrennung möglich ist.

### */AV 2.7-5/*

Der Summenwert für Spaltstoffe pro Abfallgebinde ist auf den Bereich kleiner eins festzulegen.

### */AV 2.7-6/*

Für 200-l-Fässer und für Container ist die zulässige Spaltstoffmenge so zu begrenzen, daß unter den Annahmen einer lokalen Anhäufung des Spaltstoffs und ungünstiger Anordnungen der 200-l-Fässer bzw. der Container zueinander die kritisch sichere Masse von 45 % der kleinsten kritischen Masse des betreffenden Spaltstoffs eingehalten wird. Bei der Spaltstoffanordnung ist optimale Moderation und maximale Reflexion mit Wasser zugrunde zu legen. Die Absorberwirkung der Behälterwände kann einbezogen werden.

### */AV 2.7-7/*

Die Begrenzung der Spaltstoffmasse bei mehr als 15 g Spaltstoff pro Abfallbehälter ist zur Einhaltung des Störfallprinzips gemäß DIN 25403, Teil 1, durch unabhängige Doppelkontrollen bei der Konditionierung sicherzustellen. Hierbei können als Bestandteil der Doppelkontrolle auch die Prozeßüberwachung und die Prozeßinstrumentierung sowie bei dem Nachweis ausreichender Genauigkeit die Maßnahmen zur Produktkontrolle einbezogen werden.

### /AV 2.7-8/

Vor der Inbetriebnahme des Endlagers sind die Vorgaben der Produktkontrolle in Anlehnung an DIN 25474 für die Einhaltung von Grenzwerten, die Inbetriebnahme, die wiederkehrenden Prüfungen, in Sicherheits- und Prüfanweisungen umzusetzen. Diese Anweisungen sind einem unabhängigen Sachverständigen vor der Inbetriebnahme zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 2.7-9/

Vor der Einlagerung von Abfallgebinden, die in ausländischen Konditionierungsanlagen konditioniert werden, sind Maßnahmen oder Regelungen festzulegen, durch die erreicht wird, daß für die Produktkontrolle der Abfallgebinde ausreichende Kenntnisse über die Betriebsbedingungen in ausländischen Konditionierungsanlagen zur Verfügung stehen. Die Maßnahmen oder Regelungen sind vor der Einlagerung von Abfallgebinden aus diesen Anlagen mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen zu prüfen.

### /AV 2.7-10/

Die Maßnahmen, die bei der Überschreitung der Massengrenzwerte der besonderen kritikalitätsrelevanten Stoffe Graphit, Beryllium und schweres Wasser in endzulagernden Abfällen vorgesehen sind, müssen vor der Einlagerung dieser Gebinde mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen geprüft werden.

Die Kriterien für die Einzelfallprüfungen, (z.B. die Rechenverfahren und die zulässigen Multiplikationsfaktoren), die vorgesehen sind, wenn Grenzwerte der Spaltstoffmasse und -konzentration in Abfallgebinden überschritten werden, sind in der Durchführungsvorschrift zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /EU 240/ festzulegen. Die Durchführungsvorschrift ist vor Inbetriebnahme des Endlagers mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen zu prüfen.

### /AV 3.1-1/

Bei der Befüllung der Einlagerungskammern müssen die jeweils gültigen längenbezogenen Grenzwerte für alle Nuklidgruppen als Mittelwerte für einen Versatzabschnitt von 50 m eingehalten werden. Die Einhaltung der Grenzwerte je Versatzabschnitt ist zu dokumentieren.

*/AV 3.1-2/*

Werden im Laufe des Betriebes des Endlagers die Parameter für die Aktivitätsflußanalyse, z.B. längenbezogene Grenzwerte, für Kammern mit Kammerabschlußbauwerk (KAB) anders festgelegt als für Kammern ohne KAB, so ist der Einfluß der Aktivitätsfreisetzungen aus Kammern mit KAB auf den Aktivitätsfluß im Endlager und auf die Abgabe radioaktiver Stoffe zu analysieren. Die Analysen sind mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen zu prüfen. Die sich hieraus ergebenden Anforderungen an die Abfallgebinde sind im Rahmen der Produktkontrolle zu verifizieren.

*/AV 3.1-3/*

Rechtzeitig vor Einlagerungsbeginn müssen repräsentative Messungen der natürlichen Radioaktivität in den Abwettern und in den Grubenwässern zur Beweissicherung vorgenommen werden.

*/AV 3.1-4/*

nicht besetzt

*/AV 3.2-1/*

Während des Betriebes müssen geeignete Maßnahmen, z. B. über das Abrufsystem, oder durch zusätzliche Abschirmmaßnahmen zur Reduzierung der Dosis ergriffen werden, sobald im Laufe eines Jahres absehbar ist, daß eine jährliche Dosis von 0,5 mSv/a am Zaun der Schachanlage Konrad 2 überschritten werden kann.

*/AV 3.3-1/*

Zur Berechnung der Mindestabschirmdicken auf Grundlage der vorgegebenen Abschirmfaktoren ist für die radioaktive Quelle eine effektive Energie von 0,8 MeV zugrunde zu legen.

*/AV 3.4.2-1/*

Der Eigenüberwachung sind regelmäßig Berichte zum Strahlenschutz des Betriebspersonals vorzulegen, damit diese die Durchführung von Optimierungsmaßnahmen zum Strahlenschutz des Betriebspersonals im Einlagerungsbetrieb veranlassen und kontrollieren kann.

### /AV 3.4.3-1/

Vor dem Auffahren neuer Einlagerungsfelder ist die geplante Neueinteilung der Strahlenschutzbereiche sowie die vorgesehene räumliche und wettertechnische Trennung des Auffahrbetriebs vom Einlagerungs- und Versatzbetrieb mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen zu überprüfen. Für diese Prüfung sind Unterlagen zur Ausführungsplanung vorzulegen.

### /AV 3.4.3-2/

Bereiche des betrieblichen Überwachungsbereichs, in denen die Ortsdosisleistung zeitweilig größer als  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  ist, sind gemäß § 58 Abs. 5 StrlSchV als temporäre Kontrollbereiche anzusehen und entsprechend den Vorgaben der Strahlenschutzverordnung zu sichern und zu überwachen. Entsprechende Regelungen sind in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufzunehmen.

### /AV 3.4.4-1/

Die Prüfungen, ob die Strahlenexposition in der Umladehalle durch Aufstellen mobiler Abschirmungen reduziert werden muß, sind im Rahmen der ersten Einlagerung von Gebinden mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen durchzuführen.

### /AV 3.4.4-2/

Die regelmäßig besetzten Arbeitsplätze am Füllort der 850-m-Sohle müssen abgeschirmt werden. Für die Abschirmung ist ein Mindestabschirmfaktor von 10 vorzusehen. Die Ausführungsplanung für diese Abschirmungen sind vor Errichtung der Einrichtungen einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 3.4.5-1/

Spätestens während der Inbetriebnahmephase des Endlagers ist mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen zu prüfen, ob die vorgesehenen Strahlenschutzhilfsmittel in der erforderlichen Anzahl und Qualität vorhanden sind.

### /AV 3.4.5-2/

Folgende Gebäudeteile auf dem Gelände von Schacht Konrad 2 müssen zusätzlich zu den Festlegungen im Brandschutzmemorandum /EU 278/ und in der Rahmenbeschreibung ZB/BHB /EU 316/ der Gefahrengruppe III nach § 37 StrlSchV /2/ zugeordnet werden:

- Sonderbehandlungsraum
- Trocknungsanlagen für LKW und Waggons

In die Gefahrengruppe II müssen folgende Teile des Betriebsgeländes von Schacht Konrad 2 eingestuft werden:

- Puffergleis für Eisenbahnwaggons
- Parkplätze der LKW vor der Trocknungsanlage.

### /AV 3.4.5-3/

Durch organisatorische Maßnahmen ist sicherzustellen, daß spätestens 30 Minuten nach Ausbruch eines Brandes in Bereichen der Gefahrengruppe III über Tage ein Sachverständiger nach § 37 StrISchV auf dem Betriebsgelände von Schacht Konrad 2 anwesend ist. Dies kann erreicht werden durch:

- ständige Anwesenheit eines werksangehörigen Sachverständigen (Strahlenschutzbeauftragter) auf dem Betriebsgelände von Schacht Konrad 2,
- Festlegen einer Rufbereitschaft derart, daß ein Sachverständiger spätestens nach 30 Minuten eintrifft oder
- Ausbildung aller potentiellen Einsatzleiter der Berufsfeuerwehr als Sachverständige nach § 37 StrISchV.

### /AV 3.4.5-4/

Im Zechenbuch/Betriebshandbuch ist festzulegen, daß alle Mitarbeiter, die eine spezielle Ausbildung für die Brandbekämpfung im Kontrollbereich erhalten, auch die dazu erforderliche Strahlenschutz Ausbildung erhalten.

### /AV 3.4.5-5/

An folgenden Stellen in der Umladehalle oder in der Pufferhalle sind schnellaufsetzbare Atemmasken mit Aerosolfilter für das dort tätige Personal vorzuhalten:

- Krane 1 und 2
- Seitenstapelfahrzeug
- Kabine Gebindeannahme
- Kabine Gebindeeingangskontrolle



### /AV 3.4.6-1/

Im ZB/BHB sind Kriterien für den Einsatz besonderer Strahlenschutzmaßnahmen in der Pufferhalle festzulegen, mit deren Hilfe die effektive Dosis des Personals durch Inhalation von Radionukliden aus den Abfallgebinden auf 0,5 mSv im Jahr begrenzt werden soll.

### /AV 3.5.1-1/

Der maximal zulässige Wert für die Abgabe mit den Abwettern von aus den Abfällen stammendem Rn 222 muß auf  $7,4 \cdot 10^{11}$  Bq/a festgelegt werden.

### /AV 3.5.1-2/

Der Antragswert für die Abgabe mit den Abwettern in Höhe von  $7,4 \cdot 10^6$  Bq/a darf nicht nur für I 129, sondern muß für Jod insgesamt gelten.

### /AV 3.5.1-3/

Das Verfahren, mit dem sichergestellt wird, daß über den Fortluftkamin nicht mehr als 1 % der beantragten Aktivitätsabgaben abgeleitet werden, muß im Zechenbuch/Betriebshandbuch festgelegt werden.

### /AV 3.6-1/

Vor Errichtung des Probenahmesystems zur Kontaminationsüberwachung im Rahmen der Gebindeeingangskontrolle müssen Unterlagen über die Ausführung des Systems zur Prüfung durch einen unabhängigen Sachverständigen vorgelegt werden.

### /AV 3.6-2/

Vor Errichtung der Ortsdosisleistungsmesseinrichtungen sind im Rahmen einer Ortsbegehung mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen die endgültigen Installationsorte der einzelnen Ortsdosisleistungsmesseinrichtungen festzulegen.

### /AV 3.6-3/

Vor Errichtung des Systems zur Dosisleistungsmessung im Rahmen der Gebindeeingangskontrolle müssen Unterlagen über die Ausführung des Systems einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden.

### /AV 3.6-4/

Die Abwetter müssen auf Kr-85-Aktivität überwacht werden. Das Meßprinzip und die technischen Daten der Meßeinrichtung müssen vor dem Aufbau einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden.

### /AV 3.6-5/

Bei der Bilanzierung der Aktivitätsableitungen über den Diffusor und mit dem Abwasser ist I 131 als zusätzliches Nuklid zu berücksichtigen.

### /AV 3.6-6/

Das Bilanzierungsverfahren für die Abgabe von Kr 85 mit den Abwettern muß vor Inbetriebnahme des Endlagers festgelegt und einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorgelegt werden.

### /AV 3.6-7/

Die erforderlichen Nachweisgrenzen in der Abwetterüberwachung müssen vor Inbetriebnahme des Endlagers an die gültigen Genehmigungswerte für die Ableitung luftgetragener radioaktiver Stoffe angepaßt und festgeschrieben werden. Dabei ist bei dem Abwetterstrom von dem Auslegungswert von  $290 \text{ m}^3/\text{s}$  auszugehen.

### /AV 3.6-8/

Auslegung und Ausführung der Instrumentierung der Aktivitätsabgabeüberwachung für Abwetter, Fortluft und Abwasser müssen mit den jeweiligen Meßbereichen, den Warnwerten und den Nachweisgrenzen festgelegt werden. Vor der Inbetriebnahme des Endlagers ist die Instrumentierung einer Funktions- und Abnahmeprüfung durch einen unabhängigen Sachverständigen zu unterziehen.

### /AV 3.6-9/

Wenn im Abwasser Cs 137 nicht mit dem im Modellspektrum angenommenen Anteil auftritt, muß die Einhaltung des Zwei-Wochen-Grenzwertes für das Radionuklidgemisch mit den anderen Anteilen und anderen, eindeutig aus den Abfallgebinden stammenden Nukliden anhand gammaspektrometrischer Messungen nachgewiesen werden. Hierzu sind die für die Entscheidungsmessungen verwendeten Nuklidanteile regelmäßig den Ergebnissen der gammaspektrometrischen Bilanzierungsmessungen anzupassen. Eine entsprechende Regelung ist in das Zechenbuch/Betriebshandbuch aufzunehmen.

*/AV 3.6-10/*

Bei Tätigkeiten in den Teilen des betrieblichen Überwachungsbereiches, in denen die Ortsdosisleistung größer als  $7,5 \mu\text{Sv/h}$  ist (temporärer Kontrollbereich), müssen Dosimeter getragen werden. Eine entsprechende Vorschrift ist in das Zechenbuch/Betriebsandbuch aufzunehmen.

*/AV 3.6-11/*

In das Zechenbuch/Betriebshandbuch sind Regelungen zur Ermittlung und Bilanzierung der Neutronendosis aufzunehmen.

*/AV 3.6-12/*

Bei der Bilanzierung der Aktivitätsableitungen mit den Abwettern und der Fortluft sowie mit den Abwässern sind alle im Anhang C 2 der REI aufgeführten Nuklide zu berücksichtigen.

*/AV 3.6-13/*

Im Zechenbuch/Betriebshandbuch ist darzustellen, auf welche Weise die Körperdosen der inneren Strahlenexposition aus den Meßwerten berechnet werden. Dabei ist auch anzugeben, wie der Aufenthalt von Personen in Kabinen mit gefilterter Zuluft berücksichtigt wird.

*/AV 3.6-14/*

Im Zechenbuch/Betriebshandbuch ist die Kontaminationskontrolle der LKW-Fahrer vor dem Verlassen des Kontrollbereiches zu regeln.

*/AV 3.6-15/*

Die Probenahmereinrichtungen im Abwetter- und im Fortluftstrom müssen so ausgeführt werden, daß aerosolförmige Abgaben nach Störfällen bis zu einem Partikeldurchmesser von  $60 \mu\text{m}$  erfaßt werden.

*/AV 3.6-16/*

Der Probenahmereinrichtung im Wetterkanal ist für das Bemessungserdbeben auszulegen.

GK - SBA 07/97

7 - 26

/AV 3.6-17/

Für die Strahlenschutzeinrichtungen (außer Personenkontaminationsmonitoren) ist ein Prüfintervall von 3 Monaten für die Sicht- und Funktionsprüfung und die Überprüfung der Kalibrierung vorzusehen. Für die Personenkontaminationsmonitoren ist eine wöchentliche Sicht- und Funktionsprüfung und eine 6-monatliche Überprüfung der Kalibrierung vorzusehen. Alle Prüfungen müssen einmal jährlich mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen durchgeführt werden.

/AV 3.6-18/

Die Strahlenschutzeinrichtungen sind dem QS-Bereich 3.1 zuzuordnen. Die vom Antragsteller vorgelegte Aufzählung der Strahlenschutzeinrichtungen ist um die Emissionsüberwachung zu erweitern. Die Rahmenbeschreibung zur Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in Qualitätssicherungsbereiche /EU 344/ muß entsprechend geändert und ergänzt werden.

/AV 3.6-19/

Bei der Bilanzierungsmessung für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und dem Grubenwasser ist eine Nachweisgrenze von 1000 Bq/m<sup>3</sup> für die Gamma-Strahler bezogen auf Co 60 vorzusehen.

/AV 4.2-1/

Im Zechenbuch/Betriebshandbuch ist eine Regelung festzulegen, die es ermöglicht, daß LKW und Waggons, die bei der Anlieferung von Abfallgebinden vor Schichtbeginn eintreffen, unverzüglich auf dem Betriebsgelände abgestellt werden können.

/AV 4.2-2/

Die Festlegungen zu den Maßnahmen bei Störungen

- an der Flurförderanlage,
- an der Schachtförderanlage Konrad 2,
- am Plateauwagen und an der Schachtbeschickung am Füllort auf der 850-m-Sohle,
- am Seitenstapelfahrzeug, am Transportwagen sowie am Stapelfahrzeug

sind im Zechenbuch/Betriebshandbuch detailliert festzulegen und vor Inbetriebnahme einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

### /AV 4.3-1/

Vor Aufnahme des Betriebs des Endlagers ist mit Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen zu prüfen, ob in das Zechenbuch/Betriebshandbuch (ZB/BHB) alle in den Genehmigungsunterlagen, wie zum Beispiel Systembeschreibungen und -spezifikationen, Rahmenbeschreibungen, Prüflisten, Strahlenschutzfach- und Strahlenschutzdienstanweisungen dargestellten Absichten und Anforderungen aufgenommen wurden. Außerdem ist zu prüfen, ob die im Planfeststellungsbeschuß enthaltenen Auflagen und Nebenbestimmungen berücksichtigt und die bei der Inbetriebsetzung gewonnenen Erkenntnisse verwertet wurden.

### /AV 4.3-2/

Die Aufgaben und Kompetenzen des Personals, insbesondere die des Diensthabenden in der Zentralen Warte sind in der personellen Betriebsordnung oder in der Warten- und Schichtordnung zusammengefaßt darzustellen. Dabei müssen alle über die Betriebsordnungen verteilten Aufgaben für diesen Dienstposten berücksichtigt werden. Insbesondere ist darzustellen, wie Strahlenschutz- und Objektschutzbelange außerhalb der Normalarbeitszeit wahrgenommen, Hilfsdienste eingewiesen sowie insgesamt Aufgaben im Auftrag der Betriebsführung einschließlich der Alarmauslösung innerhalb wie außerhalb der Normalarbeitszeit wahrgenommen werden. Die Angaben in den genannten Kapiteln des BHB können dabei durch eine spezielle Dienstanweisung ergänzt werden.

### /AV 4.3-3/

Sofern an anderen Stellen des ZB/BHB Regelungen zum Strahlenschutz nötig sind (z.B. ZB/BHB-Kap. 1.83.4; 2.83.4), müssen sie in der Strahlenschutzorganisation für den Betrieb des Endlagers Konrad berücksichtigt sein.

### /AV 4.3-4/

Vom Diensthabenden auf der Zentralen Warte Konrad 1 ist ein Schichtbuch zu führen, in das alle den ungestörten Betriebsablauf störenden Ereignisse, vom Wartenpersonal veranlaßte oder freigegebene Vorgänge, Meldungen an die Betriebsbereitschaft und Meldungen nach außen einzutragen sind. Der ordnungsgemäße Schichtwechsel ist im Schichtbuch zu quittieren.

### */AV 4.3-5/*

Vor Aufnahme des Endlagerbetriebs sind im Zechenbuch/Betriebshandbuch der Aufbewahrungsort für die Schlüssel und das Schlüsselbuch festzulegen und die dafür verantwortlichen Personen zu benennen.

### */AV 4.3-6/*

Der Geltungsbereich der Instandhaltungsordnung ist auf alle Arbeiten innerhalb des betrieblichen Überwachungsbereiches anzuwenden, die aufgrund von Änderungsvorhaben, Mängelmeldungen und wiederkehrenden Prüfungen durchgeführt werden. Dazu gehören auch Instandsetzungsarbeiten an schadhafte Abfallbinden. Ausgenommen hiervon ist die den bergrechtlichen Vorschriften unterliegende Unterhaltung der Grubenbaue. Bei der Instandhaltung der Grubenbaue innerhalb des Kontrollbereiches ist die Beteiligung des Strahlenschutzes bei Planung und Ausführung solcher Arbeiten sicherzustellen. Ob ein Arbeitsfreigabeverfahren erforderlich ist, muß im Einzelfall entsprechend den in der BMI-Instandhaltungs-Richtlinie für deren Anwendung genannten Kriterien entschieden werden. Die BMI-Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals und die KTA-Regel 1301.2 sind, soweit zutreffend, bei der endgültigen Formulierung der Instandhaltungsordnung zu beachten. Abweichungen von freigegebenen Arbeitsabläufen dürfen nur nach vorheriger Zustimmung der zuständigen Betriebsabteilung vorgenommen werden. Dabei muß ebenso wie bei einer Unterbrechung freigegebener Arbeiten die Fortdauer der Freigabebedingungen vor Weiterführung der Arbeiten festgestellt werden. Bei Instandsetzungsarbeiten beschäftigte Fremdfirmen sind durch den Betreiber des Endlagers und durch den jeweiligen Unternehmer zu beaufsichtigen.

### */AV 4.3-7/*

Mängelmeldungen sind auf der Zentralen Warte zu erfassen. Sie soll anschließend die daraus folgenden Arbeitsfreigabeverfahren einleiten. Über die Durchführung der im Rahmen des Freigabeverfahrens angeordneten Freischaltmaßnahmen soll sich der Diensthabende auf der Zentralen Warte vergewissern, insbesondere wenn die Maßnahmen Voraussetzung für die Aufnahme von Arbeiten sind.

Die Zentrale Warte erhält Informationen über Freigabe, Beginn, Unterbrechung und Abschluß von Instandhaltungsarbeiten. Sie muß darüber hinaus mit einem Einspruchsrecht gegen die Aufnahme oder Weiterführung von Arbeiten ausgestattet werden.

*/AV 4.3-8/*

Die Sammlung und Behandlung fester und flüssiger Betriebsabfälle ist nach den Regelungen der Abfallbehandlungsordnung und der personellen Betriebsordnung durchzuführen. Die Instandhaltungsordnung ist dem anzupassen.

*/AV 4.3-9/*

Der Geltungsbereich der Wach- und Zugangsordnung muß so festgelegt werden, daß er sich auf das gesamte Betriebsgelände der Schachtanlagen Konrad 1 und Konrad 2 erstreckt.

*/AV 4.3-10/*

Über die Alarmierung externer Sicherheitskräfte ist die Zentrale Warte Konrad 1 zu informieren.

*/AV 4.3-11/*

Die Brandschutzordnung muß Hinweise geben auf

- die Qualifizierung von Werksleitung und Betriebsführung für die Einleitung von Brandbekämpfungsmaßnahmen bis zum Eintreffen der Feuerwehren,
- in der Brandbekämpfung unterwiesenes Personal (auch des Wachdienstes) außerhalb der Normalarbeitszeit,
- die Strahlenschutzunterweisung der Mitglieder der Feuerwehren sowie der den Einsatz von Feuerwehr und Grubenwehr leitenden Personen.

Die Brandschutzordnung muß außerdem regeln, wo und wie sich in der Brandbekämpfung ausgebildetes Personal im Brandfall sammelt, ausrüstet und tätig wird, wo und wie sich werksfremde Kräfte gegebenenfalls auf dem Werksgelände ausrüsten. Außerdem ist zu regeln, wer die Kompetenzen von Objektschutz und Strahlenschutz vor dem Eintreffen von Fachkräften wahrnimmt.

*/AV 4.3-12/*

Die in der Erste-Hilfe-Ordnung erwähnten Alarm- und Rettungspläne sind entweder in die Alarmordnung zu integrieren, oder beide Betriebsordnungen sind so aufeinander abzustimmen, daß keine Widersprüche auftreten und durch Hinweise in ausreichendem Umfang auf die Regelungen am anderen Ort aufmerksam gemacht wird.

### /AV 4.3-13/

In der Abfallbehandlungsordnung sind die folgenden Angaben zu präzisieren:

- Für die Endlagerung konditionierte eigenerzeugte Betriebsabfälle müssen zur Überprüfung der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen der Produktkontrolle unterworfen werden.
- Die Sammlung von Betriebsabfällen im Kontrollbereich und deren Behandlung fällt in den Aufgabenbereich der Betriebsabteilung Einlagerungsbetrieb, Instandsetzungsmaßnahmen an schadhaften Abfallgebinden in den der Betriebsabteilung Tagesbetrieb/M- und E-Betrieb/Instandhaltung. Die Benennung verantwortlicher Personen bleibt davon unberührt.
- Auf weitere Angaben im ZB/BHB zur Behandlung in anderen Bereichen anfallender Betriebsabfälle ist konkret zu verweisen.

### /AV 4.3-14/

In der „Abruf- und Einlagerungsordnung“ des ZB/BHB ist die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Behandlung von Abfallgebinden, die nicht den Endlagerungsbedingungen entsprechen, ausdrücklich festzulegen. Entscheidungskriterien sind in das Kapitel „Voraussetzungen und Bedingungen zum Betrieb sowie sicherheitstechnische Grenzwerte“ der Betriebsordnungen (siehe EU 316, Ziffer 2.1) aufzunehmen.

### /AV 4.3-15/

Im Abschnitt "Voraussetzungen und Bedingungen zum Betrieb" des Kapitels 2.1 der Betriebsordnungen des ZB/BHB ist ein Querverweis auf die in der Strahlenschutzordnung detailliert festgelegten Maßnahmen zur Personenüberwachung sowie auf die ebenfalls an anderer Stelle festgelegten Maßnahmen zur ordnungsgemäßen Entsorgung der eigenerzeugten radioaktiven Abfälle erforderlich.

### /AV 4.3-16/

Im Abschnitt "sicherheitstechnisch wichtige Grenzwerte" des Teils 2.1 der Betriebsordnungen des ZB/BHB sind alle Grenzwerte mit sicherheitstechnischer Bedeutung zusammenzustellen und zwar auch dann, wenn sie in anwendungsbezogenen Kapiteln des ZB/BHB nochmals genannt sind. Auf diese Fundstellen ist im Abschnitt "sicherheitstechnisch wichtige Grenzwerte" hinzuweisen. Im Zweifelsfalle gelten die im Teil 2.1 aufgeführten Grenzwerte als verbindlich.



GK - SBA 07/97

7 - 31

*/AV 4.3-17/*

Im Prüfhandbuch ist festzulegen, daß die Ausnutzung von zeitlichen Toleranzen bei der Durchführung wiederkehrender Prüfungen keine geänderten Solltermine für die nachfolgenden Prüfungen bewirkt.

*/AV 4.3-18/*

Im Prüfhandbuch ist jedem Prüftitel eine eigene Prüfanweisung zuzuordnen. Bei unterschiedlichen Prüfumfängen oder Prüfintervallen sind jeweils gesonderte Prüftitel und Prüfanweisungen vorzusehen.

*/AV 4.3-19/*

In der Rahmenbeschreibung „Personelle Betriebsorganisation“ sind außer den Aufgabenbeschreibungen für die einzelnen Organisationseinheiten bis zur Ebene der Betriebsabteilungen Stellenbeschreibungen, Verantwortungsbereiche und Weisungsbefugnisse der Stelleninhaber sowie die Vertretungsregelungen darzustellen.

*/AV 4.3-20/*

Warten- und Schichtordnung sowie Wach- und Zugangsordnung müssen die Kompetenzen bei der Überwachung der Zugänge von der Umladehalle bis zum anschließenden Sicherheitsbereich widerspruchsfrei regeln. Auch für die einlagerungsfreie Zeit sind zweifelsfreie Regelungen festzulegen.

*/AV 5.2-1/*

Im Übergabebereich Puffertunnel-Fördergestell auf der Rasenhängebank sind Maßnahmen zu treffen, durch die ein Absturz schwerer Anlagenteile auf Abfallgebände ausgeschlossen wird. Die Ausführungsplanung der Systeme und Bauwerke in diesem Bereich ist einem unabhängigen Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen.

*/AV 5.2-2/*

nicht besetzt

*/AV 5.2-3/*

nicht besetzt

### /AV 5.2-4/

Im Zechenbuch/Betriebshandbuch ist festzulegen, daß regelmäßig im Keller des Sonderbehandlungsraumes Kontrollgänge stattfinden, um Leckagen der Behälter zu erkennen.

### /AV 5.5-1/

Es ist festzulegen, wie die Umschaltung der Lüftungsanlage in der Pufferhalle je nach Operationsort des Seitenstapelfahrzeugs vorgenommen werden soll.

### /AV 5.5-2/

Um eine Überschreitung der zulässigen Wettergeschwindigkeiten in den untertägigen Strecken ausschließen zu können, sind diese Meßgrößen in die Liste der sicherheitstechnisch wichtigen Meldungen in der Systembeschreibung Leittechnische Einrichtungen aufzunehmen.

### /AV 5.6-1/

In den Endlagerungsbedingungen, Kap. III.5 (Vereinfachte Überprüfung der Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen) ist einzuarbeiten, daß bei Transporteinheiten mit zwei Abfallgebinden, von denen eines zur Abfallproduktgruppe 01 gehört, der Verpackungsfaktor von 2 berücksichtigt wird.

### /AV 6-1/

Die Ausführungsplanung für die Verfüllung der Schächte nach Abschluß des Betriebes des Endlagers ist vor Verfüllen der Schächte der zuständigen Behörde zur Prüfung und Zustimmung vorzulegen. In der Ausführungsplanung müssen die Ausführungsplanung für die Verfüllung der Schächte und die hydraulischen Kenndaten, die der Sicherheitsanalyse zur Langzeitsicherheit zugrunde liegen, sowie das vollständige Qualitätssicherungsprogramm enthalten sein.

### 8 Unterlagen, Literatur

Abkürzungen:

AbfG	Abfallbeseitigungsgesetz
ABVO	Allgemeine Bergverordnung
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
Arge Konrad	Arbeitsgemeinschaft Grube Konrad
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
BBergG	Bundesberggesetz
BEIR	(Comittee on the) Biological Effects of Ionizing Radiation
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGA	Bundesgesundheitsamt
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BMI	Bundesministerium des Inneren
BMU	Bundesumweltministerium
BVOS	Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen
DBE	Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH
DMT	Deutsche Montan Technologie für Rohstoffe, Energie, Umwelt (DMT)
DVN BauO	Allgemeine Durchführungsverordnung zur Niedersächsischen Bauordnung
DWD	Deutscher Wetterdienst
EIBergV	Bergverordnung für elektrische Anlagen (Elektro-Bergverordnung)
ERPG	Emergency Response Planning Guidelines (=Planungsrichtlinien für Störfallmaßnahmen)
ESIS	European Shielding Information System
EWI	Elektrowatt Ingenieurunternehmung GmbH
FHG	Fraunhofer Gesellschaft
FHI	Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie
GGVE	Gefahrgutverordnung Eisenbahn
GGVS	Gefahrgutverordnung Straße

GNS	Gesellschaft für Nuklear-Service mbH
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH
GSF	Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH
GUW	Gesellschaft für Umweltüberwachung mbH
IAEA	International Atomic Energy Agency
IAEO	Internationale Atomenergie Organisation
ICRP	International Commission of Radiological Protection
IfAH	Institut für Angewandte Hydrogeologie GbR
IFT	Institut für Tieflagerung
IKE	Institut für Kerntechnik und Energieumwandlung
KFA	Forschungszentrum Jülich GmbH
KFK	Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
KTA	Kerntechnischer Ausschuß
KWU	Kraftwerk Union
NAGRA	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NBauO	Niedersächsische Bauordnung
NBrandSchG	Niedersächsisches Brandschutzgesetz
NCRP	National Council on Radiation Protection and Measurements
NIS	Nuklear-Ingenieur-Service GmbH
NLfB	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
NMU	Niedersächsisches Umweltministerium
NUKEM	NUKEM GmbH
OBA	Oberbergamt
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
ORNL	Oak Ridge National Laboratory
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
RSK	Reaktor-Sicherheitskommission
SFG	Staatliches Forschungsinstitut für Geochemie
SFK	Störfallkommission
SSK	Strahlenschutzkommission
StriSchV	Strahlenschutzverordnung
TAS	Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen
UVV	Unfallverhütungsvorschrift
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VDI	Verband Deutscher Ingenieure

VdS	Verband der Sachversicherer
WBK	Westfälische Berggewerkschaftskasse

### **8.1 Erläuternde Unterlagen**

/EU 0.2/ PTB/TU Berlin

Untersuchung ausgewählter Störfälle im Bergbau (Hauptband, Anlagen,  
Quellenverz., Anhang 1-3,5)

K/351313.30/-/EB/RB/0007/00

März 1984

/EU 0.3/ PTB/WBK

Gutachten über Qualitäten von Bremseinrichtungen an Fördermaschinen

9K/351314.30/-/JDB/RB/0001/00

Mai 1984

/EU 1.1/ PTB/GRS

Systemanalyse Konrad, Teil 2:

Strahlenfelder von Abfallgebinden; GRS-A-1027

/EU 1.7 / PTB/GUW

Strahlenschutzkonzeption für ein Endlagerbergwerk mit Erläuterungen am  
Beispiel der Planungen für das Endlager Konrad

9K/21262/ED

März 1985

/EU 1.9 / PTB/NUKEM

Qualitätssicherung von LAW/MAW-Endlagerprodukten

9K/21272/ED/-/-/

(Gehört zum Schreiben der PTB vom 01. Juli 1985)

/EU 6.2/ PTB/GRS

Störfallanalysen: Rückhaltung in der Anlage

Auswertung der experimentellen Untersuchungen zu Aerosolausbreitung  
und Abscheidung in untertägigen Strecken und im Abwetterschacht der  
Schachanlage Konrad; (GRS-A-1108)

9K/21272/ED/-/3000/Rev. 0

März 1985

/EU 10.2/ PTB/GRS

Systemanalyse Konrad, Teil 3:

Bestimmung störfallbedingter Aktivitätsfreisetzung, Stand 11.87;

GRS-A-1389

9K/212721/I-I-I-D/EDI-I/01

18.12.1987

/EU 24/ PTB/WBK

Schachtförderanlage Konrad 2: Vorsorgemaßnahmen

9K/212721-I-I-I-D/EDI-I/01

04.11.1987

/EU 36.01/ PTB

Daten radioaktiver Abfälle für Sicherheitsanalysen zum Endlager Konrad unter Berücksichtigung von Berechnungen der Ortsdosisleistung von Abfallgebinden

PTB-SE-IB-3

9K/21262/EDI-I/3000/00

Dez. 1984

/EU 36.5/ PTB/FHG

Experimentelle Untersuchungen zur untertägigen Aerosolausbreitung in der "Grube Konrad", Endbericht

9K/21262/EDI-I/3000

Juli 1983

/EU 36.6/ PTB/FHG

Ergänzende Untersuchung zum untertägigen Ausbreitungsverhalten von Aerosolen unter besonderer Berücksichtigung des Abwetterschachtes und großer Partikel, Endbericht

9K/21262/EDI-I/3000

1984

(Gehört zum Schreiben der PTB vom 02. Jan. 1986)

- /EU 36.11/ PTB/TU Berlin  
Untersuchung ausgesuchter Störfälle im Bergbau,  
Anhang 4: Fahrzeugbrandversuche  
9K/21272/ED/-/3000  
März 1984
- /EU 36.12/ PTB/Versuchsgrubengesellschaft  
Untersuchungen über Brände an dieselgetriebenen Gleislosfahrzeugen in  
sonderbewetterten Strecken  
(Glückauf Forschungshefte 47, Nr.3, 1986)  
9K/21272/ED/-/3000  
1985
- /EU 36.14/ PTB/GSF  
Lastannahme Erdbeben: Abschätzungen seismischer Einwirkungen bei  
angenommenen Erdbeben im Nahbereich des Standortes Konrad  
9K/21272/ED/-/3000  
12.02.1985
- /EU 36.22/ PTB/GSF  
Beweissicherung: Radioaktivität in Grubenwässern; Auswertung und  
Dokumentation  
9K/21262/ED/-/3000  
01.10.1985
- /EU 36.23/ PTB/GSF  
Messung der Radon- und Thoron-Aktivitätskonzentration in den  
Grubenwettern:  
a. Versuchsdurchführung und Ergebnisdokumentation,  
b. Datenermittlung, Abschluß und Dokumentation  
9K/21262/ED/-/3000  
April/Mai 1984



- /EU 36.25/ PTB/Kielbassa  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2:  
Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung, Zusammenfassung  
9K/21234/ED/-/3000  
14.03.1986
- /EU 37.1/ PTB/Battelle  
Fractional release from heating Plutonium Nitrate solutions in a flowing air  
stream; BNWL-931  
9K/21262/ED/-/3000  
Nov. 1968
- /EU 37.2/ PTB/NUKEM  
Vorgänge an Flüssigkeitsoberflächen  
Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung (PSE)  
9K/21262/ED/-/3000  
Nov. 1982
- /EU 37.11/ PTB/FHG  
Untersuchungen über die thermische Beständigkeit von mit Polystyrol  
verfestigten Ionenaustauschern  
Bericht Nr.5/75  
9K/21272/ED/-/3000  
21.10.1975
- /EU 37.12/ PTB/Nordiska Kontaktorganet For Atomenergfragor  
Effect of fire on solidified reactor waste packaged into steel drums  
9K/21272/ED/-/3000  
30.07.1979
- /EU 37.13/ PTB/KfK  
Literaturstudie über Experimente zur Bildung plutoniumhaltiger Aerosole  
bei Bränden  
9K/21272/ED/-/3000  
Jan. 1980

/EU 37.14/ PTB/Battelle

The fractional airborne release of dissolved radioactive materials during the combustion of 30% normal Tributyl Phosphate in a kerosinetype diluent;

BNWL-B 274

9K/21272/ED/-/3000

Juni 1973

/EU 37.15/ PTB/Battelle

Fractional airborne release of Strontium during the combustion of 30% normal Tributyl Phosphate in a kerosinetype diluent; BNWL-B-358

9K/21272/ED/-/3000

Juni 1974

/EU 37.16/ PTB/FHG

Experimente mit einem Modellpulver zur Freisetzung und Ausbreitung von Pu-haltigen pulvrigen Verbindungen während eines Kerosinbrandes

Zusatzbericht SR 0205A

9K/21272/ED/-/3000

31.10.1982

/EU 37.17/ PTB/KfK

Information zur Temperaturabhängigkeit der Cs-Freisetzung aus MAW-Zementprodukten bei thermischer Belastung

9K/21272/ED/-/3000

13.07.1984

/EU 37.19/ PTB/Transnuklear

Brandlastversuch mit dem Transport- und Lagerbehälter SAB/G-500 I

9K/21272/ED/-/3000

Feb. 1985

- /EU 38.1/ PTB  
Konzeptplanung: Feste radioaktive Betriebsabfälle  
9K/21262/ED/-/3000  
(Gehört zum Schreiben des MB vom 21.04.1986,  
Az: 47.3-40326/03-4/2)
- /EU 38.2/ PTB  
Konzeptplanung: Kontaminierte Flüssigkeiten  
9K/21262/ED/-/3000  
(Gehört zum Schreiben des MB vom 21.04.1986,  
Az: 47.3-40326/03-4/2)
- /EU 56.3/ GSF  
Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus schwach- und mittelradioaktiven  
Abfällen bei der Einlagerung im Salzbergwerk Asse  
(Strategiegespräch BMFT vom 24./25.08. 1983)  
(Gehört zum Schreiben der PTB vom 19. Aug. 1986)
- /EU 56.4/ KfK  
Langzeitversuch zur Lagerung von Zementprodukten bei erhöhten  
Temperaturen  
Dez. 1979  
(Gehört zum Schreiben der PTB vom 19. Aug. 1986)
- /EU 72.1/ PTB  
Berechnung zur thermischen Einwirkung von  
schwachwärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen auf das Wirtsgestein in  
der Schachanlage Konrad; PTB-SE-10  
9K/21291-1-1-1-1-1-1/EDI-/00  
Feb. 1986

- /EU 72.2/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 2:  
Zur Kritikalitätssicherheit im Endlager Konrad;  
GRS-A-1049  
9K/21274/-/-/-/-/ED/-/00  
Dez. 1984
- /EU 72.3/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 2:  
Zur Kritikalitätssicherheit im Endlager Konrad bei inhomogener  
Spaltstoffverteilung; GRS-A-1148  
9K/21274/-/-/-/-/ED/-/00  
Okt. 1985
- /EU 72.4/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Strahlenfelder von Abfallgebinden - Pufferhalle -  
GRS-A-1202  
9K/2126/-/-/-/-/ED/-/00  
März 1986
- /EU 72.5/ BfS/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Strahlenexposition des Betriebspersonals im bestimmungsgemäßen  
Betrieb der Schachanlage Konrad durch äußere Bestrahlung;  
GRS-A-1217  
9K/33219/-/LB/RB/0009/01  
April 1991
- /EU 72.6/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 2:  
Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen für das Betriebspersonal der  
Schachanlage Konrad; GRS-A-1130  
9K/2126/-/-/-/-/ED/-/00  
Sept. 1985

- /EU 72.7/ PTB/GSF  
Zeitliche Entwicklung der Radionuklidzusammensetzung und- aktivität im  
Endlager Konrad während der Betriebszeit und der Nachbetriebsphase;  
PTB-SE-IB-4  
9K/21285/-/-/-/-/EDI-/00  
Nov. 1985
- /EU 72.8/ BfS  
Endlager Konrad  
Konzept der Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen für das Betriebspersonal  
9K/-/-LB/RB/0030/02  
13.12.1996
- /EU 78.1/ PTB/BAM  
Entwicklung einer Methode zur Bestimmung der Kontamination von  
Betonflächen  
9K/2126/-/-/-/-/EDI-/00  
04.12.1986
- /EU 78.4/ PTB  
Berechnung nuklidspezifischer Dosisfelder in Transport- und  
Einlagerungsstrecken eines Endlagers für radioaktive Abfälle;  
PTB-SE-IB-8  
9K/2126/-/-/-/-/EDI-/00  
04.12.1986
- /EU 78.5/ PTB/GSF  
Messung der Streustrahlung in Einlagerungs- und Transportstrecken,  
9K/2126/-/-/-/-/EDI-/00  
04.12.1986

- /EU 78.6/ PTB/Zentraleinrichtung für Strahlenschutz der Universität Hannover (ZFS)  
Ausbreitung von Gammastrahlung durch Hohlräume in Erz- und  
Steinsalzumgebung  
9K/2126/-/-/-/-/ED/-/00  
04.12.1986
- /EU 78.7/ PTB/KE  
Ortsdosis im Endlager für radioaktive Abfälle, Eindimensionale Transport-  
rechnungen für nuklidspezifische Gammaquellen im Abfallgebinde  
9K/2126/-/-/-/-/ED/-/00  
04.12.1986
- /EU 78.8/ BfS  
Dosisleistung durch Direktstrahlung und Skyshine außerhalb des  
Betriebsgeländes der Schachanlage Konrad; ET-IB-38  
9K/-/-/LB/RB/0016/01  
01.01.1991
- /EU 80.2/ PTB  
Anforderungen an Abfallgebinde auf Grund der thermischen Beeinflussung  
des Wirtsgesteins der Schachanlage Konrad; PTB-SE-15  
9K/2219/-/-/-/-/ED/-/00  
05.12.1986
- /EU 81.3/ PTB/BGR  
Wechselwirkung zwischen seismischen Wellen und untertägigen  
Hohlräumen; Archiv-Nr. 100029  
9K/21223/-/-/-/-/ED/-/00  
08.12.1986

- /EU 81.4/ PTB/BGR  
Seismische Lastannahme für unter Tage (Ableitung der  
Bewegungsgrößen); Archiv-Nr. 99586  
9K/21224/3/-/-/-/ED/-/01  
09.03.1987
- /EU 84/ BfS  
Eingangskontrolle Abfallgebinde, Sondermaßnahmen  
9K/-/-/LC/RB/0001/02  
13.12.1996
- /EU 85.2/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Kritikalitätsrechnungen zur Massen- und Konzentrationsbegrenzung für  
Spaltstoffreste in Abfallgebinden; GRS-A-1302  
9K/21274/-/-/-/-/ED/-/01  
26.08.1988
- /EU 85.3/ PTB  
Anforderung an Abfallgebinde auf Grund der Analysen zur Kritikalitäts-  
sicherheit im Endlager Konrad; PTB SE-IB-18 (Revision der  
PTB-SE-IB-06)  
9K/21274/-/-/-/-/ID/ED/-/01  
01.12.1987
- /EU 101/ BfS/DBE  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2: Brandschutz und Brandlastenzu-  
sammenstellung, Umladeanlage/Pufferhalle und Förderturm mit  
Schachthalle  
9K/51732/2000/F/TU/0001/04  
29.9.1995

- /EU 102/ PTB/BGR  
Parameterstudien zum Einfluß von Anregungsart, Hohlraumgeometrie, Auflockerungszone und Ankerung auf die Wechselwirkungen zwischen seismischen Wellen und untertägigen Hohlräumen, Archiv-Nr. 100437  
9K/21221-I-I-I-D/EDI-I00  
17.02.1987
- /EU 113.1/ BfS  
Stellungnahme der PTB zum Kommentar des TÜV zum Plan 3/86 sowie erläuternde Unterlagen vom 08.09.1986 (Nicht-Radiologischer Teil)  
9K-I-I-D/BV/0067/01  
16.04.1991
- /EU 113.2/ BfS  
Endlager Konrad: Aktivitätsfluß, Medienentsorgung, Strahlenschutzmaßnahmen, Strahlenexposition, Strahlenquellen und Abschirmung, Ableitung radioaktiver Stoffe, Betriebsablauf, Langzeitsicherheit;ET-IB-34  
9K-I-I-D/RB/0001/02  
01.10.1990
- /EU 115/ PTB/WBK  
Brandausbreitung, Brandbekämpfung und Wetterführung in auf- und abwärts bewetterten Bandbergen und Untersuchungen von brand- und wettertechnischen Problemen in sonderbewetterten Strecken  
9K/21271-I-I-I-I-EDI-I00  
18.03.1987
- /EU 117/ BfS  
Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 1995), -Schachtanlage Konrad-;  
9K/212621-I-D/ED/0235/12  
25.02.1997



- /EU 131/ PTB/GSF  
Transport explosionsfähiger und entzündbarer Stoffe  
9K/21215/-/-/-/D/ED/-/01  
04.08.1987
- /EU 132.1/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 2: Signifikanz einer Modellkurve "800 °C/1h"  
für den Temperatur-Zeit-Verlauf hinsichtlich der Auswirkungen eines  
Transportfahrzeugbrandes unter Tage (GRS-A-1094)  
9K/2127211/-/-/-/DA/ED/-/01  
(Gehört zum Schreiben der PTB vom 29. Mai 1987)
- /EU 132.2/ PTB  
Vermerk zum Literaturzitat in EU 132.1  
(Systemanalyse Konrad, Teil 2: Signifikanz einer Modellkurve "800 °C/1h"  
für den Temperatur-Zeit- Verlauf hinsichtlich der Auswirkungen eines  
Transportfahrzeugbrandes unter Tage; GRS-A-1094)  
9K/2127211/-/-/-/DA/ED/-/00  
29.05.1987
- /EU 132.3/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Erläuterungen zur Höhe und Breite des Temperaturplateaus der Modell-  
kurve für den Temperatur-Zeitverlauf beim Fahrzeugbrand unter Tage;  
GRS-A-1340  
9K/2127211/-/-/-/DA/ED/-/00  
29.05.1987
- /EU 143/ BfS/DBE  
Schacht Konrad 2: Schachtglocke und Füllort auf der 850-m-Sohle;  
Ausführungsplanung des Ausbaus  
9K/53111/-/GA/EQ/0001/01  
28.11.1990

/EU 145.2/ BfS/DBE

Tagesanlagen Schacht Konrad 2:

Feuerlöscheinrichtungen

9K/417/2000/F/TU/0002/09

20.02.1997

/EU 160/ PTB/GRS

Systemanalyse Konrad, Teil 3:

Ergänzende Kritikalitätsrechnungen zur Massen- und Konzentrationsbegrenzung für spaltbare Radionuklide in Abfallgebinden; GRS-A-1379

9K/21274/-/-/D/ED/-/-/00

01.12.1987

/EU 161/ BfS/DBE

Tagesanlagen Schacht Konrad 2: Dekontaminierbarkeit übertägiger

Oberflächenausführungen

9K/342/-/F/ED/0001/04

20.02.1997

/EU 162/ BfS

Qualitätssicherungsprogramm

Rahmenbeschreibung

9X/134/-/CA/JG/0001/05

30.04.1997

/EU 165.1/ PTB/FHI

Experimente zur Freisetzung und Quelltembestimmung bei mechanischer Belastung von mit pulvrigen Substanzen gefüllten Abfallbehältern

9K/212721/-/-/-/D/ED/-/00

18.12.1987

- /EU 165.2/ PTB/FHI  
Experimente zur Freisetzung und Quellterm bestimmung bei mechanischer Belastung von mit pulverigen Substanzen gefüllten Abfallbehältern;  
Zusatzexperimente zur Bestimmung der Freisetzung für geringe Fallhöhen  
9K/2127211/-/-/-/D/ED/-/00  
18.12.1987
- /EU 165.3/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3: Temperaturfelder in ausgewählten Konrad-Abfallgebinden TAC2D Output; GRS-A-1348  
9K/2127211/-/-/-/D/ED/-/00  
18.12.1987
- /EU 167/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Brandmeldeanlagen Konrad 1 und 2 (2 Bände)  
9K/5532/-/KC/RB/0004/05  
20.02.1997
- /EU 173/ BfS/DBE  
Technische Beschreibung des Sonderbehandlungsraumes, der Einbauten, Geräte und Betriebsabläufe  
9K/5431/-/LJ/RB/0004/05  
20.02.1997
- /EU 179/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Analyse der Ereignisse Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwelle auf die Schachanlage Konrad (radiologisch-konventioneller Risikovergleich);  
GRS-A-1401  
9K/212731/-/-/-/D/ED/-/00  
17.03.1988

- /EU 183/ PTB  
Strahlenexposition der auf der Schachtanlage Konrad unter Tage  
Beschäftigten durch natürlich vorkommende Radioaktivität im Gestein;  
PTB-SE-IB-27  
9K/212222/-/-/-/D/ED/-/00  
21.04.1988
- /EU 184.0/ BfS/DBE  
Tagesanlagen und Schachteinbauten Schacht Konrad 2,  
Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwirkungen  
9K/51/-/FA/TA/0001/00  
08.02.1996
- /EU 191/ PTB  
Radiologische Auswirkungen im Störfall beim geplanten Endlager Konrad,  
Ausschöpfung der Störfallplanungswerte; PTB-SE-IB-37  
9K/21271/-/-/-/D/ED/-/00  
24.08.1988
- /EU 192/ PTB  
Zusätzliche Aspekte zum Nachweis der Kritikalitätssicherheit des  
geplanten Endlagers Konrad; SE-IB-39  
9K/21274/-/-/-/D/ED/-/00  
Aug. 1988
- /EU 194/ PTB/Silikose-Forschungsinstitut der Bergbau-Berufsgenossenschaft (SFI)  
Sondermessungen zur Feststellung der Staubkonzentration im  
Wetterkanal des ausziehenden Wetterschachtes Konrad 2  
9K/21243/-/-/-/D/ED/-/00  
Juni 1988
- /EU 205/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Umgang mit Sprengmitteln  
9K/5311/-/GW/LA/0001/02  
20.02.1997

- /EU 279/ BfS/DBE  
Planung Grubengebäude  
9K/5311/-/G/BZ/0006/03  
20.02.1997
- /EU 280/ BfS  
Endlager Konrad, Aktivitätsfluß im bestimmungsgemäßen Betrieb,  
Stellungnahme des BfS zu den Fragen des TÜV laut Schreiben vom  
24.03.1987; ET-IB-28  
9K/-/LA/RB/0001/02  
01.02.1991
- /EU 280.1/ BfS  
Endlager Konrad  
Überwachungs- und Bilanzierungskonzept für die Ableitung radioaktiver  
Stoffe über Luft und Wasser  
9K/-/LA/RB/0008/02  
30.1.1995
- /EU 281/ BfS/DBE  
Auslegungsanforderungen, Planfeststellungsverfahren Konrad,  
Strahlenschutz  
9K/542/-/LA/RB/0004/06  
20.02.1997
- /EU 282/ BfS/DBE  
Entwurfsplanung Strahlenschutz als begleitende Planungsunterlage  
9K/4424/-/LA/RB/0003/05  
20.02.1997
- /EU 283/ BfS  
Planfeststellungsverfahren Konrad,  
Stellungnahme des BfS (Radiologischer Teil) zu Fragen des TÜV laut  
Schreiben vom 30.03.87, Auslegungsanforderungen; ET-IB-43  
9K/-/LA/RB/0002/03  
28.02.1995

GK - SBA 07/97

8.1 - 24

- /EU 284/      BfS/DBE  
                  Bewetterung  
                  9K/53211-/IGV/TQ/0002/06  
                  20.02.1997
- /EU 294/      PTB/GRS  
                  Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
                  Ergänzende Analysen zur Kritikalitätssicherheit für spaltstoffhaltige  
                  Abfallgebinde; GRS-A-1592  
                  9K/33219/-/-/-/EBK/RB/0003/00  
                  Juni 1989
- /EU 299/      BfS  
                  Konzept- und Systembeschreibung Schachtverfüllung  
                  9K/33192-/IGHS/RB/0002/02  
                  21.9.1995
- /EU 300/      BfS  
                  Ermittlung von betrieblichen Erwartungswerten und bewertender Vergleich  
                  mit den Antragswerten für bestimmungsgemäße Ableitung radioaktiver  
                  Stoffe,  
                  Bewertung des Verfahrens zur Ermittlung der Werte der einlagerbaren  
                  Radioaktivität; ET-IB-29  
                  (Revision des internen Berichtes PTB-SE-IB-58)  
                  9K/-/-/LBA/RB/0006/01  
                  31.07.1990
- /EU 302/      BfS/DBE  
                  Systembeschreibung der Gebäudeleittechnik  
                  9K/55331-/FE/RB/0005/02  
                  1.3.1995

- /EU 207/ PTB  
Abfallgebindespektrum im Endlager Konrad, Statistische  
Aktivitätsverteilung; PTB-SE-IB-42  
9KJ-I-I-I-I-EA/BZ/0004/00  
Nov. 1988
- /EU 208/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Einlagerungssystem, Band 1 und 2  
9KJ5442I-IJ/TK/0002/07  
20.02.1997
- /EU 217/ PTB  
Thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins: Begrenzung der Inventare  
zur Vermeidung der thermischen Belastung des Wirtsgesteins (Vermerk)  
9KJ2129I-I-I-I-EE/BV/0001/00  
14.12.1988
- /EU 218/ PTB/BGR  
Thermophysikalische Eigenschaften von Gesteinen aus dem  
Einlagerungshorizont der Schachanlage Konrad  
01.08.1985  
(Gehört zum Schreiben der PTB vom 28 Dez. 1988)
- /EU 226/ BfS  
Systembeschreibung Abruf und Einlagerungsvorgang  
9KJ-I-I/MCA/RB/0001/03  
25.02.1997
- /EU 228/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Ermittlung und Klassifizierung von Störfällen;  
GRS-A-1504  
9KJ33219I-I-I-I-EB/RB/0001/04  
24.02.1997

- /EU 238/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Anlagenbewertung des geplanten Endlagers Konrad;  
GRS-A-1493  
9K/33219/-/-/-/EB/RB/0003/01  
Mai 1989
- /EU 240/ BfS  
Produktkontrolle radioaktiver Abfälle;  
BfS-ET-IB-45-REV-3  
9K/-/-/MCD/RE/0001/06  
18.02.1997
- /EU 241/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Kraftstoffversorgung  
9K/5321/9490/JA/TK/0002/02  
15.2.1996
- /EU 245/ BfS/DBE  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2  
Lastannahmen und Maßnahmen zum Anprallschutz  
Umladeanlage und Förderturm mit Schachthalle  
9K/51732/2100/FA/TT/0001/04  
20.02.1997
- /EU 250/ BfS/DBE  
Brandschutz unter Tage II  
9K/21312.57/-/ND/TU/0001/04  
15.02.1996
- /EU 251/ PTB/EWI  
Plausibilitätsbetrachtung zur Chemotoxizität radioaktiver Abfälle mit  
vernachlässigbarer Wärmeentwicklung; PTB-SE-IB-45  
03/90



- /EU 260/ BfS/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Freisetzung radioaktiver Stoffe aus Abfallgebinden im  
bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachtanlage Konrad; GRS-A-1255  
9K/33219/-/LBA/RB/0007/03  
31.05.1990
- /EU 261/ BfS/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Ableitung von Aktivitätsgrenzwerten für die betriebliche Praxis der  
Einlagerung radioaktiver Abfälle; GRS-A-1452  
9K/33219/-/LBA/RB/0003/05  
31.03.1995
- /EU 262/ BfS/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Grundlagen der Ableitung von Aktivitätsbegrenzungen für den  
bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachtanlage Konrad; GRS-A-1522  
9K/33219/-/LBA/RB/0002/03  
31.03.1995
- /EU 265/ PTB/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Radiologische Bewertung der Störfälle "Absturz einer Transporteinheit im  
Sonderbehandlungsraum und am Füllort" im Vergleich zu den radiologisch  
repräsentativen Auslegungsstörfällen; GRS-A-1530  
9K/33219/-/LBA/RB/0006/00  
März 1989
- /EU 266/ BfS  
Kammerabschlußbauwerk, Konzept- und Systembeschreibung  
9K/33222.37/-/GHK/RB/0004/02  
28.9.1995

- /EU 267/ PTB/GRS  
Bewertung der Verpackung mit erhöhter Störfallfestigkeit hinsichtlich  
störfallbedingter Aktivitätsfreisetzungen  
9K/33219/-/-/-/EB/RB/0011/00  
April 1989
- /EU 270/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Nachrichtentechnische Einrichtungen  
9K/5532/-/KC/RB/0001/05  
1.3.1995
- /EU 271/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Übergeordnete Energieversorgung einschließlich  
Ersatzstrom  
9K/5511/-/KA/RB/0001/05  
1.3.1995
- /EU 273/ BfS/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Gasbildung im Endlager Konrad während der Betriebsphase; GRS-A-1528  
9K/33219/-/E/RB/0006/02  
Mai 1990
- /EU 274/ BfS  
Auslegungsmaßnahmen gegen seismische Einwirkungen an Gebäuden  
und Anlagenteilen des geplanten Endlagers Konrad; BfS-IB-80  
9K/-/EB/RB/0018/01  
29.2.1996
- /EU 278/ BfS/DBE  
Brandschutzmemorandum Schachtanlage Konrad  
9K/33219/-/EB/RB/0020/02  
20.02.1997

- /EU 303/      BfS/DBE  
Betriebsablauf im Bereich der Handhabung von Abfallgebinden  
9K/5414/-/J/TK/0003/02  
1.3.1995
- /EU 310/      BfS/DBE  
Einlagerungssystem  
Komponentenspezifikation Krananlage  
9K/51731/-/J/TK/0004/05  
20.02.1997
- /EU 313/      BfS/DBE  
Einlagerungssystem  
Komponentenspezifikation Portalhubwagen  
9K/5442/-/J/TK/0005/03  
20.02.1997
- /EU 314/      BfS/DBE  
Technische Ausrüstung Förderturm Konrad 2  
9K/5192/-/FE/TK/0001/00  
Sept. 1989
- /EU 315/      BfS/DBE  
Lastenmatrix Konrad 1 und 2  
9K/212341/-/F/TT/0001/05  
1.3.1995
- /EU 316/      BfS/DBE  
Rahmenbeschreibung für das Zechenbuch/ Betriebshandbuch  
9K/33411/-/DA/JC/0001/06  
20.02.1997  
mit Rahmenbeschreibung Personelle Betriebsorganisation  
9K/33411/-/I/I/R/DE/0005/12  
20.02.1997

- /EU 317/ PTB/EWI  
Strahlenchemischer Aufbau oder Abbau chemotoxischer Stoffe in  
radioaktiven Abfällen  
9K/21312.45/-/MZZ/RB/0001/00  
Feb. 1989
- /EU 318/ PTB/EWI  
Chemischer Abbau toxischer Stoffe in radioaktiven Abfällen  
9K/21312.45/-/MZZ/RB/0002/00  
Feb. 1989
- /EU 323/ BfS  
Brandschutzmaßnahmen an Dieselfahrzeugen unter Tage,  
Transportwagen und Stapelfahrzeug für das geplante Endlager Konrad;  
ET-IB-16, Rev.03  
9K/I-/EB/RB/0027/04  
18.10.1995
- /EU 324/ BfS  
Auslegungsanforderungen an die baulichen und maschinentechnischen  
Anlagen einschließlich Lüftung und Bewetterung sowie an die  
Handhabungs- und Transportmittel im Endlager Konrad aus den  
Ergebnissen der Störfallanalysen; ET-IB-3  
9K/I-/EB/RB/0028/04  
24.02.1997
- /EU 325/ BfS  
Einsatz von betrieblichen Filtern im geplanten Endlager Konrad zur  
Minimierung der Auswirkungen von Störfällen unter Berücksichtigung  
ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit; ET-IB-2  
9K/I-/LBC/RB/0001/00  
Nov. 1989

- /EU 327/ BfS  
Aktivität sicherheitstechnisch relevanter Radionuklide am Ende der Betriebsphase des Endlagers Konrad und zeitliche Entwicklung der Aktivität und der Masse von Radionukliden in der Nachbetriebsphase  
ET-IB-18  
9K/-/EEB/ED/0001/01  
April 1991
- /EU 328/ PTB  
Berechnung zur Aufheizung einer Salzformation durch ein HAW-Endlager bei Berücksichtigung nichtwärmeentwickelnder Bohrlochabschnitte;  
Teil 1 und 2 (Berichte),  
Anlage: eine Diskette mit Programm ZERKKET2 und KONRADL2  
Sept. 1982  
(Gehört zum Schreiben der PTB vom 08 Mai 1989)
- /EU 329/ PTB  
Maximale Temperaturen im Endlager Konrad bei Verdünnung im Querschnitt für ein langlebiges Radionuklid (U 235), Vermerk mit Anlagen (Berechnungen Konrad 2)  
11.08.1989  
(Gehört zum Schreiben der PTB vom 16 Aug.1989)
- /EU 335/ BfS/Siemens AG  
Zusatzbeanspruchung der Schächte 1 und 2 infolge Sicherheitserdbeben;  
Ber.-Nr. U ED 22/89/0019  
9K/3172.32/-/EBE/ED/0001/00  
12.04.1989
- /EU 337/ BfS  
Einhaltung der Anforderungen aus den Störfallanalysen an die Bewetterung beim geplanten Endlager Konrad; BfS-ET-IB-15  
9K/-/EB/RB/0030/00  
Dez. 1989

- /EU 344/      BfS/DBE  
Einstufung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten in  
Qualitätssicherungsbereiche  
9K/134/-/CA/RE/0001/05  
20.02.1997
- /EU 352/      BfS/DBE  
Komponentenbeschreibung Transportpalette mit integriertem Schutz für  
zylindrische Abfallgebände  
9K/5442/-/J/TK/0008/02  
1.3.1995
- /EU 358/      BfS/DBE  
Einlagerungssystem  
Komponentenspezifikation Stapelfahrzeug  
9K/5442/-/J/TK/0009/06  
20.02.1997
- /EU 359/      BfS/DBE  
Einlagerungssystem  
Komponentenspezifikation Seitenstapelfahrzeug  
9K/51371/-/J/TK/0010/05  
20.02.1997
- /EU 361/      BfS/DBE  
Systembeschreibung Betriebswasserversorgung unter Tage RAB  
(Frischwasserversorgung)  
9K/5331/-/J/TK/0011/02  
20.02.1997
- /EU 362/      BfS/DBE  
Systembeschreibung Eigenwasserversorgung unter Tage, RAN  
9K/5331/-/J/TK/0012/04  
1.3.1995

- /EU 363/      BfS/DBE  
Systembeschreibung Grubenwasserversorgung, RBB, RJB  
9K/5431/-/J/TK/0013/03  
1.3.1995
- /EU 364/      BfS  
Vermerk Dr. Illi/ET 2.4 vom 13.06.1990  
Wärme-Q-Werte beim Zerfall von Fe 55 und Ni 59  
9K/-/JEFA/BV/0001/00  
13.06.1990
- /EU 366/      BfS  
Auswirkungen des veränderten Abfallspektrums aufgrund des Wegfalls der  
Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf auf die Aussagen zur  
statistischen Aktivitätsverteilung im geplanten Endlager Konrad;  
BfS-ET-IB-27  
9K/-/EB/RB/0032/00  
Mai 1990
- /EU 371/      BfS/GRS  
Systemanalyse Konrad Teil 3:  
Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage  
bei Störfällen unter Berücksichtigung der Berechnungsverfahren der AVV  
zu §45 StriSchV und Ableitung von Aktivitätsgrenzwerten für 96 Einzelnu-  
klide; GRS-A-1688, I. - III.  
9K/33219/-/EB/RB/0034/00  
Mai 1990
- /EU 372/      BfS/GNS  
Prüfung der Integrität von Abfallgebinden mit formstabil fixierten  
Abfallprodukten; GNS B 70/90  
9K/326.02/-/MCP/RB/0001/00  
Aug. 1990

- /EU 375/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Erdungs- und Blitzschutzanlage  
9K/5511/-/KA/RB/0006/02  
31.01.1997
- /EU 376/ BfS/GRS  
Potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Ableitung  
radioaktiver Stoffe aus dem geplanten Endlager Konrad im  
bestimmungsgemäßen Betrieb auf der Basis der allgemeinen  
Verwaltungsvorschrift zu §45 Strahlenschutzverordnung  
9K/33219/-/LB/RB/0024/00  
Mai 1990
- /EU 380/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Sanitärtechnische Anlagen, Umladeanlage Konrad 2  
9K/51732/-/FE/TK/0002/05  
20.02.1997
- /EU 381/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Sprühwasserlöschanlagen,  
Umladeanlage Konrad 2  
9K/51732/-/FE/TK/0003/03  
20.02.1997
- /EU 383/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Raumluftechnische Anlagen, Umladeanlage  
Konrad 2  
9K/51732/-/FE/TK/0005/04  
20.02.1997
- /EU 384/ BfS  
Für Abschirmungsauslegungen im Endlager Konrad zu berücksichtigende  
Strahlungsenergie; ET-IB-35  
9K/-/-/LBB/RB/0003/00  
01.11.1990



- /EU 385/ BfS  
Festlegung der zulässigen Hubhöhen der Krananlagen im  
Sonderbehandlungsraum des geplanten Endlagers Konrad  
9K/-/EBL/RB/0002/01  
18.10.1995
- /EU 387/ Preussag  
Vollversatz in Einlagerungskammern, Zusammenfassender Kurzbericht  
9K/33223/-/GHR/RB/0011/00  
06.09.1990
- /EU 388/ BfS  
Administrative Maßnahmen zur Vermeidung von Störfällen und zur Verrin-  
gerung möglicher Störfallauswirkungen im geplanten Endlager Konrad  
9K/-/EBL/RB/0003/04  
24.02.1997
- /EU 389/ BfS  
Stellungnahme zur Frage, ob "der Einfluß von Fahrzeuglackierungen auf  
den Ablauf von Fahrzeugbränden unter Tage durch die Modellkurve  
abgedeckt wird".  
9K/33219/-/EB/RB/0039/00  
12.02.1991
- /EU 390/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Versatzsystem Schleuderversatz  
9K/5552/-/GH/RB/0012/03  
22.06.1995
- /EU 391/ BfS  
Rahmenbeschreibung für das "Dokumentationssystem für fachliche und  
genehmigungspflichtige Unterlagen" des Bundesamtes für Strahlenschutz  
9K/135/-/BE/J/0001/03  
24.03.1995

- /EU 392/ BfS/DBE  
Anforderungen an die Fachkunde der verantwortlichen Personen und an die notwendigen Kenntnisse der sonst tätigen Personen im Endlager Konrad  
9K/-/LR/RB/0001/05  
10.02.1997
- /EU 393/ BfS/DBE  
Realisierbarkeit einer Filteranlage für die Grubenabwetter  
9K/5432-/EB/RB/0040/00  
15.02.1991
- /EU 394/ BfS  
Betrachtung höherer spaltbarer Aktiniden im Hinblick auf die Kritikalitätssicherheit des geplanten Endlagers Konrad; ET-IB-33, Rev.0  
9K/-/EBK/RB/007/01  
März 1991
- /EU 395/ BfS/DBE  
Erfassung störfallbedingter Aktivitätsfreisetzungen mit der vorgesehenen Strahlenschutzinstrumentierung  
9K/5422-/EB/RB/0042/00  
15.03.1991
- /EU 400/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Leittechnische Einrichtungen  
9K/5531-/KB/RB/0009/02  
1.3.1995
- /EU 401/ BfS/DBE  
Komponentenbeschreibung  
"Brückenkran Sonderbehandlungsraum"  
9K/51731-/J/TK/0014/02  
1.3.1995

- /EU 402/      BfS/DBE  
Komponentenbeschreibung "Tauschpalette"  
9K/5442/-/J/TK/0015/02  
1.3.1995
- /EU 403/      BfS/DBE  
Beschreibung der vorbeugenden baulichen Dekontaminationsmaßnahmen  
im Bereich der Kontrollbereichswerkstatt unter Tage  
9K/5433/-/LJ/RB/0012/01  
15.02.1996
- /EU 404/      BfS/DBE  
Versatzsystem Systembeschreibung "Pumpversatz"  
9K/5554/-/GH/TK/0001/06  
15.07.1995
- /EU 406/      BfS/DBE  
Komponentenbeschreibung "Versatztransportfahrzeug"  
9K/5554/-/GH/RB/0013/07  
20.02.1997
- /EU 407/      BfS/DBE  
Komponentenbeschreibung "Spritzmanipulatorfahrzeug"  
9K/5554/-/GH/RB/00014/06  
20.02.1997
- /EU 408/      BfS/DBE  
Besondere Anforderungen an bauliche Abschirmaßnahmen  
9K/517/-/L/RB/0025/00  
19.03.1991

- /EU 409/      BfS/DBE  
Komponentenspezifikation Hauptseilfahrtsanlage der Schachtförderanlage  
Konrad 2  
9K/5192/-/JD/TN/0001/04  
20.02.1997
- /EU 411/      BfS  
Stellungnahme des BfS zu Hinweisen des TÜV 6/90 (Strahlenschutz)  
- nicht in anderen Erläuternden Unterlagen enthaltene Hinweise -  
9K/-/L/RB/0026/00  
01.04.1991
- /EU 412/      BfS/DBE  
Aufstellungs- und Anordnungspläne für Komponenten der übergeordneten  
E-Versorgung einschließlich Ersatzstrom  
9K/5511/-/KA/RB/0007/02  
31.01.1994
- /EU 413/      BfS/DBE  
Komponentenbeschreibung Versatzwand  
9K/5554/-/GH/RB/0017/04  
15.07.1995
- /EU 415/      BfS  
Endlager Konrad:  
Untersuchungen über den Einfluß der Zuluftfilterung von Fahrzeugkabinen  
auf die natürliche Vorbelastung unter Tage durch Radon-Folgeprodukte in  
der Kabinenluft; ET-IB-44  
9K/-/LBD/RB/0001/00  
01.03.1991
- /EU 419/      BfS/DBE  
Systembeschreibung Wasserversorgung Außenanlagen Konrad 2  
9K/5141/-/FB/RB/0006/03  
15.07.1995

- /EU 420/      BfS/DBE  
Systembeschreibung Abwasserentsorgung, Außenanlagen und Abwasserableitung von der Anlage Konrad 2  
9K/511-/FB/RB/0005/02  
15.07.1995
- /EU 421/      BfS/DBE  
Hohlraumnutzung der Einlagerungskammer bei verschiedenen Gebindetypen  
9K/5411-/JC/RB/0017/01  
22.04.1991
- /EU 422/      BfS/DBE  
Systembeschreibung Sammlung und Entsorgung von Betriebsabfällen aus dem Kontrollbereich, VL  
9K/5431-/LJ/RB/0013/02  
20.02.1997
- /EU 423/      BfS/DBE  
Massenermittlung aus Brandschutzmaßnahmen am Förderturm Konrad 2  
9K/5192-/FE/RB/0008/01  
10.12.1991
- /EU 425/      Deilmann  
Hydrostatische Asphaltabdichtung für die Schächte Konrad 1 und 2  
9K/33192-/GHS/RB/0005/02  
21.09.1995
- /EU 426/      BfS  
Anforderungen an die zulässige Massenkonzentration und zulässige Massen an spaltbaren Stoffen in Abfallgebinden für das geplante Endlager Konrad;  
ET-IB-46  
9K/-/EBK/RB/0008/03  
18.10.1995

- /EU 428/ BfS/DBE  
Systembeschreibung Brandschutz Förderturm mit Schachthalle  
9K/5192/-/ND/RB/0006/03  
20.02.1997
- /EU 429/ BfS/DBE  
Aufgabe und Aufbau Zechenbuch/Betriebshandbuch  
9K/33411/-/R/JC/0002/03  
01.03.1995
- /EU 433/ BfS  
Rahmenbeschreibung zur Durchführung der Produktkontrolle radioaktiver  
Abfälle  
9K/-/MCD/RB/0004/04  
17.1.1996
- /EU 435/ BfS  
Verantwortung des Bundesamtes für Strahlenschutz für das Endlager-  
bergwerk Konrad und Überwachung der DBE  
9K/-/DA/BV/0001/07  
14.11.1996
- /EU 438/ Wittke  
Endlager Konrad Schachtverfüllung/ Alte Bohrungen, Bericht Teil D;  
Nachweis der Machbarkeit der Schachtverfüllung (Mineralische Abdichtung  
und Stützsäule)  
9K/331921/5100/GHS/RB/0006/00  
09.08.1991
- /EU 439/ BfS  
Zusätzliche Kritikalitätsbetrachtung auf der Basis der Hinweise im  
TÜV-Zwischenbericht;  
ET-IB-47, Rev.01  
9K/-/EBK/RB/0009/01  
01.12.1991

- /EU 445/      BfS  
Stellungnahme des BfS zum Statusbericht des TÜV-Hannover,  
August 1991, Kapitel 2.7 Kritikalitätssicherheit  
9KJ-I-/EG/BV/0008/00  
26.09.1991
- /EU 446/      BfS  
Beantwortung von vier im Statusbericht August 1991 des TÜV Hannover  
angeführten Hinweisen sowie einer im 20. Projektgespräch vom 30.8.91  
gestellten Frage  
9KJ-I-/LA/BV/0001/00  
30.09.1991
- /EU 453/      BfS/DBE  
Rahmenbeschreibung Prüfungen an baulichen Anlagen  
9KJ-I-/FC/RC/0001/02  
20.02.1997
- /EU 457/      BfS  
Vereinfachte Überprüfung der Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen für  
das Endlager Konrad einlagerbare Abfallgebinde auf der Basis der Neu-  
fassung der Strahlenschutzverordnung; ET-IB-05, Rev.01  
9KJ-I-/E/RB/0013/01  
01.08.1991
- /EU 458/      BfS/DBE  
Zuordnung der Anlagen der Wasserver- und -entsorgung zu Erläuternden  
Unterlagen  
9KJ/5141/-/FE/RB/0010/01  
23.01.1992
- /EU 459/      BfS/DBE  
Anforderungen an die Lage des Schwerpunktes von Transporteinheiten  
9KJ/54444/-/JC/RB/0018/00  
31.01.1992

- /EU 465/ BfS  
Qualitätsmanagement-Rahmenbeschreibungen  
9X/134/-/CA/JG/0002/03  
30.04.1997
- /EU 467/ BfS  
Anforderungen an das Spritzmanipulatorfahrzeug und an die Versatz-  
transportfahrzeuge für das geplante Endlager Konrad unter Brandschutz-  
aspekten;  
ET-IB-54, Rev.01  
9K/-/EB/RB/0044/01  
18.10.1995
- /EU 468/ BfS  
Überschätzungsfaktor für die Strahlenfelder am Zaun des Endlagers  
Schachanlage Konrad; ET-IB-59  
9K/-/LBE/RB/0003/00  
01.03.1993
- /EU 469/ BfS  
Überschätzungsfaktor für die Strahlenfelder an den einzelnen Arbeits-  
plätzen (ohne Berücksichtigung der geplanten Abschirmungen) gemäß  
EU 72.5 (GRS-A-1217, Februar 1991) im Endlager Konrad; ET-IB-61  
9K/-/LBD/RB/0002/00  
01.03.1993
- /EU 470/ BfS  
Strahlenschutzverträglichkeit von im untertägigen Betrieb des Endlagers  
Konrad wiederverwendetem Grubenwasser; ET-IB-62  
9K/-/LBD/RB/0003/02  
28.02.1995



- /EU 471/ BfS  
Vermerk: Personengebundene Radonmessungen an Personal der  
Grube Konrad  
9K/-/LD/BV/0001/00  
27.04.1993
- /EU 472/ BfS  
Meteorologische Daten der Wetterstation Konrad 1 für den Zeitraum  
1985-1990  
9K/-/LQA/BV/0001/00  
07.05.1993
- /EU 473/ BfS/GRS  
Systemanalyse Konrad, Teil 3:  
Langzeitausbreitungs- und Langzeitwashoutfaktoren unter Verwendung  
der Ausbreitungsklassenstatistik vom Schacht Konrad  
9K/-/LAD/RB/0006/00  
15.10.1992
- /EU 474/ BfS/DBE  
Demonstrationsversuch zur Versatzwand über Tage im Maßstab 1:1,  
Versuchsaufbau, -durchführung und -auswertung  
9K/33224.30/-/GH/RB/0024/00  
20.04.1993
- /EU 477/ BfS/DBE  
Arbeitsunterlage für die bergmännische Beurteilung - Auszug aus den  
Planfeststellungsunterlagen  
9K/21442/-/DA/RB/0003/06  
31.01.1997
- /EU 478/ BfS  
Bilanzierungsvorschrift  
9K/-/MAO/RB/0001/02  
18.12.1995

- /EU 490/      BfS/DBE  
Endlager Konrad: Abschluß des Betriebs  
9KJ-I-/GH/TV/0001/01  
06.09.1995
- /EU 493/      Ableitung eines abdeckenden Reduktionsfaktors für Aktivitätsgrenzwerte  
aus der Störfallanalyse zur pauschalen Berücksichtigung modifizierter  
Störfallberechnungsgrundlagen  
9K/33219-/EBL/RB/009/01  
18.10.1995
- /EU 503/      BfS/DBE  
Endlager Konrad: Gutachterliche Stellungnahme zu den  
Baugrunduntersuchungen für die Tagesanlagen, Außenanlagen und  
Verkehrsanbindung  
9KJ-I-/F/TV/0004/00  
9.1.1996
- /EU 504/      BfS/DBE  
Spezifikation Baugrund Tagesanlagen,  
Verkehrsanbindung  
9KJ-I-/F/TV/0003/01  
31.01.1997

## **8.2 Ergänzende Unterlagen**

- /EG 22/** BfS/DBE  
Planungsunterlagen Endlager Konrad  
Planunterlagen Endlager Konrad  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2  
Grundstücks- und Gebäudeentwässerung  
Ordner 2.01 (Band 1 und 2)  
9K/4145/FC/GH/0022/05  
20.02.1997
- /EG 26/** BfS/DBE  
Planungsunterlagen Endlager Konrad  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2 Wachgebäude  
(Ordner 2.05) BW.-Nr. 5  
9K/4172/2610/FC/GH/0003/03  
01.03.1995
- /EG 27/** BfS/DBE  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2  
Lokschuppen / Lager und Werkstatt / Friktionswinde / Ersatzfördermittel /  
Gabelstapler und Garage  
(Ordner 2.06) BW.-Nr. 7, 8, 9, 10  
9K/4176/2300/FC/GH/0004/05  
20.02.1997
- /EG 32/** BfS/DBE  
Planunterlagen Endlager Konrad  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2  
Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal  
(Ordner 2.04) BW.-Nr. 3  
9K/4175/2400/FC/GH/0008/04  
20.02.1997

- /EG 33/      BfS/DBE  
Planunterlagen Endlager Konrad  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2  
Grubenwasser-Übergabestation  
(Ordner 2.07) BW.-Nr. 15  
9K/4145/7900/FC/GH/0009/04  
1.3.1995
- /EG 42/      BfS/DBE  
Planunterlagen Endlager Konrad  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2  
Förderturm mit Schachthalle  
(Ordner 2.03) BW.-Nr. 2  
9K/4174/-/FC/GH/0018/03  
1.3.1995
- /EG 43/      BfS/DBE  
Planunterlagen Endlager Konrad  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2  
Umladeanlage  
(Ordner 2.02, Band 1 und 2), BW.-Nr. 1, 18, 21  
9K/41732/-/FC/GH/0019/06  
20.02.1997
- /EG 46/      BfS/DBE  
Planunterlagen Endlager Konrad  
Tagesanlagen Schacht Konrad 1  
Baugrundstück und Außenanlagen  
Ordner 1.00 (Bd. 1 und 2)  
9K/413/1000/F/GH/0001/06  
31.01.1997

- /EG 47/      BfS/DBE  
Planunterlagen Endlager Konrad  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2  
Baugrundstück und Außenanlagen  
Ordner 2.00 (Band 1 und 2)  
9K/414/2000/F/GH/0003/07  
20.02.1997
- /EG 56/      BfS/DBE  
Verkehrsanbindung Schacht Konrad 2, Bauantrag  
FB/EM/0001/03  
30.01.1997
- /EG 58/      BfS/DBE  
Antragsunterlagen Frequenzökonomischer Ersatzbetrieb (Post)  
9K/5532/-/P/EM/0001/01  
12.03.1990
- /EG 63/      BfS/DBE  
Abwasserentsorgung Schacht Konrad 2 während Errichtung und Betrieb  
als Endlager für radioaktive Abfälle  
9K/5121/-/FB/EM/0003/06  
31.01.1997



### 8.3 Sonstige Unterlagen des Antragstellers und Literatur

- /1/ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)  
Plan, Endlager für radioaktive Abfälle, Schachtanlage Konrad, Salzgitter  
Textbände 1 und 2, Anlagenband  
Stand: 09/86 in der Fassung 04/90
- /2/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz  
gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 23. Dezember 1959 (BGBl. I S. 814) in  
der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565),  
zuletzt geändert durch Art. 13, 3. Wahlrechtsverbesserungsgesetz vom  
29.04.1997 (BGBl. I, Nr. S. 968)
- /3/ Bergverordnung für elektrische Anlagen  
(Elektro-Bergverordnung - ElBergV) vom 21.07.1992  
(Nds. MBl. Nr. 25/1992, S. 1080)
- /4/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen  
(Strahlenschutzverordnung - StriSchV) vom 13. Oktober 1976 (BGBl. I S.  
2905, 1977 S. 184, 269) in der Fassung der 2. Änderungsverordnung vom  
18. Mai 1989 (BGBl. I S. 943) und neu bekanntgemacht am 30. Juni 1989  
(BGBl. I S. 1321), berichtigt am 16. Oktober 1989 (BGBl. I S. 1926) und  
zuletzt geändert durch Verordnung vom 25.07.1996 zur Änderung der  
Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung  
(BGBl. I Nr. 39 vom 31.07.1996, S. 1172)
- /5/ Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7  
des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensverordnung - AtVfV) vom 18.  
Februar 1977 (BGBl. I S. 280) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3.  
Februar 1995 (BGBl. I S. 180)
- /6/ BMI  
Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem  
Bergwerk RdSchr. des BMI vom 20.04.1983 - RS-AGK3-515790/2

- /7/        BMU  
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung zur Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen, 21.02.1990, (BAnz. 64a vom 31.03.1990)
- /8/        BMI  
Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien des BMI zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV 18.10.1983 (BAnz. 245a vom 31.12.1983)
- /9/        NLFb  
Geowissenschaftliches Gutachten zu den Antragsunterlagen für ein "Endlager für radioaktive Abfälle in der Schachtanlage Konrad/Salzgitter" Mai 1995
- /10/       OBA  
Stellungnahme des Oberbergamtes in Clausthal-Zellerfeld zu den Antragsunterlagen im Planfeststellungsverfahren Konrad Januar 1997
- /11/       Niedersächsische Bauordnung (NBauO)  
Fassung 07.95
- /12/       Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen (BVOS)vom 01.09.1977 (Nds.MBl.Nr. 45/1977, Seite 1239), geändert durch Bergverordnung vom 10.12.1979 (Nds.MBl.Nr. 62/1979, Seite 2036)
- /13/       Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS) vom Dezember 1978,  
zul. geänd. durch 3. Nachtrag vom Dez. 1987, erlassen am 15. Dez. 1977 aufgrund des § 7 Abs.2 der BVOS durch das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld  
Az.: 48/77 - Blb 6.1 IV



- /14/ Allgemeine Bergverordnung über Untertagebetriebe Tagebaue und Salinen (ABVO) vom 02.02.1966, in der Fassung vom 16. März 1971 (Nds. MBl. Nr. 11/1971, S. 338), zuletzt geändert durch Verordnung vom 19. Dezember 1986 (BGBl. I S. 2631)
- /15/ OBA Clausthal-Zellerfeld  
Technische Anforderungen an die Bauart von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren in nicht durch Grubengas gefährdeten Grubenbauen (Fahrzeugbauvorschriften)  
4. Auflage 1981
- /16/ OBA Clausthal-Zellerfeld  
Richtlinien für den Betrieb von Fahrzeugen und zugehörigen Einrichtungen in nicht durch Grubengas gefährdeten Grubenbauen  
(Fahrzeugbetriebsrichtlinien)  
12.08.1981 (Az.: 10.2-3/81/BIIIa 5.1.2)
- /17/ BMU  
Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, die nicht an eine Landessammelstelle abgeliefert werden  
Bekanntmachung vom 16.01.1989  
(einschließlich Ergänzungen vom 26.06.1989 und 31.08.1992)
- /18/ GSF  
Eignungsprüfung der Schachanlage Konrad für die Endlagerung radioaktiver Abfälle, BMFT-Förderungs-vorhaben KWA 1324 6,  
(Abschlußbericht GSF-T 136)  
Juni 1982
- /19/ BMI  
Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 StrlSchV - Störfall-Leitlinien - vom 18.10.1983  
BAnz. Nr. 245 a vom 31.12.1983

- /20/ IAEA  
Safety Series No. 54: Underground Disposal of Radioactive Wastes, Basic Guidance  
Wien 1981
- /21/ BMI  
Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor  
Teil 1: Die während der Planung der Anlage zu treffende Vorsorge  
Bekanntmachung des BMI (8/78)  
GMBI. Nr. 28 vom 31.08.1978
- /22/ BMU  
Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)  
Bekanntmachungen des BMU (6/93)  
GMBI. Nr. 29 vom 19.08.1993, S. 502  
mit einer Ergänzung um die Anhänge B und C  
GMBI. Nr. 9/10, S. 195 vom 20.03.1996
- /23/ SSK  
Stellungnahme der SSK zur Modifizierung bestehender Berechnungsgrundlagen zur Anwendung bei der Ermittlung der Strahlenexposition für Anlagen des Brennstoffkreislaufs, verabschiedet auf der 65. Sitzung der SSK am 18.09.1986  
Anlage 9 zum Ergebnisprotokoll der 65. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 17./18. 09.1986 in Bonn
- /24/ nicht besetzt
- /25/ Bundesrat  
Drucksache 605/93 (Beschluß) vom 05.11.1993  
Vorschlag für eine Richtlinie des Rates zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen

- /26/ Bundestag  
Drucksache 12/4674 vom 31.03.1993  
Antwort der Bundesregierung auf eine kleine Anfrage zur Novellierung der EG-Richtlinie zum Strahlenschutz
- /27/ SSK  
Strahlenschutzgrundsätze zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon und seine Zerfallsprodukte in Gebäuden  
Bekanntmachung des BMU RS II 2-17027/2 vom 30.06.1994
- /28/ ICRP Publication 65  
Protection Against Radon-222 at Home and at Work  
Pergamon Press 1994
- /29/ RSK und SSK  
Empfehlung der RSK und der SSK zur Errichtung und zum Betrieb des Endlagers Konrad erhalten als Anlage zu NMU Schreiben 40326/03-4/1, -4/2, -4/5 vom 30.09.1993 an den TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt
- /30/ KTA 1401  
Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung  
Fassung 12/87
- /31/ BMI/BMU  
Bekanntmachung des Bundesministeriums des Inneren vom 1. Dezember 1981 über die Bildung eines Kerntechnischen Ausschusses (BAnz. Nr. 240 vom 23. Dezember 1981)  
Bekanntmachung über die Übernahme des Kerntechnischen Ausschusses in die Zuständigkeit des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 1. September 1986 (BAnz. Nr. 183 vom 2.10.86, S. 13850)  
Neufassung vom 20. Juli 1990 (BAnz. Nr. 144 vom 4.08.1990, S. 3981)

- /32/      DIN 1045  
Beton und Stahlbeton: Bemessung und Ausführung  
Fassung: 07.88  
und  
Erläuterungen zu DIN 1045, Beton und Stahlbeton,  
in Heft 400 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, 1989
- /33/      DIN 18195  
Bauwerksabdichtung  
Teil 1:      Allgemeines, Begriffe, 8/83  
Teil 2:      Stoffe, 8/83  
Teil 3:      Verarbeitung der Stoffe, 8/83  
Teil 4:      Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit; Bemessung und  
Ausführung  
Teil 5:      Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser; Bemessung und  
Ausführung  
Teil 6:      Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser; Bemessung  
und Ausführung, 8/83  
Teil 8:      Abdichtung von Bewegungsfugen, 8/83  
Teil 9:      Durchdringungen, Übergänge, Abschlüsse, 12/86  
Teil 10:     Schutzschichten und Schutzmaßnahmen, 8/83
- /34/      Europäische Union  
Richtlinie des Rates (RL) vom 14.06.1989 zur Angleichung der  
Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Maschinen (89/392/EWG),  
"Maschinenrichtlinie"  
geändert durch RL vom 20.06.1991 (91/368/EWG)  
geändert durch RL vom 14.06.1993 (93/44/EWG)
- /35/      KTA 2501  
Bauwerksabdichtungen von Kernkraftwerken  
Fassung 9/88

- /36/ DBE  
Schreiben an den TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.  
T-TM/Fis/Pri, 9K/ZEA/FA/AD/0002 vom 20.12.1990  
- Absturz von Abfallgebinden  
- 1. Nachtrag zur Statik "Decke Sonderbehandlungsraum"
- /37/ DIN 1055  
Lastenannahmen für Bauten  
Teil 1 (Stand 07.78)  
Teil 3 (Stand 06.71)  
Teil 4 (Stand 08.86)  
Teil 5 (Stand 06.75)
- /38/ DIN 4149  
Bauten in deutschen Erdbebengebieten:  
Lastenannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten  
04.81
- /39/ BMI  
Kriterien zur Standortvorauswahl für Wiederaufarbeitungsanlagen  
GMBI. Nr. 4 vom 06.02.1981
- /40/ BMU  
Bekanntmachung einer Empfehlung der Strahlenschutzkommission  
(Neufassung der "Berechnung der Strahlenexposition")  
vom 29. Juni 1994  
Bundesanzeiger 46, Nr. 222a
- /41/ KTA 2201.1  
Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen  
Teil 1: Grundsätze, (06/90)

- /42/ TÜV Hannover e.V.  
Gutachtliche Stellungnahme zu den seismischen Lastannahmen für die  
Standsicherheitsnachweise nach DIN 4149 der gegen Erdbeben  
auszulegenden Bauwerke des Endlagers Schachtanlage Konrad  
KTSB-Gd/MI/Gn vom 03.05.1988  
in Verbindung mit dem Schreiben an den NMU  
KTSB-Gd/MI/GI vom 24.06.1988
- /43/ DBE  
Besprechungsbericht zum Fachgespräch "Standsicherheitsnachweis mit  
Lastfall Erdbeben" am 07.08.1989  
9K/51/-/Z/-/FA/BJ/0001/Rev. 01  
18.12.1989
- /44/ Assmann Ingenieurplanung GmbH, Braunschweig  
Tragwerksplanung  
Standsicherheitsnachweise (Statik)  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2, liegen in geprüfter Form bisher vor für:
- Pufferhalle und Abluftkamin  
(einschl. Prüfbericht v. Prof. Dröge, letzter Stand Nr. 4 v. 7.04.95,  
Prüfverz.-Nr. 9942/89)
  - Schachtkeller und Schachthallenwände  
(einschl. Prüfbericht v. Dipl.-Ing. Kelemen, letzter Stand Nr. 3 v. 20.07.94,  
Prüfverz.-Nr. 107/89)
  - Schachthallenanbau  
(einschl. Prüfbericht v. Dipl.-Ing. Kelemen; letzter Stand Nr. 4 v. 07.04.95,  
Prüfverz.-Nr. 89/89)
  - Förderturm  
(einschl. Prüfbericht v. Dipl.-Ing. Kelemen; letzter Stand Nr. 6 v. 16.12.93,  
Prüfverz.-Nr. 82/89)
  - Werkstatt und Sonderbehandlungsraum  
(einschl. Prüfbericht v. Dipl.-Ing. Kelemen; letzter Stand Nr. 4 v. 14.04.97,  
Prüfverz.-Nr. 9957/89)

- Umladehalle  
(einschl. Prüfbericht v. Prof. Dröge; letzter Stand Nr. 3 v. 02.05.95,  
Prüfverz.-Nr. 9941/89)
- Grubenwasserübergabestation  
(einschl. Prüfbericht v. Dipl.-Ing. Kelemen; letzter Stand Nr. 5 v. 02.09.96,  
Prüfverz.-Nr. 102/89)
- Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal  
(einschl. Prüfbericht v. Dipl.-Ing. Kelemen; letzter Stand Nr. 4 v. 12.02.97,  
Prüfverz.-Nr. 9958 und 9959/89)
- Schachtaufbauten: Treppenhaus und Schachtschleuse  
(einschl. Prüfbericht v. Dipl.-Ing. Kelemen; letzter Stand Nr. 8 v. 19.06.96,  
Prüfverz.-Nr. 82/89)
- Fugenbreiten  
(einschl. Prüfbericht v. Prof. Dröge; letzter Stand Nr. 1 v. 20.09.91,  
Prüfverz.-Nr. 10105/91)
- Abschirmwände  
(einschl. Prüfbericht v. Dipl.-Ing. Kelemen; letzter Stand Nr. 2 v. 22.02.91,  
Prüfverz.-Nr. 955/94)
- Betriebstechnik/Schornstein  
(einschl. Prüfbericht v. Prof. Dröge, letzter Stand Nr. 3 v. 05.03.97,  
Prüfverz.-Nr. 9901/88)
- Hauptleitstand  
(einschl. Prüfbericht v. Prof. Dröge, letzter Stand Nr. 3 v. 25.09.96,  
Prüfverz.-Nr. 9972/89)

/45/

WBK

Erprobung neuer Fördertechnik in Haupt- und Blindschächten,  
Forschungsbericht  
Bochum, Juni 1986

/46/

KTA-Regel 3902

Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken  
Fassung 06/92

- /47/ KTA-Regel 3903  
Prüfungen und Betrieb von Hebezeugen in kerntechnischen Anlagen  
Fassung 06/93
- /48/ WBK  
Stellungnahme zur Bremseinrichtung für die Fördermaschine Konrad 2  
der DBE (Az.: SPS-Mo/Ne)  
10.05.1989
- /49/ nicht besetzt
- /50/ GGVE  
Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung  
gefährlicher Güter mit Eisenbahnen  
(Gefahrgutverordnung Eisenbahn)  
22.07.1985
- /51/ nicht besetzt
- /52/ ICRP Publikation 56  
Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of  
Radionuclides: Part 1  
Pergamon Press 1990
- /53/ Gefahrgutverordnung Straße (GGVS)  
vom 17.11.1990;  
in der Ausgabe BGBl. I 1993, Seite 448
- /54/ ICRP Publikation 67  
Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of  
Radionuclides: Part 2  
Ingestion Dose Coefficients



- /55/ KTA 3601  
Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken  
Entwurf 10/79
- /56/ BfS  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium  
vom 28.12.1994 (Az.: VP)  
Fachgespräch "Organisation" am 05.12.1994 im Hause des NMU  
(Anlage zum Telefax des MU an den TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt vom  
24.01.1995 - Az.: 402-40326/03-4/2)
- /57/ NMU  
Planfeststellungsverfahren Konrad; Ergebnisvermerk zum Fachgespräch  
Betriebsorganisation/Qualitätssicherung am 16.10.1996  
AZ.: 402-40326/03-2/3.3.13  
18.11.1996
- /58/ Spang, A.  
Strahlenschutz-Fachkunde: Handbuch für Strahlenschutzbeauftragte im  
nicht-medizinischen Bereich  
2., neubearbeitete Auflage, Stand Oktober 1989,  
Verlag W. Kohlhammer
- /59/ BfS  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium und den Techni-  
schen Überwachungs-Verein Hannover e.V. vom 14.11.1989  
Az.: ET-B/Be/Op, 9K/551/KA/AC  
Fachgespräch elektrotechnische Einrichtungen/Blitzschutz am 20.11.1989
- /60/ nicht besetzt
- /61/ Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften  
Sammlung der Einzel-UVV der gewerblichen Berufsgenossenschaften  
UVV/VBG 4: Elektrische Anlagen und Betriebsmittel  
April 1979

- /62/ Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung - AtSMV) vom 14. Oktober 1992 (BGBl. I S. 1766; BGBl. III 751-14)
- /63/ nicht besetzt
- /64/ DIN/VDE 0832  
Straßenverkehrs-Signalanlagen (SVA)  
Stand: 01.02.1985
- /65/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln  
Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA)  
Stand: 1981
- /66/ BfS  
Radiochemische Bestimmung natürlicher Radionuklide in Gruben- und Oberflächenwässern: Untersuchungen zur radiologischen Situation in der Umgebung des geplanten Endlagers Schachanlage Konrad (Anlage zum Schreiben des MU, Az.: 402-40326/03-4/2, vom 30.08.1996)
- /67/ Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz und zur Änderung von Verordnungen zum Gerätesicherheitsgesetz vom 12.5.1993  
BGBl. 1993, Teil I, Seite 704  
mit Zweite Verordnung zur Änderung von Verordnungen zum Gerätesicherheitsgesetz vom 28.09.1995  
BGBl. 1995, Teil I, S. 1213
- /68/ DIN/VDE 0118, Teil 3 einschließlich Teil 3 AI (Entwurf)  
Errichten elektrischer Anlagen im Bergbau unter Tage, Zusatzfestlegungen für Fernmeldeanlagen  
Stand Teil 3: 01/1982  
Stand Teil 3 AI: 09/1985

- /69/ DIN/VDE 0800 Fernmeldetechnik  
Teil 1: Allgemeine Begriffe, Anforderungen und  
Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte  
Stand: 05/1989  
Teil 10: Übergangsfestlegungen für Errichtung und Betrieb der Anlagen  
sowie ihrer Stromversorgung  
Stand:05/1989
- /70/ DIN/VDE 0804 Fernmeldetechnik  
Zusatzfestlegung für die Herstellung und Prüfung der Geräte  
Stand:05/1989
- /71/ BMI/BMU-Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke  
Kriterium 2.9: Fluchtwege und Kommunikationsmittel
- /72/ RSK  
RSK-Leitlinien für Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren,  
BAnz. Nr. 69 vom 14.04.1982, letzte Änderung BAnz. Nr. 214 vom  
15.11.1996  
hier: Kapitel 12: Fluchtwege und Alarmierung
- /73/ KTA 3901  
Kommunikationsmittel für Kernkraftwerke  
Fassung 03/81
- /74/ VDE 0411, Teil 500 und Teil 500/A11  
Speicherprogrammierbare Steuerungen;  
Teil 2: Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen
- /75/ BFS  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium vom 28.03.1996  
ET 1.4/Hä/Ban/9K/1320/BA/AC/0167/00  
Planfeststellungsverfahren Konrad; Aktuelle Genehmigungsunterlagen

- /76/      Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Braunschweig  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium vom 10.11.1992,  
Relevanter Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen im Umkreis des  
Schachtes Konrad  
Az. XX 947 Pe/Wa  
sowie Kurzmitteilung des Niedersächsischen Umweltministeriums vom  
28.11.1994 an den TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V. mit Anlagen  
Az. 4036
- /77/      TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt  
Stellungnahme zur Ergänzenden Unterlage EG 58, Rev. 1,  
„Frequenzökonomischer Ersatzbetrieb (Post)“  
4.11.1996
- /78/      DIN ISO 7503-1  
Bestimmung der Oberflächenkontamination  
Beta-Strahler (Max. Beta-Energie  $E_{\beta\max}$  größer als 0,15 MeV)  
und Alpha-Strahler  
07.90
- /79/      KTA 3604  
Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe  
(mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken  
Fassung 6/83
- /80/      Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltver-  
träglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz  
- KrW-/AbfG) vom 27.09.1994 (BGBl I, 1994, S. 2705, zuletzt geändert durch  
das Gesetz zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren (Genehmi-  
gungsverfahrenbeschleunigungsgesetz - GenBeschIG)  
(BGBl Nr. 46 vom 18.09.1996, S. 1354)
- /81/      Allgemeine Durchführungsverordnung zur Niedersächsischen Bauordnung  
(DVNBauO)  
Fassung vom 11.03.1987

- /82/        Niedersächsisches Gesetz über den Brandschutz und die Hilfeleistung der  
              Feuerwehren (Niedersächsisches Brandschutzgesetz - NBrandSchG)  
              Fassung vom 29.02.1984
- /83/        Bauaufsichtliche Richtlinie über die brandschutztechnischen Anforderungen  
              an Lüftungsanlagen  
              (Musterentwurf)  
              Fassung Januar 1984
- /84/        Richtlinie für die Verwendung brennbarer Baustoffe im Hochbau (RbHB)  
              Fassung April 1978
- /85/        Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV)  
              Stand November 1996
- /86/        BMI  
              Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke  
              Bekanntmachung vom 21.10.1977
- /87/        RSK  
              RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren  
              3. Ausgabe vom 14.10.1981
- /88/        KTA-Regel 2101.1  
              Brandschutz in Kernkraftwerken  
              Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes  
              Fassung 12/85
- /89/        KTA 2101.2 (Regelentwurfsvorlage)  
              Brandschutz in Kernkraftwerken  
              Teil 2: Brandschutz an baulichen Anlagen  
              Fassung 04/97

- /90/ VDE 0833, Teil 1  
Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall, Allgemeine  
Festlegungen  
Fassung 01/89
- /91/ DIN 14675  
Brandmeldeanlagen, Aufbau  
Fassung 01/84
- /92/ Verband der Sachversicherer  
VdS 2095  
Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen, Planung und Einbau  
Fassung 08/93
- /93/ DIN 18095  
Rauchschutztüren  
Begriffe und Anforderungen  
Fassung 10/88
- /94/ DIN 4102, Teil 4  
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen Zusammenstellung und  
Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile  
Fassung März 1994
- /95/ KTA 2101.3 (Regelentwurf)  
Brandschutz in Kernkraftwerken  
Teil 3: Brandschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen  
Fassung 6/94
- /96/ Hosser, D.  
Rechnerische Nachweise für Brandschutzmaßnahmen  
Bericht im Auftrag der GRS  
Braunschweig, August 1987

- /97/      Bryl, S.  
          Brandsicherheit im Stahlbau,  
          Teil III: Brandbelastungen in Bürogebäuden  
          Europäische Konvention für Stahlbau  
          Köln 1974
- /98/      Hosser, D. e.a.  
          Statistische Ermittlung der Brandentstehungshäufigkeit und -ausbreitungswahrscheinlichkeit in Industriegebäuden,  
          Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben 1-5-460/86 des Instituts für Bautechnik  
          Kassel, Dezember 1987
- /99/      GRS  
          Optimierung von Brandschutzmaßnahmen und Qualitätskontrollen in Kernkraftwerken  
          GRS - 62, September 1985
- /100/     GRS  
          Handbuch zum Brand- und Explosionsschutz bei der Brennelementfertigung  
          GRS-A-1428, März 1988
- /101/     Verband der Sachversicherer  
          VdS 2092, Richtlinien für Sprinkleranlagen, Planung und Einbau  
          Fassung 6/87
- /102/     Verband der Sachversicherer  
          VdS 2093, Richtlinien für CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen, Planung und Einbau  
          Fassung 07/83
- /103/     Verband der Sachversicherer  
          VdS 2109, Richtlinien für Sprühwasser-Löschanlagen, Planung und Einbau  
          Fassung 08.90

- /104/ Bundesberggesetz (BBergG)  
Fassung vom 13.08.1980
- /105/ Verordnung über den Vertrieb von tragbaren Feuerlöschgeräten zur  
Verwendung im Bergbau unter Tage (Bergbau-Feuerlöschgeräte-VO)  
Fassung vom 24.04.1958
- /106/ A.G. Croff  
ORIGEN-2 A Revised and Updated Version of the Oak Ridge Isotope  
Generation and Depletion Code  
Oak Ridge National Laboratory  
ORNL-TM-5621, CCC-371  
July 1980
- /107/ TÜV Hannover e.V.  
Sicherheitsgutachten Kernkraftwerk Grohnde, Teil II  
Gutachten über eine geänderte Brennstoffzusammensetzung und geänderte  
Einsatzweise der Brennelemente  
Mai 1986
- /108/ BfS  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium vom 12.05.1997  
ET 1.4/Hä/Ban/9K/1320/BA/AC/0207/00
- /109/ Prof. Duddeck und Partner, Braunschweig  
Schacht Konrad: Gutachtliche Stellungnahme in geotechnischer Hinsicht und  
Gründungsplanung für die obertägigen Bauwerke am Schacht Konrad 1  
und 2 (EU 503 und EU 504)  
30.04.97



- /110/ Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld  
Stellungnahme zu gebirgsmechanischen Auswirkungen der im Plan  
angegebenen Temperaturerhöhung von 3 K an den Stößen der  
Einlagerungskammern infolge der Wärmeabgabe eingelagerter Abfallgebinde  
Schreiben an den Niedersächsischen Umweltminister vom 25.02.1988  
(Az.: 11.2-1/88-w3528 Bh. 3-I)
- /111/ Turner, Elrod, Siman-Tov  
HEATING5 - An IBM 360 Heat Conduction Program  
ORNL/CSD/TM-15  
March 1977
- /112/ Schmidt, H.  
Numerische Langzeitberechnung instationärer Temperaturfelder mit diskreter  
Quellenverteilung unter Berücksichtigung temperatur- und ortsabhängiger  
Stoffwerte  
Dissertation RWTH Aachen, 1971
- /113/ TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.  
Stellungnahme zu den möglichen radiologischen Auswirkungen eines  
unterstellten Flugzeugabsturzes auf die übertägigen Anlagen des geplanten  
Endlagers Konrad  
Januar 1997
- /114/ PTB  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium  
Az.: SE-5.2/Gt/St, 9K/1321/D/A  
PTB-Stellungnahme zum TÜV-Statusbericht vom 02.03.89  
zum Punkt 2.7: Kritikalitätssicherheit  
19.04.1989
- /115/ nicht besetzt

- /116/ PTB  
Ableitung einer Gesamtaktivität für Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler sowie für einzelne relevante Radionuklide aus den Sicherheitsanalysen zum geplanten Endlager Konrad  
PTB-SE-IB-40  
Oktober 1988
- /117/ American National Standard for Nuclear Criticality Control of Special Actinide Elements  
ANSI/ANS-8.15-1981  
1981
- /118/ DIN 25403, Teil 1  
Kritikalitätssicherheit bei der Verarbeitung und Handhabung von Kernbrennstoffen, Grundsätze  
Dezember 1991
- /119/ BMI  
Sicherheitsanforderungen für Kernbrennstoffversorgungsanlagen  
Juni 1983, Revisions-Entwurf Sept. 1996
- /120/ International Standard ISO 1709  
Nuclear energy - Fissile materials - Principles of criticality safety in handling and processing  
1995
- /121/ DIN 25474  
Maßnahmen administrativer Art zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit in kerntechnischen Anlagen, ausgenommen Reaktoren  
April 1987
- /122/ ISO-Norm 7753  
Nuclear energy - Performance and testing requirements for criticality detection and alarm systems  
1987

- /123/     GRS  
Handbuch zur Kritikalität  
Dezember 1985
- /124/     Atlantic-Richfield Hanford Company  
Richland, Washington  
Criticality Handbook, ARH 600  
1971
- /125/     Muhammad Arshad  
Entwicklung und Verifikation eines Programmsystems zur Berechnung von  
Spektren und gewichteten Gruppenkonstanten für thermische und  
epithermische Spaltstoffsysteme, IKE-Bericht 6-156  
April 1986
- /126/     JEF 1- Daten  
Index to the JEF-1 Nuclear Data Library Vol. 1 + 2 OECD NEA DATA BANK  
July 1985
- /127/     KENO 5a  
an Improved Monte Carlo Criticality Program  
NUREC/CR-0200 Volume 2, Section FII  
Dezember 1984
- /128/     K. Rölliig et.al.  
Auslaugung von abgebrannten HTR-Brennelementen  
unter Endlagerbedingung  
Jahrestagung Kerntechnik 1985, S. 377
- /129/     Actinides Reviews  
Elsevier Publishing Company, Amsterdam 1971

- /130/ J.A. Buchholz  
SCALE: A Modular Code-System for Performing Standardized Computer  
Analyses for Licensing Evaluation  
ORNL/NUREG/CSD-2, 1980
- /131/ TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.  
Stellungnahme zur Freigabe von Abfällen und Reststoffen aus dem Kontroll-  
bereich des Endlagers Konrad zur Beseitigung wie gewöhnliche Abfälle oder  
zur schadlosen Wiederverwertung und -verwendung  
08.07.1997
- /132/ R. Warnemünde et.al  
Analytical Calculations of 1-d Flux Distributions Based on 1-d and 2-d  
Transport Calculations,  
6. Int. Conf. Rad. Shielding, Tokyo 1983
- /133/ P.F. Sauermann  
Strahlenschutz durch Abschirmung  
Verlag Karl Thiemig, Minden  
1976
- /134/ R. Dömer, H.G. Vogt  
Schwächung von Photonenstrahlung von Radionukliden Universität  
Hannover, Zentraleinrichtung für Strahlenschutz  
April 1982
- /135/ R.E. Lynch et.al  
A Monte-Carlo-Calculation of Air-Scattered Gamma-Rays ORNL 2292,  
Physics and Mathematics.
- /136/ R.G. Jaeger et.al  
Engineering Compendium on Radiation Shielding  
Springer Verlag New York Inc.  
1968

- /137/ Hubbel, J.H.  
Photons Cross Section, Attenuation Coefficients and Energy Absorption  
Coefficients from 10 keV to 100 GeV  
NSRDS-NBS 29, National Bureau of Standards  
(August 1969)
- /138/ Hubbel, G.H.  
Present status of photon cross section data 100 eV to 100 GeV  
International Symposium on Radiation Physics,  
Calcutta, India, Nov. 30 - Dec. 4, 1974
- /139/ DBE  
Schreiben an den TÜV Hannover e.V. vom 23.03.1990  
T-Ne/Kra/He/9K/JC/AD/0001/00  
Projekt Konrad - Stapelfahrzeug/Transportwagen, Brandlasten durch  
Farbanstrich
- /140/ BMI  
Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei der Durchführung von  
Instandhaltungsarbeiten in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor:  
Teil II: Die Strahlenschutzmaßnahmen während der Inbetriebsetzung und des  
Betriebes der Anlage  
Rdschr. d. BMI vom 04.08.1981 - RS II 3 - 515 800/5
- /141/ KTA 1301.1  
Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und  
Betrieb von Kernkraftwerken  
Teil 1: Auslegung  
Fassung 11/89
- /142/ KTA 1301.2  
Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und  
Betrieb von Kernkraftwerken  
Teil 2: Betrieb  
Fassung 06/89 einschl. Berichtigung v. 29.06.1991

- /143/     DIN 25415, Teil 1  
Dekontamination von radioaktiv kontaminierten Oberflächen  
Verfahren zur Prüfung und Bewertung der Dekontaminierbarkeit  
Ausgabe 8/88
- /144/     NMU  
Schreiben an das BfS vom 30.11.1989  
Az.: 402-40 326/03-2/3.3.5  
Ergebnisse des Fachgespräches Strahlenschutz  
vom 10.11.1989
- /145/     DBE  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2: Auslegungsanforderungen gegen  
seismische Einwirkungen  
Ersteller: Prof. Harbord, TU Berlin mit Assmann Ingenieurplanung,  
Braunschweig  
Ordner 1  
Klassifizierung, Methodenuntersuchung, Förderturm  
9K/5192/2200/-I-I-FA/TT/0004/02 vom 29.12.88  
Ordner 2:  
Umladehalle  
1. Fassung 9K/51732/-ZEAI-I-FA/ET/0001/00 vom 26.07.88  
2. Fassung 9K/51732/-ZEAI-I-FA/ET/0005/00 vom 06.06.93  
Ordner 3  
Förderturm Schacht Konrad 2  
3. Fassung 9K/5192/-ZAAI-I-FA/ET/0008/00 vom 02.02.93  
Ordner 4  
Sonderbehandlung, Werkstatt, Übergabebereich, Trocknungsanlagen  
9K/5192/2200/-I-I-FA/TT/0006/00 vom 18.08.89  
Revision 01 9K/51732/-ZEAI-I-FA/ET/0002/-I vom 05.06.93  
Ordner 5  
Schachthallenanbau  
2. Fassung 9K/5192/-ZAAI-I-I-FA/ET/0009/00 vom 06.07.93  
Schachtkeller  
9K/5192/-ZAAI-FA/ET/0004/00 vom 29.09.89

Schachthallenwände über dem Schachtkeller

9K/5192/-/ZAA/-/FA/ET/0006/00 vom 22.02.91

Ordner 6

Pufferhalle und Abluftkamin der Umladeanlage

9K/51732/-/ZEBI/-/FA/ET/0001/00 vom 13.10.89

Ordner 7

Lüftergebäude, Diffusor und Abwetterkanal

1. Fassung 9K/5175/-/ZTE/-/FA/ET/0001/00 vom 29.05.90

2. Fassung 9K/5175/-/ZTE/-/FA/ET/0002/00 vom 15.06.94

Ordner 8

Grubenwässer-Übergabestation

9K/5141/-/ZRHI/-/FA/ET/0001/00 vom 07.09.90

mit:

- 1. Nachtrag zum Standsicherheitsnachweis

Grubenwässerübergabestation vom 19.03.91

- EDV-Protokolle

Bemessungsgrößen auf der Grundlage des

KTA-Spektrums zur Auslegung der Bodenwanne

9K/5141/-/ZRHI/-/FA/LII/0008 u. 0009 u. 0010/00 vom 17.01.91

Ordner 9

Betriebstechnik/Schornstein

9K/51732/-/02ZTGI/-/FA/ET/0001/00 vom 12.09.90

Ordner 10

Abschirmwände/Außenanlagen

9K/5141/-/ZZWI/-/FA/ET/0001/00 vom 21.09.90

Ordner 11

Hauptleitstand (Umladeanlage)

9K/51732/-/ZEAI/-/FA/ET/0003/00

vom 19.10.90

Ordner 12

Schachtaufbauten: Treppenhaus und Schachtschleuse

1. Fassung 9K/5192/-/ZAA/-/FA/ET/0007/00 vom 26.09.91

2. Fassung 9K/5192/-/ZAA/-/FA/ET/0010/00 vom 05.05.94

Ordner 14

Ermittlung der Fugenbreiten innerhalb und außerhalb der Gebäude

9KJ-I-I-ZI-I-I-FA/ET/0003/00 vom 20.03.91

Ordner 15

Umladehalle, Ergänzende Untersuchung zur Bewertung der

Plattenbalkenwirkung zwischen Hallenwänden und Stützen

9KJ51732I-I-ZEAI-I-FA/ET/0004/00 vom 19.02.92

/146/

KTA 1201

Anforderungen an das Betriebshandbuch

Fassung 12/85 (Regeländerungsentwurf 06/97)

/147/

DBE

Auslegungsanforderungen gegen seismische Anforderungen

Ordner 16

Methodisches Konzept zur Ermittlung von Etagenantwortspektren zur

Auslegung leichter Komponenten

9KJ-I-I-I-I-FA/ET/0001/00 vom 03.03.92

/148/

ICRP Publication 32

Limits for Inhalation of Radon Daughters by Workers Pergamon Press 1981

/149/

OECD

Dosimetry Aspects of Exposure to Radon and Thoron Daughter Products

NEA Experts Report 1983

/150/

BGA

Amtliche Zusammenstellung der Dosisfaktoren,

Teil III Ingestion und Inhalation - Erwachsene

(zur StrlSchV, Anlage XI, Nr. III.I)

1988



- /151/      SSK  
Empfehlung der SSK zur Begrenzung der beruflichen Exposition durch  
Inhalation kurzlebiger Radon-222-Zerfallsprodukte  
(verabsch. in der 31. Sitzung am 16./17.10.1980)
- /152/      DBE  
Auslegungsanforderungen gegen seismische Anforderungen  
(Prof. Harbord/Assmann Beraten und Planen), Schachteinbauten -  
Schachtstühle und Medienver/-entsorgung, 2. Fassung  
9K/5192/-/02ADD/-/FA/ET/0001/00 vom 09.05.96
- /153/      BMU  
Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der  
Körperdosen (§§ 62, 63, 63a StrlSchV; §§ 35, 35a RÖV)  
GMBI Nr. 7 vom 2.03.1994, S. 286
- /154/      KTA-Regel 1501  
Ortsfestes System zur Überwachung von Ortsdosisleistungen innerhalb von  
Kernkraftwerken  
Fassung 06/91
- /155/      KTA-Regel 1503.1  
Überwachung der Ableitung gasförmiger und aerosolgebundener radioaktiver  
Stoffe  
Teil 1: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminabluft bei  
bestimmungsgemäßigem Betrieb  
Fassung 06/93
- /156/      DBE  
Beanspruchung der Förderseile im Schacht Konrad 2 durch  
ein Erdbeben  
9K/5192/-/02ADD/AQ/SQ/JD/BZ/0001/- vom 30.05.89

- /157/      BfS  
Schreiben vom 21.04.1994  
ET1.4/Hä/St9K/1320/BA/AC/0072/00  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2, Lüftergebäude mit Diffusor und  
Abwetterkanal  
mit Anlage (Schreiben der DMT an DBE vom 6.12.1993)
- /158/      KTA-Regel 1504  
Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser  
Fassung 06/94
- /159/      BMU  
Bekanntmachung der Dosisfaktoren  
Äußere Exposition - Erwachsene und Kleinkinder (1 Jahr)  
Ingestion und Inhalation - Kleinkinder (1 Jahr)  
Ingestion und Inhalation - Erwachsene  
vom 05.09.1989  
(Bundesanzeiger 185a, S. 29, vom 30.09.1989)
- /160/      Gemeinde Edemissen  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium vom 12.12.1991,  
Behördenbeteiligung  
Az. 6620-05 Vö/Scha
- /161/      Westhaus, K.H., u.a.  
Brandversuch in einem Stadtbahntunnel aus gewellten Stahlblechen in  
Gelsenkirchen  
Tunnel-Sonderausgabe , April 1987,  
Verlag Bertelsmann Fachzeitschriften GmbH
- /162/      ICRP Publication 69  
Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of  
Radionuclides: Part 3  
Ingestion Dose Coefficients  
Pergamon Press 1995

- /163/ ICRP Publication 71  
Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of  
Radionuclides: Part 4  
Inhalation Dose Coefficients  
Pergamon Press 1995
- /164/ ICRP Publication 72  
Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of  
Radionuclides: Part 5  
Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients  
Pergamon Press 1996
- /165/ BMU  
Meldekriterien und Meldeverfahren für besondere Vorkommnisse in Anlagen  
der Versorgung und der Entsorgung des Kernbrennstoffkreislaufes  
Rd.Schr. d. BMU v. 31. Mai 1988 - RSII5(w)-513808/2
- /166/ IAEA  
Code on the safety of nuclear power plants: Governmental Organization  
Safety Series No. 50-C-G (Rev. 1)  
Wien 1988
- /167/ Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK) GmbH  
Prüfung zulässiger Aktivitätsinventare in radioaktiven Abfallgebinden  
(KfK-4344)  
März 1988
- /168/ Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie Richtlinie 12, Laboratorien  
Ausgabe April 1982
- /169/ OBA Clausthal-Zellerfeld  
Schreiben an den NMU vom 23.12.1988  
-Az.: 11.2-6/88-w 3528 Bh.3-I  
(Stellungnahme zu Randbedingungen der Systemanalyse Konrad, Teil 3,  
GRS-A-1216 (April 1986))

- /170/ SSK  
Strahlenschutzgrundsätze zur schadlosen Wiederverwertung und -verwendung von schwachradioaktivem Stahl und Eisen aus Kernkraftwerken  
Bundesanzeiger Nr. 9 vom 09.01.1988
- /171/ SSK  
Strahlenschutzgrundsätze zur schadlosen Wiederverwertung und -verwendung von schwachradioaktivem Nichteisenmetall aus Kernkraftwerken  
Bundesanzeiger Nr. 79 vom 28.04.1993
- /172/ DBE  
Protokoll zum Fachgespräch über Vergleichende Analyse des Versatzverfahrens der Grube Konrad am 30.11.1989  
9KJ-1-1-1-1/BA/BE/0226  
15.12.1989
- /173/ Versuchsgrubengesellschaft mbH  
Brände in Grubenbauen mit unterschiedlichen Neigungen sowie deren wettertechnische Auswirkungen, Schlußbericht  
30.09.1988
- /174/ A. Rempe, G. Rodewald  
Brandlehre  
ISBN 3-17-008381-3  
Stuttgart 1985
- /175/ Arbeitsgemeinschaft Feuerschutz (AGF)  
Brände von Erdölprodukten in Tanks, Versuche und Rechenmodell  
Forschungsbericht Nr. 21  
1971

- /176/ TÜV Hannover e.V.  
Verhalten von freigesetzten aktiven Aerosolen bei mechanischen Lastfällen  
im Endlager Konrad  
Bericht 2/87  
März 1987
- /177/ SSK  
Verfahren und Kriterien für die Freigabe von Gebäuden mit geringfügiger  
Radioaktivität zum Abriß oder zur Weiternutzung  
Bek. d. BMU vom 08.02.1996
- /178/ SSK  
Ergebnisprotokoll der 88. Sitzung des Ausschusses "Radioökologie" der SSK,  
26./27. Mai 1988  
SSK/S4-88  
RS II 2-517025-5/2
- /179/ DIN 25413  
Klassifikation von Abschirmbetonen nach Elementanteilen  
Teil 1: Abschirmung von Neutronenstrahlung (7/91)  
Teil 2: Abschirmung von Gammastrahlung (7/91)
- /180/ BfS  
Schreiben vom 25.04.1991  
9K/1321/DA/AC/0014  
LKW-Trocknung
- /181/ nicht besetzt
- /182/ BfS  
Schreiben ET 1.4 /Hä/St vom 09.03.1993 an das Niedersächsische  
Umweltministerium  
Anzahl der Versatzwände

- /183/ BfS  
Schreiben 9K/1320/BA/AC/0038/00 vom 18.06.1993 an das  
Niedersächsische Umweltministerium  
Optimierung der Arbeitsplätze
- /184/ BfS  
Schreiben 9K/1320/BA/AC/0038/00 vom 12.08.1993 an das  
Niedersächsische Umweltministerium  
Korrektur des Schreibens 9K/1320/BA/AC/0031/00 vom 18.06.1993  
zum 24. Projektgespräch
- /185/ SSK  
Zur Festlegung von Freigabekriterien und Freigabeverfahren von Abfällen mit  
geringfügiger spezifischer Aktivität zur Beseitigung wie gewöhnliche Abfälle  
Entwurf einer Empfehlung, 08.12.1994
- /186/ Deutsche Montan Technologie für Rohstoffe, Energie, Umwelt (DMT)  
Gutachten Nr. 11031490 über die Stabilität der Bewetterung für den Störfall  
in der Einlagerungsphase Feld 5/1 auf dem Endlagerbergwerk Konrad in  
Salzgitter 09.04.90 mit Nachtrag vom 01.06.90
- /187/ TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.  
Stellungnahme zu der Realisierungsmöglichkeit einer Filteranlage für die  
Grubenwetter der Schachanlage Konrad (KTSS-Dr. Ri/Ht/Mch/Fl)  
03.09.1992
- /188/ VDI 3814 Bl. 1-4  
Gebäudeleittechnik  
Stand 06/90
- /189/ Poschner, J.; Schaller, G.  
Richtwerte für die spezifische Aktivität von schwach radioaktiv kontaminierten  
Abfällen, die konventionell entsorgt werden  
BfS-ISH-169/95

- /190/      SSK  
Verfahren und Kriterien für die uneingeschränkte Freigabe von Stoffen mit geringfügiger Radioaktivität aus genehmigungspflichtigem Umgang  
Entwurf einer Empfehlung, 08.12.1995
- /191/      BMU  
Schreiben an die obersten Landesbehörden vom 16.02.1995  
Vollzug der Strahlenschutzverordnung  
hier: Freigabe radioaktiver Abfälle zur Beseitigung wie gewöhnliche Abfälle
- /192/      SFK  
Kriterien zur Beurteilung akzeptabler Schadstoffkonzentrationen  
Bericht SFK-GS-02  
Stand: 31.12.1993
- /193/      DIN 25466  
Radionuklidabzüge: Regeln für die Auslegung und Prüfung  
Oktober 1995
- /194/      IAEA  
Clearance levels for radionuclides in solid materials  
Application of exemption principles  
Interim report for comment  
IAEA-TECDOC-855  
IAEA, Wien 1996
- /195/      BMI  
Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 23.02.1983 zur Änderung der ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), GMBI. 1983, S. 94

- /196/ B. Duchemin  
Decay Heat Calculation  
An International Nuclear Code Comparison  
C. Nordborg  
Laboratoire de Metrologie des Rayonnements Ionisants C.E.N., Saclay,  
France  
NEA Data Bank  
Gif-sur-Yvette, France
- /197/ BfS  
Schreiben an den TÜV Hannover vom 30.10.1991  
ET 1.4 /Sa/Ban/9 K/1321/D/ED/0361/00  
Stellungnahme des BfS zum Statusbericht des TÜV Hannover (Stand: August  
1991)
- /198/ BfS  
Schreiben an den TÜV Hannover vom 16.04.1991  
ET 1.4 /Sa/St/9 K/1321/D/ED/0255/00  
Stellungnahme zu den Hinweisen des TÜV Hannover  
hier: Hinweise Nr. 1.51.-01 und 1.5.2-02
- /199/ BfS  
Schreiben an den TÜV Hannover vom 27.06.1990  
ET 1.4/Sa/Ban/9 K/1321/D/ED  
Vermerk Dr. Illi/ET 2.4 vom 13.06.1990, EU 364 - Wärme-Q-Werte beim  
Zerfall von Fe 55 und Ni 59



- /200/      BfS  
Schreiben an den TÜV Hannover vom 29.10.1990  
ET 1.4/Sa/Ban 9K/1321/D/ED  
E. Warnecke, A. Hollmann  
Erwartungswerte für Einzelnuclide und Gesamtaktivitäten im Endlager Konrad  
Braunschweig 28. März 1989  
E. Warnecke, A. Hollmann  
Erwartungswerte für Einzelnuclide und Gesamtaktivitäten im Endlager  
Konrad, Änderung durch WA im Ausland
- /201/      BfS  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium und den TÜV  
Hannover e.V. vom 26.02.1993  
Az.: ET 1.4/Hä/Ban - 9K/1320/DA/AC/0038/00  
Stellungnahme des BfS zum Aktivitätsfluß
- /202/      BfS  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium und den TÜV  
Hannover e.V. vom 15.08.1991  
Az.: ET 1.4/GT/Rie - 9K/1321/DA/AC/0027/00  
19. Projektgespräch Konrad am 31.05.1991, TOP D.4. "Eignung der  
Kammerabschlußbauwerke"
- /203/      BfS  
Schreiben an die DBE vom 10.07.1992  
Zeichen ET 2.3/Wo/Fe  
9K/5330/BA/BA/0022/00
- /204/      G.P. de Beer, A.E. Language, Jeannette I. Thompson  
Pelshie-2  
A revised version of the general purpose shielding program for point and  
extended gamma-ray sources  
Atomic Energy Board  
Pelindaba, Pretoria, Oktober 1979

- /205/ C.A. Negin, G. Worku  
MicroShield, Version 4  
Grove 92-2, 1992
- /206/ ESIS Newsletter  
No. 25, April 1978 und No.29, April 1979
- /207/ ICRP Publication 60  
1990 Recommendations of the International Commission on Radiological  
Protection  
Pergamon Press 1991
- /208/ Rat der Europäischen Union  
Richtlinie 96/29/ Euratom des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der  
grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der  
Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende  
Strahlungen  
Amtsblatt L 159 vom 29.06.1996
- /209/ D. Beninson  
The Underlying Philosophy of the Commission's Recommendations  
Vortrag auf der Tagung: Recommendations of the International Commission  
on Radiological Protection, London 1991  
Documentation E7270
- /210/ Proceedings of the European Commission  
Fourth European Scientific Seminar on Radiation Protection Optimization:  
"Achievements and opportunities" (EUR 15234 EN)  
Luxembourg 1993
- /211/ ICRP Publication 47  
Radiation Protection of Workers in Mines.  
Pergamon Press 1985

- /212/ ICRP Publication 50  
Lung Cancer Risk from Indoor Exposures to Radon Daughters  
Pergamon Press 1987
- /213/ BEIR Report IV  
Health Risks of Radon and Other Internally Deposited Alpha-Emitters  
National Academy Press 1988
- /214/ National Research Council  
Comparative Dosimetry of Radon in Mines and Homes  
Companion to Health Risks of Radon and Other Internally Deposited  
Alpha-Emitters (BEIR IV)  
Panel on Dosimetry Assumptions Affecting the Application of Radon Risk  
Estimates  
Board on Radiation Effects Research, Commission on Life Sciences, National  
Research Council  
National Academy Press Washington D.C. 1991
- /215/ BfS  
Stellungnahme zum "Zwischenbericht zur Begutachtung März 1990" des TÜV  
Hannover, Teil 2  
04.05.1990
- /216/ BfS  
Schreiben an den TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt vom 22.01.1993  
Az.: T-KT 7/Du/Vor  
Strahlenschutzstützpunkt Füllort 850 m
- /217/ Einsatz- und Ausbildungsanleitung für Feuerwehren im Lande  
Niedersachsen; Strahlenschutzrahmenvorschrift (Feuerwehrdienstvorschrift  
9/1)  
RdErl. d. MI v. 26.08.1992 - 35-13221-9/1

- /218/     DIN 55991  
Beschichtungen für kerntechnische Anlagen  
Teil 1:     Anforderungen und Prüfung  
            (8/83, Entwurf 9/93)  
Teil 3:     Planung und Ausführung von Beschichtungsarbeiten  
            (Entwurf 7/92)
- /219/     BMI  
Richtlinie für das Verfahren zur Vorbereitung und Durchführung von  
Instandhaltungs- und Änderungsarbeiten in Kernkraftwerken  
Bek. d. BMI v. 01.06.1978 - RS I 6 - 513130/4  
GMBI. Nr. 22 vom 17.07.1978
- /220/     NLfB  
Begutachtung der Antragsunterlagen zum Planfest-stellungsverfahren für ein  
"Endlager für radioaktive Abfälle in der Schachtanlage Konrad/Salzgitter und  
der sicherheitstechnischen Realisierbarkeit aus geowissenschaftlicher Sicht"  
3. Zwischenbericht 1985
- /221/     NLfB  
Schreiben vom 28.09.1992 an das Niedersächsische Umweltministerium  
Uran/Thorium-Gehalt des Grubengesteins
- /222/     nicht besetzt
- /223/     nicht besetzt
- /224/     DIN 28052  
Chemischer Apparatebau; Oberflächenschutz mit nichtmetallischen  
Werkstoffen für Bauteile aus Beton in verfahrenstechnischen Anlagen, Teil 2:  
Anforderungen an den Untergrund (8/93)
- /225/     Bergverordnung zum gesundheitlichen Schutz der Beschäftigten  
(Gesundheitsschutz-Bergverordnung - GesBergV)  
vom 31.07.1991

- /226/ Reim, K. et al.  
Schutz vor Radongas im Untertagebau.  
Verlag Glückauf GmbH Essen 1986
- /227/ Ullmann, W.  
Strahlenschutz bei beruflicher Strahlenbelastung durch Inhalation kurzlebiger  
Radonprodukte  
Kernenergie 31 (1988), 458
- /228/ Curling, C.A. et al.  
Optimization of Filtration for Reduction of Lung Dose from Rn Decay  
Products:  
Part I - Theoretical and Part II - Experimental  
Health Physics 59 (1990), 267
- /229/ NCRP Report No. 97  
Measurements of Radon and Radon Daughters in Air  
1988
- /230/ Reineking, A.; Porstendörfer, G.  
"Unattached" Fraction of Short-Lived Rn Decay Products in Indoor and  
Outdoor Environments:  
An Improved Single-Screen Method and Results.  
Health Physics 58 (1990), 715
- /231/ Li, C.; Hopke, P.  
Efficacy of Air Cleaning Systems in Controlling Indoor Radon Decay Products.  
Health Physics 61 (1991), 785
- /232/ BfS  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium  
ET 1.4/Hä/lm - 9K/1320/DA/AC/0041/00 vom 16.06.1993  
Mitteilung über die Begrenzung der jährlich einlagerbaren  
flüchtigen Kr 85-Aktivität

- /233/ KTA-Regel 1202  
Anforderungen an das Prüfhandbuch  
Fassung 6/84
- /234/ KTA-Regel 3502  
Störfallinstrumentierung  
Fassung 11/84
- /235/ Deutscher Ausschuß für Stahlbeton (DAfStb)  
Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen  
Teil 1: Allgemeine Regelungen mit Planungsgrundsätzen (8/90)  
Teil 2: Bauplanung und Bauausführung (8/90)
- /236/ nicht besetzt
- /237/ Regelentwurf KTA 1503.2  
Überwachung der Ableitung gasförmiger und aerosolgebundener radioaktiver  
Stoffe  
Teil 2:  
Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei  
Störfällen  
Fassung 06/92
- /238/ Institut für Bautechnik, Berlin  
Richtlinie: Standsicherheits- und Brauchbarkeitsnachweise für beschichtete  
Auffangräume aus Stahlbeton zur Lagerung wassergefährdender  
Flüssigkeiten (01/89)  
Mitteilungen des IfBt 2/1989

- /239/ DBE  
Aufstellung der nach NBauO zu prüfenden oder bei der Prüfung zu berücksichtigenden baulichen Anlagen Konrad  
9KJ-I-/Z/-I-/DC/MA/0001/00  
25.06.1997  
(Anlage zum Schreiben des MU Hannover vom 02.07.1997  
Az.: 402-40326/03-6/1.2)
- /240/ Ingenieurbüro Prof. Duddeck und Partner, Braunschweig  
Gutachtliche Stellungnahme im Auftrag des Nds. Umweltministers zu EU 36.25 und EU 345 Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung zu den Tagesanlagen Schacht Konrad 1 und 2  
vom 04.08.92
- /241/ OBA Clausthal-Zellerfeld  
Richtlinien des Oberbergamtes in Clausthal-Zellerfeld für den Einsatz gleisloser Fahrzeuge und Erdbaumaschinen im Übertage-Betrieb  
(Az.: 8/80 - B III a 5.1.2 IV)  
15.09.1980
- /242/ DIN-ISO 668  
ISO-Container der Reihe 1  
Klassifikation, Maße, Gesamtgewichte  
Fassung: Oktober 1988
- /243/ DIN-ISO 1161  
ISO-Container der Reihe 1  
Eckbeschläge, Anforderungen  
Fassung: Juli 1981
- /244/ DIN-ISO 1496  
ISO-Container  
Spezifikation und Prüfung, Stückgut-Container  
Fassung: Februar 1987

- /245/ nicht besetzt
- /246/ Verband der Sachversicherer  
VdS 2092- Übergangsregelung S1/91  
Richtlinien für Sprinkleranlagen, Planung und Einbau
- /247/ Niedersächsisches Landesamt für Statistik  
Statistische Berichte Niedersachsen  
Bodennutzung und Ernte 1991
- /248/ Industrie- und Handelskammer Braunschweig  
Industrielliste ab 10 Beschäftigte  
Stand: 26.03.1993
- /249/ Bezirksregierung Braunschweig  
Genehmigung Verkehrslandeplatz Salzgitter-Drütte vom 14.10.1992  
Anlage zum Schreiben an den TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt vom  
08.07.1993 - Az.: 306.30311-2
- /250/ Deutsche Flugsicherung GmbH  
Streckenkarte N1 Unterer Luftraum  
Stand: 19.08.1993
- /251/ Niedersächsisches Landesamt für Statistik  
Statistisches Taschenbuch Niedersachsen  
1992
- /252/ Staatliches Amt für Wasser und Abfall Braunschweig  
Pegeldaten Vechelde, Aue und Wendeburg, Aue  
Schreiben an den TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt  
vom 13.07.1993



- /253/      DIN EN ISO 9001 Ausgabe 8/94  
            Qualitätsmanagementsysteme  
            Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in  
            Design, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung
- /254/      nicht besetzt
- /255/      Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen  
            (Strahlenschutzverordnung- StrlSchV) in der (überholten) Fassung vom  
            13.10.1976
- /256/      BfS  
            Planfeststellungsverfahren Konrad  
            Zusätzliche Maßnahmen zur Minimierung der radiologischen Auswirkungen  
            bei untertägigen Störfällen im Endlager Konrad  
            Az.: ET 1.4/Hä/St; 9K/1320/BA/AC/0026/00  
            vom 29.06.1993
- /257/      nicht besetzt
- /258/      nicht besetzt
- /259/      nicht besetzt
- /260/      Amt für Wirtschaft und Statistik, Referat Öffentlichkeitsarbeit,  
            Salzgitter-Kurzinformation, Ausgabe 1993
- /261/      Niedersächsisches Landesamt für Statistik  
            Statistische Berichte Niedersachsen  
            Bevölkerung der Gemeinden am 31.Dezember 1991
- /262/      Stadt Braunschweig, Amt für Stadtentwicklung und Stadtmarketing  
            Braunschweiger Statistische Monatsberichte  
            53. Jahrgang / Nr.10 - Oktober 1993

- /263/ Landwirtschaftskammer Hannover  
Schreiben an den Niedersächsischen Umweltminister  
vom 09.02.1988 - Az: 45-295  
Entnahme von Beregnungswasser aus der Vorflut für die Schachtanlage  
Konrad
- /264/ BMI  
Zusammenstellung der in atomrechtlichen Genehmigungs- und  
Aufsichtverfahren für Kernkraftwerke zur Prüfung erforderlichen  
Informationen,  
Beschuß des Länderausschusses für Atomenergie - Kerntechnische Anlagen  
- vom 7.September 1982  
BAZ Nr.6 vom 11.01.1983
- /265/ BMI  
Bewertungsdaten für die Eigenschaften von Kernkraftwerksstandorten aus  
der Sicht von Reaktorsicherheit und Strahlenschutz  
Umweltinformationen des Bundesministers des Inneren zur Umweltplanung  
und zum Umweltschutz Nr.43, 1975
- /266/ SSK  
Die Exposition durch Radon und seine Zerfallsprodukte in Wohnungen in der  
Bundesrepublik Deutschland und deren Bewertung  
Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 19, 1992
- /267/ Bundesamt für Gesundheitswesen  
Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz 1992  
Fribourg, Juli 1993
- /268/ Richtlinie VDI 3782, Blatt 3 (6/85)  
Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre, Berechnung der  
Abgasfahnenüberhöhung

- /269/ H. Wildermuth, R. Haubelt  
Abschätzung mittlerer Kaminüberhöhungen für kalte Quellen  
Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz  
BMU-1990-265
- /270/ DIN 18550, Teil 2  
Putz; Putze aus Mörteln mit mineralischen Bindemitteln, Ausführung (1/85)
- /271/ DIN 25414  
Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken  
Juni 1991
- /272/ DIN 25425, Teil 1  
Radionuklidlaboratorien  
Regeln für die Auslegung  
Mai 1984
- /273/ DIN 25496  
Lüftungstechnische Komponenten in kerntechnischen Anlagen  
Mai 1992
- /274/ DIN 1946  
Raumluftechnik  
Teil 1: Grundlagen  
(10.88)  
Teil 2: Gesundheitstechnische Anforderungen  
(01.83)
- /275/ Deutsche Flugsicherung GmbH  
Luftfahrthandbuch Bundesrepublik Deutschland  
Stand: 1994
- /276/ Deutscher Wetterdienst  
Klimaatlas von Niedersachsen  
Offenbach, 1964

- /277/ Manier, G.; Grimm, E.  
Dreidimensionale Häufigkeitsverteilungen von Windgeschwindigkeit,  
Windrichtung und Ausbreitungsklasse  
TH Darmstadt, Sektion Meteorologie  
1974
- /278/ Deutscher Wetterdienst Offenbach  
Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium vom 18.09.1992  
Az.: K5/60.30.54/b
- /279/ J. C. Kelly, R. U. Mulder, C. J. Babad  
Experimental Investigation of the Iodine Partition Coefficient  
Nuclear Technology, Vol. 71, November 1985
- /280/ BfS  
Krypton 85 / Vorläufige Einlagerungsbedingungen Konrad  
ET 1.4/Hä/St 9K/1320/DA/AC/0030/00  
Schreiben vom 22.01.1992 an NMU
- /281/ DIN 18560, Teil 1  
Estriche im Bauwesen; Begriffe, Allgemeine Anforderungen, Prüfung (5/92)
- /282/ DIN 1048  
Prüfverfahren für Beton; Frischbeton (6/91)
- /283/ KTA 2201.3  
Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen  
Teil 3: Auslegung der baulichen Anlagen  
(Regelvorlage 06/91)
- /284/ KTA 2201.4  
Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen  
Teil 4: Anforderungen an Verfahren zum Nachweis der Erdbbensicherheit  
für maschinen- und elektrotechnische Anlagenteile  
(06/90)

- /285/     DIN 25449  
Auslegung der Stahlbetonbauteile von Kernkraftwerken unter Belastungen  
aus inneren Störfällen  
(05.87)
- /286/     Verband der Sachversicherer  
VdS 2108, Richtlinien für Schaumlöschanlagen, Planung und Einbau  
Fassung 02/85