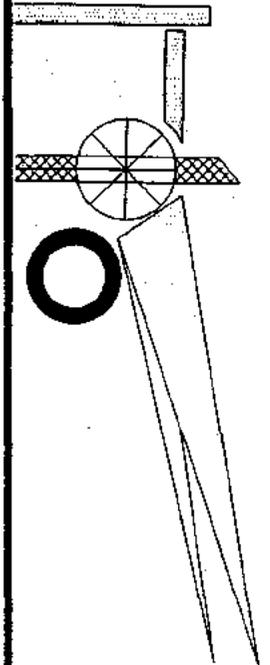


**UMWELTVERTRÄGLICHKEITSGUTACHTEN
ENDLAGER SCHACHT KONRAD**

**(Gutachten zur Vorbereitung
der Zusammenfassenden Darstellung
nach § 11 UVPG und zur Bewertung
der Umweltwirkungen nach § 12 UVPG
im Rahmen des atomrechtlichen
Planfeststellungsverfahrens)**



**Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure**

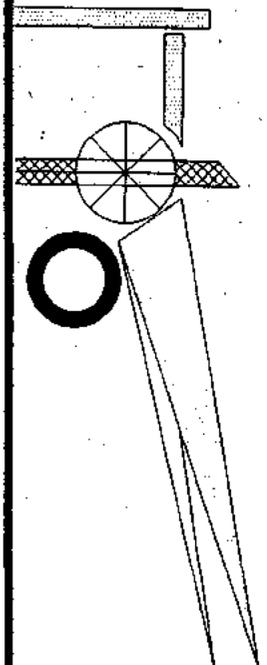


**UMWELTVERTRÄGLICHKEITSGUTACHTEN
ENDLAGER SCHACHT KONRAD**

**(Gutachten zur Vorbereitung
der Zusammenfassenden Darstellung
nach § 11 UVPG und zur Bewertung
der Umweltwirkungen nach § 12 UVPG
im Rahmen des atomrechtlichen
Planfeststellungsverfahrens)**



**Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure**



- ENDBERICHT -

1993

UMWELTVERTRÄGLICHKEITSGUTACHTEN ENDLAGER SCHACHT KONRAD

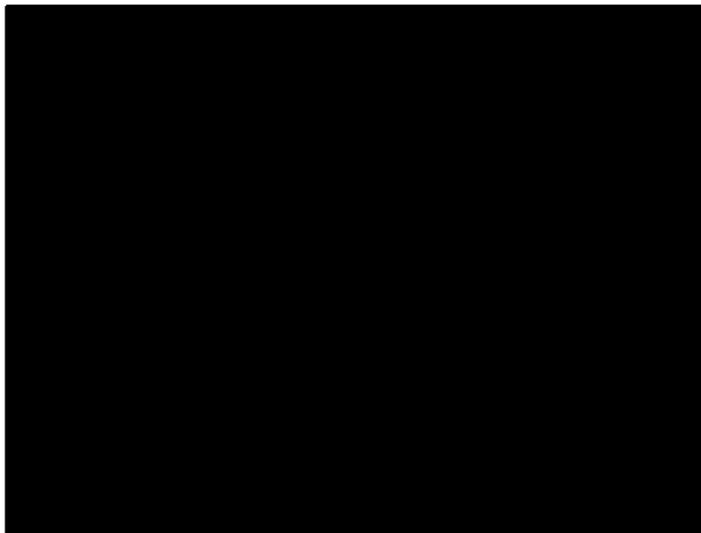
- Endbericht -

1993

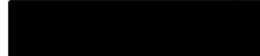
Gutachter: Deutsche Projekt Union GmbH
Planer/Ingenieure



Bearbeiter:



Unterauftragnehmer: ITASCA Consultants, Bochum



plan-lokal, Dortmund



Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit,
Neuherberg bei München



Universität Bremen

Textverarbeitung:



Auftraggeber: Niedersächsisches Umweltministerium Hannover

<i>INHALT</i>	<i>SEITE</i>
1. UVP-Grundlagen	1
1.1 Anlaß und Aufgabenstellung des UVP-Gutach-	
tens	1
1.2 Ganzheitliche Betrachtung in der UVP.....	3
1.3 UVP-Unterlagen des Antragstellers	4
1.4 Kenntnisstand der Genehmigungsbehörde	6
1.5 Aufbau des Gutachtens.....	7
2. Vorhabensalternativen	13
3. Das Vorhaben	16
3.1 Bedarf.....	16
3.1.1 Bisherige Entsorgungssituation.....	18
3.1.2 Prognose.....	19
3.2 Einbindung in das Entsorgungskonzept der	
Bundesregierung	22
3.3 Abfallarten	23
3.3.1 Herkunft, Menge, Betriebszeit	24
3.3.2 Radionuklide, Radionuklidgruppen.....	25
3.3.3 Abfallproduktgruppen.....	26
3.3.4 Verpackung	29
3.3.5 Aktivitätsbegrenzungen	31
3.3.6 Vereinfachte Überprüfung der Einhaltung von	
Aktivitätsbegrenzungen	33
3.3.7 Chemotoxizität.....	35
3.4 Beschreibung des Vorhabens (Objektsteckbrief).....	41
3.4.1 Geologische Verhältnisse am Standort.....	41
3.4.1.1 Stratigraphie und Sediment-Petrographie.....	41
3.4.1.2 Strukturgeologie.....	44
3.4.1.3 Eisenerz-Lagerstätte Konrad / Eisenerzvorkommen-	
"Gifhorner Trog"	48

3.4.2	Seismologische Verhältnisse am Standort	51
3.4.2.1	Erbebenherde	51
3.4.2.2	Seismische Lastannahmen	53
3.4.3	Gebirgsmechanik	57
3.4.3.1	Markscheiderische und geodätische Messungen	57
3.4.3.2	Laborversuche zur Ermittlung geomechanischer Kennwerte	68
3.4.3.3	Bergmännische Erfahrungen und Beobachtungen	71
3.4.4	Darstellung der baulichen Anlagen, der technischen Einrichtungen und der Betriebsabläufe	73
3.4.4.1	Flächenbedarf und Umzäunung	74
3.4.4.2	Bauliche Anlagen auf dem Schachtgelände	75
3.4.4.3	Untertägige Anlage	85
3.4.4.4	Bewetterung	91
3.4.4.5	Strahlenschutz	94
3.4.4.6	Stofffluß der radioaktiven Abfälle in der Anlage	109
3.4.4.7	Produktkontrolle	113
3.4.4.8	Abwasseraufkommen und Behandlung	115
3.4.4.9	Haufwerkverbringung	123
3.4.5	Darstellung der Transportmittel und -wege innerhalb der Anlage	123
3.4.5.1	Schacht Konrad 1	123
3.4.5.2	Schacht Konrad 2	124
3.4.6	Anlagenbedingter Verkehr/anlagenbedingte Infrastruktur	127
3.4.6.1	Baustellenverkehr	127
3.4.6.2	Anlieferung radioaktiver Abfälle (Transporte)	127
3.4.6.3	Geplante neue Verkehrsanschlüsse für Schacht Konrad 2	129
3.4.6.4	Sonstige anlagenbedingte Verkehre	132
3.4.7	Zeitlicher Ablauf der Realisierung des Vorhabens	133

4.	Abgrenzung des UVP-Untersuchungsgebietes	135
4.1	Anforderungen an die Gebietsabgrenzung.....	135
4.2	Gebietsabgrenzung des Gutachters	142
5.	Beschreibung der Umwelt	152
5.1	Realnutzung, Bevölkerung, Verkehrswege	152
5.1.1	Realnutzung	152
5.1.2	Siedlungsstruktur und Bevölkerungsverteilung.....	156
5.1.3	Das Verkehrsnetz im UVP-Untersuchungsgebiet.....	157
5.2	Bestehende räumliche Planung	162
5.2.1	Landesraumordnungsprogramm (LROP).....	162
5.2.2	Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) und Flächennutzungsplan (FNP).....	163
5.2.3	Landschaftsrahmenplan	166
5.2.4	Schutzgebiete	167
5.2.4.1	Naturschutzgebiete/Landschaftsschutzgebiete	167
5.2.4.2	Wasserschutzgebiete.....	167
5.3	Mensch (Bestehende toxikologische und radiotoxikologische Vorbelastung; Vorbelastung durch Verkehr)	168
5.3.1	Radiologische Grundbelastung der Umgebung	168
5.3.2	Radiologische Grundbelastung im Grubenge- bäude	172
5.3.3	Vorbelastung durch Verkehr.....	173
5.4	Tiere und Pflanzen (Biotope und Biotopinventar, Empfindlichkeiten und Vorbelastungen)	178
5.5	Boden	186
5.6	Wasser (Vorbelastung)	190
5.6.1	Hydrogeologie und Grundwasser	190
5.6.1.1	Einführung	191
5.6.1.2	Hydrogeologischer Bau	192
5.6.1.3	Hydraulische Kenndaten	198
5.6.2	Oberflächenwasser	206
5.7	Klima/Luft.....	214

5.7.1	Klima.....	214
5.7.2	Luft.....	220
5.8	Landschaft.....	224
5.9	Kultur- und sonstige Sachgüter.....	225
6.	Art und Umfang der zu erwartenden Emissionen und Reststoffe sowie sonstige Angaben, die dazu dienen, erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt festzustellen.....	227
6.1	Luftverunreinigungen.....	229
6.2	Emissionen radioaktiver Stoffe.....	234
6.2.1	Quellen radioaktiver Stoffe.....	234
6.2.2	Inventar radioaktiver Stoffe in den Abfallgebinden.....	234
6.2.3	Inventar radioaktiver Stoffe, die den Abfallgebinden äußerlich als Kontaminationen anhaften.....	236
6.2.4	Inventar natürlich vorkommender radioaktiver Stoffe im Bereich der Anlage Schacht Konrad.....	238
6.2.5	Emissionen von Radionukliden in der Anlage Schacht Konrad.....	240
6.2.5.1	Emissionen von Radionukliden aus Abfallgebinden.....	240
6.2.5.2	Emissionen von Radionukliden aus Einlagerungskammern.....	243
6.2.5.3	Emissionen von Radionukliden aus Abfallgebänden während der Handhabung und Lagerung über Tage.....	245
6.2.5.4	Aufkommen radioaktiver Stoffe in flüssiger und fester Form.....	247
6.2.5.5	Emissionen von Radionukliden aus dem Gestein.....	249
6.2.6	Quellterme für Emissionen radioaktiver Stoffe aus der Anlage Schacht Konrad.....	251
6.2.6.1	Quellterm für Emissionen über den Diffusor.....	251
6.2.6.2	Quellterm für Emissionen über den Abluftkamin.....	253
6.2.6.3	Quellterme für flüssige Ableitungen.....	254
6.2.7	Ausbreitung der Radionuklide.....	257
6.2.7.1	Ausbreitung über Luft abgeleiteter radioaktiver Stoffe.....	257
6.2.7.2	Kontrollierte Ableitungen mit Abwässern.....	259

6.2.7.3	Direktstrahlung und Skyshine	260
6.2.8	Dosisberechnung	264
6.2.8.1	Ermittlung der potentiellen jährlichen effektiven Körper- und Organdosen für Ableitungen radioaktiver Stoffe über Luft	265
6.2.8.2	Ermittlung der jährlichen effektiven Körper- und Organdosen für Ableitungen radioaktiver Stoffe über Wasser	266
6.2.8.3	Ermittlung der jährlichen effektiven Körper- und Organdosen für den außerbetrieblichen Überwachungsbereich durch Direktstrahlung und Skyshine	267
6.3	Haufwerk	269
6.4	Abfall	272
6.4.1	Bauabfälle	272
6.4.2	Betriebsabfälle	273
6.4.3	Nachbetriebsabfälle	277
6.5	Abwasser	277
6.6	Lärm	282
6.6.1	Betriebslärm.....	283
6.6.2	Verkehrslärm	284
6.7.	Induzierte seismische Aktivität	287
6.8	Bergsenkungen und tektonische Bewegungen.....	288
6.8.1	Markscheiderische Berechnungen.....	289
6.8.2	Geomechanische Berechnungen	295
6.8.2.1	Geomechanische Berechnungen zum Deckgebirgsverhalten	295
6.8.2.2	Geomechanische Berechnungen zur Standsicherheit der Einlagerungskammern.....	298
6.8.2.3	Geomechanische Berechnungen zur Schacht- und Bohrlochverfüllung	305
6.8.3	Demonstrationsrechnung: Einfluß des Spannungsfeldes auf numerische Berech- nungsergebnisse	309
6.9	Zusätzliche Wirkfaktoren auf Natur und Landschaft.....	- 314
6.10	Wirkfaktoren auf Kultur- und sonstige Sach- güter.....	317

6.11	Technische Störfälle	319
6.11.1	Darstellung möglicher Störfälle	320
6.11.2	Auswirkungen der betrachteten Störfälle	325
6.11.3	Transportunfälle	332
6.11.4	Kritikalitätssicherheit in der Betriebsphase	348
7.	Wirkfaktoren in der Nachbetriebsphase	350
7.1	Einführung, Abgrenzung und UVP-Relevanz	350
7.2	Verwendete Rechenprogramme	355
7.2.1	Kurzcharakterisierung der verwendeten Programme	355
7.2.1.1	Grundwasserströmungsmodelle	355
7.2.1.2	Post-Prozessoren	358
7.2.1.3	Nuklidtransportmodelle	358
7.2.2	Stand der Verifizierung, Validierung und Sensitivität	359
7.3	Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit	361
7.3.1	Hydraulische Modelle	361
7.3.1.1	Abgrenzung des Modellgebietes	361
7.3.1.2	Hydrogeologische Schichtenmodelle	362
7.3.1.3	Störzonenmodelle	370
7.3.1.4	Modelle zur Dichtigkeit der Schächte und Bohrungen	377
7.3.2	Modelle zur Gasausbreitung	382
7.3.2.1	Modellaufbau, Parameterwahl, Anfangs- und Randbedingungen	382
7.3.2.2	Ergebnisse der Berechnungen	383
7.3.3	Modelle zur Nuklidausbreitung	385
7.3.3.1	Mobilisierung und Transport im Grubengebäude	385
7.3.3.2	Transport vom Grubengebäude zur Biosphäre mittels Schichten- und Störzonenmodelle	393
7.3.3.3	Transport vom Grubengebäude zur Biosphäre über Bohrungen und Schächte	405
7.4	Mikrobieller Einfluß auf Radionuklide	416
7.5	Chemotoxizität	418

7.6	Bestimmung der für die Langzeitsicherheit relevanten Radionuklide	429
7.7	Kritikalitätssicherheit in der Nachbetriebsphase	431
7.8	Zusammenfassende Bewertung	432
8.	Wirkungsanalyse und Bewertung	438
8.1	Methodik der Wirkungsanalyse und Bewertung	438
8.2	Definition von Beeinträchtigungen	450
8.3	Wirkungsanalyse und Bewertung (Bau- und Betriebsphase)	452
8.3.1	Mensch	454
8.3.1.1	Wirkungen von Luftverunreinigungen auf den Menschen	454
8.3.1.2	Wirkungen von Radioaktivität auf den Menschen	454
8.3.1.3	Wirkungen des Haufwerks auf den Menschen (nicht radioaktive Wirkungen)	477
8.3.1.4	Wirkungen von Abfall auf den Menschen	477
8.3.1.5	Wirkungen des anfallenden Abwassers auf den Menschen (unter Ausklammerung der Radioaktivität)	477
8.3.1.6	Wirkungen von Lärm auf den Menschen	478
8.3.1.7	Wirkungen von Seismik/Tektonik auf den Menschen	480
8.3.2	Tiere und Pflanzen	483
8.3.2.1	Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Tiere und Pflanzen	483
8.3.2.2	Wirkungen der Radioaktivität auf Tiere und Pflanzen	483
8.3.2.3	Wirkungen des Haufwerks auf Natur und Landschaft (unter Ausklammerung der Radioaktivität). Hier: Tiere und Pflanzen	492
8.3.2.4	Wirkungen von Abwasser auf Tiere und Pflanzen (unter Ausklammerung der Radioaktivität)	495
8.3.2.5	Wirkungen von Lärm auf Tiere und Pflanzen	497
8.3.2.6	Wirkungen zusätzlicher Wirkfaktoren auf Natur und Landschaft. Hier: Tiere und Pflanzen	497
8.3.3	Boden	501

8.3.3.1	Wirkungen von Luftverunreinigungen auf den Boden.....	501
8.3.3.2	Wirkungen der Radioaktivität auf den Boden	501
8.3.3.3	Wirkungen des Haufwerkes auf Natur und Landschaft. Hier: Boden.....	502
8.3.3.4	Wirkungen des Abwassers auf den Boden (unter Ausklammerung der radioaktiven Wirkung).....	506
8.3.4	Wasser	506
8.3.4.1	Wirkungen der Luftverunreinigungen auf das Wasser	506
8.3.4.2	Wirkungen der Radioaktivität auf das Wasser. Hier: Oberflächengewässer und Grundwasser	506
8.3.4.3	Wirkungen des Haufwerkes auf Natur und Landschaft. Hier: Wasser	507
8.3.4.4	Wirkungen des Abwassers auf das Wasser. Hier: Oberflächengewässer und Grundwasser	510
8.3.4.5	Wirkungen von Seismik/Tektonik auf das Wasser	514
8.3.5	Klima.....	514
8.3.5.1	Wirkung von Luftschadstoffen auf das Klima.....	514
8.3.5.2	Wirkung von Haufwerk auf das Klima	514
8.3.6	Luft	514
8.3.6.1	Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die Luft	514
8.3.6.2	Wirkungen der Radioaktivität auf die Luft.....	515
8.3.6.3	Wirkungen vom Haufwerk auf die Luft	515
8.3.7	Landschaft.....	515
8.3.7.1	Wirkungen von Haufwerk auf Natur und Landschaft. Hier: Landschaft	516
8.3.7.2	Zusätzliche Wirkfaktoren auf Natur und Landschaft	519
8.3.8	Kultur- und sonstige Sachgüter.....	523
8.3.8.1	Wirkungen von Luftschadstoffen auf Kulturgüter	523
8.3.9.2	Zusätzliche Wirkfaktoren auf Kulturgüter	523
8.3.8.3	Zusätzliche Wirkfaktoren auf sonstige Sachgüter (Erzlagerstätte)	524
8.3.8.4	Zusätzliche Wirkfaktoren sonstige Sachgüter (Erzvorkommen)	525

8.3.10	Zusammenfassung	531
8.4	Wirkungsanalyse und Bewertung (Nachbetriebsphase)	538
8.4.1	Radionuklidausbreitung in der Biosphäre und Wirkungen auf den Menschen	540
8.4.2	Ausbreitung chemotoxischer Stoffe in der Bios- phäre.....	549
8.4.3	Bewertung	549
9.	Maßnahmen des Antragstellers zur Sicherung der Umweltver- träglichkeit	551
9.1	Maßnahmen der Vermeidung/Verminderung nach Schutzgütern	553
9.2	Ausgleichsmaßnahmen	560
10.	Ausblick.....	566
10.1	Gesamtbewertung.....	566
10.2	Aufgaben für die nächsten Monate.....	569

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	SEITE
Abb. 1-1: Aufbau des Umweltverträglichkeitsgutachtens	12
Abb. 3.4-1: Stofffluß der radioaktiven Abfälle in der Anlage.....	111
Abb. 3.4-2: Abwasserschema Schacht Konrad 2	119
Abb. 4.2-1: Reduzierung einer potentiellen Strahlenexposition in Abhängigkeit von der Entfernung zum Unfallort (nach GRS, 1991).....	146
Abb.6.8-1: Isolinien der Sicherheit bei rein gravitativer Bela- stung (Schraffiert: plastifizierter Bereich).....	311
Abb. 6.8-2: Isolinien der Sicherheit bei zusätzlicher Horizontal- spannung von 5 MPa (Schraffiert: plastifizierter Be- reich)	312
Abb. 6.8-3: Isolinien der Sicherheit bei zusätzlicher Horizontal- spannung von 10 MPa (Schraffiert: plastifizierter Be- reich)	313
Abb. 7.1-1: Wesentliche Schritte im Modellierungsablauf zum Nachweis der Langzeitsicherheit	354
Abb. 7.3-1: Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für Weg Ia (Unterkreide)	398
Abb. 7.3-2: Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für Weg Ib (Oxford)	399
Abb. 7.3-3a Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen (Spalt- und Aktivierungsprodukte) im Quartär für den Rechenfall 34.....	410
Abb. 7.3-3b Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen (Aktiniden) im Quartär für den Rechenfall 34.....	411
Abb. 7.3-4a Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen (Spalt- und Aktivierungsprodukte) im Quartär für den Rechenfall 35	412
Abb. 7.3-4b Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen (Aktiniden) im Quartär für den Rechenfall 35.....	413
Abb. 7.3-5a Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für den Rechenfall 16	414
Abb. 7.3-5b Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für Rechenfall 16	415
Abb. 7.5-1: Radiotoxizität und chemische Toxizität der in Kon- rad endzulagernden radioaktiven Abfälle sowie Toxi- zität einer vergleichbaren Uranerzlagerstätte mit ei- nem Massenanteil von 3 % Natururan.....	424

Abb. 7.5-2:	Radiotoxizität der in Konrad endzulagernden radioaktiven Abfälle und chemische Toxizität der Sedimente der Schachanlage Konrad	426
Abb. 8.1-1:	Ablaufschema der Wirkungsanalyse und Bewertung	440
Abb. 8.3-1:	Ableitung von Radionukliden über den Wasserpfad	452
Abb. 8.3-2:	Ableitung von Radionukliden über den Luftpfad	453
Abb. 8.3-3:	Relative Häufigkeit von akuter Leukämie bei Kindern im Alter von 0 bis 4 Jahren in Abhängigkeit von der Entfernung ihres Wohnortes von einem Atomkraftwerk1).....	471
Abb. 8.3-4:	Relative Häufigkeit von akuter Leukämie bei Kindern im Alter von 0 bis 4 Jahren und 0 bis 9 Jahren in einer Entfernung von 0 bis 5 km ihres Wohnortes von einem Atomkraftwerk in Abhängigkeit vom Alter der Anlage1).....	472
Abb. 8.3-5:	Verhältnis beobachteter Krankheitsfälle zu erwarteten Krankheitsfällen an akuter Leukämie im Alter von 0 bis 14 Jahren1)	473
Abb. 8.3-6:	Relative Häufigkeit von Krankheitsfällen an akuter Leukämie im Alter von 0 bis 14 Jahren1).....	474
Abb. 8.3-7:	Verhältnis beobachteter Krankheitsfälle zu erwarteten Krankheitsfällen an Krebserkrankungen mit ausgewählten Diagnosen1)	475
Abb. 8.3-8:	Relative Häufigkeit von Krankheitsfällen an Krebserkrankungen mit ausgewählten Diagnosen	476
Abb. 8.3-9:	Schematische Darstellung der möglichen biologischen Ereignisse nach Bestrahlung von Pflanzen und Samen (nach Fendrik & Bors, 1991).....	487

VERZEICHNIS DER TABELLEN

SEITE

Tab. 3.4-3:	Beantragte und erwartete radioaktive Abgaben in der Abluft im Vergleich mit den zu erwartenden Emissionen mit der Fortluft von Kernkraftwerken (1.000 MWe) in Bq/a	101
Tab. 5.4-1:	Strahlenempfindlichkeit von Lebewesen. Die letale Dosis LD50/30 ist die Dosis, bei der 50 % der Lebewesen innerhalb von 30 Tagen sterben (Näherungswerte) aus Lengfelder (1990), verändert.....	180
Tab. 5.6.-1:	Hydrogeologisches Normalprofil	196
Tab. 5.6-2:	Zusammenstellung hydraulischer Kenndaten aus den Unterlagen zum Plan Konrad im Rahmen numerischer Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit.....	205
Tab. 6.1-1:	Beantragte Emissionswerte für die Heizzentrale Konrad 1	230
Tab. 6.1-2:	Beantragte Emissionswerte für die Heizzentrale Konrad 2	231
Tab. 6.1-3:	Emissionswerte der Heizzentrale Konrad 1	232
Tab. 6.1-4:	Emissionswerte der Heizzentrale Konrad 2	232
Tab. 6.1-5:	Grenzwerte der Schadstoffemissionen	233
Tab. 6.2-1:	Zulässige maximale Gesamt-Oberflächenkontamination für die Verpackung von Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, basierend auf den Außenabmessungen gemäß Tabelle 3.3.3.1/1 aus Plan Konrad 4/90.	237
Tab. 6.2-2:	Thorium- und Urangehalte im Eisenerz ($Fe_2O_3 > 10 M. \%$).....	239
Tab. 6.2-3:	Thorium- und Urangehalte im gesamten Korallenoolith (Eisenerz und Nebengesteine)	239
Tab. 6.2-4:	Antragswerte für die jährliche Aktivitätsableitung mit den Abwettern über den Schacht Konrad 2 und den Diffusor.....	252
Tab. 6.2-5:	Radionuklidzusammensetzung der in Tabelle 6.2/4 angegebenen Nuklidgruppen der Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler	253
Tab. 6.2-6:	Antragswerte für die jährliche Aktivitätsableitung mit Grubenwässern und Abwasser als Folge von Dekontaminations- und Reinigungsmaßnahmen	256
Tab. 6.2-7:	Radionuklidzusammensetzung des in Tabelle 6.2-6 angegebenen Radionuklidgemisches	256

Tab. 6.5-1:	Zusammensetzung des Leitnuklidgemisches	279
Tab. 6.5-2:	Grenzwerte für Ableitung der Grubenwässer.....	280
Tab. 6.11-1:	Grenzwerte der Körperdosen im Kalenderjahr für beruflich strahlensexponierte Personen und Bruchteile dieser Grenzwerte in mSv	319
Tab. 6.11-2:	Auslegungsstörfälle der Klasse 1, die in ihren radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallgebinde begrenzt werden.....	321
Tab. 6.11-3:	Auslegungsstörfälle der Klasse 2, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebinden vermieden werden	323
Tab. 6.11-4:	Partikelgrößenspezifische Abscheideraten in den untertägigen Strecken	328
Tab. 6.11-5:	Definitionsschema der neun Belastungsklassen	334
Tab. 6.11-6:	Unfallwahrscheinlichkeiten pro Jahr	338
Tab. 6.11-7:	Inventar eines Container Typ V für zwei Grenzfälle in Bq.....	341
Tab. 6.11-8:	Freisetzungsanteile aus einem Container Typ V bei rein mechanischer Belastung in Bq	343
Tab. 6.11-9:	Freisetzungsanteile aus einem Container Typ V bei kombinierter Belastung in Bq	344
Tab. 7.3-1:	Störungszonen der Störzonenmodelle mit entsprechenden Faktoren	371
Tab. 7.3-2:	Elementspezifische Mobilisierungsdauern.....	388
Tab. 7.3-3a:	Kumulierte freigesetzte Aktivitätsanteile und Dauer der Radionuklidfreisetzung aus dem Grubengebäude; Szenario Ia (Unterkreidetone) (Wasserdurchflußrate = 3.200 m ³ /a)	390
Tab. 7.3-3b:	Kumulierte freigesetzte Aktivitätsanteile und Dauer der Radionuklidfreisetzung aus dem Grubengebäude; Szenario Ib (Oxford) (Wasserdurchflußrate = 1.620 m ³ /a)	391
Tab. 7.3-4:	Übersicht zu Parametervariationen und deren Auswirkungen Kenngröße/Referenzwert	392
Tab. 7.3-5:	Parameter für die 3 Grundwasserausbreitungswege	394
Tab. 7.3-6:	Maximalwerte der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für den Weg Ia und Ib	395
Tab. 7.3-7:	Maximalwerte der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für Weg Ic	396

Tab. 7.3-8:	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse zur Parameterstudie zur Modellierung der Nuklid- ausbreitung im Deckgebirge	397
Tab. 7.3-9:	Liste der in der Langzeitsicherheitsanalyse betrach- teten Nuklide.....	400
Tab. 7.3-10:	Maximale Nuklidkonzentrationen im Quartär und entsprechende Laufzeiten für ausgewählte Rechen- fälle	408
Tab. 7.6-1:	Für die Langzeitsicherheit relevante Radio- nuklide	430
Tab. 8.2-1:	Beeinträchtigung eines Umweltbereiches durch vom geplanten Vorhaben ausgehende Wirkungen.....	451
Tab. 8.3-2:	Zu erwartende Schadensfolgen bei Auslegungsstö- rungen für locker ionisierende Strahlung ohne Tritium1	457
Tab. 8.3-3:	Angaben über die strahleninduzierte Krebsmor- talität	464
Tab. 8.3-4:	Strahleninduzierte dominante Mutationen1)	467
Tab. 8.3-5:	Anreicherungsfaktoren in Bq/kg Fisch/Bq/l Wasser für einige Radionuklide in Fischen (nach Benes 1981)	490
Tab. 8.3-4:	Wirkungsanalyse und Bewertung, Schutzgut Mensch.....	533
Tab. 8.3-5:	Wirkungsanalyse und Bewertung, Schutzgut Tiere und Pflanzen	534
Tab. 8.3-6:	Wirkungsanalyse und Bewertung, Schutzgut Boden.....	535
Tab. 8.3-7:	Wirkungsanalyse und Bewertung, Schutzgut Wasser	536
Tab. 8.3-8:	Wirkungsanalyse und Bewertung, Schutzgut Klima/Luft, Landschaft/Kultur- und sonstige Sachgüter	537
Tab. 8.5-1:	Strahlenexposition, die sich aus der Radionuklid- ausbreitung im Deckgebirge ergibt.....	543
Tab. 8.5-2a:	Summierte Strahlenexposition für Erwachsene im Rechenfall 16	548
Tab. 8.5-2b:	Summierte Strahlenexposition für Kleinkinder im Rechenfall 16	548

VERZEICHNIS DER KARTEN**SEITE**

Karte Nr. 1:	Untersuchungsgebiet für die Umweltbereiche Mensch, Boden, Klima/Luft, Tiere/Pflanzen (1:200.000).....	137
Karte Nr. 2:	Untersuchungsgebiet für die Umweltbereiche Mensch, Boden, Klima/Luft, Tiere/Pflanzen (1:50.000)	138
Karte Nr. 3:	Untersuchungsgebiet für die Umweltbereiche Wasser, Eisenerzvorkommen	139
Karte Nr. 4:	Untersuchungsgebiet für die Umweltbereiche Kultur-/Sachgüter, Landschaft.....	140
Karte Nr. 5:	Untersuchungsgebiet Realnutzung	141
Karte Nr. 6:	Beispielhafte Darstellung der derzeitigen Nutzung für die Gemeinde Bleckenstedt	155
Karte Nr. 7:	Austrittsorte und Gebiete kontaminierten Grundwassers.....	368
Karte Nr. 8:	Beeinträchtigung des Umweltbereiches Mensch	481
Karte Nr. 9:	Potentielle Beeinträchtigung von Umweltbereichen beim Eintritt von Störfällen.....	482
Karte Nr. 10:	Beeinträchtigung des Umweltbereiches Tiere und Pflanzen.....	496
Karte Nr. 11:	Beeinträchtigung des Umweltbereiches Boden	505
Karte Nr. 12:	Beeinträchtigung des Umweltbereiches Wasser	513
Karte Nr. 13:	Beeinträchtigung des Umweltbereiches Landschaft	522
Karte Nr. 14:	Beeinträchtigung des Umweltbereiches Kultur- und sonstige Sachgüter - Erzlagerstätte -	529
Karte Nr. 15:	Beeinträchtigung des Umweltbereiches Kultur- und sonstige Sachgüter - Erzvorkommen -	530

1. UVP-Grundlagen

1.1 Anlaß und Aufgabenstellung des UVP-Gutachtens

Nur gerade 12 Jahre lang - zwischen 1965 und 1976 - wurde im Eisenerzbergwerk Konrad mit seinen beiden auf dem Stadtgebiet von Salzgitter gelegenen Schächten Erz abgebaut. Seit 1975 wird die Schachanlage im Auftrag des Bundes offengehalten, um sie auf ihre Eignung als Endlager für radioaktive Abfälle zu untersuchen. Fast genauso lange läuft auch schon die Auseinandersetzung über das Für und Wider der Endlagerung im Bergwerk Schacht Konrad. Eine Auseinandersetzung, die auf vielen Ebenen geführt wurde und geführt wird: Auf der fachwissenschaftlichen, auf der energiepolitischen, auf der umweltpolitischen und der rechtlichen Ebene. Durch das atomrechtliche Planfeststellungsverfahren soll schließlich eine Entscheidung herbeigeführt werden.

Am 31.08.1982 stellte die damals zuständige Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) beim Niedersächsischen Sozialministerium als der atomrechtlichen Planfeststellungsbehörde den Antrag auf Einleitung des Planfeststellungsverfahrens gemäß § 9b des Atomgesetzes. Von der PTB wurde ein Standorterkundungsprogramm mit dem Ziel durchgeführt, aus geowissenschaftlicher, bergtechnischer und kerntechnischer Sicht die grundsätzliche Eignung für die Endlagerung radioaktiver Abfälle nachzuweisen.

Seit dem 15.07.1986 ist das Niedersächsische Umweltministerium (NMU) zuständige Planfeststellungsbehörde. Die Zuständigkeit für die Sicherstellung und Endlagerung radioaktiver Abfälle wurde mit Wirkung vom 01.11.1989 durch Gesetz von der PTB auf das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) übertragen.

Verabschiedung und Inkrafttreten des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) im Jahre 1990 führten dazu, daß im Planfeststellungsverfahren auch die Umweltverträglichkeit zu prüfen ist.

Gemäß Nr. 3 der Anlage zu § 3 UVPG vom 12.02.1990 in Verbindung mit § 9 Abs. 2 des Atomgesetzes (AtG) ist bei der Planfeststellung einer Anlage zur Endlagerung radioaktiver Abfälle die Umweltverträglichkeit zu prüfen. Gemäß § 22 UVPG sind bereits begonnene Verfahren nach den Vorschriften des UVPG und den darauf gestützten Rechts- und Verwaltungsvorschriften zu Ende zu führen, wenn das Vorhaben bei Inkrafttreten des UVPG (01.08.1990) noch nicht öffentlich bekannt gemacht worden ist.

Die öffentliche Bekanntmachung mit der Auslegung der Planunterlagen zur Beteiligung der Öffentlichkeit erfolgte auf Weisung des Bundesumweltministers vom 24. Januar 1991.

Die entscheidungserheblichen Unterlagen über die Umweltauswirkungen hat nach § 6 UVPG der Träger des Vorhabens der zuständigen Behörde vorzulegen. Die eigentliche Prüfung der Umweltverträglichkeit führt die zuständige Behörde durch. Gemäß § 20 AtG kann die zuständige Planfeststellungsbehörde im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens Sachverständige hinzuziehen.

Von dieser Möglichkeit machte das Niedersächsische Umweltministerium Gebrauch. Mit Datum vom 24.03.1992 erteilte das Land Niedersachsen, vertreten durch das Niedersächsische Umweltministerium der Deutschen Projekt Union GmbH, Planer/Ingenieure, Essen, den Auftrag, ein Umweltverträglichkeitsgutachten zu erstellen. Danach hat die Deutsche Projekt Union GmbH ein Gutachten zur Vorbereitung der zusammenfassenden Darstellung nach § 11 UVPG und zur Bewertung der Umweltauswirkungen nach § 12 UVPG im Rahmen des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens für das Endlager Schacht Konrad zu erstellen.

Die Auftragserteilung an die DPU bezog sich zunächst nur auf die UVP im Rahmen des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens. In einer Besprechung in Salzgitter am 02. Oktober 1992 forderte das NMU den Gutachter auf, darüberhinaus die für ein bergrechtliches UVP-Verfahren wichtigen Gesichtspunkte im Gutachten mit zu behandeln. Diese Erweiterung des Gutachtens gegenüber dem ursprünglichen Auftrag hatte folgenden Hintergrund:

Dem Niedersächsischen Umweltministerium liegt seit dem 18. Mai 1992 ein Rechtsgutachten von [REDACTED] über die Frage vor, "ob die Zulassung des erforderlichen bergrechtlichen Rahmenbetriebsplanes rechtlich als unselbständiger Bestandteil des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens bewertet werden muß und demzufolge entgegen dem Wortlaut des § 9 Abs. 5 Nr. 3 AtG von der Konzentrationswirkung des Planfeststellungsbeschlusses mit erfaßt wird." [REDACTED]

[REDACTED] kam in seinem Rechtsgutachten zu folgendem Ergebnis:

"Auf der Stufe des Anhörungsverfahrens (§ 73 VwVfG) sowie in bezug auf die Umweltverträglichkeitsprüfung werden Verfahren und Zuständigkeiten nach Maßgabe des § 9 b AtG bei der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde "konzentriert".

Auf der Stufe des Entscheidungsverfahrens bleiben die Bergbehörden zugleich Planfeststellungsbehörden (§ 74 VwVfG), soweit es um die Zulässigkeit eines Vorhabens nach Berg- oder Tiefspeicherrecht geht, und fassen diesbezüglich über die Zulassung des Rahmenbetriebsplans einen selbständigen Planfeststellungsbeschuß" (Rechtsgutachten [REDACTED] S. 19).

Das Niedersächsische Umweltministerium zog daraus die Konsequenz, daß keine gesonderte bergrechtliche UVP im Verfahren Endlager Schacht Konrad durchzuführen ist. Mithin war es folgerichtig, die DPU aufzufordern, die bergrechtlich relevanten Aspekte in ihrem Umweltverträglichkeitsgutachten mit zu betrachten.

1.2 Ganzheitliche Betrachtung in der UVP

Die Umweltverträglichkeitsprüfung erweitert die Sichtweise herkömmlicher Genehmigungsverfahren um zwei Besonderheiten.

Die erste besteht in der ganzheitlichen Betrachtungsweise der Umwelt. Zwar werden im Gesetzestext explizit verschiedene Umweltbereiche oder "Schutzgüter" benannt, doch gilt als zentrales Element der UVP die ganzheitliche Betrachtung aller Umweltauswirkungen einschließlich der Interdependenzen. Diese Pflicht zur Synthese, zur ganzheitlichen Sicht, ist neu in der Mensch-Umwelt-Auseinandersetzung. Seit Beginn der frühen Neuzeit ging die gesamte abendländische Wissenschaftsentwicklung im Grunde in die andere Richtung: die Wissenschaft verfeinerte immer mehr ihr analytisches Instrumentarium; Ansätze zur ganzheitlichen Betrachtung der Wirklichkeit wurden lange Zeit als "holistisch" und unwissenschaftlich abgetan. Dementsprechend schwer fällt es heute, den Anspruch zur medienübergreifenden Betrachtung aller Umweltauswirkungen auch wirklich umzusetzen. Es ist deshalb sicher kein Zufall, daß der Antragsteller in den inzwischen 25 Aktenmetern erläuternden und ergänzenden Unterlagen eine Fülle von Detailfragen zum Vorhaben Schacht Konrad analysiert und konkretisiert hat. Auch die bisherige Kommunikation zwischen Antragsteller und Genehmigungsbehörde bezog sich im wesentlichen auf die analytische Klärung von Einzelfragen. Die Frage der medienübergreifenden Gesamtbewertung des Vorhabens hat der Antragsteller von sich aus nicht aufgegriffen. Wie gesagt, nach UVPG ist dies originäre Aufgabe der Genehmigungsbehörde.

Die zweite Besonderheit der Umweltverträglichkeitsprüfung, wie sie im UVPG festgeschrieben ist, ist die Tatsache, daß keine zeitliche Befristung festgelegt ist. Auch dies ist ein Novum im Kontext unserer politischen Kultur, in der Planung normalerweise auf klare Zeithorizonte hin betrieben wird. Üblicherweise geht auch langfristige Planung (z.B. Regionalplanung) kaum über Zeithorizonte von 20 Jahren hinaus. In der Umweltverträglichkeitsprüfung sind demgegenüber auch Wirkungen zu betrachten, die möglicherweise erst sehr langfristig eintreten werden.

1.3 UVP-Unterlagen des Antragstellers

In der Regel werden zu Beginn der Umweltverträglichkeitsprüfung auf Grundlage des § 5 UVPG zwischen der Genehmigungsbehörde und dem Vorhabensträger Gegenstand, Umfang und Methoden der Umweltverträglichkeitsprüfung erörtert. Dadurch soll sichergestellt werden, daß in den vom Antragsteller vorzulegenden Unterlagen auch wirklich alle relevanten Umweltfolgen behandelt werden, wesentliche Primärerhebungen durchgeführt werden und das Untersuchungsgebiet in angemessener Weise abgegrenzt wird. Im Planfeststellungsverfahren Schacht Konrad hat dieser in § 5 UVPG geregelte sogenannte Scoping-Termin nicht stattgefunden. Der Bundesumweltminister hat hierzu in seiner bundesaufsichtlichen Weisung vom 24.01.1991 festgestellt, daß ein solcher Termin im Schacht-Konrad-Verfahren nicht mehr durchzuführen ist.

Nach § 6 UVPG hat der Träger des Vorhabens alle entscheidungserheblichen Unterlagen über die zu erwartenden Umweltauswirkungen des Vorhabens der Genehmigungsbehörde vorzulegen. In der Bundesrepublik Deutschland hat sich allgemein die Praxis eingespielt, daß der Antragsteller diese Unterlagen in Form einer eigenständigen, geschlossenen Untersuchung (UVU) einreicht. Gewöhnlich behandelt eine solche vom Antragsteller vorgelegte UVU:

- die Absprachen mit der Genehmigungsbehörde nach § 5 UVPG
- Angaben über das Vorhaben (Objektsteckbrief) und über Vorhabensalternativen
- die Darstellung der vom Vorhaben ausgehenden Emissionen und Reststoffe und anderer Wirkfaktoren
- eine Bestandsaufnahme, in der auch die Vorbelastung im Umfeld des Vorhabens dargestellt wird (Gebietssteckbrief)

- die sektorale und medienübergreifende Analyse der Umweltauswirkungen und die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens in bezug auf die Umwelt.

Eine eigenständige UVU in diesem Sinne hat der Antragsteller nicht vorgelegt. Eine gesetzliche Verpflichtung für den Antragsteller, über die Darstellung der entscheidungserheblichen Unterlagen gemäß § 6 UVPG hinaus von sich aus eine zusammenfassende Darstellung und Bewertung vorzunehmen, besteht nicht. Dies ist Aufgabe der Genehmigungsbehörde gemäß § 11 und 12 UVPG.

Der Antragsteller hat lediglich eine "allgemeinverständliche Zusammenfassung zum Plan Konrad nach § 6 UVPG" vorgelegt. Der Antragsteller versteht diese jedoch nicht als eigenständige UVU, sondern als Zusammenfassung der an anderen Stellen in den Planfeststellungsunterlagen getroffenen Aussagen mit UVP-Relevanz.

Die in § 6 UVPG geforderte Beschreibung der zu erwartenden erheblichen Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt hat der Antragsteller in einer Vielzahl von bisher im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens Konrad vorgelegten Unterlagen vorgenommen.

Der Gutachter bezieht deshalb die folgenden Unterlagen in seine eigene Auswertung ein:

- Plan Endlager für radioaktive Abfälle, Schachanlage Konrad, 9/1986, Fassung 4/1990 (3 Bände)
- Kurzfassung des Planes (1 Band)
- Plan Konrad, Verkehrsanbindung (1 Band)
- Plan Konrad, Abwasserentsorgung (2 Bände)
- Bauantragsunterlagen (3 Bände)
- Allgemein verständliche Zusammenfassung zum Plan Konrad nach § 6 UVPG
- außerdem Erläuternde Unterlagen (EU) und ergänzende Unterlagen (EG) des Antragstellers (ca. 15 laufende Aktenmeter Unterlagen).

Der Gutachter nimmt also, wenn er sich auf die Aussagen des Antragstellers bezieht, auf die Gesamtheit der genannten Dokumente Bezug.

Aufgrund der Vorgeschichte stellen die Antragsunterlagen kein konsistentes Ganzes dar und geben zu vielerlei Nachfragen Anlaß.

Zu einer Reihe von Fragen finden sich in den Antragsunterlagen widersprüchliche Angaben. Die Darstellung der Fakten zum selben Sachverhalt weicht in verschiedenen Unterlagen oft erheblich voneinander ab. Gelegentlich finden sich verschiedene Zahlenangaben zu derselben Frage: Denn die einzelnen Unterlagen wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten, oft auf konkrete Nachfragen der Genehmigungsbehörde oder ihrer Fachgutachter, und mit unterschiedlichen Zielrichtungen vom Antragsteller vorgelegt. Zum Teil sind ältere EU's inhaltlich überholt, wenn in der Zwischenzeit ein neuer Stand vorgelegt wurde. Die Dokumentation des BfS verfügt zwar über eine genaue Klassifizierung, welches "gültige" und welches "ungültige" Unterlagen sind; Gültigkeit bedeutet jedoch nicht, daß die Faktendarstellung vereinheitlicht worden wäre. Im einzelnen wird auf diese Probleme in den Kapiteln 3, 5 und 6 des Gutachtens eingegangen. Durch klärende Gespräche und Nachfragen bei Sachbearbeitern des NMU und anderen Fachgutachtern, die mit dem Verfahren bereits seit Jahren vertraut sind, ermittelte der UVP-Gutachter im Einzelfall den aktuellen Planungsstand.

1.4 Kenntnisstand der Genehmigungsbehörde

Zuständig für die Errichtung und den Betrieb von Einrichtungen zur Endlagerung atomarer Abfälle ist der Bund, der sich zur Wahrnehmung seiner Aufgabe nachgeordneter Dienststellen und Ämter bedient. Die Ziele der Entsorgung sind im Entsorgungskonzept der Bundesregierung festgelegt, das für alle Beteiligten bindend ist. Vor diesem Hintergrund ist die für UVP-pflichtige Vorhaben geltende Amtsermittlungspflicht der UVP-Behörde von besonderem Gewicht. Deshalb hat die Planfeststellungsbehörde und damit auch der von ihr beauftragte Gutachter alle Kenntnisse und Erkenntnisse, die für die Planfeststellung erheblich sind, zu berücksichtigen. Neben den genannten Unterlagen des Antragstellers hat der Gutachter daher bisher folgende im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens Konrad verarbeiteten gutachterlichen Stellungnahmen/Studien einbezogen:

- Zwischenbericht zur Begutachtung des Endlagers für radioaktive Abfälle Schachtanlage Konrad des Technischen Überwachungsvereins Hannover e.V. vom Juli 1990 (ca. 1.000 Seiten)
- Bewertender Zwischenbericht des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung vom Mai 1990 (ca. 400 Seiten und Anlagen)
- Zwischenbericht der Bergbehörde zum Planfeststellungsverfahren Konrad Mai 1990 (ca. 70 Seiten)

Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transports radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad (GRS-A-1755/I und GRS-A-1755/II Auftrags-Nr. 84845)

Die Zwischenberichte der drei Fachgutachter der Genehmigungsbehörde wurden durch eine Vielzahl von Arbeitsgesprächen im Zuge der Arbeit am Umweltverträglichkeitsgutachten ergänzt.

Schließlich standen dem Gutachter bei der Zusammenfassung des Kenntnisstandes der Behörde die dem Umweltministerium bis zum 31. Oktober 1992 vorgelegten Behördenstellungnahmen im Planfeststellungsverfahren sowie das Kondensat der Einwendungen zur Verfügung.

Mitarbeiter der Deutschen Projekt Union GmbH haben außerdem seit Beginn des atomrechtlichen Erörterungstermins in Salzgitter am 25. September 1992 an allen Sitzungen der Erörterung teilgenommen. Auch wenn der Erörterungstermin noch nicht abgeschlossen ist und das Wortprotokoll erst im ersten Halbjahr 1993 zur Verfügung stehen wird, so konnte der Gutachter doch schon einige wichtige Erkenntnisse, die sich auch den Diskussionen in Salzgitter herauskristalliert haben, in seine Arbeit einbeziehen.

Treten nach Würdigung der Gesamtheit der der Genehmigungsbehörde zur Verfügung stehenden Kenntnisse noch wichtige Defizite zu Tage, so werden diese offen gelegt. Die Genehmigungsbehörde entscheidet, ob und in welcher Form dem Antragsteller Gelegenheit zur Nachbesserung gegeben wird, oder ob sie im Rahmen ihrer Amtsermittlungspflicht die notwendigen Kenntnisse ergänzt oder beisteuert.

1.5 Aufbau des Gutachtens

Der Gutachter hat nicht unmittelbar die Aufgabe, eigenständige empirische Untersuchungen durchzuführen. Vielmehr bereitet er für die Genehmigungsbehörde die zusammenfassende Darstellung nach § 11 UVPG und die Bewertung der Umweltauswirkungen nach § 12 UVPG im Rahmen des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens vor.

Der Gutachter bemühte sich, die jeweils aktuellsten Daten zum Ist-Zustand zu benutzen, denn streng genommen ist als maßgeblicher Zeitpunkt für die Ermittlung des Ist-Zustandes die Situation vor Baubeginn des Endlagers anzusehen.

Grundsätzlich ging der Gutachter in jedem der Kapitel 1 bis 7 und in Kapitel 9 in folgenden Schritten vor:

1. Er benennt, welche Kenntnisse die Genehmigungsbehörde unter dem Gesichtspunkt der Entscheidungserheblichkeit zum jeweiligen Thema benötigt.
2. Er gibt aufgrund der vorliegenden Unterlagen eine Sachverhaltsdarstellung zum jeweiligen Thema (Beschreibung des Vorhabens, Beschreibung der Umwelt bzw. des Ist-Zustandes einzelner Schutzgüter).
3. Er verweist auf die verwendeten Quellen und Methoden und die durchgeführten Messungen.
4. Er nimmt Stellung zur Angemessenheit der eingesetzten Methoden, der Validität der Messungen.
5. Er nimmt Stellung zur Vollständigkeit der Beschreibung (im Sinne des UVPG).
6. Dort wo Lücken und methodische Schwächen erkennbar werden, gibt er Hinweise dazu, wie Datenlücken oder Kenntnislücken angemessen zu schließen wären.

Der Gutachter war bemüht, in seiner Sachverhaltsdarstellung den aktuellen Kenntnisstand der Genehmigungsbehörde so weit wie möglich zu erfassen. Er ist sich jedoch der Tatsache bewußt, daß dies nicht bei allen Einzelaspekten gelingen konnte. Stichtag für die Sachverhaltsdarstellung im vorliegenden Endbericht des Gutachters war der 31. Oktober 1992; einzelne Aspekte wurden bis zum 18.01.1993 aktualisiert.

Eine Schwierigkeit lag darin, daß die Zwischenberichte der drei anderen Gutachter des NMU, (TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLfB) und Oberbergamt (OBA)), die der UVP-Gutachter in seine Sachverhaltsdarstellung einzubeziehen hatte, bereits vor über zwei Jahren abgeschlossen wurden und ihrerseits auf einen früheren Planungsstand des Antragstellers Bezug nehmen. Die Begutachtung des Endlagers durch TÜV, NLfB und OBA ist inzwischen weiter fortgeschritten, ohne daß der neueste Stand vollständig schriftlich zugänglich wäre. Das NMU vereinbarte am 18. Juli 1992, am 27. August 1992, am 31. August 1992, am 02. Oktober 1992, am 07. Oktober 1992, am 11./12. und 18. Januar 1993 Fachgespräche zwischen den drei anderen Fachgutachtern und der DPU, um dieses Informationsdefizit der DPU auszugleichen und sicherzustellen, daß die Sachverhaltsdarstellung auf dem aktuellen Stand ist.

Die Fachgespräche mit dem Niedersächsischen Umweltministerium und den drei anderen Fachgutachtern haben die DPU in die Lage versetzt, in der Sachverhaltsdarstellung der Kapitel 1 bis 7 einen Abgleich vorzunehmen. Dies schließt jedoch nicht aus, daß sich aus den Endberichten der Fachgutachter TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt, NLFb und Oberbergamt neue Erkenntnisse ergeben, die auch für die Umweltverträglichkeitsprüfung relevant sind.

Das Gutachten gliedert sich in zehn Kapitel, die logisch aufeinander folgenden Arbeitsschritten entsprechen.

Nach den in Kapitel 1 dargestellten UVP-Grundlagen wird in Kapitel 2 zu Vorhabensalternativen Stellung genommen.

Kapitel 3 ist der Beschreibung des Vorhabens im weitesten Sinne gewidmet ("Objektsteckbrief"). Dazu gehören Hinweise zum Bedarf des Endlagers, zur Einbindung von Schacht Konrad in das Endlagerkonzept der Bundesregierung, zu Art, Herkunft und Menge der vorgesehenen Abfallarten, die Beschreibung der geologischen, seismologischen und gebirgsmechanischen Verhältnisse am Standort und die Darstellung der wesentlichen Einrichtungen, Auslegungsdaten und des Betriebsablaufes der untertägigen und obertägigen Anlagen. Dazu gehört auch die Darstellung der Transportwege und -mittel innerhalb der Anlage sowie die verkehrsmäßige Anbindung.

In Kap. 4 wird das UVP-Untersuchungsgebiet abgegrenzt. Kap. 5 untersucht die Beschreibung der Umwelt mit ihren Vorbelastungen (den "Gebietssteckbrief"). Dazu gehört die Darstellung der Realnutzung, der bestehenden Siedlungsstruktur, der Bevölkerungsverteilung sowie die Auseinandersetzung mit den bestehenden räumlichen Planungen für den Standortraum. Dazu gehört aber vor allem eine Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes der im UVPG genannten Schutzgüter Mensch, Tiere/Pflanzen, Boden, Wasser, Klima/Luft, Landschaft sowie Kultur- und sonstige Sachgüter.

Kapitel 6 ist überschrieben "Art und Umfang der zu erwartenden Emissionen und Reststoffe sowie sonstige Angaben, die dazu dienen, erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt festzustellen". Dieser Arbeitsschritt hat in der Systematik der UVP die Funktion, die "Wirkfaktoren" zu benennen, von denen Auswirkungen auf die im Gesetz benannten Schutzgüter ausgehen. Damit stellt dieses Kapitel ein Bindeglied

zwischen der Beschreibung des geplanten Vorhabens und seiner Umgebung und der Bewertung der Wirkungen des Vorhabens auf die Umwelt dar.

Kapitel 6 behandelt die Wirkfaktoren jedoch nur, soweit sie zu Beeinträchtigungen und Auswirkungen während der Bau- und Betriebsphase des Endlagers führen. Eine Besonderheit dieses Vorhabens besteht indessen darin, daß Auswirkungen in einem sehr weit in die Zukunft reichenden Zeitraum in der Nachbetriebsphase zu erwarten sind. Deshalb werden in Kapitel 7 noch einmal gesondert die Langzeit-Ausbreitungswege von Radionukliden behandelt. Dieses Kapitel stellt im Grunde die auf die Nachbetriebsphase bezogene Ergänzung zum Kapitel 6 dar. Der Weg der Radionuklide aus den eingelagerten Gebinden bis zum Wiedereintritt in die Biosphäre ist als "Wirkfaktor" im Sinne der Umweltverträglichkeitsprüfung zu sehen. Nach dem Wiedereintritt von Radionukliden in die Biosphäre sind auch hier - wenn auch zu einem weit in der Zukunft liegenden Zeitpunkt - Beeinträchtigungen der Schutzgüter zu erwarten.

Kapitel 8 enthält die Wirkungsanalyse und die Bewertung der Umweltauswirkungen durch den Gutachter. Im ersten Schritt werden alle erheblichen Beeinträchtigungen der Umwelt in erster Näherung identifiziert. Daran schließt eine Wirkungsanalyse für jede einzelne der in der Bau- und Betriebsphase zu erwartenden Beeinträchtigungen an. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, auch jeweils den räumlichen Auswirkungsbereich der einzelnen Beeinträchtigungen zu benennen. Anschließend wird für jede einzelne Beeinträchtigung eine Bewertung in bezug auf die Erreichung von zuvor definierten Bewertungsmaßstäben vorgenommen.

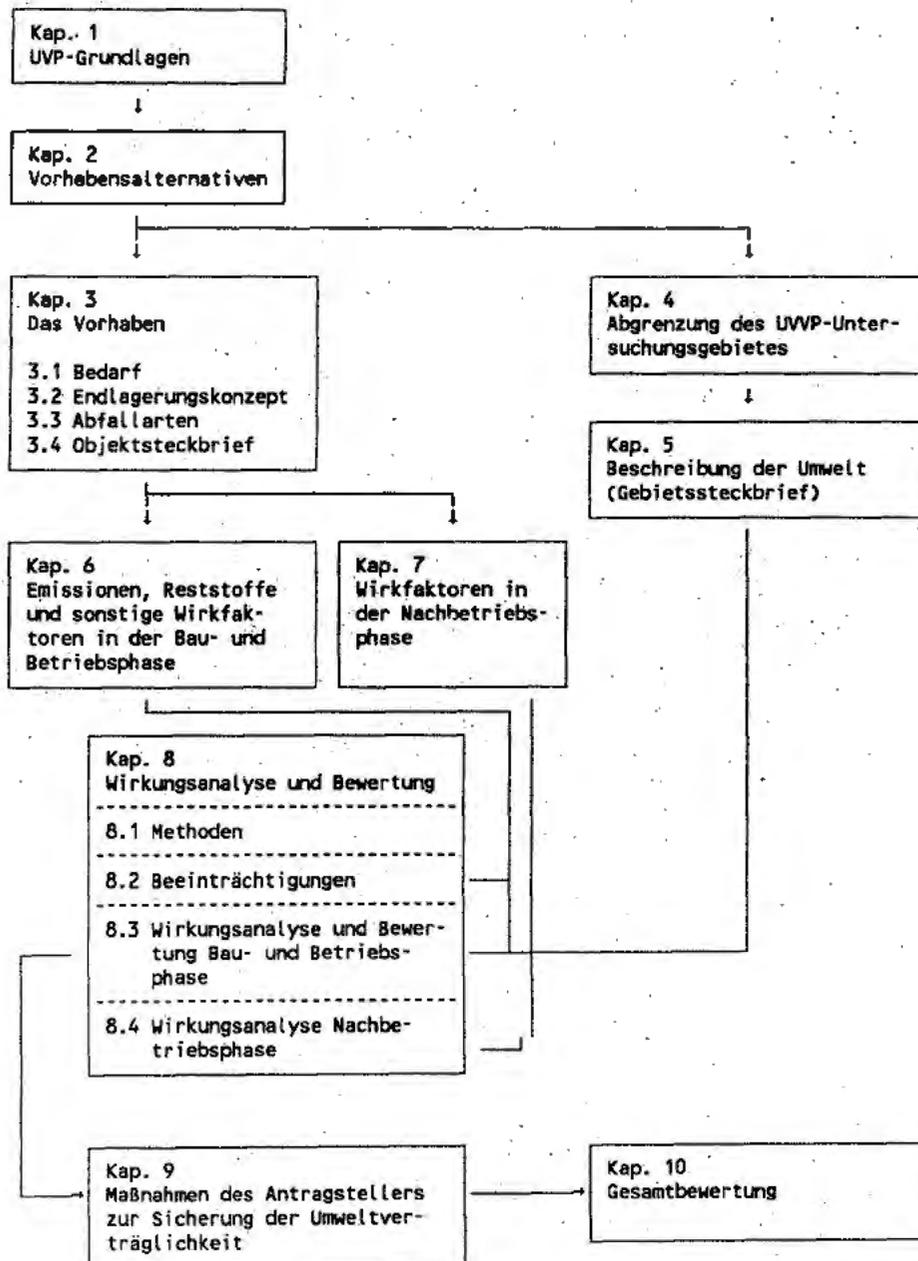
Für die Langzeitphase läßt sich eine Wirkungsanalyse nicht im selben Detaillierungsgrad durchführen, da die Realnutzung und der Zustand der Schutzgüter zum Zeitpunkt des Wiedereintritts der Radionuklide in die Biosphäre nicht prognostiziert werden können. Deshalb beschränkt sich der Gutachter in seiner Wirkungsanalyse und der anschließenden Bewertung für die Langzeitphase (Kapitel 8.5) auf eine generelle Einschätzung der zu erwartenden Wirkungen auf den Menschen.

Kapitel 9 referiert und bewertet die Maßnahmen des Antragstellers zur Sicherung der Umweltverträglichkeit. Im letzten Kapitel des Gutachtens gibt der Gutachter Hinweise darauf, wie eine Gesamtbewertung des Vorhabens aussehen könnte. Angesichts einer Vielzahl nicht aufgeklärter entscheidungserheblicher Sachverhalte ist es gegenwärtig verfrüht, tatsächlich eine Gesamtbewertung vorzunehmen. Diesen Arbeitsschritt müßte die Genehmigungsbehörde zu einem späteren Zeitpunkt vollzie-

hen. Der Gutachter gibt aber Anregungen dafür, wie eine solche Gesamtbewertung gestaltet sein könnte.

Eine Kurzfassung des gesamten Gutachtens wird als Anlage vorgelegt.

Abb. I-1: Aufbau des Umweltverträglichkeitsgutachtens



2. Vorhabensalternativen

Ein wesentliches Ziel der Umweltverträglichkeitsprüfung ist nach den Grundsätzen des UVPG die möglichst frühzeitige Berücksichtigung der Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt. Frühzeitig kann in diesem Zusammenhang nur bedeuten, daß sowohl die technische Gestaltung, als auch die Standortfrage eines Vorhabens noch zur Disposition stehen. Nur wenn die Umweltverträglichkeit eines Vorhabens nicht nur in dessen Detailgestaltung, sondern auch bei der Grundsatzentscheidung betrachtet wird, ist gewährleistet, daß Umweltbelastungen wirklich primär vermieden werden.

So verstanden sind geprüfte Alternativen ein wichtiges Bezugssystem im Rahmen einer UVP, denn sie verbessern die Bedeutungseinschätzung des Vorhabens und erleichtern die notwendige Bewertung der Umweltauswirkungen des geplanten Vorhabens.

Der Prüfung von Alternativen kommt nicht zuletzt aus diesem Grund entscheidende Bedeutung zu, weshalb dieser Schritt oft als "Kernstück" einer Umweltverträglichkeitsprüfung bezeichnet wird.

Alternativenprüfung kann dabei sowohl die konkrete technische Ausgestaltung eines Vorhabens, als auch die Wahl des Standortes umfassen. Auch der völlige Verzicht auf das geplante Vorhaben (Nullvariante) wird im Regelfall sowohl im Hinblick auf gesamtökologische Vor- und Nachteile des Vorhabens als auch zur Maßstabsfindung hinsichtlich des notwendigen zukunfts offenen Ansatzes der UVP betrachtet.

§ 6 Abs.4 Nr. 3 UVPG verlangt als Bestandteil der vom Vorhabensträger im Rahmen der UVP beizubringenden Unterlagen eine "Übersicht über die wichtigsten, vom Träger des Vorhabens geprüften Vorhabensalternativen und Angabe der wesentlichen Auswahlgründe unter besonderer Berücksichtigung der Umweltauswirkungen des Vorhabens".

Im gleichen Absatz wird jedoch eingeschränkt, daß die Alternativenprüfung nur erfolgen muß, wenn sie für die Umweltverträglichkeitsprüfung nach der Art des Vorhabens erforderlich ist und ihre Durchführung gleichzeitig für den Träger des Vorhabens zumutbar ist.

Die derzeit als Referentenentwurf vorliegenden allgemeinen Verwaltungsvorschriften zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPVwV, Referentenentwurf vom 19.06.1991) führen unter Pkt. 3.4.4.2 aus, daß

die "Planfeststellungsbehörde ein Vorhaben daraufhin zu bewerten hat, ob es die im Hinblick auf Umweltbelange vergleichsweise geeignetste von mehreren, nach Fachrecht in Betracht zu ziehenden Alternativen darstellt. Dies gilt auch für Standortalternativen, soweit nicht schon im Raumordnungsverfahren eine Bewertung erfolgt ist. Die Bewertung der Vorhabens- und Standortalternativen muß dem medienübergreifenden Schutzzweck der §§ 1 u. 2 Abs 1 Satz 2 und 4 UVPG gerecht werden".

Unter Pkt. 0.8.2.3 UVPVwV wird diese Vorgabe wie folgt konkretisiert: "Soweit im Rahmen von Planfeststellungsverfahren die Prüfung von Vorhabensalternativen erforderlich ist, bedeutet ein bestmöglicher Schutz aller Umweltgüter, daß geprüft wird, welche Alternative das geringste Konflikt- und Risikopotential mit sich bringt".

Wie eine solche Bewertung auszusehen hat, wird in Pkt. 0.8.1.3.2 UVPVwV (Referentenentwurf) definiert: "Soweit verschiedene Vorhabensalternativen zu bewerten sind, kann es zweckmäßig sein, für eine sachgerechte Anwendung der Rechtsbegriffe auch formalisierte Bewertungsverfahren heranzuziehen. In Betracht kommen insbesondere ökologische Risikoanalysen".

Aus dem einschlägigen Fachrecht (Genehmigungsverfahren nach §9b AtG) ergibt sich keine ausdrückliche Verpflichtung zur Prüfung von Alternativen.

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller kommt zu der Auffassung, daß zur Schachanlage Konrad als geplantem Endlager für verfestigte, nicht wesentlich Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle keine Alternative vorhanden sei (Plan Konrad Kap. 2 Seite 4). Die dem Gutachter vorliegenden Unterlagen geben keine Auskunft darüber, ob dieser Aussage eine Alternativenprüfung im oben genannten Sinne zu Grunde liegt.

Die Entscheidung zur Einlagerung von radioaktiven Abfällen in tiefen geologischen Formationen wird in den vom Antragsteller vorgelegten Unterlagen mit entsprechenden Absichten der Bundesregierung begründet. Die Standortentscheidung basiert nach Aussagen des Antragstellers auf den guten geologischen Bedingungen, die auch eine weitergehende Prüfung von Alternativen überflüssig machten. Überdies sei die hohe industrielle Vorbelastung des Standortbereiches als weiteres Eignungskriterium zu werten.

Der Gutachter:

"Wenn keine Projektalternativen oder kein alternativer Standort zur Diskussion steht, dann setzt sich der Projektträger mehr als sonst der Gefahr aus, daß sein Vorhaben als nicht umweltverträglich bezeichnet werden muß" (Schemel 1992).

Pkt. 3.4.4.2 UVPVwV (Referentenentwurf vom 19.06.1991) führt aus, daß die geeignetste von mehreren "nach Fachrecht" in Betracht zu ziehenden Alternativen ermittelt werden muß.

Dem steht entgegen, daß § 9b AtG nicht ausdrücklich auf die Pflicht zur Prüfung von Alternativen hinweist. Allerdings ist der Begriff "Wohl der Allgemeinheit" (§ 9b Abs. 4 Satz 2 Nr.1 AtG) nach Auffassung des Gutachters von der Planfeststellungsbehörde dahingehend zu konkretisieren, daß ein Vorhaben in einer Art und Weise zur Ausführung kommt, die eine möglichst geringe Umweltbelastung zur Folge hat. Dies kann nur geschehen, wenn Alternativlösungen überprüft worden sind, wie es nach vorherrschender Meinung in anderen Planfeststellungsverfahren Regelfall sein sollte.

Der Gutachter stellt abschließend fest, daß eine Alternativenprüfung zwar fachlich sinnvoll, nicht aber fachrechtlich zwingend ist. Allerdings sieht er in den ihm vorliegenden Unterlagen keine ausreichende Grundlage für eine abschließende Wertung, wie sie vom Antragsteller vorgenommen wurde (Plan Konrad Kap. 2, S. 4).

3. Das Vorhaben

Das vorliegende Kapitel umfaßt den Teil der zusammenfassenden Darstellung nach § 11 UVPG, der sich auf die Beschreibung des Vorhabens selbst und seiner Voraussetzungen bezieht. Die UVPVwV (Referentenentwurf vom 19.06.1991) enthält unter Ziffer 0.7.5 einen Katalog von Angaben, die als Mindestanforderung in der zusammenfassenden Darstellung enthalten sein müssen. Dieser Katalog bildete die Leitlinie für die Auswahl der Themen und Aspekte, die in diesem Kapitel bearbeitet werden.

Darüberhinaus fordert der UVPVwV-Referentenentwurf eine "problemorientierte Struktur" dieser Darstellung (Ziffer 3.3.3). Im vorliegenden Kapitel werden nacheinander die folgenden Aspekte behandelt: Bedarf, Einbindung in das Entsorgungskonzept der Bundesregierung (lediglich redaktionelle Betrachtung), Abfallarten für die Endlagerung, Beschreibung des Vorhabens mit den Unterpunkten Geologie des Standorts, seismologische Verhältnisse am Standort, Gebirgsmechanik, Darstellung der baulichen Anlagen, der technischen Einrichtungen und Betriebsabläufe, Darstellung der Transportmittel und -wege innerhalb der Anlage, anlagenbedingter Verkehr und zeitlicher Ablauf der Realisierung des Vorhabens.

Dies ist der grobe Rahmen der Kenntnisse, die die Genehmigungsbehörde unter dem Gesichtspunkt der Entscheidungserheblichkeit in die zusammenfassende Darstellung des Vorhabens aufzunehmen hat. Dabei sind die Aspekte Geologie, Seismik und Gebirgsmechanik zwar in der UVPVwV nicht explizit genannt, die Notwendigkeit, diese Themen aufzunehmen, ergibt sich jedoch aus der Besonderheit des Vorhabens Endlager in einem Bergwerk.

Im übrigen wird zu Beginn eines jeden Unterkapitels noch einmal die Frage aufgeworfen, welche Kenntnisse die Genehmigungsbehörde unter dem Gesichtspunkt der Entscheidungserheblichkeit zum jeweiligen Thema benötigt.

3.1 Bedarf

Die Funktion der UVP als Entscheidungshilfe für die Genehmigungsbehörde erfordert zunächst die Auseinandersetzung mit dem grundsätzlichen Bedarf an einem solchen Endlager. Nach der allgemeinen Rechtsprechung muß ein Vorhaben zumindest "vernünftigerweise geboten" sein, um Einwirkungen auf die Umweltgüter zu recht-

fertigen.

Demzufolge ist die Durchführung einer aufwendigen UVP nur gerechtfertigt, wenn der grundsätzliche Bedarf an einem Vorhaben festgestellt worden ist. Diese Bedarfsfeststellung hat auszugehen von einer Analyse der derzeitigen Entsorgungssituation und müßte eine Bedarfsprognose für mindestens 20 Jahre einschließen.

Sachverhaltsdarstellung:

Die Endlagerung radioaktiver Abfälle wird von der Bundesregierung als "Schlußglied in der Entsorgungskette" definiert (Deutscher Bundestag 1988, S. 7). Die Entsorgungsfrage könne langfristig nur gelöst werden, wenn nationale Endlager für radioaktive Abfälle genehmigt und betrieben werden. Genehmigte nationale Endlager dienen als Entsorgungsnachweis für bereits betriebene oder zukünftig geplante Atomkraftwerke. Der Antragsteller betrachtet die Einbindung der Endlagerung in das Entsorgungskonzept der Bundesregierung als ausreichende Begründung des grundsätzlichen Bedarfs. Da das Endlager Konrad nur nationale radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aufnehmen soll (Deutscher Bundestag 1988, S. 8), wird im folgenden auch nur der Bedarf der Entsorgung von diesen Abfällen betrachtet. Dabei ist hinsichtlich der Herkunft der Abfälle klar, daß diese sich auf das Gebiet der heutigen Bundesrepublik bezieht. Allerdings können die Abfälle auch bei der Wiederaufarbeitung im Ausland (d.h. in England oder Frankreich) angefallen sein (vgl. Erläuterungen des BfS auf dem Erörterungstermin am 14.10.1992). Voraussetzung für die Einlagerung im Schacht Konrad ist in jedem Fall, daß die Einlagerungsbedingungen für Konrad erfüllt sind. Darüberhinaus stellt sich die Frage nach der Dimensionierung eines Endlagers radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung.

Unabhängig vom Planfeststellungsantrag Schacht Konrad hat das Bundesamt für Strahlenschutz im Auftrag des BMU Daten zum bisherigen und zukünftigen Aufkommen radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und zu wärmeentwickelnden Abfällen erhoben (z.B. Warnecke und Hollmann 1991, ET-11/91). Die Erhebung erfolgte bei den Abfallverursachern, wurde bundeslandspezifisch vorgenommen und von den zuständigen Behörden überprüft. Aus den erhobenen Daten ist der Bedarf an mindestens einem Endlager direkt abzuleiten.

Schon bis Ende 1990 stand in der Bundesrepublik ein kumulierter Bestand von ca. 50.000 m³ konditionierten Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung zur Endlagerung bereit (Warnecke und Hollmann 1991, ET-11/91, S. 2 und 12). Mehr

als 99 % davon stammen aus den alten Bundesländern; davon 40,8 % aus Forschungseinrichtungen, 31,4 % aus Kernkraftwerken und 18,9 % aus der Wiederaufarbeitung (vgl. Warnecke und Hollmann, 1991, ET-11/91, S. 12, Tab. 5).

Der Gutachter:

Der grundsätzliche Bedarf an einem Endlager für schwach wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle für das Entsorgungsgebiet Bundesrepublik Deutschland ist gegeben. Die Errichtung einer solchen Anlage bedarf nach § 9b Abs. 2 AtG der Prüfung der Umweltverträglichkeit.

3.1.1 Bisherige Entsorgungssituation

Sachverhaltsdarstellung:

Von den bisher in den alten Bundesländern angefallenen radioaktiven Abfällen wurden von 1967 bis 1978 ca. 125.000 Fässer im ehemaligen Salzbergwerk Asse II endgelagert (Huntemann 1989, S. 18).

Die ehemalige DDR betrieb seit 1978/79 das Endlager Morsleben für nicht wärmeentwickelnde schwach- und mittlerradioaktive Abfälle. Das Endlager Morsleben fiel mit dem Beitritt der DDR 1990 in die Zuständigkeit des Bundesamtes für Strahlenschutz. Es wurde 1991 aufgrund einer einstweiligen Verfügung bis auf weiteres stillgelegt, weil der Betreiber, die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE), nach Auffassung des Bezirksgerichtes Magdeburg keine erforderliche atomrechtliche Genehmigung besitzt (Warnecke und Hollmann, ET-11/91, S. 23). Am 25.06.92 hob das Bundesverwaltungsgericht die einstweilige Verfügung wieder auf, so daß derzeit wieder Atom-müll eingelagert werden darf.

Die Menge der im Endlager Morsleben eingelagerten radioaktiven Abfälle betrug Ende 1990 ca. 14.330 m³.

Die radioaktiven Abfälle, die weder im vorübergehend betriebenen Endlager Asse II noch im Endlager Morsleben entsorgt wurden, befinden sich zur Zeit entweder zur Wiederaufarbeitung in Frankreich und Großbritannien (1. Bericht des AK auf Staatssekretärebene zur Entsorgung der KKW 1990, S. 16 u. 17) oder in Zwischenlagern/Landessammelstellen in der Bundesrepublik (Warnecke und Holl-

mann, ET-11/91, 1991, S. 21). Auf dem Erörterungstermin Konrad wurde darauf hingewiesen, daß schon seit vielen Jahren schwachaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in La Hague vergraben worden seien; die mittelradioaktiven Abfälle seien nicht ordnungsgemäß spezifiziert worden. Damit sei es auch nicht mehr möglich, alle Abfälle, die im Geltungsbereich des Atomgesetzes entstanden seien, in Deutschland zu entsorgen (Vorträge von Greenpeace im Erörterungstermin Konrad am 08.10.92).

Damit nicht ständig neue Zwischenlager errichtet werden müssen, muß die Entsorgung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung durch deren baldige Endlagerung erfolgen (Entwurf zu einer Bewertung des Entsorgungsberichtes der Staatssekretäre 1992, S. 2 u. 3).

Der Gutachter:

Der Sachverhaltsdarstellung zu diesem Punkt sind aus Sicht des UVP-Gutachters keine weiteren Aspekte hinzuzufügen.

3.1.2 Prognose

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller äußerte sich in den Planunterlagen nicht hinsichtlich des zukünftig zu erwartenden Abfallgebinderolumens, das in Schacht Konrad eingelagert werden soll. Er prognostizierte jedoch im Auftrag des BMU das künftige Aufkommen radioaktiver Abfälle bis zum Jahr 2000 (z.B. Brennecke und Schumacher 1990, S. 1, 8-10; Warnecke und Hollmann 1991, S. 2, 15-20).

Die Prognose erfolgte jeweils in Ergänzung zur aktuellen Abfallerhebung. Real eingetretene Änderungen der Randbedingungen von einem Erhebungszeitpunkt zum nächsten werden berücksichtigt, Korrekturen der Prognose werden vorgenommen.

In der Prognose, die auf den Ergebnissen der Befragung des Erhebungsjahres 1989 basiert, wurden nur zukünftige Abfallmengen aus den alten Bundesländern ermittelt. Unter Beachtung der damals aktuellen Randbedingungen ergab sich ein bis zum Ende des Jahres 2000 kumuliertes Abfallgebinderolumen von mindestens 129.900 m³ und maximal 170.900 m³ an konditionierten radioaktiven Abfällen mit

vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (Brennecke und Schumacher 1990, S. 9), das im Schacht Konrad endgelagert werden könnte.

In der Prognose, die ein Jahr später vorgenommen wurde, war bereits die Erhebung radioaktiver Abfälle aus den neu beigetretenen Bundesländern berücksichtigt (Warnecke und Hollmann 1991, S. 2). Entsprechend den geänderten Randbedingungen wurde das Abfallaufkommen konditionierter radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung bis zum Ende des Jahres 2000 auf mindestens 147.546 m^3 (aus Mittelwerten der bisherigen Abfallerhebung) und maximal 174.294 m^3 (aus Modelldaten) prognostiziert (Warnecke und Hollmann 1991, S. 18).

Abgesehen von den Prognosen, die das Bundesamt für Strahlenschutz vornahm, und die bis zum Jahr 2000 terminiert waren, hat der Arbeitskreis der Staatssekretäre im Auftrag der Regierungschefs von Bund und Ländern 15 Prognosemodellrechnungen zum künftigen Aufkommen radioaktiver Abfälle vom Jahr 2000 bis zum Jahre 2030 vorgenommen (BMU 1992, S. 8).

Die einzelnen Prognosemodellrechnungen berücksichtigen die bei den Entsorgungswegen "Wiederaufarbeitung" und "Direkte Endlagerung" unter verschiedenen Randbedingungen entstehenden Abfallmengen (BMU 1992, S. 8).

Die Ergebnisse der Modellrechnungen schließen nicht unmittelbar an die vom Bundesamt für Strahlenschutz vorgelegten Prognosen an, obwohl die zeitliche Anknüpfung gegeben ist. Dies ist damit zu begründen, daß das BfS in seinen Erhebungen die Einteilung der radioaktiven Abfälle in wärmeentwickelnde und solche mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vornahm, der Arbeitskreis der Staatssekretäre dagegen in seinen Erhebungen die Einteilung in leicht-, mittel- und hochradioaktive Abfälle (vgl. Warnecke und Hollmann 1991, S. 2 und BMU 1992, Anhang 3).

Basierend auf der Erläuterung der Darstellung der Modellrechnungen kann im Regelfall jedoch davon ausgegangen werden, daß die Kategorien "Betriebsabfälle aus Kernkraftwerken" (KKW) und "leicht radioaktive Abfälle" (LAW) den radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung zuzuordnen sind (1. Bericht des AK auf Staatssekretärsebene zur Entsorgung der KKW in der BRD 1990, S. 41).

Die höchste Menge aller kumulierten LAW und KKW bis 2030, die in Schacht Konrad endgelagert werden könnte, beträgt 527.000 m^3 bei ununterbrochener Wie-

deraufarbeitung (auch MOX) und Leistungsverdopplung (BMU 1992, Anhang 3, 7. Modell 9). Die Prognoseangaben über die Mengen "konradgängiger" radioaktiver Abfälle sind mit großen Unsicherheiten behaftet.

Aus der Tatsache, daß in den Verträgen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Großbritannien nicht definitiv die Menge und Qualität der aus der Wiederaufarbeitung stammenden rückliefernden radioaktiven Abfälle festgelegt ist, wird von einer Reihe von Einwendern gefolgert, daß die Möglichkeit eines "Curie-Swaps" besteht. Dies würde bedeuten, daß statt schwach- und mittelradioaktiver Abfälle, die prinzipiell in die Bundesrepublik rückzuliefern wären, nur kleine Mengen hochradioaktiver Abfälle, für die in absehbarem Zeitraum weder in Frankreich noch in Großbritannien eine Endlagermöglichkeit besteht, zur Endlagerung in die Bundesrepublik Deutschland rückgeliefert würden. Diese Abfälle können aufgrund ihrer Beschaffenheit ohnehin nicht im Endlager Konrad eingelagert werden (vgl. Vortrag von Greenpeace auf dem Erörterungstermin vom 08.10.1992 und Ergänzungen weiterer Einwander an den folgenden Tagen). Die britische Wiederaufarbeitungsindustrie favorisiert z. Zt. eine solche Lösung, bei der anstelle von größeren Mengen schwach- und mittelradioaktiven Abfalls geringe Mengen hochaktiven verglastem Abfall mit gleichem Aktivitätsinhalt an die ausländischen Kunden zurückgegeben werden. Die britische Regierung hat durch Stellungnahme im Parlament diese Haltung unterstützt (vgl. Erörterungstermin 08.10.1992). In Frankreich sind demgegenüber schwachaktive Abfälle in der Vergangenheit vergraben worden. Das neue französische Abfallgesetz verbietet jedoch die Entsorgung ausländischer Abfälle in Frankreich (vgl. Erörterungstermin 08.10.1992). Völkerrechtlich gültige Verträge, die den Tausch von Atommüll nach dem "Äquivalenzprinzip" vorsehen, bestehen bisher weder mit Großbritannien noch mit Frankreich.

Der Gutachter:

Die Vorgehensweise bei den erarbeiteten Prognosen wird vom Gutachter als plausibel bewertet. Die Tatsache, daß Prognosen für optimistische und pessimistische Annahmen berechnet wurden, wird den Unsicherheiten bei abfallwirtschaftlichen Prognosen gerecht.

Die Darstellung der unterschiedlichen berechneten Modellvarianten ist einschließlich der Erläuterungen plausibel. Die Vorgehensweise ist ebenfalls nachvollziehbar. Die Möglichkeit eines Tausches von Atommüll nach dem "Äquivalenzprinzip" wurde in keiner Modellvariante berücksichtigt. Internationale Vereinbarungen, die diese

Möglichkeit eröffnen, bestehen bisher nicht. Entwurfstexte zu solchen Vereinbarungen sind dem Gutachter nicht bekannt. Gleichwohl ist angesichts von Absichtserklärungen der britischen Regierung und des öffentlichen Druckes in Großbritannien der "Curie-Swap" durchaus eine realistische Prognoseannahme, die in Bedarfsprognosen berücksichtigt werden sollte. Im Interesse der Nachvollziehbarkeit seiner Angaben sollte der Antragsteller sich zum Äquivalenzprinzip äußern, da die Umsetzung der Angebote der BNFL einen weiteren Unsicherheitsfaktor bei der Bestimmung des einzulagernden Gesamtvolumens bedeuten würde.

3.2 Einbindung in das Entsorgungskonzept der Bundesregierung

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller verweist im Planfeststellungsantrag darauf, daß die Bundesregierung neben anderen geplanten Standorten für radioaktive Endlager das Projekt Schacht Konrad verfolge (BfS 4/90, Textband 1, S. 2-4).

Schacht Konrad soll, den Planungen der Bundesregierung entsprechend, radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, d.h. Abfälle, die das umgebende Gestein um nicht mehr als 3 K erwärmen, aufnehmen. Die darüber hinaus zur Entsorgung anstehenden radioaktiven Abfälle sollen - sofern die Eignung nachgewiesen wird - in das geplante Endlager Gorleben eingebracht werden (Deutscher Bundestag 1988, S. 8).

Zur Entsorgungskette gehören die kraftwerksinterne und -externe Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente, die Wiederaufarbeitung von Brennelementen, die Verwertung der Kernbrennstoffe, die bei der Wiederaufarbeitung zurückgewonnen werden, sowie Konditionierung und Zwischenlagerung und schließlich die Endlagerung. Änderungen an diesem Gesamtkonzept sind dadurch eingetreten, daß zwischenzeitlich der Plan für die deutsche Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf aufgegeben wurde. Als Alternative dazu wird gegenwärtig und zukünftig die Wiederaufarbeitung deutscher bestrahlter Brennelemente in Frankreich von der Cogema und in Großbritannien von der BNFL vorgenommen. Eine vom Ausland unabhängige Entsorgungskette der radioaktiven Abfälle, wie sie im Entsorgungskonzept und im derzeit rechtsgültigen Atomgesetz verankert ist, ist nach heutigem Stand nicht mehr möglich und angestrebt. Gleichwohl spielt die Endlagerung radioaktiver Abfälle in

der Bundesrepublik Deutschland als "Endglied der Entsorgungskette" immer noch eine Schlüsselrolle. Die radioaktiven Abfallmengen, die bisher angefallen sind, werden zwischengelagert. Die Gesamtmenge wächst von Jahr zu Jahr.

Nach dem Entsorgungskonzept der Bundesregierung soll Schacht Konrad während einer Betriebszeit von insgesamt 40 Jahren ca. 95 Volumen-% der insgesamt innerhalb dieser Zeit angefallenen radioaktiven Abfälle aufnehmen (Deutscher Bundestag 1988, S. 16). Dieser Anteil für die in Schacht Konrad einzulagernden radioaktiven Abfälle wird ebenfalls in den Planunterlagen des BfS genannt.

Der Gutachter:

Die Stellung des Vorhabens Schacht Konrad im Entsorgungskonzept ist in den vorliegenden Unterlagen hinreichend detailliert beschrieben. Es ist nicht Aufgabe des UVP-Gutachters, zum Endlagerkonzept selbst Stellung zu nehmen.

Es sei allerdings folgendes angemerkt: falls es zu einem Tausch von Atommüll nach dem "Äquivalenzprinzip" kommen sollte, müßten auch wesentliche Eckdaten des Entsorgungskonzeptes der Bundesregierung revidiert werden.

3.3 Abfallarten

Nach Ziffer 0.7.5 UVPVwV (Referentenentwurf vom 19.06.1991) muß die zusammenfassende Darstellung nach § 11 UVPG u.a. Angaben über Zweck, Art und Umfang des Vorhabens enthalten. Nachdem in den vorausgegangenen Abschnitten der Bedarf des Endlagers Konrad festgestellt wurde, müssen nun Kenntnisse zu Herkunft und Menge der Abfallarten, der Betriebsdauer, den Radionuklidgruppen in den Abfallbinden und den Abfallproduktgruppen, der Verpackung und den Aktivitätsbegrenzungen zusammengestellt werden.

3.3.1 Herkunft, Menge, Betriebszeit

Sachverhaltsdarstellung:

Im Endlager Konrad sollen nach Angaben des Antragstellers ca. 650.000 m³ radioaktive Abfälle eingelagert werden, deren Herkunft nachfolgend aufgeführt ist:

- Betrieb von Kernkraftwerken (K-Abfälle)
- Stilllegung von Kernkraftwerken (S-Abfälle)
- Landessammelstellen (L-Abfälle)
- Forschungszentren (F-Abfälle)
- Industrie (I-Abfälle)
- Wiederaufarbeitungsanlagen (W-Abfälle)
- Sonstige (U-Abfälle)

Die Abfälle werden in Behältern verpackt angeliefert und als Abfallgebände endgelagert, pro Jahr max. 6.800 bei Zweischichtbetrieb.

Bis zur Aufgabe der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf wurde davon ausgegangen, daß das größte Abfallvolumen mit 37 % aus der Wiederaufarbeitung kommen würde. Der Betrieb der Kernkraftwerke hätte 34 % und die Forschungszentren 26 % des Abfallaufkommens verursacht.

Die Betriebsdauer wird vom Antragsteller im Plan (BfS 4/90) mit 40 Jahren angegeben. Der Antragsteller führte jedoch auf dem Erörterungstermin aus, daß diese Abgabe nur "beispielhaft" zu verstehen sei; je nach Nutzungsintensität könne die Betriebsdauer auch 20, 50 oder 80 Jahre betragen.

Der Gutachter:

Der Gutachter hält die Angaben zur Herkunft für plausibel. Gleichzeitig weist er darauf hin, daß Menge und Betriebszeit abhängig davon sind, welche Abfallmengen tatsächlich von Betreibern atomarer Anlagen zur Endlagerung angeliefert werden, die die Einlagerungsbedingungen für Schacht Konrad erfüllen.

3.3.2 Radionuklide, Radionuklidgruppen

Sachverhaltsdarstellung:

In den endzulagernden Abfallgebinden befinden sich breite Spektren verschiedener Radionuklide, die - z.B. für die Bilanzierung pro Jahr - nicht alle einzeln aufgeführt werden. Einzelnuklide werden nur dann angegeben, wenn sie sicherheitstechnisch relevant sind und einen bestimmten Wert (1 % des Garantiewertes, vgl. Tab. 3.3.4/1 des Plans, BfS 4/90) überschreiten.

Die Bewertung der Abfälle, z.B. hinsichtlich der radiologischen Belastungen, der Kritikalität, der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins oder der Langzeitsicherheit, wird anhand von Leitnucliden und Radionuklidgruppen vorgenommen. Garantie-, Aktivitätsgrenz- und Aktivitätswerte für Leitnuclide und nicht spezifizierte sonstige Alpha- und Beta-/Gammastrahler sind den Tabellen 3.3.4/1 bis /6 des Plans (BfS 4/90) zu entnehmen.

Der Anlieferung und Einlagerung von Abfallgebinden geht die Abfallvoranmeldung voraus (EU 117, Anhang V). Die Anlieferung von Abfallgebinden an das Endlager Konrad setzt u.a. eine Beschreibung dieser Gebinde durch den Ablieferungspflichtigen voraus. Die Beschreibung beinhaltet insbesondere Angaben zu:

- Gesamtaktivität des Gebindes,
- Aktivität relevanter Nuklide,
- Ortsdosisleistung an der Oberfläche und in 1 m bzw. 2 m Abstand,
- Flächenkontamination des Abfallgebindes,
- Abfallart gemäß Abfallartenkatalog (BANz 1989),
- Fixierungsmittel,
- Abfallbehälter,
- Abfallproduktgruppe,
- Abfallbehälterklasse und
- Masse des Abfallgebindes.

Die für die Abfallgebindebeschreibung erforderlichen (Mindest-)Angaben, die in die Dokumentation des Endlagerungsgutes eingehen, sind in das Abfalldatenblatt (EU 117, Anhang VI) einzutragen. Für jedes abzuliefernde Abfallgebinde ist ein Datenblatt auszufüllen.

Der Gutachter:

Der Gutachter hält die in den vorgelegten Unterlagen dargestellte Vorgehensweise für plausibel, Kenntnislücken sind nicht zu erkennen.

3.3.3 Abfallproduktgruppen**Sachverhaltsdarstellung:**

Alle Abfallprodukte genügen den folgenden allgemeinen Grundanforderungen; sie

- liegen in fester Form vor,
- faulen und gären nicht,
- enthalten bis auf sinnvoll erreichbare und nicht vermeidbare Restgehalte
 - * weder Flüssigkeiten noch Gase, die sich in Ampullen, Flaschen oder sonstigen Behältern befinden,
 - * weder freibewegliche Flüssigkeiten, noch setzen sie derartige Flüssigkeiten bzw. Gase unter üblichen Lagerungs- und Handhabungsbedingungen frei,
 - * keine selbstentzündlichen oder explosiven Stoffe,
- enthalten durch thermische Neutronen spaltbare Stoffe nur in einer Massenkonzentration bis zu 50 g pro 0,1 m³ Abfallprodukt.

Abfallprodukte, die unter Verwendung eines Fixierungsmittels (z.B. Zement, Beton, Bitumen oder Kunststoff) hergestellt werden, erfüllen grundsätzlich die folgenden zusätzlichen Anforderungen:

- Reaktionen zwischen dem radioaktiven Abfall, dem Fixierungsmittel und der Verpackung sind auf eine sicherheitstechnisch zulässige Rate beschränkt.
- Das verwendete Fixierungsmittel hat vollständig abgebunden oder ist vollständig erstarrt.
- Das Vergießen von radioaktiven Abfällen oder Hohlräumen zwischen Innenbehältern erfolgt mit fließfähigen Fixierungsmitteln, die ggf. durch technische Maßnahmen (z.B. Rütteln) verdichtet werden.
- Für das Vergießen von radioaktiven Abfällen oder Hohlräumen zwischen Innenbehältern verwendete 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. Die in den kontaminierten Flüssigkeiten enthaltenen Radionuklidgruppen werden bei der Aktivitätsangabe berücksichtigt.

Sofern radioaktive Abfälle in Verpackungen ohne spezifizierte Dichtigkeit Rn 220 freisetzen können, ist das Abfallprodukt von mindestens 40 mm inaktivem Beton vollständig umschlossen.

Eine Behandlung von unfixierten radioaktiven Abfällen in einem Abfallbehälter (z.B. Trocknen oder Konzentrieren) erfolgt so, daß sich keine Veränderungen ergeben, welche die sicherheitstechnische Barrierenfunktion des Behälters beeinträchtigen.

Abfallproduktgruppen

Die Abfallprodukte werden den folgenden Abfallproduktgruppen (APG) zugeordnet:

- APG 01 (z.B. Bitumen- und Kunststoffprodukte)
- APG 02 (z.B. Feststoffe)
- APG 03 (z.B. metallische Feststoffe)
- APG 04 (z.B. Preßlinge)
- APG 05 (z.B. zementierte/betonierte Abfälle)
- APG 06 (z.B. Konzentrate)

Diese Gruppen unterscheiden sich in den Anforderungen, die aus sicherheitstechnischer Sicht an die Qualität eines Abfallproduktes gestellt werden.

Qualitätsmerkmale der Abfallproduktgruppen

Die Abfallprodukte können denjenigen Abfallproduktgruppen zugeordnet werden, deren Qualitätsmerkmale von ihnen erfüllt werden

APG 01

Bei der Zuordnung eines Abfallproduktes zur APG 01 sind die oben genannten Grundanforderungen erfüllt, d.h bei Einhaltung dieser Anforderungen können aus sicherheitstechnischer Sicht alle Abfallprodukte der APG 01 zugeordnet werden.

APG 02

Bei der Zuordnung eines Abfallproduktes zur APG 02 ist über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet, daß brennbare Abfallstoffe mit einem Schmelzpunkt kleiner 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.

APG 03

Bei der Zuordnung eines Abfallproduktes zur APG 03 ist über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet, daß der radioaktive Abfall nur aus Metallteilen besteht bzw. aus Werkstoffen von Einbauteilen eines Reaktorkerns mit der Ausnahme von Graphit.

APG 04

Bei der Zuordnung eines Abfallproduktes zur APG 04 ist über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet, daß der radioaktive Abfall mit einem Preßdruck von mindestens 30 MPa formstabil kompaktiert ist.

APG 05

Bei einer Zuordnung eines Abfallproduktes zur APG 05 ist über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet, daß der radioaktive Abfall in Zementstein oder Beton fixiert ist. Die Fixierung ist so ausgeführt, daß

- bei eingebundenen oder verfestigten 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 aufgrund der Beschaffenheit des Abfall sinnvoll machbar - möglichst gleichmäßig im Abfallprodukt verteilt und
- die Druckfestigkeit des Abfallproduktes mindestens 10 N/mm² beträgt.

APG 06

Bei einer Zuordnung eines Abfallproduktes zur APG 06 ist über die Grundanforderungen hinaus gewährleistet, daß der radioaktive Abfall selbst aus einem festen Körper mit einer Druckfestigkeit von mindestens 10 N/mm² besteht und nicht brennbar ist.

Der Gutachter:

Der Gutachter hält die Abstufung der Abfallproduktgruppen mit den angegebenen Qualitätsmerkmalen für ausreichend.

3.3.4 Verpackung

Sachverhaltsdarstellung:

Radioaktive Abfallprodukte werden zur Beförderung, Handhabung und Stapelung in Behälter verpackt. Die Behälter sind entsprechend den einschlägigen Transportvorschriften und den für eine Bauartprüfung festgelegten Bedingungen gefertigt.

Die Behälter erfüllen die Grundanforderungen aus Kap. 3.3.3.1 des Plans (BfS 4/90):

- Sie halten die in Tab. 3.3.3.1/1 des Plans (BfS 4/90) angegebenen Außenabmessungen und Bruttovolumina ein (es sind allerdings bestimmte Ausnahmen von dieser Vorschrift zulässig).
- Sie sind so ausgelegt, daß sie in befülltem Zustand über eine Höhe von mindestens 6 m ohne Beeinträchtigung ihrer Dichtheit und Integrität gestapelt werden können.
- Sie gewährleisten - sofern sie eine spezifizierte Dichtheit besitzen - diese durch ihre Auslegung selbst oder durch eine entsprechend dicht ausgelegte innere Verpackung des Abfallproduktes.
- Sie werden - sofern sie aus Stahlblech hergestellt sind - innen und außen korrosionsgeschützt ausgeführt und sind mit einem entsprechenden Oberflächenschutz (z.B. Grundierung und Deckschicht) versehen.
- Sie sind bei ihrer Ablieferung frei von mechanischen und korrosiven Schäden, die ihre Dichtheit und Integrität bei Handhabung und Stapelung beeinträchtigen.

Die Abfallbehälter werden zwei Klassen zugeordnet, die sich in den Anforderungen unterscheiden, die aus sicherheitstechnischer Sicht an die Qualität einer Verpackung gestellt werden. Wenn die nachfolgend angegebenen Qualitätsmerkmale einer Abfallbehälterklasse erfüllt werden, können bei Verwendung der betreffenden Verpackung die für die jeweilige Abfallproduktgruppe zulässigen Aktivitätsgrenzwerte dieser Behälterklasse ausgeschöpft werden (vgl. Tab. 3.3.4/1 bis /6 des Planes, BfS 4/90).

Abfallbehälterklasse I

Verpackungen, die der Abfallbehälterklasse I zugeordnet werden, gewährleisten über die Grundanforderungen hinaus, daß bis zu einer Aufprallgeschwindigkeit von 4 m/s ihre Integrität so weit 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.

Abfallbehälterklasse II

Verpackungen, die der Abfallbehälterklasse II zugeordnet werden, gewährleisten über die Grundanforderungen hinaus, daß

- sie einem Fall aus 5 m Höhe auf eine unnachgiebige Unterlage derart standhalten, daß die Gesamtleckrate (bezogen auf Standardbedingungen wie bei der Dichtheitsprüfung nach der Vakuummethode) nach dem Fall $1 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ nicht überschreitet, oder
- bei formstabil fixierten und in Innenbehältern verpackten radioaktiven Abfällen die Integrität der Innenbehälter nach einem Fall aus 5 m Höhe auf eine unnachgiebige Unterlage erhalten bleibt, und
- die Wandung der Verpackung bis zu einer Aufprallgeschwindigkeit von 4 m/s einen Wärmeleitwiderstand (Produkt aus Schichtdicke und reziproker Wärmeleitfähigkeit) von mindestens $0,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ besitzt, oder
- bei einem Schadenfeuer mit einer Temperatur von 800 °C während einer Stunde sichergestellt ist, daß die Gesamtleckrate (bezogen auf Standardbedingungen wie bei der Dichtheitsprüfung nach der Vakuummethode) vor dem Brand kleiner $1 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ist und die Stoffmenge des aus der Verpackung freigesetzten Gases während des Brandes und einer Abkühlphase von 24 Stunden einen Wert von einem Mol nicht überschreitet.

Eine weitere Bedingung zur Annahme des Abfallgebindes im Endlager Konrad ist die Begrenzung der Dosisleistung (EU 36.01):

- 2 mSv/h an der Oberfläche des Abfallgebindes,
- 0,1 mSv/h in 1 m Abstand von der Oberfläche bei zylindrischen Behältern,
- 0,1 mSv/h in 2 m Abstand von der Oberfläche bei Containern.

In EU 117 wird gefordert, daß

- die endzulagernden Abfallgebände weitgehend ohne Überdruck angeliefert werden müssen,
- Reaktionen zwischen dem radioaktiven Abfall, dem Fixierungsmittel und der Verpackung auf eine sicherheitstechnisch zulässige Rate beschränkt sein müssen,

- die Abfallprodukte durch thermische Neutronen spaltbare Stoffe außer Natururan und abgereichertem Uran nur in einer Massenkonzentration bis zu 50 g pro 0,1 m³ Abfallprodukt enthalten dürfen.

Der Gutachter:

Der Fachgutachter TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt hält die vom Antragsteller vorgelegten Angaben zur Verpackung für nicht ausreichend. Ob die Angaben aus UVP-Sicht als ausreichend angesehen werden können, kann erst beurteilt werden, wenn die fachgutachterliche Stellungnahme vorliegt. Dieser kann der UVP-Gutachter nicht vorgreifen.

3.3.5 Aktivitätsbegrenzungen

Sachverhaltsdarstellung:

Die zulässigen Aktivitäten von Radionukliden und Radionuklidgruppen pro Abfallgebinde resultieren aus

- der Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb
- der Störfallanalyse
- der Analyse zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins und
- der Analyse zur Kritikalitätssicherheit

und sind in den Tabellen 3.3.4/1 bis /6 des Planes (BFS 4/90) angegeben.

Wenn die Qualitätsmerkmale einer Abfallproduktgruppe (vgl. Kap. 3.3.2) erfüllt werden, kann das betreffende Abfallprodukt die aus den Untersuchungen der unterstellten Störfälle (Tab. 3.3.4/2 und /3 des Planes, BFS 4/90) resultierenden zulässigen Aktivitätsgrenzwerte dieser Abfallproduktgruppe ausschöpfen.

Über die Grundanforderungen hinausgehende und aus sicherheitstechnischer Sicht an die Qualität eines Abfallproduktes gestellte Anforderungen (APG 02 bis APG 06) können entfallen, wenn

- der radioaktive Abfall entweder formstabil fixiert oder in Innenbehälter verpackt ist, die formstabil vergossen sind, und

- das Abfallprodukt allseitig von einer inaktiven Schicht mit einem Wärmeleitwiderstand (Produkt aus Schichtdicke und reziproker Wärmeleitfähigkeit) von mindestens $0,1 \text{ m}^2\text{-K/W}$ umgeben ist, die bis zu einer Aufprallgeschwindigkeit von 4 m/s intakt bleibt, und
- die Verpackung sicherstellt, 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 Erfüllung dieser Qualitätsmerkmale kann das Abfallprodukt die zulässigen Aktivitätsgrenzwerte der APG 05 und 06 ausschöpfen (vgl. Tab. 3.3.4/2 und /3 des Planes, BFS 4/90).

Für Abfallprodukte, die den APG 02 bis 06 zugeordnet werden, können über die Grundanforderungen hinausgehende Anforderungen entfallen, wenn ihre Verpackung der Abfallbehälterklasse II (vgl. Plan Konrad 4/90, Kap. 3.3.3) zugeordnet wird. In diesem Fall können die Abfallprodukte die zulässigen Aktivitätsgrenzwerte der Abfallbehälterklasse II ausschöpfen.

Die aus den oben genannten Untersuchungen abgeleiteten Anforderungen bestehen unabhängig voneinander. Die jeweils restriktivste Anforderung bezüglich der zulässigen Aktivitäten der Radionuklide/Radionuklidgruppen in einem Abfallgebinde ist einzuhalten.

Die Aktivitätsgrenzwerte pro Abfallgebinde, die aus der Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb resultieren, sind als Garantiewerte zu verstehen. Das heißt, bei Einhaltung der Garantiewerte und der übrigen, von dem Abfallgebinde zu erfüllenden Anforderungen werden an die Annahme dieses Gebindes keine weiteren Bedingungen geknüpft.

Die in das Endlager Konrad eingelagerten Aktivitäten werden pro Jahr nuklidweise bilanziert. Bei Überschreitung von 1% des Garantiewertes ist die Angabe der Aktivität des entsprechenden Radionuklids bzw. der Radionuklidgruppe erforderlich. Dieser Wert wird für Radionuklide und Radionuklidgruppen bei der Bilanzierung in den Fällen zugrunde gelegt, in denen keine Aktivitäten angegeben sind.

Zeigt die Bilanzierung für ein bestimmtes Radionuklid oder eine bestimmte Radionuklidgruppe für ein laufendes Betriebsjahr, daß die Richtwerte der pro Jahr in das Endlager Konrad einlagerbaren Aktivität nicht ausgeschöpft werden, können unter Einhaltung dieses Richtwertes Abfallgebinde eingelagert werden, die die Garantiewerte, die aus der Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb resul-

tieren (vgl. Tab. 3.3.4/1, BfS 4/90), - nach Rücksprache mit dem BfS - überschreiten. Als Richtwert für die jährlich einlagerbare Aktivität eines Radionuklids oder einer Radionuklidgruppe gilt das 10^4 -fache des Garantiewertes.

Aus den Sicherheitsanalysen lassen sich maximal einlagerbare Gesamtaktivitäten für Alpha- und Beta-Gammastrahler sowie für einzelne relevante Radionuklide ableiten (vgl. Plan Konrad 4/90, Tab. 3.3.4/7).

Der Gutachter:

Nachdem die Tabelle 3.9.4/1 des Planes (BfS 4/90) inhaltlich für falsch erklärt wurde, hält der Gutachter die Angaben zu den Aktivitätsbegrenzungen für ausreichend.

3.3.6 Vereinfachte Überprüfung der Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen

Sachverhaltsdarstellung:

Auf der Basis einer Zusammenfassung der unterschiedlichen Anforderungen aus

- dem bestimmungsgemäßen Betrieb
- den unterstellten Störfällen
- der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins
- der Kritikalitätssicherheit

sind Aktivitätsgrenzwerte für die vereinfachte Überprüfung der Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen für im Endlager Konrad einzulagernde Abfälle abgeleitet worden.

Bei Einhaltung der nachfolgend angegebenen Aktivitätsgrenzwerte können diese Abfallgebinde ohne darüber hinausgehende Aktivitätsangaben eingelagert werden.

-	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	$6,2 \cdot 10^7$ Bq
	Summenaktivität aller übrigen Alpha- und Beta/ Gamma-Strahler	$3,8 \cdot 10^8$ Bq
-	Abfallproduktgruppen 02 bis 06	
	H 3	$3,0 \cdot 10^9$ Bq
	C 14	$1,8 \cdot 10^8$ Bq
	I 129	$1,9 \cdot 10^7$ Bq
	U 235	$4,0 \cdot 10^6$ Bq
	Cm 247	$6,2 \cdot 10^7$ Bq
	Summenaktivität aller übrigen Alpha- und Beta/ Gamma-Strahler	$4,2 \cdot 10^9$ Bq

(EU 457)

Der Gutachter:

Der Gutachter hält die Möglichkeit der vereinfachten Überprüfung zur Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen für sinnvoll.

3.3.7 Chemotoxizität

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller geht davon aus, daß in den endzulagernden radioaktiven Abfällen gewisse chemotoxische Substanzen enthalten sein können und teilt diese in organische und anorganische Materialien ein (EU 251, 317, 318).

Organische Materialien:

Der Anteil organischer Materialien an der Gesamtmasse der endzulagernden Abfallgebilde am Ende der Betriebsphase beträgt etwa $2,3 \cdot 10^4$ Mg (ca. 2 %), von denen $6,8 \cdot 10^2$ Mg als chemotoxisch betrachtet werden (EU 251). Im Auftrag des Antragstellers wurde von der Elektrowatt Ingenieur Unternehmung, Zürich, eine Liste von organischen chemotoxischen Stoffen erstellt, die möglicherweise in den Abfällen enthalten sind. Als Auswahlkriterien wurden Persistenz, ökotoxikologische Bedenklichkeit (hohe Toxizität, Kanzerogenität und Teratogenität gegenüber dem Menschen oder anderen lebenden Organismen) sowie große Mengen in den Abfällen herangezogen (EU 317, 318). Als Grundlage wurden folgende Unterlagen benutzt:

- Liste des International Register of Potentially Toxic Chemicals (IRPTC) über "Product whose consumption and/or sale have been banned, withdrawn, severely restricted or not approved by governments"
- Arbeitsliste des International Program on Chemical Safety (IPCS)
- Eignung von Oberflächenwasser als Rohstoff für die Trinkwasserversorgung DVGW-Regelwerk, Arbeitsblatt W 151, Juli 1975
- Übereinkommen über die Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Versenken von Abfällen und anderen Stoffen
- Klärschlammverordnung vom 25. Juni 1982, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1982, Teil I
- Liste der kanzerogenen Stoffe der International Agency for Research on Cancer (IARC)
- Einschlägige Literatur zur Ökologie (EU 318).

Die Substanzen wurden aufgrund ihrer chemischen Ähnlichkeit acht verschiedenen Verbindungsklassen zugeordnet (Tabelle 3.3-1).

Auf der Grundlage der Abbaubarkeit und Toxizität der organischen chemotoxischen Stoffe wurden für einige Verbindungen Beschränkungen der zulässigen Mengen angegeben (EU 318):

Chlordan	< 4,6·10 ⁶ Mg (in analytischen Mengen zulässig)
Monochlorbiphenyl	400 kg
Pentachlorphenol	> 90 Mg
Tetrachlorphenol	> 4.000 Mg
Trichlorphenol	> 50.000 Mg
p-Chlorphenol	> 19.000 Mg
chlorierte Diphenylether	< 40.000 Mg (in analytischen Mengen zulässig)
TCDD	<< 17,3 Mg (nur als Spurenverunreinigung zulässig)
EDTA	370.000 Mg

Tab. 3.3-1: Liste bekannter organischer ökotoxikologischer Problemstoffe

Klasse 1	ALIZYKLISCHE UND ALIPHATISCHE VERBINDUNGEN Hexachlorzyklohexan (Lindan) Aldrin Chlordan Dieldrin Endrin Heptachlor Heptachlor-Epoxid * Telodrin Strobac Toxaphen Mirex Kelevan Kepone Halogenierte Kohlenwasserstoffe (Paraffine)
Klasse 2	HALOGENIERTE BENZOLE UND PHENYLDERIVATE Hexachlorbenzol Polychlorierte Biphenyle (PCB's) Andere halogenierte Biphenyle Halogenierte Therphenyle
Klasse 3	HALOGENIERTE DERIVATE VON DIPHENYLMETHAN DDT Seine Abbauprodukte DDE und DDD Methoxychlor Dicofol Perthane
Klasse 4	ANELLIERTE AROMATEN Halogenierte Naphthaline Polykondensierte aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK's mit 4 und mehr Ringen)
Klasse 5	HALOGENIERTE PHENOLE UND PHENOXYVERBINDUNGEN Pentachlorphenol Tetrachlorphenol Trichlorphenol Halogenierte Diphenylether
Klasse 6	HETEROZYKLISCHE VERBINDUNGEN Halogenierte Dibenzodioxine Halogenierte Dibenzofurane
Klasse 7	KOMPLEXBILDNER EDTA NTA Zitronensäure Oxalsäure Weinsäure Harnstoff
Klasse 8	TENSIDE Fettaminethoxilat (C16 - C18, Oelsäuretyp) Fettalkoholethoxilat (C16 - C 18, Oelsäuretyp) Alkylsulfonat Alkylphenolpolyglykolether Diethylglykolmonobutylether Ethylendiaminpropylenoxid (Blockpolymerisat) Quaternäre Ammoniumverbindungen

* nur in EU 318 angegeben

Quelle: EU 317, 318

Der Gutachter:

Bei den in Tabelle 3.3-1 aufgeführten Substanzen handelt es sich um Verbindungen, welche möglicherweise in den Abfällen enthalten sein können. Nach Angabe der Elektrowatt Ingenieur Unternehmung Zürich, diente die Liste der toxischen Verbindungen als Grundlage für die Befragung von Ablieferungspflichtigen. Ein Ergebnis dieser Befragung liegt jedoch nicht vor. Es werden also von seiten des Antragstellers keine verbindlichen Angaben über die Art und Menge der mit den radioaktiven Abfällen einzulagernden chemotoxischen Verbindungen gemacht sowie über eine Möglichkeit der Kontrolle zur Einhaltung von zulässigen Höchstmengen.

Für einige Stoffe wurden Angaben über die Begrenzung der zulässigen Mengen gemacht. Für einen Teil der Verbindungen sind diese Mengenangaben nur von theoretischem Wert, da sie den Gesamtanteil organischer Materialien in den Abfällen ($2,3 \cdot 10^4$ Mg) überschreiten. Als relevant sind die Angaben über zulässige Mengen für Monochlorbiphenyl, Pentachlorphenol, Tetrachlorphenol und TCDD zu betrachten. Als problematisch ist anzusehen, daß für Verbindungen wie polychlorierte Biphenyle, halogenierte Terphenyle und polykondensierte Aromaten, welche chemisch sehr stabil und teilweise hochtoxisch sind, keine Angaben über Mengenbegrenzungen gemacht wurden. Darüberhinaus werden die oben aufgelisteten Werte für Mengenbegrenzungen, welche in EU 318 ermittelt wurden, vom Antragsteller nicht als Antragswerte verstanden. Inwiefern dies ein entscheidungserhebliches Versäumnis des Antragstellers ist, läßt sich nicht bewerten. Da der Antragsteller keine verbindlichen Angaben über die Menge der einzulagernden organischen chemotoxischen Stoffe macht, läßt sich nicht beurteilen, inwieweit die vom Antragsteller ermittelten zulässigen Mengen überschritten werden könnten oder ob diese ausschließlich theoretische Mengenbegrenzungen darstellen, die in der Realität keinesfalls erreicht werden. Sollte letzteres zutreffen, so ist das Fehlen von Antragswerten für organische chemotoxische Stoffe nicht als entscheidungserhebliches Versäumnis des Antragstellers zu bewerten.

Anorganische Materialien (EU 251)*Sachverhaltsdarstellung:*

Der Anteil anorganischer Materialien beträgt nach Angaben der PTB etwa $1,3 \cdot 10^6$ Mg (ca. 98 %). Auf der Basis einer Befragung von Ablieferungspflichtigen stellte die PTB eine Liste der in den Abfallgebinden enthaltenen identifizierten wichtigsten Elemente zusammen (Tabelle 3.3-2). Die in Tabelle 3.3-2 angegebenen

Massen beziehen sich auf ein Abfallgebundevolumen von etwa 500.000 m³. In den Elementmassen enthalten sind auch die Massen stabiler Zerfallsprodukte wie Blei oder Wismut. Über die Herkunft der anorganischen chemotoxischen Stoffe wurden folgende Angaben gemacht:

Blei:

Überwiegend aus Innenauskleidungen von Abfallbehältern

Cadmium:

Metall- oder Legierungselement zum Beispiel in Steuerstäben aus Druckwasserreaktoren, in Absorberblechen bzw. -folien, in Schrauben oder in Akkumulatoren.

Silber:

Legierungselement in Steuerstäben aus Druckwasserreaktoren, Versilberung von Kabeln.

Chrom:

U.a. Legierungselement in Edelstählen, Chromat in Zementstein.

Nickel, Beryllium, Cobalt, Antimon:

Legierungsbestandteile oder Spurenverunreinigungen in metallischen Werkstoffen (EU 251).

Tab. 3.3-2: Kumulierte Masse von anorganischen chemotoxischen Elementen in ca. 500.000 m³ Abfallgebundevolumen

Element	kumulierte Masse in ca. 500.000 m ³ Abfallgebundevolumen (Mg)
Ag	64,32
As	0,219
Be	0,015
Bi	23,75
Cd	105,20
Co	74,93
Cr	2.185,00
Cu	1.765,00
Hg	0,059
Mo	98,79
Ni	5.350,00
Pb	21.720,00
Sb	19,10
Se	0,032
Te	0,021
Th	31,24
Tl	0,043
U	113,40
V	1.113,00
Zn	379,60

Quelle: EU 251

Der Gutachter:

Der Antragsteller macht keine Angaben darüber, unter welchen Gesichtspunkten ein Element zu den wichtigsten anorganischen chemotoxischen Stoffen zu rechnen ist. So wird Plutonium in der revidierten Fassung von Tab. 3.9.4/1 des Planes Konrad 4/90 (Austauschtabelle, Stand Oktober 1992) mit einer Gesamtmasse von 1,193 Mg aufgeführt, in EU 251 jedoch nicht zu den chemotoxisch wichtigen Elementen gezählt.

3.4 Beschreibung des Vorhabens (Objektsteckbrief)

3.4.1 Geologische Verhältnisse am Standort

Bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle im ehemaligen Eisenerzbergwerk Schacht Konrad sollen die Abfälle dauerhaft und nachsorgefrei von der Biosphäre ferngehalten werden. Durch einen Langzeitsicherheitsnachweis ist zu belegen, daß die Errichtung, der Betrieb und die Nachbetriebsphase des Endlagers zu keiner Beeinträchtigung der Biosphäre mit dem im UVPG genannten Schutzgütern führen können. Dazu sind die natürlichen Barrieren der Untertagedeponie (Einlagerungsgestein, Liegend- und Deckgebirgsschichten) auf der Basis konkreter Standortdaten oder ausreichend konservativer Annahmen nachzubilden und zu bewerten.

3.4.1.1 Stratigraphie und Sediment-Petrographie

Stratigraphie (Aufgabe: Gesteine als Urkunden und Zeugnisse des vorzeitlichen Geschehens werden erforscht und die Beobachtungen in eine zeitliche Reihenfolge gebracht) und Sediment-Petrographie (Wissenschaft von der Bildung, Zusammensetzung und Verbreitung der Sediment-Gesteine) bilden die Basis für geowissenschaftliche Untersuchungen eines geplanten Endlagerstandortes für radioaktive Abfälle in Hinsicht auf die sicherheitstechnische Realisierbarkeit. Im Mittelpunkt der Betrachtung steht die Barrierewirkung des Gebirges, die sich aus der Summe unterschiedlicher Rückhalteeigenschaften der beteiligten Gesteinsschichten ergibt. Der Plan sollte daher alle Gesteinseinheiten im Bereich des Endlagers und im hydrogeologischen Modellgebiet behandeln; insbesondere den Einlagerungshorizont, seine Hangendschichten bis zur Biosphäre und seine Liegendschichten bis zu einer Tiefe, die aus geologisch-sicherheitstechnischen Überlegungen geboten erscheint. Mit Hilfe dieser Aussagen ist es möglich, über Modellrechnungen die zukünftige zeitlich/räumliche Ausbreitung von Radionukliden im Grundwasser abzuschätzen.

Sachverhaltsdarstellung:

Die Darstellung durch den Antragsteller (BfS Plan 4/90, Kap. 3.1.9.1 "Stratigraphie und Sedimentpetrographie") und die sehr detaillierte, ergänzende Darstellung des NLFb (Zwischenbericht 5/90, Kap. 2.1.2 "Stratigraphie", Kap. 2.1.3 "Petrographie, Mineralogie, Geochemie") umfassen nachfolgende Schichtenfolgen:

- Quartär
- Tertiär
- Oberkreide
- Alb
- Wealden bis Apt
- Portland
- Kimmeridge
- Oxford
- Bathonium bis Callovium
- Obertoarcium bis Bajocium
- Lias (Hettangium bis Untertoarcium)
- Keuper
- Oberer Buntsandstein bis Muschelkalk
- Unterer bis Mittlerer Buntsandstein
- Zechstein.

Die Darstellung beginnt mit dem Zechstein als ältester beschriebener Gesteinsformation und endet mit den Ablagerungen des Quartär als den jüngsten geologischen Bildungen im Bereich des Endlagers Schachtanlage Konrad. Zu Anfang des BfS-Planes wird betont, daß sich der Detaillierungsgrad der Schichtenbeschreibung an ihrer Bedeutung für das Endlager orientiert.

Zum Verständnis der Schichtenbeschreibung verweist der Antragsteller auf eine geologische Übersichtskarte der Region (BfS-Plan 4/90, Anlage 3.1.9.1/2) mit einem schematischen Profil (eine stratigraphische Tabelle) der geologischen Schichten. Die Darstellung aller Schichten vollzieht sich nach einem gleichbleibenden Schema. Folgende Punkte werden jeweils im Text angesprochen:

1. Vorkommen/Verbreitung (regional/lokal)
2. Aufschlüsse (Tagebaue, Bergwerke, Bohrungen etc.)
3. Mächtigkeit
4. Sedimentpetrographie (Zusammensetzung und Gefüge der Gesteine)
5. Fazies (Bildungsbedingungen und Sedimentationsraum)

Auf folgende Abbildungen und Anlagen wird in den Schichtenbeschreibungen des Antragstellers hingewiesen (BfS-Plan 4/90):

Abb. 3.1.9.1/1 (Schichtenfolge in den Schächten Konrad 1 und 2)

Abb. 3.1.9.1/2 (W-E-Profil 5)

Abb. 3.1.9.1/3 (WNW-ESE-Profil 2)

Abb. 3.1.9.1/4 (Teufendifferenzplan für das Oxford)

Abb. 3.1.9.1/5 (Teufendifferenzplan für die Unter-Kreide)

Abb. 3.1.9.1/6 (Teufendifferenzplan für das Alb)

Anlage 3.1.9.1/2 (Geologische Wanderkarte 1:100.000)

Im Kapitel 2.1.3 des NLfB-Zwischenbericht erfolgt in der "Stellungnahme des NLfB" nach der ergänzenden Schichtenbeschreibung, die dem o.g. Schema (1.-5.) des Antragstellers folgt, eine Stellungnahme zur oberflächenhaften Übertragung der Vielzahl mineralogischer, petrographischer und mikropaläontologischer Untersuchungsergebnisse aus den Schächten Konrad 1 und 2, der Tiefbohrung Konrad 101 und den Bohrungen am Heidberg bei Adersheim auf das Modellgebiet. Der Antragsteller hatte, wie aus EU 232 hervorgeht, die Ergebnisse geophysikalischer Bohrlochmessungen alter Tiefbohrungen mit Jura- und Kreideprofilen der Konrad-Schächte und der Bohrung K 101 korreliert. Dabei wurden 256 Schichtenverzeichnisse revidiert. Das NLfB vertritt die Auffassung, daß sich damit die am Standort auf der Basis von Laboruntersuchungen definierten Lithofazien auf das gesamte Modellgebiet übertragen lassen.

Unter "Beurteilung aus petrographischer, mineralogischer und geochemischer Sicht" präzisiert NLfB die vom Antragsteller als Einflußgrößen auf die Barriereeigenschaften herangezogenen Kriterien "Korngrößenverteilung", "Gefüge" und "Mikrogefüge". Bei einzelnen lithologischen Gesteinseinheiten führt dies zu vom BfS-Plan abweichenden Bewertungen. Mit einer zusammenfassenden Bewertung der

Gesteine der Deckgebirgsbarriere aus sediment-petrographischer, mineralogischer und geochemischer Sicht endet der NLfB-Teilbeitrag.

Zusätzliche Erläuternde Unterlagen, die erst nach Fertigstellung des BfS-Plan und NLfB-Zwischenbericht vorlagen und die die Stratigraphie und Sediment-Petrographie berühren, betreffen das Problem der "Schachtverfüllung" und den Nachweis der "Dichtigkeit alter Tiefbohrungen" (EU 424, 434, 437, 438, 449, 450, 451, 452, 454, 460, 461, 463, und 464) vom Zeitraum 12/90 bis 3/92. So liefern z.B. EU 424 und EU 454 jeweils Daten zur mineralogischen Zusammensetzung des Alb bzw. Mittelbarrêmegesteins in Schacht Konrad 2.

Die zur Erstellung des BfS-Planes, NLfB-Zwischenberichtes und der Erläuternden Unterlagen (EU) herangezogenen Quellen, Methoden und Messungen sind vielfältig und auf das jeweilige Teilproblem abgestimmt. Es handelt sich um Archivunterlagen, Veröffentlichungen, reflexionsseismische Untersuchungen, Ergebnisse unter- und übertägiger Erkundung, In-situ-Bohrlochmessungen und mineralogische und geochemische Laboranalysen. NLfB nahm eigene Stichprobenanalysen von Gesteinsproben vor. Die Untersuchungsmethoden werden in den Erläuternden Unterlagen (z.B. EU 63.3: "Bohrung Konrad 101", Teil 1) und im NLfB-Zwischenbericht (S. 114 f) genannt bzw. beschrieben.

Der Gutachter:

Aus UVP-Sicht sind die Darlegungen ausreichend, nachvollziehbar und plausibel.

3.4.1.2 Strukturgeologie

Nach den Sicherheitskriterien des BMI (1983) ist "die Wahl des Standortes nicht nur für die Errichtung und den Betrieb des Endlagerbergwerkes, sondern vor allem für die Langzeitsicherheit von Bedeutung. Die Endlagerformation in Verbindung mit dem geologischen Gesamtsystem ist dabei entscheidend". Beim Langzeitsicherheitsnachweis spielen die Gebirgsschichten mit potentiellen Wasserwegsamkeiten (hohe Durchlässigkeit, Vernetzung des Kluftinventars) eine entscheidende Rolle (siehe Kap. 5.6.1 dieses Gutachtens ("Hydrogeologie und Grundwasser")). Grundvoraussetzung zu deren Nachweis ist jedoch eine optimale strukturgeologische Erkundung der Endlagerformationen, der unterlagernden

Schichten und des Deckgebirges im Nah- und Fernbereich, die gleichrangig neben sedimentpetrographischen Untersuchungen steht.

Sachverhaltsdarstellung:

Einführung

Anhand der Anlage 3.1.9.2/5 stellt der Antragsteller im Plankapitel 3.1.9.2 ("Strukturgeologie") den strukturellen Rahmen um Schacht Konrad und das hydrogeologische Modellgebiet vor. Dabei handelt es sich um bruch- und salztektonische Strukturen: Den Ostrand des Modellgebietes und den Bereich östlich davon bildet ein NNE-streichender Gebietsstreifen, der durch Bruchtektonik und eine Doppelkette von Salzstöcken gekennzeichnet ist. Den Westrand bildet die Salzmauer von Broistedt-Wendeburg und der Salzstock Gifhorn. Die Nordbegrenzung bildet der Gifhorn-Calberlah-Graben, der Teil eines großen ESE streichenden Lineamentes ist. Genetisch verwandt hiermit ist der in gleicher Richtung streichende Konrad-Graben im Bereich des Grubengebäudes. Die Strukturkette Hohenassel-Lichtenberge-Salzgitter-Höhenzug steckt den Rahmen des Modellgebietes im SW ab. Ihr Hauptmerkmal sind Aufschiebungen. Die im Modellgebiet gelegene Struktur Rühme-Vordorf ist ebenfalls durch Aufschiebungen gekennzeichnet. Es folgen klärende Worte zur Begriffsvielfalt bezüglich des Randsenkensystems um die Salzstockkette Wittingen-Broistedt. Anschließend werden die tektonischen Strukturen des zuvor bereits genannten Konrad-Grabens und zwei nahegelegene N-S-Störungen im E bis SE des geplanten Endlagers vorgestellt. Das NLFb präzisiert in seinem Zwischenbericht (5/90) zu Anfang des Kapitels 2.1.4 "Tektonik" die vom Antragsteller genannten standortspezifischen strukturgeologischen Begriffe.

Beschreibung der Tiefenlinienpläne

Der Antragsteller beschreibt in seinem Plan die Basis-Tiefenlage der in der "näheren Umgebung" der Schachtanlage Konrad anstehenden Gesteinsstufen anhand einer Serie von Tiefenlinienplänen, die mittels der Ergebnisse reflexionsseismischer Messungen und alter Bohrdaten erstellt worden sind. Er gibt die Minimal- und Maximaltiefenwerte und deren räumliche Verteilung an. Die Beschreibung beginnt mit der Zechstein-Basis (älteste beschriebene Gesteinseinheit) und endet mit den Oberkreide-Schichten (jüngste beschriebene Gesteinseinheit). Die Angaben zu drei auch mittels Bohrungen erkundeten Einheiten (darunter die Einlagerungsformation Oxford), können anhand von Tiefenlinienplänen (Plan-Abb. 3.1.9.2/1-3) verfolgt werden. NLFb ergänzt die Aussagen des Antragstellers im Zwischenbericht 5/90, Unterkapitel 2.1.4.2 "Strukturgeologie" sehr detailliert. Es stellt weitere

Tiefenlinien in den Anlagen 3.2.2/14-27 dar. Eine Übersicht aller zum Plan Konrad erstellten Tiefenlinienpläne gibt Anlage 3.2.2/28 des NLFb-Zwischenbericht.

Kleintektonik

Durch ein N-S, NW-SE ausgerichtetes Netz tektonischer Trennflächen (Klufscharen und -störungen), die vier Hauptrichtungen folgen, wurden die bis zu 500 m mächtigen Schichten des Jura im Bereich des geplanten Endlagers in kleine Schollen zerlegt. Einen Eindruck der festgestellten Störungsintensität vermitteln die Anlagen 3.1.9.2/1-4 im BfS-Plan 4/90. Zum Trennflächeninventar der 500 m bis 600 m mächtigen Unterkreide-Tonsteine liefern die Erläuternden Unterlagen EU 424 und EU 454 Informationen. Die Kartierung in den beiden Untersuchungsstrecken von Schacht Konrad 2 ergaben hinsichtlich der Trennflächenraumstellung des Alb und Barrême, daß die Schwerpunktmaxima i.w. die Ergebnisse der gefügestatistischen Untersuchungen der BGR (EU 202) im Jura der Schachtanlage Konrad bestätigen. Aus dem BfS-Plan, Kap. 3.1.9.2, geht hervor, daß auch die Oberkreide in Aufschlüssen bei Woltwiesche, Cramme, Salder und Drütte, 3 km bis 10 km vom Grubengebäude entfernt, gewisse Übereinstimmungen der Hauptrichtungen mit dem Trennflächeninventar der Jura-Schichten in Schacht Konrad aufweist. Im NLFb-Zwischenbericht 5/90, Kap. 2.1.4.3.2, nimmt das NLFb zur Kleintektonik Stellung und ergänzt die Aussagen des Antragstellers detailliert.

Fernerkundung

Im Kapitel 3.1.9.2 "Strukturgeologie" geht der Antragsteller auf die Fernerkundung des Modellgebietes Konrad mittels Satellitenbildern ein, die zwecks Suche nach bisher unbekanntem Strukturen durchgeführt wurde. NLFb nimmt in seinem Zwischenbericht 5/90, Kap. 2.1.4.1 "Fernerkundung", ergänzend dazu Stellung. Die wesentlichen in oben genannten Unterlagen genannten Erkenntnisse gehen aus EU 257 ("Fernerkundung im Bereich der Schachtanlage Konrad (Gebiet des hydrogeologischen Modells)") hervor. Danach ergab die Auswertung zwei regionale Lineationsnetze (Anlage 2): Ein um N-S und ein um 70 ° streichendes System. Untergeordnet treten lokal auch Streichrichtungen um NW- und SE auf. Beim Vergleich der LANDSAT-Fotolineationen mit bisher bekannten Störungen, insbesondere aus dem tiefen Untergrund, ergab sich, daß sich Bezüge bis auf mögliche Ausnahmen in Teilbereichen weitgehend ausschließen. Die Hauptlineationsrichtungen stimmen mit bevorzugten Richtungen von Trennflächen der Oberkreide besser überein, als mit denen des Jura. Die Richtung um N-S stimmt mit dem Streichen von Salzstöcken (z.B. Broistedt-Rolfsbüttel-Wendeburg), sowie dem Verlauf einiger

großer Störungen überein (z.B. Drütter-Störung). Die Richtung um 70 ° tritt nur im W des behandelten Gebietes auf. Die erkannten Hauptrichtungen der Lineationen scheinen in ganz Mitteleuropa vorzukommen.

Die Strukturen und ihre Entwicklung

Der Antragsteller erläutert im Plan-Kapitel 3.1.9.2 die zeitlich-räumliche Entwicklung der durch epirogene, bruch- und salztektonische Vorgänge entstandenen Strukturen im hydrogeologischen Modellgebiet. Folgende Strukturen werden behandelt (vgl. Plan-Anlage 3.1.9.2/5):

Nördliches Modellgebiet

Salzstöcke Gifhorn
 Calberlah
 Bechtsbüttel
 Rolfsbüttel-Wendeburg

Störungen Salzstock Bechtsbüttel - Salzstock Calberlah
 Salzstock Rolfsbüttel-Wendeburg - Salzstock Gifhorn

Graben Gifhorn-Calberlah

Aufschiebungszone Rühme-Vordorf

Nahbereich Schacht Konrad

Salzstöcke Thiede
 Vechelde
 Broistedt

Störungen Drütte
 Immendorf
 weitere Störungen

Graben Konrad

Südliches Modellgebiet

Salzstock Flachstökheim
Höhenzug Salzgitter

NLFB ergänzte die strukturellen Aussagen des Antragstellers in seinem Zwischenbericht 5/90 (Kap. 2.1.4.2 "Strukturgeologie") sehr detailliert. Darüberhinaus entwarf es für das gesamte Modellgebiet Konrad insgesamt 32 geologische Profile (30 W-E und 2 N-S-Profile, davon 8 als Anlage), die die wichtigsten Strukturelemente des Arbeitsgebietes im Schnitt zeigen.

Verwendete, Quellen, Methoden und Messungen:

Die zur Erstellung des BfS-Planes (4/90) des NLFB-Zwischenberichtes (5/90) und der Erläuternden Unterlagen herangezogenen Quellen, Methoden und Messungen zum Thema "Strukturgeologie/Tektonik" sind vielfältig und gut dokumentiert. Zu nennen sind z.B. die Fernerkundung mittels LANDSAT (EU 257), die Reflexionsseismik, die Auswertung von Bohrprofilen, die Verwertung von Daten über die Abteufung der Schächte Konrad 1 und 2 und der Bohrung Konrad 101, untertägige Kluftmessungen (z.B. EU 202, EU 424, EU 454), Kluftmessungen in Tagesaufschlüssen, Kartierungen von Tagesaufschlüssen, Auswertungen geologischer Karten und Literatur zur überregionalen, regionalen und lokalen Strukturgeologie/Tektonik.

Der Gutachter:

Aus UVP-Sicht sind die Darlegungen ausreichend nachvollziehbar und plausibel.

3.4.1.3 Eisenerz-Lagerstätte Konrad / Eisenerzvorkommen- "Gifhorner Trog"

Die Endlagerung radioaktiver Abfälle in Bergwerken soll den Schutz von Mensch und Umwelt vor der Schädigung durch ionisierende Strahlung dieser Abfälle gewährleisten. Bei der Auswahl des Standortes soll die Erhaltung wirtschaftlich bedeutender Rohstofflagerstätten einschließlich Grundwasservorkommen berücksichtigt werden. Beide Sicherheitskriterien des BfM (1983) betreffen die Planung zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in der Grube Konrad. Einerseits sollte die Eisenerz-Lagerstätte Konrad Endlager werden und stellt die erste natürliche Schutzbarriere um die Abfälle dar. Andererseits sind die Eisenerz-Lagerstätte im Bereich Schacht Konrad und die nördlich daran anschließenden Eisenerz-Vorkommen des Gifhorner Troges schützenswerte Sachgüter im Sinne des § 2 Abs. 1 Nr. 2 UVPG. Als wesentliches Merkmal dieses Endlager-Standortes muß die Lagerstätte gemäß § 6 Abs. 3 Nr. 1 UVPG im Plan berücksichtigt werden.

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller beschreibt im Kapitel 3.1.9.4 ("Lagerstätte") des Planes 4/90 und ergänzend dazu im Kapitel 3.1.10.1 ("Geologische Bewertung") die Eisenerz-Vorkommen des Korallenoolith der Oxford-Stufe im "Modellgebiet Konrad".

Im Kapitel "Lagerstätte" zeigt der Antragsteller aus welchen Bereichen des Modellgebietes Daten über die Eisengehalte des Korallenoolith vorliegen und wer sie erstellt hat. Anschließend erläutert er die Beziehung zwischen Salzstockbildung und der räumlichen Lage der sedimentären Erze ("Salzstockrandsenkensedimentation"). Es folgen Beschreibungen des Unteren und Oberen Erzlagern in der Schachanlage Konrad. Dabei stehen die sediment-petrographischen Unterschiede der Erze und Erzäquivalente und ihre Entstehung in Raum und Zeit, neben Hinweisen auf ihre Mächtigkeit (Grube Konrad max. etwa 18 m) im Mittelpunkt der Betrachtung. Danach geht der Antragsteller auf die Entstehung der oolithischen Eisenerze ein und nennt die verschiedenen Erztypen (z.B. "Calcitischer Brauneisensilikat-Oolith"). Abschließend erfolgt eine Stellungnahme zur Einstufung der Erzlagerstätte der Schachanlage Konrad unter wirtschaftlichen Aspekten. Der Antragsteller ist der Auffassung, daß die Einstufung ihrer Erze als Armerz mit < 40 % Fe-Gehalt auf absehbare Zeit bestehen bleibt. Im Kapitel 2.1.5.2 ("Rohstoffvorkommen") seines Zwischenberichtes 5/90 nimmt das NLfB schwerpunktmäßig auch zu den Eisenerzvorkommen Stellung und ergänzt detailliert die Ausführungen des Antragstellers.

NLfB gibt bei der Beschreibung der oolithischen Brauneisenerze zuerst eine Übersicht ihrer stratigraphischen Einstufung, Verbreitung, Entstehung, ihres Chemies, Fe-Gehaltes und ihrer wirtschaftlichen Bedeutung. Anschließend geht es ins Detail. Das NLfB stellt die verschiedenen Erzlager bzw. Flözgruppen des "Gifhorner Troges" vor, dessen größter Teil sich innerhalb des "Modellgebietes Konrad" befindet. Nach deren stratigraphischer Einstufung geht es auf die Vorkommen der verschiedenen Erzlager im südlichen und nördlichen Teil des Erztroges ein. Im südlichen Teil befindet sich die Grube Konrad, in deren Unteren Lager das Erz abgebaut wurde und die atomaren Abfälle eingelagert werden sollen.

Anschließend werden die Eisenerzvorräte im "Gifhorner Trog" (rund 1,4 Mrd. t Roherz) und im "Modellgebiet" (978 Mio. Roherz) betrachtet. Die 40 Mio. t in der Grube Konrad aufgeschlossenen Roherzvorräte gelten als "sichere Vorräte", alle anderen im "Gifhorner Trog" als "wahrscheinliche und mögliche" Vorräte, zu denen noch Detailuntersuchungen ausstehen. Beim damaligen Erkundungsstand (5/90) galten die Erze im "Gifhorner Trog" als bedeutende Zukunftsreserve. Im Kapitel 3.1.10.1 ("Geologische Bewertung") geht der Antragsteller nach dem Thema "Eisenerz" auf die Frage nach Erdöl- und Ergasvorkommen ein.

NLfB nimmt auch zur Nutzung bekannter Kohlenwasserstoffvorräte im "Modellgebiet" Stellung, die bei der Bewertung des Endlagervorhabens auch zu be-

rücksichtigen sind. Es geht auf die Erdölvorkommen von Broistedt (durch Salzstock Broistedt abgeschirmt), Vechelde (erschöpft), Röhme und Leiferde (beide fördernd) ein und zeigt potentielle Speichergesteine für eine künftige Kohlenwasserstoff-Exploration auf. Hinweise auf potentiell kohlenwasserstoffhöfliche Strukturen gibt es aber nur für den Teil des "Modellgebietes", der sich südlich des Endlagerstandortes, im Grundwasseranstrom, befindet.

Zur Vervollständigung der Standortbeschreibung sowie der Beurteilung und Bewertung der Lagerstätten im Modellgebiet Konrad stellt das NLfB einige wesentliche Angaben zu den Lagerstätten und Vorkommen von Salzen sowie zu Steinen und Erden zusammen. Bei den oberflächennahen Rohstoffen geht es auf kieshaltige Sande, Bausande mit untergeordnetem Kiesanteil, Kalk- und Kalkmergelsteine und karbonatische Tonsteine ein.

Verwendete Quellen, Methoden und Messungen:

Hinweise auf Literatur-Quellen gibt es im BfS-Plan, NLfB-Zwischenbericht und den Erläuternden Unterlagen reichlich. Textthinweise auf Methoden und Messungen finden sich dagegen nur andeutungsweise (z.B. Salzexploration mittels Tiefbohrungen auf dem Salzstock Rolfsbüttel). Beispielsweise ist die Methode, die Erzlagerstätte Konrad kartographisch detailliert darzustellen in EU 0.13 ("Lagepläne Linien gleicher Mächtigkeit - Unteres Lager (Fe-Gehalt > 28 %) / Oberhalb der Aufarbeitungslage (Basis)") belegt.

Der Gutachter:

Aus UVP-Sicht sind die Darlegungen nachvollziehbar und plausibel, aber aus folgendem Grund nicht ausreichend: Nach den Sicherheitskriterien des BMI für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk ist die Erhaltung bedeutender Rohstoffvorkommen bei der Standortauswahl zu berücksichtigen. Der Antragsteller muß daher Stellung dazu nehmen, ob das geplante Endlager Auswirkungen auf die Eisenerzvorkommen sowie deren Exploration und Nutzung im Modellgebiet nördlich der Grube Konrad hat. Der Antragsteller legte dazu bislang eine Ausbreitungsrechnung für Radionuklide im Oxford vor (EU 378), in der aber die radiologischen Konsequenzen nicht behandelt/dargestellt wurden. Der Gutachter sieht das Eisenerzvorkommen als zu schützendes Sachgut im Sinne des § 2 Abs. 1 Nr. 2 UVPG an, für das die Ergebnisse o.g. Stellungnahme des Antragstellers von entscheidender Bedeutung wären. Die EU 378 muß noch von anderen Gutachtern geprüft und bewertet werden (siehe auch NLfB-Sachstandsbericht 1/91). Nach Auskunft des

TÜV-Hannover/Sachsen-Anhalt e.V. (Erörterungstermin/Arbeitsgespräch am 12.01.1993) hat dieser dazu unter Mitarbeit des OBA und des NLfB ein Entwurfs-papier erarbeitet, das der DPU gegenwärtig nicht vorliegt und dessen Ergebnisse der DPU nicht bekannt sind.

3.4.2 Seismologische Verhältnisse am Standort

Zur Beschreibung und Beurteilung der Standorteigenschaften von Schacht Konrad als Endlager in tiefen geologischen Schichten gehören auch die seismologischen Verhältnisse am Standort. Die Kenntnis der Seismologie ist von Bedeutung sowohl für die Betriebsphase, als auch für die Nachbetriebsphase, in der die Abfälle dauerhaft und nachsorgefrei von der Biosphäre (und somit von den im UVPG genannten Schutzgütern) abgeschlossen werden sollen. Die Kenntnis der seismologischen Verhältnisse ist Voraussetzung für die Einschätzung des Erdbebenrisikos am Standort. Im folgenden werden zunächst die seismologischen Verhältnisse zusammenfassend dargestellt; anschließend werden die seismischen Lastannahmen des Antragstellers betrachtet.

3.4.2.1 Erbebenherde

Sachverhaltsdarstellung:

Der Standort Konrad liegt in der erbebengeographischen Einheit "Norddeutsches Tiefland", das verglichen mit anderen seismo-tektonischen Einheiten durch geringe Seismizität (in historischer Zeit maximal beobachtete Intensität V) gekennzeichnet ist. Der Antragsteller hat gemäß KTA (Kerntechnischer Ausschuß) zur Bestimmung des seismischen Risikos alle seismischen Ereignisse der Jahre 1000 bis 1983 auf der Grundlage des Erbebenkataloges (BGR) ausgewertet, die sich innerhalb der 50 bzw. 200 km-Zone um den Standort Konrad ereigneten. Der aktualisierte Erdbebenkatalog (Leydecker, 1992a) weist im 200 km-Radius um den Standort Konrad vom Jahr 1984 bis April 1989 weitere 19 seismische Ereignisse auf, wovon 6 als vermutlich bergbauinduziert eingestuft wurden. Abgesehen vom Gebirgsschlag in der Kaligrube Merkers vom 13.03.1989 mit einer Lokalmagnitude von 5,7 und einer Epizentralintensität von 8,5 sind alle weiteren seismischen Ereignisse mit Lokalmagnituden von kleiner als 2,9 charakterisiert. Die größte beobachtete Epizentralintensität lag

bei 4,5. Gemäß der derzeit gültigen Fassung der KTA 2201.1 vom Jahr 1990 ist für die Festlegung des Bemessungserdbebens ein Radius von 200 km (entspricht dem Sicherheitserdbeben gemäß KTA 2201.1 vom Jahr 1975) zugrunde zu legen.

Für das Bemessungserdbeben wird eine Intensität von VII mit einer jährlichen Überschreitenswahrscheinlichkeit von 0.000004 angegeben (mittels Gumbel-Statistik ermittelt). Der angegebene Wert stellt den Maximalwert für die Epizentralregion dar.

Bezüglich der Suche nach tektonischen Elementen, die als potentielle Erdbebenherde betrachtet werden könnten, ist die vermutlich mit dem jungtertiären basaltischen Vulkanismus in Verbindung stehende Sockelstörung unter der Salzstockkette Rolfsbüttel-Wendeburg-Vechelde-Broistedt genannt. Einem solchen Erdbeben wird die maximale Intensität von VII zugeordnet.

Die erläuternden Unterlagen EU 022, EU 085.1, EU 105 und EU 182 enthalten eine Datensammlung der mit den seismischen Stationen auf der Grube Konrad und der benachbarten Salzgrube Asse registrierten seismischen Ereignisse aus den Jahren 1979 bis 1985. Aufgrund des relativ hohen Noise-Pegels im interessierenden Frequenzbereich liegt die Detektionsschwelle etwa bei einer Lokalmagnitude von 1.0 bei einer Herdentfernung von ca. 10 km (EU 156).

Der Gutachter:

Die Darstellungen des Antragstellers sind im wesentlichen folgerichtig, plausibel, nachvollziehbar und umfassend.

Der Gutachter stimmt der Einschätzung bezüglich der Gefährdung durch tektonische oder oberflächennahe Beben im unmittelbaren Umfeld zu.

Die Konservativität der durch die KTA 2201.1 vorgeschriebene und durch den Antragsteller durchgeführte Ermittlung einer maximal zu berücksichtigenden Intensität für den Standort wird auch durch andersweitige statistische Vorwärtsrechnungen (Schenk und Schenkova 1989) im wesentlichen bestätigt. Dort wird eine maximale Intensität kleiner als 7.6 für den großräumigen Bereich des Standorts angegeben, wobei mit etwa 3.5 bei einer Wiederholungsperiode von 100 Jahren und etwa 4.5 bei einer Wiederholungsperiode von 1.000 Jahren zu rechnen ist.

Der Gutachter empfiehlt im Gegensatz zur Auffassung des Antragstellers in den Erläuternden Unterlagen (EU 106) die seismologischen Grunddaten eines aktua-

lisierten Erdbebenkataloges zur Ergänzung der bestehenden Datenbasis einzusetzen, da dadurch jede statistische Raum-Zeit-Analyse qualitativ verbessert werden kann.

3.4.2.2 Seismische Lastannahmen

Sachverhaltsdarstellung:

Die Ermittlung der seismischen Lastannahmen erfolgte mittels der Antwortspektrenmethode auf der Grundlage der vorliegenden Freifeld-Standardantwortspektr.

Aus konservativen Gründen wird die maximale Beschleunigung bei einer kritischen Dämpfung von 5 % zugrunde gelegt. Unter Nutzung der zugehörigen Frequenz läßt sich die maximale Schwinggeschwindigkeit als Normwert für die bautechnische Auslegung gemäß Standard (DIN 4149, KTA 2201.3, KTA 2201.4) festlegen.

Der Gutachter:

Die Vorgehensweise und Ermittlung der Werte für die zu betrachtenden Intensitäten, maximalen Beschleunigungskomponenten und Schwinggeschwindigkeiten ist korrekt.

Das Erdbeben vom 13.4.92 um 03.21 Uhr in der Niederrheinischen Bucht (Roermond) wurde im Bereich des Standorts nur mit einer Intensität von II bis III beobachtet [REDACTED].

Lastannahmen Übertage

Sachverhaltsdarstellung:

Mittels allgemein anerkannter Skalierungs-Gesetze hat der Antragsteller in der erläuternden Unterlage EU 36.14 aus der maximal zu erwartenden Intensität von VII die horizontalen und vertikalen Maximalbeschleunigungen abgeleitet. Sie besitzen folgende Werte:

Bemessungserdbeben: Maximale Horizontalbeschleunigung: 0.122 g
Maximale Vertikalbeschleunigung: 0.061 g

Mittels der Freifeld-Standardantwortspektren gemäß KTA 2201.2 (1977) ist die ingenieurseismische Grundgröße Schwinggeschwindigkeit als Funktionen der Frequenz ableitbar.

Die Maximalwerte für die abgeleiteten Schwinggeschwindigkeiten betragen:

Bemessungserdbeben: Max. horizontale Schwinggeschwindigkeit: 7.6 cm/s
Max. vertikale Schwinggeschwindigkeit: 3.8 cm/s

Eine Untersuchung betreffs der standortspezifischen Bodenübertragungsfunktion (EU 149) ergab in Abhängigkeit der Frequenz eine Verstärkung bis maximal 200 %.

Der Gutachter:

Die Ableitung der ingenieurseismischen Grundgröße Schwinggeschwindigkeit für die Dimensionierung der übertägigen Anlagen gemäß KTA 2201.3 ist durch den Antragsteller in korrekter Weise erfolgt. Die standortspezifische Bodenverstärkung von ca. 200 % ist durch das Antwortspektrum sicher abgedeckt.

Ein konsequenter bautechnischer Nachweis der Übertagebauten bezüglich der Erdbbensicherheit ist partiell gefordert und wurde durch den Antragsteller erbracht.

Lastannahmen Untertage

Sachverhaltsdarstellung:

Für untertägige Anlagen existieren national und international keine Auslegungsvorschriften.

In der erläuternden Unterlage EU 81.4 wurde mittels verschiedener numerischer Modelle auf der Basis der Methode der finiten Elemente die Amplitudenreduzierung mit der Tiefe untersucht. Je nach den gewählten Anfangs- und Randbedingungen in den Modellen wurden Reduzierungen bis zu 60 % für den Teufenbereich von 720 bis 1.220 m errechnet.

Da die geomechanische Dimensionierung von untertägigen Hohlräumen jedoch über Spannungs-Verformungsansätze erfolgt, ist es sinnvoll, aus den Schwinggeschwindigkeiten dynamische Spannungen zu berechnen, die als Zusatzlast in die Hohlraumdimensionierung eingehen.

Die maximalen Normal- und Scherspannungen ergeben sich dabei unter Zugrundelegung der Werte für Dichte und seismischen Wellengeschwindigkeiten zu folgenden Werten:

Maximale Normalspannung: +/- 0.72 MPa

Maximale Scherspannung: +/- 0.20 MPa

Die seitens des Sicherheitsrisikos kritischen Punkte sind die Hohlraumkonturen. Hier kann es in Abhängigkeit von der Geometrie des Hohlraumes, des verwendeten Ausbaus und der seismischen Anregungsfrequenz zu Verstärkungen der dynamischen Zusatzbeanspruchungen kommen. Aus konservativen Gründen werden den Betrachtungen Hohlräume von kreisrundem Querschnitt zugrunde gelegt:

Entsprechen im seismischen Belastungsfall die Wellenlängen etwa dem 25-fachen Radius des Hohlraumes, so erhöhen sich die dynamischen Normalspannungen auf 450 %, die Scherspannungen auf 300 %.

Unter Beachtung dieser Verstärkungsfaktoren ergibt sich eine maximal zu beachtende dynamische Zusatzbeanspruchung an der Kontur mit folgenden Werten:

Dynamische Normalspannung: 2.2 MPa

Dynamische Scherspannung: 1.8 MPa

In der erläuternden Unterlage EU 102 werden Untersuchungen zur Wechselwirkung von Wellen und Hohlraum vorgestellt, die sich auf drei Problemkreise beziehen: den Einfluß der Hohlraumgeometrie, den Einfluß von Auflockerungszonen und den Einfluß der Ausbauart Ankerung. Bezüglich der Hohlraumgeometrie wurden bis zu 24 % größere dynamische Verschiebungen und um 15 bis 30 % kleinere dynamische Zusatzspannungen beim Abweichen vom kreisrunden Hohlraumquerschnitt berechnet. Auflockerungszonen führen zu einer Verlagerung der maximalen dynamischen Zusatzspannungen ins Gebirge. Der Ankerausbau hat keinen Einfluß auf die dynamischen Parameter.

Der Gutachter:

Die Ausführungen des Antragstellers in den Planungs- und den Erläuternden Unterlagen sind plausibel, korrekt und beinhalten Resultate aller verfügbaren Methodiken (analytische Lösungen, numerische Betrachtungen und empirische Analysen). Die Aussagen werden auch durch neuere Untersuchungen (Sharma und Judd 1991, Kana et al. 1991) bestätigt, die neben einer umfangreichen weltweiten Schadensanalyse auch neueste Berechnungsergebnisse auf der Basis numerischer Methoden beinhalten.

Die konservative Betrachtung, daß keine Amplitudenreduzierung mit der Tiefe stattfindet, wird vom Gutachter ebenfalls nachdrücklich empfohlen, da sowohl numerische Berechnungen als auch Messungen gezeigt haben, daß unter Umständen nur eine vernachlässigbare Amplitudenreduzierung eintritt (Kana et al. 1991).

In Sharma und Judd (1991) sowie Kana et al. (1991) wird aufgezeigt, daß bisher Schädigungen an unterirdischen Hohlräumen erst bei Schwinggeschwindigkeiten größer 20 cm/s auftraten. Dieser Wert liegt etwa um den Faktor 3 über dem aus dem Design-Spektrum abgeleiteten Wert.

Die ermittelten dynamischen Zusatzspannungen sind in konsequenter Weise bei allen geomechanischen Stabilitätsbetrachtungen einzubeziehen.

Die Aussagen des Antragstellers zum Einfluß von Auflockerungszonen und der Ankerung werden durch Monsees und Merritt (1988) sowie Valliappau und Aug (1988) bestätigt. Keine Aussagen liegen allerdings seitens des Antragstellers zum Verhalten bei Betonausbau (KAB-II) vor. Eine erste Abschätzung auf Grundlage des Impedanzverhältnisses von Gebirge zu Betonausbau von nahe 1 spricht dafür, daß keine signifikanten dynamischen Spannungsüberhöhungen bzw. Verschiebungen zu erwarten sind (mit steigendem Wert für das Impedanzverhältnis Ausbau-Gebirge steigen die dynamischen Zusatzspannungen im Ausbau).

In den Unterlagen werden keine Aussagen bezüglich des räumlichen Resonanzeffektes der Untertagehöhlräume getroffen. Einfache analytische Berechnungen (Konietzky 1989) bezüglich einer Problemstellung mit höchster Symmetrie (kugelförmiger Hohlraum bei sphärischer harmonischer Anregung) zeigen, daß in Abhängigkeit des Verhältnisses von Longitudinal- zu Transversalwellengeschwindigkeit mit einer maximalen Amplitudenerhöhung auf 120 % zu rechnen ist. Diese

maximal mögliche Erhöhung um 20 % (konservative Berechnungsweise) ist durch die Konservativität der gesamten Betrachtungsweise ausreichend abgedeckt.

3.4.3 Gebirgsmechanik

Im Rahmen des beantragten Vorhabens Endlager spielt die Gebirgsmechanik eine besondere Rolle. Auch aus UVP-Sicht ist die Gebirgsmechanik darzustellen. Dafür können drei Gründe aufgeführt werden. Es ist bei einem Bergwerk prinzipiell denkbar, daß

- aufgrund der untertägigen Auffahrungen übertägig Senkungen auftreten und sich daraus Gefährdungen für bauliche Anlagen ergeben.
- Standsicherheitsprobleme der untertägigen Auffahrungen und Schächte die untertägig Beschäftigten sowie die Sachgüter bedrohen.
- Langfristig stellt sich die Frage der Beeinflussung der Integrität der Deckgebirgsschichten durch untertägige Auffahrungen, wobei durch eine Deformationsbeanspruchung eine erhöhte Wasserwegsamkeit hervorgerufen werden könnte.

Mithin ist die Kenntnis der Gebirgsmechanik Voraussetzung dafür, die zu erwartenden Wirkungen des Vorhabens auf die im UVPG genannten Schutzzgüter zusammenfassend darstellen und bewerten zu können.

3.4.3.1 Markscheiderische und geodätische Messungen

Geodätische Messungen zum Senkungstrog

Sachverhaltsdarstellung:

Im Jahre 1964 wurde auf einer Fläche von 13 Quadratkilometern ein Vermessungsnetz mit 260 Meßpunkten eingerichtet, das im Jahre 1984 mit nun insgesamt 394 Meßpunkten auf 40 Quadratkilometer ausgedehnt wurde und den zukünftigen Einwirkungsbereich der geplanten Einlagerungsfelder berücksichtigt. Die Messungen werden jährlich durchgeführt, in den Jahren von 1968 bis 1976 allerdings nur alle 2-Jahre.

Die wesentlichsten Ergebnisse werden vom Antragsteller in den Planungsunterlagen (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.1.9.7-3/5) wie folgt zusammengefaßt:

1. Der Grenzwinkel des Senkungstrogos beträgt allseitig 35 bis 39 Grad. Das Trogvolumen beträgt derzeit 592.000 Kubikmeter. Im Mai 1988 betrug die Absenkung im Muldentiefsten 271 mm gegenüber dem Jahr 1964.
2. Die Senkungen setzten unmittelbar nach Abbaubeginn im Jahr 1965 ein und erreichten über dem Spülversatzfeld eine maximale Rate von 2.3 mm/Monat, über dem LHD-Feld 2.8 mm/Monat. Nach Einstellung des Abbaubetriebes im Jahr 1976 verringerte sich die Absenkungsgeschwindigkeit deutlich.

In EU 93.4 vom Jahre 1986 konnte eine Korrelation zwischen untertägiger Hohlraumvolumenzunahme und übertägiger Absenkung mit einer zeitlichen Verzögerung von ca. 0,5 Jahren nachgewiesen werden.

In EU 176 vom Jahre 1988 werden die Auswirkungen der übertägigen Bodenbewegungen auf die setzungsempfindlichsten Bauwerke untersucht. Dies betraf den Kanal, die erdverlegten Rohrleitungen, den Abwassersammler und das nahe gelegene Walzwerk. In allen untersuchten Fällen konnten keine Schädigungen nachgewiesen werden. Die das übertägige Bewegungs- und Verformungsfeld kennzeichnenden Maximalwerte einiger Bodenbewegungskomponenten mit dem Stand von 1987 sind in EU 176 angegeben:

- Senkung: 270 mm
- Schiefelage: 0.3 mm/m
- Längenänderung: 0.5 mm/m

Die ansonsten zur Schadensbeurteilung wichtigen Komponenten Krümmung und Verschiebung spielen laut Antragsteller wegen der sehr flachen Senkungsmulde keine Rolle.

Der Vergleich der maximalen Bodenbewegungskomponenten mit Grenzwerten laut Binnenschiffahrtsordnung von 1985, MBL NRW von 1983 (Überwachung der Fernleitungen im Einwirkungsbereich des Bergbaus), TRGL 192 von 1985 (Technische Regel für Gashochdruckleitungen; Überwachung im Einwirkungsbereich des Bergbaus) sowie innerbetrieblicher Richtlinien des Walzwerkes zeigt, daß eine Gefährdung für übertägige Anlagen derzeit nicht besteht (EU 176).

Der Gutachter:

Das jährlich durchgeführte Feinnivellement sollte aufgrund der räumlichen Erstreckung und großen Anzahl der Meßpunkte umfassend sein. Wie allerdings aus den Meßprofilardarstellungen der erläuternden Unterlagen EU 93.4 vom Jahr 1986 und EU 96.1 vom Jahr 1984 zu ersehen ist, liegen die Meßpunkte nicht optimal, so daß die Geometrie des Senkungstrogens, insbesondere die bergschadenkundlich wichtigen Parameter, wie Schiefelage, Krümmung und Pressung bzw. Zerrung nur ungenau bestimmt werden können. So sind die repräsentativen Schnitte C-C (LHD-Feld) und B-B (Spülversatzfeld) jeweils nur 8 bzw. 10 der insgesamt 394 Meßpunkte zu verwenden (EU 93.4). Eine Optimierung der räumlichen Verteilung der Meßpunkte bezüglich relevanter Schnitte wird empfohlen (entweder durch zusätzliche Meßpunkte oder durch Versetzen nicht mehr benötigter Meßpunkte). Aufgrund der insgesamt geringen Senkungs- bzw. Schiefstellungsbeträge ist dieser Umstand nicht entscheidungserheblich im Sinne des UVPG.

Die markscheiderische Datenerfassung und Auswertung entsprechen dem Stand der Technik und beinhalten keine besonders zu beachtenden Schwierigkeiten, so daß davon ausgegangen werden kann, daß die ermittelten Meßwerte korrekt sind.

Der Vergleich der gemessenen bergschadenkundlichen Parameter mit zulässigen Grenzwerten durch den Antragsteller belegt die derzeitige Unbedenklichkeit für übertägige Anlagen.

Verformungsmessungen in Kammern und Strecken*Sachverhaltsdarstellung:*

In EU 239, EU 307, EU 322, EU 355, EU 418, EU 424, EU 454 werden umfangreiche Verformungsmessungen in Kammern und Strecken dokumentiert und ausgewertet.

Folgende Messungen wurden durchgeführt:

1. Firstsenkungsmessungen in den Abbau- und Hauptsohlenstrecken mittels Nivellements an 1.80 m langen, nicht vorgespannten Spreizhülsenankern.
2. Konvergenzmessungen an 0.5 m langen Kurzankern.
3. Extensometerstationen zum Deformationsnachweis in den Auflockerungszonen.

4. Großräumige untertägige Lage- und Höhenmessungen mit Anbindung an den Schacht Konrad 2 und damit nach Übertage.
5. Ankerkraftmessungen mit optischer Gleitanzeige und Kraftmeßdosen.

Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Unmittelbar nach der Auffahrung treten starke, aber mit der Zeit abklingende Firstsenkungen und Sohlhebungen auf, die nach Einstellung der Abbauarbeiten im Jahr 1976 deutlich zurückgingen. Die Firstsenkungen können durch geeignete Ausbaumaßnahmen begrenzt werden.
2. Unmittelbar nach dem Hohlraumausbruch treten logarithmisch mit der Zeit abklingende Konvergenzen auf. Das Konvergenzverhalten ist abhängig vom Durchbauungsgrad, dem Verfahren der Hohlraumherstellung, den geologischen Bedingungen und dem räumlichen Abstand zu alten abgeworfenen Grubenbauen. Die maximal beobachtete Konvergenzrate betrug 11 mm/Tag im Bereich des LHD-Feldes während des Abbaus. Die Konvergenzen sind durch geeignete Ausbaumaßnahmen beherrschbar.
3. Die Extensometermessungen zeigen deutlich die durch die Spannungsumlagerung geschaffenen Auflockerungszonen von einigen Metern Mächtigkeit.

Der Gutachter:

Die durchgeführten Verformungsmessungen entsprechen dem Stand der Technik bzw. internationalen Standards, z.B. ISRM-Standards. Es liegen ausreichende und überwiegend qualitativ befriedigende Meßergebnisse zum Deformationsverhalten der Hohlraumkonturen vor. Die bergtechnische Beherrschbarkeit dieser Verformungen konnte durch den jahrelangen Grubenbetrieb sowie durch Experimentaluntersuchungen im Feld 5/1 und auf der 343 m- und 541 m-Sohle nachgewiesen werden.

Verformungsmessungen in geneigten Meßbohrungen

Sachverhaltsdarstellung:

Im Kapitel 3.1.9.7 der Planungsunterlagen spricht der Antragsteller von 2 geneigten Meßbohrungen zur Überwachung der Deckgebirgsbewegungen über dem Spülversatzfeld sowie im Bereich des Bleckenstedter Sprungs, wobei in beiden Bohrungen keine signifikanten Verformungen nachweisbar sind.

In EU 239 vom Jahr 1986 und EU 322 vom Jahre 1989 wird von 3 ca. 100 m langen Bohrungen über den alten Abbaufeldern (Spülversatzfeld und LHD-Feld) bzw.

dem Bleckenstedter Sprung gesprochen, jeweils ohne Nachweis signifikanter Verformungen.

Die Lageänderungsbohrungen wurden jeweils mit einer Inkremental-Extensometer-Sonde und einer Inklinometer-Sonde ausgerüstet.

Der Gutachter:

Die in EU 322 von 1989 vorgestellten Meßergebnisse sind unklar und lassen die Vermutung zu, daß meßtechnische Schwierigkeiten eine eindeutige Aussage nicht erlauben. Dafür sprechen beispielsweise die durch Wiederholungsmessung bestätigten starken Verschiebungen in der vertikalen Komponente von 11,0 cm bzw. 3,5 cm im Bohrloch 3/141 über dem Spülversatzfeld im Zeitraum von September 1986 bis April 1987, während von April 1987 bis Oktober 1987 aber nur noch 0,2 cm gemessen wurden. Die Ergebnisse liegen deutlich über der Meßgenauigkeit der Sonde von ± 3 mm/m und $\pm 0,025$ gon. Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den Konvergenzmessungen und könnten bestenfalls durch Bruchvorgänge im Deckgebirge erklärt werden, wenn den Meßwerten Zuverlässigkeit unterstellt wird.

Über Meßergebnisse der beiden anderen Lageänderungsbohrungen liegen in den vom Antragsteller eingereichten Unterlagen keine Angaben vor.

Der Antragsteller stellt zum Punkt Verformungsmessungen in geeigneten Meßbohrungen abschließend fest, daß der Nachweis erbracht sei, daß keine signifikanten Bohrlochbewegungen stattgefunden hätten. Der Gutachter kann aufgrund der erwähnten widersprüchlichen und teilweise unvollständigen Meßergebnisse dieser Schlußfolgerung nicht folgen.

Aufgrund der Bedeutung gerade dieser Verformungsmessungen in bezug auf die Langzeitsicherheit, die Deformationen im Deckgebirge und den Nachweis über die Aktivität der Bleckenstedter Störung sollte der Antragsteller diesbezüglich Klärung schaffen.

Schachtteufenmessungen

Sachverhaltsdarstellung:

Nachdem der Schacht Konrad 2 in den Einflußbereich des Senkungstroges geriet, wurde 1970 eine Teufenmeßlinie, bestehend aus 19 untereinander angebrachten

Meßbolzen, eingerichtet. 1987 wurden die Schachtmeßbolzen ersetzt und 1990 erfolgte die erste Wiederholungsmessung nach der Nullmessung. In den Planungsunterlagen (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.1.9.7) sind die Meßergebnisse aus den Jahren 1970 bis 1987 dargestellt. Demnach ergab sich eine relativ gleichmäßige Absenkung der Schachtröhre um ca. 46 mm auf den oberen 500 m, gefolgt von einem Maximalsenkungsbetrag von 72 mm bei einer Teufe von ca. 540 m. Dieses Senkungsmaximum wird mit einer benachbarten Störung in Verbindung gebracht. Ein weiteres Senkungsmaximum wird für die Teufe 746 m bis 888 m erwähnt und ebenfalls mit einer Störungszone erklärt.

In EU 000.05 vom Jahre 1984 sind detaillierte Untersuchungen in den Schächten Konrad 1 und 2 zur Qualität des Schachtausbaus und des Verbundes von Schachtausbau und Gebirge aufgeführt. Es erfolgten Probenahmen und Laborversuche. Die ermittelten einaxialen Druckfestigkeiten und Rückprallwerte (Schlaghammer System Schmidt) belegen durchweg intaktes Ziegelmauerwerk bzw. Betonsteine, die gemäß der TGL 1053 der Klasse M 11 zugeordnet werden können. Die Bohrungen ergaben maximale Auflockerungstiefen von 1 m, meist aber weit darunter liegende. Der Schachtausbau ist formschlüssig mit dem Gebirge.

Als leichte Sanierungsmängel wurde folgendes aufgezeigt:

- Leichte Frostschäden bis ca. 170 m Tiefe.
- Partieller Verlust der Fugenfüllung.
- Leichte Korrosionsschäden.
- Unterhalb der 5. Sohle auf Schacht 1 leichte Schachtverformungen, die seit 20 Jahren stabil sind.

Faßt man die Gesamtheit der vom Antragsteller zu diesem Punkt vorgelegten Unterlagen zusammen, so ergibt sich der Schluß, daß aufgrund der Schachtteufenmessungen und die Untersuchungen zum Schachtausbau keine Hinweise auf eine Gefährdung der gegenwärtigen Standsicherheit der Schächte vorliegen.

Der Gutachter:

Das zweite vom Antragsteller benannte Verschiebungsmaximum zwischen 746 m und 888 m kann vom Gutachter nicht nachvollzogen werden, stellt aber aufgrund der Tatsache, daß außer dem absoluten Maximum bei 540 m alle weiteren Verschiebungswerte unter 50 mm liegen, kein Problem dar.

Es liegen keine Meßergebnisse zum Schacht Konrad 1 vor. Da Konrad 1 am Rande des Senkungstrogens liegt, sind hier weniger die Absenkungen als vielmehr Schiefstellungen das Gefahrenmoment. In Anbetracht der Tatsache, daß mit weiteren Absenkungen zu rechnen ist, wird die Anlage eines Meßprofils oder eine anderweitige regelmäßige meßtechnische Überwachung auch in der Schachanlage Konrad 1 empfohlen, zumal eine weitere Nutzung während der Einlagerungsphase vorgesehen ist.

Eine Übertragung der Werte von Konrad 2 auf den Schacht Konrad 1 ist nicht möglich, so daß bezüglich des Senkungsverhaltens im Schacht Konrad 1 derzeit keine Aussagen möglich sind.

Die intensiven Untersuchungen zur Qualität des Schachtausbaus in beiden Schächten belegen die derzeitige Unbedenklichkeit bezüglich der Stabilität der Schächte. Der Gutachter stimmt der Aussage des Antragstellers zu, daß die gemessenen Verformungen im Schacht Konrad 2 derzeit unbedenklich sind.

In-situ-Spannungsmessungen und Ermittlung von Verformungsmoduli

1. Bestimmung des Primärspannungszustandes

Sachverhaltsdarstellung:

Der primäre In-situ-Spannungszustand wurde mittels folgender Methoden durch den Antragsteller untersucht:

- Biaxialzellen-Versuche
- Triaxialzellen-Versuche
- Bohrloch-Slotter-Messungen
- Hydraulic Fracturing

In den Planungs- bzw. Erläuternden Unterlagen werden Meßergebnisse zweier Meßkampagnen dargestellt. Dies betrifft Überbohrversuche mit Biaxialzellen auf der 1200-m-Sohle (EU 052.4) sowie im Versuchsfeld 5/1 in ca. 782 m Tiefe (EU 307, EU 418). Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- EU 052.4:
Die maximale Spannungskomponente beträgt 15 MPa, die minimale Spannungskomponente 10 MPa, wobei die maximale Spannungskompo-

nente um maximal 30 Grad aus der Vertikalen ausgelenkt ist. Legt man anstatt des im Feld mittels Bohrlochaufweitungsversuchen (EU 052.4) ermittelten Verformungsmodul von 12 GPa den im Labor bestimmten Verformungsmodul von 15 GPa zugrunde, so ergeben sich folgende Werte: maximale Komponente von 19 MPa, minimale Komponente von 13 MPa. Die verwendete Querdehnzahl betrug jeweils 0.25.

EU 418 und 307:

Die maximale Spannungskomponente ergibt sich zu 18.0 bis 26.0 MPa, die minimale Komponente zu 13.0 bis 19.0 MPa, wobei die maximale Spannungskomponente 20 bis 30 Grad aus der Vertikalen ausgelenkt ist. Die Spannungsberechnung erfolgte mit einem angesetzten Verformungsmodul von 15.0 MPa und einer Querdehnzahl von 0.25.

EU 424:

Die Vertikale ist Hauptspannungsrichtung, wobei sich bei Nutzung der am Kern ermittelten Deformationsmoduli ein deutlich kleinerer Wert als der sich aus der Dichte der überlagerten Gebirgsmassen ergebende Spannungswert errechnet. Die horizontalen Spannungswerte sind etwa gleich groß und haben den halben Betrag der Vertikalspannung. Aufgrund der Tatsache, daß eine Vertikalspannungskomponente kleiner als der Überlagerungsdruck nicht erklärbar scheint, wird in der Interpretation die Vertikalspannungskomponente gleich dem Gewicht des Deckgebirges gesetzt und der Seitendruckbeiwert gleich 0,5 gesetzt.

EU 454:

Die größte Hauptspannungsrichtung ist ca. 10° aus der Vertikalen ausgelenkt, die subhorizontalen Hauptspannungen sind WSW-ONO (S2) bzw. NNW-SSO (S3) gerichtet. Die Verhältnisse der subhorizontalen Hauptspannungen zur Vertikalspannung betragen 0,64 bzw. 0,55. Die subvertikale Spannungskomponente sollte annähernd dem Überlagerungsdruck entsprechen, liegt aber laut Meßergebnissen deutlich darunter. In der Interpretation wird auch hier eine vertikale Hauptspannung mit dem Betrag des Deckgebirgsgewichtes und einem Seitendruckbeiwert von 0,6 operiert.

In der Diskussion (EU 418 und EU 424) kommt der unsichere Kenntnisstand zum Primärspannungsfeld zum Ausdruck: Während in der EU 418 noch von einem Seitendruckbeiwert von 0,7 und von subhorizontalen Hauptspannungen, die gemäß des Schichteinfallens ca. 20 - 30 Grad aus der Horizontalen ausgelenkt sind, gesprochen wird, geht die EU 424 von horizontalen Hauptspannungen und einem Seitendruckbeiwert von max. 0,5 aus. In den EU's 424 und 454 wird die meßtechnische Bestimmung der Vertikalspannungskomponente mit einem Wert, der nur etwa die Größe des halben Deckgebirgsgewichtes hat, angegeben. Einige der nachfolgend genannten Messungen deuten auch ein möglicherweise völlig anderes Spannungsgeme, mit einer Horizontalspannung größer als die Vertikalspannung, hin.

Der Gutachter:

Die Angaben des Antragstellers zu den In-situ-Spannungsmessungen greifen nicht auf alle ihm zur Verfügung stehenden Unterlagen zurück und sind in ihrer Interpretation und Bewertung unbefriedigend. Sie sollten durch die Meßergebnisse der umfangreichen Untersuchungen auf der 1.200-m- bzw. 860 m-Sohle aus den Jahren 1979 und 1981 (GSF 1982) ergänzt werden. Diese Messungen lassen sich mit folgenden Ergebnissen zusammenfassen:

Biaxialzellen-Messungen (1 Horizontalbohrloch, 1200-m-Sohle):

Die Maximalspannungskomponente beträgt 10,1 bis 14,2 MPa, die Minimalspannungskomponente beträgt 4,0 bis 11,0 MPa, wobei die Maximalkomponente um 22 bis 27 Grad aus der Vertikalen ausgelenkt ist.

Triaxialzellen-Messungen (1 Horizontalbohrloch, 1.200-m-Sohle):

	Spannungswert Neigung		Azimut
	[MPa]	[gon]	[gon]
S1:	19.3 - 22.0	37 - 44	83 - 176
S2:	14.8 - 18.5	2 - 6	180 - 186
S3:	4.4 - 10.1	12 - 28	80 - 84

S1, S2 und S3 sind die Hauptspannungskomponenten.

Bohrloch-Slotter-Messungen (1 Horizontalbohrloch, 1200m-Sohle):

Die Vertikalspannungskomponente wurde zu 16,4 - 18,5 MPa bestimmt, die mittlere Horizontalspannungskomponente zu 12,5 - 13,8 MPa.

Hydraulic Fracturing (je ein Horizontal- und Vertikalbohrloch auf der 1200- und 860-m-Sohle):

	MP1-V 860 m [MPa]	MP1-H 860 m [MPa]	MP2-V 1200 m [MPa]	MP3-H 1200 m [MPa]
SH	27.0- 37.7		23.5 - 32.9	37.0 ?
Sh	15.5 - 19.5	10.4 - 11.6	11.9 - 17.9	
SV		15.5 - 19.5		26.0 ?
R-SH		Nord - Süd	Nord - Süd	

SH, Sh und SV sind die maximale, die minimale sowie die vertikale Hauptspannungskomponente. R-SH gibt die Richtung der größeren horizontalen Hauptspannung an.

Alle drei verwendeten Meßprinzipien sind hinreichend validiert und derzeit Stand der Technik. Aufgrund technischer Mängel ist die Aussagekraft einiger Versuche aus den Jahren 1979 und 1981 eingeschränkt. Dies betrifft die Bohrloch-Slotter-Messungen, die Biaxialzellen-Messungen und die Hydrofrac-Versuche, insbesondere in der Bohrung MP3-H. Außerdem gilt es im Einzelfall zu klären, in wieweit die Spannungsumlagerung im streckennahen Bereich die Meßergebnisse beeinflusst und die Ableitung des Primärspannungsfeldes ermöglicht.

Aufgrund der oben genannten Unterlagen ließe sich schlußfolgern, daß die horizontalen Spannungskomponenten deutlich über einem rein lithostatischen Wert liegen und in ihren Komponenten anisotrop sind.

Die im vorangegangenen Abschnitt zusammengefaßten Ergebnisse sind sowohl bei der Betrachtung der einzelnen Methoden in sich, als auch im Vergleich miteinander, nicht konsistent. Insbesondere bleiben folgende Fragen offen:

1. Bildet die Vertikale die Hauptspannungsrichtung und ist ihr Betrag tatsächlich deutlich abweichend vom rechnerischen Überlagerungsdruck? (Deckgebirgsgewicht)
2. Welche Größen und Richtungen haben die horizontalen Spannungskomponenten, welche Anisotropie liegt vor?
3. Mit welchen Spannungs-Tiefen-Gradienten ist zu rechnen und in wieweit liegt eine schichtbedingte Inhomogenität des Spannungsfeldes vor?

Wegen der grundlegenden Bedeutung des Primärspannungsfeldes bei allen die geomechanische Stabilität des geplanten Endlagers betreffenden Berechnungen wird eine kritische Aufarbeitung aller bisher vorliegenden Resultate und, soweit es sich dann noch als erforderlich erweist, erneute meßtechnische Untersuchung empfohlen. Entscheidungserheblich im Sinne einer UVP ist dieser Sachverhalt allerdings nicht, wie in Kap. 6.8.3 ausführlich dargelegt wird.

2. Ermittlung von Spannungumlagerungen

Sachverhaltsdarstellung:

Wie in der Erläuternden Unterlage EU 418 beschrieben, wurden Glötzl-Meßgeber zur Beobachtung von Spannungsänderungen eingesetzt. Dabei wurden jeweils 4 unterschiedlich orientierte Geber zu jeweils einer Spannungsmonitorstation zusammengefaßt. Es gelang, die erwarteten Spannungumlagerungen beim Unter- oder Überfahren von Strecken meßtechnisch nachzuweisen.

Der Gutachter:

Das Meßprinzip und der technische Stand der Glötzl-Meßgeber sind hinreichend erprobt und liefern qualitativ gute Ergebnisse. Die nachgewiesenen Spannungsumlagerungen entsprechen den Erwartungen. Die Meßergebnisse beziehen sich allerdings nur auf Differenzbeträge und lassen keine Rückschlüsse auf die Spannungsmagnituden zu.

Ermittlung von Verformungsmoduli

Sachverhaltsdarstellung:

Mittels Bohrlochaufweitungsversuchen (Dilatometer-Versuche) im geplanten Endlagerhorizont auf der 1.200-m-Sohle (EU 052.4) und im Versuchsfeld 5/1 in ca. 700 m Tiefe (EU 307, EU 418) wurden gegenüber den Laborversuchen reduzierte Verformungsmoduli bestimmt. Sie betragen laut (EU 052.4) 11.25 GPa, laut (EU 298) 7 bis 8 GPa und laut (EU 418) 12.1 GPa, wobei eine erhebliche Streuung der Einzelwerte und eine ausgeprägte Richtungsabhängigkeit (EU 418) auftrat.

Durch Dilatometerversuche auf der 343 m-Sohle (EU 424, Mittelalb) und der 541 m-Sohle (EU 445, Mittelbarrême) wurden Verformungsmoduli für die Barrierschichten der Unterkreide ermittelt. Dabei wurden folgende Mittelwerte erzielt:

- EU 242:
Belastungsmodul: 4.510 MPa
Entlastungsmodul: 8.680 MPa

- EU 454:
Belastungsmodul: 4.220 bzw. 6.279 MPa
Entlastungsmodul: 7.260 bzw. 12.080 MPa

Der Gutachter:

Die durchgeführten Untersuchungen entsprechen dem Stand der Technik.

Die In-situ ermittelten Verformungsmoduli liegen erwartungsgemäß unter den im Labor ermittelten (EU 052.4: In-situ: 11.25 GPa, Labor: 15 GPa; EU 418: In-situ 12.1 GPa, Labor: 12.9 GPa).

Die in den Erläuternden Unterlagen EU 424 und EU 454 angegebenen Verformungsmoduli sollten auch bei den numerischen Berechnungen, Eingang finden. Diesbezüglich erscheinen die vor 1991 durchgeführten numerischen Berechnungen, insbesondere zum Deckgebirgsverhalten, mit zu großen Werten (ca. 10 GPa) zu operieren. Es sollte auch überprüft werden, ob im Modell Be- und Entlastungsgebiete mit unterschiedlichen Materialparametern belegt werden sollten, da nie die Dilatometeruntersuchungen der EU 242 und EU 454 zeigen, beide Moduli sich bis etwa um den Faktor 2 unterscheiden.

3.4.3.2 Laborversuche zur Ermittlung geomechanischer Kennwerte

Sachverhaltsdarstellung:

Seitens des Antragstellers wurde ein umfangreiches Programm zur Ermittlung geomechanischer und geophysikalischer Laborwerte absolviert. Dies wird durch die erläuternden Unterlagen EU 000.05, EU 032.1, EU 039.1, EU 052.4, EU 059, EU 063.1, EU 075.4, EU 81.1, EU 081.5, EU 097, EU 099.1, EU 099.2, EU 099.3, EU 103, EU 120, EU 181, EU 218, EU 298, EU 424, EU 454 dokumentiert.

Die Untersuchungen betreffen alle relevanten geologischen Formationen (Wirtsgestein und Deckgebirge), d.h. den Malm (insbesondere den Korallenoolith des Ox-

ford und die Ton- und Kalkmergelgesteine des Kimmeridge) sowie die Unter- und Oberkreide.

Die Laborproben entstammen Kernbohrungen, die überwiegend folgenden Lokationen entsprechen: Schächte Konrad 1 und 2, Tiefbohrung Konrad 101, Testfeld 5/1, Lagerbegrenzungsbohrungen sowie einigen speziellen Untersuchungsbohrungen.

Die nachfolgende Auflistung gibt eine Übersicht über alle ermittelten geomechanischen bzw. geophysikalischen Parameter sowie die zur Ermittlung eingesetzten Methoden (die rein geohydraulischen Parameter, wie Permeabilität werden hier nicht behandelt):

- Dichtemessungen nach der Tauchmethode.
- Elastizitätsmodul, Anfangsverformungsmodul und Restverformungsmodul aus ein-, zwei- und dreiaxialen Druckversuchen.
- Ein- und mehraxiale Druckfestigkeiten aus ein-, zwei- und dreiaxialen Druckversuchen.
- Mohr-Coulombsche Festigkeitskennwerte Kohäsion, und Winkel der inneren Reibung für den Vor- und Nachbruchbereich (einschließlich der Bruchwinkel) aus dreiaxialen Druckversuchen und Torsionsversuchen.
- Spaltzugfestigkeiten aus dem Spaltzugversuch (Brasilianischer Test).
- Kriechkurven aus einaxialen Dauerstandsversuchen.
- Dynamische Elastizitätskonstanten (Elastizitätsmodul und Querdehnzahl) aus Ultraschallgeschwindigkeitsmessungen.
- Thermische Parameter (Wärmeleitfähigkeit und spezifische Wärme) mittels Wärmeflußverfahren und Wärmeflußkalorimeter.
- Spezifische Oberfläche mittels Tieftemperatur-Stickstoffabsorption nach der BET-Methode.
- Effektivporosität und Totporosität mittels Tauchmethode bzw. Beckmann-Pyknometer.
- Quellversuche an tonhaltigen Gesteinen der Unterkreide (Quelldruckversuche, Quellhebungsversuche und Quellversuche nach Huder/Amberg).
- Tauchversuche nach Mederer zur Ermittlung der Zerfallsstabilität.

Der Gutachter:

Die durch den Antragsteller durchgeführten Laboruntersuchungen zur Ermittlung geomechanischer bzw. geophysikalischer Parameter sind umfangreich, betreffen alle relevanten geologischen Formationen und sind, insbesondere was ein- und mehraxiale Druckversuche betrifft, durch die beigefügten Meßkurven nachvollziehbar. Die apparativen Ausrüstungen und angewandten Meßmethodiken entsprechen dem Stand der Technik bzw. nationalen und internationalen Standards.

Wenig Aufmerksamkeit wurde dem rheologischen Verhalten des Gesteins geschenkt, das gerade im Hinblick auf die Langzeitsicherheit und damit für dieses Projekt von eminenter Bedeutung ist. Insgesamt wurden nur 7 Proben, davon 6 nur einaxial durch Kriechversuche getestet (EU 75.4 und EU 81.5). Darunter befanden sich keine Gesteine des Einlagerungshorizontes Oxford und des Kimmeridge. Die bedeutenden Schichten des Deckgebirges sind mit je einer Probe vertreten, so daß die Repräsentanz für das Deckgebirge zwar gewährleistet ist, die Zuverlässigkeit der Ergebnisse aber unzureichend ist. Demzufolge konnten durch den Antragsteller auch keine Kriechgesetze für die Materialien abgeleitet werden. Insbesondere aufgrund des tonigen Anteils der Gesteine wäre das Kriechverhalten unter gesättigten Bedingungen von Interesse. Die Aussagen zum Kriechverhalten erscheinen dem Gutachter mangelhaft und nicht ausreichend belegt. Da bei der Berechnung der Standsicherheit und Dimensionierungsfragen bisher auf rheologische Nachweisführung weitgehend verzichtet wurde erhält diese Problematik keine Entscheidungsrelevanz.

Der Gutachter vermißt ebenfalls Untersuchungen bezüglich der Zunahme der Permeabilität bei volumetrischer Verformung, wie dies durch Absenkungen im Deckgebirge und in den Auflockerungszonen um die Hohlräume bis hin ins Deckgebirge erfolgen kann. Diesem nicht aufgeklärten Sachverhalt wird durch konservative Annahmen bei den Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit Rechnung getragen.

Aufgrund der Tatsache, daß neben den aus In-situ-Versuchen abgeleiteten Parametern auch Laborwerte in geomechanische, geohydraulische und markscheiderische Berechnungen Eingang finden, ist einer gesicherten Datenbasis große Bedeutung beizumessen.

3.4.3.3 Bergmännische Erfahrungen und Beobachtungen

Sachverhaltsdarstellung:

In den Planungsunterlagen (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.1.9.7/13-19) werden die bergmännischen Erfahrungen und Beobachtungen bezüglich dreier verschiedener Bereiche zusammenfassend beschrieben: die allgemeinen bergmännischen Erfahrungen in der Erzgewinnungsphase in den heute als Spülversatz- und LHD-Feld bezeichneten Abbaufeldern, die Beobachtungen beim Befahren der abgeworfenen Grubenbaue sowie die empirischen Untersuchungen zum Streckenkonvergenzverhalten.

Im Spülversatzfeld betrug die nicht ausgebauten Abbauhohlräume bis zu 5.000 m³, ehe sie mit einem Sand-Kies-Gemisch versetzt wurden. Während des Abbaus kam es bei einer maximal 100 m vor der Abbaufirst einsetzenden Abbaueinwirkung zu begrenzten Verbrüchen in der Firste, zu partiellen Ankerabrissen und erheblichen Streckenkonvergenzen. Ein völliges Zusammenbrechen der Abbaukammern mit einem Zubruchgehen der Pfeiler wurde nicht beobachtet. Ein starker Einfluß benachbarter Störungszonen (Bleckenstedter Sprung) auf die Standfestigkeit der Hohlräume wurde beobachtet.

Im LHD-Feld wurden die Abbaustrecken unversetzt abgeworfen, wobei während der Erzgewinnung folgende Phänomene festgestellt wurden: Parallelstellung von Firste und Sohle zur Bankung des Erzlagere, Streckenverbrüche längs bestimmter Linien und Verbruch benachbarter Strecken beim Durchfahren von Pfeilern mit bis zu 200 m reichender Abbauauswirkung. Nach dem Abwerfen setzte ein allmählicher Verbruch der Grubenräume ein. Zwischenzeitlich erfolgte ein Abbau, der offene und zerbrochene Hohlräume hinterließ.

In den Jahren 1983 bis 1988 wurden nicht versetzte Grubenbaue mit 10- bis 20-jähriger Standzeit begutachtet.

Der Zustand der offenen Grubenbaue ist je nach Durchbauungsgrad, Abbaufahren und geologischen Bedingungen unterschiedlich und reicht von nahezu standfesten, über durch Sohlen- und Firstverformungen deformierten bis hin zu völlig zerbrochenen Grubenbauen.

Insgesamt ergab sich, daß das Spülversatzfeld trotz 60%-igem Durchbauungsgrad aufgrund des Versatzeinbringens weitgehend unverbrochen ist, während die unver-

setzten Strecken des LHD-Feldes bei einem nur 30%-igen Durchbauungsgrad überwiegend verbraucht sind.

Während der 15-jährigen Erzgewinnung wurden in verschiedenen Teilen des Grubengebäudes Konvergenz- und Verformungsmessungen durchgeführt. Es zeigte sich eine starke Abhängigkeit vom Durchbauungsgrad sowie den Faktoren Streckenquerschnitt und Auffahrtechnik. Mittels einer empirischen logarithmischen Beziehung zwischen Konvergenz und Zeit kann der zeitliche Konvergenzverlauf sicher beschrieben werden.

Die vorliegenden Unterlagen zu den bergmännischen Erfahrungen kommen übereinstimmend zu folgenden Schlüssen:

1. Durch die Abbauwirkung sind derzeit weder die Schächte Konrad 1 und 2 noch die übertägigen Anlagen gefährdet.
2. Strecken und Kammern sind nach der Auffahrung durch große Konvergenzen und Konvergenzraten gekennzeichnet, wobei bei gleichen Randbedingungen die Auffahrung mit Teilschnittmaschinen zu geringeren Konvergenzen als beim Vortrieb mit Bohr- und Sprengtechnik führt. Die Konvergenzen nehmen logarithmisch mit der Zeit ab und sind bergtechnisch sicher beherrschbar.
3. Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind keine geomechanisch kritischen Zustände eingetreten. Die beträchtlichen Verbrüche, insbesondere im LHD-Feld, blieben in ihrer Auswirkung lokal begrenzt.

Die Standfestigkeit der Grube Konrad im jetzigen Zustand wird in den vorliegenden Unterlagen nicht in Frage gestellt.

Der Gutachter:

Aufgrund der mehr als 20-jährigen bergmännischen Erfahrungen, die der Antragsteller in Kurzform in den Planungsunterlagen zusammengefaßt hat und des inzwischen umfangreichen Materials an Meßdaten und Berechnungen stimmt der Gutachter der Feststellung zu, daß die Standfestigkeit der Grube Konrad im jetzigen Zustand gewährleistet ist.

3.4.4 Darstellung der baulichen Anlagen, der technischen Einrichtungen und der Betriebsabläufe

In diesem Abschnitt geht es vor allem darum, die Darstellung der baulichen Anlagen, der technischen Einrichtungen und der Betriebsabläufe, wie sie sich aus den vom Antragsteller vorgelegten Unterlagen ergibt, zusammenzufassen. Gegebenenfalls werden die Angaben des Antragstellers um zusätzliche Fakten, die sich aus anderen Quellen, die der Genehmigungsbehörde vorliegen, ergänzt. In erster Linie bezieht sich das auf den "Zwischenbericht zur Begutachtung Endlager Konrad" des TÜV Hannover vom Juli 1990.

Die Beschreibung beschränkt sich auf die aus UVP-Gesichtspunkten entscheidungserheblichen Aspekte des Vorhabens. Im Mittelpunkt stehen deshalb die Schnittstellen zwischen der Vorhabensbeschreibung und den zu erwartenden Umweltauswirkungen.

Die Behandlung der zu erwartenden Emissionen und Reststoffe sowie anderer Beeinträchtigungen der Umwelt durch das Vorhaben sind Kapitel 6 vorbehalten.

Die vom Antragsteller vorgesehenen Maßnahmen zur Sicherung der Umweltverträglichkeit werden in Kapitel 9 zusammenfassend behandelt. Dennoch können diese Fragen hier nicht vollständig ausgeklammert werden. Die Etappen in den Betriebsabläufen, in denen die Emissionen/Reststoffe anfallen, müssen bei der Darstellung der Anlagentechnik besonders berücksichtigt werden. Auch die Maßnahmen des Antragstellers zur Sicherung der Umweltverträglichkeit sind mindestens zum Teil integraler Bestandteil seines Anlagenkonzeptes. Maßnahmen zum Strahlenschutz müssen hier bereits abgehandelt werden.

Bezogen auf die Sachverhaltsdarstellung der folgenden Abschnitte ist noch eine Vorbemerkung am Platz: § 6 Abs. 3 UVPG ist so zu verstehen, daß der Träger des Vorhabens Unterlagen vorzulegen hat, die u.a. auch eindeutige und detaillierte Angaben über die baulichen Maßnahmen und die verfahrenstechnischen Aspekte des Vorhabens enthalten. Die Unterlagen müssen derart gestaltet sein, daß sie einer fachlich gebildeten Person einen vollständigen und unmißverständlichen Überblick über die Art und den Umfang des Vorhabens vermitteln, damit die entscheidungserheblichen Gesichtspunkte erkannt und richtig bewertet werden können.

Die in diesen Unterlagen zusammengestellten Kenntnisse finden später in die zusammenfassende Darstellung nach § 11 UVPG Eingang, die durch dieses Gutachten vorbereitet wird. Der BMU hat in seiner Weisung vom 24. Januar 1991 die Voll-

ständigkeit der auszulegenden Planungsunterlagen des Antragstellers festgestellt, die daraufhin öffentlich ausgelegt wurden.

Es sei angemerkt, daß sich aus der Synopse der dem Gutachter vorliegenden Unterlagen nicht ohne weiteres eine unmißverständliche Sachverhaltsdarstellung ergibt. So sind zu verschiedenen Punkten in älteren und neueren jeweils gültigen EU's unterschiedliche Aussagen und technische Daten enthalten. Hierdurch ergaben sich Mißverständnisse, die zu Fehlinterpretationen und Bewertungen in den Entwürfen dieses Gutachtens führten und erst nach Diskussionen mit dem NMU und anderen Fachgutachtern ausgeräumt werden konnten.

Der Grund für die mißverständlichen Aussagen sind die häufigen Revisionen der Unterlagen nach neuen Erkenntnissen, wobei in einigen Fällen andere Unterlagen, die sich auf die alten Daten und Fakten beziehen, nicht in die Überarbeitung einbezogen wurden.

3.4.4.1 Flächenbedarf und Umzäunung

Sachverhaltsdarstellung:

Das Endlager Konrad besteht aus den Tagesanlagen und dem Grubengebäude. Die Tagesanlagen gliedern sich in die räumlich voneinander getrennten Schächte Konrad 1 und 2. Die Fläche von Schacht 1 beträgt 10,9 ha. Davon sind 6,6 ha umzäunte Flächen. Anteile der verbleibenden Fläche werden für die Verkehrsanbindung genutzt. Weiterhin sind Teile der außerhalb der Einfriedung zum Grundstück gehörenden Flächen als landwirtschaftliche Nutzflächen verpachtet (EG 46). Diese Flächen sind identisch mit der heutigen Fläche des Schachtgeländes und der derzeitigen Verkehrsanbindung.

Für Schacht 2 wird eine Fläche von 20,1 ha benötigt. Diese gliedert sich in 5,5 ha umzäunte Fläche, die mit der heutigen Schachtfläche identisch ist und in 14,5 ha Fläche für die Verkehrsanbindung, die PKW-Unterstellhalle und die Kläranlage mit Pufferbecken, die neu zu erstellen sind (EG 47). Über die derzeitige Zufahrt durch das Gelände der Peine-Salzgitter AG dürfen keine radioaktiven Materialien transportiert werden, so daß die Erstellung einer neuen Zufahrt notwendig ist.

Der Schacht Konrad 1 ist von einer Doppelzaunanlage umgeben. Im Bereich des Wachgebäudes und der Band- und Verladeanlage ist nur ein Zaun vorhanden. Der Straßenverkehr wird durch das Tor neben dem Wachgebäude, der Schienenverkehr durch Tore im Süden des Grundstückes geleitet.

Das Grundstück des Schachtes Konrad 2 ist von einem Sicherheitszaun umgeben, der auf der Nordostecke des Grundstückes durch Tore für den Straßen- und Schienenverkehr unterbrochen ist. Ein Tor auf der Südwestseite des Grundstückes ist als weitere Zufahrtmöglichkeit für die Feuerwehr vorgesehen. Weiterhin sind Schlupftüren geplant.

Außerdem wird der Tagebau Haverlahwiese für die Verbringung des anfallenden Haufwerks in Anspruch genommen. Der Flächenverbrauch wird auf ca. 100 ha geschätzt.

Der Gutachter:

Die Aussagen der vorhandenen Unterlagen zum Flächenbedarf und zur Grundstücksabgrenzung sind nur eingeschränkt als ausreichend im Sinne des UVPG zu werten. Der Gutachter vermißt Aussagen über den Versiegelungsgrad der Fläche: laut einer Stellungnahme der Unteren Naturschutzbehörde Salzgitter im Rahmen der Behördenbeteiligung kommt es bei der Errichtung des Endlagers Schacht Konrad zu "massiven" zusätzlichen Flächenversiegelungen im Bereich der beiden Schachtanlagen. Art und Umfang der schon bestehenden und noch dazukommenden Versiegelungen (insbesondere der Gebäude) sind in den vorhandenen Unterlagen nicht vollständig dargestellt; sie sind für eine UVP (Eingriffe in Natur und Landschaft) jedoch unverzichtbar.

3.4.4.2 Bauliche Anlagen auf dem Schachtgelände

Sachverhaltsdarstellung:

Zur Abwicklung des Einlagerungsbetriebes sind verschiedene Gebäude und Bauwerke erforderlich. Deren Anordnung ist dem Lageplan (Plan Konrad 3.2.4.1/1+2) zu entnehmen. Im folgenden erfolgt eine Beschreibung der einzelnen Gebäude nach folgendem Schema:

- Bezeichnung
- Aufgabe der Gebäude und Bauwerke
- Einbindung bereits bestehender Gebäude
- Brandschutz
- Wärmedämmung bei beheizten Gebäuden

Die Beschreibung der einzelnen Gebäude ist dem "Plan Endlager für radioaktive Abfälle" entnommen.

Die Angaben zum Brandschutz basieren auf Aussagen der Unterlagen "Feuerlöscheinrichtungen" (EU 145.1 und EU 145.2). Wenn in anderen Unterlagen über diese Aussagen hinausgehende Angaben ermittelt wurden, sind sie an der betreffenden Stelle aufgeführt.

Schacht Konrad 1

- Schachthalle einschließlich Anbauten (BW Nr. 1)
 - * Aufgabe:
Zugang zum Schacht über Seilfahrebenen, Übergabe des Haufwerkes auf die Bandförderung und Lagerung von Materialien zum Einfördern in die Grube
 - * Anbauten:
Unterbringung der Grubenwehr, Magazin und Lampenstube, Lampenwerkstatt
 - * Einbindung:
70,5 % des Gebäudes sind derzeit schon vorhanden
 - * Brandschutz:
1 Brandabschnitt (BA), 3 Brandbekämpfungsabschnitte (BBA), Ausrüstung mit Handfeuerlöschern
 - * Nachweis des Wärmeschutzes:
erfolgt (EG 39)
- Verwaltungs- und Sozialgebäude (BW. Nr. 2)
 - * Aufgabe:
Unterbringung von Personal, Wasch-, Dusch- und Umkleidemöglichkeiten für Belegschaft und Besucher
 - * Einbindung:
vorhandene Gebäude werden zu 23,5 % in das Bauwerk einbezogen

- * Brandschutz:
3 Brandabschnitte, 13 Brandbekämpfungsabschnitte, Technikzentrale und Rechnerraum mit CO₂-Löschanlage ausgestattet, Brandlöschgeräte vorhanden
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
erfolgt (EG 25)

- Verwaltungsgebäude (BW Nr. 3)

- * Aufgabe:
Unterbringung von Personal
- * Einbindung:
für diese Aufgaben wird das derzeit bestehende Verwaltungsgebäude weiter genutzt
- * Brandschutz:
Handfeuerlöscher
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
Gebäude 1984 fertiggestellt, entspricht den Wärmeschutzverordnungen

- Wachgebäude (BW Nr. 4)

- * Aufgabe:
Unterbringung des Wachpersonals und der Installationen für den Objektschutz
- * Einbindung:
das Wachgebäude wird neu erstellt
- * Brandschutz:
Handfeuerlöscher
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
erfolgt (EG 29)

- Fördermaschinengebäude Süd (BW Nr. 5)

- * Aufgabe:
Schutz der Fördermaschinen und der zugehörigen elektrischen Anlagen
- * Einbindung:
Das Fördermaschinengebäude Süd existiert bereits
- * Brandschutz:
1 Brandabschnitt, Handfeuerlöscher
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
erfolgt (EG 41)

Band- und Verladeanlagen (BW Nr. 6)

- * **Aufgaben:**
Fördern und Verladen des Haufwerkes
- * **Einbindung:**
die bestehende Band- und Verladeanlage wird weiter genutzt
- * **Brandschutz:**
Handfeuerlöscher
- * **Nachweis des Wärmeschutzes:**
nicht notwendig (nicht beheizt, im Winter lediglich Stillstands-
heizung um Anfahren der Maschinen zu erleichtern)

Gebäude für die Materialwirtschaft (BW Nr. 7)

- * **Aufgabe:**
Lagerung von Betriebsmitteln, Ersatzteilen und Material sowie
Lagerung und Bearbeitung, insbesondere von Gesteins- und Was-
serproben
- * **Einbindung:**
dieses Bauwerk wird neu errichtet
- * **Brandschutz:**
4 BA, 1 BBA im Archiv Sprinkleranlagen
- * **Nachweis des Wärmeschutzes:**
erfolgt (EG 45)

Fördermaschinengebäude Nord (BW Nr. 8)

- * **Aufgabe:**
Schutz der Fördermaschinen und der zugehörigen elektrischen
Anlage
- * **Einbindung:**
dieses Gebäude existiert bereits
- * **Brandschutz:**
1 Brandabschnitt 5 BBA, Handfeuerlöscher
- * **Nachweis des Wärmeschutzes:**
erfolgt (EG 40)

Werkstattgebäude mit Schalthaus (BW Nr. 9)

- * **Aufgabe:**
Maschinen- und Elektrowerkstatt, Elektrozentrale, Unterbringung
von Kompressoren und Unterstellmöglichkeiten für Fahrzeuge
- * **Einbindung:**
90 % des Gebäudes bestehen aus derzeit vorhandener Bausub-
stanz

- * Brandschutz:
2 Brandabschnitte, 4 Brandbekämpfungsabschnitte, 3 CO₂-Löschanlagen, 1 Schlauchschrank für Anschluß an Hydranten, Handfeuerlöscher
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
erfolgt (EG 31)

- Heizzentrale mit Kohlebunker (BW Nr. 10)

- * Aufgabe:
Heizung einschließlich Warmwasserbereitung für die Tagesanlagen des Schachtes Konrad 1 sowie Unterbringung der Notstromversorgung
- * Einbindung:
Dieses Bauwerk wird neu erstellt
- * Brandschutz:
1 Brandabschnitt, 2 Brandbekämpfungsabschnitte, Spülwasseranlage-im Kohlebunker, Handfeuerlöscher
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
nicht erfolgt (EG 30)

- Diesellager und Tankstelle (BW Nr. 11)

- * Aufgabe:
Lagern von Diesel, Fahrzeugbetankung
- * Einbindung:
Dieses Bauwerk wird neu erstellt
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
nicht notwendig, da nicht beheizt (EG 31)

- Wetterstation (BW Nr. 17)

- * Aufgabe:
Messung und Aufnahme meteorologischer Daten
- * Einbindung:
Die derzeit bestehende Wetterstation wird weiter genutzt

- Heizöllager (BW Nr. 20)

- * Aufgabe:
Lagerung von Heizöl
- * Einbindung:
Das derzeit bestehende Heizöllager wird weiterhin genutzt

Auf dem Gelände des Schachtes Konrad 1 ist kein Kontrollbereich vorgesehen, da der Umgang mit Abfallgebinden nur auf dem Gelände von Schacht Konrad 2 erfolgt.

Folgende derzeit bestehende Bauwerke werden abgebrochen:

- Teilbereiche des Verwaltungs- und Sozialgebäudes
- Pfortnergebäude
- Lagerhallen
- Kühlturm
- Abluftmaschinengebäude
- Gruhenwasserabsetzbecken
- Brech- und Siebanlage.

Schacht Konrad 2

- Umladeanlage (BW Nr. 1) mit Pufferhalle (BW Nr. 18)

Die Umladeanlage ist gegliedert in die Funktionsbereiche

- + Trocknungsanlagen
Anliefernde Fahrzeuge werden in stationären Anlagen getrocknet und bei Bedarf von Schnee und Eis befreit
- + Umladehalle
Umladen der Gebinde von den Anlieferungsfahrzeugen auf Plateauwagen zum Transport nach Untertage oder in die Pufferhalle
- + Werkstatt 1 und Bereich Sonderbehandlung
Wartung, Inspektion und Instandsetzung mechanischer und elektrischer Betriebsmittel, Dekontamination von Paletten und sonstigen Betriebsmitteln
- + Sozial-, Labor- und Bürobereich, Wäscherei, Rechenzentrale
Unterbringung der Strahlenschutzschichtleitung, Strahlenschutzlabors, Erste-Hilfe-Station, Personendekontamination und Wäscherei im Kontrollbereich, Pausenraum, Steigerbüro, Strahlenschutzverwaltung sowie Rechenzentrale außerhalb des Kontrollbereiches
- + Betriebstechnikzentrale
Raumluftechnikzentralen: Kälteerzeugung für die Klimatisierung von Laboratorien und Leitstand, Warmlufterzeugung für die Trocknung
- + Pufferhalle
Aufnahme von Transporteinheiten zur Abfederung von Anlieferungsspitzen und zur Vergleichmäßigung der einzulagernden Abfälle

- + Kohlebunker (BW Nr. 4)
- + Abschirmwände

Die gesamte Umladeanlage mit Pufferhalle wird neu erstellt.

Es bestehen in der Umladeanlage mit Pufferhalle 10 Brandabschnitte mit 12 Brandbekämpfungsabschnitten. Dabei kann ein Brandabschnitt bis zu 6 Brandbekämpfungsabschnitte umfassen. In besonders gefährdeten Bereichen sind automatische Löschanlagen vorgesehen (Sprühwasserlöschanlagen im Kabelkeller der Elektrozentrale, im Kohlebunker, in der LKW-Trocknung und in den Bereichen "Gebindeumschlag" und "Freimessung" der Umladehalle sowie CO₂-Löschanlagen im Leitstand und Elektroraum, an der Batteriestation in der Pufferhalle und im elektrischen Betriebsraum des Diffusors). Der Nachweis des Wärmeschutzes ist erfolgt (EG 43).

- Förderturm mit Schachthalle (BW Nr. 2)

- * Aufgabe:
Aufnahme der Fördermaschine und der zugehörigen elektrischen Einrichtungen, Zugang zum Schacht, Plateauwagenumlauf Schachthallenanbau, Lagerungs- und Montagemöglichkeit für ausgeforderte oder einzuhängende Großteile, Lagerungsmöglichkeit für Geräte und Ersatzteile für die Wartung der Schachtförderanlage
- * Brandschutz:
1 Brandabschnitt gemeinsam mit BW Nr. 3, 1 BBA, Handfeuerlöscher
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
nicht notwendig, da nicht beheizt (EG 42)

- Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal (BW Nr. 3)

- * Aufgabe:
Saugende Bewetterung des Grubengebäudes mit Hilfe eines Hauptgrubenlüfters und Abgabe der Abwetter in die Atmosphäre über einen Diffusor.
- * Brandschutz:
1 Brandabschnitt gemeinsam mit BW Nr. 2, 5 BBA, CO₂-Löschanlage im elektrischen Betriebsraum
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
nicht notwendig, da nicht beheizt (EG 32)

- Wachgebäude (BW Nr. 5)

- * Aufgabe:
Unterbringung des Wachpersonals und der Einrichtungen für den Objektschutz
- * Brandschutz:
Handfeuerlöscher
- * Kerntechnischer Kontrollbereich:
keiner
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
vorhanden (EG 26)

- Freiluft-Trafo-Anlage (BW Nr. 6)

- * Aufgabe:
Umspannen der 30 KV-Versorgungsanlage auf die innerbetrieblichen GKV-Verteilspannung mit Kompensations- und Filterkreisanlage

- Lokschuppen (BW Nr. 7)

- * Aufgabe:
Wartung der Rangierfahrzeuge, der Gabelstapler und des Busses, Laden von Akkumulatoren
- * Brandschutz:
1 Brandabschnitt
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
vorhanden (EG 27)

- Lager und Werkstatt (BW Nr. 8)

- * Aufgabe:
Lagerung (u.a. der Seiltrommeln, der Antriebe der Hilfsfahranlage, der Zwischengeschirre) Reinigung, Prüfung, Reparatur und Montage
- * Brandschutz:
1 BA, 3 BBA
- * Nachweis des Wärmeschutzes:
vorhanden (EG 27)

- Friktionswindenhalle (BW Nr. 9)

- * Aufgabe:
Unterbringung der für den Seilwechsel erforderlichen Friktionswinden
- * Brandschutz:
1 Brandabschnitt

- * Nachweis des Wärmeschutzes:
vorhanden (EG 27)
- Gebäude für Ersatzfördermittel, Gabelstapler und Garage (BW Nr. 10)
 - * Aufgabe:
Lagerung des Ersatzförderkorbes und -gegengewichtes, Abstell-
und Waschmöglichkeit für Gabelstapler und Bus
 - * Brandschutz:
1 Brandabschnitt, 2 BBA
 - * Nachweis des Wärmeschutzes:
vorhanden (EG 27)
- Grubenwasser-Übergabestation (BW Nr. 15)
 - * Aufgabe:
Sammeln und Ausmessen der Grubenwässer
 - * Brandschutz:
Handfeuerlöscher
 - * Nachweis des Wärmeschutzes:
entfällt (unbeheizt) (EG 33)
- PKW-Unterstellhalle (BW Nr. 17)
 - * Aufgabe:
Schutz der Fahrzeuge der Werksangehörigen vor den Emissionen
des benachbarten Stahlwerks
 - * Brandschutz:
Handfeuerlöscher
 - * Nachweis des Wärmeschutzes:
entfällt (unbeheizt) (EG 28)
- Kläranlage (BW Nr. 19)
 - * Aufgabe:
Vollbiologische Behandlung der konventionellen Abwässer
- Pufferbecken (BW Nr. 20)
 - * Aufgabe:
Pufferung der biologisch gereinigten konventionellen Abwässer
und der freigemessenen Grubenabwässer vor Abgabe in den Vor-
fluter
- Steuerstand Trocknungsanlage (BW Nr. 21)
 - * Aufgabe:
Überwachung der Trocknungsanlage

- * Nachweis des Wärmeschutzes:
erfolgt (EG 43)
- Immissionsmeßstelle (BW Nr. 22)
- * Aufgabe:
Meßeinrichtungen

Sämtliche im Schacht Konrad 2 vorgesehenen Tagesanlagen werden neu erstellt. Der Kontrollbereich erstreckt sich auf Teile der Umladeanlage, die Pufferhalle, den Förderturm mit Schachthalle, das Lüftergebäude mit Abwetterkanal sowie die Grubenwasserübergabestation. Die genaue Lage der Kontrollbereichsgrenzen ist dem Plan Konrad (Anlagenband) zu entnehmen.

Folgende derzeit vorhandenen Anlagen werden abgerissen:

- Schachtförderungsgerüst
- Verwaltungs- und Kauengebäude
- Schachthalle, Lampenstube und Diffusor
- Fördermaschinengebäude
- Werkstatt- und Kompressorgebäude
- Trafostation
- Waschkauen
- Kühlturm
- Brandanlagen mit Kanälen

Die Unterlagen zur Standsicherheit der Bauwerke von Schacht Konrad liegen nach Aussage des BfS zur Zeit einem sachverständigen Prüfstatiker zur Prüfung vor (Brief des BfS an den Gutachter vom 25. Mai 1992).

Der Gutachter:

Die Darstellung der auf den Schacht befindlichen Gebäude in den Unterlagen ist in angemessener Form erfolgt.

Nach Ansicht des Gutachters sind Größe, Anordnung und Verwendungszwecke der Gebäude dem Ziel des Vorhabens angemessen. Derzeit bestehende Gebäude werden in die Planung des Vorhabens einbezogen und werden teilweise erweitert oder bleiben erhalten. Derzeit bestehende Gebäude, die zukünftig nicht mehr benötigt

werden und die den kommenden Anforderungen nicht entsprechen, werden abgerissen. Bei Bedarf werden Gebäude neu erstellt.

Für den Brandschutz der Gebäude werden verschiedene Maßnahmen durchgeführt. So findet bei Bedarf eine Unterteilung der Gebäude in mehrere Brandabschnitte und Brandbekämpfungsabschnitte statt. In besonders sicherheitsrelevanten Anlagenteilen sind ortsfeste Feuerlöschanlagen (Sprinkler- oder CO₂-Löschanlagen) installiert. Weiterhin sind in allen Gebäuden trag- oder fahrbare Handfeuerlöscher vorgesehen. Als Problem wird im Schacht 1 die Installation von Halon-Feuerlöschern gewertet. Halon-Löscher dürfen derzeit nicht mehr vertrieben werden, mit einem vollständigen Verbot ist zu rechnen.

3.4.4.3 Untertägige Anlage

Grubengebäude

Sachverhaltsdarstellung:

Schacht Konrad 1 hat eine Teufe von 1.232,5 m und einen Durchmesser von 7,0 m. Schacht Konrad 2 hat eine Teufe von 997,5 m und einen Durchmesser von ebenfalls 7,0 m. Beide Schächte sind Bestandteil des bestehenden Grubengebäudes und werden lediglich saniert und mit modernen, den zukünftigen Erfordernissen angepassten technischen Einrichtungen versehen. Der Umbau und die Modernisierung sind ausführlich in der EU 279 beschrieben.

Zum alten Grubengebäude gehören außerdem ein Streckennetz, das in einer Teufe von 800 m bis 1.300 m die sechs Hauptsohlen der alten Lagerstätte durchläuft und zwischen den Sohlen durch Rampen und Wendeln verbunden ist. Der Verlauf der Strecken und die sohlenverbindenden Rampen und Wendeln sind in EU 279, Anlage 2 dargestellt.

Die alten Strecken haben unterschiedliche Querschnitte und werden bedarfsmäßig erweitert. Alte Abbaufelder werden zur Einlagerung nicht benutzt. Sie sind teilweise schon abgedämmt bzw. sollen vor Einlagerungsbeginn abgedämmt werden (Plan 04/90, Kap. 3.1.8, EU 279, EU 36.23).

Die neuen Einlagerungstransportstrecken haben einen Querschnitt von ca. 25 m² (Breite ca. 6 m; Höhe ca. 4,50 m). Der Querschnitt der Einlagerungskammern beträgt ca. 40 m² (Breite ca. 7 m; Höhe ca. 6 m). Die Einlagerungskammern werden auf 9 Einlagerungsfelder aufgeteilt und stellen einen Gesamthohlraum von ca. 1,1 Mio m³ zur Verfügung. Weitere Grubenräume werden für die Aufnahme betriebsnotwendiger Einrichtungen benötigt. Hierzu zählen insbesondere:

- Reparaturstützpunkte
- Tanklager
- elektrische Betriebsräume
- Strahlenschutzräume.

Der Gutachter:

Die räumliche Anordnung und Gestaltung der Grubenräume ist ausführlich und umfassend im Plan Konrad (4/90) und insbesondere in der EU 279 beschrieben. Auch die Vortriebstechniken, die Reihenfolge der Betriebsabläufe und die daraus resultierende Trennung von konventioneller Bergbautätigkeit und dem Einlagerungsbetrieb sind in den Unterlagen dargestellt. Im Bereich der untertägigen Grubengebäude sind demnach keine Kenntnislücken zu nennen.

Versatzsystem

Sachverhaltsdarstellung:

Pumpversatz mit normalem Kammerabschluß:

Der Pumpversatz hat die Aufgabe, die nach Befüllung einer Einlagerungskammer verbleibenden Hohlräume möglichst hohlraumfrei zu verfüllen. Hierbei bestehen außer den betrieblichen auch sicherheitstechnische Auslegungsanforderungen (EU 404). Als Versatzmaterial wird ein Dickstoff eingesetzt, der aus folgenden Bestandteilen besteht:

- Haufwerk der Grube Konrad und gegebenenfalls anderes geeignetes Material
- Anmachwasser
- Zement
- Abbindekörper.

Die Dickstoffdichte beträgt ca. 2,2 Mg/m³ (EU 404).

Versatzwand:

Die Versatzwand hat die Aufgabe, einen mit Pumpversatz (Dickstoff) zu verfüllenden Hohlraum gegen das betriebene Grubengebäude abzuschotten (EU 413). Die Versatzwand wird in Spritzbetontechnik erstellt und soll in Abständen von ca. 50 m in der Einlagerungskammer errichtet werden. Die Versatzwand muß u.a. Strahlenschutzanforderungen genügen.

Schleuderversatz:

Das Schleuderversatzsystem hat die Aufgabe, andere untertägige Hohlräume des Endlagers mit geeignetem Versatzmittel zu verfüllen. An den Schleuderversatz werden keine sicherheitstechnischen Auslegungsanforderungen gestellt und die Aufbereitung und Einbringung erfolgt ausschließlich unter bergtechnischen Gesichtspunkten (EU 390). Zu ihnen gehören:

- Infrastrukturstrecken
- Fahrstrecken
- Abwettersammelstrecken
- Wendeln und Rampen
- Grubennebenräume.

Als Versatzmaterial wird aufbereitetes Haufwerk aus der Grube Konrad oder anderes geeignetes Material ohne Zusatzstoffe verwendet.

Der Gutachter:

Die verfahrenstechnischen Aspekte und die Auslegungsanforderungen des Versatzsystems sind in den EU 390, 404 und 413 ausreichend und umfassend beschrieben. Die Eignung des Dickstoffs wird in umfangreichen Untersuchungen der Preussag AG Metall nachgewiesen. Im Labor- sowie im Technikumsmaßstab wurden die geeigneten Rezepturen und Verfahrensschritte zur Herstellung und Verarbeitung ermittelt. Eine Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse ist in der EU 387 dargestellt.

Der statische Nachweis der Versatzwand, sowie eine fachliche Stellungnahme zur Realisierbarkeit wird in einem Gutachten der [REDACTED] Ingenieurge-

sellschaft mbH Bochum angeführt. Beide Gutachten sind als Anlage in der EU 413 zu finden.

Die oben angeführten Unterlagen sind nachvollziehbar und eindeutig, da die EU 390, 404 und 413 die Konzeptänderungen des Versatzsystems berücksichtigen. Nach Auffassung des Fachgutachters OBA ist jedoch die Herstellbarkeit der Versatzwand noch nicht endgültig belegt. Der abschließenden Stellungnahme des Fachgutachters soll durch den UVP-Gutachter nicht vorgegriffen werden.

Kammerabschlußbauwerk

Sachverhaltsdarstellung:

Nach EU 262 (S.10) kann es für spezielle Abfälle, z.B. hoch Tritium- oder C 14-haltige Abfälle, erforderlich sein, ein quasi-dichtes zusätzliches Abschlußbauwerk zu errichten.

Diese Kammerabschlußbauwerke (KAB) trennen die mit besonderen Abfällen befüllten Einlagerungskammern vom bewetterten Grubengebäude. Sie haben die Aufgabe, in der verschlossenen Kammer radionuklidbehaftete Aerosole zurückzuhalten sowie die Freisetzung radioaktiver Gase zu reduzieren. Besondere Abfälle sind z.B. Abfallbinde mit einer erhöhten Tritiumfreisetzung.

Die KAB bestehen aus einem mehrere Meter langen ausgebauten Streckenabschnitt und der Kammerabschlußwand aus Beton. Der streckennahe Bereich des Gebirges wird durch Injektionen abgedichtet.

Die Errichtung eines Kammerabschlußbauwerkes setzt voraus, daß die Gasbildungsrate und die Konvergenz in den betreffenden Einlagerungskammern begrenzt werden, um einen unzulässigen Druckaufbau zu vermeiden. EU 261 stellt das Verfahren zur Ableitung von Aktivitätsgrenzwerten für die betriebliche Praxis dar. Danach wird ein längenbezogener Aktivitätsgrenzwert R bestimmt, der die Aktivitätsemissionen aus den Gebinden in unversetzten und schon versetzten Einlagerungskammern berücksichtigt.

Nach EU 260 (S. 25) trägt die Freisetzung in Folge von Diffusion durch den Kammerversatz und den Kammerabschluß nur vernachlässigbar zur Aktivitätsfreisetzung bei.

Vor Beginn der Einlagerung wird die Einlagerungskammer und das Kammerabschlußbauwerk mit einer Stahlwand abgedichtet und die Permeabilität überprüft.

Der Gutachter:

Die Konzept- und Systembeschreibung ist ausführlich und umfassend in der EU 266 zu finden. Laut Revision der EU 266 vom 18.04.1991 wird das bis dato verfolgte Konzept der zwei KAB-Modelle geändert und auf das Modell 1 verzichtet. Das KAB-Modell 2 wird als einziges Kammerabschlußbauwerk weitergeführt. Aus diesem Grund werden ältere beschreibende EU's, die sich auf zwei KAB-Modelle beziehen in diesem Gutachten nicht weiter berücksichtigt.

Die Aussagen der EU 269, 262 und 262 lassen nicht erkennen, unter welchen Umständen und Randbedingungen die Errichtung eines KAB erforderlich wird. Es existiert lediglich die Aussage der EU 262, daß für die Einlagerung von speziellen Abfällen, z.B. hoch Tritium- oder C 14-haltigen Abfällen, die Errichtung eines KAB erforderlich sein kann.

Vom TÜV Hannover wurde an das BfS die Bitte herangetragen, zu prüfen, welche weiteren Parameter hinsichtlich des Aktivitätsflusses (Rückhaltung durch das KAB) ggf. noch festgelegt werden können, um für Einlagerungskammern, die mit einem solchen KAB abgeschlossen werden, spezifische längenbezogene Aktivitätswerte ableiten zu können.

In einem Brief des BfS an das NMU sowie an den TÜV Hannover antwortet das BfS wie folgt:

"Das BfS hat diese Fragestellung geprüft und ist zu dem Ergebnis gekommen, daß es aus heutiger Sicht nicht sinnvoll erscheint, weitere Parameter speziell für den Einsatz eines KAB festzulegen. Die Möglichkeit, ein KAB während des Betriebes des Endlagers Konrad zu errichten, soll aber nach wie vor zu den in den Antragsunterlagen näher beschriebenen Zwecken offengehalten werden. Aus heutiger Sicht sollen dabei dieselben Parameter hinsichtlich des Aktivitätsflusses zugrundegelegt werden wie bei Kammern ohne zusätzliches KAB. Ggf. können zu einem späteren Zeitpunkt die Parameter in modifizierter Form festgelegt werden." (Schreiben des BfS an NMU und TÜV Hannover vom 15.08.1991).

Der Gutachter ist der Ansicht, daß dieses Vorgehen im Sinne von § 6 Abs. 3 UVPG nicht angemessen ist, da somit wichtige verfahrenstechnische Fragen des Vorhabens unklar bleiben, d.h. die Frage, welche Kriterien für die Errichtung eines KAB er-

forderlich sind. Dieser Sachverhalt läßt sich nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand auch nicht für die zusammenfassende Darstellung im Sinne des § 11 UVPG aufklären.

Brandschutzmaßnahmen unter Tage

Sachverhaltsdarstellung:

Die Maßnahmen des untertägigen, vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes werden zusammenfassend in der EU 250 dargestellt.

Die Anforderungen an die Brandschutzmaßnahmen unterscheiden sich je nach Einsatzort der entsprechenden Brandschutzeinrichtung. Im betrieblichen Überwachungsbereich ergeben sich die Maßnahmen aus dem Bundesberggesetz (BBergG) und aus entsprechenden Verordnungen und Richtlinien. Im Kontrollbereich gehen die Maßnahmen über die konventionellen Anforderungen hinaus, da hier zusätzlich die Strahlenschutzverordnung berücksichtigt werden muß. Außerdem gelten Anforderungen aus der Störfallanalyse.

In der EU 250 werden folgende Brandschutzmaßnahmen beschrieben:

- Bauliche Maßnahmen
- Persönlicher Brandschutz
- Rettungseinrichtungen
- Branderkennungs- und Brandmeldeeinrichtungen
- Organisatorische Maßnahmen
- Brandschutzmaßnahmen an Fahrzeugen

Abwehrender Brandschutz:

- Brandbekämpfungseinrichtungen
- Grubenrettungswesen

Zum Grubenrettungswesen gehören die Beschreibungen der Grubenwehr^f und des Alarmplanes.

Außerdem werden die unterschiedlichen Anforderungen der Brandschutzmaßnahmen im betrieblichen Überwachungsbereich und im Kontrollbereich sowie die Fluchtwege dargestellt.

Die Brandschutzmaßnahmen an Dieselfahrzeugen werden detailliert in der EU 323 beschrieben.

Im Brandschutzmemorandum der Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH (EU 278) werden die Brandschutzmaßnahmen im Kontrollbereich im Hinblick auf bestimmte Brandszenarien dargestellt und begutachtet.

Der Gutachter:

Im Sinne des UVPG können die Unterlagen als ausreichend und umfassend angesehen werden.

3.4.4.4 Bewetterung

Sachverhaltsdarstellung:

Die wichtigsten Aufgaben der Bewetterung sind die Versorgung des Grubengebäudes mit Frischwettern für Personal und Maschinen sowie die Verdünnung und Abführung von Gasen und die Einhaltung von geforderten Klimawerten.

Die Bemessung der Wetterströme richtet sich maßgeblich nach der Anzahl der unter Tage eingesetzten Dieselfahrzeuge. Den Grubenbauen ist pro kW Dieselleistung ein Wetterstrom von 3,4 m³/min zuzuführen. Der Gesamtwetterbedarf beträgt ca. 260 m³/s (EU 284, Kap. 1).

Schacht Konrad 1 ist der einziehende Wetterschacht und Schacht Konrad 2 ist der ausziehende Wetterschacht. Die Abwetter aus dem Kontrollbereich können nicht in den betrieblichen Überwachungsbereich gelangen.

Der Hauptwetterzug wird durch eine Hauptgrubenlüfteranlage erzeugt, die über Tage am Schacht Konrad 2 installiert ist und aus zwei Axial-Grubenlüftern besteht, von denen ein Lüfter in Betriebsposition ist und der zweite in Reserveposition steht. Eine Wetterstromverteilung erfolgt im Grubengebäude durch Wetterschleusen und Wetterdrosseln.

Die in Betrieb befindlichen Einlagerungskammern werden über Luten sonderbewettert. Der Wetterstrom der Sonderbewetterung wird über eine Abwettersammelstrecke dem Ausziehschacht Konrad 2 zugeführt.

Der Gesamtabwetterstrom wird über einen 45 m hohen Diffusor ungefiltert an die Umgebungsluft abgegeben.

Die Radon- und Thorium-Aktivitätskonzentrationen in den Grubenwettern sind aus der EU 036.23 ersichtlich. Die Werte für frischbewetterte Betriebspunkte liegen in der Größenordnung von 30 bis 50 Bq/m³ und können bei Ausfall der Bewetterung stark ansteigen. Die Konzentrationswerte variieren an verschiedenen Betriebspunkten beträchtlich und erhöhen sich in der Nähe der alten Abbaufelder. Die aus diesen Feldern zutretenden Wetter haben Aktivitätskonzentrationen in der Größenordnung von 3.000 bis 5.800 Bq/m³. Um den Zutritt dieser Wetter zu vermindern, wurden z.T. die alten Abbaufelder durch Abdämmung vom betriebenen Grubengebäude getrennt (Plan 04/90 Kap. 3.1.8; EU 036.23; EU 279).

Die langfristige mittlere Radonkonzentration an einem realistischen Arbeitsplatz wird vom Antragsteller mit einem Wert von ca. 290 Bq/m³ angegeben (EU 183, Tabelle S. 12).

Der Gutachter:

Der oben dargestellte kurze Überblick über die Bewetterung ist ein Auszug aus der EU 284, in der die technischen und organisatorischen Grundlagen der Bewetterung ausführlich und umfassend beschrieben werden.

Die Stabilität der Bewetterung wurde von der DMT-Gesellschaft für Forschung und Prüfung mbH, Prüfstelle für Grubenbewetterung, nachgewiesen. Dieses Gutachten ist als Anlage Nr. 22 der EU 284 beigelegt.

Eine Gasanalyse der Grubenwetter ist in der EU 094 zu finden und die Staubkonzentrationen sind durch Messungen ermittelt worden, die in der EU 194 dargestellt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen weisen keine außergewöhnlichen Gas- oder Staubwerte auf.

Die Auswirkungen eines anomalen Betriebes infolge eines Stromausfalls oder Ausfalls der planmäßigen Bewetterung werden in der EU 107.2 untersucht. Diese Un-

tersuchung betrachtet insbesondere die radiologischen Konsequenzen bei verringerter oder ausgefallener Bewetterung.

Eine Bewertung der Strahlenexposition der unter Tage beschäftigten Personen durch den Radionuklidgehalt der Grubenwetter wird in EU 183 durchgeführt. Laut dieser Bewertung liegt die Grube Konrad im unteren Wertebereich von 9 Nichturan-Vergleichsgruben und die Werte der "natürlichen" Strahlenexposition liegen unterhalb der empfohlenen Richtwerte der Strahlenschutzkommission (SSK) für die Bevölkerung (EU 183, S. 2).

Eine Filterung der Abwetter mit Aerosolfiltern ist nicht praktikabel (EU 325/S. 5).

Die Realisierbarkeit einer derartigen Filteranlage wird in (EU 393) untersucht. Diese Untersuchung beschränkt sich auf folgende Verfahrensvariationen, die im jeweiligen Untersuchungsergebnis als nicht durchführbar angesehen werden:

- Kontinuierliche Filterung des Gesamtabwetterstromes übertägig
- Bedarfsfilterung des Gesamtabwetterstromes im Störfall übertägig
- Bedarfsfilterung von Teilabwetterströmen untertägig

Nicht untersucht wurde die kontinuierliche Filterung oder eine Bedarfsfilterung von Teilabwetterströmen übertägig. Hierzu müßte die Realisierbarkeit einer getrennten Führung nach über Tage für möglicherweise kontaminierte Wetter untersucht werden. Nach persönlicher Mitteilung des OBA Claustal-Zellerfeld ist diese Lösung nicht realisierbar. In einer Stellungnahme des TÜV (TÜV 1992) wird zu den Aussagen des BfS (EU 352, EU 393) zu den Möglichkeiten der Errichtung einer Filteranlage für die Grubenwetter Stellung bezogen. Dabei kommt der TÜV zu dem Ergebnis, daß die Realisierung einer Bedarfsfilteranlage für die Grubenwetter "nicht ausgeschlossen erscheint". Für die Beurteilung der Realisierbarkeit sind weitere Untersuchungen des Antragstellers durchzuführen.

Die Abscheidung von Aerosolen im Abwetterstrom an den Wänden der untertägigen Strecken wird von der Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH (GRS) in experimentellen Untersuchungen belegt (EU 006.2) und somit eine Rückhaltung von Radionukliden aus dem Abwetter nachgewiesen und für unterschiedliche Partikelgrößen quantifiziert. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind eindeutig und nachvollziehbar.

3.4.4.5 Strahlenschutz

Anlagen- und betriebsbedingte Radionuklidemission

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller betrachtet die radioaktiven Freisetzungsraten in folgenden Nuklidgruppen

- Tritium,
- C 14,
- I 129,
- Rn 222,
- sonstige Alpha- und Beta/Gamma-Strahler (Feststoffe)

Anhand der beantragten radioaktiven Ableitungen über den Luftpfad werden die maximal zu erreichenden Strahlenexpositionen in der Umwelt unter Verwendung der in der AVV zu § 45 StrlSchV, Februar 1990, beschriebenen Modelle berechnet und kumulativ angegeben, wobei sie mit den Dosisgrenzwerten nach § 45 StrlSchV verglichen werden. Für das Abwasser werden Antragswerte in Bq/a und die dadurch erreichbaren Dosen kumulativ angegeben. Zur Abschätzung der Direktstrahlung der Abfallgebinde und Einhaltung der Grenzwerte für die Bestrahlung außerhalb der Anlage werden Co 60 und Cs 137 als Referenznuclide begründet und verwendet.

Der Strahlenschutz des Personals erfolgt durch die Einrichtung eines Kontrollbereichs und eines übrigen Bereichs, wobei mit begleitenden Überwachungsmessungen sowie weiteren technischen und organisatorischen Maßnahmen die Einhaltung der Grenzwerte und die nach Meinung des Antragstellers ausreichende Minimierung der Personaldosis gesichert wird.

Zum gesamten beantragten Nuklidinventar zu Beginn der Nachbetriebsphase werden folgende Angaben gemacht (BfS, Kurzfassung Plan Endlager, Tab. 20):

- Beta/Gamma-Strahler ca. $5 \cdot 10^{18}$ Bq
- Alpha-Strahler ca. $1,5 \cdot 10^{17}$ Bq

davon

- H 3 $6,0 \cdot 10^{17}$ Bq
- C 14 $4,0 \cdot 10^{14}$ Bq

- I 129	$7,0 \cdot 10^{11}$ Bq
- Ra 226	$4,0 \cdot 10^{12}$ Bq
- Th 232	$5,0 \cdot 10^{11}$ Bq
- U 235	$2,0 \cdot 10^{11}$ Bq
- U 236	$1,0 \cdot 10^{12}$ Bq
- U 238	$1,9 \cdot 10^{12}$ Bq
- Pu 239	$2,0 \cdot 10^{15}$ Bq
- Pu 241	$2,0 \cdot 10^{17}$ Bq

Der Gutachter:

Der Antragsteller hat auf Grundlage der AVV die kumulativen Endergebnisse für die Strahlenexposition der Umgebung ermittelt und die Einhaltung der Dosisgrenzwerte belegt. Unter den Annahmen, von denen der Antragsteller ausgeht, sind die kumulativen Endergebnisse auf Grundlage der AVV ausreichend.

Der Gutachter gibt jedoch zu bedenken, daß auf Grund der Besonderheit gerade dieser kerntechnischen Anlage, die sich durch eine relativ lange Betriebsdauer (ca. 40 bis 80 Jahre) und potentiell weit in die Zukunft reichende Auswirkungen auszeichnet, zusätzliche Betrachtungen angestellt werden müssen.

Tritium:

Die beantragten gasförmigen Tritium-Ableitungen von $1,5 \cdot 10^{13}$ Bq/a sind 10- bis 20-fach so hoch wie bei Leichtwasserreaktoren (Bonka 1979, 1982) (vgl. Tab. 3.4-3). Der Antragswert für die Abgabe im Wasser entspricht mit $7,4 \cdot 10^{12}$ Bq/a derjenigen eines großen Siedewasserreaktors. Diese Ableitungen bedürfen daher einer eingehenden Diskussion, da sie im Zweifel nicht abgefiltert werden können.

Im Fall der Inkorporation ist Tritium als radioaktiver Wasserstoff, der in Biomoleküle eingebaut wird, ein Isotop, dessen biologische Wirksamkeit und Strahlendosis nachhaltig unterschätzt werden. Während nach ICRP ein Q-Faktor von 1 und eine biologische Halbwertszeit von 10 d zur Dosisberechnung verwendet wird (Anhang 3 der AVV zu § 45 StrlSchV), belegen zahlreiche Arbeiten in der Literatur, daß ein höherer Q-Faktor, ca. $Q = 3$, einer Äquivalentdosis entspräche (Blum 1985; Schmitz-Feuerhake 1992a). Ferner folgt aus den beim Menschen beobachteten ver-

längerten Verweildauern in Kompartimenten, die wahrscheinlich der DNA in Zellkernen entsprechen, sowie der Mikrodosimetrie des Zellkerns als relevantem Target bei der Betrachtung stochastischer Schäden (Saito 1985) eine Dosisunterschätzung. Insgesamt kann diese bei Kurzzeitemissionen und für Erwachsene den Faktor 15 ausmachen (Schmitz-Feuerhake 1992a); bei Kindern kann sie noch höher liegen.

Daher sind folgende Zusatzforderungen zu stellen:

1. Angaben des nuklidspezifischen Beitrags zur Strahlendosis der Bevölkerung und des Personals, damit die Bedeutung eines Qualitätsfaktors > 1 und der dosimetrischen Besonderheiten abgeschätzt werden können.
2. Quantifizierung der Mengen, die in der Form von HT vorliegen. Diese chemische Form ist in der AVV nicht vorgesehen. Da der molekulare Wasserstoff in der Luft kaum, jedoch in Böden durch Mikroorganismen zu HTO umgewandelt wird, und dadurch zu Expositionen beim Menschen sowohl außerhalb als auch innerhalb der Anlage führt, müssen die entsprechenden radioökologischen Pfade mit berücksichtigt werden (Murphy 1982).

Kohlenstoff 14:

Kohlenstoff 14 ist wie Tritium ein biologisch sehr relevantes Nuklid. Die beantragten Abgabewerte für gasförmige Emissionen entsprechen mit $3,7 \cdot 10^{11}$ Bq/a denjenigen großer Leichtwasserreaktoren (Schüttelkopf 1979) unter Annahme einer Freisetzungsrates von $0,1 \text{ a}^{-1}$ für C 14 in unspezifizierter Form. Gemäß Bewertung des TÜV Hannover (TÜV Hannover Zwischenbericht 1990, S. 365) ist jedoch davon auszugehen, daß diese Freisetzungsrates von einigen Verbindungen in Abfallprodukten überschritten wird. Die Einschätzung des TÜV Hannover, daß die in den einzulagernden Abfallgebinden enthaltenden C 14-Verbindungen in der überwiegenden Mehrzahl geringer sein werden und von daher die angesetzte, über das Jahr gemittelte C 14-Freisetzungsrates mit ausreichender Sicherheit beschrieben werde, kann anhand der vorliegenden Unterlagen noch nicht nachvollzogen werden.

Jod 129:

Dieses Nuklid ist wegen seiner extrem langen Halbwertszeit von $1,7 \cdot 10^7$ Jahren sehr problematisch. Jod wird bei Inkorporation in der menschlichen Schilddrüse konzentriert. Das Schilddrüsengewebe ist das strahlenempfindlichste menschliche Gewebe überhaupt bezüglich Tumorindikation.

In EU 260 wird eine abdeckende Freisetzungsrates aus Abfallprodukten wie Harzen und konzentrierten Abfällen von 10^{-4} a^{-1} unter Berücksichtigung eines Verteilungsquotienten von 10^{-4} t/m^3 für die Verteilung von Jod zwischen gasförmiger und

wässriger Phase bestimmt. Ausgegangen wird dabei von neutralen bis basischen Verhältnissen in den Abfallprodukten. Der TÜV Hannover erachtet diesen vom Antragsteller angegebenen Wert als geeignet zur sicheren Beschreibung der Jod-Freisetzung aus den einzulagernden Abfallgebänden. Da Angaben zu sauren Verhältnissen in den einzulagernden Abfallgebänden und der Jod-Konzentration im Wasser noch fehlen, kann der Wert von 10^{-4} a^{-1} für die Freisetzungsrates von Jod 129 anhand der vorliegenden Unterlagen vorläufig nicht nachvollzogen werden.

Diskussionen um unzulässige radiolytisch oder chemisch bedingte Freisetzungen aus festem Silberjodid erübrigen sich, sofern Jodfilter aus Wiederaufarbeitungsanlagen nicht eingelagert werden, da sie die Antragswerte überschreiten.

Radon:

Die Freisetzung von Radon ist bei der Schachtanlage Konrad ein großes Problem. Es tritt aus dem Erz kontinuierlich aus und belastet vorzugsweise die Lunge und Bronchien, aber auch andere Gewebe des Körpers (s. 5.3.2). Weiterhin belastet es die Umgebung einerseits durch die von dem Grubengebäude ausgehenden Emissionen, andererseits durch die Ausgasung des abgelegten Haufwerks.

Die größte individuelle Strahlenbelastung durch Radon tritt bei den Beschäftigten auf. Im Bericht der PTB (EU 183) wird anhand von Meßergebnissen ermittelt, daß die Grenzwerte nach Strahlenschutzverordnung für strahlenexponierte Personen der Kategorie A insgesamt nicht überschritten werden, wenn man den "natürlichen" Beitrag dazu addiert. Die realistische effektive Äquivalenzdosis durch Radon wird für unter Tage Beschäftigte auf ca. 4 mSv, die Lungendosis auf 31 mSv geschätzt. Damit ergeben sich Gesamtdosen von 14,5 bzw. 45 mSv, entsprechend 29 % des Grenzwertes für die effektive Dosis und 30 % des Grenzwertes für die Lungendosis.

Kuni ermittelt hingegen eine effektive Äquivalentdosis für den Radonbeitrag am "typischen" Arbeitsplatz unter Tage von 5,2 mSv bei Verwendung des gleichen Qualitätsfaktors für Alphastrahlung und kritisiert die Annahmen von EU 183 als nicht konservativ. Unter Berücksichtigung einer modifizierten Dosimetrie für Alphastrahlung erhält er 48 mSv (Kuni 1992b).

An frischbewetterten Arbeitspunkten in der Nähe von Schacht Konrad 1 wurden nach EU 183 Radon-222-Konzentrationen von im Mittel 53 Bq/m^3 (GSF-Messungen) und 150 Bq/m^3 (PTB-Messungen) ermittelt. Dieses wurde zugrundegelegt, um

die Dosis am "realistischen" Arbeitsplatz abzuschätzen. Nachdem auf dem Erörterungstermin am 28.01.1993 vom BfS mitgeteilt wurde, daß 1992 eine Meßreihe mit Radonmeßgeräten an den Helmen von Unter-Tage-Beschäftigten Werte von $< 250 \text{ Bq/m}^3$ (für Rn 222) ergeben hätten, sind allerdings die Betrachtungen über die Radonexposition des Personals ohnehin revisionsbedürftig.

Die 1989 novellierte StrlSchV behielt den Jahresgrenzwert für beruflich Strahlenexponierte der Kat. A trotz veränderter Einsichten bezüglich der Schadenserwartung bei, da die neuen Empfehlungen der ICRP noch nicht vorlagen. Diese sahen dann (ICRP 60, 1990) einen Dosisgrenzwert von 20 mSv/a vor, der im Mittel in 5 Jahren nicht überschritten werden soll. Nach ICRP 26 (1977) hätte mit dem damals verwendeten Risikofaktor für Krebstod von $100/10^4 \text{ Pers.Sv}$ eine Ausschöpfung des Grenzwertes von 50 mSv/a bedeutet, daß, auf 1 Mill. Arbeitnehmer gerechnet, 500 Tote/a in Kauf genommen würden. Die Rechtfertigung solcher Grenzwerte ist damals und heute mit dem Argument erfolgt, daß die mittlere Exposition der beruflich Strahlenexponierten in der Praxis weit unter dem Grenzwert liegen. Als Vergleich bezüglich der Zumutbarkeit wird die berufsbedingte Todesrate von Arbeitnehmern in anderen Industrien herangezogen. In ICRP 26 wurde als "sichere" Industrie diejenige bezeichnet, in der weniger als 100 Tote/a auf 1 Mill. Arbeitnehmer auftreten. Dieses Kriterium sah die ICRP für die Strahlenarbeiter erfüllt, da sie im Mittel von einer höchstens 10 %igen Ausschöpfung des Grenzwertes ausging.

Mit den Risikoannahmen der ICRP 60 wäre dieses Kriterium auch noch erfüllt, da bei 10 %iger Ausschöpfung des jetzt empfohlenen Grenzwertes von 20 mSv/a und dem Faktor $400 \text{ Tote}/10^4 \text{ Pers.Sv}$ eine Todesrate von 80/a auf 1 Mill. Arbeitnehmer zu erwarten wäre.

Die mittleren Dosen in kerntechnischen Anlagen der alten Bundesländer lagen in den Jahren ab 1984 bei $0,2 \text{ mSv/a}$ und darunter (BMU 1992). Die Unter-Tage-Beschäftigten in der geplanten Anlage Schacht Konrad stellen somit eine Risikogruppe dar, da sie alle etwa gleichmäßig einem relativ hohen Strahlenpegel unterliegen. Mit einer mittleren Äquivalentdosis am "typischen" Arbeitsplatz nach PTB von gesamt $14,4 \text{ mSv/a}$ und dem Schadensfaktor nach ICRP 60 ergeben sich bereits 580 Tote/a, gerechnet auf 1 Mill. Arbeitnehmer, nach Kuni lägen sie bedeutend höher. Damit werden sie nach ICRP bei weitem nicht mehr in einer "sicheren" Industrie arbeiten. Bedenkt man, daß der ICRP-Schadensfaktor nach dem heutigen Stand der Erkenntnis erheblich zu klein angesetzt ist (s.u. und Exkurs Kap. 8), so stellt sich die geplante Vorgabe für die Beschäftigten erst recht als absolut unverträglich heraus.

Begründung für generelle Zusatzforderungen beim Strahlenschutz:

"Der Gutachter ist der Meinung, daß die Strahlenbelastung durch die Anlage, insbesondere bei den Beschäftigten, nach dem gegenwärtigen Stand von Wissenschaft und Technik nicht tolerabel ist. Nach den Planungsunterlagen werden die Beschäftigten unter Tage eine Strahlendosis - aus natürlichen und künstlichen Quellen - von etwa 20% des Grenzwertes erhalten. Bereits in den Empfehlungen von 1977 (ICRP No. 26) rechtfertigte die ICRP den Dosisgrenzwert von 50 mSv/a damit, daß die Belastung der Arbeitnehmer im Mittel innerhalb von 10% des Grenzwertes läge. Das entsprechende Krebsrisiko hielten sie mit dem damaligen 4-fach kleineren Risikofaktor als in ICRP No. 60 für noch akzeptabel. Als Bezugsgröße galt die berufsbedingte Todesrate in "sicheren" Industrien (Schmitz-Feuerhake 1988). Das von ihnen aufgestellte Kriterium einer Todesrate von weniger als 100 Toten pro 1 Million Arbeitnehmer pro Jahr wäre für Schacht Konrad nicht mehr einzuhalten".

Die Bewertungsgrundlagen für die Dosisgrenzwerte sind nach wie vor stark im Fluß und es ist gegenwärtig bereits evident, daß auch nach Berücksichtigung der revidierten Dosiswirkungsbeziehungen in Hiroshima und Nagasaki die gesundheitlichen Auswirkungen niedriger Strahlendosen zur Zeit noch sehr stark von den gesetzgebenden Organen unterschätzt werden (Schmidt, 1990; Otto-Hug-Strahleninstitut 1991). Beleg für diese Feststellung sind u. a. die jetzt - nach der möglich werdenden längeren Beobachtungsdauer, die wegen der Latenzzeiten bei strahleninduziertem Krebs notwendig ist - meßbaren Spätschäden bei beruflich strahlenexponierten Personen, die innerhalb der zulässigen Dosisgrenzwerte gearbeitet haben (Otto-Hug-Strahleninstitut 1991, Kap. VIII; Wing 1991; Kendall 1992).

Zwar hält das britische National Radiological Protection Board (Kendall 1992) seine Ergebnisse für kompatibel mit den Risikofaktoren der ICRP (gemessen wurde das 2,5-fache für alle Krebsarten und das 1,9-fache für Leukämien ohne chronisch lymphatische Leukämie gegenüber dem ICRP-Wert), jedoch ist als absolutes Novum anzusehen, daß die zentrale Strahlenschutzbehörde einer westlichen Industrienation reale und konkrete Schadensfälle auf eine Niederdosisbestrahlung zurückführt. Ebenso ist es als Novum anzusehen, daß ein Ausschußmitglied der deutschen SSK - [REDACTED], GSF, auf dem Deutschen Röntgenkongreß in Wiesbaden im Mai 1992 - diesen Zusammenhang wie selbstverständlich präsentiert und wiedergibt. Bislang wurden die Folgen einer chronischen Niederdosisbestrahlung stets als "hypothetisch" bezeichnet, in dem Sinne, daß sie in der Realität noch niemals beobachtet worden seien und prinzipiell auch gar nicht beobachtbar seien.

Wing u.a. kommen in ihrer Untersuchung über die Mortalität von Beschäftigten des Oak Ridge National Laboratory, in der die mittlere Beobachtungsdauer mit 26 Jahren wesentlich höher ist als die der britischen Studie (12,8 Jahren), zu der Aussage, daß die Krebsmortalität 10-mal so hoch ist wie nach den japanischen Daten ableitbar und damit mehr als dem 20-fachen des ICRP-Faktors entspräche. Ein ähnlich hoher Effekt wird in einer anderen britischen Studie mit einer mittleren Beobachtungsdauer von 18,6 Jahren gefunden (Beral 1988).

Ein weiteres Indiz für die bisherige Unterschätzung von Strahlenrisiken ist durch die sich häufenden Befunde über Leukämieerkrankungen bei Kindern und Jugendlichen in der Nähe von kerntechnischen Anlagen im Normalbetrieb gegeben. Nachdem dies in Großbritannien nicht nur bei der WAA Sellafield, sondern auch in der Nähe anderer Anlagen aufgetreten ist (Roman 1987; vgl. Otto-Hug-Strahleninstitut 1991, Kap. VIII), liegen auch in Westdeutschland inzwischen ähnliche Befunde vor. 1989 hat der Kinderarzt Demuth eine 1,9-fach (signifikant) erhöhte Leukämierate bei Kindern und Jugendlichen in der Nähe des Siedewasserreaktors Würgassen festgestellt. Hoffmann u.a. (1989) bestätigen eine dreifache (signifikante) Erhöhung der kindlichen und jugendlichen Leukämien im Nahbereich der ehemaligen Uranaufbereitungsanlage in Ellweiler (Rheinland-Pfalz), wobei dort auch eine Strahlenbelastung der Bevölkerung durch biologische Dosimetrie mittels Chromosomenaberrationen in weißen Blutkörperchen festgestellt werden kann (Schröder 1991). Schließlich ergab die im Februar 1992 vorgestellte Studie des Mainzer Instituts für Medizinische Statistik und Dokumentation (Keller 1992) eine dreifache signifikante Erhöhung der akuten Leukämien bei Kindern unter 5 Jahren im Nahbereich westdeutscher Kernkraftwerke. Werden nur die älteren ("schmutzigeren") Kernkraftwerke betrachtet (Betriebsbeginn vor 1970), ist die Erhöhung siebenfach. Damit zeigen sich - entgegen den Aussagen der Autoren - ähnliche Effekte wie in England (Kuni 1992b; Schmitz-Feuerhake 1992 a,b).

Kuni stellte darüberhinaus anhand der Daten des Mainzer Instituts Korrelationen auch für die älteren Kinder und die anderen untersuchten Krebserkrankungen fest, derart, daß die Inzidenzen, ausgehend vom Nahbereich, stetig mit zunehmenden Abstand von den Kernkraftwerken abnehmen (Kuni 1992, b). Dies ist ein gegenüber der Originalstudie aussagefähigeres Vorgehen, um einen Zusammenhang mit der Emissionsquelle zu überprüfen (vgl. Exkurs zum Hintergrund der Bewertung Kap. 8).

Noch nicht nennenswert eingegangen in die Mainzer Studie ist das sehr auffällige Leukämiecluster beim Siedewasserreaktor Krümmel (Demuth 1991, Schmitz-Feuerhake 1992, a), das erst ab Ende 1989 entstand (Betriebsbeginn 1984). Gegenwärtig zeichnet sich ab, daß man durch biologische Dosimetrie eine die zulässigen Grenzwerte weit übersteigende Strahlenbelastung der Bevölkerung im Nahbereich wird nachweisen können (Schmitz-Feuerhake 1992e).

Während die Leukämie bei Sellafield auf die Strahlenbelastung der Väter, die sämtlich in der Anlage beschäftigt waren, zurückgeführt werden konnte (Gardner 1990), ergab sich bei der nächst auffälligen britischen Leukämiehäufung, beim schnellen Brüter in Dounreay, ein solcher Zusammenhang nicht (Urquhart 1991). Auch die Väter der Leukämiefälle bei Krümmel sind nicht derart beschäftigt (Csicsaky 1992). Im Verdacht stehen also Umweltkontaminationen durch solche Anlagen.

Tab. 3.4-3: Beantragte und erwartete radioaktive Abgaben in der Abluft im Vergleich mit den zu erwartenden Emissionen mit der Fortluft von Kernkraftwerken (1.000 MWe) in Bq/a

	Konrad beantragt	Konrad erwartet	Siedewasser	Druckwasser
H 3	$1,5 \cdot 10^{13}$	$2,3 \cdot 10^{12}$	$1,1 \cdot 10^{12}$	$1,8 \cdot 10^{12}$
C 14	$3,7 \cdot 10^{11}$	$4,9 \cdot 10^{10}$	$3,7 \cdot 10^{11}$	$2,6 \cdot 10^{11}$
I 129	$7,4 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^4$	3,7	0,04
Ru 222	$1,9 \cdot 10^{12}$	$3,2 \cdot 10^4$	---	---
Aerosole: Beta/Gamma	$7,4 \cdot 10^7$	$2,4 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^9$	$7,4 \cdot 10^8$
Alpha	$3,7 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$

Quelle: Planunterlagen Endlager Konrad, EU 300 und Bonka 1982

Die Vergleichbarkeit der Schachanlage Konrad mit anderen kerntechnischen Anlagen ist insofern gegeben, als zwar weniger kurzlebige Nuklide abgegeben werden, aber typische kritische langlebige Isotope u.U. in höheren Mengen emittiert werden (s. Tab. 3.4-3). Aufgrund der ungeklärten Ursachen der bei kerntechnischen Anlagen beobachteten Gesundheitsschäden, die bei genehmigtem Betrieb und bei - unter Anwendung der AVV zu § 45 StrlSchV bestätigten - Einhaltung der Dosisgrenzwerte nicht auftreten dürften, empfiehlt der Gutachter in Ausfüllung des Minimierungsgebotes des § 28 StrlSchV und im Sinne einer wirksamen Umweltvorsorge

gemäß § 1 UVPG eine Sonderbetrachtung der Nuklide H 3, C 14 sowie der Alphastrahler. Dies wird wie folgt begründet:

Besonders bei Tritium besteht derzeit der Verdacht, daß seine Umweltauswirkungen stark unterschätzt worden sind (Murphy 1982, Harle 1986). So fanden Levin u.a. 1985 im Blattwerk von Bäumen in der Nähe von Phillipsburg eine stark erhöhte Tritiumkonzentration, die sie zunächst auf Emissionen des dort befindlichen Siedewasserreaktors zurückführten. Das Werk lieferte dann als Erklärung, daß es sich um Abgaben in den Rhein durch das Forschungszentrum Karlsruhe (KFK) gehandelt habe (Münnich 1986). Diese Frage wurde seitens der Autoren nicht weiterverfolgt.

Ein weiteres Problem, das durch die Einhaltung der Dosisgrenzwerte nach StriSchV nicht gelöst wird und eine rigorose Anwendung des Minimierungskonzeptes erforderlich macht, ist das der synergistischen Wirkungen zwischen ionisierender Strahlung und Umweltchemikalien. Der Erkenntnisstand über derartige Wirkungen ist heute noch nicht sehr umfassend, jedoch ist davon auszugehen, daß Synergismen im Sinne von mehr als nur additiven Wirkungen bei ionisierter Strahlung und Chemikalien für alle Arten stochastischer Effekte (genetische, teratogene Effekte und Induktion von Krebs) bestehen (Ulrich 1980, Streffer 1984, Michel 1988, Wriedt 1989, Lengfelder 1990). Eine große Gruppe solcher Effekte beruht auf molekulargenetischen Veränderungen, die sowohl von Strahlung als auch von chemischen Molekülen ausgehen können oder beeinflusst werden, so daß sie auch - oder gerade - im Niederdosisbereich zu erwarten sind.

In der Umgebung der Schachtanlage Konrad lagen nach den letzten 1988 durchgeführten Messungen Schwermetallbelastungen der Luft vor (vgl. Kap. 5.7). Im Staubniederschlag wurden für Blei und Cadmium in einzelnen Rastern besonders hohe Werte festgestellt.

Für diese beiden Stoffe sind synergistische Wirkungen mit ionisierender Strahlung nachgewiesen worden:

Die kombinierte Wirkung von Blei und ionisierender Strahlung wurde an zwei Testsystemen untersucht: Mutationsversuche an Saatreis sowie teratogene Effekte bei Mäuseembryonen (Wriedt 1989). Beide ergaben eine deutliche überadditive Wirkung, wenn beide Noxen zusammenwirken.

Bei Cadmium ergab sich ein uneinheitliches Bild. Während die Mutationsrate an Saatreis durch die kombinierte Exposition 3-fach höher lag als einer additiven Wir-

kung entspricht, als auch an Ratten sich eine überadditive Beeinflussung der Überlebensrate ergab, zeigten teratogene Effekte bei Mäusen sowohl Überadditivität, Additivität als auch antagonistische Beeinflussung (Wriedt 1989).

Während bei den Testsystemen im allgemeinen Schadstoffkonzentrationen bzw. -dosen verwendet wurden, die weit oberhalb chronischer Umwelt- bzw. Arbeitsplatzbelastungen liegen, reichen die Experimente mit Blei und Cadmium bis in den Bereich der Biologischen Arbeitsstofftoleranzwerte (BAT-Werte) hinab (Wriedt 1989). Im übrigen dürfen Niederdosiseffekte nicht ausgeschlossen werden, wenn man nur Daten von höheren Belastungen zur Verfügung hat, wie das Beispiel der ionisierenden Strahlung, deren Wirkung lange unterschätzt wurde, zeigt. Auch bei chemischen Mutagenen werden aufgrund des angenommenen Wirkungsmechanismus schwellwertlose Dosiseffektcurven unterstellt (Ehling 1983). In Ausfüllung des Minimierungsgebotes des § 28 StrlSchV und im Sinne einer wirksamen Umweltvorsorge gemäß § 1 UVPG gibt der Gutachter hier folgende Empfehlung: Für den betrachteten Fall sollte unter konservativer Betrachtung eine synergistische Wirkung um den Faktor 3 berücksichtigt werden, d.h. Grenzwerte bezüglich der radioaktiven Umgebungsbelastung sollten um den Faktor 3 unterschritten bleiben.

Zusatzforderungen beim Strahlenschutz:

Zur Beurteilung der Umweltwirkungen sind nach Ansicht des Gutachters wegen der Langzeitplanung, der komplexen Zusammensetzung der Abfälle aus Radionukliden mit zum Teil extrem langer Lebensdauer aus o.g. Gründen Angaben über die zu erwartenden Kollektivdosen für die Bevölkerung und das Personal erforderlich, da nur diese eine quantitative Einschätzung der zu erwartenden Gesundheitsschäden gestatten (Otto-Hug-Strahleninstitut 1991, Kap. IX). Dieses muß nuklidspezifisch erfolgen, damit die Beiträge kritischer oder potentiell kritischer Nuklide beurteilt werden können, es betrifft die Nuklide Tritium, C 14, I 129, Rn 222, Pu 239 und andere Alpha-Strahler.

Sofern Tritium als HT abgegeben wird - und dies ist bei der geplanten Anlage nicht auszuschließen (s. 3.4.4.5), - ist die Dosisermittlung des Antragstellers nach AVV zu § 45 StrlSchV unvollständig, da ein relevanter Belastungspfad nicht berücksichtigt wird (Murphy 1982). Eine zusätzliche Betrachtung der Exposition durch Umwandlung in HTO im Boden und Aufnahme in Pflanzen für den Verzehr ist zu berücksichtigen.

Sofern Tritium einen nennenswerten Beitrag liefert, sollte die Tritiumdosis unter folgenden Randbedingungen bestimmt werden (s.o.):

1. Mit größerem Q-Faktor, $Q=3$ wird empfohlen (Blum 1985; Schmitz-Feuerhake 1992a).
2. Korrekte Ermittlung der Dosis des Zellkerns als empfindliches Target und somit kritisches Organ für die Mutations- und Krebsinduktion (Saito 1985; Schmitz-Feuerhake 1992a).
3. Berücksichtigung der organisch gebundenen Komponenten im Körper bei der Dosisbestimmung im Falle diskontinuierlicher Emissionen (Blum 1985; Schmitz-Feuerhake 1992a).

Auch für das Nuklid Radon ist heute bereits belegt, daß die Dosisermittlungen nicht konservativ sind, da es Effekte in anderen Kompartimenten des Körpers als der Lunge und der Bronchien gibt (vgl. 5.3.2). Daher sind Folgenabschätzungen für die Strahlenbelastung des Knochenmarks und des gesamten Systems vorzulegen.

Es gibt Anhaltspunkte dafür, daß die relative biologische Wirksamkeit von Alphastrahlung derzeit im Niederdosisbereich sehr stark unterschätzt wird (Blum 1985; Otto-Hug-Strahleninstitut 1991, Kap. IX; Kuni 1992a,b). Die Dosisabschätzungen durch Radonemissionen für die Bevölkerung sowie die Beschäftigten müssen daher unter Verwendung der heute diskutierten, erheblich höheren Q-Faktoren erfolgen. Dieses gilt auch für die anderen relevanten Alphastrahler.

Technische und organisatorische Maßnahmen

Die Maßnahmen zur Sicherung der Umweltverträglichkeit, die vom Antragsteller vorgesehen sind, werden im Kapitel 9 dieses Gutachtens behandelt. Da der Strahlenschutz jedoch integraler Bestandteil des Anlagen- und Betriebskonzeptes des Antragstellers ist, muß er auch in diesem Zusammenhang schon aufgegriffen werden.

Sachverhaltsdarstellung:

Das Strahlenschutzkonzept für ein Endlagerbergwerk wird in einer Studie der Gesellschaft für Umweltüberwachung mbH (GUW) am Beispiel des Endlagers Konrad erläutert (EU 001.7).

Die Maßnahmen des Strahlenschutzes orientieren sich - soweit möglich, ¹ an den KTA-Regeln für den Betrieb von Kernkraftwerken und berücksichtigen darüberhinaus die speziellen Gegebenheiten des Endlagers Konrad (EU 282).

Weitere maßgebliche Grundlagen für die Strahlenschutzplanung sind die Anforderungen an die Abfallprodukte, Behältereigenschaften und Aktivitätsbegrenzungen, die von der Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH (GRS) erarbeitet wurden und in der EU 001.6 aufgeführt sind.

Die Aufgaben des Strahlenschutzes sind in der EU 282 ausführlich beschrieben und werden im folgenden kurz dargestellt:

- Die Eingangskontrolle der Abfallbinde mit Sichtkontrolle der Binde vor Freigabe zum Umladen auf Plateauwagen, Kontaminationsprüfung mittels Wisch- oder Klebetest und Dosisleistungsmessung.
- Die Kontaminationsüberwachung der Oberflächen im Kontrollbereich in Form einer Routine- bzw. Bedarfsüberwachung und die Freimessung von Personen, Fahrzeugen und Betriebsmitteln an Kontrollübergängen.
- Die Überwachung der Ortsdosis und Ortsdosisleistung der durch die betrieblichen Abläufe bedingten, unterschiedlich starken Strahlenfelder. Die Ziele der Überwachungsmaßnahmen sind die Ermittlung von Personendosen und die Erfassung von Strahlenfeldern, um durch die Gestaltung von Betriebsabläufen eine Dosisminimierung zu erreichen.
- Die Überwachung der Wetter und Raumluft auf luftgetragene Radioaktivität, um die Einhaltung der Antragswerte für die Abgabe von radioaktiven Stoffen mit den Abwettern und Abluft zu gewährleisten. Die Werte sind in EU 282, Tab, 7.2/1 dargestellt. Die Problematik der natürlichen Radioaktivität in den untertägigen Wetterströmen wird in Kap. 3.4.3.4 "Bewetterung" dieses Gutachtens behandelt.
- Die Überwachung aller Personen, die sich aus betrieblichen Gründen im Kontrollbereich aufhalten (insgesamt 226 Personen als Betriebspersonal). Zum Kontrollbereich gehören (EU 282, S. 31):

Umladehalle

Pufferhalle

Förderturm mit Schachthallenanbau

Schachtkeller

Wetterkanal und Diffusor

Werkstatt 1

Sonderbehandlungsraum

Wäscherei und Teile des Sozial-, Labor- und Bürobereiches

Grubenwasser-Übergabestation

Schachtröhre Konrad 2

Einlagerungsfüllort

Transportstrecken für Abfallgebinde

Einlagerungskammer

Grubenebenräume im Einlagerungsbereich

Grubenwassersammelstellen auf der 1.000 m-Sohle

Abwetterstrecken hinter den Einlagerungsfeldern und Transportstrecken

Die Überwachung der Emissionen über den Diffusor, den Kamin und die Abwässer sowie die Immissionsüberwachung in der Umgebung der Anlage. Zur Umgebungsüberwachung gehören die Messungen der Direkt- oder Streustrahlung in der näheren Umgebung des Anlagenzaunes, die Überwachung der bodennahen Luft und des Bodens auf luftgetragene Radionuklide aus ungünstigsten Aufpunkt sowie die Überprüfung der Abwässer aus der Einleitstelle in den Vorfluter Aue.

Die unterschiedlichen Aufgabenstellungen und die Vielzahl der nachzuweisenden Radionuklide erfordern verschiedene Arbeitsmethoden und differenzierte technische Meßverfahren. Die im wesentlichen angewendeten Verfahren und Geräte werden in der EU 282 wie folgt genannt:

Personenüberwachung:

Digitaldosimeter

Stabdosimeter

Filmdosimeter

Teilkörperdosimeter

Ortsdosis und Ortsdosisleistungsüberwachung:

Thermolumineszenzdosimeter

Ortsdosisleistungsmeßgeräte (mobil/stationär) mit einstellbarer Warnschwelle und z.T. Anzeige in der Zentralwarte

Kontaminationsüberwachung

Gasdurchflußzähler

Luft- und Wetterüberwachung (Nuklidabhängig)

Radon - Kernspurmethode

Aerosole - Beta-Detektor/Gammaspektroskopie

Sr 90	- radiochemisch (Beta-Low-Level)
Gesamt-Alpha	- Alpha - Detektor
I 129	- Gammaskopie
H 3	- Flüssigkeitszinstillationsmethode (LSC)
C 14	- LSC-Methode nach radiologischer Abtrennung

Abwasserüberwachung (Nuklidabhängig)

H 3-	Flüssigkeitszintillationsmethode
Gamma-Strahler	- Gammaskopie (z.B. C5 - 137)
Sr 90	- radiochemische Abtrennung (Beta-Low-Level)
Gesamt-Alpha	- Alpha-Low-Level-Meßplatz

Die Auslegungsanforderungen des Strahlenschutzes im Planfeststellungsverfahren werden in der EU 281 behandelt. In dieser Unterlage werden die untertägigen Kontrollbereichsübergänge, das Strahlenschutzlabor sowie die gerätespezifischen Daten der Meßgeräte und deren Meldekonzept beschrieben. Außerdem werden die Arbeitsabläufe und Einrichtungen der Eingangskontrolle und die Sondenanordnung der Ortsdosisleistungsmessung im Bereich der Bahn- und LKW-Einfahrt dargestellt.

Die Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen für das Betriebspersonal der Schachanlage Konrad im bestimmungsgemäßen Betrieb und im Störfall werden in der EU 72.6 beschrieben.

Der Gutachter:

Die bisher aufgeführten Unterlagen zur Darstellung des Strahlenschutzes sind als ausführlich und umfassend zu bewerten. Die Aussagen sind nachvollziehbar und eindeutig. Das Strahlenschutzkonzept wurde vom TÜV-Hannover im Zwischenbericht zur Begutachtung des Endlagers Konrad ausführlich behandelt. Die in diesem Gutachten aufgestellten Bewertungen sind konstruktiv kritisch und mit Hinweisen auf Verbesserungsmöglichkeiten versehen.

Der Gutachter konnte feststellen, daß die Hinweise des TÜV-Hannover vom Antragsteller weitgehend berücksichtigt und in den entsprechenden Erläuternden Un-

terlagen behandelt und ggf. als Revisionen eingearbeitet wurden. Zu einigen, nicht in anderen Erläuternden Unterlagen enthaltenen Hinweisen, wird in der EU 411 Stellung genommen.

In Kapitel 2.2 des TÜV-Zwischenberichtes wird die Angabe des Antragstellers zur potentiellen Strahlenexposition am Zaun des Schachtes Konrad 2 begutachtet. Der entsprechende Wert für die maximale Jahresdosis von 1,0 mSv wurde vom Antragsteller rechnerisch ermittelt. Dies bedeutet eine weitgehende Ausschöpfung des Grenzwertes von 1,5 mSv/a der StrlSchV (§ 44), zumal unter Berücksichtigung der Strahlenexposition durch die Freisetzung von radioaktiven Stoffen mit den Abwettern und Abwässern (0,15 mSv/a) der maximale Wert für die Exposition durch Direktstrahlung und Skyshine lediglich 1,35 mSv/a betragen darf. Aus diesem Grund werden in einem Hinweis des TÜV-Hannover (H 2.2.-1, S. 482), Maßnahmen zur Reduzierung der Dosisleistung gefordert.

Eine explizite Stellungnahme zu diesem Hinweis konnte vom Gutachter in den Erläuternden Unterlagen nicht gefunden werden. Jedoch wird in einer Gesamtüberarbeitung der EU 78.8 (Januar 1991) der Wert für die potentielle Strahlenexposition durch Direktstrahlung und Skyshine mit unter 0,6 mSv/a angegeben (EU 78.8, S. 24). Somit weist EU 78.8 gegenüber den im Gutachten des TÜV-Hannover zitierten Werten der Jahresdosen der potentiellen Strahlenexposition am Zaun des Schachtes Konrad 2, entnommen der vormals gültigen EU 78.8, nicht nur in den Bereichen I bis IV des Anlagenzauns um den Faktor 2 kleinere Werte auf, sondern ermittelt den Maximalwert der Jahresdosis auch für einen anderen Bereich des Anlagenzauns (VI und nicht wie in der vormals gültigen EU 78.8 Bereich II).

Da sich das Gutachten des TÜV-Hannover auch auf die EU 78.8 bezieht - in der vormals gültigen Fassung und von einem Wert von 1,0 mSv/a ausgeht, sollte die Ursache für die Verringerung dieses Wertes aus der Revision der Unterlage eindeutig ersichtlich sein. Der Gutachter muß in anbetracht der Tatsache, daß der TÜV-Hannover in seinem Zwischenbericht die vom Antragsteller in der EU 78.8 (alte Fassung) berechneten Werte für die Jahresdosen durch eigene Berechnungen unter Verwendung der gleichen Annahmen wieder Antragsteller bestätigt hat, davon ausgehen, daß zum Zeitpunkt der Erstellung des Zwischenberichtes des TÜV-Hannover (Juli 1990) dieser die Rechnungen des Antragstellers für nachvollziehbar und schlüssig erachtete. Anzumerken ist hierzu noch, daß der TÜV-Hannover im Falle des Maximalwertes für die potentielle Strahlenexposition am Anlagenzaun zu einem um ca. 20 % höheren Ergebnis als der Antragsteller (gemäß EU 78.8, alte Fassung)

kommt. Dem Gutachter ist mithin die Ursache für die Verringerung des Maximalwertes der potentiellen Strahlenexposition am Anlagenzaun, wie sie die EU 78.8 in der Fassung vom Januar 1991 gegenüber der vormals gültigen EU 78.8 aufweist, nicht transparent. Der UVP-Gutachter erwartet im Endbericht des TÜV-Hannover/Sachsen-Anhalt eine endgültige Stellungnahme zu dieser Frage.

Die fehlende Nachvollziehbarkeit dieser Differenz in den Aussagen über die Strahlenexposition am Anlagenzaun (SO-Zaun) wird vom Gutachter vorläufig als Kenntnislücke bewertet.

Außerdem sollte beachtet werden, daß die einschlägigen Grenzwerte zur Zeit auf EG-Ebene in der Diskussion sind. Zwar existiert der "außerbetriebliche Überwachungsbereich" im Sinne der deutschen StrlSchV im EG-Recht bisher nicht. Es ist aber mit einer analogen EG-Norm zu rechnen, die den Grenzwert bei 1,0 mSv/a ansetzen wird. In diesem Fall würde der erlaubte Höchstwert wieder nahezu erreicht werden.

Die Berechnung der Dosisleistung wurde mit dem eindimensionalen Transportprogramm ANISN durchgeführt und der Skyshineeffekt wurde mit dem zweidimensionalen S_N -Programm DOT 3.5 ermittelt. Beide Programme sind international anerkannt und bewährt.

3.4.4.6 Stofffluß der radioaktiven Abfälle in der Anlage

Sachverhaltsdarstellung:

Die Aussagen zum Stofffluß der radioaktiven Abfälle sind dem Plan Konrad 4/90, Kap. 3.2.5.3 und Kap. 3.4.8 zu entnehmen. Spezifisch werden diese durch die EU 208 1+2 mit Angaben zu den Transportvorgängen und durch EU 84 und EU 283 mit Aussagen zum Vorgehen bei der Anlieferung mangelbehafteter Abfallgebinde beschrieben. Um die verschiedenen Angaben des Antragstellers in systematischer Weise nachvollziehen zu können, überträgt der Gutachter den Stofffluß der radioaktiven Abfälle in ein Fließbild (Abb. 3.4-1).

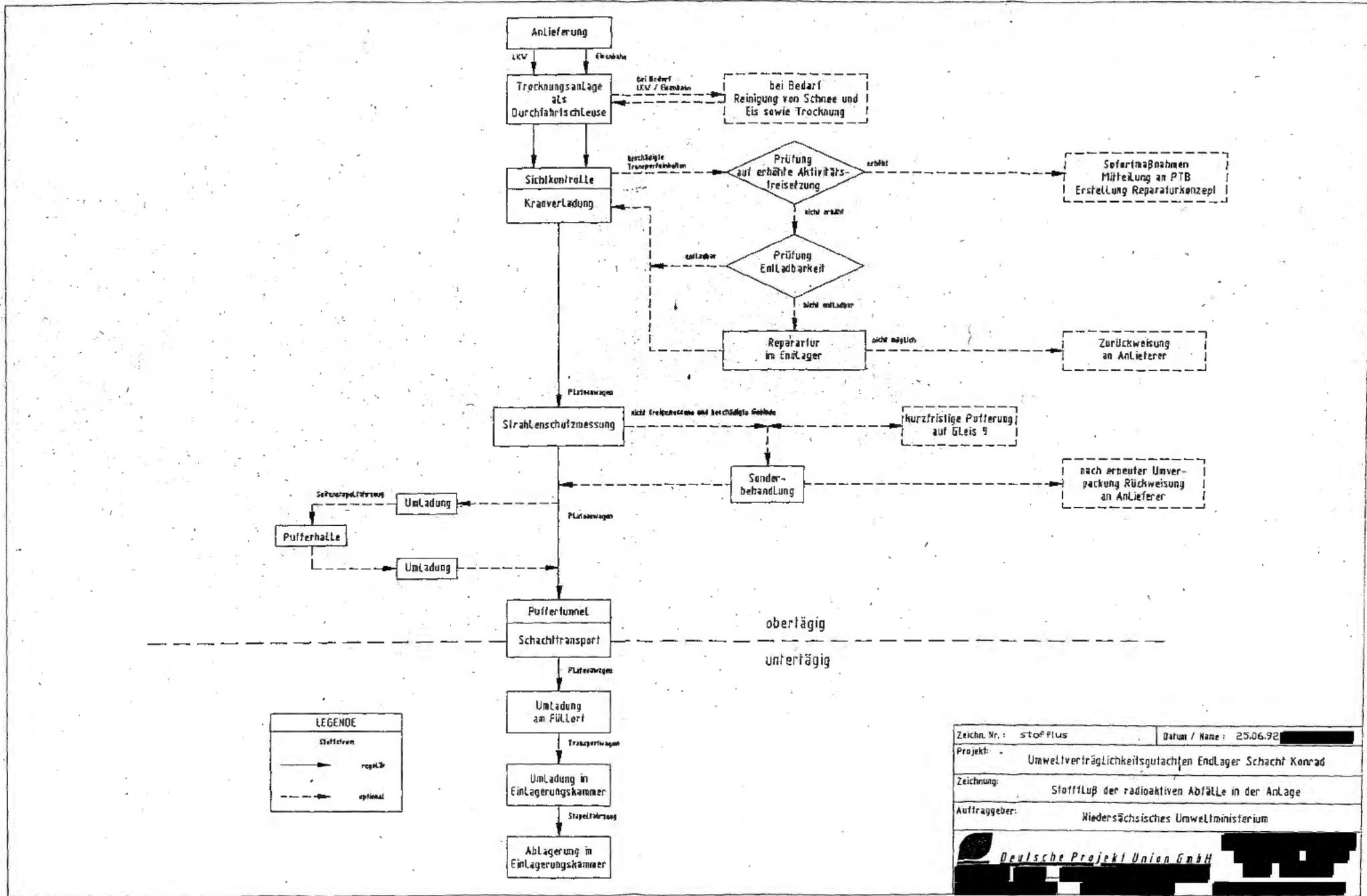
Die Transporteinheiten (Container oder zylindrische Abfallgebinde auf Tauschpaletten) werden auf LKW oder Eisenbahnwaggons angeliefert. Bei Ankunft wird eine Sichtkontrolle des Lieferfahrzeuges vorgenommen und die Begleitpapiere kontrol-

liert. Bei Passieren des Eingangstores der Schachanlage Konrad 2 gehen die Abfallgebände in den Verantwortungsbereich des Endlager-Betreibers über.

Auf dem Schachtgelände bestehen Stauräume für LKW und Eisenbahnwaggons, so daß Anlieferungsspitzen ausgeglichen werden können. Nach Abruf werden die Transportfahrzeuge in die jeweilige Trocknungsanlage (LKW oder Bahn) gefahren und das Außentor geschlossen. Bei Bedarf erfolgt eine Reinigung von Schnee und Eis sowie eine Trocknung. Dann werden die Fahrzeuge in die Umladehalle gebracht. Dort werden die Abdeckhauben über den Transporteinheiten entfernt und die Transporteinheiten einer Sichtkontrolle auf offensichtliche Beschädigungen unterzogen.

Bei Hinweisen auf Beschädigungen erfolgt eine Prüfung der Handhabbarkeit der Transporteinheit. Dazu gehört die Feststellung der Entladbarkeit und bei Verdacht auf erhöhte Aktivitätsfreisetzung die Messung der Aktivitätskonzentration in der Nähe des Gebindes oder die Beurteilung der laufenden Aktivitätskonzentrationsmessung in der Umladehalle. Wenn sich der Verdacht erhärtet, wird der Antragsteller sofort benachrichtigt. Es werden Maßnahmen für eine sichere Aufbewahrung des Gebindes durchgeführt und es wird ein Reparaturvorschlag erstellt. Bei Zustimmung des Reparaturvorschlages durch den Antragsteller wird das weitere Vorgehen festgelegt. Bei nicht erhöhter Aktivitätsfreisetzung erfolgt eine Endladung. Wenn die Endladung nicht möglich ist, erfolgt eine Aussonderung der Transporteinheit auf dem Transportmittel und eine Reparatur innerhalb der Anlage. Falls diese Reparatur nicht möglich ist, erfolgt die Rückweisung an den Anlieferer oder an eine von ihm zu bezeichnende Stelle.

Unbeschädigte Gebinde werden mittels Kran auf Plateauwagen umgeladen. Das Anhängen der Last erfolgt durch ein automatisches Lastaufnahmemittel (Spreader) entsprechend den ISO-Eckbeschlägen der Transporteinheiten.



LEGENDE

Stoffströme	
	regelmäßig
	optional

Zeichn. Nr.: Stofffluß	Datum / Name: 25.06.92
Projekt: Umweltverträglichkeitsgutachten Endlager Schacht Konrad	
Zeichnung: Stofffluß der radioaktiven Abfälle in der Anlage	
Auftraggeber: Niedersächsisches Umweltministerium	

Die Transporteinheiten werden auf den Plateauwagen abgesetzt und aus der Strahlenschutzkabine heraus einer Strahlungsmessung unterzogen. Dabei werden Ortsdosisleistung und Oberflächenkontamination bestimmt. Gebinde, die die vorgegebenen Grenzwerte überschreiten, werden gekennzeichnet. Bei Überschreitung des 3-fachen Wertes der zulässigen Ortsdosisleistung und des 10-fachen Kontaminationsgrenzwertes erfolgt eine Einlagerung unter Anwendung besonderer Maßnahmen (z.B. Dekontamination).

Gebinde, die während des Transportes oder während der Einlagerung beschädigt wurden, werden bei Notwendigkeit einer Sonderbehandlung oder Reparatur unterzogen. Endlagerbare Gebinde werden wieder in den Einlagerungsablauf eingeschleust; Gebinde bei denen eine Endlagerungsfähigkeit nicht erreicht werden kann, werden in Container gesetzt, die einen sicheren Einschluß und Rücktransport zum Anlieferer gestatten.

Die endlagerungsfähigen Gebinde werden entweder direkt eingelagert oder in der Pufferhalle bis zum Einlagerungstermin vorgehalten.

Bei der Pufferung werden die Gebinde auf dem Plateau bis in den Umladebereich vor der Pufferhalle gefahren. Dort werden sie von einem Seitenstapelfahrzeug aufgenommen und auf dem vorgesehenen Stellplatz abgelegt. Die Rückholung aus der Pufferhalle erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

Bei der Einlagerung werden die Plateauwagen mit den einzulagernden Gebinden in den Puffertunnel gefahren. Dieser dient zum einen dem Ausgleich von Anlieferungsspitzen und zum anderen als Schleuse zum Schachtgebäude. Die Plateauwagen mit den Gebinden werden mit dem Fahrkorb im Schacht Konrad 2 bis zum unteren Füllort transportiert. Dort erfolgt eine Umladung mittels Portalhubwagen vom Plateauwagen auf gleislose Transportwagen. Mit diesen Fahrzeugen erfolgt der untertägige Transport der Gebinde bis zur Einlagerungsstrecke. Dort werden die Gebinde von einem Stapelfahrzeug übernommen und eingelagert. Falls zylindrische Einlagerungsgebände auf Transportpaletten angeliefert werden, erfolgt eine Entladung der Paletten, die wieder nach übertage transportiert werden und dann für weitere Transportvorgänge zur Verfügung stehen.

Der Gutachter:

Die einzelnen Phasen des Einlagerungsprozesses sind in den Unterlagen ausführlich dargestellt. Im Sinne des UVPG sind die Angaben vollständig und eindeutig.

3.4.4.7 Produktkontrolle*Sachverhaltsdarstellung:*

Die einzulagernden Gebinde müssen den Einlagerungsbedingungen entsprechen. Der Nachweis erfolgt durch die Produktkontrolle. Die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen kann auch außerhalb des Endlagers Schacht Konrad (z.B. in den Anlagen der Anlieferungspflichtigen und Konditionierer) erfolgen.

Die Produktkontrolle erfolgt durch Qualifikation und Inspektion von Konditionierungsverfahren, der Untersuchung von Abfallgebinden sowie der Prüfung von Dokumentationen. Für die Konditionierung der einzulagernden Abfälle sollen möglichst qualifizierte Verfahren zur Anwendung kommen. Ein Konditionierungsverfahren ist qualifiziert, wenn die Durchführung der Vorbehandlung so erfolgt, daß eine sichere und ordnungsgemäße Endlagerung der entstehenden Produkte und Abfallgebinde angenommen werden kann. Dabei gelten insbesondere folgende Voraussetzungen:

- Die relevanten Betriebsbedingungen der Konditionierungsanlagen werden im Entwurf eines mit der BfS abgestimmten Betriebshandbuchs beschrieben
- Im Rahmen der Verfahrensqualifikation wird vom BfS geprüft, ob aufgrund der im Betriebshandbuch beschriebenen Bedingungen (Prozeßführung, Instrumentierung, Kontrollmaßnahmen des Konditionierers, zulässige Toleranzbereiche der Verfahrensparameter, Dokumentation) die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen angenommen werden kann.
- Mit der Freigabe des Konditionierungsverfahrens durch das BfS verpflichtet sich der Konditionierer, die bei der Verfahrensqualifikation im ggf. überarbeiteten Betriebshandbuch festgelegten Betriebsbedingungen einzuhalten.
- Im Rahmen späterer Inspektionen wird durch Prüfung der Betriebsaufzeichnungen und der Dokumentation sowie durch Proben oder Rückstellproben geprüft, ob die Betriebsbedingungen der Konditionierungsanlage eingehalten wurden und die hergestellten Abfallgebinde den Einlagerungsbedingungen entsprechen.

Radioaktive Abfälle sollen möglichst mit qualifizierten Verfahren konditioniert werden, damit Prüfungen an Abfallgebinden weitgehend entfallen können, falls die bei der Verfahrensqualifikation festgelegten Bedingungen nachweislich eingehalten wurden (EU 240).

Abfälle aus nicht qualifizierten Konditionierungsverfahren werden auf Einhaltung der Endlagerungsbedingungen kontrolliert. Art und Umfang der Kontrollen richten sich danach, inwieweit aus der vorgelegten Dokumentation die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen hervorgeht. Falls erforderlich, werden Stichproben durchgeführt.

Im Plan Konrad und der EU 240 werden die Aufgaben und Verantwortlichkeiten verschiedener Stellen festgelegt. So obliegt dem BfS die Gesamtverantwortung für den Betrieb des Endlagers und der Produktkontrolle. Es kann zur Erfüllung seiner Aufgaben Sachverständige einschalten. Dem Betreiber obliegt der Abruf der Abfallgebände und die Prüfung und Dokumentation der Daten der eingelagerten Abfallgebände. Abfallanlieferer und/oder Konditionierer sind verantwortlich für den Nachweis, daß die Abfallgebände den Endlagerungsbedingungen entsprechen.

Der Gutachter:

Die EU 240 liegt dem Gutachter in einer vollständig revidierten Fassung vor (Revisionsdatum 06.01.1992). Die Überarbeitung erfolgte unter Berücksichtigung der mit dem NMU und Fachgutachtern geführten Diskussionen.

Der TÜV Hannover stellte in seinem Zwischenbericht, der sich auf die ältere Fassung der EU 240 bezieht, erhebliche verfahrenstechnische und organisatorische Mängel fest und gab daraufhin elf Hinweise zur Verbesserung der Produktkontrolle.

Inwieweit die Hinweise nach den erfolgten Diskussionen noch Bestand haben bzw. bei der Revision der EU 240 berücksichtigt worden sind, ist für den Gutachter aufgrund der fehlenden Kenntnis über den aktuellen Diskussionsstand nicht nachvollziehbar, da der TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt noch keinen Endbericht vorgelegt hat.

3.4.4.8 Abwasseraufkommen und Behandlung

Das Abwasseraufkommen aus Schacht Konrad wird im Kapitel 6 zusammenfassend dargestellt. Es ist jedoch sinnvoll, den entsprechenden Teil des Anlagenkonzeptes auch bereits in die Vorhabensbeschreibung aufzunehmen.

Das Abwasser wird in den Schächten 1 und 2 jeweils gesondert erfaßt, so daß sich die Darstellung an diesem Vorgehen orientiert. Die untertägig anfallenden Abwässer werden nur über Schacht Konrad 2 an die Oberfläche gefördert und deshalb auch bei der Betrachtung dieses Schachtes mit dargestellt.

Schacht Konrad 1

Sachverhaltsdarstellung:

Vom Anlagengelände Schacht Konrad 1 werden 17.000 m³/a Niederschlagswässer in die Aue eingeleitet (EG 62). Der Abfluß des Niederschlagswasser wird über ein Regenrückhaltebecken und einem Regenwasserrückhaltegraben gesteuert. Die Abgabemenge ist für maximal 117,2 l/s beantragt (EG 62). Das auf dem Südgelände des Schachtes anfallende Niederschlagswasser fließt dem Kanalnetz der Stadt Salzgitter zu (max. 30 l/s) (EG 62).

Für die Schmutzwasserentsorgung bestehen laut Antrag nach NWG (Bfs 4/90) zwei Optionen. Die Schmutzwässer werden auf dem Anlagengelände biologisch gereinigt und der Aue zugeleitet. Bei Fertigstellung des Schmutzwassersammlers (Aue-Sammler) der Stadt Salzgitter ist vorgesehen, die Abwässer dorthin einzuleiten.

Da der Aue-Sammler in Betrieb ist, genehmigt der Entwurf der überarbeiteten Einleiterlaubnis (Stand 9/92) nur die Schmutzwasserabgabe in die städtische Kanalisation. Nach Aussagen der Stadt Salzgitter ist dann eine Klärung auf dem Anlagengelände nicht zwingend notwendig.

Das Niederschlagswasser von Auffangwannen der Freilufttrafos und der betriebseigenen Tankstelle sowie den Abläufen aus den vorhandenen und neu zu errichtenden Leichtstoffabscheidern (Betriebsabwässer aus den Werkstätten) ist entsprechend den anerkannten Regeln der Technik nicht in die Regenwasserkanalisation einzuleiten, sondern dem städtischen Schmutzwasserkanal zuzuführen. Das ist auch im Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis (Stand 9/92) gefordert.

Der Gutachter:

Die Aussagen über die Abwasserableitung des Schachtes Konrad 1 sind dem Antrag nach NWG (BfS 4/90) zu entnehmen.

Der Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis (Stand 9/92) stellt Forderungen, die sich von der Planung des Antragstellers unterscheiden. So wird dort verlangt, daß die Abläufe aus Leichtflüssigkeitsabscheidern und von der Auffangwanne der Freilufttrafoanlage dem Schmutzwasser zugeführt werden. Dieser Forderung schließt sich der Gutachter an, so daß nach Ansicht des Gutachters eine Überarbeitung der Planung durch den Antragsteller erforderlich ist.

Schacht Konrad 2

Sachverhaltsdarstellung:

Abwässer werden in den drei wesentlichen Bereichen Niederschlagswasser, Schmutzwasser und Grubenwasser gesammelt.

Die einzelnen Bereiche beinhalten (EU 420):

Niederschlagswasser

- Niederschlagswasser der Dach- und Verkehrsflächen
- Drainagewässer
- Betriebsabwässer der Gebäude im Überwachungsbereich
- teilweise Sammlung nach Durchfließen von Abscheideanlagen

Schmutzwasser

- sanitäre Abwässer aus den Gebäuden im Überwachungsbereich
- Löschabwasser aus den Gebäuden im Überwachungsbereich
- radiologisch freigemessene Schmutz-, Lösch- und Betriebsabwässer aus dem Kontrollbereich

Grubenwässer

- Grubenwässer aus dem Überwachungsbereich
- Grubenwässer aus dem Kontrollbereich

Beschreibung der Abwasserentsorgung

Niederschlagswasser

Die Niederschlagswässer werden in der auf dem Schachtgelände befindlichen Niederschlagswasserkanalisation aufgefangen.

Die Niederschlagswässer fließen in den Regenwasserstaukanal. Dieser dient zum einen zur Begrenzung des maximalen Volumenstromes bei Einleitung in den Vorfluter und zum anderen als Speicherraum, falls die Einleitung von Niederschlagswasser in den Vorfluter unterbrochen werden muß (bei Verdacht auf erhöhte Schadstoffkonzentrationen). Das gestaute Niederschlagswasser kann dann beprobt und, wenn erforderlich, entnommen und extern entsorgt werden.

Von der LKW-Stellfläche (Parkfläche vor der Einfahrt in die Umladehalle) wird nach EU 420 das Niederschlagswasser über einen Schieberschacht an die Niederschlagswasserkanalisation gegeben. Der Schieberschacht besitzt eine Speicherkammer, ist aber im Normalfall auf Schnelldurchlauf geschaltet. Bei Benutzung der Hydranten wird automatisch der direkte Abfluß in die Kanalisation unterbrochen und das einlaufende Wasser in der Speicherkammer aufgefangen. Dort ist eine Probenahme vorgesehen und das Wasser soll je nach Kontamination einer externen Entsorgung oder der Niederschlagswasserkanalisation zufließen. Dieser Weg der Niederschlags- und Löschwasserentsorgung von der LKW-Stellfläche ist in Abb. 3.4-2 dargestellt.

Gemäß EU 420 werden die Abläufe des Abfüllplatzes für den unterirdischen Heizöltank und die untertägige Tankstelle, Abläufe des LKW-Stellplatzes sowie Betriebsabwässer aus der Werkstatt und der Garage über Leichtstoffabscheider geführt. Diese Abwässer sowie der Ablauf der Freilufttrafoanlage werden in die Niederschlagswasserkanalisation eingegeben (EU 420). Der überarbeitete Entwurf der Einleitungserlaubnis (Stand 9/92) fordert, diese Abwasserströme dem Schmutzwasser zuzuführen.

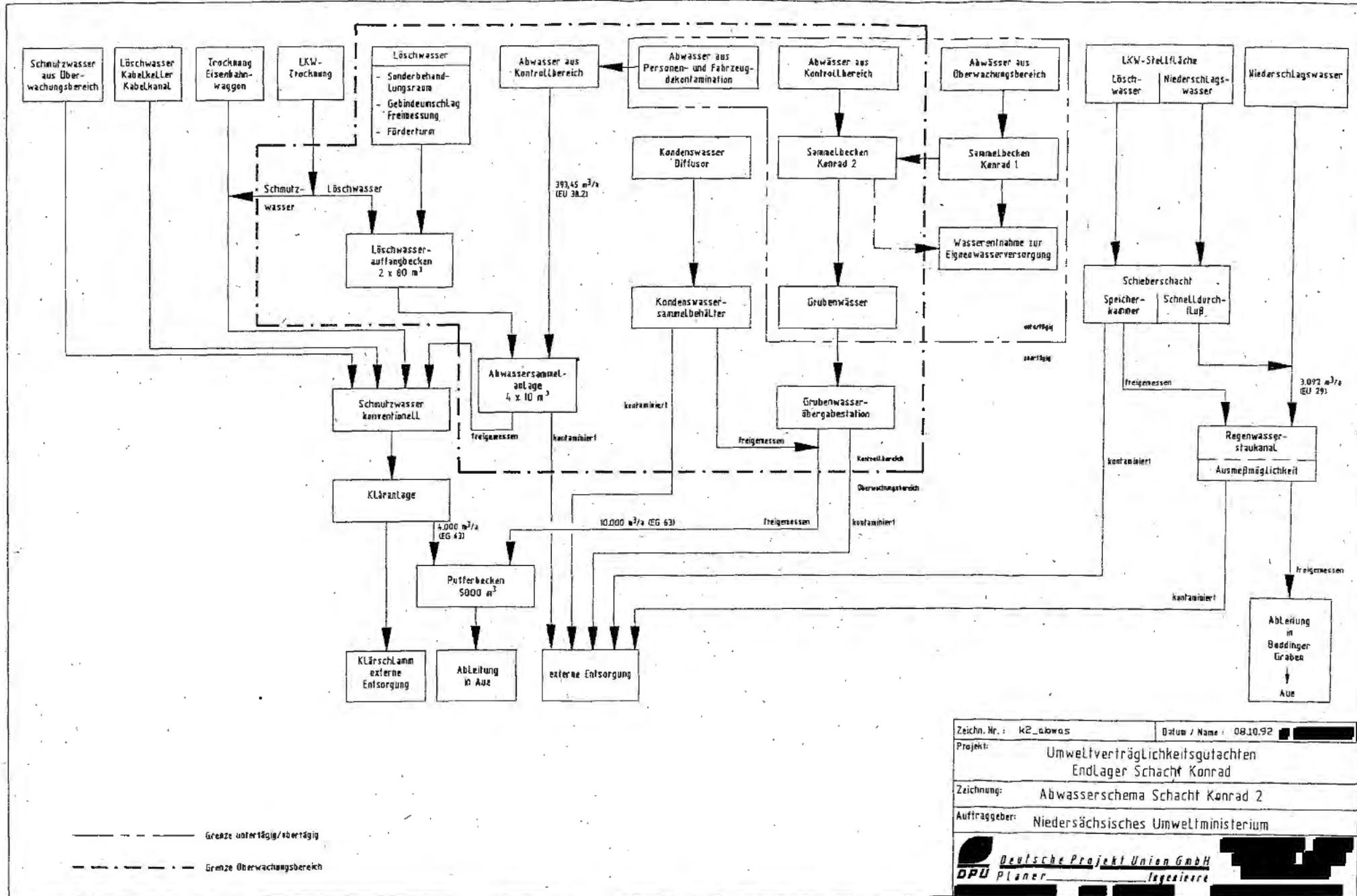
Der Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis (Stand 9/92) fordert, daß die Entwässerung der LKW-Stellfläche und die Drainagewässer der Gleise, auf denen die Eisenbahnwaggons zum Entladen bereitstehen, als Schmutzwasser behandelt werden. Um das Versickern von Wasser zu verhindern, sollen die entsprechenden Gleisabschnitte mit flüssigkeitsdichten Stahlbetonwannen ausgerüstet werden.

Schmutzwasser

Die verschiedenen Abwasserströme, die dem Schmutzwasser zugerechnet werden, sammeln sich in der Schmutzwasserkanalisation und werden darin einer biologischen Kläranlage zugeleitet.

In der LKW-Trocknung anfallendes Abwasser wird als Schmutzwasser behandelt, Wenn in diesem Bereich Löschwasser anfällt, wird es den Löschwasserauffangbecken im Kontrollbereich zugeleitet und weiterhin wie Löschwasser aus dem Kontrollbereich behandelt.

Für die Löschwasserrückhaltebecken aus dem Kontrollbereich der Umladehalle stehen zwei Behälter mit einem Fassungsvermögen von je 80 m^3 zur Verfügung. Bei größerem Löschwasseranfall steht in Rinnen, Pumpensämpfen und sonstigen Vertiefungen in der Umladehalle ein zusätzliches Volumen von ca. 240 m^3 zur Verfügung (EU 278). Nach mündlicher Aussage des TÜV-Hannover/Sachsen-Anhalt e.V. beträgt das zusätzliche Speichervolumen in der Umladehalle 180 m^3 .



Zeichn. Nr.:	K2_abwas	Datum / Name:	08.10.92
Projekt:	Umweltverträglichkeitsgutachten Endlager Schacht Konrad		
Zeichnung:	Abwasserschema Schacht Konrad 2		
Auftraggeber:	Niedersächsisches Umweltministerium		
 Deutsche Projekt Union GmbH DPU Planer Ingenieure			

Abwässer aus dem Kontrollbereich sowie im Kontrollbereich anfallende Löschwasser werden vor Verlassen des Kontrollbereiches radiologisch freigemessen. Bei zu hohem Aktivitätsinventar ist eine externe Entsorgung notwendig.

Die Freimessung erfolgt in der Abwasseranlage. Diese besteht aus 4 Behältern von je 10 m³ Fassungsvermögen, von denen einer befüllt wird, einer gefüllt für die Freimessung bereitsteht und einer entleert wird. Der vierte Behälter steht in Reserve. Die Behälter sind regelungstechnisch so geschaltet, daß eine gleichzeitige Befüllung und Entleerung eines Behälters nicht möglich ist.

Bei Leckagen austretendes Wasser wird in einer Sicherheitswanne aufgefangen und kann zurückgeführt werden.

Die Schmutzwasserkanalisation führt die Abwässer einer Kläranlage zu, in der sie mechanisch und biologisch gereinigt werden. Nach dieser Reinigung gelangen die Abwässer in ein Pufferbecken. Dorthin erfolgt auch eine periodische Einleitung der radiologisch freigemessenen Grubenwässer. Diese beiden Abwasserströme vermischen sich im Pufferbecken. Von dort werden die Abwässer über eine Druckrohrleitung mit einem Volumenstrom von 0,001 m³/s nördlich von Salzgitter-Üfingen in die Aue gepumpt.

Bei Ausfall der Druckrohrleitungen können im Pufferbecken (5.000 m³) alle anfallenden Schmutz- und Grubenwässer für einen Zeitraum von ca. 3 Monaten gespeichert werden. Die Entleerung erfolgt dann mit 0,002 m³/s.

Grubenwasser (EU 363)

Die Abwässer aus dem Überwachungsbereich beinhalten:

- Betriebsabwässer
- Restabwässer aus dem ehemaligen Spülversatzbetrieb
- Formationswässer aus dem Erzlager und seinem Nebengestein

Die Grubenabwässer des Überwachungsbereiches werden im Sammelbecken K 1 zusammengeführt. Dort ist auch die Entnahmestelle für die Eigenwasserversorgung des Untertagebetriebes. Überflüssiges Wasser wird in das Sammelbecken K 2 geleitet. Dort wird auch Abwasser aus dem Kontrollbereich

- Formationswasser aus dem Erzlager und seinen Nebengesteinen
- Kondenswasser aus dem auszuziehenden Schacht Konrad 2

Betriebsabwasser aus dem Pumpversatz

gesammelt. Das Sammelbecken K 2 soll als Vorlagebecken dienen, aus dem die Grubenwässer über Tage transportiert werden. Weiterhin können dort nach radiologischer Freimessung Grubenwässer zur Wiederverwertung in der Grube entnommen werden.

Bei Bedarf (ca. alle 5 Tage) fördern Pumpen in einer einlagerungsfreien Schicht die Grubenwässer über Rohrleitungen im Schacht Konrad 2 nach Übertage zur Grubenwasserübergabestation. Pro Förderzyklus werden drei Behälter gefüllt. Der vierte Behälter dient als Reserve (z.B. bei Revisionen) oder zur Aufnahme des Diffusorkondensats. Dort erfolgt eine Beprobung und die Wässer werden je nach Kontamination extern entsorgt oder in das Pufferbecken zur Ableitung in die Aue gepumpt.

Gemäß dem Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis sind die Grubenwässer zur Reduzierung der in ihnen enthaltenen Metallbelastungen vor der Einleitung in die Abwassertransportleitung einer chemisch-physikalischen Abwasserbehandlung zu unterziehen.

Die Erfassung des Kondenswassers aus dem Abwetterkanal und dem Abwetterdiffusor erfolgt über eine Rohrleitung in den Schachtsumpf des Maschinenraums des Lüftergebäudes.

Für das weitere Vorgehen zur Entsorgung des Kondenswassers stehen drei Wege zur Verfügung:

- Betrieb mit Speicherung im Diffusorgebäude und chargenweiser Abgabe an die Grubenwasserübergabestation
- Betrieb mit direkter Speicherung in der Grubenwasserübergabestation
- Betrieb mit Speicherung und Beprobung im Diffusorgebäude und direkter weiterer Entsorgung (in Abb. 3.4.-2 dargestellt)

Für die Speicherung der Diffusorabwässer stehen im Maschinenraum des Lüftergebäudes zwei Sammelbehälter zur Verfügung, von denen jeweils einer befüllt wird. Der andere wird entleert oder steht als Reserve zur Verfügung.

Der Gutachter:

Aussagen über Einrichtungen und Vorgehen zur Erfassung und Entsorgung von Niederschlags- und Schmutzwasser sind den EG 62 und 63 sowie den EU's 458, 380, 363, 382, 420, 381, 362 und 173 entnommen.

Die Wege der Abwasserentsorgung für die verschiedenen Abwasserströme sind nachvollziehbar dargestellt.

Der Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis (Stand 9/92) der oberen Wasserbehörde (Bezirksregierung Braunschweig) liegt vor. Darin ergeben sich Forderungen, die eine Abänderung der Planung erforderlich machen. Der Gutachter hat wesentliche Abweichungen der Genehmigung vom Plan verdeutlicht.

So entspricht es den anerkannten Regeln der Technik, die Abläufe aus Leichtstoffabscheidern der Schmutzwasserkanalisation zuzuführen. Auch der Ablauf der Freilufttrafoanlage sollte der Schmutzwasserkanalisation zugeführt werden, um das Risiko von Kontaminationen im Niederschlagswasser zu minimieren.

Der Gutachter kann der Forderung des Entwurfes der überarbeiteten Einleitungserlaubnis (Stand 9/92) nach einer wasserdichten Untergrundabdichtung und einer Drainageableitung in das Schmutzwasser von den Gleisen für die Bereitstellung der Eisenbahnwaggons nicht folgen, weil ein Brand im Gleisbereich auszuschließen ist, da im Gegensatz zur LKW-Stellfläche nur sehr geringe Brandlasten und keine Zündquellen vorhanden sind.

Der Gutachter sieht aus UVP-Sicht keine Notwendigkeit, die in EU 420 vorgesehene Gleisdrainage umzuplanen.

Der Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis (Stand 9/92) fordert eine chemisch-physikalische Behandlung aller Grubenwässer mindestens soweit, daß die Einleitungswerte eingehalten werden. Die chemisch-physikalische Behandlung der gesamten Grubenwässer ist nach Ansicht des Gutachters nur erforderlich, wenn der Betreiber nicht für jede Charge nachweist, daß die Einleitungswerte nicht überschritten sind. Einrichtungen zur chemisch-physikalischen Behandlung sind in jedem Fall vorzuhalten, um ggf. die Stoffbelastung im Abwasser so zu minimieren, daß sie den Einleitungsbedingungen entspricht.

3.4.4.9 Haufwerkverbringung

Sachverhaltsdarstellung:

Das Haufwerk wird durch Gleislosfahrzeuge unter Tage zu einer Kippstelle transportiert, dort gebrochen und mittels der Gefäßförderanlage im Schacht 1 nach über Tage gefördert.

Das zu Tage geförderte Haufwerk wird, soweit es nicht verwertet werden kann, auf einer Teilfläche des Tagebaus Haverlahwiese deponiert (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.2.5.1-7).

Der Gutachter:

In den vorliegenden Unterlagen werden keine genauen Angaben zu den Mengen des nach über Tage geförderten Haufwerks gemacht. In der "Allgemeinverständlichen Zusammenfassung zum Plan Konrad nach § 6 UVPG" findet sich lediglich der Hinweis, die Gesamtmenge werde 3 Mill. m³ nicht übersteigen. Es fehlen außerdem die Mengenangaben für das kurz- oder langfristig wieder benötigte Haufwerk zur Versatzaufbereitung.

Dadurch bedingt fehlen auch Angaben über das Transportaufkommen nach Haverlahwiese bzw. von dort zurück zur Schachanlage Konrad 1. Auch die Menge des letztendlich auf der Teilfläche des Tagebaus Haverlahwiese verbleibenden Haufwerkes ist nicht abzuschätzen.

Das Fehlen dieser Angaben wird vom Gutachter als Kenntnislücke bewertet.

3.4.5 Darstellung der Transportmittel und -wege innerhalb der Anlage

3.4.5.1 Schacht Konrad 1

Sachverhaltsdarstellung:

Die wesentlichen Transportaktivitäten beziehen sich auf die Beförderung des Abraumes nach über Tage und die Verladung des Haufwerks in Bahn-Waggons sowie deren Abtransport. Außerdem erfolgen hier die Transporte, die zur Durchführung

der bergbaulichen Tätigkeiten notwendig sind, z.B. die Personal-Seilfahrt oder die Beförderung von Betriebsmitteln und Geräten.

Der Gutachter:

Eine Beschreibung der einzelnen Transportmittel ist an verschiedenen Stellen in den Unterlagen zu finden, aber eine detaillierte Beschreibung des Transportsystems erfolgt nicht. Der Gutachter hält die am Standort Schacht Konrad 1 stattfindenden Verladevorgänge (insbesondere die Verladung von Haufwerk in Bahn-Waggon) und die damit einhergehende Lärmbelastigung für grundsätzlich UVP-relevant. Ob tatsächlich eine erhebliche Beeinträchtigung der Umwelt zu erwarten ist, läßt sich erst beurteilen, wenn Angaben über den zu erwartenden Lärmpegel vorliegen. Dies ist eine Kenntnislücke, die geschlossen werden müßte.

3.4.5.2 Schacht Konrad 2

Sachverhaltsdarstellung:

In der Schächanlage Konrad 2 erfolgen Transportvorgänge und Handhabungen mit Abfallgebinden, wodurch hier ein erhöhtes Gefahrenpotential auftritt. Aus diesem Grund werden die technischen und organisatorischen Verfahrensabläufe in den Unterlagen umfangreich dokumentiert.

Übertägig

Die LKW fahren nach Freigabe durch das Wachpersonal durch das Tor 1 zu den LKW-Parkplätzen oder direkt vor die LKW-Trocknungsanlage. Während der Fahrt über die LKW-Fahrtstrecke innerhalb des Betriebsgeländes ist eine Begleitperson im LKW anwesend.

Die Waggonen werden nach Freigabe von betriebseigenen Rangierfahrzeugen auf das Puffergleis geschleppt und in Einheiten von zwei oder drei Waggonen zur Trocknungsanlage geschoben. Nach bedarfsmäßig erfolgter Trocknung werden die LKW bzw. die Waggonen in die Umladehalle gefahren. Hier werden die Abfallgebinde nach einer Sichtkontrolle durch das Strahlenschutzpersonal mit Hilfe eines Brückenkranes auf schienengebundene Plateauwagen umgeladen. Zylindrische Gebinde befinden sich auf einer Tauschpalette und werden von dieser erst in der Einlagerungskammer entnommen.

Die Flurförderung erfolgt über Gleisfördereinrichtungen mittels eines Seilzugsystems. Zwischen den Gleisen sind Querverschubanlagen vorgesehen, die ein Verschieben des Plateauwagens auf das jeweils erforderliche Gleis ermöglichen. Der Weg der Flurförderung verläuft von der Umladestation zum Strahlenmeßplatz und von dort je nach Ergebnis der Messung zur Pufferhalle bzw. zum Puffertunnel vor der Schachthalle, oder in Ausnahmefällen zum Sonderbehandlungsraum.

Die Ein- und Auslagerung von Abfallgebänden in der Pufferhalle erfolgt mittels eines Seitenstapelfahrzeuges. Entladene LKW oder Waggonen werden evtl. mit leeren Tauschpaletten beladen und verlassen nach der Freimessung die Umladehalle durch Tor 1 bzw. Tor 4.

Untertägig

Die Plateauwagen werden von der Schachtförderanlage auf die 850 m-Sohle unter Tage befördert und dort zur Umladeposition gezogen. Nach der Entladung des Gebändes wird der Plateauwagen ggf. mit einer leeren Tauschpalette beladen und wieder nach über Tage befördert.

Das Gebände wird mittels Portalhubwagen vom Plateauwagen auf den Transportwagen umgeladen. Der Transportwagen transportiert die Abfallgebände durch die Einlagerungstransportstrecke zur Einlagerungskammer, wo sie vom Stapelfahrzeug übernommen und an ihre endgültige Position gebracht werden. Der Transportwagen fährt unbeladen oder ggf. mit einer leeren Tauschpalette wieder zurück zum Füllort.

Die Verkehrsführung unter Tage erfolgt mittels einer automatisch arbeitenden Sichtzeichenanlage.

Der Gutachter:

Die Transportvorgänge innerhalb der übertägigen Anlagen sind im Plan Konrad Kap. 3.2.5.3 ausführlich und umfassend beschrieben und Kenntnislücken können nicht festgestellt werden. Die Verfahrensabläufe des Transportgeschehens werden eindeutig und nachvollziehbar dargestellt.

Eine detaillierte Beschreibung der Transportmittel und der wichtigsten Systemkomponenten erfolgt in den Anlagen der Unterlage "Systembeschreibung Einlagerungssystem" (EU 208/1+2).

Folgende für den Transport wichtige Komponenten werden hier dargestellt:

über Tage:

Verkehrslenkung über Tage	Anlage 1
Krananlage	Anlage 3
Flurförderanlage	Anlage 4
Plateauwagen	Anlage 5
Seitenstapelfahrzeug	Anlage 6

Schachtförderung:

Hauptseilfahrtanlage	Anlage 7
----------------------	----------

unter Tage:

Portalhubwagen	Anlage 8
Transportwagen	Anlage 9
Verkehrslenkung unter Tage	Anlage 10
Stapelfahrzeug	Anlage 11
örtlicher Leitstand im Füllort	Anlage 12

Weitere Aussagen zu den Auslegungsanforderungen der Transportmittel sind der EU 324 zu entnehmen.

Die Auslegung der Schachtförderanlage entspricht dem Stand der Technik und orientiert sich an folgenden Regelwerken:

- Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlage (TAS)
- Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen (BVOS).

Zusätzliche sicherheitstechnische Einrichtungen und Vorsorgemaßnahmen sind in EU 024 begutachtet.

In den Unterlagen wird insbesondere auf die sicherheitstechnischen Aspekte eingegangen. Hierzu gehört z.B. die systembedingte Realisierung der max. möglichen Fallhöhe der Gebinde von 3 m in der übertägigen Anlage und 5 m in den untertägigen Anlagen (Plan Konrad, Kap. 3.5, S. 10-11) oder die technische Verkehrsführung (Blockbetrieb) unter Tage (EU 208, Anlage 10). Die Ausführungen sind nach-

vollziehbar und ausreichend, so daß die Wahrscheinlichkeit eines Störfalls mit radiologischen Auswirkungen als sehr gering anzusehen ist.

3.4.6 Anlagenbedingter Verkehr/anlagenbedingte Infrastruktur

Verkehr ist eine wesentliche Quelle für die Gesamtheit der Luft- und Lärmemissionen in einem Raum. Zusätzliche anlagenbedingte Verkehre im nennenswerten Umfang sind daher entscheidungserheblich in jeder Umweltverträglichkeitsprüfung. Betrachtet werden muß der Baustellenverkehr in der Bauphase des Endlagers, der Verkehr im Zusammenhang mit der Anlieferung radioaktiver Transporte, Transporte von Haufwerk sowie sonstige anlagenbedingte Verkehre (z.B. Berufsverkehr).

3.4.6.1 Baustellenverkehr

Der Gutachter:

Es liegen keinerlei Angaben über den zu erwartenden Baustellenverkehr vor. Dies ist als nicht aufgeklärter entscheidungserheblicher Sachverhalt zu werten.

3.4.6.2 Anlieferung radioaktiver Abfälle (Transporte)

Verkehrswege/-netz

Sachverhaltsdarstellung:

"Die Transporteinheiten (...) werden auf Waggons oder Lastkraftwagen (LKW) angeliefert" (BfS 4/90 Kurzfassung, S.70).

Der Gutachter:

In den Antragsunterlagen wird nicht eindeutig ersichtlich, ob radioaktive Abfälle auch mit anderen Verkehrsträgern in der Nähe der Schachtanlagen transportiert werden können oder sollen. Insbesondere der Transport auf dem Wasserweg wäre denkbar, wird jedoch weder genannt noch ausgeschlossen.

Kenntnislücken bestehen hinsichtlich der tatsächlichen Streckenverläufe. Weder mögliche Strecken von Waggons mit radioaktiven Abfällen an Regelgüterzügen, bzw. Ganzzüge mit ausschließlich radioaktiven Material werden genannt noch werden idealisierte Streckenverläufe angegeben.

Auch bestehen Kenntnislücken darüber, wo möglicherweise einzelne Waggons längere Stehzeiten haben, neu zusammengestellt werden und welche (Rangier-) Bahnhöfe von Transporten betroffen sein werden.

Verkehrsaufkommen/-belastung

Das zu erwartende Verkehrsaufkommen hängt im wesentlichen von den Einlagerungskapazitäten ab, die sich aus den Transporteinheiten pro Schicht, der Anzahl der Schichten und den Einlagerungstagen pro Jahr errechnen.

Sachverhaltsdarstellung:

"Das Endlager wird für die Einlagerung von 17 Transporteinheiten pro Einlagerungsschicht im Jahresdurchschnitt ausgelegt. Das entspricht bei 200 Einlagerungstagen pro Jahr 6.800 Transporteinheiten im Zweischichtbetrieb und 3.400 Transporteinheiten im Einschichtbetrieb. Die maximale Annahmleistung beträgt 40 Transporteinheiten pro Tag bei einschichtigem Betrieb" (BFS Plan, 4/90, 3.2.3.2.-1).

"In Wirklichkeit wird ein Zweischichtbetrieb aufgrund des Abfallaufkommens die Ausnahme bilden. Unter der Annahme, daß an 10 % - 30 % der Arbeitstage im Jahr im Zweischichtbetrieb eingelagert wird, ergibt sich ein Überschätzungsfaktor von ca. 1,8 bis ca. 1,5" (EU 078.8, S. 6).

Demnach wären also 4301 Transporteinheiten bei 10% Zweischichtbetrieb im Jahr und 5083 Transporteinheiten bei 30% Zweischichtbetrieb im Jahr anzunehmen, falls von 17 Transporteinheiten pro Einlagerungsschicht im Jahresdurchschnitt ausgegangen wird.

Der Gutachter:

Kenntnislücken bestehen in den vorliegenden Unterlagen aufgrund fehlender Angaben zu den Anlieferungswegen radioaktiver Abfälle aus den neuen Bundesländern.

Das Verkehrsaufkommen hängt von der prozentualen Verteilung der Transporteinheiten auf die einzelnen Verkehrsträger ab. Auch hier werden von Seiten des Antragstellers lediglich Annahmen getroffen. Der Antragsteller rechnet mit einer "Anlieferung zu 80 % per Bahn und zu 20 % per LKW" (EU 078.8).

Wegen des Gewichtes der Transporteinheiten von maximal 20 Tonnen kann ein LKW eine Transporteinheit und ein Güterwaggon etwa 2 Transporteinheiten aufnehmen. Unter der Annahme, daß täglich 17 Transporteinheiten zu den Schachtanlagen transportiert werden, müßte mit einem Verkehrsaufkommen von etwa 7 Waggons und 4 LKWs pro Arbeitstag und Schicht gerechnet werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

Es gibt derzeit keine Aussagen zu den Transportwegen vom Anlieferer zu den Schachtanlagen. Unklar ist die Art und Verteilung auf die jeweiligen Verkehrsträger sowie das genaue Verkehrsaufkommen, welches im wesentlichen von der Anzahl der Schichten und den jährlichen Einlagerungstagen sowie der Verteilung der Transporteinheiten auf die Verkehrsträger abhängig ist.

Die vom BMU in Auftrag gegebene Transportstudie Konrad (GRS 1991) enthält zwar eine graphische Darstellung der angenommenen Streckenführung der Transporte, aber ebenfalls keine konkreten Zielvorgaben für die anzustrebende Verteilung auf Verkehrsträger. Die GRS-Transportstudie basiert an diesem Punkt auf einer hypothetischen Verteilung (80:20 Verteilung zwischen Schiene und Straße).

Für weitergehende Untersuchungen müssen diese Kenntnislücken beseitigt werden und konkrete Angaben vorliegen.

3.4.6.3 Geplante neue Verkehrsanschlüsse für Schacht Konrad 2

Sachverhaltsdarstellung:

Schienanbindung:

Der Antragsteller sieht vor, eine Direktverbindung vom Übergabebahnhof Beddingen zur Schachtanlage Konrad 2 zu schaffen. Hierzu ist es notwendig, die vorhandene Strecke der Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter GmbH (VPS) zu verschwenken.

Die neue Anschlußbahn Schacht Konrad 2 soll ausschließlich dem Güterverkehr dienen. Es ist vorgesehen, die gesamte Bahnanlieferung über diesen Streckenabschnitt erfolgen zu lassen, was laut Betreiber "ca. 10 Waggons/Tag" ausmacht (BfS Verkehrsanbindung Schacht Konrad 2, 1990, S. 15).

Der Beginn der Neubaustrecke liegt bei Bahn-km 0,3 + 77 der vorhandenen Strecke G (Hütte Nord - Hafen Salzgitter-Beddingen) der VPS. Sie zweigt mit einem Radius von 190 m in Richtung Westen ab. Die Werkstraße der Felswerke wird wie bisher höhengleich gekreuzt. Der Übergang soll durch eine Lichtzeichenanlage mit Halbschranken gesichert werden.

Die BfS sieht weiter vor, die erforderlichen signaltechnischen Ausführungsunterlagen der Anlage (u.a. die Berechnung der Annäherungszeiten des Bahnüberganges) nach Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses zu erstellen und durch einen Sachverständigen überprüfen zu lassen. Die Unterlagen sollen anschließend der Landes-eisenbahnaufsicht (LEA) Hannover zur Genehmigung vorgelegt werden (BfS Verkehrsanbindung, 1990, S.15).

Das Gleis der Anschlußbahn soll über einen Linksbogen in die Lage der heutigen westlichen Werkstraße geführt werden, die zukünftig in diesem Bereich entfällt. Es ist vorgesehen, die Straße dann auf dem eingezäunten Bereich der Schachanlage Konrad 2 enden zu lassen. Im Linksbogen (Bauabschnitt km 0,5 + 73) soll das Gleis der Anschlußbahn einen Betriebsweg der Felswerke höhengleich kreuzen. Es ist vorgesehen, die erlaubte Geschwindigkeit auf 10 km/h auf der Straße und 20 km/h auf der Schiene zu beschränken. Die notwendigen Sichtflächen sollen freigehalten werden. Der Betreiber geht davon aus, daß "maximal 100 Straßenfahrzeuge/Tag" diese Straße benutzen (BfS Verkehrsanbindung, 1990, S.16, vgl. auch Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Anlage Nr.2, Lageplan Schienen- und Straßenausbau).

Eisenbahnsicherungsanlagen:

Die höhengleiche Kreuzung mit der Werkstraße im Bauabschnitt 0,4 + 22 soll durch eine zugbediente Lichtzeichenanlage mit Halbschranken gesichert werden.

Die Weiche bei Bahn-km 0,3 + 77 soll als Grundstellungsweiche ausgebaut werden. Es ist vorgesehen, als Grundstellung die gerade Streckenführung festzulegen (Strecke G: Hütte Nord - Hafen Beddingen) (BfS Verkehrsanbindung, 1990, S.17).

Die Weichenanlage soll über Lichtsignale abgesichert werden. Der zuerst einfahrende Zug erhält Vorrang. Die Einschaltung soll über einen Schienenkontakt erfolgen. Falls von der Grundstellung abgewichen werden soll, erfolgt dies über die Bedienstelle. Die Anzeige der Weichenanlage soll über Weichenlagemelder erfolgen (BfS Verkehrsanbindung, 1990, S.18).

Der höhengleiche Bahnübergang auf der Werkstraße 6 soll zukünftig mit einer technischen Sicherung versehen werden. Auch hier ist der Einbau einer zugbedienten Lichtzeichenanlage mit Halbschranken vorgesehen. Die Geschwindigkeit der Eisenbahn beträgt laut BfS 25 km/h (BfS Verkehrsanbindung, 1990, S.18).

Straßenanbindung:

Schacht Konrad 2 soll über eine neue Zufahrtstraße (Privatstraße) erschlossen werden. Die Einfahrt ist nur über die Industriestraße Nord aus Richtung Westen zu erreichen (AS Salzgitter-Lebenstedt-Nord). Die Industriestraße Nord wird ab dem Zweigkanal Salzgitter bis kurz vor der Abfahrt Beddingen wie in der für die Industriestraße Nord bereits planfestgestellten Weise neu gestaltet (BfS Verkehrsanbindung, 1990, S.22).

Linienführung der Industriestraße Nord:

Um unkontrolliertes Überfahren der Richtungsspuren auf der Industriestraße Nord im Ausfahrtbereich zu vermeiden, wird der Mittelstreifen in diesem Bereich durchgezogen.

Der Straßenquerschnitt im umzugestaltenden Bereich wird dem im Bereich der Abfahrt Beddingen angepaßt. Bis zur Brücke über den Stichkanal wird der Querschnitt dem vorhandenen angepaßt. Die Verschraubung der Leitplanken wird gesichert. Die Verzögerungs- bzw. Beschleunigungsspur der Zufahrtstraße wird bis zur Abfahrt Beddingen als dritte Fahrspur durchgeführt (BfS Verkehrsanbindung, 1990, S.22).

Zufahrtstraße zum Schachtgelände Konrad 2:

Die Zufahrtstraße soll an die südliche Fahrbahn der Industriestraße Nord angebunden werden. Die Zufahrt kann aufgrund des Mittelstreifens nur aus Westen (AS Salzgitter-Lebenstedt-Nord) erfolgen. Eine Rechtsabbiegespur soll neu gebaut werden.

Es ist vorgesehen, die Verzögerungs- bzw. Beschleunigungsspur von der südlichen Fahrspur der Industriestraße Nord in Richtung Schachtgelände zu führen. Beide Spuren überlappen sich teilweise (BfS Verkehrsanbindung, 1990, S.23).

Die Abfahrspur soll über eine 180 Grad-Kurve zur eigentlichen Zufahrtstraße geführt werden. An der Einmündung soll eine Ausfädelspur zur Wiederauffahrt zur Industriestraße Nord als Korrekturmöglichkeit für Fahrfehler zur Verfügung stehen. 250 m vor der Einfahrt soll eine PKW-Unterstellhalle errichtet werden. Von hier aus soll die Zufahrtstraße als verkehrsberuhigte Straße gestaltet werden, was durch Blumenkübel, die in 50 m Abstand aufgestellt werden, erreicht werden soll. Vor der Geländeeinfahrt ist eine Wendemöglichkeit für Fahrzeuge, die keine Einfahrerlaubnis erhalten, vorgesehen (BfS Verkehrsanbindung, 1990, S.23).

Verkehrsflächen für den ruhenden Verkehr:

Der BfS-Plan sieht vor, ca. 250 m vor der Einfahrt zum Schachtgelände westlich der Zufahrtstraße eine PKW-Unterstellhalle zu errichten. Zum Parken während der Anmeldung im Wachgebäude soll vor der Einfahrt, parallel zur Straße, eine Haltebucht für 4 LKWs angelegt werden (BfS Verkehrsanbindung, 1990, S.25).

Der Gutachter:

Die Darstellung der geplanten Verkehrsanschlüsse für Schacht Konrad 2 ist im großen und ganzen vollständig. Der Gutachter weist jedoch auf eine Kenntnislücke hin: Es ist nicht klar, wie der Bereich, in dem die Schienen die Wendemöglichkeiten für Fahrzeuge kreuzen, die keine Einfahrtserlaubnis erhalten, gesichert werden soll.

3.4.6.4 Sonstige anlagenbedingte Verkehre

Berufsverkehre:

Sachverhaltsdarstellung:

In den Antragsunterlagen ist eine PKW-Unterstellhalle vorgesehen, die für die Benutzung durch das Betriebspersonal bestimmt ist.

Der Gutachter:

Hier bestehen jedoch Kenntnislücken darüber, mit welchen Mengen an Kraftfahrzeugen (PKWs, Motorräder, u.ä.) täglich gerechnet werden muß. Außerdem fehlen Erkenntnisse über geplante oder vorhandene Personennahverkehrsverbindungen.

Transporte von Haufwerk zum Tagebau Haverlahwiese:

Sachverhaltsdarstellung:

"Das zu Tage geförderte Haufwerk wird, soweit es nicht andersweitig verwertet werden kann, auf einer Teilfläche des Tagebaus Haverlahwiese deponiert" (BfS Plan 4/90, Kurzfassung, S.70).

Der Gutachter:

Von Seiten des Antragsstellers werden keinerlei Aussagen zu möglichen Mengen und der Art des Transports zum Tagebau Haverlahwiese gemacht. Somit ist die Darstellung der mit der Haufwerksverbringung verbundenen Umweltauswirkungen (z.B. Staub- und Lärmimmissionen) derzeit nicht möglich.

Rücktransporte von nicht freigegebenen Abfallgebinden:

Der Gutachter:

Kenntnislücken bestehen über die Behandlung und den Verbleib von LKW-Transportern mit radioaktiven Abfällen, die das Eingangstor nicht passieren dürfen. Dies kann unterschiedliche Gründe haben, wie z.B. unvollständige Begleitpapiere oder ein negatives Ergebnis der am Wachgebäude vorgenommenen Sichtkontrolle. Es müßte dargestellt werden, wie in einem solchen Fall zu verfahren ist.

3.4.7 Zeitlicher Ablauf der Realisierung des Vorhabens

Sachverhaltsdarstellung:

Der Ablauf der Erstellung des untertägigen Grubengebäudes wird im Plan Konrad, Kap. 3.2.4.2-3, beschrieben. Die Reihenfolge der Auffahrung und Nutzung der Einlagerungsfelder ist dort festgelegt und beginnt mit dem Feld 5.1. Mit der Einlagerung wird erst begonnen, wenn das jeweilige Feld bzw. ein als Kontrollbereich abtrennbares Teilfeld vollständig aufgefahren worden ist.

Die Verfüllung der Einlagerungskammern erfolgt abschnittsweise dem Einlagerungsfortschritt folgend. Alle anderen Grubenbaue werden mit dem Haufwerk verfüllt, sobald sie für den Betrieb nicht mehr erforderlich sind.

Der Gutachter:

Aus sicherheitstechnischer Sicht bestehen keine Defizite in der Darstellung des Ablaufs der Realisierung des Vorhabens. Darauf weist auch der TÜV-Hannover/Sachsen-Anhalt ausdrücklich hin. Ständige Kontrolle wird wirksam verhindern, daß Auffahr-Arbeiten den Kontrollbereich berühren. Gleichwohl hält der UVP-Gutachter eine diagrammartige Darstellung (z.B. in Form eines Netzplans) des zeitlichen Ablaufs der Realisierung des Vorhabens für eine wünschenswerte Ergänzung der Antragsunterlagen. Wichtige Angaben sind die erforderlichen Zeiten zur Erstellung der Einlagerungsfelder und die Nutzungsdauer der in Betrieb befindlichen Felder, um Überschneidungen ausschließen zu können.

Betriebs- oder bedarfsbedingte Verschiebungen des Zeitplans sind im Laufe der Betriebsjahre unvermeidlich, aber dem Betrachter wird durch einen Ablaufplan der Überblick über das Vorhaben erleichtert.

Der Ablaufplan sollte bei einem Projekt dieser Größenordnung eindeutig und nachvollziehbar dargestellt werden.

4. Abgrenzung des UVP-Untersuchungsgebietes

4.1 Anforderungen an die Gebietsabgrenzung

Voraussetzung für die Wirkungsanalyse in der Umweltverträglichkeitsprüfung ist eine angemessene, auf das jeweilige Vorhaben bezogene Abgrenzung des Untersuchungsgebietes. Das UVPG fordert die Beschreibung des Ist-Zustandes der möglicherweise erheblich beeinträchtigten Umwelt. Eine Festlegung oder räumliche Präzisierung der Einwirkungsbereiche eines Vorhabens erfolgt im Gesetz nicht. Es ist zweifelsfrei, daß der Einwirkungsbereich sich zur Beschreibung und Bewertung ökologischer Wechselwirkungen nicht nur auf die überplante Fläche beschränken darf, sondern auch die Umgebung einbezogen werden muß.

In der Regel richtet sich diese Abgrenzung nach den Reichweiten maximal möglicher Immissionen oder anderer Umweltauswirkungen, die durch das Vorhaben hervorgerufen werden können. Voraussetzung für die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes ist also eine Grobeinschätzung der Reichweite zu erwartender Umweltwirkungen.

Das UVPG kennt die Abstimmung zwischen dem Vorhabensträger und der Genehmigungsbehörde nach § 5 ("Unterrichtung über den voraussichtlichen Untersuchungsrahmen"), in der z.B. Absprachen über Form und Inhalt einer UVU oder auch zur Eingrenzung des Untersuchungsraumes getroffen werden. Ein solcher Termin hat im Verfahren Konrad jedoch nicht stattgefunden.

Die Genehmigungsbehörde hat bisher keine Vorgabe zur Abgrenzung des zu untersuchenden Raumes gemacht.

Angaben des Antragstellers zum Untersuchungsgebiet:

Der Antragsteller hat UVP-relevante Unterlagen in der Langfassung, in der Kurzfassung des Planes (Stand 9/86 i.d.F. 4/90), in der allgemeinverständlichen Zusammenfassung und in einer Reihe von ergänzenden Unterlagen vorgelegt (vgl. Kap. 1.3). Der UVP-Untersuchungsraum des Antragstellers ist im wesentlichen auf die Fläche innerhalb eines 5 km-Radius um die beiden Schächte Konrad 1 und 2 beschränkt. Der Antragsteller spricht in diesem Zusammenhang vom "engeren Standortgebiet, das detaillierter beschrieben wird". Der Antragsteller hat diese Abgrenzung in Anlehnung an die Praxis in atomrechtlichen Genehmigungsverfahren für Kernkraftwerke vorgenommen (vgl. Zusammenstellung der in atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für Kernkraftwerke zur Prüfung erforderlichen

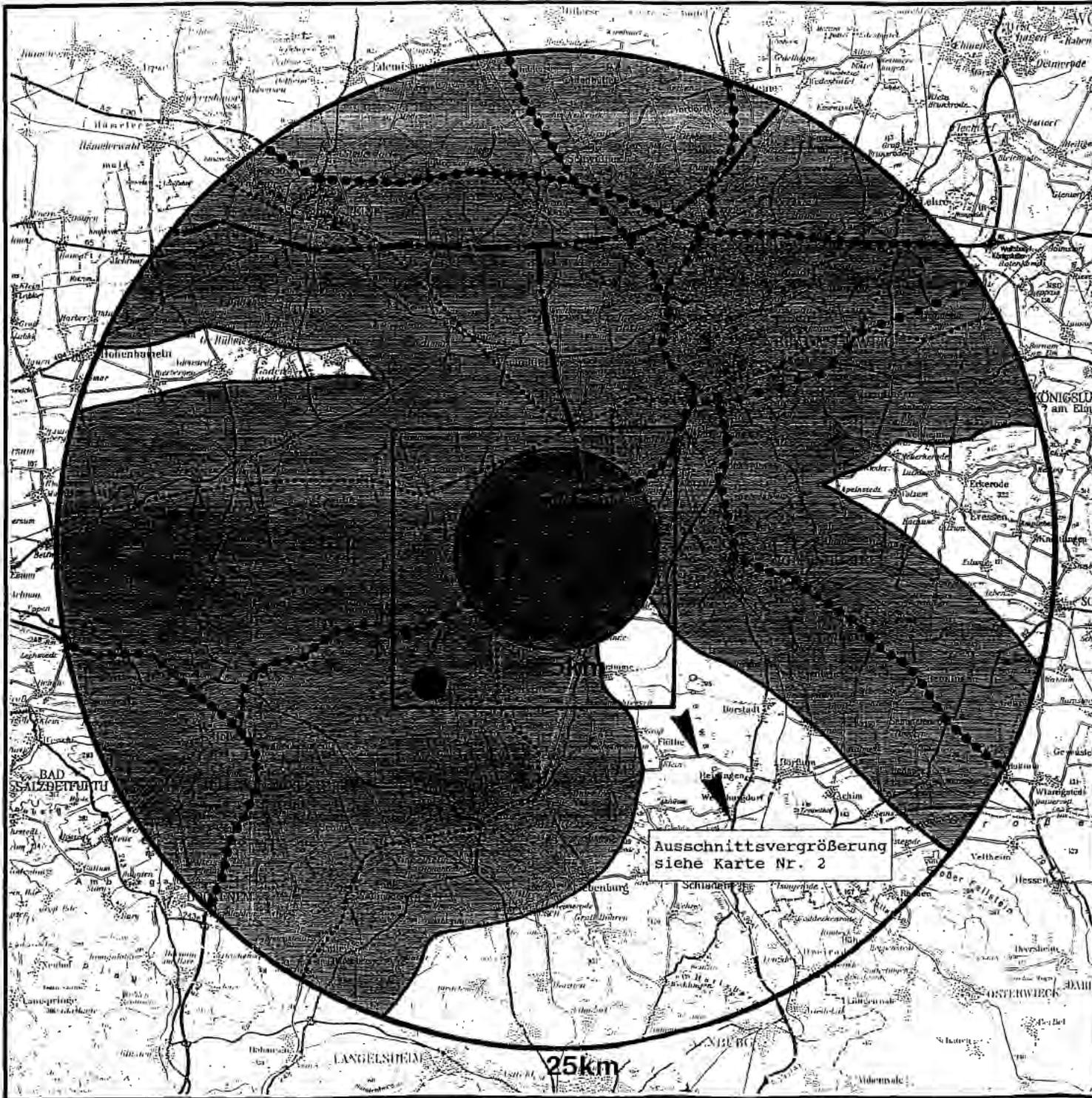
Informationen, Bekanntmachung des BMI, RSI 6, Bonn 20.10.1982). Allerdings finden sich an zahlreichen Stellen des Planes bzw. der Kurzfassung je nach den Erfordernissen des jeweils untersuchten Schutzgutes Angaben, die zum Teil weit über diesen 5 km-Radius hinaus gehen. Beispielsweise werden Austrittsbereiche belasteter Grundwässer im Bereich Salzgitter-Üfingen/Großgleidingen etwa 10 km nördlich der Schachtanlage festgestellt oder Angaben über den Vörfluter Aue auch jenseits des 5 km-Radius gemacht. Dies sind jedoch jeweils nur punktuelle Referenzen, die sich auf einen bestimmten Standort, an dem eine Umweltauswirkung zu erwarten ist, beziehen; Angaben über eine flächenhafte Gebietsabgrenzung jenseits des 5 km-Radius finden sich nicht.

Der Gutachter:

Der Antragsteller trägt keine Überlegungen vor, aus denen hervorginge, daß das Untersuchungsgebiet nach den Reichweiten möglicher Umweltauswirkungen abgegrenzt wurde. Die Anwendung der BMI-Richtlinie für die Zusammenstellung von Unterlagen für die Genehmigung von Kernkraftwerken spricht allerdings für eine gewisse Konservativität bei der Gebietsabgrenzung, da das Gefährdungspotential des Endlagers im Störfall und bei Unfällen für die unmittelbare Standortumgebung geringer sein dürfte als das von Kernkraftwerken.

Unabhängig davon hält es der Gutachter für sinnvoll, für jedes der im UVPG genannten Schutzgüter einen eigenen Untersuchungsraum abzugrenzen (Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft/Klima, Landschaft, Kultur- und Sachgüter). Denn die Reichweite möglicher Wirkungen unterscheidet sich von Umweltbereich zu Umweltbereich. Außerdem hält der Gutachter die Beschreibung der Realnutzung in dem vom Vorhaben beeinflussten Bereich für sinnvoll. Die Realnutzung soll für einen Raum beschrieben werden, der durch die Außengrenzen der Untersuchungsgebiete für alle anderen Schutzgüter abgegrenzt ist.

Karte 1



Untersuchungsgebiet für die Umweltbereiche:
Mensch, Klima/Luft, Boden, Tiere/Pflanzen



Schacht Konrad 2
mit 5km Radius



Transportkorridore:

bestehend aus Transportwegen und beidseitigen
5km breiten Streifen, innerhalb eines 25 km
Radius um Schacht Konrad 2

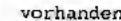


Schiene



Kanal

Straße



vorhanden



geplant

Untersuchungsgebiet nur für
den Umweltbereich Tiere/Pflanzen



Tagebau Haverlahwiese

Ausschnittsvergrößerung
siehe Karte Nr. 2

Umweltverträglichkeitsgutachten

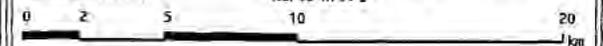
Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Untersuchungsgebiet für
die Umweltbereiche
- Mensch - Klima/Luft
- Boden - Tiere/Pflanzen

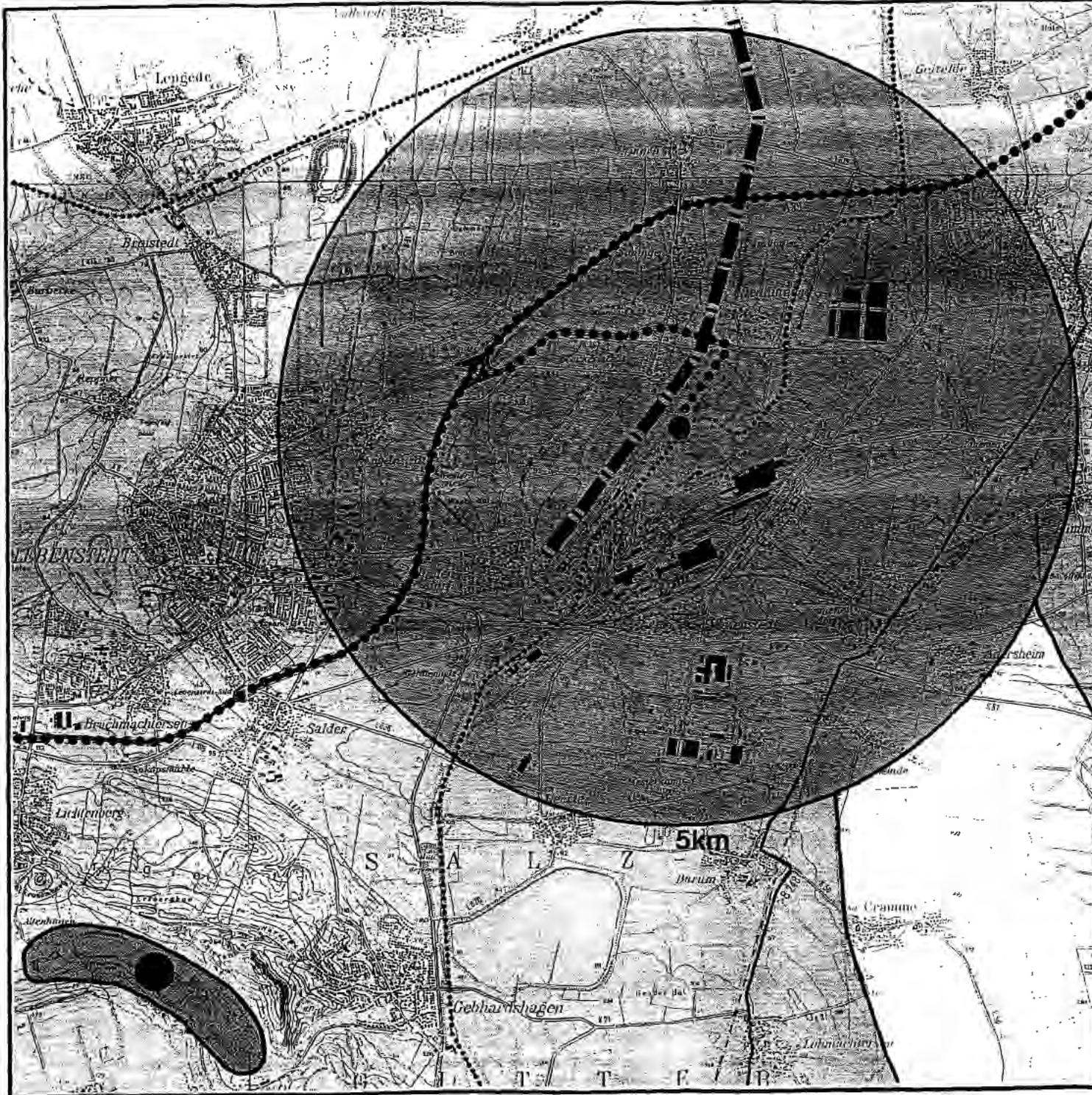
Maßstab 1:200.000

Karte Nr.: 1



Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure

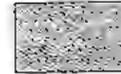
Karte 2



Untersuchungsgebiet für die Umweltbereiche:
Mensch, Klima/Luft, Boden, Tiere/Pflanzen



Schacht Konrad 2
mit 5km Radius



Transportkorridore:

bestehend aus Transportwegen und beidseitigen,
5km breiten Streifen, innerhalb eines 25 km
Radius um Schacht Konrad 2

..... Schiene

▬▬▬ Kanal

●●●●● Straße

Untersuchungsgebiet nur für
den Umweltbereich Tiere/Pflanzen



Tagebau Haverlahwiese

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Untersuchungsgebiet für
die Umweltbereiche
- Mensch - Klima/Luft
- Boden - Tiere/Pflanzen

Maßstab 1:50.000

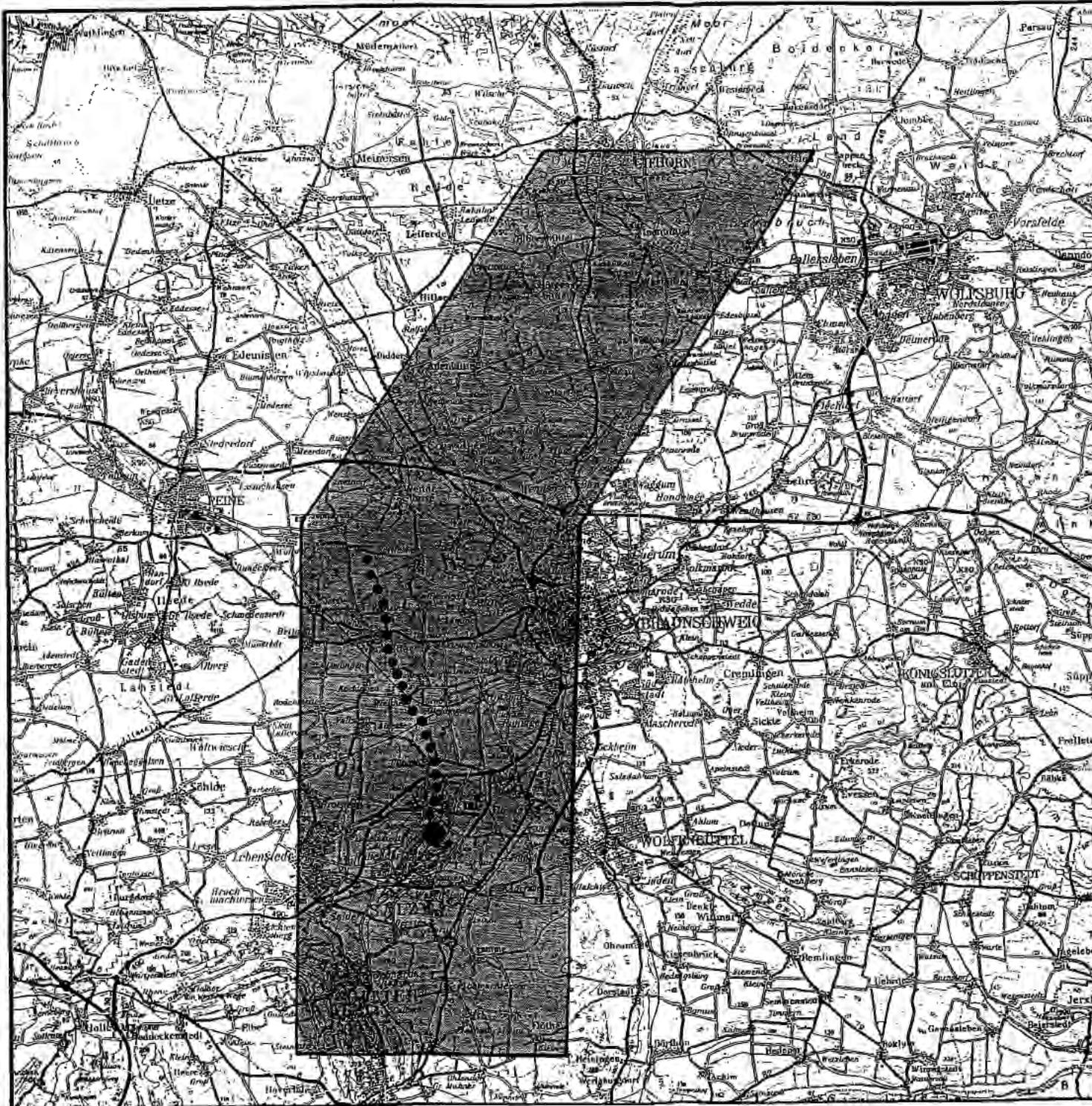
Karte Nr.: 2

0 0,5 1 2 5 km



Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure

Karte 3



Standort:
Konrad Schacht 2



hydrogeologisches
Modellgebiet



Überschwemmungsbereich
der Aue
im Gebiet der Gemeinde Verdelde

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

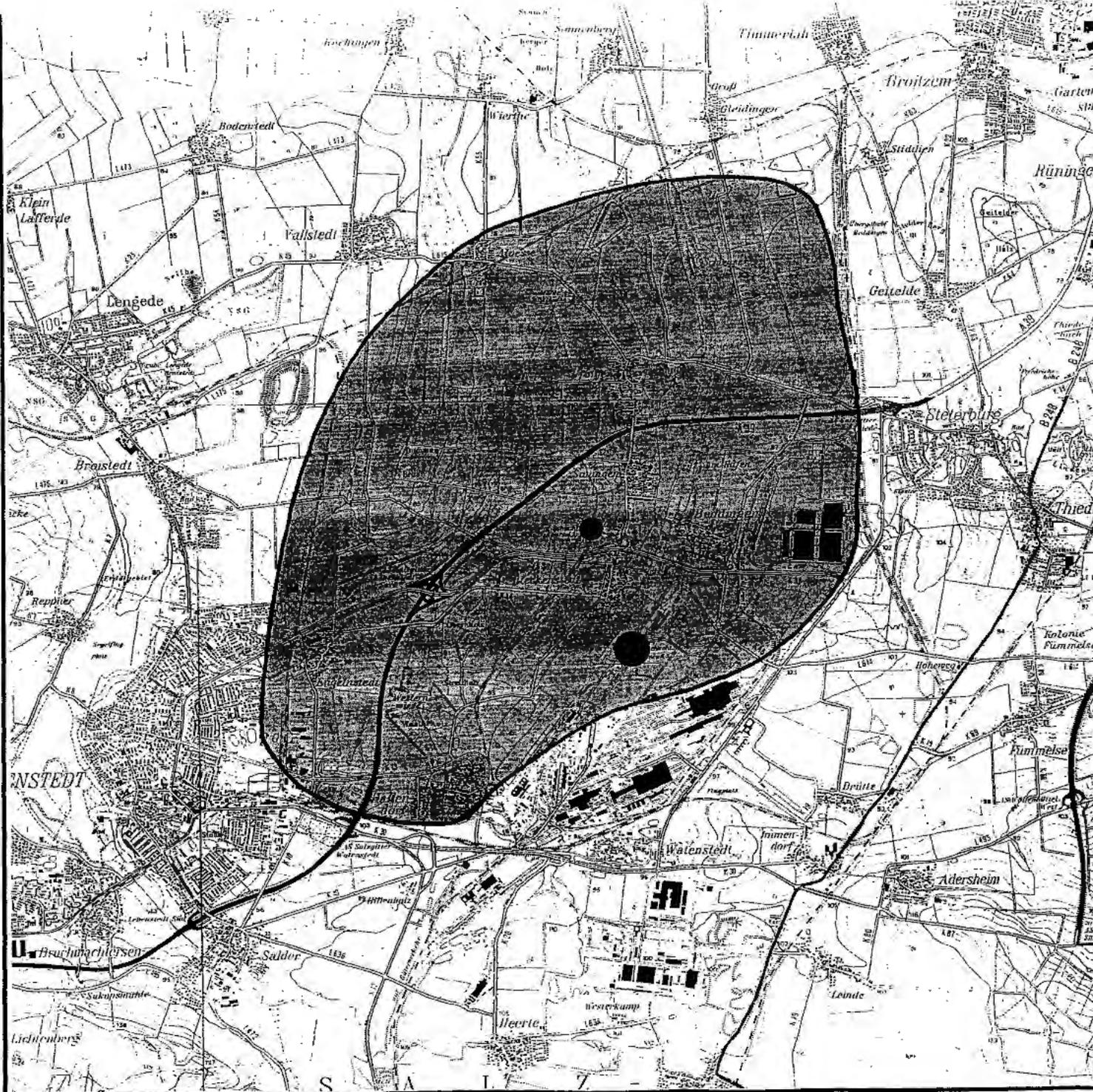
Inhalt: Untersuchungsbereich für
den Umweltbereich
- Wasser
- Eisenerz-Vorkommen

Maßstab 1:200.000 Karte Nr.: 3



**Deutsche
Projekt
Union GmbH**
Planer
Ingenieure

Karte 4



Standort Kunrad:

Schacht 1

Schacht 2

Sichtbereich

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Kunrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Untersuchungsgebiet für
die Umweltbereiche
- Kultur-/Sachgüter
- Landschaft

Maßstab 1:50.000 Karte Nr.: 4

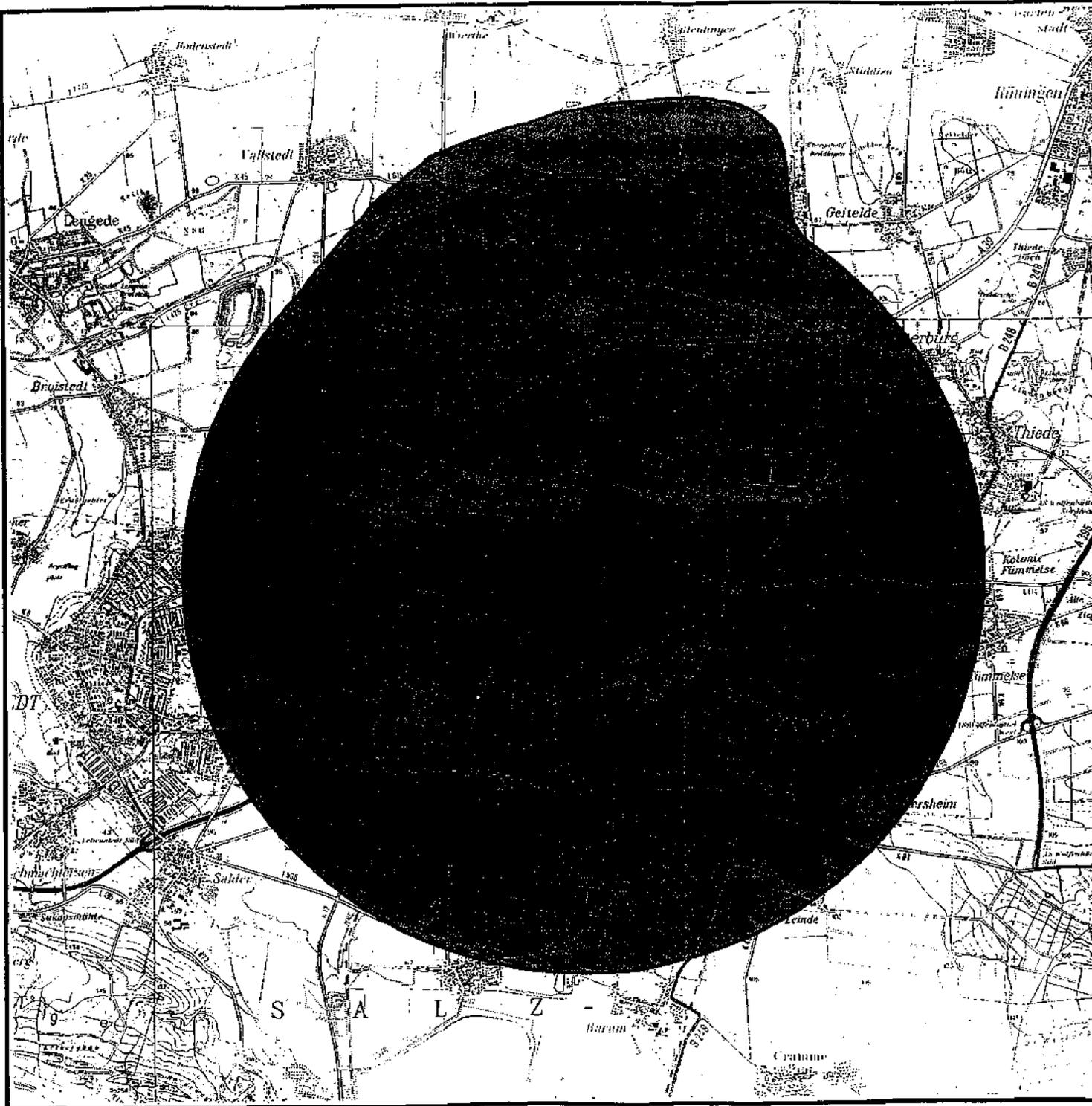
0 0,5 1 2



**Deutsche
Projekt
Union GmbH**
Planer
Ingenieure

1 km

Karte 5



Standort Konrad:

Schacht 1

Schacht 2



Untersuchungsbereich
Realnutzung

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Untersuchungsgebiet
Realnutzung

Maßstab 1:50.000

Karte Nr.: 5

0 0,5 1 2 5 km



Grundsätzlich gilt für jede Abgrenzung eines UVP-Untersuchungsgebietes, daß die Außengrenzen eher zu weit als zu eng gewählt werden sollten. Die Gebietsabgrenzung dient einem heuristischen Zweck: Sie muß vorgenommen werden, bevor die zu erwartenden Umweltauswirkungen selbst dargestellt oder kartiert worden sind. Sie muß also im Grunde die spätere Bewertung in grober Form vorwegnehmen.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die Abgrenzung des Untersuchungsraumes muß aus Sicht des Gutachters drei Anforderungen entsprechen:

- sie muß plausibel sein, d.h. sie muß sich aus wissenschaftlichen Überlegungen des jeweiligen Umweltbereiches ergeben,
- sie muß praktisch handhabbar sein (Trennschärfe, räumliche Abgrenzung und Verfügbarkeit von Daten),
- sie muß den voraussichtlichen Auswirkungsraum des Vorhabens voll abdecken, dabei aber einen gewissen Sicherheitsspielraum nach oben lassen, da sie die eigentliche Bewertung zwar gedanklich vorwegnehmen muß, aber noch nicht über deren wesentliche empirische Befunde verfügt.

4.2 Gebietsabgrenzung des Gutachters

In einem späteren Kapitel des Gutachtens wird zu zeigen sein, daß eine Reihe unterschiedlicher Wirkfaktoren, die vom geplanten Vorhaben ausgehen, zu Beeinträchtigungen der Schutzgüter der Umwelt führen werden. Es werden Auswirkungen in einem räumlich abgrenzbaren Gebiet erwartet. Diese Wirkfaktoren reichen von konventionellen Luftverunreinigungen über radioaktive Emissionen verschiedenster Art, über die Aufsalzung des Abwassers bis hin zu landschaftsästhetischen Veränderungen oder der Veränderung von Kulturdenkmälern, die in einem räumlich abgrenzbaren Bereich sichtbar sind. Auf fast jedes der Schutzgüter wirken verschiedene Wirkfaktoren ein und können zu Beeinträchtigungen führen.

Ausbreitungsbedingungen von Emissionen und die Reichweite von Beeinträchtigungen sind in jedem Einzelfall unterschiedlich. Allerdings wäre es nicht sinnvoll, bei der Gebietsabgrenzung darauf Rücksicht zu nehmen. Es geht nicht darum, ein Untersuchungsgebiet für jeden einzelnen Wirkfaktor abzugrenzen, sondern Zweck der Gebietsabgrenzung ist es, zunächst einmal den Ist-Zustand für jedes Schutzgut innerhalb eines räumlich abgrenzbaren Bereiches zu erfassen und in der späteren Wirkungsanalyse die Auswirkungen des Vorhabens in ihrer räumlichen Dimension dar-

zustellen. Wenn also auf ein bestimmtes Schutzgut mehrere Emissionen wirken, deren mutmaßliche Reichweite unterschiedlich ist, so ist für die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes die weiteste Ausdehnung zu wählen. So ging der Gutachter z.B. bei der Gebietsabgrenzung für den Umweltbereich Klima/Luft vor. Zunächst grenzte er ausgehend von den zu erwartenden konventionellen Emissionen den Vorgaben der TA-Luft entsprechend einen möglichen Auswirkungsbereich ab. Anschließend nahm er ausgehend von den radioaktiven Emissionen eine weitere Gebietsabgrenzung vor. Diese fiel unter konservativen Gesichtspunkten weiträumiger aus. Dementsprechend wurde die äußere Grenze dem Untersuchungsgebiet Schutzgut Klima/Luft zugrunde gelegt.

Die Abgrenzungen der Untersuchungsgebiete berücksichtigen die Situation im Normalbetrieb des Endlagers; außerdem waren die Auswirkungen bei Störfällen und - im Falle des Transportgeschehens im engeren Umfeld der Anlage - auch bei Unfällen mit zu betrachten.

Der Gutachter nahm zunächst Gebietsabgrenzungen für die Umweltbereiche Klima/Luft und Wasser vor, weil dies die Transportmedien sind, die zum Radionuklideintrag in den Boden und zu Wirkungen auf den Menschen sowie Tiere und Pflanzen führen.

Der Gutachter schlägt folgende Gebietsabgrenzungen vor:

Schutzgut Klima/Luft

Der Gutachter grenzt für diesen Umweltbereich einerseits ein Gebiet um den Standort des Schachtes Konrad 2, zum anderen ein Gebiet um die Transportrouten für Abfallbindetransporte im Nahbereich der Anlage ab.

Zunächst zum Untersuchungsgebiet um den Standort der Anlage:

Schacht Konrad 1, der u.a. als Wetterschacht dient, braucht in diesem Zusammenhang nicht betrachtet zu werden. Die Emissionen, die von dem kleinen Heizkraftwerk am Standort Konrad 1 ausgehen, sind in bezug auf die Gebietsabgrenzung vernachlässigbar.

Die Gebietsabgrenzung für den Umweltbereich Klima/Luft orientiert sich daher (soweit sie das Untersuchungsgebiet um den Standort der Anlage betrifft) am Emittenten Schacht Konrad 2.

Bei ausschließlicher Betrachtung des Einlagerungsbetriebes hält der Gutachter die vom Antragsteller vorgenommene Abgrenzung der Fläche innerhalb eines 5 km-Radius um Schacht Konrad 2 für angemessen.

Der Gutachter zog zum Vergleich die Bestimmung des Untersuchungsgebietes nach TA-Luft heran. Danach wird das Untersuchungsgebiet durch alle vollständig innerhalb eines Radius entsprechend der 30-fachen Schornsteinhöhe (in unserem Fall: Diffusorhöhe 45 m) um den Emissionsschwerpunkt liegenden Beurteilungsflächen definiert. Zusätzlich umfaßt das Beurteilungsgebiet alle Flächen innerhalb eines Radius entsprechend der 50-fachen Schornsteinhöhe, auf denen die Zusatzbelastung IZ1 durch den jeweiligen Schadstoff, für den die Zusatzbelastung ermittelt werden soll, mehr als 1 % des Immissionswertes IW1 beträgt.

Unter konservativen Gesichtspunkten sollte als Radius für das Untersuchungsgebiet nach TA-Luft die 50-fache Schornsteinhöhe betrachtet werden. Danach ergäbe sich ein Untersuchungsgebiet mit einem Radius von $R = 2.250$ m. Für den Normalbetrieb der Anlage könnte man auf der Basis der für den Standort charakteristischen Verteilung der Windrichtungen ein nicht-kreisförmiges Untersuchungsgebiet, das die Verbreitung der luftgetragenen Schadstoffe in Abhängigkeit von der Windrichtung berücksichtigt, abgrenzen.

Die Vorgaben der TA-Luft gelten jedoch ausschließlich für die Ausbreitung gas- und partikelförmiger Schadstoffe. Im Falle des Endlagers Schacht Konrad ist bei der Gebietsabgrenzung in erster Linie die Radionuklidenausbreitung über die Luft zu betrachten.

Bei den radioaktiven Emissionen müssen auf jeden Fall außer dem Normalbetrieb auch Schadstoffemissionen bei Störfällen betrachtet werden. Die maximal möglichen Strahlenexpositionen beim **Normalbetrieb** liegen in der Nähe der Anlage; beim **Störfall** wird am Zaun des Betriebsgeländes höchstens der Störfallrichtwert erreicht. Aber auch außerhalb des Betriebsgeländes kann es zu hohen Belastungen kommen.

Störfälle sind unabhängig von der vorherrschenden Windrichtung zu berücksichtigen, deshalb wäre wiederum ein kreisförmiges Untersuchungsgebiet angemessen, das jedoch in seinen Dimensionen der besonderen Problematik radiologischer Emissionen entsprechen sollte.

Es kann davon ausgegangen werden, daß auch unter dem Gesichtspunkt der Radionuklidenausbreitung über die Luft nach einem realistisch vorstellbaren Störfall

innerhalb der Anlage ein Untersuchungsraum, der durch den 5 km-Radius abgegrenzt wird, ausreichend ist.

Da der schwerste denkbare Störfall ein Transportunfall auf dem Betriebsgelände ist, legt der Gutachter diese Einschätzung eine Aussage der Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH zugrunde; die in ihrer Transportstudie probabilistisch die Häufigkeitsverteilung der effektiven Dosis, die durch Transportunfälle hervorgerufen wird, in bestimmten Abständen vom Transportband ermittelt hat.

Demnach ist bei der Betrachtung aller vorstellbaren Transportunfälle und aller Expositionspfade das Maximum der Häufigkeitsverteilung für die höchste, durch eine unfallbedingte Freisetzung verursachte Exposition, in einer Entfernung von 250 m vom Unfallort zu erwarten. Mit zunehmender Entfernung wird die Strahlenexposition durch den Verdünnungseffekt abnehmen, während die Exposition bei geringeren Entfernungen nicht zwangsläufig zunimmt, sondern insbesondere bei Betrachtung der langfristigen Expositionspfade sogar ebenfalls leicht abnehmen kann (GRS Transportstudie, S. 127).

Für diesen Effekt werden in der GRS Transportstudie folgende Gründe angeführt:

- für kurze Entfernungen ist es unrealistisch anzunehmen, daß keine Gegenmaßnahme zur Verringerung der Strahlenexposition getroffen werden. Zumal die Effizienz solcher Maßnahmen im Nahbereich eines Unfalls am höchsten ist (z.B. Dekontamination des Bodens usw.). Ebenso ist die Berechnungsgrundlage, daß sämtliche Nahrungsmittel einer Person über einen Zeitraum von 70 Jahren aus noch geringeren Entfernungen als 250 m vom Unfallort stammen, unwahrscheinlich.

Bei Unfällen mit Brandereignis erfahren die freigesetzten Radionuklide durch die heißen Brandgase einen thermischen Auftrieb, so daß die maximalen Aufpunkte für die Schadstoffe in Entfernungsbereichen von einigen 100 m liegen.

Wie schon in Kap. 4.1 erwähnt, muß das UVP-Untersuchungsgebiet den voraussichtlichen Auswirkungsraum des Vorhabens voll abdecken und dabei einen gewissen Sicherheitsspielraum nach oben lassen.

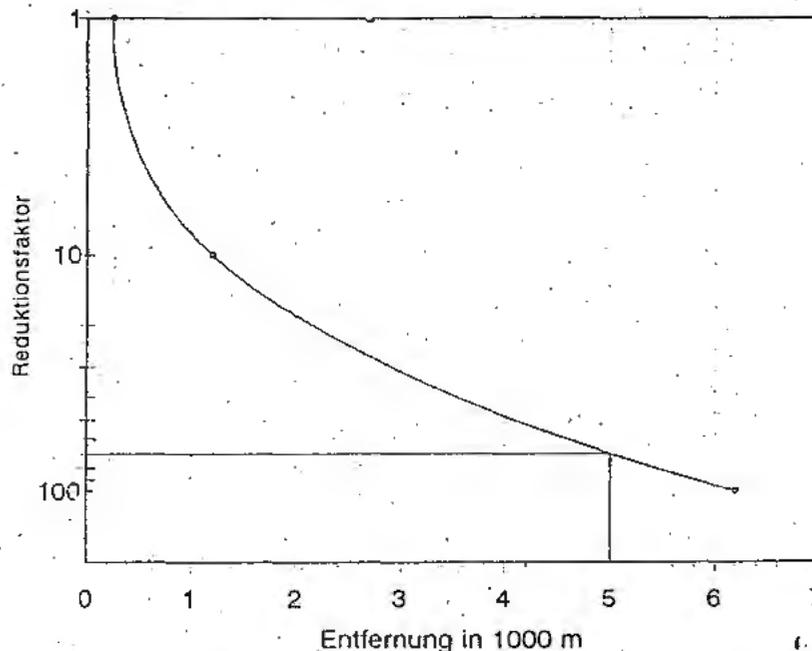
Aus diesem Grund ist die Grenze des Untersuchungsgebietes in einer Entfernung zu ziehen, in der eine Reduzierung einer möglichen Exposition auf einen unerheblichen Wert zu erwarten ist. Die Höhe des Reduktionsfaktors legt der Gutachter auf einen Wert von mindestens 50 fest. Dieser Wert wird aus dem Störfallrichtwert des § 28 StrlSchV und aus den Dosisgrenzwerten für außerbetriebliche Überwachungsbereiche im Normalbetrieb abgeleitet. Während der Störfallrichtwert von 50 mSv/a für

eine Novellierung nicht vorgesehen ist, steht der Dosisgrenzwert für außerbetriebliche Überwachungsbereiche des § 44 StrlSchV von 1,5 mSv/a in der EG derzeit zur Diskussion. Im Rahmen einer EG-Richtlinie wird ein Grenzwert von 1,0 mSv/a empfohlen. Diese Überlegungen führten zur Festlegung des o.g. Reduktionsfaktors.

Die vom Antragsteller vorgenommene Gebietsabgrenzung kann nun auf der Basis einer Aussage der GRS auf die Einhaltung dieser Reduktionsforderung überprüft werden. Laut dieser Aussage nehmen die potentiellen Strahlenexpositionen ausgehend von einem Abstand von 250 m um einen Faktor 10 in einer Entfernung von ca. 1.200 m ab. Eine weitere Reduzierung um einen Faktor 10 (also Reduktionsfaktor 100) erfolgt bei ca. 6.200 m (GRS Transportstudie, S. IX). Diese Funktion wird in Abb. 4.2.1 näherungsweise dargestellt.

Wie aus Abb. 4.2.1 zu ersehen ist, beträgt der Reduktionsfaktor in einer Entfernung von 5.000 m ca. 70. Diese Reduzierung einer potentiellen Strahlenexposition wird vom Gutachter als ausreichend konservativ angesehen.

Abb. 4.2.1: Reduzierung einer potentiellen Strahlenexposition in Abhängigkeit von der Entfernung zum Unfallort (nach GRS, 1991)



Beim Endlager Schacht Konrad ergibt sich jedoch das Problem, daß außer dem Einlagerungsbetrieb auch das **Transportgeschehen** zu radiologischen Umweltauswirkungen führen kann. Demnach müssen ergänzend die Transporte von

radioaktiv belasteten Abfallbinden im näheren Umfeld der Anlage Konrad 2 betrachtet werden. Radiologische Auswirkungen bei bestimmungsgemäßem (unfallfreiem) Abfalltransport auf die Umgebung der Transporttrassen haben im Vergleich zu Störfallauswirkungen nur eine geringe Reichweite, daher müssen auch hier die Auswirkungen betrachtet werden, die im Falle von Unfällen, bei denen es zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung kommt, eintreten können.

Die Gesellschaft für Reaktorsicherheit ermittelte in ihrer Transportstudie Eintrittshäufigkeiten von Transportunfällen innerhalb des 25 km Umkreises um die Schachanlage. Dies ist der Bereich, in dem wesentliche Transporttrassen, auf denen Gebinde angeliefert werden, gebündelt sind. Allerdings wäre es aus transporttechnischer Sicht vorzuziehen, das Gebiet so abzugrenzen, daß die Transportwege jeweils vom Schnittpunkt der Bündelung an betrachtet würden. Das hieße z.B. für Straßen-transport aus östlicher Richtung, daß die Autobahn A 2 ab Abfahrt Magdeburg, wo die ostdeutschen Autobahnen zusammentreffen, betrachtet werden müßte. Beim Eisenbahntransport bedeutete es z.B., daß die Eisenbahnstrecke Hannover-Berlin, die die Hauptzufahrtsstrecke für Schienentransporte sein wird, spätestens vom Knotenpunkt Lehrte an und nicht erst von Peine an zu betrachten wäre (vgl. GRS Transportstudie, S. 35). Außerdem wurden die mit den Transportunfällen verbundenen radiologischen Auswirkungen ermittelt.

Laut Protokoll des Statusgespräches des BMU mit dem NMU vom 11.06.1992, an dem auch der Gutachter beteiligt war, wird jedoch der Nahbereich, in dem im Rahmen des UVP-Gutachtens das Transportgeschehen betrachtet werden soll, in Anlehnung an die GRS Transportstudie auf ein Gebiet mit einem Radius von 25 km um die Anlage festgelegt.

Analog zur Festlegung des Untersuchungsgebietes um die Anlage auf einen 5 km-Radius um Schacht Konrad 2 wäre somit ein Korridor um die möglichen Transportwege innerhalb des Nahbereichs als UVP-Untersuchungsgebiet festzulegen. Allerdings kann man nicht davon ausgehen, daß die Unfallhäufigkeit entlang der Transportbänder unterschiedlich ist. In der GRS-Studie wurden zwar entsprechende Berechnungen durchgeführt, doch in der im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums durchgeführten Schwachstellenanalyse der GRS-Transportstudie Konrad wurde nachgewiesen, daß weder die Darstellung möglicher Transportunfälle noch die Berechnung von Eintrittswahrscheinlichkeiten als realistisch angesehen werden können (Hirsch 1992). In der Realität muß man davon ausgehen, daß sich

entlang der Transportrouten Punkte mit hoher Unfallhäufigkeit und solche mit geringerer Unfallwahrscheinlichkeit identifizieren ließen.

Der Gutachter legt deshalb 10 km-breite Korridore (5 km auf jeder Seite der Transportwege) innerhalb des Nahbereiches als ergänzendes UVP-Untersuchungsgebiet fest.

Wie aus der Karte Nr. 1 ersichtlich ist, wird von den 10 km breiten Transportkorridoren der überwiegende Teil der Fläche innerhalb des 25 km-Umkreises abgedeckt. Lediglich 3 Flächen im Süden, Osten und Westen der Anlage werden von UVP-Untersuchungsgebiet ausgeschlossen (vgl. Karte Nr. 1).

Zwei kleinere Flächen im Süd-Westen des Endlagers Schacht Konrad in der Nähe von Gustedt bzw. Henneckenrode, die ebenfalls nicht mit abgedeckt sind, werden aus Gründen der praktischen Handhabbarkeit und der Trennschärfe in das Untersuchungsgebiet mit eingeschlossen.

Diese Abgrenzung des UVP-Untersuchungsgebietes umfaßt zweifellos eine Fläche von außerordentlicher Größe, die in der bisherigen UVP-Praxis ohne Parallele ist, allerdings entspricht sie der Besonderheit des Vorhabens, erscheint ausreichend konservativ und ist so dem heuristischen Zweck angemessen.

Allerdings hält der Gutachter das weiträumigere UVP-Untersuchungsgebiet im 25 km-Radius im Gegensatz zum engeren 5 km-Radius angesichts der genannten Vorbehalte lediglich für eine grobe Orientierung. Während für den engeren Untersuchungsbereich in der Bestandsaufnahme auch Detailkartierungen einzelner Phänomene sinnvoll sind, kann die gleiche Detailschärfe bei der Bestandsaufnahme für diesen Bereich nicht gefordert werden.

Schutzgut Wasser

Der direkte Einflußbereich des Vorhabens Endlager auf das Schutzgut Wasser betrifft diejenigen Vorfluter, in die Einspeisungen erfolgen:

1. Die Aue für Gruben- und geklärtes Abwasser
2. Der Beddinger Graben für Regenwasser.

Der Gutachter betrachtet den Überflutungsbereich der Aue bis zum Mittellandkanal als Untersuchungsgebiet.

Weiterhin muß das mögliche Austreten kontaminierter fossiler Grubenwässer betrachtet werden. Dabei kann zunächst offen bleiben, ob diese Wirkungen (wie vom Antragsteller angenommen) nur innerhalb eines äußerst langen Zeitraums oder evtl. doch früher zu erwarten sind. Auf jeden Fall ist für die Bewertung der Umweltwirkungen in der Nachbetriebsphase das gesamte hydrogeologische Modellgebiet als UVP-Untersuchungsgebiet für das Schutzgut Wasser anzusehen (vgl. Karte 3).

Schutzgut Mensch

Das Untersuchungsgebiet für das Schutzgut Mensch umfaßt für die Einlagerungsphase die Fläche innerhalb des 5 km-Radius um Schacht Konrad 2; ergänzend innerhalb des 25 km-Radius um den Standort Korridore von 5 km Breite beiderseits der Transportwege (in Anlehnung an die Gebietsabgrenzung Klima/Luft), darüberhinaus den Überflutungsbereich der Aue bis zum Mittellandkanal (in Anlehnung an die Gebietsabgrenzung Wasser).

Wie bereits im Zusammenhang mit dem Schutzgut Klima/Luft dargestellt, wird sich die Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes in erster Linie auf die Fläche innerhalb des 5 km-Radius beziehen. Welche weiteren Untersuchungen innerhalb des 25 km-Radius sinnvoll sind, wird von Fall zu Fall zu entscheiden sein.

Für die Nachbetriebsphase ist das gesamte hydrogeologische Modellgebiet Untersuchungsraum, da das Grundwasser als Transportmedium für einen möglichen Radionuklidaustritt anzusehen ist.

Schutzgut Tiere/Pflanzen

Der Umweltbereich "Tiere und Pflanzen" bezieht sich auf die Flora und Fauna des Untersuchungsgebietes.

Beim Umweltbereich "Tiere und Pflanzen" ist zu berücksichtigen, daß im Vergleich zum Umweltbereich "Mensch", eine Kollektivbetrachtung einiger tausend Arten erfolgen muß, wobei diese Arten nicht nur untereinander, sondern auch im Vergleich zum Menschen erhebliche Unterschiede in ihrer Strahlensensibilität aufweisen. So erreicht z.B. die Letaldosis₅₀ für Kaninchen den doppelten, für Insekten mittlerer Empfindlichkeit den 20-fachen Dosisaufwand im Vergleich zum Menschen (Krebs 1968).

Trotzdem hält der Gutachter eine Abgrenzung des Untersuchungsgebietes für den Umweltbereich "Tiere und Pflanzen" in Anlehnung an die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes für die Umweltbereiche Klima/Luft und Wasser für angemessen:

- Flächen innerhalb des 5 km-Radius um Schacht Konrad 2.
- 5 km Bänder beiderseits der Haupttransportwege im 25 km-Radius um den Standort.
- Quellgebiet der Aue/Erse, Beddinger Graben, bis zur Unterdükerung des Vorfluters unter dem Mittellandkanal. Die Uferrandbereiche werden in einer beidseitigen Breite von 5 m ökologisch als Teil des Fließgewässers erachtet, da sie temporäre Aufenthaltsorte wassergebundener Organismen sein können (z.B. Libellen, Amphibien).

Diese vorläufige Gebietsabgrenzung bedeutet allerdings nicht, daß bei Bestandsaufnahmen von Flora und Fauna das gesamte Gebiet in gleicher Detailschärfe zu erfassen ist. In der Praxis der Bestandsaufnahme wird ein stufenweises Vorgehen sinnvoll sein: flächendeckende Kartierungen wären etwa im 250 m Umkreis um die Anlage angemessen, für den weiteren Bereich innerhalb des 5 km-Radius wird ein gröberes Raster angemessen sein. Flächendeckende Kartierungen für die Verkehrskorridore innerhalb des 25 km-Radius können zur Zeit nicht gefordert werden, da die Gebietsabgrenzung selbst aufgrund der fehlenden Informationen über Unfallschwerpunkte mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

Darüber hinaus wird der ehemalige Tagebau "Haverlahwiese", ca. 15 km südöstlich Schacht Konrad 2 (und damit außerhalb des 5 km-Radius), sowie dessen nähere Umgebung, d.h. im 100 m Radius über die Grenze der Haverlahwiese zum Umland hinausgehend (insgesamt ca. 120 ha), einbezogen.

Durch die Verfüllung der ehemaligen Tagebaufläche mit Haufwerk aus der Schachtanlage Konrad 1, auf der sich ökologisch wertvolle Biotopstrukturen entwickelt haben (u.a. Lebensräume für die Wechselkröte und Erdkröte), wird der Tatbestand des Eingriffs nach §7 NNatSchG erfüllt. Ökologische Interaktionen zwischen "Wiese" und den angrenzenden Waldgebieten des LSG "Salzgitter'scher Höhenzug" rechtfertigen die Erweiterung des (Teil-)Untersuchungsgebiets über diesen Bereich hinaus. Zum Beispiel halten sich Amphibien in Sommerquartieren auf, die mehrere Kilometer (Erdkröte; Blab 1986, S. 89) vom Laichgebiet entfernt liegen können. Darüber hinaus gilt die Wechselkröte nach der "Roten Liste der in Niedersachsen gefährdeten Lurche und Kriechtiere" (1989) als "stark gefährdet" und daher schutzbefohlen.

Auch für das Schutzgut Tiere/Pflanzen gilt zusätzlich das hydrogeologische Modellgebiet als UVP-Untersuchungsraum für zu erwartende Wirkungen in der Nachbetriebsphase.

Schutzgut Boden

Direkte Auswirkungen auf den Boden beziehen sich auf die übertägigen Anlagen selbst (Flächenverbrauch und Versiegelung). Diese Aspekte wurden bereits im Objektsteckbrief abgehandelt. Für das UVP-Untersuchungsgebiet sind die indirekten Einflüsse des Vorhabens auf den Boden relevant. Diese sind über den Luftpfad und den Wasserpfad vermittelt. Für die über den Luftpfad vermittelten Einflüsse ist daher wiederum die Gebietsabgrenzung Klima/Luft zugrunde zu legen.

Indirekte Einflüsse über den Wasserpfad auf den Boden ergeben sich außerdem im Bereich der Aue (Ausbaggerung von Bachsediment und Verbringung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen; Überschwemmung und Ablagerung im Überflutungsgebiet). Der Überflutungsbereich der Aue wird bis zum Mittellandkanal dem Untersuchungsgebiet zugeschlagen.

Schutzgut Landschaft

In diesem Bereich sind vor allem visuelle Auswirkungen des Vorhabens zu betrachten. Deshalb nahm der Gutachter eine Abgrenzung des Sichtbereiches vor. Das Werksgelände der Peine-Salzgitter AG entlang des Zweigkanals bildet eine deutliche Sichtbarriere gegenüber den südöstlich angrenzenden Stadtteilen Immendorf und Watenstedt. Deshalb erfolgte hier eine relativ enge Abgrenzung des Untersuchungsgebietes, während der Sichtbereich nach Norden wesentlich weiter reicht.

Schutzgut Kultur- und Sachgüter

Das Fördergerüst von Schacht Konrad 1 steht unter Denkmalschutz. Auswirkungen des Vorhabens sollten auch hier nicht über den Sichtbereich hinaus gehen. Deshalb wurde eine Abgrenzung gewählt, die mit der für den Untersuchungsbereich Landschaft identisch ist.

Abgrenzung Realnutzung

Die derzeitige Nutzung ist ein grundlegender Aspekt bei der Betrachtung aller übertägigen Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Umwelt. Das Untersuchungsgebiet Realnutzung umfaßt deshalb die Summe der schutzgutbezogenen Untersuchungsgebiete.

Lediglich das hydrogeologische Modellgebiet wird nicht für den Raum, für den die Realnutzung zu kartieren wäre, herangezogen. Hier sind nur sehr langfristig Auswirkungen über kontaminierte fossile Wässer zu erwarten, die zu einem Zeitpunkt eintreten werden, zu dem die jetzige Realnutzung längst verändert sein wird.

5. Beschreibung der Umwelt

Die Beschreibung des Ist-Zustandes der Umwelt und ihrer Vorbelastung hält sich in der Systematik an die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter. Die Darstellung beschränkt sich auf entscheidungserhebliche Sachverhalte.

Der Schutzgut-bezogenen Bestandsaufnahme werden eine kurze Charakterisierung von Realnutzung, Bevölkerung und Verkehrswegen sowie ein Überblick über die bestehende räumliche Planung vorangestellt. Der Gutachter hat den Auftrag, später auf Grundlage der in diesem Kapitel vorgelegten Bestandsaufnahme eine Bewertung der Umweltwirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter durchzuführen. Dies wird eine raumbezogene Bewertung sein. Daher ist es sinnvoll, in der Bestandsaufnahme auch auf die bestehende Realnutzung einzugehen.

5.1 Realnutzung, Bevölkerung, Verkehrswege

5.1.1 Realnutzung

Sachverhaltsdarstellung:

Im Plan "Endlager für radioaktive Abfälle Schacht Konrad Salzgitter" finden sich in folgenden Kapiteln Aussagen zur Realnutzung des Untersuchungsgebietes :

- 3.1.4 Boden- und Wassernutzung,
- 3.1.5 Gewerbe- und Industriebetriebe und
- 3.1.6 Verkehrswesen

Eine vollständige, flächenbezogene Kartierung der Realnutzung hat der Antragsteller nicht vorgelegt. Der Anlagenband "Plan Konrad" enthält lediglich die Kopie einer Topographischen Karte 1:25.000. Der Genehmigungsbehörde liegen zur Zeit auch keine von anderer Seite erstellten Unterlagen zur Realnutzung des Gebietes vor.

Der Gutachter:

Aus den vorwiegend verbalen Angaben in den oben genannten Kapiteln kann die vollständige Realnutzung des Untersuchungsgebietes nicht abgeleitet werden. Eine

zeichnerische Darstellung der realen Nutzung des Untersuchungsgebietes fehlt, so daß die vorhandenen Aussagen nicht räumlich zugeordnet werden können.

Eine Bewertung der Wirkungen des Vorhabens auf die Umwelt kann mit den vom Antragsteller vorgelegten Unterlagen nicht durchgeführt werden.

Zur Durchführung einer solchen Bewertung ist eine Gliederung der derzeitigen Nutzungen nach folgenden Kategorien sinnvoll:

- Wohnsiedlungsflächen, in denen Wohngebiete, Gemischte Bauflächen, Grün- und Freiflächen, städtische Erholungs- und Sporteinrichtungen zusammengefaßt sind
- landwirtschaftlichen Hof- und Gebäudeflächen
- Industrie- und Gewerbeflächen
- Landwirtschaftsflächen (Acker- und Grünland), ggf. mit besonderer Darstellung von Sonderkulturen
- Forstwirtschaftsflächen mit ihren Funktionen (Sicht-, Lärm-, Immissions-, Klimaschutz)
- Wasserflächen
- Verkehrsflächen.

Bestehende Naturschutzgebiete und Wasserschutzgebiete sollten besonders gekennzeichnet werden.

Besonderer Wert sollte auf die Darstellung empfindlicher Nutzungen gelegt werden. Es handelt sich dabei um Gebiete, die so genutzt werden, daß Reaktionen auf negative Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt besonders früh erfolgen. Zu diesen empfindlichen Nutzungen gehören:

- Flächen, auf denen Nahrungsmittel produziert werden, wie Kleingartenanlagen, Sonderkulturen mit Obst- und Gemüseanbau, reine Wohngebiete mit hohem Anteil an Nutzgärten
- landwirtschaftliche Flächen
- Kindergärten und -spielplätze
- Schulen
- Krankenhäuser

Die Darstellung aller Nutzungen sollte dabei nicht nur in Form von Texten erfolgen. Wichtig ist vor allem ihre räumliche Darstellung in Karten, um diese später mit Karten der Umweltauswirkungen überlagern zu können.

Wesentliche Unterlagen für eine solche Realnutzungskartierung liegen beim Planungsamt der Stadt Salzgitter vor; andere müssen erhoben werden.

Um deutlich zu machen, wie eine solche Kartierung aussehen könnte, stellt der Gutachter für den Bereich Salzgitter-Bleckenstedt beispielhaft die derzeitigen Nutzungen dar. Grundlage bilden eine Kartenauswertung und eine Ortsbesichtigung. Eine erheblich detailliertere Kartierung könnte auf der Grundlage von Luftbildauswertung durchgeführt werden.

Erläuterung der Realnutzung Bleckenstedt (Karte 6):

Der beispielhaft dargestellte Bereich gliedert sich in drei Nutzungstypen:

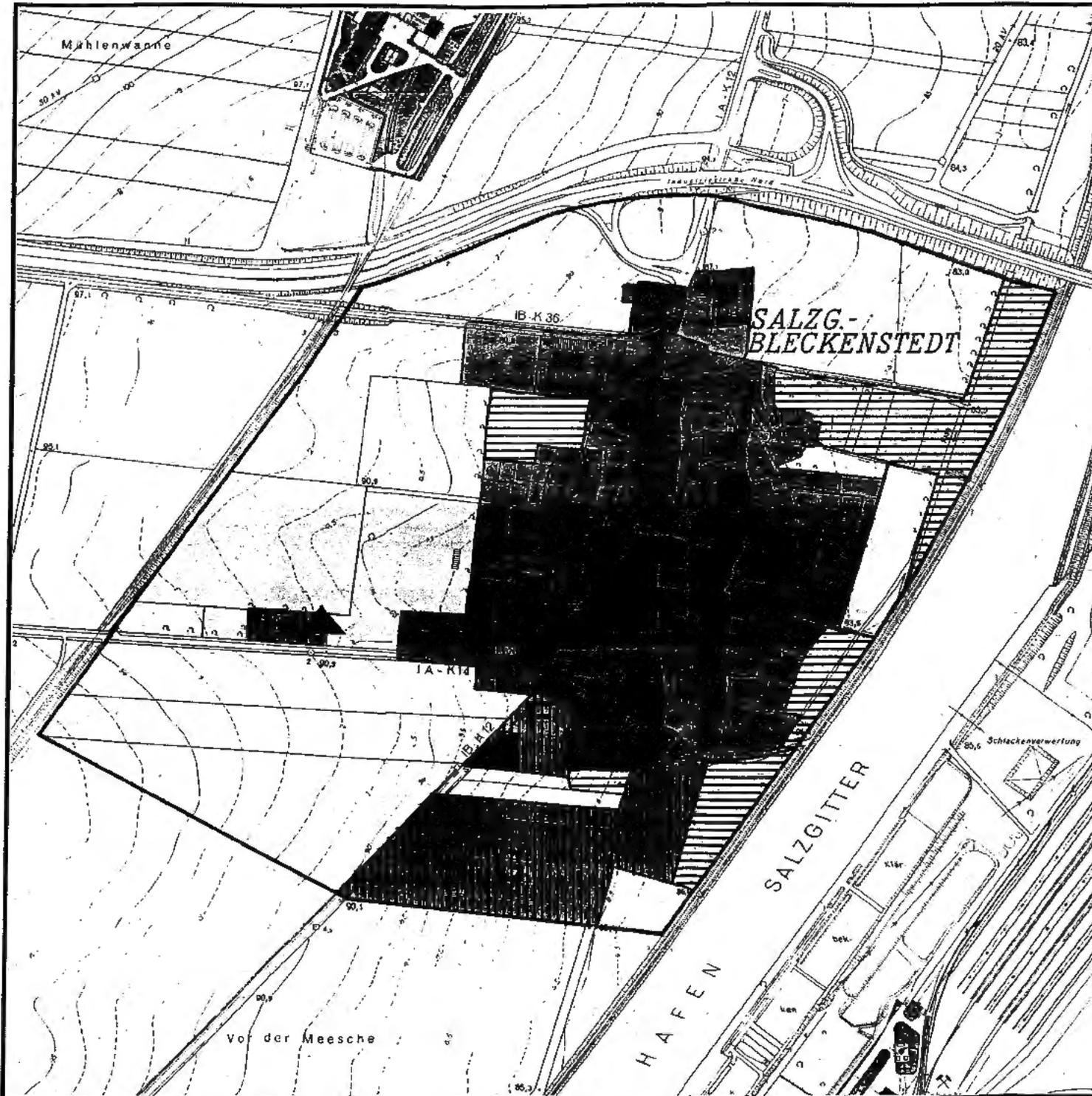
- Landwirtschaftsflächen
- Wohnflächen
- Grünflächen.

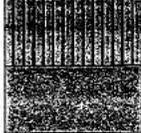
Die Landwirtschaftsflächen bestehen größtenteils aus ackerbaulicher Nutzung. In der Nähe des Kanals liegen wenige, meist schmale Wiesenstreifen.

Die Wohnflächen liegen verstreut und werden in der Regel von alten landwirtschaftlichen Hof- und Gebäudeflächen gebildet. Vereinzelt, besonders im Westen, liegen neuere Wohngebiete mit Einzelhausbebauung. Insgesamt hat sich eine dörflich geprägte Gemeinde gebildet, in der außer Wohnen nur wenige andere Nutzungen angesiedelt sind. Warum diese Flächen im FNP als Gemischte Bauflächen ausgewiesen wurden, kann nicht nachvollzogen werden.

Bedingt durch die landwirtschaftlich geprägte Dorfstruktur ist der Anteil an Grünflächen sehr hoch. Private Grünflächen durchziehen die gesamte bauliche Nutzung. Sie dienen vorwiegend der Nahrungsmittelproduktion (Obst und Gemüse) für den Eigenbedarf. Der Anteil an reinen Schmuck- und Ziergärten ist gering. Öffentliche Grünflächen liegen im Süden Bleckenstedts. Sie dienen allgemeinen Freizeit- und Erholungszwecken. In einer Kleingartenanlage werden außerdem noch Nahrungsmittel (Obst und Gemüse) für den Eigenbedarf angebaut.

Karte 6



-  Wohnflächen
-  Einrichtungen des
Gemeinbedarfs
-  Kirche/Kapelle
Denkmal
-  Grünfläche
öffentlich
privat
- G Kleingartenanlage
- S Sportplatz
- K Kinderspielplatz
- F Friedhof
-  Landwirtschaftsflächen
-  Grünland
-  Acker

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: beispielhafte Darstellung
der derzeitigen Nutzung
für die Gemeinde
Bleckenstedt

Maßstab 1:5.000

Karte Nr.: 6

0 50 100 200

500
m



DPU

**Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure**

5.1.2 Siedlungsstruktur und Bevölkerungsverteilung

Sachverhaltsdarstellung:

Die Angaben des Antragstellers zur derzeitigen Siedlungsstruktur und zur Bevölkerungsverteilung beruhen auf Daten aus dem Jahre 1983 (Plan Konrad 4/90, Tabelle 3.1.3/1 und Anlage 3.1.3/1). Der Ursprung dieser Daten ist weder dem Text noch dem Literaturverzeichnis zu entnehmen.

Summenwerte für die Stadt Salzgitter stammen aus der Bevölkerungsfortschreibung der Jahre 1980, 1984 und 1987.

Für die Prognose der Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 1995 wurden Daten aus dem Jahre 1979 verwendet.

Die Siedlungsstruktur und die Bevölkerungsverteilung wurden für einen 5 km-Radius um die Schächte Konrad 1 und 2 dargestellt. Demnach leben im 5 km-Umkreis um Schacht Konrad 2 18.990 Einwohner. Aussagen zu den Gegebenheiten entlang der Transportwege des radioaktiven Abfalls zum Endlager und des Abraums zum Tagebau "Haverlahwiese" fehlen.

Der Gutachter:

Die der Genehmigungsbehörde zur Zeit vorliegenden Angaben zur Bevölkerungssituation sind veraltet und unvollständig. Der Gutachter empfiehlt deshalb eine aktualisierte Zusammenstellung von demographischen Daten für das Untersuchungsgebiet Realnutzung, da sich die Trends durch die Wiedervereinigung Deutschlands und die Entwicklungen in Osteuropa, besonders im ehemaligen Zonenrandgebiet, dramatisch verändert haben. Statt Bevölkerungsabnahme ist jetzt eine deutliche Zunahme durch Wanderungsgewinn erkennbar.

Konsequenterweise sollten auch die auf dieser Darstellung aufbauenden Prognosen zur Bevölkerungsverteilung und -entwicklung unter diesen Gesichtspunkten überarbeitet werden.

Stellvertretend für die fehlende Aktualität der der Genehmigungsbehörde vorliegenden Unterlagen seien zwei Aussagen aus dem Plan Konrad zitiert:

"Im Flächennutzungsplan ... wird die heutige (1979; Anmerkung des Gutachters) und künftige Wohnbautätigkeit in erster Linie unter dem Gesichtspunkt wachsender Ansprüche an die Wohnqualität gesehen."

"Unter diesen Prämissen wird für die Stadt Salzgitter bis 1995 eine Bevölkerungsabnahme von 10 % erwartet."

Zur vertieften Darstellung der Thematik stehen die im März 1992 von der Stadt Salzgitter herausgegebenen Strukturdaten der Bevölkerung (Stand 31.12.1991) zur Verfügung, die statistische Daten zu allen 64 statistischen Bezirken des Stadtgebietes enthalten. Aus diesen Daten läßt sich nicht unmittelbar die Bevölkerungszahl im 5 km-Radius um Schacht Konrad 2 ermitteln. Die kleinräumig zu betrachtenden Trends rund um den Standort lassen jedoch auf einen Bevölkerungsanstieg, auf schätzungsweise 20.000 Einwohner schließen.

Erwähnt sei in diesem Zusammenhang, daß schon in den demographischen Strukturdaten der Stadt Salzgitter von 1988 eine deutliche Zunahme der Bevölkerung zu verzeichnen war:

Zur Zahl der von dem Vorhaben Endlager betroffenen Menschen innerhalb des 5 km-Radius gehört auch die in den industriellen Großbetrieben dieses Bereiches arbeitende Bevölkerung. Nach Unterlagen der Stadt Salzgitter waren am 31. Dezember 1991 32.000 Beschäftigte in diesen Großbetrieben tätig.

5.1.3 Das Verkehrsnetz im UVP-Untersuchungsgebiet

Die Schachanlage Konrad befindet sich auf dem Gebiet der Stadt Salzgitter westlich der Bundesautobahn 39, etwa in Höhe der Anschlußstelle Lebenstedt-Nord. Der Standortraum ist verkehrsmäßig gut erschlossen, obwohl "er weder von den Hauptlinien der Autobahn noch der Eisenbahn berührt wird" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-1).

Straßenverkehr:

Sachverhaltsdarstellung:

"Die Ost-West-Autobahn (A2) verläuft nördlich von Braunschweig. Sie wird von Süden über die A391 (Westtangente Braunschweig) erreicht, die nach Südwesten über die A39 mit der A7 (Hamburg-Kassel) verbunden ist. Die für die Schachanlage relevante Anschlußstelle bei SZ-Engelstedt (Salzgitter-Lebenstedt Nord) liegt gut 3 km entfernt. Die Nord-Süd-Autobahn (A7) befindet sich westlich des Standortbereiches. Sie ist über die A39 (...) nach etwa 20 km über das Autobahndreieck Salzgitter zu erreichen" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-1).

"Über die A39 besteht auch ein Anschluß an die Bundesstraße 6 (Hannover - Hildesheim - Goslar - Bad Harzburg).

Die östlich der A39 verlaufende B248 (Wolfsburg - Braunschweig - Salzgitter) ist für den Standortraum von geringerer überörtlicher Bedeutung. Für den Nord-Süd-Verkehr im engeren Raum (Salzgitter-Bad - Peine) spielt auch die Landstraße 472 eine wichtige Rolle. In Ost-West-Richtung stellt die Industriestraße Mitte die Verbindung zwischen der A39, A395 und Wolfenbüttel her. Sie ist eine wichtige Erschließungsstraße für das Industriegebiet. Für die Erschließung des Industriegebietes aus nördlicher Richtung ist die L618 bedeutsam" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-2).

Weitergehende Angaben zum überörtlichen Straßennetz sind in den Antragsunterlagen nicht enthalten.

Ergänzend zu diesen Angaben in den Antragsunterlagen sind bedeutsame Verkehrsstraßen aus Richtung Norden (z.B. die A39 aus Richtung Wolfsburg und die Bundesstraße 4 (Hamburg - Lüneburg - Gifhorn)) zu nennen sowie aus Richtung Osten die Bundesstraße 1, Bundesstraße 82 und 188 (Anbindungen der Neuen Bundesländer an den Standortraum).

"Die erwähnten überörtlichen Erschließungsstraßen sind für den örtlichen Verkehr sehr wichtig. Besonders hinzuweisen ist auf die Nord-Süd-Straße (L 472) und die Industriestraßen (Industriestraße Mitte und Industriestraße Nord, Anm.d.Gutachter). (...) Im Standortraum ist die vierspurig ausgebaute Industriestraße Nord eine leistungsfähige Verbindung zwischen Salzgitter-Lebenstedt und dem nördlichen Teil des Industriegebietes" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-2).

"Schacht Konrad 1 ist mit Kraftfahrzeugen von der A39 über die Industriestraße Nord, die Üfinger Straße sowie eine von dieser in westlicher Richtung abzweigende Trasse zu erreichen" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-6). "Die Anbindung der Werksstraßen (von Schacht Konrad 1, Anm.d.Gutachter) an das öffentliche Straßennetz erfolgt am Wachgebäude auf der Westseite des Grundstücks" (BfS-Plan 4/90, Kurzfassung, S.58).

"Schacht Konrad 2 ist mit Kraftfahrzeugen von der A39 über die Industriestraße Nord, von der ein Abzweig in südlicher Richtung zur Schachanlage führt, zu erreichen" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-6). Ein neuer Straßenanschluß ist geplant, der "von der Industriestraße Nord, ca. 200 m östlich der Kanalbrücke zwischen den Knotenpunkten Salzgitter-Bleckenstedt und Salzgitter-Beddingen" (BfS 1990, Kurzfassung,

S.60) abzweigen soll. "Die Ausfahrt von der Schachanlage Konrad 2 erfolgt durch Rechtsabbiegen zum Knotenpunkt Salzgitter-Beddingen. Die Gesamtlänge der Zufahrtsstraße beträgt ca. 1.100 m, die Straßenbreite 6,50 m" (BfS 1990, 3.2.4.1-5).

Der Gutachter:

Die vorliegenden Angaben zum örtlichen und überörtlichen Straßennetz sind ausreichend.

Schienenverkehr:

Sachverhaltsdarstellung:

"Der Standortraum wird nicht von den Fernstrecken der Deutschen Bundesbahn berührt. Die Nord-Süd-Verbindung Hamburg - München verläuft im Westen, die Ost-West-Strecke (Berlin - Hannover) im Norden. Die eingleisige, elektrifizierte Strecke Nordstemmen - Hildesheim - Braunschweig führt etwa 2 km bis 3 km nördlich an der Schachanlage Konrad vorbei und hat keine direkte Verbindung nach Salzgitter. Anschluß an das Personenverkehrsnetz besteht über die eingleisigen, nicht elektrifizierten Strecken Braunschweig - Salzgitter-Lebenstedt und Braunschweig - Salzgitter-Bad - Seesen - Kreiensen.

Im Industriegebiet Salzgitter unterhalten die Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter GmbH ein Schienennetz. Dieses Netz zweigt von der Bundesbahnstrecke Groß Gleidingen - Salzgitter-Drütte am Übergabebahnhof Beddingen ab" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-4).

"Der Anschluß (von Schacht Konrad 1, Anm.d.Gutachter) an das Schienennetz der Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter GmbH (VPS) erfolgt über eine Grubenanschlußbahn" (BfS-Plan 4/90, Kurzfassung, S.58).

Für Schacht Konrad 2 ist ein Gleisanschluß geplant, der von dem Verbindungsgleis der VPS "zwischen dem Werk Salzgitter der Stahlwerke Peine-Salzgitter AG und dem Hafen Beddingen (Hafenbahn)" (BfS-Plan 4/90, Kurzfassung, S.60) südlich der Industriestraße Nord abzweigt und "in einem Bogen um die Fels-Werke Peine-Salzgitter GmbH parallel zu den Schlackenbetten und der Straßenanbindung " (BfS-Plan 9/86, Kurzfassung, S.60) verläuft.

Der Gutachter:

Die Angaben zur überörtlichen Anbindung des Standortraumes an das Schienennetz der Deutschen Bundesbahn (DB) im 25 km-Untersuchungsgebiet sind ausreichend. Allerdings wird das von der Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter GmbH unterhaltene Netz nur unzureichend beschrieben. Es fehlen vor allem Angaben über deren Abgrenzung gegenüber der DB sowie Aussagen zu den Bahnhöfen in der näheren Umgebung der Schachtanlagen.

Wasserstraßen:

Sachverhaltsdarstellung:

"Der Standortraum hat über den Zweigkanal Salzgitter eine Verbindung zum Mittellandkanal und über diesen zum Elbe-Seitenkanal; damit hat er Anschluß an das nationale und internationale Wasserstraßennetz.

Der Hafen Beddingen befindet sich nördlich von Salzgitter-Beddingen und der Hafen Salzgitter im Bereich des Werkes Salzgitter der Stahlwerke Peine-Salzgitter AG" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-5).

Der Gutachter:

Da Schacht Konrad 2 in unmittelbarer Nähe des Zweigkanals liegt, wären Aussagen über mögliche Anlegestellen für Schiffe sinnvoll.

Luftverkehr:

Sachverhaltsdarstellung:

"In einem Radius von 50 km liegen 11 Hubschrauberlandeplätze sowie 7 Flugplätze bzw. Flughäfen, wovon 2 militärisch genutzt werden. Die Schachtanlage liegt direkt unterhalb der Platzrunde des Flugplatzes Salzgitter-Drütte" (EU 179).

"Für den nationalen und internationalen Flugverkehr steht der etwa 60 km nordwestlich gelegene Flughafen Hannover-Langenhagen zur Verfügung. Dem Regionalverkehr dient der etwa 20 km nordöstlich gelegene Flugplatz Braunschweig-Waggum. Ein Verkehrslandeplatz befindet sich in Salzgitter-Drütte etwa 2 km von Schacht Konrad 2 entfernt. Wegen seiner Nähe zu dem westlich gelegenen Industriegelände ist der Flugverkehr hier stärkeren Einschränkungen unterworfen. Eine

Vergrößerung des Verkehrslandeplatzes Salzgitter-Drütte bei Verschwenkung der Landebahn in Nord-Ost Süd-West-Richtung ist beabsichtigt. Dazu ist ein Raumordnungsverfahren eingeleitet worden" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-6). Inzwischen wurde dieses Raumordnungsverfahren jedoch eingestellt; d.h. der Verkehrslandesplatz wird nicht vergrößert.

"Der Standort der Schachtanlagen Konrad befindet sich (...) ca. 3 km südöstlich der Flugverkehrsstrecke B 29S und ca. 4 km nordwestlich der Strecke B 29E. 18 km nordöstlich führt die Flugverkehrsstrecke G9 B29 zum Luftkorridor Bückeberg Berlin" (EU 179).

"Die Schächte liegen (...) im Bereich des Flugplatzes Braunschweig-Waggum und des Verkehrslandesplatzes Salzgitter-Drütte ..." (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-6). "Im Westen reicht der "Nahverkehrsbereich" Hannover in den Standortraum. Im Bereich des Flugplatzes Braunschweig-Waggum liegt ein ständiges Fallschirmabsetzgebiet. Der Flugplatz Braunschweig-Waggum und der Verkehrslandeplatz Salzgitter-Drütte werden auch für die Sportfliegerei genutzt" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-6).

Der Gutachter:

Die Flugplätze bzw. -häfen im Bereich der Schachtanlage werden benannt. Aussagen über mögliche Veränderungen der Verkehrsstrecken aufgrund der Wiedervereinigung werden nicht gemacht, Angaben beziehen sich auf Quellen aus den Jahren 1981 und 1982 (EU 179, S. 2).

In den Antragsunterlagen wird das Gebiet im Bereich des Standortraumes als "Luftverteidigungsidentifizierungszone gegenüber der DDR" benannt; militärische Tiefflüge sollen in diesem Bereich nicht stattfinden (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-6).

Dies sieht aufgrund der veränderten politischen Rahmenbedingungen heute anders aus.

Die Problematik der militärischen Tiefflüge betrifft den ausschließlichen Zuständigkeitsbereich des Bundesministers der Verteidigung. Auf eine Anfrage der Stadt Salzgitter teilte das Luftwaffenamt Köln, Abt. Flugbetrieb mit, daß bei dem Einsatz von Militärflugzeugen darauf abgezielt wird, das gesamte zur Verfügung stehende Fluggebiet möglichst gleichmäßig zu nutzen. Die Einrichtung von sogenannten Schutzzonen, die nicht überflogen werden dürfen, wird nur zurückhaltend prakti-

ziert, da sonst wegen der Vielzahl der zu berücksichtigenden Interessenslagen ein nicht vertretbarer Kanalisierungseffekt eintreten würde.

Generell beträgt die Mindestflughöhe bei Tiefflügen 300 m. Bei Städten mit mehr als 100.000 Einwohnern darf der Stadtkern nicht unter 600 m überflogen werden. Wegen der räumlichen Ausdehnung des Stadtgebietes von Salzgitter gilt diese Einschränkung nur für den Stadtteil Salzgitter-Lebenstedt. Eine zentrale Vorausplanung hinsichtlich der Tiefflüge existiert nicht. Die Anzahl ist abhängig von vorher nicht bestimmbar Faktoren wie Wetter, dienstlicher Auftrag etc.

Die Aufnahme von Schacht Konrad als Anlage zur Endlagerung radioaktiver Abfälle als Restriktion sowohl in die militärische als auch die zivile Tiefflugkarte könnte beantragt bzw. angemeldet werden. Dies hätte zur Folge, daß der Schacht in einer Mindestflughöhe von 600 m und mit einem Seitenabstand von 1.500 m überflogen werden dürfte (Mitteilung des Luftwaffenamtes vom 29. Mai 1992).

5.2 Bestehende räumliche Planung

5.2.1 Landesraumordnungsprogramm (LROP)

Sachverhaltsdarstellung:

Die Unterlagen des Antragstellers enthalten keine Aussagen zu den Zielen des Landesraumordnungsprogrammes (LROP).

Der Gutachter:

Dem Gutachter liegt das LROP in der derzeit gültigen Fassung von 1982 vor. Die inzwischen vorgenommenen punktuellen Veränderungen sind für das geplante Vorhaben nicht relevant.

Im einzelnen wird im LROP im Zusammenhang mit dem geplanten Vorhaben ausgeführt:

Ziele der Raumordnung/Kapitel C 1.5/02:

"Die Vorrangstandorte ... für die Endlagerung von radioaktivem Abfall sind in diesem Programm bestimmt und in der zeichnerischen Darstellung gekennzeichnet.

Eine nähere Festlegung, Änderung oder Ergänzung dieser Vorrangstandorte bleibt dem Landesraumordnungs-Programm vorbehalten. Sie sind in die Regionalen Raumordnungsprogramme zu übernehmen."

Im Land Niedersachsen sind zwei dieser Vorrangstandorte in Gorleben und Remlingen zeichnerisch dargestellt. Im Standortbereich von Schacht Konrad 1 und 2 weist das LROP lediglich folgende Gebiete aus:

- Gebiet mit besonderer Bedeutung für Landwirtschaft, im Bereich Tagebau Haverlahwiese und Umgebung:
- Gebiet mit besonderer Bedeutung für
 - * Landwirtschaft (vorwiegend)
 - * Forstwirtschaft (teilweise und angrenzend)
 - * Natur und Landschaft (Standort)
 - * Erholung (Standort).

Die Transportwege führen vorwiegend durch Gebiete mit besonderer Bedeutung für die Landwirtschaft.

Ein Standort bei Salzgitter entspricht somit nicht den Festlegungen des Landesraumordnungsprogrammes. Auch im Entwurf des Landesraumordnungsprogrammes Niedersachsen 1992 ist die Schachanlage Konrad nicht aufgeführt.

5.2.2 Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) und Flächennutzungsplan (FNP)

Der größte Teil des 5 km-Radius um Schacht Konrad 2 liegt in der Stadt Salzgitter, deren FNP rechtlich mit dem RROP gleichgestellt ist. Schmale Randbereiche im NW, NO und SO entfallen auf die RROP Wolfenbüttel, Braunschweig und Peine. Der Tagebau Haverlahwiese liegt ebenfalls im Geltungsbereich des FNP Salzgitter. Der FNP liegt in seiner derzeit gültigen zeichnerischen Darstellung von 1982 sowie einer textlichen Kurzfassung von 1989 und dem ausführlichen Erläuterungsbericht von 1979 vor. Im Plan Konrad 4/90 wurden Aussagen und Ziele des FNP Salzgitter nicht berücksichtigt. Die Ausweisungen im FNP für das geplante Vorhaben sehen folgendermaßen aus:

- Schacht Konrad 1
 - * Gewerbegebiet (lt. thematischer Karte im Erläuterungsbericht von 1979, außerdem Erzlagerstätte mit Pufferfunktion Freiflächenbereich)
- Schacht Konrad 2
 - * Gewerbegebiet
- Tagebau Haverlahwiese (lt. thematischer Karte im Erläuterungsbericht von 1979 teilweise Freiflächenbereich und Freiflächenverbesserungsbereich)
 - * vorwiegend Landwirtschaft (teilweise)
 - * Forstwirtschaft (teilweise)
 - * gewerbliche Baufläche und Flächen für Versorgungs- und Abfallbeseitigungsanlagen (angrenzend)
 - * Landschaftsschutzgebiet (angrenzend)

Die Aussagen des FNP lassen sich im Hinblick auf das Untersuchungsgebiet folgendermaßen zusammenfassen:

Das Gebiet (innerhalb des 5 km-Radius um Schacht Konrad 2) wird von einem großen zusammenhängenden Industriegebiet in NS-Richtung durchzogen, das etwa 1/3 der Fläche einnimmt. Östlich und westlich davon liegen vorwiegend Landwirtschaftsflächen, kleinere Forstwirtschaftsflächen und als Gemischte Bauflächen ausgewiesene Dörfer. Salzgitter-Lebenstedt und Thiede sind die einzigen reinen Wohngebiete im 5 km-Radius und liegen an dessen Rand im Nordosten und Süd-Südwesten. Die Stadtteile Sauingen, Bleckenstedt und Beddingen liegen in unmittelbarer Nachbarschaft zu dem raumprägenden Gewerbegebiet und weisen zum Teil umfangreiche Erweiterungen der Siedlungsflächen in Richtung der geplanten Endlagerstandorte und der Gewerbegebiete auf.

Der Gutachter:

Es fällt auf, daß in der textlichen Kurzfassung des FNP von 1989 und der zeichnerischen Darstellung von 1982 nicht zu Nutzungskonflikten zwischen Wohnen und Gewerbe mit negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit Stellung genommen wird. Lediglich für die Gemeinde Lebenstedt ist eine Grünanlage als Pufferzone zum angrenzenden, vergleichsweise kleinen Gewerbegebiet vorgesehen.

Eine solche Pufferung ist für die Stadtteile Bleckenstedt, Sauingen und Beddingen nicht vorgesehen. Im Gegenteil, es sind dort sogar Kleingartenanlagen ausgewiesen, in denen Nahrungsmittel zum direkten Verzehr angebaut werden.

Nach Auffassung des Gutachters werden im vorliegenden FNP/RRÖP die potentiellen und tatsächlichen Konfliktsituationen nicht problematisiert. Außerdem wurden die Vorgaben des Raumordnungsprogrammes nicht konsequent in die regionale Raumordnungsplanung integriert. Dies ist für die Beurteilung des Vorhabens Endlager Schacht Konrad insofern erheblich, als sich hieraus eine erhöhte Vorbelastung der Bevölkerung des Untersuchungsgebietes ergibt.

In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage, warum zur raumordnerischen Beurteilung des Standortes Konrad kein Raumordnungsverfahren durchgeführt wurde. Bereits 1987 mahnte der Landkreis Wolfenbüttel in einer Vorabstellungnahme im Rahmen der Behördenbeteiligung zum Planfeststellungsverfahren das fehlende Raumordnungsverfahren als verfahrensrechtlichen Mangel an. Das Niedersächsische Innenministerium wies diese Bedenken damals mit folgender Argumentation zurück:

"Die raumordnerische Beurteilung eines Standortes kann in verschiedener Weise vorgenommen werden. Üblich ist das Raumordnungsverfahren nach § 14 NROG. Laut Rd.Erl. vom 04.01.1978 kann jedoch auch von der Durchführung eines Raumordnungsverfahrens abgesehen werden, wenn die Abstimmung mit anderen Planungen auf andere Weise erfolgt oder der Initiative des Planungsträgers überlassen werden kann. Da anstelle der Schachanlage Konrad - im Gegensatz zu der Behauptung des LK Wolfenbüttel - keine Alternativstandorte zur Verfügung stehen, die künftige Anlage durch die vorhandenen Schächte Konrad 1 und 2 innerhalb des Stadtgebietes von Salzgitter konkret, d.h. unverrückbar, lokalisiert ist und die Schächte in durch Flächennutzungsplan ausgewiesenen Industriegebieten liegen, kann die raumordnerische Beurteilung aufgrund der Kenntnisse der örtlichen Gegebenheiten erfolgen, zumal der F-Plan der kreisfreien Stadt Salzgitter das Regionale Raumordnungsprogramm ersetzt" (Schreiben des Niedersächsischen Innenministeriums an NMU vom 25.06.1987, Az: 36.5-40326/14).

Aus Sicht des Gutachters ist an dieser Argumentation nicht nachvollziehbar, warum sich das Innenministerium ohne weitere Prüfung den Standpunkt des Antragstellers, daß keine Alternativstandorte zur Verfügung stünden, zu eigen machen konnte. Eine solche Aussage hätte allenfalls am Ende eines Raumordnungsverfahrens stehen können.

Damit ist die Frage angesprochen, ob zum heutigen Zeitpunkt die Durchführung eines Raumordnungsverfahrens gem. § 1 Nr. 2 ROV verlangt werden kann.

Nach § 1 Nr. 3 ROV besteht bei einer Anlage zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, die einer Planfeststellung nach § 9b des Atomgesetzes bedarf, die Pflicht zur Durchführung eines Raumordnungsverfahrens. Dies gilt jedoch nicht für solche Vorhaben, für die bei Inkrafttreten der ROV bereits ein öffentlich-rechtliches Zulassungsverfahren eingeleitet ist und die erforderlichen Unterlagen vorgelegt worden sind.

Dies trifft zweifellos auf das Vorhaben Schacht Konrad zu (vgl. auch Aktennotiz des NMU 406-40326/3/N 28 vom 10.05.91). Nach Auffassung des NMU kann daher die Durchführung eines Raumordnungsverfahrens nicht mehr gefordert werden. Der Gutachter widerspricht dieser Rechtsauffassung nicht, merkt jedoch an, daß in der Vergangenheit ein im Sinne der raumordnerischen Beurteilung wichtiger Verfahrensschritt versäumt wurde.

5.2.3 Landschaftsrahmenplan

Der Landschaftsrahmenplan für Salzgitter wird zur Zeit bearbeitet.

Der Gutachter:

Aussagen und Ziele des Landschaftsrahmenplanes sind auf ihre Relevanz für das geplante Vorhaben besonders im Hinblick auf neue Transportwege und den Tagebau Haverlahwiese zu prüfen. Die darin enthaltenen Bestandspläne sind bei der Erarbeitung der Realnutzung und bei der Analyse von Leistungsfähigkeit und Empfindlichkeit des Naturhaushaltes und der Landschaft in der Regel sehr hilfreich. In der kreisfreien Stadt Salzgitter erfüllt der Landschaftsrahmenplan die gleichen Aufgaben wie ein Landschaftsplan. Die Bestandspläne liegen zur Zeit beim Gutachter der Stadt Salzgitter und sind dem UVP-Gutachter nicht zugänglich.

5.2.4 Schutzgebiete

5.2.4.1 Naturschutzgebiete/Landschaftsschutzgebiete

Sachverhaltsdarstellung:

Natur- und Landschaftsschutzgebiete werden im Plan Konrad, Kap. 3.1.4 "Boden- und Wassernutzung" angesprochen und in der Anlage 3.1.4/1 für einen 5 km-Radius um Schacht Konrad 1 und 2 kartographisch dargestellt. In der Quellenangabe fehlt eine Aussage zum Bearbeitungsstand. Genannt werden u.a. die LSG Beddinger Holz und Langes Holz südlich von Salzgitter-Thiede, Sonnenberger Holz und Wierther Holz im Norden. Außerdem wurden als für den Naturschutz wertvolle Bereiche aus landesweiter Sicht folgende Gebiete ausgewiesen

- das Ruderalgelände am Schacht Konrad 2,
- die Kiesteiche nördlich von Drütte,
- das Beddinger Holz (teilweise) und
- der ehemalige Tagebau bei Vallstedt.

Der Gutachter:

Es ist zu überprüfen, ob die genannten Gebiete dem aktuellen Ausweisungsstand entsprechen oder ob weitere NSG/LSGs im Untersuchungsgebiet vorgesehen sind.

5.2.4.2 Wasserschutzgebiete

Sachverhaltsdarstellung:

Ein geplantes Wasserschutzgebiet und Wasserentnahmestellen werden im Plan Konrad, Kap. 3.1.4 angesprochen und in der Anlage 3.1.4/2 kartographisch für einen 5 km-Radius um Schacht Konrad 2 dargestellt. Demnach ist südlich von Salzgitter-Thiede ein Wasserschutzgebiet mit einer N-S-Ausdehnung von ca. 2 km vorgesehen.

Der Gutachter:

In den Antragsunterlagen fehlt eine Aussage zum Bearbeitungsstand. Aussagen zu Wasserschutzgebieten entlang der Transportwege und im Bereich des Tagebaues Haverlahwiese sind ebenfalls nicht vorhanden.

5.3 Mensch (Bestehende toxikologische und radiotoxikologische Vorbelastung; Vorbelastung durch Verkehr)

"Der Mensch" ist eines der zentralen in § 2 des UVPG benannten Schutzgüter, deren Empfindlichkeit und Vorbelastung in der Standortumgebung beschrieben werden muß. Im Mittelpunkt steht die Darstellung der radiotoxikologischen Vorbelastung, aber auch die konventionelle toxikologische Vorbelastung muß behandelt werden. Denn bei der Diskussion der Wirkung von radiologischen Expositionen spielt die Frage der synergistischen Wirkungen mit chemischen Umweltstoffen eine Rolle.

5.3.1 Radiologische Grundbelastung der Umgebung

Um eine zusammenfassende Darstellung der radiologischen Grundbelastung nach § 11 UVPG vornehmen zu können sind folgende Angaben erforderlich: radiologische Grundbelastung der Umweltmedien Wasser, Boden, Luft und Pflanzen und bei Auffälligkeiten die der Menschen, und zwar sowohl der Anwohner im Untersuchungsgebiet und der dort Beschäftigten (sowohl aus natürlichen als auch künstlichen Quellen).

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller beschränkt sich in seinen Ausführungen ausschließlich auf die radiologische Situation. Dabei werden die folgenden Aspekte abgehandelt:

Umgebung/Direktstrahlung

Die natürliche radiologische Belastung um die Standorte Konrad 1 und Konrad 2 wurde über 2 Jahre lang ermittelt. Die Meßstellen lagen sowohl in unmittelbarer Nähe der beiden Schächte, als auch in einer annähernd ringförmigen Anordnung im Umkreis von etwa 2 km um den Standort. Insgesamt handelte es sich um 36 Meß-

stellen (GSF 1982, S. A2-49), bei denen die Gamma-Direktstrahlung mit Hilfe von Thermolumineszenzdosimetern (=TLD) über längere Zeit gemessen wurde. Kurzzeit-Handmessungen dienten als Ergänzung.

Der Mittelwert der TLD-Meßwerte lag bei $816 \mu\text{Sv/a}$ bei einer Streubreite von $610 - 1.350 \mu\text{Sv/a}$. Die Kurzzeitmessungen ergaben $870 \pm 282 \mu\text{Sv/a}$. $300 \mu\text{Sv/a}$ werden von dieser Ortsdosisleistung der kosmischen Komponente (Höhenstrahlung) zugeschrieben.

Radioaktivität der Niederschläge

In Niederschlagsproben, die in der Nähe des Schachtes Konrad I gewonnen wurden, wurden (natürliches) Be 7, Tritium und verschiedene Spaltprodukte bestimmt.

Radioaktivität der bodennahen Luft

Eine Messung erfolgte bei Schacht Konrad I mit einer Probennahmeverrichtung für radioaktive Aerosole.

Radioaktivität von Gewässern

Zur Bestimmung der Aktivitätskonzentration in Oberflächengewässern wurden 6 Proben in der Aue, 3 Proben im Zweigkanal Salzgitter und 3 Proben in kleineren stehenden Gewässern in Standortnähe genommen. Angaben über die Gehalte werden für die natürlichen Nuklide K 40, U 238, Ra 226, Pb 210 und Th 232 sowie Tritium und verschiedene Spaltprodukte sowie Pu 239/240 und J 129 gemacht.

Radioaktivitätskonzentration im Boden und in terrestrischen Nahrungsketten

Es erfolgten Angaben über natürliche Nuklidgehalte und Spaltprodukte ohne Spezifikation bezüglich über Tritium und C 14.

Radiologische Grundbelastung nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl

Es erfolgten Angaben über Cs 137-Gehalte in verschiedenen Umweltmedien.

Umgebung/Direktstrahlung

Die terrestrische Komponente liegt mit $550 \mu\text{Sv/a}$, bedingt durch den Gehalt an natürlichen Nukliden des Untergrunds, etwa im Bundesdurchschnitt (BMU 1992).

Gesundheitsstatus der Bevölkerung

Über kindliche Tumorerkrankungen liegt eine Auskunft des Mainzer Kinderkrebsregisters vor (Brief [REDACTED] vom 19.06.1992). Danach waren im Kreis Braunschweig in den Jahren 1983 - 1990 43,5 maligne Erkrankungen zu erwarten und 42 wurden beobachtet, im Kreis Salzgitter waren 22,7 zu erwarten und nur 14 wurden beobachtet.

Der Gutachter:

Es fehlen Messungen des Radongehaltes - über mindestens 1 Jahr - in der bodennahen Luft bei Schacht Konrad 2. Der Gutachter hält dies für notwendig, weil die Radonkonzentration sehr starken jahreszeitlich und meteorologisch bedingten Schwankungen unterliegt. Für Boden und terrestrische Nahrungsketten fehlen Angaben über die Gehalte von Tritium und C 14.

Wegen des in Kap. 3.4.4.5 dargestellten Tritiumproblems bei kerntechnischen Anlagen muß der Gehalt von Tritium und C 14 auch in der organisch gebundenen Phase von Bäumen im Untersuchungsgebiet bestimmt werden. Dies ist aus Gründen der Beweissicherung erforderlich.

Aus demselben Grunde muß die Vorbelastungsprüfung in den Böden des Untersuchungsgebietes die künstlich erzeugten Alphastrahler einbeziehen, da beim späteren Betrieb möglicherweise eine erhöhte Belastung mit Alphastrahlern zu erwarten ist.

Weiterhin wird die Überprüfung der Umgebung auf Umweltchemikalien als notwendig erachtet. Dieses ist in spezifischer Weise erforderlich, um eventuelle synergistische Wirkungen zwischen Strahlung und chemischen Giften beim späteren Betrieb ausschließen zu können (vgl. 3.4.4.5).

Die Möglichkeit, ein Krankheitskataster vorzulegen, besteht nicht, da es keine zentrale Registrierung der Inzidenzen gibt. Eine Ausnahme bilden die kindlichen Malignome, für die seit 1980 eine Erfassung durch das Mainzer Kinderkrebsregister existiert (für die alten Länder der BRD).

Eine Erhebung dieser Krankheitshäufigkeiten zur Vorbelastungsprüfung im Untersuchungsgebiet wird angesichts der überraschenden Befunde zu den gesundheitlichen Auswirkungen kerntechnischer Anlagen im "Normalbetrieb" gefordert. Nicht nur in den Untersuchungen verschiedener Autoren in England wurde ein erhöhtes Krebsvorkommen in der Umgebung solcher Anlagen festgestellt (Roman 1987; s. auch Otto Hug-Strahleninstitut, Kap. VIII, 2.3.3), sondern auch in Westdeutschland kam die Studie des Mainzer Instituts für Medizinische Statistik und Dokumentation (Keller 1992) nach Meinung des Gutachters letztlich zu diesem Ergebnis (vgl. 3.4.4.5 und Exkurs Kap. 8).

Wie schon unter 3.4.4.5 ausgeführt, können nicht alle gefundenen Leukämien auf die Bestrahlung der Väter als Beschäftigte in der Anlage wie in Sellafield (Gardner 1990), also auf einen genetischen Effekte, zurückgeführt werden. Unterstellt man in Westdeutschland einen somatischen Effekt bei den Befunden des Mainzer Instituts, müßte man Knochenmarksdosen der kindlichen Anwohner in der Höhe von 30 bis 70 mSv annehmen (Schmitz-Feuerhake 1992a), also Werte, die die Grenzwerte um 2 Größenordnungen überschreiten.

Die o.g. Erkenntnisse für die Kreise Braunschweig und Salzgitter durch das Mainzer Register entsprechen dem dort festgestellten Stadt/Land-Unterschied bei den kindlichen Malignomen, in dem Sinne, daß ländliche Regionen - wie um Schacht Konrad gegeben - weniger Krebs aufweisen. Jedoch sind die Erfassungen auf Kreisebene, wie sie in Mainz erfolgen, zu großräumig angelegt und lassen nur relativ drastische Änderungen in kleinen Gebieten erkennen. So wurde keines der in letzter Zeit bekannt gewordenen Cluster bezüglich kindlicher Leukämien durch das Mainzer Register bemerkt: weder die Häufung um die ehemalige Uranaufbereitungsanlage (Gewerkschaft Brunhilde) in Ellweiler (Rheinland-Pfalz) (Hoffmann 1990), noch das Cluster beim AKW Krümmel und das in der Samtgemeinde Sittensen im Landkreis Rotenburg/Wümme (Schmitz-Feuerhake 1992a).

Eine kleinräumige Erfassung für das betrachtete Untersuchungsgebiet um Schacht Konrad ist jedoch anhand der Daten des Mainzer Registers möglich.

5.3.2 Radiologische Grundbelastung im Grubengebäude

Ein weiteres radiologisches Problem bei der geplanten Anlage Konrad, das zudem gesetzlich nicht geregelt ist, ist die Belastung des Personals und der Umgebung mit Radon. In den letzten Jahren hat sich gezeigt, daß hier offensichtlich Lücken in den metabolischen und dosimetrischen Modellen bestehen. Bislang wurden nur Lunge und Bronchien als kritisches Organ angesehen und die Dosis durch inhaliertes Radon in anderen Geweben als vernachlässigbar angesehen, dementsprechend als stochastischer Schaden nur Bronchialkrebs beachtet. Jedoch sind auch andere Spätschäden aufgetreten, insbesondere Leukämie, zunächst in den untersuchten Kohorten von Bergleuten, später auch bei anderen.

Nachdem die Gruppe Axelson bereits in den 80er Jahren Korrelationen zwischen Fällen von Leukämie und radonbelasteten Häusern fand (Flodin 1986), zeigten Henshaw und Mitarbeiter (1990) einen Zusammenhang zwischen Leukämieauftreten und Außenkonzentrationen von Radon auf. Dieser überraschende Befund steht möglicherweise in Zusammenhang mit einem bei Radon bemerkten inversen Dosisraten-effekt (Curtis 1989), der bedeuten würde, daß die Strahlenwirkungen von Radon, aber auch anderer Alpha-Strahler gerade bei chronischer Niederdosisexposition unterschätzt werden. Überhaupt muß die Relative Biologische Wirksamkeit von Alpha-Strahlung und damit deren Dosimetrie gegenwärtig als ungeklärt angesehen werden (Kuni 1992a,b).

Das Hauptproblem des geplanten Normalbetriebes in Schacht Konrad ist von seiten des Strahlenschutzes wahrscheinlich die Belastung des Personals mit Radon, in Verbindung mit radioaktivem Staub. Belastungen beruflich Exponierter in der Nähe der gültigen Grenzwerte können heute nicht mehr hingenommen werden.

Sachverhaltsdarstellung:

Die Abschätzung der Exposition durch Radon für Beschäftigte unter Tage ergab eine effektive Äquivalentdosis von 3,7 mSv/a und eine Lungendosis von 30 mSv/a.

Der Gutachter:

Die Strahlenbelastung des Personals durch Radon - hinzu kämen dann die Belastungen im Umgang mit den Abfallgebänden - erreicht bedenkliche Werte (vgl. 3.4.4.5), daher werden dosissenkende Maßnahmen gefordert. Außer der Individualdosis müs-

sen auch die Kollektivdosen für das Personal minimiert werden, um den Gesamtschaden zu begrenzen.

5.3.3 Vorbelastung durch Verkehr

Neben der radiologischen Vorbelastung des Gebietes ist als Ursache für die konventionell toxikologische Vorbelastung der dort lebenden Menschen vor allem der Verkehr mit seinen Auswirkungen anzusehen.

Straßenverkehr:

Sachverhaltsdarstellung:

"Das Gebiet (der Standortraum, Anm.d.Gutachters) weist ein dichtes Verkehrsnetz und ein hohes Verkehrsaufkommen auf. In dem Raum Braunschweig - Salzgitter - Wolfenbüttel überlagern sich in teilweise hohem Umfang Durchgangs- und starker Ziel- und Quellverkehr" (BfS 1990, 3.1.6-1).

Die Verkehrsbelastung wird in den Antragsunterlagen in Form von werktäglichen DTV-Werten (durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke) für die wichtigen Straßen angegeben (BfS 1990, 3.1.6-3 sowie GRS 1991, S. 31).

Während in der Transportstudie der GRS das Verkehrsaufkommen für die im 25 km-Radius vorhandenen Autobahnen A2, A7, A39, die Land- sowie Bundesstraßen (jeweils addierte Werte) tabellarisch aufgeführt sind (GRS 1991, S. 31) werden im Plan der BfS die Verkehrsstärken der Straßen innerhalb des 5 km-Standortraumes benannt (BfS 1990, 3.1.6-3).

Der Gutachter:

Dabei beziehen sich jedoch beide Quellen auf die Verkehrszählung 1985 in der Bundesrepublik Deutschland, ohne die jährlichen Steigerungsraten des Verkehrsaufkommens zu berücksichtigen. Ebenso werden die veränderten Rahmenbedingungen aufgrund der Wiedervereinigung nicht benannt, geschweige denn berücksichtigt. Dem steht entgegen, daß die Stadt Salzgitter von einer 20 %-igen Zunahme des motorisierten Verkehrs bis zum Jahr 2010 bezogen auf das Jahr 1990 ausgeht (Stadt Salzgitter, Amt 61, 1992).

So haben z.B. die DTV-Werte auf der A39 von Salzgitter-Lebenstedt in Richtung Braunschweig von rund 12.000 Kraftfahrzeugen 1985 (BfS 1990, 3.1.6....) auf über 27.300 Kraftfahrzeuge 1990 (Kartenausschnitt der DTV-Werte im Bereich Braunschweig/Wolfenbüttel, Landesamt für Straßenbau, Hannover) zugenommen. Und auf der A2 verkehren zwischen der AS Braunschweig-Watenbüttel und dem Autobahnkreuz Braunschweig-Nord mittlerweile über 50.000 Kfz täglich, während in der Transportstudie der GRS nur 19.617 Kfz angegeben werden (GRS 1991, S. 31).

Kenntnislücken müßten hier durch Ermittlung der derzeitigen Verkehrsbelastung geschlossen werden. Die Angaben könnten sich dabei auf Statistiken der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach und des Landesamtes für Straßenbau, Hannover stützen und insbesondere die nach der Wiedervereinigung eingetretenen Veränderungen des Verkehrsaufkommens berücksichtigen.

Es bestehen außerdem umfassende Kenntnislücken über Unfallhäufigkeiten und Unfallschwerpunkte (z.B. Brücken, Unterführungen oder niveaugleiche Bahnübergänge) beim Transport radioaktiver Abfälle. Die im Anhang III der Transportstudie der GRS angegebenen Unfallhäufigkeiten beziehen sich lediglich auf das Referenzjahr 1987 und betrachten nur Unfälle von Sattelzügen auf Bundesautobahnen ohne Beteiligung von PKW, Krafträdern und Fußgängern (vgl. GRS 1991, Anhang III, S. 4). In die Untersuchung werden weder die seit der Wiedervereinigung eingetretenen Rahmenbedingungen noch Unfälle von Sattelzügen auf Bundes- und Landesstraßen berücksichtigt. Auch werden mögliche Unfallschwerpunkte in der Standortregion weder herausgearbeitet noch in die Untersuchung miteinbezogen. Dies gilt insbesondere für diejenigen Haupttransportwege, auf denen sämtliche Transporte radioaktiver Abfälle verkehren werden. Hierzu zählt u.a. die A39 und in jedem Fall die 'Industriestraße Nord', die bereits heute von verschiedenen Gewerbe- und Industriebetrieben genutzt wird. Hier existieren Kenntnislücken darüber, ob und welche Gefahrguttransporte bereits jetzt auf dieser Straße verkehren.

Schienenverkehr:

Sachverhaltsdarstellung:

In der von der Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erstellten Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transports radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad (Juni

1991) werden Angaben zum gesamten Güterverkehrsaufkommen im 25 km-Umkreis gemacht. "Für die Endlagerregion (...) liegen hierzu folgende von der Bundesbahndirektion Hannover bereitgestellten Angaben bzgl. der täglichen Güterzugaufkommens für 1989 vor (...).

Tägliches Güterzugverkehrsaufkommen in der Endlagerregion

Streckenabschnitt	Anzahl pro Tag
Lehrte - Groß Gleidingen	108
Hildesheim - Groß Gleidingen	18
Groß Gleidingen - Braunschw. Rbf.	82
Groß Gleidingen - Beddingen	61

(GRS 1991, S. 30-31)

Der Gutachter:

Hier fehlen jedoch Kenntnisse zu Veränderungen des Güterverkehrsaufkommens seit der Wiedervereinigung ebenso wie Angaben zur Belastung des Schienennetzes der Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter (VPS).

Aussagen zur Häufigkeit von Bahnbetriebsunfällen werden im Anhang II der Transportstudie der GRS gemacht. Hier fehlt jedoch die Berücksichtigung des veränderten Güterverkehrsaufkommens auf den Strecken der Deutschen Bundesbahn (DB) seit der Wiedervereinigung; die untersuchten Daten stammen aus den Jahren 1979 bis 1989. Kenntnisse fehlen zu Unfällen auf den Gleisabschnitten der Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter (VPS) als auch der Deutschen Reichsbahn (DR).

Weiterhin fehlen Kenntnisse von Belastungs- bzw. Unfallschwerpunkten in der Standortregion wie z.B. Rangierbahnhöfe, eingleisige Streckenabschnitte, auf denen sich Verkehrsströme bündeln. In der GRS-Studie wurden lediglich die Rangierunfälle im Rangierbahnhof Braunschweig gesondert berücksichtigt (GRS 1991, Anhang II, S. 20 f.). Eine Gegenüberstellung der bundesweiten und der niedersächsischen Güterverkehrsunfallstatistiken als auch bestimmter Datenzusammenstellungen zu bestimmten (Rangier-) Bahnhöfen (von Seiten der DB, DR oder VPS) könnte Aufschluß darüber geben, inwieweit die Region um die Schachtanlagen, bzw. die durch Transporte radioaktiver Abfälle besonders belasteten Bahnhöfe, beeinträchtigt werden.

Wasserstraßen:

Sachverhaltsdarstellung:

"Die (...) Kanäle (Zweigkanal Salzgitter, Mittellandkanal und Elbe-Seiten-Kanal, Anm.d.Gutachter) sind in Richtung Elbe auf die Tragfähigkeit des Europaschiffes (1350 t) ausgebaut; in westlicher Richtung ist der Ausbau des Mittellandkanals noch nicht abgeschlossen. Transporte auf den Kanälen erfolgen mit Schiffen von 400 t bis 1350 t Tragfähigkeit; Schub- und Gelenkverbände für Kohle können etwa 2000 t je Verband befördern. (...) Im Zeitraum vom Oktober 1986 bis September 1987 wurden in den Häfen 2563 ankommende und 2571 abgehende und von Oktober 1987 bis September 1988 in den Häfen 2787 ankommende und 2746 abgehende Schiffe gezählt" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6.-5).

Der Gutachter:

Auch für diesen Verkehrsträger bestehen Kenntnislücken über genaue Angaben zu Art und Anzahl der ankommenden und abgehenden Schiffe. Hier reicht die Angabe der absoluten Zahl allein nicht aus. Vielmehr sollte eine Differenzierung der Schiffe sowie der Ladung (z.B. unterteilt nach Gefahrguttransporten und gewöhnlichen Gütern) erfolgen, um Erkenntnisse über die Belastung der Kanäle zu erhalten.

Kenntnislücken der Genehmigungsbehörde bestehen auch zum Güterumschlag im Hafen Beddingen.

Luftverkehr:

Sachverhaltsdarstellung:

"Die Zahl der Flugbewegungen ist im Standortraum gering" (BfS-Plan 4/90, 3.1.6-6).

"Das Verkehrsaufkommen (Luftfahrzeuge über 4.000 kg, Anm.d.Gutachter) betrug auf den Luftverkehrsstrecken

B 29S:	im Durchschnitt pro Tag	25 Luftfahrzeuge
	maximal	28 "
B 29E:	im Durchschnitt pro Tag	38 Luftfahrzeuge
	maximal	70 "

Die Gewichtsklassen liegen zwischen 50 und 100 t maximalem Abfluggewicht" (EU 179, S. 3).

"Es wird angenommen, daß auf jedem der 11 Hubschrauberlandeplätze in einem Radius von 50 km um Konrad ein Hubschrauber stationiert ist, der acht Stunden am Tag im Einsatz ist. Damit ergibt sich in diesem Luftraum eine integrale Jahresflugzeit von 32.000 Stunden" (EU 179, S. 5).

1971 betrug der Flugzeugbestand (auf dem Verkehrslandeplatz Salzgitter-Drütte, Anm.d.Gutachter) "7 Flugzeuge mit einem maximalen Startgewicht von 2.000 kg. 5.896 Starts wurden registriert. Seit 1957 gingen 9 Flugzeuge durch Unfälle verloren, davon 5 am Flugplatz. (...) Im Zeitraum von 1973 - 1976 kam es in Niedersachsen bei 830.268 Flugbewegungen zu 27 Unfällen" (EU 179, S. 5).

Der Gutachter:

Kenntnislücken bestehen aufgrund fehlender aktueller Daten zum Verkehrsaufkommen der letzten Jahre. Die oben zitierten Mengen beruhen auf Annahmen der GRS sowie Angaben der Bundesanstalt für Flugsicherung vom Juni 1983 und der PTB vom März 1983.

Insbesondere bestehen Kenntnislücken über die Zunahme des Flugverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland und in Niedersachsen zumindest bis zum Zeitpunkt der aktualisierten Antragsunterlagen (April 1990). So hat z.B. die Zahl der Fluggäste von rund 48 Mill. 1983 auf über 68 Mill. 1988 und die Menge der beförderten Fracht und Post von ca. 1 Mill. t 1983 auf über 1,5 Mill. t 1988 zugenommen (Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 1989, S.87-89).

Obwohl nach Aussagen der GRS eine Statistik des Flugzeugbestandes auf dem Verkehrslandeplatz Salzgitter-Drütte, seit 1977 vorliegen soll (EU 179, S.5), wird lediglich der Flugzeugbestand des Jahres 1971 (!) benannt. Auch hier fehlen Kenntnisse über den tatsächlichen derzeitigen Flugzeugbestand (die Zahl der Flugzeuge mit einem Startgewicht von bis zu 2.000 kg hat sich zwischen 1971 und 1988 nahezu verdoppelt, Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 1989, S.113).

Kenntnislücken bestehen auch aufgrund fehlender Daten zu Unfällen in Niedersachsen. Die für den Zeitraum 1973-1976 angegebenen Daten sind wegen der gestiegenen Beförderungszahlen im Flugverkehr veraltet.

Schließlich liegen der Genehmigungsbehörde keine Kenntnisse über veränderte Flugbewegungen und Unfallstatistiken zu Unfällen vor, die seit der Wiedervereinigung eingetreten sind oder vermutlich eintreten werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

Der in der Sachverhaltsdarstellung beschriebene Kenntnisstand läßt lediglich eine unvollständige Beurteilung zur Verkehrsbelastung der einzelnen Verkehrsträger zu. Die für den Straßenverkehr angegebenen DTV-Werte beziehen sich auf das Jahr 1985. Prognosen, die das steigende Verkehrsaufkommen berücksichtigen, werden nicht gemacht. Gleiches gilt auch für die vermittelten Kenntnisse zum Verkehrsaufkommen im Luftverkehr: die Daten aus den Jahren 1971-1983 bedürfen einer dringenden Aktualisierung.

Ebenfalls fehlen derzeit Kenntnisse über Unfälle und Unfallschwerpunkte auf den Haupttransportwegen. Dies betrifft insbesondere die Verkehrsträger "Straße", "Schiene" und "Wasserstraßen".

Über Art und Umfang der bereits existierenden Industrie-/Gewerbetransporte bzw. der Gefahrguttransporte im unmittelbaren Umfeld der Schachtanlage liegen keine Angaben vor.

5.4 Tiere und Pflanzen (Biotope und Biotopinventar, Empfindlichkeiten und Vorbelastungen)

"Tiere und Pflanzen" werden in § 2 UVPG den anderen Schutzgütern, wie z.B. dem Schutzgut "Mensch", gleichgestellt. Voraussetzung für eine Beurteilung des Untersuchungsgebietes hinsichtlich der Empfindlichkeit und Vorbelastung seiner Komponenten (Tiere, Pflanzen) ist eine hinreichend umfassende Datengrundlage. Benötigt werden zunächst Informationen, die es erlauben, das Untersuchungsgebiet in seiner biologischen und landschaftlichen Eigenart und seinem Charakter zu beschreiben und zu erhalten. Entsprechend dem Niedersächsischen Naturschutzgesetz (NNatSchG) sind dabei geplante und ausgewiesene Naturschutzgebiete (NSG), Landschaftsschutzgebiete (LSG), Naturdenkmale (ND), geschützte Landschaftsteile und besonders geschützte Biotope und deren Arteninventar besonders zu berücksichtigen.

Räumliche Bereiche, in denen vorhabensbedingte Wirkungen auf Tiere und Pflanzen zu erwarten sind und für die Bestandsdarstellungen empfohlen werden, wurden als Teiluntersuchungsräume in Kap. 4 dieses Gutachtens abgegrenzt. Es sind dies der ehemalige Tagebau "Haverlahwiese", Flächen die einer Nutzungsänderung im Zuge der Verkehrsanbindung von Schacht Konrad 2 unterliegen sowie Betriebsgeländeflächen. Auf diesen Flächen ist absehbar, daß es in der Bauphase zu gestaltlichen Veränderungen, wie z.B. Versiegelungen kommen wird, die auch Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen haben. Den Teiluntersuchungsraum der "Haverlahwiese" betrifft dies in der Bau- und Betriebsphase.

Grundsätzlich sind solche Einflußnahmen nicht nur im Zuge baulicher Veränderungen, sondern auch als Folge der in der Betriebsphase freigesetzten radioaktiven Stoffe zu erwarten, wovon das Fließgewässersystem der Aue/Erse bis Vechelde, die Transportwege und ihre Korridore sowie durch einen 5 km-Radius um Schacht Konrad 2 abgegrenzte Untersuchungsraum betroffen sind (vgl. Kap. 4). Somit sind zwei grundlegend verschiedene Arten von Einflußnahmen definierbar, die im Zuge des Baus und Betriebs des Endlagers Konrad auf Tiere und Pflanzen einwirken können.

Für das Verständnis radiologischer Wirkungen auf Tiere und Pflanzen ist entscheidend, daß von einer "pauschalen" Strahlenempfindlichkeit der Arten nicht die Rede sein kann. Vielmehr beinhalten die Schutzgüter "Tiere und Pflanzen" nach § 1 UVPG "viele" Arten, die arten- und entwicklungsbedingt sowie abhängig von einer Vielzahl weiterer biotischer und abiotischer Faktoren auch unterschiedlich strahlensensibel reagieren.

Es ist üblich, als Maß der Strahlenempfindlichkeit von Tieren und Pflanzen strahleninduzierte somatische und genetische Wirkungen zu untersuchen. Dies geschieht im ersten Fall durch die Ermittlung der LD₅₀, das heißt der Dosis, bei der 50 % der bestrahlten Individuen absterben und der Lebenserwartung (Lebensdauer) von Organismen. Bei höheren Dosen können auch Veränderungen an den Chromosomen (z.B. Chromosomenaberrationen) als Dosisindikatoren (Fritz-Niggli 1991, S. 95) dienen. Die grundsätzlichen Unterschiede der Radioaktivität verschiedener Organismen veranschaulicht Tabelle 5.4-1.

Es ist davon auszugehen, daß höhere Lebewesen "empfindlicher" reagieren als niedere.

Tab. 5.4-1: Strahlenempfindlichkeit von Lebewesen. Die letale Dosis $LD_{50/30}$ ist die Dosis, bei der 50 % der Lebewesen innerhalb von 30 Tagen sterben (Näherungswerte) aus Lengfelder (1990), verändert

Letale Dosis	$LD_{50/30}$ (Gy)
Schaf, Schwein	2
Meerschweinchen	2,5
Hund	2,8
Mensch	3
Maus	6
Kaninchen	8
Hamster	9-11
Wespen	1.000
Viren	1.000-2.000

Neben den vielfach dokumentierten Wirkungen hoher Strahlendosen sind nachteilige Wirkungen auch von niedrigen (i.e. solcher unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte nach StrlSchV) bekannt geworden. Auch solche niedrigen Dosen haben strahleninduzierte Mutationen zur Folge, die Organismen und deren Nachkommen gefährden können. Sowohl für Menschen als auch bei Tieren und Pflanzen (vgl. Exkurs 8.3.2) wurden Reparaturmechanismen nachgewiesen, die entsprechende Defekte kompensieren können. Während inzwischen beim Menschen offensichtlich analytische Möglichkeiten bestehen, auch durch Niedrigdosisstrahlung verursachte Defekte an den Chromosomen zu indizieren (Schmitz-Feuerhake, 1992e), stehen für das Gros der Tiere und Pflanzen solche Ansätze einer Beweissicherung bisher nicht zur Verfügung. Nur zur "Risikobewertung erblicher Auswirkungen von Stoffen auf Säugetiere" (EWG 87/302) gibt es "Chromosomen-aberrations-Tests", die sich aber nicht explizit zum Nachweis der Wirkungen durch Niedrigstrahlung eignen.

Es ist zu erwarten, daß die außer bei Transportunfällen in der Betriebsphase des Endlagers freiwerdenden Radioaktivität bei Tieren und Pflanzen lediglich als nicht durch Indikatoren nachweisbare "stochastische" Schäden manifestiert. Die praktische Bedeutung stochastischer Schäden ist Gegenstand intensiver wissenschaftlicher Diskussionen.

Sachverhaltsdarstellung:

- Planfeststellungsunterlagen zur Situation der "wildlebenden Tiere und Pflanzen" (Plan Konrad 4/90)

Als jagdbare Wildarten des näheren Umkreises werden die in guten Besatzstärken vorkommenden Niederwildarten Reh, Hase, Kaninchen und Fasan sowie Schwarzwild, welches erst im weiteren Umkreis (Oderwald) verbreitet ist, genannt. Fischerei wird im Untersuchungsraum nur im Bereich des Zweigkanals Salzgitter betrieben (Plan Konrad 4/90, 3.1.4-3).

An Landschaftsschutzgebieten und Naturschutzgebieten werden insgesamt vier (LSG Salzgitter-10 "Beddinger Holz und Langes Holz", LSG PE-33 "Sonnenberger Holz und Wierther Holz", LSG PE-42 "Aue-Dummbuchgraben und Pferdekoppel/Wüstung Glinde" sowie das NSG BR-44 "Lengeder Teiche") benannt, die nur teilweise in dem 5 km-Radius des Untersuchungsgebiets hineinreichen. Darüberhinaus werden vier weitere Gebiete aufgeführt, die aus landesweiter Sicht für den Naturschutz wertvoll sind (das Ruderalgelände am Schacht Konrad 2, die Kiesteiche nördlich von Drütte, das "Beddinger Holz" teilweise sowie der ehemalige Tagebau bei Vallstedt) und drei Gebiete, die regionale Bedeutung besitzen (der "Ellernbruchsee", die Aueniederung von Bleckenstedt bis zur Grenze Stadt Salzgitter/Landkreis Peine, der "Ochsenpfuhl"). Dem stehen weitere in Planung befindliche LSG gegenüber (das Feuchtgebiet "Dummes Bruch" und das Waldgebiet "Hallendorfer Holz").

Im Rahmen der Verkehrsanbindung an Schacht Konrad 2 (BfS; "Verkehrsanbindung Konrad", 4/90) werden Biotope strukturell und funktionell beschrieben (Bestands- und Konfliktplan), wobei auch auf Pflanzengesellschaften, Pflanzen- und Tierarten eingegangen wird.

- Planfeststellungsunterlagen zur Situation der "Nutztiere und Nutzpflanzen"

2 % der Fläche innerhalb des 5 km-Radius wird forstwirtschaftlich genutzt. Nennenswerte Waldflächen treten nur südwestlich von Salzgitter-Beddinger ("Beddinger Holz") und nördlich von Salzgitter-Hallendorf auf. Großflächige "Wälder" im eigentlichen Sinne finden sich auf dem Salzgitter-Höhenzug und im Oderwald (Plan Konrad 4/90, 3.1.4-2). Wegen des hohen Ertragspotentials der Böden lassen sich alle landwirtschaftlichen Nutzpflanzen der Klimaregion anbauen. Es handelt sich vornehmlich um Weizen, Zuckerrüben, Gerste sowie Hackfrüchte (Anteile an der

Gesamtanbaufläche von ca. 50 % bzw. 30 % bzw. 28 %). Die Nutztierhaltung im Gebiet ist relativ unbedeutend. Analysedaten aus Boden und Bewuchsproben von Weide- und Ackerland werden als Aussage zur radiologischen Grundbelastung (Plan Konrad 4/90, 3.1.8) aufgeführt. Außer den vom Antragsteller vorgelegten Angaben liegen der Genehmigungsbehörde zur Zeit keine Unterlagen zum Ist-Zustand von Flora und Fauna im Untersuchungsgebiet vor.

Der Gutachter:

Aus den vorliegenden Unterlagen ergibt sich nur eine oberflächliche Beschreibung von Tieren, Pflanzen und Landschaft des Untersuchungsgebietes. Ein Eindruck von den strukturellen naturräumlichen Eigenschaften des Untersuchungsgebietes, zu denen nicht nur die Bestände an LSG und NSG gehören, sondern auch systematische Kategorien von Tieren und Pflanzen und ihrer Lebensräume, wird nicht vermittelt. Auf bestandsbedrohte Arten, die gegenüber negativen Umwelteinflüssen besonders sensibel reagieren, wird nicht eingegangen. Dagegen erfolgt eine detaillierte und ausreichende Beschreibung der biologisch/ökologischen Verhältnisse im Bereich der geplanten Zufahrtswege zu Schacht Konrad 2.

Es sei darauf hingewiesen, daß im Rahmen der Vorbereitungen für den Landschaftsrahmenplan der Stadt Salzgitter zahlreiche Unterlagen und Kartierungen erstellt worden sind, die eine genaue Darstellung der biologisch/ökologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet ermöglichen. Dies sind:

- Karte der für den Naturschutz wertvollen Bereiche in Niedersachsen
- Kartierung der Feuchtgebiete im Salzgitter-Höhenzug
- Kartierung der Industriegebiete in Salzgitter
- Verzeichnis der in Salzgitter nachgewiesenen Arten der "Roten Liste der Gefäßpflanzen Niedersachsens und Bremens"
- Gewässerkartierung und Bericht zur Situation von Kreuz- und Wechselkröte im Bereich der Grube Haverlahwiese (1985)
- Beobachtungsbericht 1985 und 1986 zur Avifauna des Stadtgebietes Salzgitter (Hrsg. Biologische Arbeitsgemeinschaft Salzgitter)
- Fledermausfunde (1986)

Die Unterlagen liegen zur Zeit weder der Genehmigungsbehörde noch dem UVP-Gutachter vor, können aber über die Stadt Salzgitter beschafft werden.

Das Gebiet "Haverlahwiese" bleibt als wesentliche Wirkzone bau- und betriebsbedingter Beeinträchtigungen gänzlich unberücksichtigt, obwohl die geplante Verfüllung mit Haufwerk eine Zerstörung des Lebensraumes teilweise bestandsbedrohter Arten und der Arten selbst und damit einen Eingriff nach § 7 ff. NNatSchG darstellt. Bestehende und unvollständige Bestandsaufnahmen der Tiere und Pflanzen des ca. 100 ha großen, grundsätzlich xerothermen Areals, lassen bisher keine differenzierte Einschätzung der Biotopeigenschaften zu (bisher nur Vögel und Amphibien). Aussagen zu Interaktionen mit dem Umland fehlen. Die Bedeutung der ehemaligen Tagebaufläche für den Naturhaushalt im lokalen und regionalen Bezug bedarf der Klärung. Der Gutachter fordert eine floristische und faunistische Bestandsaufnahme im Bereich der "Wiese" und 100 m darüber hinaus zumindest während einer vollständigen Vegetationsperiode, damit die Frage geklärt werden kann, ob der Eingriff in Form der Verfüllung des Tagebaus Haverlahwiese als "ausgleichbar" i.S.d. § 19 NNatSchG definiert werden kann oder ob ggf. Ersatzmaßnahmen nach § 12 NNatSchG erforderlich werden.

Die im weiteren für das NSG "Heerter See" und für die verbliebenen Teiluntersuchungsräume empfohlenen Bestandsaufnahmen von Tieren und Pflanzen dienen nicht dem Nachweis anlagenbedingter akuter oder chronischer Strahlenschäden, sondern sind unter dem Aspekt der Vorsorge und der Beweissicherung zu sehen. Bisher sind keine "Strahlenwirkungs-Indikatoren" bei Tieren und Pflanzen bekannt, die es erlauben würden, die beim Betrieb des Endlagers auftretenden Wirkungen als Folge einer Niedrigdosisstrahlung sichtbar zu machen. Da als geplanter Betriebszeitraum für das Endlager aber mindestens vier Jahrzehnte angegeben werden, ist nicht auszuschließen, daß vor Ablauf der Betriebsphase geeignete Nachweismethoden zur Verfügung stehen, die sich auf die Bestände von Tieren und Pflanzen des Untersuchungsgebiets stützen. So besteht also immerhin die Möglichkeit, nachteiligen mutagene Effekte trotz des aktuellen Beweissicherungsdifizites zukünftig auch für Niedrigdosisbereiche darzustellen.

Das NSG "Heerter See" (Klärteich Nr. 3) liegt ca. 700 m süd-südwestlich des Untersuchungsgebietes für Tiere und Pflanzen (5 km-Radius um Schacht Konrad 2) und damit außerhalb der Grenzen des engeren Untersuchungsraumes.

Die Entscheidung, den "Heerter See" trotzdem in diesem Gutachten zu berücksichtigen, stützt sich auf die folgenden Überlegungen:

- Der "Heerter See" wurde im November 1992 vom Internationalen Rat für Vogelschutz zum Europareservat erklärt. Er ist damit Schutzgebiet

von internationalem Rang und besitzt eine Fläche von insgesamt 250 ha, davon 120 bis 160 ha Wasserfläche. Insgesamt beherbergt er ständig oder temporär 288 Vogelarten von denen 112 Arten (ca. 39 %) bestandsbedroht sind. Besondere Bedeutung kommt dem nährstoffarmen Gewässer für durchziehende Arten wie z.B. Kormoran, Kranich und Krickente zu.

- Viele Vogelarten dehnen ihren Lebensraum z.B. bei der Nahrungssuche über ihr unmittelbares Brutgebiet hinaus aus. Damit ist davon auszugehen, daß die Teillebensräume mancher im NSG ansässiger Arten sich ebenfalls bis in den durch einen 5 km-Radius festgelegten Teiluntersuchungsraum erstrecken.

Der Antragsteller erwähnt dieses unweit des geplanten Endlagers gelegene Schutzgebiet überregionaler Bedeutung nicht, schließt damit also aus, daß das NSG durch sein Vorhaben beeinträchtigt wird. Die Bedeutung des Gebietes macht nach Ansicht des Gutachters zumindest seine nähere Betrachtung erforderlich. Grundlage hierfür ist die Einschätzung, daß eine Beeinträchtigung zwar nicht nachgewiesen, aber zumindest nicht unwahrscheinlich ist (s. einleitend zu Kapitel 5.4).

Eine Berücksichtigung erscheint auch deshalb zweckmäßig, weil das NSG den Vorteil einer umfassenden Darstellung und fortlaufenden Überwachung der lokalen Vogelbestände aufweist. Vögel gelten gemeinhin als sensible Bioindikatoren für die ökologische Qualität von Lebensräumen. Viele der vorkommenden Wat- und Schwimmvogelarten sind zudem Endglieder von Nahrungsketten. Sie akkumulieren Schadstoffe mit der aufgenommenen Nahrung. Auch Radionuklide, die sich mitunter im Plankton anreichern, kommen so als akkumulierbare Agentien in Betracht.

Die Bestimmung der Kontamination sorgfältig ausgewählter Wasservogelarten mit radioaktivem Material sollte daher einen Anteil bei der Bestandsaufnahme zur Vorbelastungssituation im Raum Salzgitter darstellen. Die Verwertbarkeit entsprechender Analysedaten in einem Biomonitoring ist an anderer Stelle zu diskutieren. Vorschläge für ein Biomonitoring unterbreitet darüberhinaus der Landkreis Peine (1991) in einem Beweissicherungsprogramm.

Das Auftreten hoher Strahlendosen ist entlang der Transportwege als Folge eines Unfalls nicht auszuschließen. Wegen der hohen Strahlenempfindlichkeit ist bei den Bestandsaufnahmen besonderes Augenmerk auf die Gruppe der Säugetiere (Nutz- und Nahrungstiere, Wild, Kleinsäuger) zu richten. Andere Wirbeltiere (z.B. Vögel) und für spezielle Biotoptypen repräsentative Tiergruppen sowie Pflanzen- und Pflanzengesellschaften sind ebenfalls zu erfassen. Es muß jedoch auf den Mangel an befriedigenden Unterlagen zum Unfallgeschehen und zu den Eintrittswahrschein-

lichkeiten an den Transportbändern verwiesen werden (vgl. Kap. 4) so daß eine endgültige Abgrenzung von Untersuchungsbereichen zur Zeit nicht möglich ist.

Die am Zaun von Schacht Konrad 2 prognostizierten Strahlendosen sind in ihrer Dosishöhe nicht mit denen vergleichbar, die für den Fall ungünstig verlaufender Transportunfälle zu erwarten sind. Trotzdem ist eine flächendeckende Bestandsaufnahme im 250 m-Bereich um Konrad 2 unter Berücksichtigung der für den Teiluntersuchungsraum "Transportwege" beschriebenen biologischen Untersuchungsschwerpunkte empfehlenswert.

Bestandsaufnahmen im Teiluntersuchungsraum "Aue/Erse", wie dieser in Kap. 4.2 "Gebietsabgrenzung" definiert wird, dienen der Erfassung aller im und am Wasser lebenden Organismen. Die genaue Kenntnis der Arten dieses aquatischen Lebensraumes ist von Bedeutung für das Verständnis ökologischer Wechselwirkungen zum Umland. Ein Schwerpunkt ergibt sich für die Untersuchung aquatischer Kleinlebewesen, die Radionuklide konzentrieren können und als Nahrung für höhere Konsumentenstufen in der Nahrungskette dienen.

Bestandsaufnahmen innerhalb des 5 km-Radius um Schacht Konrad 2 sind darüberhinaus nur für selektive Flächen zu empfehlen. Hierbei bieten sich die als NSG's vom Antragsteller im Plan 4/90 bereits namentlich aufgeführten Flächen an. Diese sind ebenso wie die in der landesweiten Biotopkartierung Niedersachsen erfaßten Biotope ökologisch hochwertige Elemente des lokalen Naturhaushaltes und in der Regel floristisch und faunistisch gut untersucht, so daß von der bestehenden Datengrundlage Gebrauch gemacht werden kann. Auch kann eine gezielte Auswahl von Organismen erfolgen, die sich als Indikatoren, z.B. für die Höhe der radiologischen Vorbelastungen im Untersuchungsgebiet eignen. Ergänzende Kartierungen sind dann schwerpunktmäßig entsprechend auszurichten (z.B. Erfassung des Planktons, der Wasservögel usw.). Für solche Fälle, die einem Eingriff im Sinne der §§ 7 ff. NNatSchG unterliegen, ist eine floristische und faunistische Bestandsaufnahme erforderlich.

5.5 Boden

Dem Boden kommt als definiertem Schutzgut der natürlichen Umwelt wesentliche Bedeutung im Stoff- und Energiehaushalt zu. Der Boden stellt ein dreiphasiges, polydisperses, oberflächenaktives, offenes Ökosystem von spezifischer Struktur und Funktion dar. Böden entstehen und wirken im Durchdringungsbereich verschiedener Teile der Geosphäre (Atmosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre, Biosphäre) und besitzen dadurch spezielle Relevanz bei der Bewertung der Umweltverträglichkeit anthropogener Eingriffe in den Naturhaushalt.

Die Spezifik des Bodens besteht dabei in ökologischer und planerischer Hinsicht einerseits in seiner relativen Immobilität, der dadurch bedingten begrenzten Belastbarkeit, dem oftmals irreversiblen Charakter eingetretener Zustandsänderungen und andererseits in der komplexen Verflechtung des Bodens mit den anderen Schutzgütern auf vielfältigen Pfaden. So können z.B. radioaktive Substanzen über den Wasser- und/oder Luftpfad in den Boden gelangen und Eingang in die Nahrungskette finden, an deren Ende der Mensch steht. Daraus ergibt sich, daß wesentliche Parameter des Bodens und seiner Vorbelastung in der zusammenfassenden Darstellung nach § 11 UVPG zu behandeln sind.

Durch die Erfassung der folgenden Bodenparameter ist eine Bestimmung des Puffer-, Speicher- und Transportvermögens des Bodens gegenüber Schadstoffen (einschließlich Radionukliden) möglich:

- Humusgehalt und -zusammensetzung
- Tongehalt und Tonmineralbestand (Fe-, Al-, Mn-Oxide)
- biotische Aktivität
- chemisches Milieu der Bodenlösung (pH-Wert)
- Bodentyp
- Bodenart
- Bodennutzung (aktuell und Vorgeschichte)

Sachverhaltsdarstellung:

Im Gegensatz zu anderen Schutzgütern ist in den vom Antragsteller vorgelegten Unterlagen für die Darstellung des Bodens kein eigenständiges Kapitel vorgesehen. Angaben zum Boden und seinem Belastungszustand finden sich in den Kapiteln 3.1.4 (Boden- und Wassernutzung), 3.1.8.1.5 (Radioaktivitätskonzentration im Bo-

den und in terrestrischen Nahrungsketten), 3.1.8.1.6 (radiologische Grundbelastung nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl) und 3.1.9.5.3 (Grundwasserneubildung). Ergänzende Angaben zur generellen Bodenart finden sich in der EU 029.00.

Aus den Unterlagen des Antragstellers (Kap. 3.1.4; 3.1.9.5.3 Textband; EU 029.00) ergibt sich kurzgefaßt folgende Situation:

Das betrachtete Gebiet liegt im Übergangsbereich der Löß-Lehm-Vorlandzone des Berg- und Hügellandes zur Geestlandschaft. Die Bodenentwicklung erfolgte aus Löß über weichseleiszeitlichen, glazifluviatilen Sanden bzw. Geschiebelehm, lokal auch über Kalkstein. Hinsichtlich der Bodenart handelt es sich um tonige Schluffböden. Sie sind örtlich schwach staunäß, in den tiefen Lagen der Niederungen auch grundwasserbeeinflußt. Im Unterboden ist Lehm oder Sand vorherrschend. In den Niederungen haben sich holozäne Niedermoorböden über tonigem Feinsand gebildet.

Dominierende Bodentypen sind Parabraunerden, Schwarzerde-Parabraunerden und Pseudogley-Parabraunerden. Lokal treten Pseudogley-Schwarzerden, Pseudogleye und Gleye (teilweise als Kolluvien) sowie speziell im Südosten des Gebietes Braunerde-Rendzinen und Rendzinen auf. Auf holozänen Sedimenten der Auen und Niederungen haben sich im Norden des Gebietes Gleye und Niedermoore entwickelt. Lokal sind darüberhinaus Auftragsböden mit teilweise geringer Lößauflage zu finden. Generell sind die im Gebiet entwickelten Böden außerordentlich fruchtbar (Ackerzahlen ca. 95). Sie gehören in Niedersachsen zu den Böden mit dem höchsten Ertragspotential. Die charakteristische Fruchtfolge besteht aus Getreide-Raps-Zuckerrüben.

In den Kapiteln 3.1.8.1.5 und 3.1.8.1.6 (Plan Konrad) sind Angaben zur Vorbelastung der Böden im Untersuchungsgebiet enthalten.

Zur Erfassung der radiologischen Vorbelastung wurde 1979/80 an 6 bzw. 7 Meßstellen im Gebiet der Hauptwindausbreitung von Schacht 2 an Bodenproben unter Grünland- und Ackernutzung die Nuklidbelastung mit Sr 90, Cs 137 und einer Reihe natürlich vorkommender Nuklide bestimmt. Im Mai/Juni 1986 wurden im Zusammenhang mit dem Reaktorunfall von Tschernobyl weitere Untersuchungen durchgeführt (Tab. 3.1.8.1.6/2 bis 6), bei denen ein entsprechender Anstieg der Radioaktivität festgestellt wurde. Aus diesen Messungen ergeben sich keine Anhaltspunkte für abnormale Abweichungen der Grundbelastungen für die untersuch-

ten Nuklide (Tab. 3.1.8.1.5/1,2). In Kap. 3.1.8.3 werden Berechnungsergebnisse für die Anreicherung verschiedener Nuklide im Boden als Ergebnis einer 50-jährigen Eintragsphase über den Luftpfad (Abwetter) und den Wasserpfad (Beregnung landwirtschaftlicher Nutzflächen) dargestellt. Die darin prognostizierten Erhöhungen der Ausgangs-Aktivitätskonzentrationen (Messung 1979/1980) liegen um den Faktor 10^3 - 10^4 (Luftpfad) bzw. 20-60 (Beregnung) niedriger als die Ausgangswerte selbst.

Das konzipierte Programm der Überwachung der radiologischen Belastung des Bodens besteht aus sich ergänzenden Teilen des Betreiber-Meßprogrammes für die radiologische Umgebungsüberwachung (EU 297) und dem Beweissicherungsprogramm unabhängiger Meßstellen des NMU. Im Betreiber-Meßprogramm wird die Bodenbelastung am ungünstigsten Aufpunkt am Anlagenzaun und einem Referenzpunkt am Gut Nortenhof gemessen (2 mal jährlich). Das Beweissicherungsprogramm des NMU sieht zusätzlich die Bemessung von Bewuchs- und ortsgleichen Bodenproben an insgesamt 36 Meßpunkten vor. Diese Meßpunkte sind unregelmäßig in der näheren und weiteren Umgebung der Schachanlage verteilt (weiteste Entfernung ca. 13 km im Überschwemmungsgebiet der Aue). Die Beprobung erfolgt in einem 3-Jahres-Zyklus zu je 12 Meßpunkten jährlich.

Der Gutachter:

Die Erfassung von Bodenarten und -typen beschränkt sich in den Unterlagen des Antragstellers auf die Nennung der wichtigsten Substrate und auftretenden Bodentypen ohne ergänzende Kennzeichnung der Profilcharakteristik sowie der Darstellung der arealen Verteilung der Böden in einer kartographischen Grundlage. Aufgrund der Verstreuung der Informationen über mehrere Kapitel und einer fehlenden Bodenkarte in den Anlagen (z.B. Bodenkarte Niedersachsen 1:25.000) ist die Erfassung und Bewertung des Umweltbereiches Boden erschwert.

- Es ist keine Lokalisierung der Meßpunkte in den verschiedenen Meßprogrammen 1979/1980 und 1986 möglich.
- Es sind keine Angaben zu den beprobten Bodentypen und Bodenhorizonten enthalten. Speziell die Angabe des Tiefenintervalls der Beprobung ist wesentlich, da die Anreicherung der künstlichen Radionuklide in den oberen Zentimetern und Dezimetern starke Gradienten aufweist.
- Die Messung der Bodenbelastung 1979/1980 erfolgte nicht durch Wiederholungen in Zeitreihen. Die gegebene Begründung, daß die Meßwerte zeit-

lich konstant seien, wird nicht belegt. Auch erscheint dies im Vergleich mit den Meßreihen von 1986 nicht schlüssig, da dort die Belastungswerte innerhalb weniger Tage um mehrere Hundert Prozent schwanken. Die Belastungsmessungen sollten sich nach Meinung des Gutachters nicht auf Einzelwerte stützen.

- Ein Vergleich der Meßwerte von 1979/1980 und 1986 ist wegen der fehlenden Angaben zu den Meßorten und Probenahmebedingungen nicht möglich.
- Es wurde keine Untersuchung der natürlichen Radonkonzentration in der Bodenluft vorgenommen. Angesichts der besonderen geologischen Bedingungen und der hohen natürlichen Belastung der Grubenwetter mit Radon sind diese Angaben für die Gesamteinschätzung wesentlich.
- Ohne Berücksichtigung sind in den Darstellungen des Antragstellers bisherige Ergebnisse des Betreiber-Meßprogramm oder des Beweissicherungsprogrammes geblieben. Der Erlaß des NMU vom 1.9.1988 hatte zwar die Erweiterung der Beprobung auf Elemente der Nahrungskette (Bewuchs, Boden, landwirtschaftliche Produkte) vorgesehen, war aber bis auf weiteres wieder außer Kraft gesetzt worden, so daß nur 1988 eine Beprobung an 12 Meßstellen durchgeführt wurde. Die Ergebnisse wurden aber nicht verarbeitet.
- Das Betreiber-Meßprogramm ist mit der Erfassung von 2 Meßpunkten zu eng konzipiert, zumal der Referenzpunkt am Gut Nortenhof in Hauptausbreitungsrichtung und noch innerhalb des 5-km-Beeinflussungsgebietes liegt. Spezielle Bedeutung für die radiologische Überwachung besitzen die 36 Meßstellen des Niedersächsischen Landesamtes für Immissionsschutz. Da allerdings keine nähere Dokumentation zu den Meßstellen vorliegt, kann nicht bewertet werden, ob eine hinreichende Repräsentativität der Nutzungsarten (Ackerland, Grünland, gärtnerische Nutzung, urbane Böden mit sensibler Nutzung) besteht bzw. auch die relevanten Ausbreitungspfade abgegriffen wurden (Überschwemmungsgebiet Aue, Verbringung Sediment auf landwirtschaftliche Nutzflächen, Beregnung). Der vorgesehene 3-Jahres-Zyklus sollte im Sinne der Erhöhung der Beweissicherung auf einen 1-Jahres-Zyklus verdichtet werden.

Unberücksichtigt blieb bei den vorgelegten Untersuchungen die Grundbelastung des Schutzgutes Boden mit anderen, nichtradioaktiven Schadstoffen. Das betrifft sowohl den Eintrag von Schwermetallen, organischen Schadstoffen, als auch von Sulfaten und Chloriden sowie die Belastung mit Rückständen von Agrochemikalien, die Versorgung mit Mikro- und Makronährstoffen, die Humussituation und die vorherrschenden pH-Werte. So wurden z.B. 1991 durch den TÜV Hannover Untersuchungen zur Dioxinbelastung im Boden auf dem Betriebsgelände der P+S-Stahlwerke Salzgitter durchgeführt, wobei TCDD-Konzentrationen festgestellt wurden, die etwa doppelt so hoch sind wie der Richtwert des Bundesgesundheitsamtes für die uneingeschränkte Nutzung des Bodens für den Anbau essbarer Pflanzen. Angaben zu diesen Kontaminationen sind im Zusammenhang mit möglichen Synergieeffekten im Zusammenwirken mit anderen Bodenkontaminationen von Bedeutung und daher im Sinne der Bewertung der Umweltverträglichkeit des Projektes erforderlich.

5.6 Wasser (Vorbelastung)

5.6.1 Hydrogeologie und Grundwasser

Natürliche Wasserwegsamkeiten im Gestein stellen potentielle Freisetzungspfade für Radionuklide aus dem Endlager in die Biosphäre dar, deren Schutzgüter im UVPG benannt sind. Die beteiligten Gesteinsschichten (Einlagerungshorizont, Liegend- und Deckgebirgsschichten) müssen mittels hydrogeologischer, geophysikalischer und geochemischer Methoden auf ihre Barrierewirksamkeit untersucht werden, denn

1. in der Betriebsphase müssen mögliche Wassereinbrüche in die Grube ausgeschlossen oder sicher beherrschbar sein,
2. hinsichtlich der Langzeitsicherheit soll eine konvektive Migration von Schadstoffen (Radionukliden) mit dem Grundwasser entweder nicht stattfinden oder hinsichtlich Migrationspfad, Eintrittsort und -zeit in die Biosphäre vorhersagbar sein, wobei auf lange (geologische) Zeiträume orientiert wird.

Daraus resultieren die an eine Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Hydrogeologie zu stellenden Anforderungen:

1. Hydrogeologische Charakterisierung des unmittelbaren Grubenbereiches zur Klärung von Zufluß-Möglichkeiten bei Auffahrungen in der

aktiven Phase der Einlagerung: maximal zu erwartende Zuflüsse aus dem Speichervolumen und/oder der Speisung des Einlagerungshorizonts durch Infiltration bzw. aus hangenden und/oder liegenden Grundwasserleitern unter Berücksichtigung max. Druckgradienten und Permeabilitäten/Hohlraumvolumen. Daraus müssen Notwendigkeiten und Möglichkeiten des präventiven und aktiven Grundwasserschutzes resultieren.

2. Charakterisierung des regionalen hydrogeologischen Strömungsfeldes des Einlagerungshorizonts durch Ermittlung, Darstellung/Dokumentation und Bewertung von

- Verbreitung, Lagerungsverhältnissen und hydrogeologischen Eigenschaften des Speichers und seiner hangenden und liegenden Grundwasser-Stauer,
- Ermittlung der hydraulischen Berandung, von Speisung und Entlastung (auch aus/in hangenden und liegenden Grundwasserleitern), der Migrationsrichtung und -geschwindigkeit des Grundwassers, d.h. des Wasserpfads der Schadstoffmigration aus Feldmessungen bzw. ersatzweise durch Modellierung mit Hilfe hydrogeologisch begründeter Eingangsdaten.

Diese Charakterisierung muß sowohl den Wiederanstieg des Grundwassers in der Grube nach Ende der Einlagerung und das sich danach einstellende quasi-natürliche Strömungsfeld als auch die davon abweichenden hydraulischen Verhältnisse berücksichtigen, die sich bei eventuellen menschlichen Eingriffen (z.B. Absenkung des Grundwassers bei Abbau der im Norden des geplanten Endlagers nachgewiesenen Eisenerz-Vorkommen bzw. bei evtl. Kohlenwasserstoffförderung) einstellen.

Alle hydrogeologischen Aussagen sollten auf komplexer Auswertung von Geologie/Hydrogeologie des "Modellgebiets", der Parameterermittlung und der Modellierungsergebnisse beruhen.

5.6.1.1 Einführung

Sachverhaltsdarstellung:

Die Grube Konrad liegt hydrogeologisch gesehen in präquartären Festgesteinen des salttektonisch beanspruchten Tafeldeckgebirges unter gering-mächtiger quartärer Lockergesteinsbedeckung zwischen dem Salzgitter-Höhenzug (Wassereintragsgebiet) im Süden und der Allerniederung im Norden. In den Quartärsedimenten und den geklüfteten Plänerkalken der Oberkreide findet sich ein Stockwerk mit \pm ungespanntem oberflächennahen Grundwasser. In den präquartären Festgesteinen

finden sich mehrere tiefe, bevorzugt wasserwegsame Schichten mit salinarem Grundwasser zwischen ansonsten geringdurchlässigen bis stauenden Schichten (BfS-Plan 4/90; NLfB-Zwischenbericht 5/90).

Es finden sich nur wenige Hinweise auf Quellen; keine auf Methoden und Messungen. Diese erfolgen in den vertiefenden Kapiteln des Antragstellers (3.1.9.6.2, 3.1.9.6.3 und 3.1.9.6.4), verschiedenen erläuternden Unterlagen und im Kapitel 3.2.2.1 des NLfB-Zwischenberichtes.

Der Gutachter:

Die Darlegungen sind aus UVP-Sicht umfassend, nachvollziehbar und plausibel.

5.6.1.2 Hydrogeologischer Bau

Dieses Kapitel umfaßt inhaltlich die BfS-Plan-Kapitel (Fassung 4/90):

- 3.1.9.6.2 "Regionaler hydrogeologischer Bau und Abgrenzung des Bearbeitungsgebietes"
- 3.1.9.6.3 "Hydrogeologie des Quartär"
- 3.1.9.6.4 "Hydrogeologie der Präquartären Schichtenfolge",

die diesbezüglichen erläuternden Unterlagen und das gleichnamige Kapitel 3.2.2 im NLfB-Zwischenbericht 5/90. Auf die in den o.g. Unterkapiteln des Antragstellers enthaltenen hydraulischen Kenndaten wird im Kap. 5.6.1.3 dieses Gutachtens eingegangen.

Sachverhaltsdarstellung:

"Regionaler hydrogeologischer Bau und Abgrenzung des Bearbeitungsgebietes"

Im BfS-Plan 4/90 und im NLfB-Zwischenbericht 5/90 wird jeweils ein Überblick zum hydrogeologischen Aufbau des Gebirges, d.h. den Grenzen der hydrogeologischen Einheiten, deren Lage, Mächtigkeit und Verbreitung gegeben, der einerseits auf Ergebnissen von Bohrungen und seismischer Erkundung im Modellgebiet beruht, andererseits auf Ableitung (z.B. aus Kenntnissen von benachbarten Gebieten) beruht.

Die Verbreitung der stratigraphischen Einheiten

Trias, Lias

Dogger, Malm

und Kreide

geht aus Karten des Antragstellers im Maßstab 1:100.000 hervor, die im Norden bis an den Mittellandkanal, im Süden bis zur Linie Oderwald-Salzgitter-Höhenzug reichen (BfS-Plan 4/90, Anlagen 3.1.9/1-3). In zwei Profilschnitten (M 1:50.000) des Antragstellers, die jeweils Schacht Konrad schneiden, sind hydrogeologische Einheiten, farblich unterschieden in vier Permeabilitätsklassen, und ihre Lagerungsverhältnisse dokumentiert (BfS-Plan-Anl. 3.1.9.6/4+5).

Weitere geologische und hydrogeologische Profilschnitte finden sich in Erläuternden Unterlagen (EU 55, EU 146, EU 197) und als Anlagen im NLFb-Zwischenbericht 5/90 (2.1.4/3 bis 2.1.4/10 bzw. 3.2.2/3 bis 3.2.2/12). Weiterhin werden die Basisflächen wesentlicher hydrogeologischer Gesteinseinheiten, z.B. des Oxford, anhand von Tiefenlinienplänen dargestellt. Der Antragsteller erstellte diese für den Süd- und Nordteil des Modellgebietes (EU 55, EU 197), das NLFb jeweils in einer Übersicht für das ganze Modellgebiet (Anlage 3.2.2/14-27). Aus dem Nahbereich der Grube Konrad liegen laut NLFb-Zwischenbericht 5/90, S. 276, Tiefenlinienpläne von Jaritz (1985) für die Schichten Zechstein, Unterer Buntsandstein, Mittlerer Buntsandstein und Oberer Buntsandstein vor. Eine Übersicht aller vorhandenen Tiefenlinienpläne des Antragstellers und des NLFb gibt Anlage 3.2.2/28 des NLFb-Zwischenberichtes.

Die auf dem Zechstein lagernde Gesteinsabfolge Buntsandstein bis Ober-Kreide ist hinsichtlich Verbreitung, Lagerung, Petrographie und Grundwasserführung (Durchlässigkeit) im Bereich zwischen bzw. um die Salzstrukturen Broistedt-Vechelde und Thiede sowie bis zum Nordrand des Salzgitter-Höhenzuges in den Grundzügen bekannt.

Im Westen, Osten und Süden wird das Grundwasserdrucksystem innerhalb der Grundwasserleiter (GWL) und Grundwasserstauer des Modellgebietes durch die Salzstöcke bzw. den Salzgitter-Höhenzug begrenzt; im Norden bei Calberlah, da dort die Gesteine des Jura und der Kreide unter quartären Lockergesteinen ausstreichen.

Das oberflächennahe Grundwasser fließt - gestört durch Entnahme - den Vorflutern Aue und Zweigkanal Salzgitter zu, die in nördlicher Richtung entwässern. Der Zweigkanal Salzgitter kann - abhängig von Lage und Ausbau - Wasser an den Untergrund abgeben oder als Vorfluter fungieren.

"Hydrogeologie des Quartär" (Oberflächennahes Grundwasser)

Aufbau und Eigenschaften der sandig-kiesigen quartären GWL sind zum Teil durch ihre Ablagerung in Rinnensystemen mit maximalen Mächtigkeiten von bis zu 120 m (NLfB-Zwischenbericht, S. 289) geprägt (vgl. W-E- und NE- bis SW-Profil in EU 247). Kiese und Sande mit lokalen Einlagerungen von Schluffen und Geschiebemergeln zeigen keinen ausgeprägten Stockwerkbau. Zum liegenden Festgesteins-Kluftgrundwasserleiter, Plänerkalken der Ober-Kreide, bestehen ungehinderte hydraulische Verbindungen (gemeinsames Stockwerk), wenn diese oberflächennah geklüftet und ohne "Emscher Mergel"-Auflage sind.

Das NLfB definiert in seinem Zwischenbericht (Kap. 3.2.4.1) den Bereich des oberflächennahen Grundwassers als den Anteil des Grundwassers, der unterhalb des Vorflut-Niveaus örtlich bis in Tiefen von 200 m bis 300 m hinab reicht. Mit maximal 1 g/l bis 2 g/l Abdampfrückstand sind diese Wässer im Modellgebiet gering mineralisiert. Die Fließrichtung des oberflächennahen Grundwassers ist, wie radiohydrometrische Messungen bestätigen, generell nach Norden gerichtet. Die Lage der Grundwasseroberfläche ist laut BfS-Plan mit einer Genauigkeit von ± 3 m bzw. ± 5 m bekannt. Sie ist in je einem Grundwasserspiegelplan des Antragstellers für den Süd- und Nordteil des Modellgebietes (Anlage 3.1.9.6/6 bzw. EU 146) und für das ganze Modellgebiet in Anlage 3.2.6/1 des NLfB-Zwischenberichtes dargestellt.

Zur Beschaffenheit des oberflächennahen Grundwassers führte der Antragsteller verschiedene Untersuchungen durch. Dabei handelt es sich um chemische Analysen, Isotopenanalysen zur Altersbestimmung und Temperaturmessungen. Die Ergebnisse wurden im Plan-Kapitel 3.1.9.6-9 und in mehreren Erläuternden Unterlagen dargestellt. Wegen der anthropogenen Veränderungen des Grundwasserchemismus (hohe Chlorid- und Sulfatgehalte), die vor allem im Nahbereich der Grube Konrad gravierend sind, ist laut NLfB-Zwischenbericht, Kap. 3.2.4.1.2 eine Alters- und Herkunfts-klassifizierung der Wässer im Modellgebiet nach ihrem Lösungsinhalt kaum

hydrogeologisch sinnvoll zu interpretieren. Ein Teil der in EU 114 vorgestellten Analyseergebnisse aus 20 neu eingerichteten GW-Meßstellen im Bereich der Grube Konrad (1982-1985), war jedoch (neben Ergebnissen aus älteren Meßstellen) für eine Interpretation geeignet, da diese Meßstellen nicht oder nur geringfügig anthropogen belastet sind. Daraus konnten oberflächennahes Süßwasser, das durch GW-Neubildung geprägt ist und höher mineralisiertes Wasser, wie es als Ablagerungswasser auch im Bereich von Salzstöcken auftritt, unterschieden werden. Darüberhinaus erwartet das NLFb sog. (Ionen-)Austauschwässer und Mischwässer (aus den verschiedenen genannten Wässern). Zu den Isotopenuntersuchungen des Antragstellers mit Tritium und C 14 zwecks Altersbestimmung der Grundwässer führt NLFb (Kap. 3.2.4.1.2 des Zwischenberichtes) folgendes aus:

Durch die Überprägung der natürlichen Tritium- und C 14-Konzentrationen mit Tritium und C 14 aus Atombombenversuchen, die mit Niederschlägen in das Grundwasser gelangten, sind Altersbestimmungen des GW bzw. Rückschlüsse auf den GWL, Herkunft und Genese des GW und evtl. GW-Bewegungen nicht ohne weiteres möglich. Eines ist jedoch sicher: Die Mischwässer bestehen aus vor 1952 gebildetem und jüngerem Wasser. Zur Temperatur des oberflächennahen GW legt der Antragsteller dar, daß von 28 GW-Meßstellen im wesentlichen normale Werte vorliegen, drei davon aber erhöhte Temperaturen (bis 38° C) zeigen, die auf anthropogenen Wärmeeintrag zurückzuführen sind.

"Hydrogeologie der Präquartären Schichtenfolge" (Tiefes Grundwasser)

Im Modellgebiet Konrad besteht ein mehrgliedriger hydrogeologischer Stockwerkbau zu dem Tabelle 5.6-1 einen Überblick gibt. Die Angaben stammen aus dem BfS-Plan 4/90, Kap. 3.1.9.6 und dem NLFb-Zwischenbericht, Kap. 3.2.4.

Tab. 5.6.-1: Hydrogeologisches Normalprofil

Stratigraphische/petrographische Ausbildung	Hydraulische Leitfähigkeit
Quartäre Kiese und Sande	Poren-GWL
± Emscher Mergel	± GW-Geringleiter
Plänerkalke der Oberkreide (Cenoman - Turon)	Kluft-GW-Geringleiter
Flammenmergel, Tonmergelsteine und Tonsteine des Alb	GW-Geringleiter
Hilssandstein des Unteralb	Poren-GW-Geringleiter
Tonsteine u. Tonmergelsteine der Unterkreide (Apt - Hauterive) und des oberen Malm	GW-Hemmer
Wealden/Valangin tonig-mergelige + sandige Fazies	GW-Geringleiter
Ton- und Mergelkalksteine des Kimmeridge und Münder-Mergel	GW-Geringleiter
Oxford (Korallenoolith + Hersumer-Schichten) EINLAGERUNGSHORIZONT	gering durchlässiger poröser Kluft-GWL
Ton- und Mergelsteine des Callovium	GW-Hemmer
"Cornbrash"-Sandstein des Bathonium	poröser GW-Geringleiter
Ton- u. Mergelsteine des Dogger und Lias	GW-Hemmer
Lias alpha-Sandstein Rhät-Sandstein	poröser GW-Geringleiter poröser GW-Geringleiter
Ton- u. Mergelsteine Unterer + Mittlerer Keuper	GW-Hemmer bis Geringleiter
Oberer Muschelkalk	Kluft-GW-Geringleiter
Mittlerer Muschelkalk mit Salinar (örtl. fehlend)	Regionaler Basisgrundwasserstauer

Die tiefen GW-Stockwerke sind hydraulisch vom zuvor beschriebenen oberen GW-Stockwerk getrennt. Sie enthalten die im Vergleich zum oberflächennahen GW höher mineralisierten tiefen Grundwässer mit einem Abdampfrückstand > 2 g/l. Die dazugehörigen Grundwasserstockwerke der Trias und das des Hilssandsteins werden in ihren jeweiligen Ausstrichbereichen im Gebiet des Salzgitter-Höhenzuges gespeist. Der Antragsteller geht davon aus, daß diese Wässer aufgrund des anliegenden hydraulischen Gradienten konvektiv in einem Netzwerk miteinander verbundener Poren- oder Kluftkanäle nach Norden hin abfließen und im Bereich der Allerniederung, dem regionalen Vorflutniveau, entlasten, was durch die Ergebnisse seiner Grundwasserströmungsberechnungen gestützt wird.

GW-Zuflüsse/Aufstiege aus dem Bereich unterhalb des Mittleren Muschelkalk in die hangenden Schichten erwartet der Antragsteller nicht, da das Salinar des Mittleren Muschelkalk als weit verbreitet und undurchlässig gilt. Hinweise auf Bereiche mit Fehlen des Salzes (sog. "Fenster"), das im Modellgebiet als Basis des Grundwasserdrucksystemes betrachtet wird, werden in EU 338 erläutert. Die BGR (EU 338) hält Modellrechnungen, die einen Aufstieg tiefer Süßwässer durch diese Fenster unterstellen, z.B. die Modellrechnung der Genehmigungsbehörde, für "zu sehr konservativ", da die Tiefenwässer salzgesättigt seien (Salzlaugen) und daher der Diffusion als dominierendem Transportmechanismus mit sehr kleinen Transportraten unterliegen.

Im Modellgebiet liegen lediglich aus der Grube Konrad und ihren Schächten Tiefenwasserproben aus dem Teufenbereich von 450 m bis 1.300 m vor. Tiefenwasserausstritte an der Oberfläche sind nicht bekannt. NLFb weist daher in Kap. 3.2.4.2.2 seines Zwischenberichtes darauf hin, daß alle Aussagen zum Chemismus der Tiefenwässer nur für diesen eng begrenzten Raum innerhalb des Modellgebietes gelten. Der Antragsteller führte an ca. 130 Wasserproben, die überwiegend aus dem Einlagerungshorizont Korallenoolith des Oxford, aber auch aus dem im Liegenden befindlichen "Cornbrash"-Sandstein und dem im Hangenden befindlichen Hilssandstein und dem Plänerkalken der Oberkreide stammen, Analysen durch. Deren Chemismus sollte eine Interpretation der Tiefenwasser-Genese ermöglichen. Die Ergebnisse der hydrochemischen und isotopechemischen Untersuchungen stellte der Antragsteller im Plan-Kapitel 3.1.9.6 und in mehreren Erläuternden Unterlagen (z.B. EU 312) vor. Aus den Ergebnissen leitet er ab, daß es sich um Mischwässer aus sehr alten, fossilen, marinen Porenwässern mit konzentrierten Ablaugungswässern von Salzstöcken handelt. Der ab ca. 150 m von den Plänerkalken zur Tiefe hin li-

near zunehmende Salzgehalt (220 g/l bei der Endteufe von 1.300 m) wird in EU 338 mit der Diffusion gelöster Salze evaporitischer Restlösungen erklärt, die während langer geologischer Zeiträume formationsübergreifend aufstiegen und die ursprüngliche chemische Zusammensetzung der in den Gesteinshohlräumen befindlichen Wasser überprägte.

Da die hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnisse sehr komplex und andere Mechanismen denkbar sind, sieht das NLfB die Diffusionsvorgänge in seinem Zwischenbericht (Kap. 3.2.4.2.2) nicht als den einzigen bestimmenden Transportmechanismus an. Um die Gültigkeit der Vorstellung des Antragstellers von einem vorherrschenden diffusiven Transport zu erhärten, hat dieser in einem Fachgespräch mit dem NLfB am 09.05.1990 (Hinweis H 3.2.4-1) zugesagt, weitere Belege, z.B. aus den alten Erdölbohrungen im Modellgebiet, zu erbringen.

Hinweise auf Quellen gibt es in allen Antragsunterlagen und im NLfB-Zwischenbericht. Dabei handelt es sich um Literaturzitate/-verzeichnisse, Karten, Laborberichte, BGR/NLfB-Archivunterlagen (z.B. zu Erdölwässern) etc.. Methoden und Messungen werden in der Regel in den erläuternden Unterlagen beschrieben, z.B. zu Isotopenuntersuchungen an tiefen Grundwässern aus der Schächanlage Konrad in EU 200. Meßergebnisse (z.B. Tritiumwerte) werden in allen Antragsunterlagen (insbesondere in den erläuternden Unterlagen) und im NLfB-Zwischenbericht genannt.

Der Gutachter:

Aus UVP-Sicht sind die Darlegungen ausreichend, nachvollziehbar und plausibel.

5.6.1.3 Hydraulische Kenndaten

Zur Analyse der Langzeitsicherheit des geplanten Endlagers Konrad werden unter anderem mathematisch-numerische Grundwassermodellrechnungen eingesetzt (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.1.10.3 und 3.1.10.4), mit denen die Ausbreitung von Wasserinhaltsstoffen im Grundwasser abgeschätzt wird. Die hydraulischen Kenndaten (i.e. Durchlässigkeiten und effektiven Porositäten) der verschiedenen Schichten sind wesentliche Eingangsdaten für diese Rechnungen (vgl. Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens). Die Sensitivität der Modellberechnungen bezüglich dieser Parameter wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß eine Bandbreite der Durchlässigkeit

von zwei Zehnerpotenzen eine Unsicherheit in der Vorhersage der Fließzeiten, z.B. zwischen 1.000 und 100.000 Jahren, bedeuten kann.

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung sind die hydraulischen Parameter der hydrogeologischen Einheiten eine wichtige Komponente des Gebietssteckbriefes, da sie die Bewegung des Umweltmediums Wasser und damit einen der möglichen Emissionspfade entscheidend beeinflussen. Es ist daher erforderlich, gesicherte und auf einer ausreichenden Datenbasis gegründete Kenntnisse über die Größe und die räumliche Verteilung dieser Parameter im Modellgebiet zu besitzen.

Sachverhaltsdarstellung:

Die hydraulischen Kenndaten der vom Antragsteller angesprochenen hydrogeologischen Einheiten sind im Plan Konrad (4/90) im Kapitel 3.1.9.6.5 (Durchlässigkeiten und Porositäten) zusammengestellt. Weitere Angaben finden sich in den Kapiteln 3.1.9.6.3 (Hydrogeologie des Quartär) und 3.1.9.6.4 (Hydrogeologie der präquartären Schichtenfolge). Angaben zu den fließwirksamen effektiven Porositäten finden sich hingegen in Kapitel 3.1.10.3 (Hydrogeologische Modelle). In Tabelle 3.1.9.6/1 des BfS-Plans (vgl. Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens) wird für die gewählte hydrogeologische Schichteneinteilung eine Übersicht der Bandbreite repräsentativer Durchlässigkeitsbeiwerte gegeben. Die im "Hydrogeologischen Schichtenmodell" angesetzten Durchlässigkeitsbeiwerte und effektiven Porositäten finden sich in Tabelle 3.1.10.3/1 des BfS-Plans (vgl. Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens). Tabelle 3.1.9.6/1 (Bandbreiten der Durchlässigkeitsbeiwerte) wird im Text des BfS-Plan-Kap. 3.1.9.6.5 mit einigen Angaben zur Auswahl der Wertebereiche erläutert.

Zur Datenbasis für die Bestimmung der Durchlässigkeitswerte wird einleitend zu Kap. 3.1.9.6.5 (Plan Konrad, S.21) angegeben, daß "für die mesozoischen Schichtenfolge Durchlässigkeitsbestimmungen aus der Grube Konrad, der Bohrung Konrad 101 und aus Tiefbohrungen vorliegen. Bei den Bestimmungen handelt es sich sowohl um Labormessungen an Bohrkernen und Gesteinsproben als auch um hydraulische In-situ-Tests." Die Bandbreiten repräsentativer Durchlässigkeitsbeiwerte des Oberen Muschelkalk, der Tonsteine des Keuper, des Rhät-Sandstein, des Lias alpha-Sandstein, der Lias-Tonsteine, des Dogger-Beta-Sandstein und der "Emscher Mergel" wurden laut EU 216.1 aus Analogieschlüssen abgeleitet, da aus dem Modellgebiet Konrad keine Meßwerte vorliegen. "Zur Ermittlung von hydraulischen Kennwerten der quartären Grundwasserleiter sind Kurzzeitpumpversuche in 13 Grundwassermeßstellen durchgeführt worden. Zusätzlich wurde ein

Dauerpumpversuch der Wasserwerke Bleckenstedt ausgewertet." Darüberhinaus wurden durchschnittliche Filtergeschwindigkeiten aus radiohydrometrischen Einbohrlochmessungen ermittelt (BfS-Plan 4/90, Kap. 3.1.9.6.3).

Als Datenbasis für die Porositäten der präquartären Schichten werden in Kap. 3.1.9.6.5 "Laboruntersuchungen an Kernen der Bohrung Konrad 101 und an Gesteinsproben, die beim Abteufen der Schächte, beim Auffahren des Grubengebäudes und aus Erdölbohrungen entnommen worden sind" angegeben.

In EU 199 werden die Kennwerte nach einer vorläufigen Auswertung zusammengestellt und diskutiert. Eine umfassende Auswertung der für den Bereich Konrad und seine Umgebung (Radius 50 km) vorliegenden hydrogeologischen Untersuchungen und Auswertungen wird in EU 216.2 (IFAH, 1988: Repräsentative hydraulische Parameter für den Bereich der Grube Konrad) gegeben. Darauf aufbauend sind in EU 216.1 (BGR, 1988: Ableitung hydraulischer Kennwerte für das hydrogeologische Modellgebiet Konrad) die hydraulischen Kennwerte für das Modellgebiet Konrad abgeleitet. Eine Übersicht über die Herkunft der abgeleiteten Kennwerte gibt darin Tab. 2.

Im Zwischenbericht des NLFb findet sich eine ausführliche Diskussion und Beurteilung der im Plan (Stand 3/89) angegebenen hydraulischen Kennwerte sowie eigene Abschätzungen über Größenordnung und Streubreite.

Der Gutachter:

Im Plan Konrad (4/90) werden in Kap. 3.1.9.6.5 nur pauschale Angaben zur Datenbasis für die Abschätzung der hydraulischen Kennwerte gemacht.

Eine ausführliche, nach lithostratigraphischen Einheiten gegliederte Zusammenstellung der für den Bereich Konrad aus den ausgewerteten Quellen entnommenen hydraulischen Kennwerte findet sich in Anlage 2 der EU 216.2. Es wird in EU 216.2 (S. 11) darauf hingewiesen, daß die Datendichte sowohl regional wie stratigraphisch sehr unterschiedlich ist. Die meisten Daten stammen aus dem unmittelbaren Gebiet des Schachtes Konrad sowie aus dem Bereich der Erdölfelder des Gifhorner Troges. In den östlichen und westlichen Randzonen des Modellgebietes gibt es große Flächen, über die keine Daten vorliegen. Bezogen auf die lithostratigraphischen Einheiten liegen relativ umfangreiche Informationen für den erzführenden Horizont der Grube Konrad (Korallenoolith) sowie die Öl- und Gasträgerhorizonte in

der weiteren Umgebung (Rhät-Sandstein, Lias alpha-Sandstein, Dogger-Beta-Sandstein, "Cornbrash"-Sandstein, Wealden, Valanginium) vor. Die Tonsteinsfolgen Unterkreide, Dogger, Lias und Keuper, die den größten Anteil an der Sedimentmächtigkeit im Modellgebiet haben, sind nur mit relativ wenigen Daten belegt. In EU 216.2, S.11 wird hervorgehoben, daß die Zuweisung repräsentativer hydraulischer Parameter für diese Einheiten daher nur mit größeren Unsicherheiten behaftet sein kann.

Ähnlich wird die Datenlage in EU 199 beurteilt, wo festgestellt wird (S.10), daß "im Untersuchungsgebiet Konrad Meßwerte hydraulischer Kenndaten nur punktuell für einzelne Schichtglieder vorliegen. Eine flächendeckende Ermittlung hydraulischer Meßwerte war im Rahmen der Standorterkundung nicht möglich."

EU 216.1 (S.27) stellt weiterhin fest, daß "für einzelne Schichtglieder im Modellgebiet Konrad diese Kenngrößen aus Feld- und Labormessungen abgeleitet werden können. Ein Teil der im Modell zu betrachtenden Schichtglieder ist nicht oder nur ungenügend durch Meßdaten hydraulischer Kennwerte im engeren Bereich Konrad belegt."

Im weiteren wird in EU 216.1 (S.27) ausgeführt, daß die fehlenden Daten aus Vergleichswerten aus der weiteren Umgebung oder aus plausiblen Durchschnittswerten aus genereller hydrogeologischer Erfahrung über Analogieschlüsse abgeleitet werden können. Dieser Auffassung kann sich der Gutachter nicht anschließen, da die im weiteren dargestellte Streubreite der hydraulischen Parametermeßwerte (vgl. Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens) zeigt, wie inhomogen deren Verteilung im Untersuchungsgebiet sein kann (z.B. Durchlässigkeitsbeiwerte des "Oxford" im BfS-Plan 4/90: $K_f 10^{-12}$ bis 10^{-4}).

Spezielle In-situ Untersuchungen über die hydraulischen Parameter in Hinblick auf die Langzeitsicherheit des zu errichtenden Endlagers sind nur in geringem Umfang durchgeführt worden. Dabei handelt es sich um die Pump- und Bohrlochtests in der Bohrung Konrad 101 (EU 027), mehrere Durchströmtests im Bereich des bestehenden Grubengebäudes (EU 52.1, EU 52.2, EU 111, EU 189), Untersuchungen an einer wasserführenden Kluft im Grubengebäude (EU 63.2), WD-Tests in Untersuchungsstrecken im Alb (EU 424) und Barrême (EU 454) von Schacht Konrad 2 aus, Pumptests (EU 53.1 und 53.2) und Einbohrlochmessungen (EU 53.1 und 151) in den quartären Aquiferen. Der überwiegende Teil der für die präquartären Schichten vorliegenden Meßwerte stammt aus Laboruntersuchungen der im Rahmen der Erdölexploration geförderten Bohrkerne.

Zur Repräsentativität der verschiedenen Meßmethoden, insbesondere zu den in der Bohrung Konrad 101 durchgeführten Bohrlochtests, wird in EU 216.1, S.6 festgestellt, daß "aus Bohrlochtests (Drill Stem Tests, Slug Tests, Pulse Tests) ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte zunächst nur für die nächste Umgebung des Bohrlochs gelten und nicht unbedingt für ein größeres Gebiet repräsentativ sind." Neben den In-situ ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten aus der Bohrung K 101 liegen weitere aus Labormessungen an Kernmaterial der früheren Erdöl- und Erdgasprospektion vor. Dazu wird in EU 216.1, S. 6 ausgeführt, daß "durch die Labormessungen die Durchlässigkeit der Gesteinsmatrix erfaßt wird, nicht jedoch die makroskopische Trennfugendurchlässigkeit." Die aus den Labormessungen erhaltenen Durchlässigkeitsbeiwerte sind daher für Klufthwasserleiter nicht repräsentativ, d.h. deutlich zu niedrig, was von Seiten des Antragstellers und des NLFb dergestalt berücksichtigt wurde, daß man die Rechenwerte der stärkeren tektonischen Beanspruchung anpaßte (NLFb), bzw. Rechenwerte für das Störzonenmodell mit einem Faktor belegte (BfS-Plan 4/90, Tab. 3.1.10.3/3).

NLFb geht in seinen "Hydrogeologischen Vorgaben für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit" (Stand 05.10.1990) auf den Parameter "effektive Gebirgsporosität" ein, der zur Berechnung der Grundwasser-Fließgeschwindigkeit wesentlich ist. Dabei differenziert das NLFb die "effektive Gebirgsporosität", ein Summenwert, in "effektive Matrixporosität" und "effektives Klufthohlraumvolumen" (S. 10 f.).

Effektive Matrixporosität

- "Die Verteilung der Meßdaten im Modellgebiet ist sehr unterschiedlich".
- "Die Probennahmepunkte häufen sich im Nahbereich des geplanten Endlagers (Grubengebäude, Bohrung K 101) sowie im Bereich der Erdöl- und Erdgasfelder".
- "Nur sehr wenige Meßdaten sind für die tieferliegenden Schichtenkomplexe vorhanden".
- "Keine Meßdaten sind aus dem Oberen Muschelkalk bekannt".

Effektives Klufthohlraumvolumen

- "Daten über effektive Klufthohlraumvolumina sind im Untersuchungsgebiet nicht ermittelt worden".

Das NLfB zieht aus o.a. Gründen den Schluß (S. 11), daß die für den Modellraum repräsentative effektive Gebirgsporosität und deren Bandbreite nur eingeschätzt werden kann.

Beurteilung des Kenntnisstandes über die hydraulischen Parameter:

Um eine Übersicht über die in einschlägigen Unterlagen zum Plan Konrad angegebenen hydraulischen Kenndaten zu ermöglichen, sind Durchlässigkeitsbeiwerte und effektive Porositäten in der Tabelle 5.6-2 dieses Gutachtens zusammengestellt. Da sich die Angaben der verschiedenen Quellen teilweise auf unterschiedlich zusammengefaßte Schichtpakete beziehen und daher nicht unmittelbar vergleichbar sind, wurden die Abschnitte, auf die die jeweiligen Parameter bezogen wurden, zeitlich gegenübergestellt.

Folgende Umstände stehen einem angemessenen Kenntnisstand entgegen:

- Der Antragsteller trennt nicht konsequent zwischen Gesteins(-Matrix)durchlässigkeit und Gebirgsdurchlässigkeiten (ermittelt in Bohrloch K 101, Schacht Konrad 2). Dies ist insbesondere bei Kluftwasserleitern wie dem Einlagerungshorizont im Oxford von Bedeutung, da hier die Grundwasserbewegung fast ausschließlich von der Durchlässigkeit und Vernetzung des Kluftsystems bestimmt wird und die Gesteinsmatrix nur für die Speicher- und Sorptionsvorgänge relevant ist. Die Einbeziehung (kleiner) Durchlässigkeiten der Gesteinsmatrix in Durchlässigkeitsbandbreiten führt daher zu einer Unterschätzung der tatsächlichen hydraulischen Verhältnisse.
- Es wird lediglich für einige hydrogeologische Einheiten eine grobe räumliche Differenzierung der Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) in Nord- und Südwerte angegeben. Aus dem NLfB-Zwischenbericht (Anlage 3.3.1/2) geht hervor, daß der Antragsteller in diesem Sinne die Werte für Plänerkalke bis Flammenmergel und den "Cornbrash"-Sandstein differenzierte, NLfB die Werte für sandiges Valangin und Wealden. Die Frage, ob und wie die Parameterbandbreiten durch eine räumliche Varianz der Kennwerte innerhalb der hydrogeologischen Einheit bedingt sind, und für welchen Bereich die gegebenen Werte (Messungen) repräsentativ sind, wird dadurch nur äußerst unzulänglich beantwortet.
- Insgesamt ist festzustellen, daß sehr große Bandbreiten der Parameter angegeben werden. Insbesondere bei den Durchlässigkeiten beträgt die Bandbreite in der Regel drei Zehnerpotenzen, wobei sie in einigen Fällen noch größer sein kann. Dies ist offensichtlich darauf zurückzuführen, daß die vorhandene Datenbasis, wie oben erläutert, gering und wenig belastbar ist, so daß von den Gutachtern große Sicherheiten bei der Abschätzung der Bandbreiten gewählt wurden. Damit kann der Kenntnisstand über die hydraulischen Parameter im Untersuchungsgebiet (Modellgebiet) nur als äußerst unbefriedigend beurteilt werden. Es muß darauf hingewiesen werden, daß erhebliche Kenntnislücken über die tatsächlichen hydraulischen Parameter und deren räumliche Verteilung bestehen.

Nach Auffassung des Gutachters ist die Datengrundlage, auf der die Abschätzung der hydraulischen Parameter beruht, in weiten Bereichen sehr schwach. Dies betrifft zum einen die Meßmethoden, insbesondere die Labormessungen, mit denen nur die Parameter der Gesteinsmatrix, nicht aber die das Fließgeschehen bestimmenden Gebirgsparameter ermittelt worden sind. Zum anderen ist die räumliche und stratigraphische Verteilung der Messungen inhomogen. Die überwiegende Anzahl der Meßwerte stammt aus dem unmittelbaren Bereich der Grube Konrad und dort aus dem Oxford (in Situ-Messungen), sowie aus Kernen alter Bohrungen (Laborauswertung) im Modellgebiet.

Der Gutachter teilt nicht die Auffassung des Antragstellers, daß die vorhandenen Schwächen durch Vergleichswerte aus der weiteren Umgebung, durch plausible Durchschnittswerte aus genereller hydrogeologischer Erfahrung oder durch konservative Rechenvorgaben hinreichend behoben werden können. Im Gegenteil zeigen die angegebenen Bandbreiten der Parameter, daß bei der Abschätzung eine große Unsicherheit und inhomogene Verteilung der Parameterwerte berücksichtigt werden muß.

Zur Behebung der vorgenannten Schwächen und zur Validierung der bisherigen Analogieschlüsse empfiehlt der Gutachter zusätzliche Datenerhebungen (z.B. in weiteren der Bohrung Konrad 101 vergleichbaren Tiefbohrungen) in den mit In-situ Daten nicht oder nur unzureichend belegten hydrogeologischen Einheiten und Bereichen des "Modellgebietes". Dadurch würde die Datenlage, der hydrogeologischen Vorgaben für den Langzeitsicherheitsnachweis quantitativ und qualitativ verbessert.

Diese Empfehlung ist im Zusammenhang mit der Bewertung der Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit zu sehen. In Kapitel 7.8 dieses Endberichtes empfiehlt der Gutachter ausdrücklich stochastische Modellrechnungen als den dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechenden methodischen Weg. Dafür wären zusätzliche hydrogeologische Primärdaten als Eingangparameter erforderlich.

Tabelle 5.6-2: Zusammenstellung hydraulischer Kenndaten aus den Unterlagen zum Plan Konrad im Rahmen numerischer Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit

Hydrogeol. Einheit	Durchlässigkeitsbeiwert k_f (m/s)									Effektive Porosität P^* (%)					
	NLfB 5/90 und 10/90				Institut für angewandte Hydrogeologie (IFAH) (EU 216.2) 12/88		Bfs-Plan 4/90			NLfB 5/90 und 10/90			Institut für angewandte Hydrogeologie (IFAH) (EU 216.2) 12/88		Bfs-Plan 4/90
	Bandbreite eingeschätzt	Vertrauensbereich eingeschätzt	Vorschlag 1. Rechenwert intaktes Gebirge	Vorschlag 1. Rechenwert stärkere tect. Beanspruchung	Streubereich	Repräsentativer Wert	Bandbreite repräsentativ	Schichtenmodell Ausgangswerte	Störzonenmodell Ausgangswerte	Bandbreite eingeschätzt	Vertrauensbereich eingeschätzt	Vorschlag 1. Rechenwert	Streubereich	Repräsentativer Wert	Modelleingabewert
Quartär	10^{-6} - 10^{-3}	10^{-5} - 10^{-4}	$5 \cdot 10^{-5}$	---	$8 \cdot 10^{-5}$ - $2 \cdot 10^{-2}$	10^{-3}	10^{-7} - 10^{-3}	10^{-5}	10^{-5}	10-40	15-20	20	15-30	25	25
Tertiär	10^{-7} - 10^{-4}	10^{-6} - 10^{-5}	$5 \cdot 10^{-5}$	---	$<10^{-11}$ - $7 \cdot 10^{-5}$	10^{-5}	10^{-7} - 10^{-3}	10^{-5}	10^{-7}	10-30	15-20	20	30,5-37,2	25	25
"Emscher"-Mergel	10^{-9} - 10^{-7}	10^{-8} - 10^{-7}	$5 \cdot 10^{-8}$	---	$7 \cdot 10^{-10}$ - $5 \cdot 10^{-6}$	10^{-8}	10^{-9} - 10^{-8} *	10^{-8}	10^{-8}	2-15	2-5	5	10-19,5	10	20
Plänerkalke-Flammenmergel	10^{-10} - 10^{-5}	10^{-7} - 10^{-6}	$5 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$<10^{-11}$ - 10^{-7}	10^{-7}	10^{-7} - 10^{-5}	10^{-7}	S: 10^{-7} N: 10^{-6}	5-20	5-15	10	8,4-19,1	3	5
Alb(tonig)	10^{-13} - 10^{-10}	10^{-12} - 10^{-11}	10^{-11}	---	10^{-11} - $5 \cdot 10^{-6}$	10^{-10}	10^{-13} - 10^{-10}	$10^{-10}/10^{-12}$	10^{-12}	2-15	2-5	5	5,4-20,8	15	10
Hilssandstein	10^{-6} - 10^{-5}	10^{-5}	10^{-5}	---	10^{-8} - 10^{-5}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-5}	10-25	15-20	15	23-35,2	25	25
Apt-Basis Unterkreide (tonig)	10^{-12} - 10^{-9}	10^{-11} - 10^{-10}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-11} - $5 \cdot 10^{-6}$	10^{-10}	10^{-13} - 10^{-10}	$10^{-10}/10^{-12}$	10^{-11}	2-15	2-5	5	5,4-20,8	15	10
Valangin (sandig) + Wealden	10^{-9} - 10^{-5}	10^{-8} - 10^{-7}	S: $5 \cdot 10^{-8}$ N: 10^{-7}	S: $5 \cdot 10^{-7}$ N: 10^{-6}	$2 \cdot 10^{-10}$ - $2 \cdot 10^{-5}$ 10^{-10} - $8 \cdot 10^{-5}$	10^{-6} 10^{-5}	Valangin zu Unterkreide Wealden zu Kimmeridge/Portland			5-20	5-15	7,5	7-27,7	20	Valangin zu Unterkreide Wealden zu Kimmeridge/ Portland
Tithon + Kimmeridge	10^{-10} - 10^{-7}	10^{-8}	10^{-8}	10^{-7}	$2 \cdot 10^{-11}$ - $3 \cdot 10^{-9}$	10^{-9}	10^{-9} - 10^{-7}	10^{-8}	$5 \cdot 10^{-9}$	0,1-20	± 1	1	3,3-19	10	10
Oxford	10^{-10} - 10^{-7}	10^{-8}	10^{-8}	10^{-7}	$<10^{-11}$ - $5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-9}$	10^{-12} - 10^{-4}	10^{-7}	10^{-8}	0,1-20	± 1	1	0,1-26,8	3	2
Callovium + Bathonium (tonig)	10^{-12} - 10^{-9}	10^{-11} - 10^{-10}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-11} - $6 \cdot 10^{-9}$	10^{-10}	10^{-12} - 10^{-10} *	10^{-10}	10^{-10} // 10^{-12} \perp	0,5-15	2-5	2	5,9-13,6	15	10
Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Ob.-Bajoc)	10^{-10} - 10^{-6}	10^{-8} - 10^{-7}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-11} - $2 \cdot 10^{-6}$	10^{-6}	10^{-11} - 10^{-5}	10^{-6}	S: 10^{-7} N: 10^{-6}	0,1-20	1-5	3	1,4-30,4	20	5
Bajocium (tonig) Ob.-Aalenium	10^{-12} - 10^{-9}	10^{-11} - 10^{-10}	10^{-10}	10^{-9}	$<10^{-11}$ - $6 \cdot 10^{-9}$	10^{-10}	10^{-12} - 10^{-10} *	10^{-10}	10^{-10} // 10^{-12} \perp	0,5-15	2-5	2	5,9-13,6	15	10
Dogger β -Sandstein (Ob.-Aalenium)	10^{-9} - 10^{-5}	10^{-7} - 10^{-6}	10^{-6}	---	$<10^{-11}$ - 10^{-4}	10^{-5}	---	---	---	5-25	5-10	10	0,1-44	25	---
Unteres Aalenium-Sinemurium	10^{-12} - 10^{-9}	10^{-11} - 10^{-10}	10^{-10}	10^{-9}	---	10^{-10} Lias-Tonstein	10^{-12} - 10^{-10} *	10^{-10}	10^{-10} // 10^{-12} \perp	0,5-15	2-5	2	34,7 Lias Tonstein	15 Lias Tonstein	10 Dogger Tonstein
Lias alpha + Rhätsandstein	10^{-9} - 10^{-5}	10^{-7} - 10^{-6}	10^{-6} // 10^{-9} \perp	---	Lias alpha 10^{-11} - $7 \cdot 10^{-5}$ Rhätsandstein 10^{-10} - $6 \cdot 10^{-5}$	Lias alpha 10^{-9} Rhätsandst. 10^{-6}	Lias alpha 10^{-7} - 10^{-9} * Rhätsandstein 10^{-7} - 10^{-6} *	Lias alpha 10^{-9} Rhätsandst. 10^{-6}	Lias alpha 10^{-7} Rhätsandst. 10^{-7}	5-25	5-10	10	Lias alpha 1-25,4 Rhätsandst. 3-30,2	Lias alpha 20 Rhätsandst 15	Lias alpha 20 Rhätsandstein 20
Mittl. + Unt. Keuper	10^{-11} - 10^{-8}	10^{-10} - 10^{-9}	$5 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-9}$	$7 \cdot 10^{-10}$ - $6 \cdot 10^{-7}$ Keupertonstein	10^{-10} Keupertonst	10^{-12} - 10^{-10} *	10^{-10}	10^{-10} // 10^{-12} \perp	1-15	2-5	5	2,9-14,8 Keupertonst.	15 Keupertonstein	10
Oberer Muschelkalk	10^{-8} - 10^{-5}	10^{-7} - 10^{-6}	10^{-6}	10^{-5}	---	10^{-7}	10^{-8} - 10^{-6} *	10^{-6}	10^{-7}	0,1-20	1-5	5	---	3	2

Erläuterungen:

- // k_f -Wert horizontal zur Schichtung
- \perp k_f -Wert senkrecht zur Schichtung
- S: k_f -Wert für den Südteil des Modellgebietes
- N: k_f -Wert für den Nordteil des Modellgebietes
- * aus Analogieschlüssen abgeleitet

5.6.2 Oberflächenwasser

Wasser stellt sowohl Lebensgrundlage für die belebte Natur (Flora, Fauna, Mensch) als auch Lebensraum für Pflanzen und Tiere dar. Gleichzeitig wirkt Wasser als Transportmedium für gelöste und ungelöste Schadstoffe und bildet damit einen Ausbreitungspfad vom Schadstoffemittenten über den Boden in landwirtschaftliche Nutzpflanzen und damit über die Nahrungskette zum Menschen.

Da das geplante Vorhaben mit dem mehr oder weniger regelmäßigen Anfall von radiologisch belastetem Wasser (Gruben- und Schmutzwasser), das in den Wasserkreislauf eingespeist wird, verbunden ist, kommt der Erfassung der Parameter des Oberflächenwassers als Lebensraum und insbesondere als Ausbreitungspfad eine große Bedeutung im Rahmen der UVP zu.

Das Oberflächenwasser ist Teil des Wasserkreislaufes und steht durch diesen mit anderen Teilen der Geosphäre in enger Verbindung (Biosphäre, Lithosphäre, Atmosphäre). Aus diesen Wechselwirkungsprozessen ergeben sich die Wirkungen des Wassers auf die anderen Schutzgüter (Mensch, Flora, Fauna, Boden). Für die Charakterisierung der Belastung, Belastbarkeit und Empfindlichkeit des Oberflächengewässers sind folgende Angaben erforderlich:

- Art des Gewässers: Abflußcharakteristik
Fließgeschwindigkeit
- Wasserhaushalt: Größe und Charakteristik des Einzugsgebietes
Niederschläge
Verdunstung
Versickerung
Bilanz der Zu- und Abflüsse
- Wasserzustandsparameter:
 - physikalische: Radionuklide
Temperatur
elektrische Leitfähigkeit
Trübstoffe

- chemische:
 - Sauerstoffversorgung
 - pH-Wert
 - biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅)
 - chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)
 - Stickstoffbelastung (NH₄⁺, NO₂, NO₃)
 - Phosphatbelastung
 - Chloridbelastung
 - Sulfatbelastung
 - organische Schadstoffe
 - Belastung mit Metallen und ihren Verbindungen

- biologische: Saprobienindex

Aus einem Teil dieser Parameter erfolgt die Einstufung der Gewässer in Güteklassen (I: unbelastet bis gering belastet bis IV: übermäßig verschmutzt).

- **strukturelle Parameter des Gewässerverlaufes**

- * Gewässerprofil mit Stauen, Wehren, Anlandungen etc.
- * Uferform und -befestigung
- * Ufervegetation
- * Überschwemmungsgebiete (Auenwälder/-wiesen, Altarme etc.)

- **Stoffeinträge**

- * Direkteinleitungen (Kläranlagen, Abwassereinleitungen)
- * Direktabschwemmungen durch Oberflächenabfluß (v.a. aus Landwirtschaft)
- * Immissionen über Luftpfad
- * Einträge aus Grundwasser

- **anthropogene Nutzung des Oberflächenwassers**

- * Entnahmerechte für Trink- und Brauchwassergewinnung
- * Einleitung von kommunalen und Industrieabwässern, Kühl-, Niederschlagswasser
- * Wasserstau (Energiegewinnung, Entnahme)

- * Befahrung (Transport, Erholung)

Sachverhaltsdarstellung:

Zur Zeit wird die wasserrechtliche Erlaubnis der Bezirksregierung Braunschweig für Schacht Konrad vorbereitet. Sie liegt dem Gutachter als Entwurf vom 17.09.1992 vor. Es kann damit gerechnet werden, daß der Antragsteller sein Konzept für die Abwasserentsorgung den Vorgaben der wasserrechtlichen Erlaubnis entsprechend ändern wird. Von einer solchen Änderung wären auch die folgenden Aussagen betroffen.

Angaben zur Kennzeichnung des Oberflächenwassers befinden sich in den Kapiteln 3.1.9.5 (Hydrologie und Wasserwirtschaft) sowie in 3.1.8.1.4 (Radioaktivität von Gewässern) und 3.1.8.1.6 (Radiologische Grundbelastung nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl, (Plan Konrad (4/90))). Für den Gesamtbereich der Hydrologie existiert daneben eine Reihe erläuternder und ergänzender Unterlagen mit Detailuntersuchungen zu bestimmten Aspekten des Oberflächenwassers (EG 062, EU 025.10, EU 015.20, EU 018.10, EU 019, EU 015.10, EU 025.20, EU 025.40, EU 029, EU 155, EU 212). Insgesamt ergibt sich daraus folgende kurzgefaßte hydrologische Situation:

Die wichtigsten Vorfluter in der Region des geplanten Vorhabens sind Aller, Oker, Fuhse und Aue (nördlich der A 2 als Erse bezeichnet). Die ersten drei Fließgewässer tangieren das Untersuchungsgebiet lediglich und besitzen keine Bedeutung für die Umwelt in der Nahzone des geplanten Endlagers. Sie werden deshalb in den Unterlagen nicht näher behandelt. Die Aue besitzt dagegen unmittelbare Bedeutung für die Ausbreitung und Wirkung möglicher Emissionen des Vorhabens.

Das Quellgebiet der Aue liegt im Gebiet von Salzgitter-Watenstedt/Salzgitter-Immendorf auf dem heutigen Betriebsgelände der Peine-Salzgitter Stahlwerke. In diesem Gebiet läuft die Aue heute verrohrt (Neuer Graben) zur Kläranlage von P+S in Salzgitter-Beddingen, an deren Auslauf sie als sekundäre Quelle erscheint und als Lahmann-Graben in einem künstlichen Bett entlang des Zweigkanals Salzgitter nach Norden läuft. Das Einzugsgebiet beträgt bis hier ca. 20 km² Industriegebiet. Südlich Salzgitter-Beddingen fließt dem Lahmann-Graben von Osten der Muddegraben (Beddinger Graben) zu und unterquert in einer Unterdükerung den Zweigkanal Salzgitter, an dessen Westseite die Einleitung in das ursprüngliche Auebett nördlich

Salzgitter-Bleckenstedt erfolgt. Bis Salzgitter-Üfingen fließt die Aue etwa parallel zum Zweigkanal Salzgitter.

In Üfingen wird die Aue durch ein Wehr geteilt. Für einen Volumenstrom bis $4 \text{ m}^3/\text{s}$ fließt die Aue in einem östlich versetzten und kanalisiertem Seitenarm (Fischau) zu den Klär- und Rückhaltebecken der Kläranlage Üfingen der P+S Stahlwerke. Dem Wehrüberlauf (größer als $4 \text{ m}^3/\text{s}$) fließt von Osten nach Unterdükerung des Zweigkanals Salzgitter und der Aue/Fischau der Steterburger Graben zu. Der Abfluß erfolgt im ursprünglichen Auebett nach Norden.

Nach Unterdükerung der Bahnlinie Hildesheim-Braunschweig vereinigt sich die Aue wieder mit dem Ablauf der P+S Rückhaltebecken Üfingen. Südlich Vechelde fließen der Aue von Osten der Denstorfer Graben und von Süden der Dumbruchgraben zu. Bis zur Unterdükerung des Mittellandkanals münden der Vorfeldgraben und der Ochsenbruchgraben in die Aue. Damit sind die wesentlichen Vorfluter erfaßt. Das Einzugsgebiet der Aue beträgt am Mittellandkanal 103 km^2 , bei Vechelde 74 km^2 , am Rückhaltebecken Üfingen 46 km^2 . Insgesamt umfaßt das Aue-Erse-Einzugsgebiet bei Einmündung in die Fuhse 200 bis 220 km^2 (Lauflänge ca. $50,7 \text{ km}$).

Die Wasserscheide Aue/Oker verläuft etwa in Nord-Süd-Richtung von Salzgitter-Steterburg über Geitelde, Broitzern. Die Wasserscheide Aue/Fuhse verläuft im Süden zuerst in Ost-West-Richtung, dann nach Nordwesten von Leinde über den südwestlichen Teil des P+S-Betriebsgeländes, Salzgitter-Hallendorf, Broistedt, den ehemaligen Tagebau Lengede und Bodenstedt.

Der Zweigkanal Salzgitter wirkt sowohl als Vorfluter als auch als Versickerungsfläche. Sein Nord-Süd-Verlauf liegt etwa parallel zur Aue. Die wichtigsten Einmündungen sind der Lammer Graben und bei Hochwasser der Denstorfer Graben.

Der Fuhsekanal verbindet über die Wasserscheide hinweg das Einzugsgebiet der Aue und der Oker. Es findet jedoch nur geringer Wasseraustausch statt.

Stehende Gewässer sind in der näheren Umgebung der Schachtanlage von untergeordneter Bedeutung. Die größte Wasserfläche weist der im Süden der Anlage liegende Klärteich III bei Salzgitter-Gebhardshagen auf, der sich am Rande der 5-km-Zone befindet. Kleinere stehende Gewässer sind der Kiesteich östlich Salzgitter-Üfingen und der Ellernbruchsee östlich der Rückhaltebecken von P+S. Die Rückhaltebecken stellen mit 32 ha Oberfläche und 160.000 m^3 Fassungsvermögen die

größte Wasserfläche in der nördlichen Umgebung dar, liegen aber auch außerhalb der 5 km-Zone um Schacht 2.

Das Abflußverhalten der Aue wird durch Pegelbeobachtungen am Auslauf der P+S-Rückhaltebecken Üfingen und in Vechelde (nach Zufluß Dumbruchgraben, Denstorfer Graben) sowie den Ablauf der Kläranlage Salzgitter-Beddingen charakterisiert. Die Aue hat als Vorfluter kaum Eigenwasserführung, sondern lebt im wesentlichen vom Abfluß aus versiegelten Industrie- und Siedlungsgebieten sowie von Einspeisungen. Der Wasserstrom an der "Quelle" (Ablauf Kläranlage Salzgitter-Beddingen) liegt im Durchschnitt bei $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Maximum $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$).

Über den Muddegraben fließen der Regenabfluß des Seitengrabens und von Salzgitter-Beddingen sowie das Abwasser von Salzgitter-Beddingen zu. Die Unterdükerung unter den Zweigkanal Salzgitter läßt einen Volumenstrom von $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ zu. Der Zufluß über den Steterburger Graben erfaßt die Straßentwässerung und die Ableitung der Kläranlage Steterburg der Volkswagenwerke.

Zuflüsse von Westen setzen sich aus geringen Volumenströmen des Regenwasserabflusses und der Abwässer von Salzgitter-Bleckenstedt, Sauingen, Üfingen und der Straßentwässerung der Industriestraße Nord (B 490) zusammen. Insgesamt wird ein gesamter Zulauf von im Mittel $0,544 \text{ m}^3/\text{s}$ konstatiert, was die Dominanz des Abflusses der Kläranlage Salzgitter-Beddingen verdeutlicht.

Die Pegelbeobachtungen am Auslauf des Rückhaltebeckens Salzgitter-Üfingen weisen einen mittleren Ablauf von $0,48 \text{ m}^3/\text{s}$ auf (1981/1985). Dabei ist keine jahreszeitliche Periodik feststellbar (anthropogene Beeinflussung). Am Pegel Vechelde beträgt der durchschnittliche Abfluß $0,62 \text{ m}^3/\text{s}$ (1966 bis 1975). Durch den Zulauf des Dumbruchgrabens ist eine schwache jahreszeitliche Schwankung aufgeprägt.

Die Ableitung von Abwasser aus der Schachanlage Konrad erfolgt zur Zeit über Schacht 1 durch eine Rohrleitung in die Aue. Das gehobene Grubenwasser beträgt im Durchschnitt 1974 bis 1984 $9.400 \text{ m}^3/\text{a}$ (zusätzliches Niederschlagswasser ca. $3.000 \text{ m}^3/\text{a}$). Zukünftig ist vorgesehen über Schacht 1 kein Wasser mehr aus der Grube zu heben und das am Schacht 1 anfallende Schmutz- und Niederschlagswasser mit dem Schmutzwassersammler der Stadt Salzgitter abzuleiten. Bis zu dessen Fertigstellung erfolgt weiterhin die Ableitung in die Aue. Das Niederschlagswasser von Schacht 2 wird zukünftig in einem getrennten System in den Muddegraben ge-

leitet (max. 475 l/s). Das anfallende Schmutzwasser (4.000 m³/a) und Grubenwasser (10.000 m³/a) werden in einer Druckrohrleitung aus dem Betriebsgelände heraus und entlang der Aue auf einer Länge von 6,5 km bis hinter die Bahnlinie Hildesheim-Braunschweig geführt. Im Normalbetrieb ist eine Menge von 1 l/s vorgesehen. Bei Sonderentleerung der Pufferbecken maximal 2 l/s (5.000 m³). Auf dem Schachtgelände befindet sich ein Pufferbecken mit 5.000 m³ Speicherkapazität.

Die Genehmigungsbehörde verfügt nicht über Angaben zur derzeitigen Belastung des Oberflächenwassers durch nichtradioaktive Schadstoffe. In EG 063 wird für den Ablauf des Rückhaltebecken Salzgitter-Üfingen für 1984 lediglich ein durchschnittlicher Wert der Chloridbelastung von 368 mg/l angegeben. Durch die Einleitung des Schmutz- und Grubenwassers an dieser Stelle wird eine Erhöhung um ca. 50 mg/l erwartet. Die Gewässergütekarte des Gewässerüberwachungssystems Niedersachsen weist für die Aue die schlechteste Güteklasse IV (übermäßig verschmutzt) aus.

1984/1985 wurden Messungen der radioaktiven Belastung des Oberflächenwassers durchgeführt; davon sechs Meßpunkte in der Aue. Aus den Meßwerten ergeben sich keine Anhaltspunkte für erhöhte Gehalte künstlich oder natürlich vorkommender Nuklide.

Von Mai bis August 1986 wurden Untersuchungen der Folge des Tschernobyl-Unfalls durchgeführt. Für das Nuklid Cs 137 ergaben sich Werte, die um den Faktor 10 bis 100 höher liegen als die Werte vor dem Unfall.

Für die radiologische Überwachung sind das Betreiber-Meßprogramm und das unabhängige Beweissicherungsprogramm konzipiert. Das Betreiber-Meßprogramm sieht die Beprobung des Oberflächenwassers der Aue vor und hinter dem Einleitungspunkt der Schmutzwasser-Druckrohrleitung in die Aue bei Salzgitter Üfingen vor. Das unabhängige Meßprogramm des NLWA ergänzt diese Messungen durch die Beprobung des Zweigkanals Salzgitter und eines Kiesteiches westlich von Fümelse (Beprobung quartalsweise). Dabei ist ergänzend zur Wasserbeprobung auch die Sedimentanalyse vorgesehen.

Der Gutachter:

Die Darstellung der hydrologischen Situation in den beigebrachten erläuternden und ergänzenden Unterlagen sowie den gutachterlichen Bemerkungen des NLFB Hannover ist dem Untersuchungsgegenstand angemessen.

Für die Charakterisierung des Abflußverhaltens ergeben sich Datenlücken (in Vechelde erfaßt: 1961 bis 1975 Wasserstände, 1966 bis 1975 Abflüsse), so daß der Trend der letzten Jahre und die derzeitige Situation unklar sind.

Die stark anthropogene Überprägung des Abflußverhaltens der Aue garantiert keinen sicheren, kontinuierlichen Abfluß. Für den Ablauf des Rückhaltebeckens Üfingen wird monatlich eine gänzliche Unterbrechung des Ablaufes konstatiert; minimale Abflußwerte sind nicht dokumentiert. Mit $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ist die durchschnittliche Wasserführung sehr gering. Nach den Unterlagen des Antragstellers erfolgt die Einleitung der Druckwasserleitung in die Aue unmittelbar hinter der Bahnlinie Braunschweig-Hildesheim. Die Angaben zum Ablauf der Kläranlage der Volkswagenwerke (Durchschnitt $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$) weisen darauf hin, daß am Einspeisungspunkt nur eine unbedeutende natürliche Wasserführung in der Aue besteht. Es muß erwartet werden, daß zeitweise überhaupt kein zusätzlicher Abfluß zu der Einspeisung des Gruben- und Schmutzwassers erfolgt. Dadurch wäre der Transport der Schadstoffe unterbrochen und es würde eine verstärkte Deposition in den Bachsedimenten erfolgen.

Der Kenntnisstand zur konventionellen Belastungssituation der Gewässer, speziell der Aue, ist unzureichend. Es fehlen Angaben zur physikalischen, chemischen und biologischen Situation. Zusätzlich ist eine starke Belastung der ohnehin stark belasteten Aue mit Salzen und Schwermetallen zu erwarten.

Die Kenntnisse zur radiologischen Vorbelastung reduzieren sich in den Unterlagen des Antragstellers auf Messungen von 1984/1985, die nicht lokalisiert sind. Bachsediment und Schwebstoffe wurden nicht untersucht. Bei der Untersuchung der Tschernobyl-Folgen wurde die Aue nicht berücksichtigt.

Als Defizit der Unterlagen des Antragstellers ist die Nichtberücksichtigung der vorliegenden ersten Auswertung der Daten des Beweissicherungsprogrammes der unabhängigen Meßstellen (1989/90) zu bewerten, die auch nicht Bestandteil der ergänzenden oder erläuternden Unterlagen sind.

Für die Konzipierung des Beweissicherungsprogrammes wäre es wünschenswert, eine Vervollständigung hinsichtlich der Bemessung des Sedimentes der Aue im Überschwemmungsgebiet bzw. der Erse sowie der Fuhse vorzusehen. Als Referenz sollte ein stehendes Gewässer in westlicher Richtung integriert werden (z.B. Salzgittersee bei Salzgitter-Lebenstedt) sowie eine Erweiterung der beprobten stehenden Gewässer erfolgen (Kiesteich bei Üfingen, Ellernbruchsee). In das Programm sollte auch das Rückhaltebecken Üfingen von P+S einbezogen werden. Die für die Ausbreitung besonders relevanten Schwebstoffe sind bisher im Meßprogramm nicht berücksichtigt.

Der Antragsteller sieht, gestützt auf Szenarien für das unmittelbare Areal um Schacht 2, keine Gefährdung durch Hochwasser. In den Untersuchungen wurde aber nicht berücksichtigt, daß durch die übertägigen Anlagen eine deutliche Erhöhung der Versiegelung und damit des oberirdischen Abflusses eintritt. Im Falle eines stärkeren Niederschlags besteht die Gefahr, daß der Düker unter dem Zweigkanal Salzgitter mit einem Durchlaß von $2 \text{ m}^3/\text{s}$ (EU 029, S. 12) zu gering dimensioniert ist und ein Rückstau in den Muddegraben-Seitengraben und Lahmanngraben erfolgen kann. Der oberirdische Abfluß von Niederschlagswasser muß deshalb nach Meinung des Gutachters mit den zu erwartenden Werten der Versiegelung durch die übertägigen Schachtanlagen für verschiedene realistische Niederschlagsszenarien berechnet werden.

Die Angaben zur Bedeutung des Überschwemmungsgebietes der Aue nördlich Vechelde sind mangelhaft. Bei Überschwemmungssituationen mit nachfolgender Grünlandnutzung zur Futtergewinnung ergibt sich ein direkter Pfad in die Nahrungskette. Zwar sieht das Beweissicherungsprogramm unabhängiger Meßstellen des NMU zwei Beprobungspunkte im Überschwemmungsgebiet vor, jedoch wäre ergänzend eine genaue Untersuchung der längjährigen Überschwemmungstatistik einschließlich Messung der Deposition im Boden und dem Aufwuchs erforderlich.

Ohne Erwähnung bleibt das Problem der Ausbaggerung von Auesediment und Verbringung des Bachsedimentes auf landwirtschaftlichen Nutzflächen, wodurch ein direkter Pfad in die landwirtschaftlichen Nutzpflanzen geschaffen wird. Das gleiche gilt für den Einsatz von Auewasser zur Viehtränke.

5.7 Klima/Luft

Besondere Bedeutung kommt diesem Umweltbereich als Medium für die Ausbreitung radioaktiver und konventioneller Schadstoffe zu.

5.7.1 Klima

Nach § 6 Abs. 4 Nr. 2 UVPG ist die Beschreibung der Umwelt sowie ihrer Bestandteile, zu denen nach § 2 Abs. 1 Nr. 1 UVPG auch der Bereich "Klima/Luft" gehört, ein integraler Teil einer Umweltverträglichkeitsprüfung. Diese vom Antragsteller vorzulegenden Angaben sind, sofern sie für das zu beurteilende Vorhaben entscheidungserheblich sind, in die zusammenfassende Darstellung nach § 4 UVPG aufzunehmen.

Zur Beurteilung der klimatischen Situation am Standort und in seiner Umgebung sowie der daraus sich ergebenden Ausbreitungsbedingungen sind folgende Daten als Grundlage notwendig:

langjährige Messungen der Klimaelemente am Standort

- * Lufttemperatur
- * Luftdruck
- * rel. Luftfeuchte
- * Windrichtung
- * Windgeschwindigkeit
- * Strahlungsbilanz
- * Niederschlag

Ausbreitungsklassenstatistik für den Standort:

nach Punkt 4.5.2 der AVV zu § 45 StrlSchV sind möglichst 4-parametrische Ausbreitungsklassenstatistiken nach folgenden Verfahren zu verwenden:

DWD (DWD, Prokat K 5/AU 1), KTA 1508 bzw. vergleichbare Verfahren. Für den Fall, daß für den Standort keine 4-parametrische Ausbreitungsklassenstatistik vorliegt, hat die zuständige Behörde zu bestimmen, ob eine 3-parametrische Ausbreitungsstatistik oder auf den Standort anwendbare Ausbreitungsstatistiken des DWD oder anderer Institutionen zu verwenden sind.

Inversionstatistik für den Standort

- Messungen der o.g. Klimaelemente an Klimastationen der Umgebung
- Ausbreitungsklassenstatistiken für die Stationen der Umgebung
- Inversionsstatistiken für die Stationen der Umgebung
- Langzeitausbreitungsfaktoren und Langzeit-Washout-Faktoren unter Verwendung der Berechnungsmodelle der AVV zu § 45 StrlSchV.

Falls für den Standort selbst keine repräsentativen Meßreihen und Auswertungen vorliegen, sind die Messungen der Stationen der Standortumgebung heranzuziehen. Dabei ist jedoch durch eine "Qualifizierte Prüfung der Übertragbarkeit" sicherzustellen, daß die Klimadaten der Standortumgebung auf den Standort übertragbar sind. Diese Übertragbarkeitsprüfungen sind vom Deutschen Wetterdienst oder vergleichbaren Institutionen durchzuführen. Zusätzlich sollte jedoch in Messungen vor Ort auch der Einfluß der Topographie, des Bewuchses und der Bebauung erfaßt werden, da diese im Richtungs- und Geschwindigkeitsfeld des Windes Änderungen verursachen, die mit ortsgebundenen Messungen nicht erfaßt werden. Auf diese Problematik bei der genauen Bestimmung der klimatischen und insbesondere der realen Ausbreitungsverhältnisse am Standort wird auch vom DWD in den von ihm durchgeführten Übertragbarkeitsprüfungen hingewiesen.

Sachverhaltsdarstellung:

Meteorologische Elemente:

Zur Beschreibung der meteorologischen Verhältnisse werden vom Antragsteller die Daten der Klimastationen Braunschweig-Völkenrode und der Niederschlagsmeßstation Vallstedt herangezogen. Weiterhin werden zur Beurteilung der großräumigen meteorologischen Verhältnisse die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsdaten der Stationen Hamburg-Fuhlsbüttel und Bremen verwendet.

Ausbreitungsklassenstatistik:

Zur am Standort herrschenden atmosphärischen Stabilität wird eine dreiparametrische Ausbreitungsklassenstatistik der Station Braunschweig-Völkenrode herangezogen. Weiterhin werden die Stationen Hamburg-Fuhlsbüttel und Bremen zum Vergleich herangezogen.

Ausbreitungsfaktoren:

Die Berechnung der vorliegenden Langzeitausbreitungsfaktoren und des Langzeit-Washout-Faktors erfolgt unter Verwendung der Berechnungsmodelle der AVV zu § 45 StrlSchV. Als dreidimensionale Ausbreitungsklassenstatistik wird die Statistik

der unmittelbar benachbarten Station Braunschweig-Völkenrode herangezogen. Zusätzlich werden bei der Berechnung der Ausbreitungs- und Washout-Faktoren die Verwirbelungen durch Gebäude berücksichtigt.

Inversionsbedingungen:

Der Antragsteller beschreibt die Häufigkeit von Inversionsbedingungen für den Standort der Schachanlage anhand von Daten für Hannover aus den Jahren 1957 bis 1973.

Übertragbarkeitsprüfung:

Aufgrund der Beschreibung der Orographie wird die Übertragbarkeit von meteorologischen Daten benachbarter, im Flachland liegender Klimastationen als zulässig angenommen. Weiterhin wird anhand eines Vergleichs der Daten der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der Station Völkenrode mit den Stationen Hamburg-Fuhlsbüttel und Bremen die Zulässigkeit der Übertragbarkeit begründet.

Zur Beschreibung der meteorologischen Verhältnisse werden vom Antragsteller die Daten der Klimastation Braunschweig-Völkenrode herangezogen.

Zur Übertragbarkeit der Daten dieser Station auf den Standort der Schachanlage Konrad wurde von Seiten eines Einwenders (Landkreis Peine) eine vom DWD durchgeführte "Qualifizierte Übertragbarkeitsprüfung" vorgelegt; danach ist zwar die Übertragbarkeit der Daten der Station Braunschweig-Völkenrode auf den Standort der Schachanlage gegeben, es wird jedoch vom DWD darauf hingewiesen, daß zur exakten Bestimmung der lokalklimatischen Verhältnisse und deren Auswirkungen auf die Schadstoffausbreitung detaillierte Messungen vor Ort durchzuführen sind.

So empfiehlt der DWD beispielsweise die Untersuchung des möglichen Einflusses der nördlichen Ausläufer des Ostbraunschweiger Hügellandes (Lichtenberge, Oderwald) auf den Wind in Emissionshöhe, der in Braunschweig-Völkenrode nicht mehr festzustellen ist (DWD 1992).

Der Gutachter:

Meteorologische Elemente:

Aussagen: Plan Konrad Kap. 3.1.7, S. 3.1.7-1 f
EU 376, S. 9, Kap. 4.1.2, EU 297, Kap. III, S. 10 ff,

Messungen der meteorologischen Elemente direkt am Standort liegen nach Aussage des Antragstellers nicht vor.

"Vieljährige Klimabeobachtungen vom Standort der Schachtanlage liegen nicht vor."

"Zur Beurteilung der meteorologischen und klimatologischen Bedingungen ... müssen daher die Daten der unmittelbar benachbarten im Flachland liegenden Stationen Braunschweig-Völkenrode ... und Vallstedt ... verwendet werden." (Plan: Kap. 3.1.7, EU 376: Kap. 4.1.2)

Laut EU 297, Kap. III befindet sich seit Frühjahr 1978 auf dem Gelände der Schachtanlage Konrad 1 eine automatische Klimastation; der Standort wurde seinerzeit mit Begutachtung des Deutschen Wetterdienstes festgelegt. An dieser Station werden die Parameter

- Strahlungsbilanz
- Windgeschwindigkeit
- Windrichtung
- Niederschlag
- relative Luftfeuchte
- Luftdruck
- Lufttemperatur

gemessen.

Es wird nicht dargelegt, warum die Meßergebnisse dieser Station nicht zur Beschreibung der meteorologischen und klimatologischen Situation herangezogen werden, zumal die Station - vermutlich sowohl bezüglich ihrer Lage als auch der zu registrierenden meteorologischen Elemente - nach DWD-Standard errichtet worden ist.

Zur Beschreibung der Niederschlagsverhältnisse werden vom Antragsteller die Daten der Klimastation Braunschweig-Völkenrode sowie der Niederschlagsmeßstation

Vallstedt angegeben. Ferner wird die Verteilung des Niederschlags auf die einzelnen Windrichtungssektoren betrachtet.

"Die mittleren Niederschlagshöhen pro Jahr betragen für Braunschweig-Völkenrode nach Messungen im Zeitraum 1961 bis 1980 612,4 mm, im Zeitraum 1979 bis 1988 647,3 mm und für Vallstedt im Zeitraum 1951 bis 1980 599,7 mm."

"Im Zeitraum 1961 bis 1970 lag die mittlere Niederschlagshöhe für Braunschweig-Völkenrode bei 671,3 mm."

Es ist nicht nachvollziehbar, warum die Jahresmittelwerte der Niederschlagshöhen für vier verschiedene Zeiträume angegeben sind (1951 bis 1980, 1961 bis 1970, 1961 bis 1980, 1979 bis 1988). Zweckmäßiger und auch wissenschaftlicher Praxis entsprechend wäre es, für die Beschreibung der Jahresmittelwerte des Niederschlags einheitliche Zeiträume von mindestens 30-jähriger Dauer zu betrachten, da dies nach Konvention der World Meteorological Organization WMO Perioden sind, in denen klimatische Parameter betrachtet werden sollen.

Ausbreitungsklassenstatistik:

Aussagen: Plan Konrad Kap. 3.1.7, S. 3.1.7-2 f
EU 376, S. 11 ff, Kap. 4.1.1, 4.1.2
Behördenstellungnahme (Landkreis Peine, 1991)

Zur Beschreibung der am Standort herrschenden atmosphärischen Stabilität wird eine dreidimensionale Ausbreitungsklassenstatistik der Station Braunschweig-Völkenrode verwendet. Weiterhin werden wiederum die Stationen Hamburg-Fuhlsbüttel und Bremen zum Vergleich herangezogen. Aufgrund der annähernd gleichen Verteilungen wird die Zulässigkeit einer Übertragbarkeit der Daten auf den Standort der Schachanlage als gegeben angenommen.

"Die Aussagen über die atmosphärische Stabilität basieren auf Beobachtungen in Braunschweig-Völkenrode, die in einer dreidimensionalen Ausbreitungsklassenstatistik zusammengefaßt sind."

"Zur Beurteilung der Ausbreitungsverhältnisse im Gebiet um den Standort werden auch Untersuchungen des Deutschen Wetterdienstes für die Stationen Hamburg-Fuhlsbüttel und Bremen herangezogen."

"Diese Zusammenstellung zeigt, daß die verschiedenen Ausbreitungsbedingungen ... annähernd die gleiche Häufigkeit aufweisen und somit die Übertragung ... insbesondere für Ausbreitungsrechnungen ... zulässig ist."

Die Übertragbarkeit der Daten der Station Braunschweig-Völkenrode auf den Standort der Schachanlage wurde vom DWD im Auftrag des Labor für Geoanalytik, sei-

nerseits Auftragnehmer des Landkreises Peine, geprüft und für zulässig befunden. Die schon oben angesprochenen Einschätzungen der "Qualifizierten Übertragbarkeitsprüfung" machen Messungen am Standort selbst erforderlich, von denen der Gutachter keine Kenntnis besitzt. Dem Gutachter ist nicht bekannt, ob Prüfungen zur Übertragbarkeit von Daten der Stationen Hamburg-Fuhlsbüttel und Bremen auf den Standort der Schachanlage durchgeführt worden sind.

Nach Auskunft des TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt existiert für die Station Braunschweig-Völkenrode keine 4-parametrische Ausbreitungsklassenstatistik wie sie lt. AVV zu § 45 StrlSchV, Pkt. 4.5.2, zu verwenden ist. Nach AVV zu § 45 StrlSchV ist in einem solchen Fall die Verwendung einer dreidimensionalen Ausbreitungsklassenstatistik zulässig. Ob dies gemäß AVV in Übereinstimmung mit der zuständigen Behörde geschah, ist dem Gutachter nicht bekannt.

Der Vergleich mit den Stationen Hamburg-Fuhlsbüttel und Bremen ist kritisch zu sehen, da lt. Aussage des Deutschen Wetterdienstes (Prokat-K5/AK-11) an beiden Stationen schwache Einflüsse durch Land-Seewind-Zirkulationen sowie durch die Leitwirkung der Elbe bzw. der Weser zu erwarten sind.

Ausbreitungsfaktoren:

Aussagen: Plan -
EU 376, Kap. 4.1.3, S. 11 f

Die Berechnung der Langzeitausbreitungsfaktoren und des Langzeit-Washout-Faktors erfolgt unter Verwendung der Berechnungsmodelle der AVV zu § 45 StrlSchV. Als dreidimensionale Ausbreitungsklassenstatistik wird die Statistik der unmittelbar benachbarten Station Braunschweig-Völkenrode herangezogen. Zusätzlich werden bei der Berechnung der Ausbreitungs- und Washout-Faktoren die Verwirbelungen durch Gebäude berücksichtigt.

Der Einfluß der Orographie auf die Ausbreitung der Schadstoffe wird in den vorliegenden Unterlagen nicht berücksichtigt. Orographie in der engeren Umgebung, Bewuchs und Bebauung vermögen jedoch Änderungen im Richtungsfeld des Windes zu verursachen. Diese Veränderungen können bei den Windregistrierungen in Braunschweig-Völkenrode für den Schacht Konrad nicht erfaßt und deshalb nur näherungsweise beurteilt werden. Daher sind für exakte Angaben Messungen vor Ort über einen längeren Zeitraum erforderlich (DWD 1992).

Im Plan, S. 3.1.7-1 und in der EU 376 wird das Gelände in der näheren Umgebung als "eben bis leicht hügelig" charakterisiert, es finden sich jedoch keine quantitativen Aussagen über die Geländeneigung. Pkt. 4.6.4 der AVV zu § 45 StrlSchV findet keine Berücksichtigung, obwohl nur bei einer Geländeneigung von $< 5^\circ$ das Gelände "als ausreichend eben anzusehen" ist. Ansonsten sind die Ausbreitungsfaktoren gem. Pkt. 4.6.4 der AVV zu § 45 StrlSchV zu modifizieren.

Inversionsbedingungen:

Aussagen: Plan Konrad, Kap. 3.1.7, S. 3.1.7-3
 EU 376, Kap. 4.1.2, S. 11

Der Antragsteller beschreibt die Häufigkeit von Inversionsbedingungen für den Standort der Schachanlage anhand von Daten für Hannover aus den Jahren 1957 bis 1973.

"Inversionswetterlagen mit der Untergrenze der Inversion unterhalb von 100 m über Grund sind danach in 28,6 % aller Fälle zu erwarten".

Es wird nicht dargestellt, ob die Übertragung von Daten zur Häufigkeit von Inversionsbedingungen von der Station Hannover auf den Standort zulässig ist. Es muß in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden, daß der Deutsche Wetterdienst die Repräsentativität der Station durch die Aussage einschränkt, daß durch die Lage am Nordrand der Mittelgebirge eine markante E/W-Orientierung der Richtungsverteilung vorliegt (Prokat-K5/AK-13). Die Übertragung der aerologischen Station Hannover auf den Standort der Schachanlage Konrad kann jedoch als gerechtfertigt angesehen werden, wobei der Auswertzeitraum 1957-1973 zeitlich repräsentative Aussagen garantiert (DWD 1992).

5.7.2 Luft

Für eine UVP sind Kenntnisse über die Standort- und Umgebungsspezifik sowie von Parametern, die die Luftzusammensetzung bestimmen, von entscheidender Bedeutung, da sie die Empfindlichkeit sowie die Belastung und Belastbarkeit des Untersuchungsraumes beeinflussen. Ohne genaue Kenntnisse der derzeit bestehenden Luftverunreinigungen läßt sich die Umweltverträglichkeit eines Vorhabens, das zur Luftverunreinigung beiträgt bzw. beitragen kann, nicht beurteilen.

Zur Beschreibung der Vorbelastungssituation des Untersuchungsgebietes sind folgende Daten zu verwenden:

- Die Emissionssituation im Untersuchungsgebiet ist annäherungsweise durch die Emissionserklärungen der Betreiber genehmigungspflichtiger Anlagen im Sinne der §§ 4 ff BImSchG i.V.m. 4. BImSchV zu beschreiben. Diese Emissionserklärungen liegen bei den zuständigen Gewerbeaufsichtsämtern.
- Die Beschreibung der Immissionsvorbelastung des Untersuchungsgebietes ist anhand von Messungen:
 - der Schadstoffkonzentration in der Luft und
 - der Schadstoffdepositionvorzunehmen.

Sachverhaltsdarstellung:

Von seiten des Antragstellers liegen der Genehmigungsbehörde keine Angaben über die Vorbelastungssituation mit konventionellen Luftschadstoffen vor. Die Vorbelastungssituation im Untersuchungsgebiet läßt sich jedoch anhand folgender Daten annäherungsweise darstellen

- a) Messungen des Luftüberwachungssystems Niedersachsen (LÜN)
- b) Messungen, die im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für die Müllpyrolyseanlage Salzgitter-Pyrolyse AG vom TÜV Hannover e.V. im Jahre 1988 durchgeführt worden sind.

LÜN (NMU, 1991)

Im Rahmen der LÜN-Messungen werden die Luftschadstoffkonzentrationen sowie die Deposition von Luftschadstoffen an ausgewählten Standorten in Niedersachsen ermittelt.

In der Nähe des engeren Untersuchungsgebietes liegen in einer Entfernung von 7 bis 10 km zur Schachanlage Konrad 2 folgende LÜN-Stationen:

- Salzgitter-Lebenstedt
- Wolfenbüttel
- Braunschweig-Broitzem

Dort werden folgende Messungen durchgeführt:

- Messungen der Luftschadstoffkonzentrationen für SO₂, NO, NO_x, Staub, O₃ (nur in Braunschweig-Broitzem), CO
- Messungen der Deposition folgender Luftschadstoffe: Staub, Blei, Cadmium, Sulfat, Nitrat, Chlorid
- Messungen der meteorologischen Parameter: Windrichtung, Windgeschwindigkeit

Der Jahresbericht des LÜN von 1990 zeigt, daß alle Grenzwerte der TA-Luft sowie der VDI-Richtlinie 2310 (Maximale Immissionskonzentrationen MIK) an den Standorten unterschritten worden sind (NMU 1991).

TÜV-Messungen (TÜV, 1988)

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für die Müllpyrolyseanlage der Salzgitter-Pyrolyse-AG führte der TÜV-Hannover e.V. in der Zeit von Mai 1988 bis Dezember 1988 Messungen der Immissions-Vorbelastung gemäß TA-Luft durch. Das danach betrachtete Untersuchungsgebiet umfaßte das gesamte Industriegebiet östlich des Zweigkanals Salzgitter sowie den sich westlich des Kanals anschließenden Raum mit Bleckenstedt im Norden, Hallendorf im Süden und Engelnstedt im Westen.

Im einzelnen wurden, nach Vorgabe der TA-Luft, folgende Schadstoffe gemessen:

- Gasförmige Stoffe
Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Chlorid, Fluorid
- Staubniederschlag
Gesamtstaub, Schwermetalle im Staubniederschlag: Blei, Cadmium, Arsen, Kobalt, Nickel, Selen
- Schwebstaub
Gesamtstaub, Schwermetalle im Schwebstaub:
Blei, Cadmium, Arsen, Kobalt, Nickel, Selen.

Die Messungen der ersten beiden Monate des gesamten Meßzeitraumes ergaben folgendes Bild

- die Immissionskenngrößen I1 und I2 der gasförmigen Spurenstoffe überschritten in keinem Fall die Immissionswerte der TA-Luft
- die Immissionskenngrößen I1V und I2V des Staubniederschlags und seiner Inhaltsstoffe überschritten in einigen Fällen die Immissionswerte der TA-Luft:
 - * Staub: der Immissionslangzeitwert IW1 liegt bei 350 mg/(m²d). V.a. im S und E des vom TÜV betrachteten Untersuchungsgebietes wurden diese Werte deutlich überschritten, so daß der Mittelwert der Immissionskenngröße I1V im Untersuchungsge-

biet bei $399 \text{ mg}/(\text{m}^2\text{d})$ liegt. Lediglich im N wurden die IW1-Werte unterschritten.

- * Blei: Der IW1-Wert für Blei beträgt $250 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$. Der Mittelwert der Immissionskenngrößen IV1 ($=170 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$) überschreitet den IW1-Wert zwar nicht; im S des Untersuchungsgebietes und im N (bei Beddingen) liegen die Werte für einzelne Raster jedoch zum Teil zwischen 300 und $400 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ und damit über dem IW1-Wert.
- * Cadmium: Der IIV-Wert für Cadmium schöpft mit $3,8 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ den IW1-Wert ($5 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$) zu 76 % aus. Einzelne Raster des Untersuchungsgebietes weisen jedoch das 2- bis 3-fache des IW1-Wertes auf.

die Immissionskenngrößen IIV und I2V des Schwebstaubs und seiner Inhaltsstoffe lagen in allen Fällen, zum Teil erheblich unter den Immissionswerten der TA-Luft.

Der Gutachter:

Das im Rahmen des LÜN angewendete Meßverfahren entspricht den Vorgaben der 4. BImSchVwW (Ermittlung von Immissionen in Belastungsgebieten). Das vom TÜV verwendete Meßverfahren erfüllt die Anforderungen der TA-Luft 86 (Teil 5, Kap. 2.2.6). Beide Meßverfahren bewerten die Immissionsbelastung anhand der Grenzwerte der TA-Luft 86. Für eine Behandlung der Vorbelastungssituation im Untersuchungsgebiet sind die Messungen des LÜN nur sehr eingeschränkt tauglich: die genannten Stationen liegen zum einen außerhalb des Untersuchungsgebietes, zum anderen können sie keine räumliche Immissionsstrukturen erfassen, da die Messungen nur für das nähere Umfeld der Stationen gelten. Somit ist anhand der LÜN-Messungen keine flächenhafte, auf das Untersuchungsgebiet bezogene Darstellung der Vorbelastungssituation möglich.

Der Vorteil der LÜN-Stationen liegt jedoch in der zeitlich lückenlosen Erfassung der Immissionswerte (im Raum Braunschweig seit 1978). Somit bieten sie sich als Referenzstationen für temporäre, flächenhafte Messungen im Untersuchungsgebiet an.

Die Messungen des TÜV wurden den Vorgaben der TA-Luft entsprechend im 1 km-Raster durchgeführt. Das Meßnetz deckte zwar das Untersuchungsgebiet nicht vollständig ab; die Messungen erlaubten aber zumindestens für den inneren Bereich des Untersuchungsgebietes eine Aussage über die flächenhafte Vorbelastungssituation. Demnach wurden von der Mehrzahl der Schadstoffe die Immissionsgrenzwerte unterschritten. Blei und Cadmium dagegen überschritten die

Grenzwerte auf einigen Rastern erheblich. Dieses ist insofern problematisch, als für diese Schwermetalle synergistische Wirkungen mit ionisierender Strahlung nachgewiesen sind (s. Kap. 3.5.3.5). Da die TÜV-Messungen von 1988 nicht mehr den aktuellen Stand der Immissionsbelastung wiedergeben, empfiehlt der Gutachter im Hinblick auf eine vorsorgeorientierte Planung, eine erneute flächenhafte Messung der Immissionsbelastung durchzuführen.

5.8 Landschaft

Das UVPG nennt Landschaft als selbständigen Umweltbereich, dessen Beeinträchtigung durch ein Vorhaben zu ermitteln, beschreiben und bewerten sei. Als entscheidungserhebliche Aspekte im Umweltbereich Landschaft gelten "Landschaftsökologie" und "Landschaftsästhetik". Zur Landschaftsökologie wird im Umweltbereich "Tiere und Pflanzen" Stellung genommen. Zusätzlich wird üblicherweise im Rahmen einer UVP die Wirkung eines Vorhabens auf das Landschaftsbild dargestellt. Dieser Abschnitt behandelt daher ausschließlich den landschaftsästhetischen Aspekt.

Sachverhaltsdarstellung:

Die der Genehmigungsbehörde vorliegenden Unterlagen enthalten keine Informationen zum Umweltbereich Landschaft.

Der Gutachter:

Es reicht nach Meinung des Gutachters nicht aus, Landschaft als strukturell funktionalen Aspekt des Naturhaushaltes im Sinne von "Landschaftsökologie" zu betrachten. Vielmehr sollten auch ästhetische, das Landschaftsbild betreffende Sachverhalte im Rahmen einer UVP berücksichtigt werden.

Dies gilt besonders vor dem Hintergrund der Einbindung der UVP in die Eingriffsregelung nach NNatSchG.

5.9 Kultur- und sonstige Sachgüter

Im Bereich der Kultur- und Sachgüter sind im Zusammenhang mit dem Projekt Schacht Konrad vor allem zwei Aspekte zu behandeln:

Geschützte Kulturdenkmale, deren Bestand durch die Realisierung des Vorhabens beeinträchtigt sein könnte und die Eisenerzlagerstätte, deren wirtschaftliche Nutzung durch das Projekt Endlager auf Dauer ausgeschlossen wäre.

Sachverhaltsdarstellung:

Zu Kulturdenkmälern führt der Antragsteller aus:

"Das Landschaftsbild wird durch das Doppelbock-Fördergerüst (von Konrad 1) geprägt. Aus diesem Grund steht das Gerüst unter Denkmalschutz und auch, weil es durch seine exponierte Lage einen Blickpunkt in der Landschaft dargestellt, die historisch vom Bergbau geprägt ist." (Allgemein verständliche Zusammenfassung zum Plan Konrad, S. 50).

Der Antragsteller macht darüber hinaus keine weiteren Angaben zu geschützten Kulturdenkmälern oder anderen schutzwürdigen Gebäuden im Umfeld der Anlage (d.h. in diesem Fall im Sichtbereich um die Schächte Konrad 1 und 2).

Der Antragsteller nimmt auf die Denkmalliste für die Stadt Salzgitter nicht Bezug.

Die Ortslage Salzgitter-Bleckenstedt weist ein geschlossenes, dörflich geprägtes Erscheinungsbild auf.

Auf den Wert der Lagerstätte Schacht Konrad und der Eisenerz-Vorkommen des Gifhorner Trog nördlich Schacht Konrad geht der Zwischenbericht des NLFb ausführlich ein (vgl. zu den Einzelheiten Kap. 3.4.1.3).

Der Gutachter:

Aufgrund der Entwicklung der Weltmarktpreise für mineralische Rohstoffe ist die Eisenerzgewinnung im Gifhorner Trog zur Zeit nicht wirtschaftlich, da überwiegend Erze mit Eisenanteilen von über 60 % aus Übersee verhüttet werden. Dies war jedoch vor dem 2. Weltkrieg und auch noch in den 50er und 60er Jahren anders. Veränderungen der Transportkosten könnten durchaus in der Zukunft zu einer Neubewertung der Abbauwürdigkeit der Erze in Salzgitter führen.

Sowohl die Lagerstätte Schacht Konrad als auch die nördlich daran anschließenden Eisenerzvorkommen des Gifhorner Troges innerhalb des hydrogeologischen Modellgebietes ist daher ein wichtiges Sachgut.

Im übrigen hängt die Beurteilung der Frage, ob Bergbau im Gifhorner Trog zukünftig möglich ist von der Prognose des hydraulischen Radionuklidtransportes ab.

Eine Kurzbeschreibung anderer landschaftsprägender Kulturgüter des Untersuchungsgebietes fehlt.

6. Art und Umfang der zu erwartenden Emissionen und Reststoffe sowie sonstige Angaben, die dazu dienen, erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt festzustellen

Die bisher durchgeführten Arbeiten dienten vor allem der Beschreibung des geplanten Vorhabens und seiner Umgebung. Kapitel 6 stellt ein wichtiges Bindeglied zwischen dieser Beschreibung und der Bewertung der Wirkungen des Vorhabens auf die Umwelt dar: Indem mögliche, für das Vorhaben charakteristische Beeinträchtigungspfade benannt und quantifiziert werden, dient es der Vorbereitung der Bewertung in Kapitel 8 des Gutachtens.

§ 6 Abs. 3 Satz 1 Nr.2 UVPG verpflichtet in diesem Sinne den Antragsteller, Art und Umfang der zu erwartenden Emissionen und Reststoffe zu beschreiben. Dabei ist insbesondere auf Luftverunreinigungen, Abfälle und Abwasser einzugehen. Außerdem sind "sonstige Angaben, die erforderlich sind, um erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt durch das Vorhaben feststellen und beurteilen zu können", vorzulegen. In der Systematik der UVP hat dieser Schritt die Funktion, die "Wirkfaktoren" zu benennen, von denen Auswirkungen auf die im Gesetz benannten Schutzgüter ausgehen. Die Auswirkungen bzw. die Beeinträchtigungen der Umwelt selbst sind jedoch erst in einem späteren Schritt darzustellen.

Welchen Umfang und Detaillierungsgrad eine solche Beschreibung aufweisen sollte, wird normalerweise projektspezifisch im Rahmen eines sog. "Scoping-Termins" nach § 5 UVPG zwischen dem Antragsteller und der Genehmigungsbehörde abgesprochen. Wie bereits dargestellt, hat ein solcher Termin innerhalb des Planfeststellungsverfahrens Schacht Konrad nicht stattgefunden. Es hat zwar vor Planerstellung eine Reihe von Fachgesprächen zu verschiedenen Themen zwischen der Planfeststellungsbehörde und dem Antragsteller stattgefunden. Diese hatten jedoch nicht zum Ziel, den Umfang der Angaben nach § 6 Abs. 3 Satz 1 Nr. 2 UVPG abzustimmen. Der Antragsteller hat also selbst entschieden, in welcher Form den Anforderungen des § 6 Abs. 3 Satz 1 Nr. 2 UVPG zu entsprechen war.

Die Aufgabe des Gutachters bestand darin, die in der Gesamtheit der ihm zur Verfügung stehenden Unterlagen (vgl. Kap. 1 des Gutachtens) enthaltenen Angaben in einer Form zusammenzustellen, die eine zusammenfassende Darstellung nach § 11 UVPG und eine Bewertung der Umweltauswirkungen nach § 12 UVPG ermöglicht.

Hierzu wurden die Angaben des Antragstellers analysiert und mit anderen, dem Gutachter zur Verfügung stehenden Unterlagen verglichen. Dieser Vergleich bildete

die Grundlage für gutachterliche Stellungnahmen zur Nachvollziehbarkeit und Vollständigkeit der Antragsunterlagen im Sinne der §§ 11 und 12 UVPG.

In der "Allgemein verständlichen Zusammenfassung zum Plan Konrad gemäß § 6 Abs. 3 und 4 UVPG" geht der Antragsteller auf folgende Wirkfaktoren ein:

- Abfälle/Haufwerk
- Abgabe radioaktiver Stoffe
- Abgabe radioaktiver Stoffe mit den Abwettern
- Potentielle Strahlenexposition am Zaun
- Luftverunreinigungen, Schallemissionen
- Anfall von konventionellem Abwasser
- Wärme
- Eingriffe in Natur und Landschaft
- Emissionen bei Störfällen.

Zu dieser Zusammenstellung ist anzumerken, daß der Antragsteller beim Punkt "Eingriffe in Natur und Landschaft" bereits zur Darstellung der durch das Vorhaben ausgelösten Beeinträchtigungen von Schutzgütern der Umwelt übergeht. Dies ist ein Vorgriff auf die Wirkungsanalyse. In Kap. 6 kommt es jedoch zunächst auf die Benennung der "Wirkfaktoren" an. In der Systematik der UVP sind die Beeinträchtigungen später zu behandeln. Deshalb behandelt der Gutachter die vom Antragsteller zum Punkt "Eingriffe in Natur und Landschaft" vorgelegten Angaben (insbesondere den Verlust der für den Naturschutz besonders wertvollen Flächen) hier zunächst nicht. Er beschränkt sich im Sinne des UVPG auf "sonstige Angaben, die dazu dienen, erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt festzustellen".

Folgende Emissionen und Reststoffe sowie sonstige Angaben, die dazu dienen, erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt festzustellen, wurden vom Gutachter betrachtet:

- Vom Vorhaben ausgehende Luftverunreinigungen (Kap. 6.1)
- Durch das Vorhaben bedingte Freisetzung von Radioaktivität (Kap. 6.2)
- Haufwerk, das bei Realisierung des Vorhabens anfällt (Kap. 6.3)
- Abfall, der während des Betriebes der Anlage bzw. nach ihre Stilllegung entsteht (Kap. 6.4)

- Abwasser, das durch den Betrieb der geplanten Anlage entsteht (Kap. 6.5)
- Vorhabensinduzierte Geräusche (Kap. 6.6)
- Seismische Aktivitäten, soweit sie vorhabensbedingt sind (Kap. 6.7)
- Bergsenkungen und tektonische Bewegungen (Kap. 6.8)
- Zusätzliche Wirkfaktoren auf Natur und Landschaft (Kap. 6.9)
- Wirkfaktoren auf Kultur- und sonstige Sachgüter (Kap. 6.10)
- Technische Störfälle (Kap. 6.11)

6.1 Luftverunreinigungen

"Konventionelle", also nicht radioaktive Luftverunreinigungen können durch emittierende Anlagenteile verursacht werden.

Sachverhaltsdarstellung:

Das geplante Endlager Konrad umfaßt folgende Anlagen (nach Kap. 3.10 des Plans 4/90, EG 30, EG 48, EG 49); die genehmigungsbedürftig im Sinne der 4. BImSchV sind:

Schachtanlage Konrad 1:

Heizzentrale bestehend aus:

- 2 Kohlekesselanlagen (je 640 kW)
- 1 Ölkesselanlage (57 kW)
- 1 Ersatzstromdieselanlage (1.177 kW).

Schachtanlage Konrad 2:

Heizzentrale bestehend aus:

- 2 Kohlekesselanlagen (je 1.240 kW)
- 1 Ölkesselanlage (180 kW)
- 1 Ersatzstromdieselanlage (2.500 kW)

Für diese Anlagen sind folgende Emissionswerte beantragt:

Tab. 6.1-1: Beantragte Emissionswerte für die Heizzentrale Konrad 1

		SO ₂	NO ₂	CO	Staub
Kohlekessel:					
Abgasvolumenstrom (m ³ /h) (trocken bei 7% O ₂)	1.118				
Massenkonzentration (g/m ³) (Maximalwert)		2,0	0,3	0,25	0,095
Massenstrom (g/h) (Maximalwert)		2.550	550	490	170
Ölkessel:					
Abgasvolumenstrom (m ³ /h) (norm, trocken)	58				
Massenkonzentration (g/m ³) (Maximalwert)		Grenzwerte nach 1. BImSchV			
Massenstrom (g/h) (Maximalwert)		20	10	--	--
Ersatzstromdiesel:					
Abgasvolumenstrom (m ³ /h) (norm, trocken)	1.786				
Massenkonzentration (g/m ³) (Maximalwert)		nach DIN 51603	4,0	0,65	0,13
Massenstrom (g/h) (Maximalwert)		400	3.540	1.000	--

Quelle: EG 48, Blatt 14/15 (verändert DPU)

Tab. 6.1-2: Beantragte Emissionswerte für die Heizzentrale Konrad 2

		SO ₂	NO ₂	CO	Staub
Kohlekessel:					
Abgasvolumenstrom (m ³ /h) (trocken bei 7% O ₂)	3.298				
Massenkonzentration (g/m ³) (Maximalwert)		2,0	0,3	0,25	0,095
Massenstrom (g/h) (Maximalwert)		4.950	1.060	880	330
Ölkessel:					
Abgasvolumenstrom (m ³ /h) (norm, trocken)	182				
Massenkonzentration (g/m ³) (Maximalwert)		Grenzwerte nach 1. BImSchV			
Massenstrom (g/h) (Maximalwert)		60	40	--	--
Ersatzstromdiesel:					
Abgasvolumenstrom (m ³ /h) (norm, trocken)	3.794				
Massenkonzentration (g/m ³) (Maximalwert)		nach DIN 51603	4,0	0,65	0,13
Massenstrom (g/h) (Maximalwert)		840	7.470	2.130	--

Quelle: EG 49, Blatt 14/15 (verändert DPU)

Ein Gutachten zur Bestimmung der Schornsteinhöhe für die geplanten Heizzentralen, das im Auftrag des Antragstellers von der DEKRA AG, Bielefeld, durchgeführt worden ist, enthält folgende (berechnete) Emissionswerte:

Tab. 6.1-3: Emissionswerte der Heizzentrale Konrad 1

	Kohlekessel	Ölkessel	Ersatzstrom-dieselanlage
Abgasvolumenstrom: - 7% O ₂ norm, trocken (m ³ /h)	1.818		
- norm, trocken (m ³ /h)		58	
- 5% O ₂ , norm, trocken (m ³ /h)			1.346
SO ₂ (g/m ³)	1,4	0,345	0,279
NO ₂ (g/m ³)	0,262	0,19	1,98
CO (g/m ³)	--	--	0,56
Staub (g/m ³)	--	--	0,08

Quelle: EG 48, Anlage 4, Blatt 16 (verändert DPU)

Tab. 6.1-4: Emissionswerte der Heizzentrale Konrad 2

	Kohlekessel	Ölkessel	Ersatzstrom-dieselanlage
Abgasvolumenstrom: - 7% O ₂ norm, trocken (m ³ /h)	3.522		
- norm, trocken (m ³ /h)		182	
- 5% O ₂ , norm, trocken (m ³ /h)			2.857
SO ₂ (g/m ³)	1,405	0,33	0,295
NO ₂ (g/m ³)	0,295	0,237	1,97
CO (g/m ³)	--	--	0,56
Staub (g/m ³)	--	--	0,08

Quelle: EG 49, Anlage 4, Blatt 16 (verändert DPU)

Der Gutachter:

Die Angaben zu den Schadstoffemissionen aus dem nach 4. BImSchV genehmigungspflichtigen Anlagen des Endlagers entsprechen den einschlägigen Bestimmungen und sind als ausreichend anzusehen. Die Anlagen halten die Grenzwerte der TA-Luft ein.

Für die genannten Schadstoffemissionen gelten folgende Grenzwerte:

Tab. 6.1-5: Grenzwerte der Schadstoffemissionen

	Kohlekessel	Ölkessel	Ersatzstromdieselanlage ¹
SO ₂ (g/m ³)	2,0	Grenzwerte der 1. BImSchV	DIN 51603
NO ₂ (g/m ³)	0,5		4,0
CO (g/m ³)	0,25		0,65
Staub (g/m ³)	0,15		0,13

¹ Grenzwerte nach TA-Luft (Kap. 2.3.3)

Quelle: EG 48, Anlage 4, Blatt 17 (verändert DPU)

Kohlekessel:

- Die beantragten maximalen Emissionswerte für SO₂ und CO entsprechen den Grenzwerten der TA-Luft (Kap. 2.3.3.1.2.1); diejenigen für NO₂ und Staub unterschreiten die Grenzwerte um ca. 35 bis 40 %.
- Die berechneten Emissionswerte für SO₂ und NO₂ der DEKRA AG, Bielefeld, unterschreiten die Grenzwerte um ca. 30 bis 40 %. Angaben zu den Emissionen von CO und Staub liegen nicht vor.

Ölkessel:

Die Ölkessel der beiden Heizzentralen müssen den Anforderungen des § 11 der 1. BImSchV entsprechen.

Ersatzstromdieselanlagen:

- Die Emissionsminderung für SO₂ ist durch die DIN 51603 geregelt, die den Einsatz von flüssigen Brennstoffen mit einem Massengehalt an Schwefel entsprechend dieser Vorschrift vorsieht.
- Die beantragten maximalen Emissionswerte für NO₂, CO und Staub entsprechen genau den Grenzwerten der TA-Luft (Kap. 2.3.3.1.4.1).
- Die berechneten Emissionswerte der DEKRA AG, Bielefeld, unterschreiten die Grenzwerte für CO um ca. 15 %, für Staub um ca. 40 % und für NO₂ um ca. 50 %.

6.2 Emissionen radioaktiver Stoffe

Das geplante Vorhaben ist mit Emissionen radioaktiver Stoffe verbunden. Die Besonderheit der geplanten Anlage bezüglich ihres langlebigen Gefährdungspotentials veranlassen den Gutachter, hier einen Arbeitsschwerpunkt zu setzen.

6.2.1 Quellen radioaktiver Stoffe

Bei der Betrachtung des Vorkommens radioaktiver Stoffe im Hinblick auf eine mögliche Freisetzung aus der Anlage Schacht Konrad kommen drei Quellen in Frage:

1. radioaktive Stoffe, die sich in den angelieferten Abfallgebinden befinden und unter normalen Umständen und Bedingungen in diesen verbleiben bzw. in bestimmtem Umfang aus diesen Gebinden austreten (Leckagen), was wiederum von den Spezifikationen der einzelnen Gebinde abhängig ist (Kap. 6.2.2);
2. radioaktive Stoffe, die den angelieferten Abfallgebinden äußerlich als Kontaminationen anhaften und durch Reinigungsprozesse und/oder durch Hantieren mit den Gebinden von diesen abgelöst werden können (Kap. 6.2.3);
3. natürliche, im Bereich der Anlage Schacht Konrad vorkommende radioaktive Stoffe, die durch Arbeiten unter und über Tage freigesetzt werden können (Kap. 6.2.4).

In allen drei Fällen kann die Freisetzung radioaktiver Stoffe aus der Anlage Schacht Konrad in die Umgebung sowohl über den Luft- als auch über den Wasserpfad erfolgen.

6.2.2 Inventar radioaktiver Stoffe in den Abfallgebinden

Sachverhaltsdarstellung:

In den Planunterlagen zur Anlage Schacht Konrad (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.3.4.1) wird ausgeführt, daß in Sicherheitsanalysen die Endlagerbarkeit der Abfallgebinde hinsichtlich des bestimmungsgemäßen Betriebes, der unterstellten Störfälle, der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins, der Kritikalitätssicherheit und der radiologischen Langzeitauswirkungen untersucht worden ist und daß die Ergebnisse

dieser Untersuchungen in Anforderungen an die endzulagernden Abfallgebinde umgesetzt worden sind.

Im Plan Konrad 4/90 sind in den Tabellen 3.3.4/1 bis /6 die zulässigen Aktivitäten von Radionukliden und Radionuklidgruppen (nicht spezifizierte Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler) pro Abfallgebinde angegeben, wie sie sich auf Grund unterschiedlich ausgerichteter Sicherheitsanalysen für die Betriebs- und Nachbetriebsphase ergeben. Die aus diesen Untersuchungen abgeleiteten Anforderungen an die Aktivitäten einzulagernder Abfallgebinde bestehen unabhängig voneinander, wobei die jeweils restriktivste Anforderung bzgl. der zulässigen Aktivitäten der Radionuklide oder Nuklidgruppen in einem Abfallgebinde gemäß Aussage des Antragstellers eingehalten wird. Die Aktivitäten sind hinsichtlich des bestimmungsgemäßen Betriebes für vier Radionuklide und zwei Nuklidgruppen in Tabelle 3.3.4/1 zusammengefaßt, hinsichtlich unterstellter Störfälle für Leitnuklide und nicht spezifizierter sonstiger Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler in Tabelle 3.3.4/2 bzw. 3.3.4/3, hinsichtlich der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins für Leitnuklide und nicht spezifizierter sonstiger Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler in Tabelle 3.3.4/4 bzw. 3.3.4/5 und hinsichtlich der Kritikalitätssicherheit in Tabelle 3.3.4/6.

In den Erläuternden Unterlagen EU 36.01 und 36.02 werden weitere nuklidspezifische Angaben zum Inventar gemacht. Das Leitnuklidprinzip wird dadurch gerechtfertigt, daß zuvor ein Vergleich der Einzelnuklide bezüglich ihrer Aktivität und Gammadosisleistung erfolgte, um die für die Exposition von Personen relevantesten zu ermitteln.

Die aus der Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb des Endlagers Konrad abgeleiteten Garantiewerte (Tabelle 3.3.4/1) stellen nach Multiplikation mit dem Faktor 10^4 die jährlich einlagerbare Aktivität eines Radionuklids bzw. einer Nuklidgruppe dar. Die Garantiewerte für einzelne Radionuklide und Radionuklidgruppen können gleichzeitig ausgeschöpft werden. Die Aktivität eines einlagerbaren Abfallgebundes kann unter bestimmten Umständen die Garantiewerte überschreiten. Die Gesamtaktivitäten für einzelne relevante Radionuklide sowie Nuklidgruppen am Ende der Betriebsphase des Enlagers Konrad sind im Plan Konrad 4/90, Tabelle 3.3.4/7 angegeben.

Der Gutachter:

Der Antragsteller geht davon aus, daß bei Einhaltung der Garantiewerte pro Abfallgebinde (Tabelle 3.3.4/1 im Plan Konrad 4/90) und den übrigen, vom Abfallgebinde zu erfüllenden Anforderungen für die Aufnahme in das Endlager keine weiteren Bedingungen an das einzulagernde Gebinde hinsichtlich der Sicherheit im bestimmungsgemäßen Betrieb, Kritikalität, Störfällen sowie der Beeinflussung des Wirtsgesteins und der Langzeitsicherheit zu stellen sind.

Die Eingangskontrolle kann die Sicherheit und die notwendige Einhaltung der Vorschriften nicht gewährleisten, deshalb geht eine Produktkontrolle bei den einzulagernden Abfallgebänden voraus (EU 240). Diese soll die Korrektheit der Angaben zum Radioaktivitätsinventar und die Einhaltung der Einlagerungsbedingungen ermöglichen und ist somit ein integraler Bestandteil für das vom Antragsteller verwendete Sicherheitskonzept und von großer sicherheitstechnischer Relevanz für den Betrieb der Anlage Schacht Konrad. Für den Gutachter ist anhand der vorliegenden Unterlagen nicht nachvollziehbar, wie die Einhaltung der Bedingungen und Voraussetzungen an die einzulagernden Gebinde vom Antragsteller sichergestellt werden kann. Es bleiben Unsicherheiten bestehen bezüglich des Aktivitätsinventars und der chemischen Form, in der die einzulagernden Abfälle tatsächlich vorliegen, sowie des Zustands der Behälter in der Praxis. Solche Unsicherheiten hätten Auswirkungen im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen. Der Gutachter wertet dies als Kenntnislücke.

6.2.3 Inventar radioaktiver Stoffe, die den Abfallgebänden äußerlich als Kontaminationen anhaften

Sachverhaltsdarstellung:

Die zur Einlagerung in der Anlage Schacht Konrad bestimmten Abfallgebände müssen nach Angaben des Antragstellers (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.3.5) so beschaffen sein, daß die über eine Fläche von 100 cm^2 gemittelte, nicht festhaftende Oberflächenkontamination an keiner Stelle der Oberfläche eines Abfallgebändes die Grenzwerte von:

- $0,5 \text{ Bq/cm}^2$ für Alphastrahler, für die eine Freigrenze von $5 \cdot 10^3 \text{ Bq}$ festgelegt ist;

- 50 Bq/cm² für Betastrahler und Elektroneneinfangstrahler, für die eine Freigrenze von 5·10⁶ Bq festgelegt ist;
- 5 Bq/cm² für sonstige Radionuklide

überschreitet. Die Ortsdosisleistung an der Oberfläche jedes Abfallgebindes darf zum Zeitpunkt der Ablieferung an das Endlager nicht mehr als 2·10⁻³ Sv/h und lokal nicht mehr als 1·10⁻² Sv/h betragen. In 1 m Abstand von der Oberfläche bei zylindrischen Abfallgebinden und in 2 m Abstand bei quaderförmigen Abfallgebinden darf die Ortsdosisleistung nicht mehr als 1·10⁻⁴ Sv/h betragen (Plan Konrad 4/90).

Der Gutachter:

Bei der Umrechnung der vom Antragsteller angegebenen zulässigen Maximalwerte für die oberflächlich den Abfallgebinden anhaftenden Kontaminationen auf die in Plan Konrad 4/90, Tabelle 3.3.3/1 aufgeführten Behältergrundtypen für die Verpackung von radioaktiven Abfällen ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle 6.2-1 dargestellten Gesamtkontaminationen.

Tab. 6.2-1: Zulässige maximale Gesamt-Oberflächenkontamination für die Verpackung von Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, basierend auf den Außenabmessungen gemäß Tabelle 3.3.3.1/1 aus Plan Konrad 4/90.

Behältertyp	Alpha-Strahler (Bq) ¹	Beta-Strahler (Bq) ²	sonstige Nuklide (Bq) ³
Betonbehälter Typ I	31.636	3.163.600	316.360
Betonbehälter Typ II	33.967	3.396.700	339.670
Gußbehälter Typ I	22.620	2.262.000	226.200
Gußbehälter Typ II	33.801	3.380.100	228.010
Gußbehälter Typ III	27.332	2.733.200	273.320
Container Typ I	75.050	7.505.000	750.500
Container Typ II	83.300	8.330.000	833.000
Container Typ III	130.900	13.090.000	1.309.000
Container Typ IV	119.150	11.915.000	1.191.500
Container Typ V	152.400	15.240.000	1.524.000
Container Typ VI	93.200	9.320.000	932.000

- 1 maximal zulässige Gesamt-Oberflächenkonzentration 0,5 Bq/cm² für Alpha-Strahler mit einer Freigrenze von 5·10³ Bq
- 2 maximal zulässige Oberflächenkonzentration 50 Bq/cm² für Beta- und Elektroneneinfangstrahler mit einer Freigrenze von 5·10⁶ Bq
- 3 maximal zulässige Konzentration 5 Bq/cm².

Die Angaben in Tab. 6.2-1 belegen, daß die den Abfallgebinden möglicherweise anhaftenden äußerlichen Kontaminationen aufgrund der zulässigen Werte für die Nuklidgruppen durchaus gesondert zu betrachten und aufzuführen sind. Sie können zu einer erheblichen Strahlenexpositionen des Betriebspersonals durch Inkorporation führen.

Gegen die oben ausgeführte Berechnung der möglichen Gesamtoberflächenkontamination ist eingewandt worden, daß in der Praxis erfahrungsgemäß keine großflächig-gleichmäßigen Kontaminationen zu erwarten sind. Dieses dürfte jedoch schwer zu belegen und für die Zukunft zu garantieren sein. Abfallbehälter in Wiederaufarbeitungsanlagen z.B. können durch Nuklide in der Raumluft oder auf dem Fußboden mehr oder weniger gleichmäßig kontaminiert sein.

Gemäß der Aussage des Antragstellers (s. EU 113.2) ist die Möglichkeit der Einlagerung von Abfallgebinden, die aufgrund des Nuklidinventars oder ihrer Herkunft eine erhöhte Neutronendosisleistung erwarten lassen, nicht ausgeschlossen (s. TÜV-Hannover, 1990, Kap. 2.3). Der Gutachter schließt sich hier den Forderungen des TÜV-Hannover (1990) an, der eine Festlegung der Ortsdosisleistung von Abfallgebinden als Summe aus Gamma- und Neutronendosisleistung in den Endlagerungsbedingungen fordert.

6.2.4 Inventar natürlich vorkommender radioaktiver Stoffe im Bereich der Anlage Schacht Konrad

Sachverhaltsdarstellung:

Im Plan Konrad 4/90 (Kap. 3.1.8.2) werden folgende Ergebnisse von röntgenfluoreszenzanalytischen Messungen der Schwermetallgehalte von zehn Erzproben angegeben (in $\mu\text{g/g}$ Erz):

	minimal	mittel	maximal
Th 232	9,9	23,6	53,2
U 238	0,6	1,8	3,9

Die sich hieraus rechnerisch ergebenden spezifischen Aktivitäten werden mit 96,1 Bq/kg Erz für Th 232 und 22,2 Bq/kg Erz für U 238 angegeben. Desweiteren

wird bemerkt, daß die spezifische Aktivität des Nebengesteins ähnliche Werte aufweist.

Im Rahmen eines Fachgespräches teilte das NLfB am 02.10.1992 der Genehmigungsbehörde und dem UVP-Gutachter weitere aus Stichprobenuntersuchungen gewonnene Daten von Thorium- und Urangelhalten für die Grube Konrad mit:

Tab. 6.2-2: Thorium- und Urangelhalte im Eisenerz ($\text{Fe}_2\text{O}_3 > 10 \text{ M.}\%$)

Element	Zahl der Proben	Minimalwert	Mittelwert	Maximalwert
Thorium	18	8	23,7	38
Uran	12		9,7	16

Tab. 6.2-3: Thorium- und Urangelhalte im gesamten Korallenoolith (Eisenerz und Nebengesteine)

Element	Zahl der Proben	Minimalwert	Mittelwert	Maximalwert
Thorium	63	5	16,1	38
Uran	45	0	5,8	16

Angaben in ppm = g/t nach Röntgenfluoreszenzanalyse

Diese Ergebnisse zeigen, daß die mittleren Thoriumgehalte im Eisenerz übereinstimmen, der mittlere Urangelhalt im Eisenerz aber nach Messungen des NLfB höher ist als vom Antragsteller angegeben. Ferner ist zu erkennen, daß die mittleren Thorium- und Urangelhalte des Nebengesteins geringer sind als die des Eisenerzes im Korallenoolith.

Der Gutachter:

Das natürliche Vorkommen der Schwermetalle Thorium und Uran im Gestein ist Ursache für die Anwesenheit von gasförmigen und aerosolgebundenen Zerfallsprodukten in der Atmosphäre und den Wettern der Grube Schacht Konrad. Neben Faktoren, welche mit der Freisetzung von Zerfallsprodukten im Zusammenhang stehen, bestimmt die Konzentration von Thorium und Uran im Gebirge wesentlich die Radioaktivität der Wetter. Die Freisetzung von Radionukliden aus dem Gebirge ist

abhängig von den augenblicklichen Bedingungen und Aktivitäten unter Tage. So werden zukünftig zu erwartende bergmännische Arbeiten im Zusammenhang mit der Einlagerung von Abfallgebinden zu anderen, von den heutigen Freisetzungsraten abweichenden Raten führen. Daher ist die verlässliche Abschätzung der Thorium- und Urangehalte im Gebirge für die Berechnung der zu erwartenden Aktivitäten in den Wettern der Grube Schacht Konrad erforderlich. Im Plan Konrad (4/90) weist der Antragsteller die o.a. Thorium- und Urangehalte im Gebirge aus, basierend auf 10 Messungen von Erzproben welche einen Bericht der GSF entnommen wurden (GSF 1982). Hierzu ist festzustellen, daß die durchgeführten Messungen keine Bestimmung der im Gebirge der Anlage Schacht Konrad vorzufindenden Schwermetallgehalte ermöglichen und von daher keine belastbaren Eingangsdaten für Szenarien zur Freisetzung von Radionukliden vorliegen. Dies wird auch aus den vom NLFB beigebrachten Stichprobenuntersuchungen deutlich, die von den Daten des Antragstellers abweichen.

Der Gutachter hält das Problem für die Strahlenbelastung untertage nicht für gravierend, da beim künftigen Streckenvortrieb mit modernen, staubunterdrückenden Vortriebstechniken gearbeitet werden soll. Insbesondere im Einlagerungsbetrieb ist kein erhöhter Staubanfall zu erwarten. Somit ist die radiologische Belastung durch staubgebundene Schwermetalle im Vergleich zur Radon-Belastung gering. Die Bedeutung des vier bis fünf mal höheren Urangehaltes, muß jedoch bezüglich der Radonausgasung des Haufwerks untersucht werden.

6.2.5 Emissionen von Radionukliden in der Anlage Schacht Konrad

Sachverhaltsdarstellung:

6.2.5.1 Emissionen von Radionukliden aus Abfallgebinden

Gemäß Plan Konrad (4/90, Kap. 3.4.2.1) ist die Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus Abfallgebinden im bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage Schacht Konrad abhängig von:

1. der Art des Abfallproduktes (siehe Plan Konrad 4/90, Kap. 3.3.2.1 und 3.3.2.2);
2. der Verpackung der radioaktiven Abfälle (siehe Plan Konrad 4/90, Kap. 3.3.3.1 und 3.3.3.2);

3. der Art des Radionuklids.

Die Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus Abfallgebinden ergibt sich somit als Produkt der Freisetzungsraten für die radioaktiven Stoffe aus den Abfallproduktgruppen und der Dichtigkeit der Behälter.

a. Emissionen von radioaktiven Stoffen aus Abfallprodukten

Der Antragsteller unterscheidet bei der Ableitung von Freisetzungsraten für radioaktive Stoffe aus Abfallprodukten zwischen "Metallischen Feststoffen" und "Sonstigen Abfallproduktgruppen", den Abfallproduktgruppen 01, 02, 04, 05 und 06 in Plan Konrad 4/90, Kap. 3.3.2.2 und ermittelt für diese Abfallproduktgruppen die Freisetzungsraten bzgl. folgender Nuklide und Nuklidgruppen:

- Tritium
- C 14
- I 129
- Rn 222
- sonstige Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler.

HTO

Die Freisetzung von Tritium in Form von HTO wird vom Antragsteller immer dann unterstellt, wenn Tritium nicht in metallischen Feststoffen vorliegt. Zudem stellt seiner Auffassung nach die Flüchtigkeit von HTO aus den Abfallgebinden unter den gegebenen Bedingungen eine Obergrenze für die Freisetzung von Tritium dar, so daß auch für unspezifiziert vorliegendes Tritium die Freisetzung als HTO vom Antragsteller als abdeckend betrachtet wird.

C 14

In unspezifizierter Form vorliegendes C 14 wird vom Antragsteller als flüchtig unterstellt. Als Obergrenze der C 14 Freisetzung wird in diesem Fall die Flüchtigkeit von HTO zugrundegelegt.

I 129

Das Vorgehen bei der Abschätzung der I 129 Freisetzung für unspezifiziert vorliegendes Jod bezeichnet der Antragsteller als konservativ.

Künstlich erzeugte Edelgase und Rn 222

Die Freisetzung von Edelgasen wird in EU 260 und EU 117 betrachtet. Für relevant hält der Antragsteller nur das Radionuklid Rn 222, dessen Freisetzungsraten experimentell und mittels Rechenmodellen bestimmt wurden.

Feststoffe

Als Freisetzungsmechanismus für Feststoffe wird vom Antragsteller Auslaugung und anschließende Mitverdampfung mit dem Restwasser der Abfälle oder dem im Zement bzw. Beton enthaltenem Wasser betrachtet. Berücksichtigt werden die Auslaugraten zementierter/betonierter und bituminierter Abfälle in wässrigen Lösungen sowie Löslichkeiten der Radionuklide in wässrigen Lösungen.

Im Plan Konrad 4/90, Tabelle 3.4.2.1/1 sind Freisetzungsraten für die verschiedenen Abfallproduktgruppen angegeben, die der Antragsteller als Abschätzung der Obergrenzen bezeichnet.

Der Gutachter:

Zur Problematik der Freisetzung der angegebenen Nuklide und Nuklidgruppen sei auf das Kap. 3.4.4.5 "Strahlenschutz" verwiesen.

Danach müssen genaue Angaben über die chemische Bindungsform für Tritium und C 14 verlangt werden. Die Konservativität bei der Betrachtung der C 14-Freisetzung ist nicht abschließend nachvollziehbar.

Ebenso ist die Freisetzungsraten für I 129 in saurer Umgebung im Abfallgebäude nicht abschließend geklärt. Neben Rn 222 muß auch das Isotop Rn 220 betrachtet werden, da das Erz in Schacht Konrad eine ungewöhnlich hohe Konzentration von Thorium 232 aufweist (Kuni 1992b).

b. Emissionen aus dem Behälter*Sachverhaltsdarstellung:*

Bei Verpackungen mit quantifizierter Dichtigkeit wird der Einfluß des Behälters auf die Aktivitätsfreisetzung vom Antragsteller berücksichtigt. Ausgehend von einer Leckrate von 10^{-5} Pa·m³/s geht er in diesem Fall von einem jährlichen Durchlässigkeitsanteil von 0,01 aus. Bei nachgewiesener höherer Dichtigkeit der Behälter

(He-Leckratenbestimmung) verwendet der Antragsteller den behälterspezifischen jährlichen Durchlässigkeitsanteil.

Der Gutachter:

Die Sachverhaltsdarstellung ist nachvollziehbar.

6.2.5.2 Emissionen von Radionukliden aus Einlagerungskammern

Sachverhaltsdarstellung:

Das Konzept des Antragsstellers sieht vor, daß jede mit Abfallgebinden befüllte Einlagerungskammer abschnittsweise mit Pumpversatz versetzt wird und jede befüllte und versetzte Einlagerungskammer mit einem mehreren Meter langen, aus Pumpversatz bestehenden und den gesamten Querschnitt ausfüllenden Kammerabschluß versehen wird. Auf diese Weise soll ein möglichst dichter Einschluß der Abfallgebinde - auch im vorderen Teil der Einlagerungskammer - erreicht werden.

Als unversetzte Einlagerungskammern gelten Kammern, die Abschnitte enthalten, die noch nicht mit Pumpversatz versetzt sind. Bei unversetzten Einlagerungskammern geht der Antragsteller davon aus (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.4.2.2), daß die aus den - unversetzten - Abfallgebinden freigesetzten radioaktiven Stoffe bei ihrem Transport mit den Abwettern zum Diffusor keine Rückhaltung, Verzögerung oder Ablagerung erfahren und daß die freigesetzte Aktivität vollständig luftgetragen ist.

Bei den mit Pumpversatz versetzten Abfällen führt der Antragsteller drei Mechanismen an, die eine Freisetzung von luftgetragener Aktivität aus den versetzten Abschnitten der Einlagerungskammern bewirken:

- Austreiben von Restluft in bewetternete Strecken infolge Gasbildung;
- Luftdruckschwankungen im Grubengebäude und Temperaturerhöhung in der Einlagerungskammer;
- Diffusion durch das Versatzmaterial hindurch.

Als bedeutsame Gasbildungsprozesse werden vom Antragsteller die Radiolyse sowie die innere und äußere Korrosion betrachtet, wobei er für die meisten Abfallgebinde einen mittleren oberen Wert für die Gasbildungsrate von ca. 1 ml/m^3 Abfall pro

Stunde erwartet. Druckschwankungen liefern nach Aussage des Antragstellers auf Grund geringer Permeabilität des Versatzes keinen wesentlichen Beitrag zur Freisetzung. Die Freisetzungen von radioaktiven Stoffen sind gemäß Aussage des Antragstellers ebenfalls vernachlässigbar. Dieser geht davon aus, daß eine Freisetzung radioaktiver Stoffe aus versetzten Einlagerungsbereichen im wesentlichen nur in Form von Tritium (als HT) und C 14, soweit es nicht als Feststoff vorliegt, erfolgt.

Somit ist die Freisetzung von Radionukliden aus unversetzten Einlagerungskammern die Summe der Freisetzungen aus den in den jeweiligen Einlagerungskammern befindlichen - unversetzten - Abfallgebinden und den Freisetzungen der versetzten Bereiche (vorwiegend durch das Austreiben von Restluft). Für HTO aus unversetzten Abfallgebinden gibt der Antragsteller eine Freisetzungsrate von $0,05 \text{ a}^{-1}$; abgeleitet auf der Basis eines Abfallgebindes von der Größe eines 200 l Fasses; an. Bei vollständiger Einbettung des Gebindes im Pumpversatz ist diese Rate gemäß Aussage des Antragstellers entsprechend dem kleineren Oberfläche/Volumen-Verhältnis des gesamten Versatzkörpers einer Einlagerungskammer zu reduzieren; dieser Faktor beträgt etwa 5.000. Der Beitrag der HTO Freisetzungen durch Diffusion und beim Transport durch feuchte Medien wird vom Antragsteller für vernachlässigbar gehalten. Bei der Ermittlung des Beitrags der luftgetragenen C 14 Aktivität aus versetzten Bereichen der Einlagerungskammern erachtet der Antragsteller einen Reduktionsfaktor von 10 gegenüber der Freisetzungsrate unversetzter Bereiche für konservativ. Die Freisetzung von Rn 222 aus versetzten Bereichen hält der Antragsteller aufgrund der kurzen Halbwertszeit für vernachlässigbar; ebenfalls vernachlässigbar sei die Freisetzung von Feststoffen und I 129 wegen der Rückhaltewirkung der Versatzstoffe.

Der Gutachter:

Der Antragsteller geht bei der Betrachtung der Freisetzung von Radionukliden aus Einlagerungskammern davon aus, daß aus den versetzten Bereichen dieser Kammern die Freisetzungsmechanismen "Druckschwankungen mit untertägigen Wettern und Temperaturerhöhungen in den Einlagerungskammern" sowie "Diffusion durch das Versatzmaterial und den Kammerabschluß" in ihren Wirkungen vernachlässigbar sind. Als Grund wird in EU 260 die geringe Permeabilität des Versatzes genannt, jedoch werden keine Bandbreiten für diese Effekte genannt.

Die vom Antragsteller in EU 273 abgeleiteten Raten für die Austreibung der Restluft durch Gasbildung sollten nach Meinung des Gutachters als abdeckend nachgewiesen werden.

In EU 260 führt der Antragsteller aus, daß Erfahrungswerte aus dem Betrieb des Versuchslagers Asse ausweisen, daß gasförmige C 14-Verbindungen zu 90 % als Kohlendioxid vorliegen. Da der Antragsteller jedoch weder auf einen Vergleich bzw. auf Unterschiede der in der Asse und der in Schacht Konrad vorliegenden Abfälle sowie der in den Gruben herrschenden Bedingungen eingeht, kann die Schlußfolgerung des Antragstellers nicht nachvollzogen werden, daß freigesetztes C 14 (da als Kohlendioxid vorliegend) sich praktisch vollständig im Porenwasser auflöst und somit nicht zur Emission von Radioaktivität aus versetzten Bereichen beiträgt.

Der Gutachter bemängelt, daß der Antragsteller die Auswirkungen einer Verschlechterung des Zustandes des Abschlusses des Pumpversatzes auf die Freisetzung radioaktiver Stoffe - im wesentlichen wiederum H 3 und C 14 - aus abgeworfenen Kammern nicht überzeugend behandelt. Es liegen keine klaren Kriterien vor, unter welchen Bedingungen ein Kammerabschlußbauwerk errichtet werden soll.

6.2.5.3 Emissionen von Radionukliden aus Abfallgebinden während der Handhabung und Lagerung über Tage

Sachverhaltsdarstellung:

Aktivitätsfreisetzungen aus Abfallgebinden über Tage können während des Transportes und der Lagerung sowie der Handhabung von Behältern auftreten. Die Freisetzungen über Tage entsprechen gemäß Aussage des Antragstellers nach Art und Charakteristik denjenigen in unversetzten Einlagerungsbereichen unter Tage. Basierend auf den unterstellten Transportzeiten der Abfallgebinde über Tage (weniger als 0,1 % ihrer Lagerzeit in unversetzten Einlagerungsbereichen) und der unterstellten Anzahl von Gebinden, welche in der Pufferhalle lagern (weniger als 1 % der Anzahl der in den unversetzten Bereichen lagernden Gebinden), kommt der Antragsteller zu dem Ergebnis, daß die Aktivitätsableitungen aus der Pufferhalle weniger als 1 % derjenigen aus den unversetzt unterstellten Einlagerungsbereichen beträgt und die Aktivitätsableitungen aus Abfallgebinden während der Handhabung, des Transportes und der Lagerung über Tage weniger als 1 % der Ableitungen aus allen Einlagerungskammern und somit auch unterhalb 1 % der beantragten Aktivitätsableitungen

über den Diffusor liegt. Der Antragsteller kommt zu dem Schluß, daß der Beitrag der Aktivitätsableitungen über den Kamin und damit der aus der Aktivitätsfreisetzung aus Abfallgebinden während Handhabung, Transport und Lagerung über Tage vernachlässigbar ist.

Freisetzungen von nicht haftenden Oberflächenkontaminationen von Abfallgebinden werden vom Antragsteller auf weniger als 0,1 % der Grenzwerte für die Ableitungen von Alphastrahlern und Beta-/Gamma-Strahlern mit den Abwettern geschätzt. Mithin seien sie bei Betrachtung der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage vernachlässigbar.

Der Gutachter:

In EU 260 führt der Antragsteller aus, daß bei Lagerung von Abfallgebinden, deren Aktivitätsgrenzwerte unterhalb der Garantiewerte liegen, die Ableitungen aus der Pufferhalle weniger als 1 % der Antragswerte für Ableitungen mit den Abwettern betragen werden. Bei Abfallgebinden, deren Aktivitätswerte oberhalb der Garantiewerte liegen, will der Antragsteller durch eine Begrenzung der Pufferzeit gewährleisten, daß die o.g. Bedingung eingehalten wird.

Die vom Antragsteller in EU 260 vorgenommene Abschätzung der Freisetzung von nicht festhaftenden Oberflächenkontaminationen von Abfallgebinden und die hieraus abgeleitete Aussage der Vernachlässigbarkeit der potentiell resultierenden Strahlenexposition der Umgebung basiert wesentlich auf einem vom Antragsteller als konservativ unterstellten Resuspensionsfaktor von 10^{-6} für Stahloberflächen. Nach Auffassung des Gutachters sind die der Bestimmung dieses Faktors zugrundeliegenden Bedingungen jedoch nicht auf die Situation der Anlage Schacht Konrad übertragbar.

6.2.5.4 Aufkommen radioaktiver Stoffe in flüssiger und fester Form

a. Flüssige Stoffe

Sachverhaltsdarstellung:

Gemäß Angaben des Antragstellers fallen folgende kontaminierte Flüssigkeiten beim Betrieb der Anlage Schacht Konrad an:

- Wasser (aus Dekontaminations-, Reinigungs- und Laborarbeiten);
- Öle und Lösungsmittel (aus Wartungs- und Reinigungsarbeiten);
- sonstige Flüssigkeiten, wie z.B. Szintillatorflüssigkeiten (aus Laborarbeiten).

Diese kontaminierten Flüssigkeiten werden laut Antragsteller gesammelt und kontrolliert entsorgt. Das Wasser wird nach einer Kontrollmessung abgeleitet, wobei die Freigabekriterien für die chargenweise Ableitung des Wassers und der Grubenwässer auf den Antragswerten für die abzuleitende Aktivität beruhen.

Der Antragsteller gibt im Plan Konrad 4/90 für das jeweilige Aufkommen kontaminierter Flüssigkeiten folgende Werte an:

- Wasser

Radiologische Kontaminationen im Abwasser fallen bei den Schmutz- und Grubenwässern in Schacht Konrad 2 an. Beantragt ist die Ableitung im Abwasser von $7,4 \cdot 10^{12}$ Bq/a für Tritium und von $7,4 \cdot 10^8$ Bq/a für ein Nuklidgemisch ohne Tritium. Weiterhin gibt der Antragsteller eine mit dem Grubenwasser abzuleitende natürliche Radioaktivität von $1,3 \cdot 10^9$ Bq/a an.

- Öle und Lösungsmittel:
 - die abzugebende Aktivität beträgt weniger als $3,7 \cdot 10^7$ Bq/a;
- sonstige Flüssigkeiten:
 - geringe Mengen an Szintillatorflüssigkeit.

Die hier benannten Mengen können direkt in Abschnitt 6.2.4 für die Betrachtung des Quellterms der Anlage Schacht Konrad übernommen werden.

Der Gutachter:

In Plan Konrad 4/90 führt der Antragsteller aus, daß zur Bestimmung der Aktivitätskonzentrationen in den Grubenwässern aufgrund natürlich vorkommender Radionuklide an vier Positionen der Anlage Schacht Konrad jeweils sechs Einzelmessungen durchgeführt und zu einem Jahresmittelwert verarbeitet worden sind. Untersucht wurden vom Antragsteller die Konzentrationen der Nuklide H 3, Cs 137, U 238, Ra 226, Ra 228, Beta gesamt und K 40. Ferner wurden vom Antragsteller an den vier Positionen für folgende Nuklide Einzelmessungen durchgeführt: Sr 90, I 129, Pb 210 und Pu 239/240. Der Gutachter bezweifelt, daß die vom Antragsteller durchgeführten Messungen ausreichend belegen, welche Konzentrationen natürlich vorkommender Nuklide in den Abwässern bei Betrieb der Anlage Schacht Konrad, d.h. bei Ausführung bergmännischer Tätigkeiten unter Tage, in Zukunft zu erwarten sein werden.

b. Feste Stoffe*Sachverhaltsdarstellung:*

Gemäß Aussage des Antragstellers im Plan Konrad 4/90 (Kap. 3.4.5) sind kontaminierte feste Betriebsabfälle beim Betrieb der Anlage Schacht Konrad nur in geringem Umfang zu erwarten. Zudem führt er aus, daß auf Grund der Vielfalt der betrieblich anfallenden Abfallstoffe und -formen Freimessungen in manchen Fällen mit vertretbarem Aufwand nicht durchführbar sind.

Nach Angaben des Antragstellers können folgende feste kontaminierte Betriebsabfälle in den angegebenen Mengen anfallen:

- Mischabfälle (Abfallstoffe aus Werkstätten und Dekontaminations- und Reinigungsmaßnahmen über und unter Tage):
 - einige Kubikmeter pro Jahr;
- metallischer Schrott (aus den Kontrollbereichswerkstätten):
 - einige Tonnen pro Jahr;
- Filter aus Lüftungstechnischen Anlagen:
 - einige Kubikmeter pro Jahr;
- Bauschutt.

Die festen radioaktiven Abfälle der Anlage Schacht Konrad werden entweder durch Dritte oder am Endlagerstandort konditioniert und entsprechend den Endlagerungsbedingungen endgelagert.

Der Gutachter:

Es wird auf Kap. 6.4.2 (Betriebsabfälle) dieses Gutachtens verwiesen.

6.2.5.5. Emissionen von Radionukliden aus dem Gestein

a. Radiologische Grundbelastung der Wetter auf Grund des aus dem Gebirge entweichenden Radons und seiner Folgeprodukte

Sachverhaltsdarstellung:

Das durch radioaktiven Zerfall des im Gestein natürlich vorkommenden Urans und Thoriums gebildete Radon mit seinen Folgeprodukten wird in die Wetter freigesetzt bzw. diffundiert aus dem Gestein in die Wetter und wird mit diesen über den Diffusor in die Umgebung abgeleitet. Der Antragsteller führt aus, daß im Jahre 1983 an 20 Stellen im Grubengebäude die Radonkonzentrationen mittels Radondiffusionskammern gemessen worden ist, wobei die Rn 220-Konzentration nur zu 10 % miterfaßt wurde. Aus diesen Meßwerten wurden Zweimonats-Mittelwerte gebildet. Zudem wurden nach Aussage des Antragstellers innerhalb eines mehrmonatigen Zeitraums in den Jahren 1983 und 1984 an insgesamt 68 Stellen unter Tage 98 Messungen der Rn 222-Konzentration und 18 Messungen der Aktivitätskonzentration aerosolgebundener Rn 220- und Rn 222-Folgeprodukte durchgeführt.

Nach Aussage des Antragstellers lagen die Rn 222-Konzentrationen in frischbewetterten Betriebspunkten zwischen 30 und 50 Bq/m³, wobei eine Zunahme der Konzentrationen aufgrund bergmännischer Tätigkeiten nicht festgestellt wurde. Durch den Antragsteller wird der Bereich "Wendel Süd" zwischen der 1.100-m- und 850-m-Sohle hervorgehoben. Hier wurde ein Anstieg von 100 Bq/m³ bei 1.100 m auf 650 Bq/m³ bei 850 m verzeichnet. Der Antragsteller erklärt dies durch den Zustrom von Schleichwettern mit hohem Radongehalt aus dem "Alten Mann". Für die Rn 222-Gleichgewichtsfaktoren für die kurzlebigen Folgeprodukte wird vom

Antragsteller der Wert 0,35 benutzt (EU 183). Dies hält der Antragsteller für konservativ.

Der Gutachter:

Die Aussagen zur radiologischen Grundbelastung der Wetter sind nachvollziehbar. Eine besondere Situation tritt bei Störungen der Bewetterung ein. Der möglicherweise erhöhten Radonkonzentration und der Veränderung des Gleichgewichtsfaktors in den Abwettern wird jedoch durch ein langsames Wiederaufahren der Bewetterung begegnet.

b. Radiologische Grundbelastung der Wetter auf Grund des Staubgehaltes

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller führt im Plan Konrad (Kap. 3.1.8.2.3) aus, daß zur Ermittlung der Staubmenge und -verteilung im Grubengebäude beim Auffahren einer Strecke, mittels Sprengtechnik und Abtransport der Erze im LHD-Verfahren, vier Meßstellen eingerichtet wurden. Als Ausgangswert vor Aufnahme der Auffahrarbeiten gibt der Antragsteller einen Wert von 0,1 bis 2,2 mg/m³ für die Staubkonzentration an, mit einem Mittelwert von 1,1 mg/m³ aus 48 Messungen an 12 Tagen. Im Plan Konrad 4/90 (Tabelle 3.1.8.2.3/1) führt der Antragsteller die maximalen Staubkonzentrationen der Wetter bei verschiedenen bergmännischen Tätigkeiten an und bemerkt, daß für die (bezogen auf den Entstehungsort) entfernungsabhängige Abnahme der Staubkonzentration ein exponentieller Abfall anzusetzen ist, wobei die Staubkonzentration bei einer Wettergeschwindigkeit von 0,3 m/s in den Wettern nach 370 m nur noch die Hälfte der Ausgangskonzentration beträgt und ab 700 m Abstand nur noch geringfügig abnimmt. Bei einem mittleren Staubgehalt von 1 mg/m³ ergibt sich nach Aussage des Antragstellers auf Grund der natürlichen Aktivität des Gebirges eine spezifische Aktivität von jeweils $9,6 \cdot 10^{-5}$ Bq/m³ für Th 232 und dessen Tochternuklide (Thorium-Zerfallsreihe) und von jeweils $2,2 \cdot 10^{-5}$ Bq/m³ für die Nuklide der Uran-Radium-Zerfallsreihe.

Der Gutachter:

Nach Kap. 6.2.4 liegen die Angaben des Antragstellers über die Urangehalte des Staubes zu niedrig.

Für die Berechnung der wetterbedingten Strahlenexposition des Betriebspersonals werden Angaben über die Partikelgrößen benötigt, zumindest aber der Anteil der Staubkonzentration, der als lungengängig zu unterstellen ist. Es gibt einen Hinweis des Oberbergamtes, daß ein Staubmeßplan für die Schachanlage Konrad vorliegt (interner Aktenvermerk des OBA Clausthal-Zellerfeld, an den Gutachter am 12.01.1993 übergeben). Dieser Staubmeßplan berücksichtigt die Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 900 und TRGS 402. Grenzwerte für quarzhaltige Stäube sind danach je nach Partikelgröße festgelegt. Der Gutachter wartet zu dieser Frage die endgültige Beurteilung im Endbericht des Fachgutachters OBA ab.

6.2.6 Quellterme für Emissionen radioaktiver Stoffe aus der Anlage Schacht Konrad

6.2.6.1 Quellterm für Emissionen über den Diffusor

Gemäß Aussage des Antragstellers (Plan Konrad 4/90) werden die Abwetter der Anlage Schacht Konrad über den 45 m hohen Diffusor des Schachtes 2 in die Umgebung abgeleitet. Die Ableitungen mit den Abwettern über den Diffusor ergeben sich aus Freisetzungen von Radon und Folgeprodukten aus dem Gebirge, aus Freisetzungen radioaktiver Stoffe (Staub aus dem Gebirge und Freisetzungen aus eingelagerten Abfallgebänden in versetzten und unversetzten Einlagerungskammern).

a. Quellterm für Emissionen radioaktiver Stoffe aus natürlichen Quellen

Sachverhaltsdarstellung:

Im Plan Konrad 4/90 (Kap. 3.1.8.3.1) gibt der Antragsteller für die Ableitung natürlicher Aktivitäten mit den Abwettern in die Umgebung für Rn 222 aufgrund von Messungen der Radon-Konzentration in den Wetterern der Schachanlage Konrad einen Wert von bis zu $1,9 \cdot 10^{12}$ Bq/a an.

Infolge der Staubkonzentration in den Wetterern werden zudem Radionuklide der Thorium- und Uran-Radium-Zerfallsreihe in die Umgebung emittiert. Basierend auf

Messungen des Staubgehalts in den Wettern und den spezifischen Aktivitäten im Erz rechnet der Antragsteller mit einer jährlichen Ableitung von jeweils $7,6 \cdot 10^5$ Bq/a für die Nuklide der Thorium-Zerfallsreihe und jeweils $1,7 \cdot 10^5$ Bq/a für die Nuklide der Uran-Radium-Zerfallsreihe.

Der Gutachter:

Dem Gutachter liegen Messungen des NLFB vor, die bezüglich des Uran- und Thorium-Gehaltes im Eisenerz und im Nebengestein von den Angaben des Antragstellers abweichen (s. Kap. 6.2.4)po. Der Gutachter empfiehlt deshalb einen Abgleich der Meßwerte.

b. Quellterm für Emissionen aus versetzten und unversetzten Einlagerungskammern

Sachverhaltsdarstellung:

Auf der Basis von Abschätzungen gibt der Antragsteller die Aktivitätsfreisetzung aus den Abfallgebinden im bestimmungsgemäßen Betrieb und die insgesamt für die Einlagerung zu erwartenden Arten und Mengen radioaktiver Abfälle in Tabelle 3.4.7.1/1 (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.4.7.1) als Abgabewerte (Antragswerte) der in Tabelle 6.2-4 angegebenen Werte an.

Tab. 6.2-4: Antragswerte für die jährliche Aktivitätsableitung mit den Abwettern über den Schacht Konrad 2 und den Diffusor

Radionuklid/Radionuklidgruppe	Aktivitätsableitung
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 (Halbwertszeit > 10 d):	
Beta-/Gamma-Strahler	$7,4 \cdot 10^7$ Bq/a
Alpha-Strahler	$3,7 \cdot 10^6$ Bq/a

Quelle: Plan Konrad 4/90

Der Antragsteller betont, daß diese Antragswerte nicht um die Anteile an Aktivität reduziert worden sind, die vom Abwetter in die Grubenwässer übergehen können und dann über den Wasserpfad abgeleitet werden (Plan Konrad 4/90).

Im Plan Konrad (4/90, Tabelle 3.4.7.1/2) gibt der Antragsteller die Nuklidzusammensetzung der Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler an, welche der Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition über die verschiedenen Expositions-pfade zugrundegelegt werden. Diese sind in Tabelle 6.2-5 aufgeführt.

Tab. 6.2-5: Radionuklidzusammensetzung der in Tabelle 6.2/4 angegebenen Nuklidgruppen der Alpha- und Beta-/Gamma-Strahler

Beta-/Gamma-Strahler	Aktivitäts-anteil	Alpha-Strahler	Aktivitäts-anteil
Co 60	0,06	Pu 238	0,50
Sr 90	0,27	Pu 239	0,09
Ru 106	0,07	Pu 240	0,07
Sb 125	0,01	Am 241	0,06
Cs 134	0,12	Cm 244	0,27
Cs 137	0,47	Ra 226	0,01

(Quelle: Plan Konrad 4/90)

Der Gutachter:

Die Sachverhaltsdarstellung ist bis auf den Punkt: äußere Kontamination der Abfallgebinde (Kap. 6.2.3) nachvollziehbar.

6.2.6.2 Quellterm für Emissionen über den Abluftkamin

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller setzt für die Aktivitätsableitungen aus Abfallgebinden während Handhabung und Lagerung über Tage einen Wert von weniger als 1 % der gesamten beantragten Aktivitätsableitungen über den Diffusor an. Somit ergibt sich als

Quellterm für die Aktivitätsableitungen über den Abluftkamin der Anlage Schacht Konrad weniger als 1 % der in Tabelle 6.2-4 genannten Antragswerte für die jährlichen Aktivitätsabgaben mit den Abwettern.

Der Gutachter:

Die Sachverhaltsdarstellung ist nachvollziehbar.

6.2.6.3 Quellterme für flüssige Ableitungen

Sachverhaltsdarstellung:

Bei der Bestimmung der Quellterme für die Ableitungen von radioaktiven Stoffen in flüssiger Form wurden die natürlichen Aktivitäten in den Grubenwässern sowie die aus den eingelagerten Gebinden stammenden Aktivitäten in den Grubenwässern und Aktivitäten in Wässern aus Tätigkeiten über Tage in die Betrachtung der Gesamtableitungen der Anlage Schacht Konrad berücksichtigt.

Der Gutachter:

Die Aussage des Antragstellers, daß Ableitungen von Tritium aus versetzten Einlagerungsbereichen sowie anderer Nuklide (außer C 14) vernachlässigbar sind, kann vom Gutachter nicht ohne weiteres geteilt werden, da auf keine Erfahrungen mit Kammerabschlußbauwerken verwiesen werden konnte.

a. Quellterme für Emissionen natürlicher Aktivitäten mit Grubenwässern

Sachverhaltsdarstellung:

Gemäß Aussage des Antragstellers (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.1.8.3.2) setzt sich die natürliche Aktivität der Grubenwässer im wesentlichen aus Nukliden der Thorium- und Uran-Radium-Zerfallsreihe zusammen. Basierend auf Messungen schließt der Antragsteller nicht aus, daß sich beide Zerfallsreihen in den Grubenwässern weitgehend im Gleichgewicht befinden. Der Antragsteller berechnet die jährlichen Ablösungen mit den Grubenwässern (zugrundegelegte jährliche Abgabemenge: 10.000 m^3) von natürlichen Aktivitäten auf der Grundlage von Messungen der Aktivität von Th 232 und Ra 226 in den Wässern. Als Wert für die jährlich abgege-

bene natürliche Gesamtaktivität weist der Antragsteller $1,3 \cdot 10^9$ Bq/a aus, wobei die Gleichgewichtsaktivität eines Nuklids der Thorium-Zerfallsreihe $6,7 \cdot 10^7$ Bq und die der Uran-Radium-Zerfallsreihe $4,5 \cdot 10^7$ Bq beträgt.

Der Gutachter:

Siehe unter Kapitel 6.2.6.3, Pkt. c.

b. Quellterme für Emissionen aus eingelagerten Abfallgebinden mit Grubenwässern

Sachverhaltsdarstellung:

Nach Aussage des Antragstellers (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.4.7.2) fallen in der Anlage Schacht Konrad radioaktiv kontaminierte Grubenwässer durch den Übergang von Tritium, Jod und aerosolgebundenen radioaktiven Stoffen aus dem Abwetterstrom in die Wässer an. Für Tritium unterstellt der Antragsteller, daß das gesamte, aus den Abfallgebinden freigesetzte Tritium in den Abwettern in Form von HTO vorliegt und zu 30 % in die Grubenwässer übergeht (dies entspricht einer Kondensationsrate des in den Abwettern enthaltenen Wassers von 30 %). Diese Abschätzung erachtet der Antragsteller als konservativ. Ausgehend vom beantragten Ableitungswert für Tritium mit den Abwettern ($1,5 \cdot 10^{13}$ Bq/a) gibt der Antragsteller einen Wert von $4,5 \cdot 10^{12}$ Bq/a für den jährliche Anfall von Tritium in den Grubenwässern an.

Auf Grund von experimentellen Untersuchungen zur untertägigen Aerosolausbreitung in der Anlage Schacht Konrad geht der Antragsteller von einer als konservativ unterstellten Abscheiderate von 50 % der in den Abwettern vorhandenen aerosolgebundenen Aktivität aus, die vollständig in die Grubenwässer übergeht; dieses wird auch für Jod unterstellt. Basierend auf dieser Abscheiderate gibt der Antragsteller folgende Werte für die jährlichen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Grubenwässern an:

- I 129	$3,7 \cdot 10^6$ Bq/a
- Pb 210	$4,5 \cdot 10^6$ Bq/a
- Beta-/Gamma-Strahler	$3,7 \cdot 10^7$ Bq/a
- Alpha-Strahler	$1,9 \cdot 10^6$ Bq/a

Der Gutachter:

Siehe unter Kapitel 6.2.6.3, Pkt. c.

c. Quellterme für Emissionen von Wässern aus Tätigkeiten über Tage

Sachverhaltsdarstellung:

Die als Folge von Dekontaminations- und Reinigungsmaßnahmen jährlich mit dem Abwasser anfallenden Aktivitäten beziffert der Antragsteller im Plan Konrad 4/90 (Kap. 3.4.7.2) auf weniger als $3,7 \cdot 10^8$ Bq/a.

Tab. 6.2-6: Antragswerte für die jährliche Aktivitätsableitung mit Grubenwässern und Abwasser als Folge von Dekontaminations- und Reinigungsmaßnahmen

Radionuklid/Radionuklidgemisch	Aktivitätsableitung
H 3	$7,4 \cdot 10^{12}$ Bq/a
Radionuklidgemisch	$7,4 \cdot 10^8$ Bq/a

Quelle: Plan Konrad 4/90

Tab. 6.2-7: Radionuklidzusammensetzung des in Tabelle 6.2-6 angegebenen Radionuklidgemisches

Radionuklid/Radionuklidgemisch	Aktivitätsanteil in Bq/Bq
Co 60	0,05
Sr 90	0,234
Ru 106	0,06
Sb 125	0,01
I 129	0,09
Cs 134	0,10
Cs 137	0,41
Pb 210	0,006
Alpha-Strahler	0,04

Quelle: Plan Konrad 4/90

Der Gutachter:

Diese Ableitungen liefern nach Ansicht des Gutachters den überwiegenden Beitrag zur Exposition der Bevölkerung über den Wasserpfad durch künstlich erzeugte Nuklide.

6.2.7 Ausbreitung der Radionuklide

Bei der Ausbreitung von aus der Anlage Schacht Konrad abgeleiteten radioaktiven Stoffen ist zu unterscheiden zwischen luftgetragenen Ableitungen über den Diffusor und den Abluftkamin, und Ableitungen radioaktiver Stoffe in flüssigen Medien, d.h. kontrolliert als Abwässer nach Freigabemessungen über die Kläranlage und das betriebseigene Pufferbecken in den Vorfluter Aue (Dekont- und Reinigungswässer sowie Grubenwässer).

6.2.7.1 Ausbreitung über Luft abgeleiteter radioaktiver Stoffe

Die Modelle für die Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre im Zuge der Bestimmung der Strahlenexposition bei luftgetragenen Ableitungen von Radionukliden aus kerntechnischen Anlagen ist in der *Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV* beschrieben. Die Aktivitätskonzentration des betreffenden Radionuklids oder Nuklidgemischs in der Luft wird heute üblicherweise anhand von Ausbreitungsrechnungen ermittelt, die auf statistischer Theorie und experimentellen Daten über die Ausbreitungsparameter basieren. In der AVV zu § 45 StrlSchV wird ein zweidimensionales Gauß-Modell und vollständige Reflektion der Abluftfahne am Erdboden verwendet. Die Berücksichtigung der Abnahme der Aktivität in der Abluftfahne durch radioaktiven Zerfall, trockene Ablagerung (Fallout) und Ablagerung durch Niederschlag (Washout) ist möglich. Bei den hier interessierenden Ausbreitungen von luftgetragenen Ableitungen im bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage Schacht Konrad und der in diesem Zusammenhang zu bestimmenden effektiven Jahresäquivalentdosis ist der in der AVV zu § 45 StrlSchV definierte Langzeitausbreitungsfaktor zu verwenden, welcher bei konstant unterstellter Quellstärke unterschiedliche meteorologische Bedingungen während des Jahres zuläßt, d.h. die Mittelung über unterschiedliche Diffusionskategorien und Windgeschwindigkeitsstufen. Zum Einfluß der in der Nähe der Emissionsquelle liegenden Gebäude sowie der

Orographie auf die Ausbreitungsbedingungen sind in der AVV zu § 45 StrlSchV Ausführungen zu finden.

a. Ableitungen über Schacht Konrad 2 und den Diffusor

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller führt aus (Plan Konrad 4/90), daß die Langzeitausbreitungs- und Langzeitwashoutfaktoren unter Verwendung der in der AVV zu § 45 StrlSchV beschriebenen Modelle berechnet wurden. Zur Ermittlung dieser Faktoren wurde vom Antragsteller die dreidimensionale Ausbreitungsklassenstatistik und die Niederschlagswindrose der Station des Deutschen Wetterdienstes in Braunschweig-Völkenrode (13 km nördlich vom Standort) herangezogen; deren Verwendung ist nach Aussage des Antragstellers zulässig, da das Gelände in der näheren Umgebung der Anlage Schacht Konrad eben bis leicht hügelig ist, so daß ein wesentlicher Einfluß der orographischen Bedingungen auf die Windverhältnisse und das Klima am Standort nach Einschätzung des Antragstellers nicht gegeben ist. Desweiteren wurden vom Antragsteller meteorologische Daten der Stationen Vallstedt (5 km nordwestlich vom Standort), Hamburg-Fuhlsbüttel und Bremen (für Vergleiche der Windrichtungsstatistik und der Stabilität der atmosphärischen Schichtung) sowie Hannover (bzgl. der Häufigkeit von Inversionsbedingungen am Standort der Anlage Schacht Konrad) verwendet. Für den Langzeitausbreitungsfaktor und den Langzeitwashoutfaktor an der ungünstigsten Einwirkungsstelle (außerhalb des Betriebsgeländes in ca. 50 m Entfernung nördlich vom Diffusor) führt der Antragsteller (Plan Konrad 4/90) unter Berücksichtigung des Einflusses der in der Nähe des Diffusors befindlichen Gebäude gemäß der AVV zu § 45 StrlSchV folgende Werte an:

- für den Langzeitausbreitungsfaktor: $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ s/m}^3$;
- für den Langzeitwashoutfaktor: $2,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}^{-2}$.

Der Gutachter:

Der Antragsteller hat für die Berechnung des Langzeitausbreitungs- und washoutfaktors Angaben von den DWD-Stationen Braunschweig-Völkenrode, Hamburg-Fuhlsbüttel, Hannover und Bremen verwendet.

Zur Zulässigkeit der Übertragung der Daten auf den Standort der Schachanlage wird auf Kapitel 5.7 dieses Gutachtens verwiesen, da keine standortbezogenen Daten verwendet wurden.

b. Ableitungen über den Abluftkamin und von im Freien befindlichen Abfallgebinden

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller sagt aus, daß die Beiträge der Aktivitätsableitungen über den Abluftkamin an der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung gegenüber den Emissionen des Diffusors vernachlässigbar seien, obwohl der Abluftkamin aufgrund seiner geringen Höhe ungünstigere atmosphärische Ausbreitungsbedingungen aufweise.

Der Gutachter:

Der Vernachlässigbarkeit der Aktivitätsableitungen aus dem Abluftkamin gegenüber den Ableitungen aus dem Diffusor ist aufgrund ungünstigeren atmosphärischen Ausbreitungsbedingungen ohne zusätzliche Beweisführung in Frage zu stellen.

6.2.7.2 Kontrollierte Ableitungen mit Abwässern

Sachverhaltsdarstellung:

Die in der Anlage Schacht Konrad abgeleiteten Abwässer, d.h. die Grubenwässer sowie die über Tage anfallenden Abwässer aus Dekont- und Reinigungsmaßnahmen, werden nach Aussage des Antragstellers im Plan Konrad 4/90 über eine Druckleitung hinter dem Regenrückhaltebecken Üfingen in die Aue eingeleitet. Als größerer Vorfluter für die Aue ist die Aller anzusehen. Für die Ermittlung der Strahlenexposition geht der Antragsteller von einer Abflußmenge der Aue von $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ und einer homogenen Durchmischung der aus der Anlage Schacht Konrad mit den Abwässern eingeleiteten radioaktiven Stoffe und dem abfließenden Wasser der Aue aus. Als mittleren Abfluß für die Aller unterstellt der Antragsteller $27,3 \text{ m}^3/\text{s}$ und im Mündungsbereich für das Aue-Erse-Gewässersystem $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Der Gutachter:

Die Angaben sind nachvollziehbar.

6.2.7.3 Direktstrahlung und Skyshine

Neben Aktivitätsfreisetzungen aus Abfallgebinden ist im außerbetrieblichen Überwachungsbereich für die Strahlenexposition die von den in Gebinden befindlichen Abfällen ausgehende Strahlung von Bedeutung, welche in Form von Gamma- oder Neutronenstrahlung die Behälterabschirmung zu durchdringen vermag. Expositionen treten hierbei während Handhabungen über Tage, z.B. bei Anlieferung, Abstellen der Anlieferungsfahrzeuge etc., auf. Bei dieser Strahlung wird unterschieden zwischen Direktstrahlung und Skyshine. Die Grenze des außerbetrieblichen Überwachungsbereichs beginnt dabei nach Aussage des Antragstellers am Zaun. Seine Ausdehnung wird in der Betriebsphase den Ergebnissen der Dosismessungen außerhalb des Betriebsgeländes angepaßt.

a. Direktstrahlung*Sachverhaltsdarstellung:*

Unter Direktstrahlung faßt der Antragsteller im Plan Konrad 4/90 (Kap. 3.4.7.3) alle Beiträge zur Ortsdosisleistung zusammen, bei denen für die jeweilige Kombination zwischen Aufpunkt und strahlender Fläche Sichtverbindung besteht (in der geraden Verbindungslinie befindet sich also außer Luft kein Absorber). Zur Berechnung der Ortsdosisleistung ging der Antragsteller wie folgt vor:

1. Berechnung der winkelabhängigen Teilchenflußdichte an der Oberfläche der Abfallgebinde;
2. Berechnung der Teilchenflußdichte an der Außenseite der Abschirmwände (nur für Gebinde, die in der Umlade- oder Pufferhalle lagern);
3. Berechnung der Strahlenfelder an den einzelnen Aufpunkten am Zaun der Anlage, bis zu einem Abstand von 50 m ohne Berücksichtigung der Absorption in der Luft.

Für die Berechnung der Ortsdosisleistung wurden vom Antragsteller folgende Annahmen berücksichtigt:

1. als Referenzgebäude diente ein Container vom Typ V, welche nach Aussage des Antragstellers die größte strahlende Oberfläche besitzt und von daher alle anderen Container hinsichtlich der Dosisleistung durch Direktstrahlung konservativ abdeckt;

2. für das Referenzgebäude unterstellt der Antragsteller eine Ortsdosisleistung von 0,1 mSv/h in 2 m Entfernung von der Oberfläche;
3. als Referenznuclid wählte er Co 60, welches gemäß seiner Aussage die höchste Gammadosisleistung pro Zerfall aller im Abfallgebäude enthaltenen Nuklide erzeugt;
4. Zugrundelegung von 220 Einlagerungstagen pro Jahr mit zwei Schichten pro Tag und 17 Transporteinheiten pro Schicht;
5. das ermittelte Ergebnis für die Ortsdosisleistung am Anlagenzaun wird zur Berücksichtigung der bisher eingeführten Konservativitäten mit einem Reduktionsfaktor von 0,5 multipliziert;
6. es wurden zwei Anlieferungsvarianten untersucht:
 - a. 100 % Bahnanlieferung (9 Waggons pro Schicht mit je 2 Transporteinheiten pro Waggon);
 - b. 50 % Bahnanlieferung (4 Waggons pro Schicht mit je 2 Transporteinheiten pro Waggon) und 50 % LKW-Anlieferung (9 LKW pro Schicht mit je 1 Transporteinheit pro LKW);
7. folgende Standzeiten der Transporteinheiten pro Schicht auf dem Schachtgelände wurden unterstellt:

Tab. 6.2-8: Standzeiten der Transporte pro Schicht

Abstellposition der Gebinde	Variante 1 Stunden/Schicht	Variante 2 Stunden/Schicht
A (Puffergleis)	2,3	1,7
B (LKW-Parkplatz)	-	2,2
C (Umladehalle)	1,3	1,1
D (Schachthalle)	0,1	0,1
E (Pufferhalle)	*)	*)

*) Für die Pufferhalle wurde bei der Berechnung vom Antragsteller angenommen, daß sie ständig gefüllt ist.

Quelle: Plan Konrad 4/90

8. an Abschirmungen wurde berücksichtigt:
 - Umladehalle: Betonwand mit 35 cm Stärke und ständig geöffnetem Nordosttor;
 - Puffertunnel zur Schachthalle: Betonwand mit 35 cm Stärke;
 - Schachthalle: Schwächungsfaktor von 3 für 24 cm starke Kalksandsteinwände;

- Abschirmwände:
- Betonwand zwischen Abstellgleis und Südostzaun: Stärke 35 cm, Höhe 3 m, Länge 130 m;
- Betonwand zwischen LKW-Parkplatz und Südostzaun: Stärke 35 cm, Höhe 3 m, Länge 42 m;
- Pufferhalle: Betonabschirmung der Stärke 60 cm (Nordwestwand), 50 cm (Südwestwand), 35 cm (Südostwand), 40 cm (Hallendach), Tore 35 cm Betonäquivalent.

Der Gutachter:

Die Verwendung eines Reduktionsfaktors von 2 bei der Berechnung der Strahlenexposition durch Direktstrahlung zur Kompensation und Korrektur zuvor eingeführter Konservativitäten ist nach Auffassung des Gutachters unbegründet und nicht zulässig. Grenzwerte nach § 44 Abs. 1 StrlSchV in Verbindung mit § 45 StrlSchV stellen maximal zulässige jährliche Strahlenexpositionen im außerbetrieblichen Überwachungsbereich dar, die nicht überschritten werden dürfen. EU 78.8 (Januar 1991) nimmt bei der Ableitung des Gesamtreduktionsfaktors aufgrund der gesamten Überschätzung bei der Berechnung der jährlichen Strahlenexposition am Zaun des Schachtes Konrad 2, ausgehend von Direktstrahlung und Skyshine, Kredit von Erwartungswerten für die relative Häufigkeit der Arten der angelieferten Abfallgebinde sowie hinsichtlich der Nuklidzusammensetzung, der Oberflächen-Ortsdosisleistung der Gebinde, der Einlagerungsmengen und der Abschirmfaktoren der verwendeten äußeren Abschirmungen. Aufgrund des vorliegenden Antrags auf Betrieb des Endlagers Konrad ist aber die Möglichkeit zukünftiger Änderungen und Abweichungen dieser Parameter hinsichtlich der vom Antragsteller in EU 78.8 (Januar 1991) unterstellten Erwartungswerte nicht auszuschließen. Daher muß, insbesondere auch in Anbetracht der Höhe der berechneten Werte, die nach Rechnung des TÜV-Hannover eher noch nach oben zu korrigieren sind hier ein besonders umsichtiges und konservatives Vorgehen des Antragstellers gefordert werden.

Als Beispiel für nicht durchgängig verwendete konservative Annahmen seitens des Antragstellers sei diesbezüglich auf EU 78-8 (Januar 1991), Tabelle 3, verwiesen, aus der ersichtlich ist, daß bei Verwendung eines Szenarios, basierend auf ausschließlicher Anlieferung der Abfallgebinde mittels LKW, die vom Antragsteller berechneten maximalen Jahresdosen der potentiellen Strahlenexposition am Anlagenzaun im Bereich II übertroffen werden.

b. Skyshine***Sachverhaltsdarstellung:***

Der Beitrag des Skyshines wurde vom Antragsteller für den Fall berücksichtigt, daß zwischen strahlender Fläche und Aufpunkt keine Sichtverbindung besteht. Zur Berechnung der Ortsdosisleistung ging der Antragsteller nach eigener Aussage wie folgt vor:

1. Berechnung der winkelabhängigen Teilchenflußdichte an der Oberfläche der Abfallgebinde;
2. Berechnung der Energie- und Richtungsverteilung der Teilchen nach ihrer ersten Wechselwirkung in Luft und Verwendung als Quellterm;
3. Berechnung des Strahlentransports in Luft von der unter 2. genannten Quelle bis zu den einzelnen Aufpunkten am Zaun der Anlage, wobei der Erdboden als idealer Absorber modelliert wurde.

Für die Berechnung der Ortsdosisleistung wurden vom Antragsteller folgende Annahmen berücksichtigt:

1. als Referenzgebinde diente ein Container vom Typ V mit 15 cm Sphäroguß, welches nach Angabe des Antragstellers einen hohen Skyshinebeitrag liefert;
2. als Referenznuclide wurden verwendet Co 60 für die Abfallgebinde in der Pufferhalle und Cs 137 für Abfallgebinde auf den Anlieferungsfahrzeugen. Hierdurch werden nach Aussage des Antragstellers die strahlenphysikalisch ungünstigsten Fälle abgedeckt.

Alle anderen zuvor für die Direktstrahlung beschriebenen Annahmen des Antragstellers für die Berechnung der Strahlenexposition am Anlagenzaun sind für den Skyshinebeitrag gleich.

Der Gutachter:

Die in der Bewertung zum vorherigen Unterabschnitt dargelegten Aussagen gelten sinngemäß auch der Behandlung des Skyshine durch den Antragsteller.

6.2.8 Dosisberechnung

In Anlage XI Nr.1 zu § 45 Abs.2 StrlSchV ist aufgeführt, daß bei Ableitung radioaktiver Stoffe über Luft folgende Expositionspfade bei der Ermittlung der Strahlenexposition der Referenzperson an der ungünstigsten Einwirkungsstelle zu berücksichtigen sind:

1. Exposition durch Betastrahlung innerhalb der Abluftfahne;
2. Exposition durch Gammastrahlung aus der Abluftfahne;
3. Exposition durch Gammastrahlung der am Boden abgelagerten radioaktiven Stoffe;
4. Expositionspfad Luft - Pflanze;
5. Expositionspfad Luft - Futterpflanze - Kuh - Milch;
6. Expositionspfad Luft - Futterpflanze - Tier - Fleisch;
7. Exposition über die Atemluft;

und bei Ableitungen radioaktiver Stoffe über Wasser:

1. Aufenthalt im Sediment;
2. Trinkwasser;
3. Expositionspfad Wasser - Fisch;
4. Expositionspfad Viehtränke - Kuh - Milch;
5. Expositionspfad Viehtränke - Tier - Fleisch;
6. Expositionspfad Beregnung - Futterpflanze - Kuh - Milch;
7. Expositionspfad Beregnung - Futterpflanze - Tier - Fleisch;
8. Expositionspfad Beregnung - Pflanze.

Wenn es auf Grund der örtlichen Besonderheiten des Standortes oder auf Grund der Art der Anlage oder Einrichtung begründet ist, bleiben einzelne Expositionspfade unberücksichtigt oder weitere Expositionspfade müssen zusätzlich betrachtet werden. Desweiteren ist für den außerbetrieblichen Überwachungsbereich die durch Gamma- und Neutronenstrahlung bedingte Direktstrahlung und Skyshine zu ermitteln. Ungünstigster Einwirkungsort ist dies bezüglich ein Ort am Zaun der Anlage Schacht Konrad.

6.2.8.1 Ermittlung der potentiellen jährlichen effektiven Körper- und Organdosen für Ableitungen radioaktiver Stoffe über Luft

Sachverhaltsdarstellung:

Bei den folgenden Ausführungen muß berücksichtigt werden, daß der Antragsteller bei der Abgabe radioaktiver Stoffe nur Ableitungen mit den Abwettern berechnet hat.

Basierend auf den in der AVV zu § 45 StrlSchV genannten Modellen hat der Antragsteller folgende Expositionspfade bei der Ermittlung der effektiven Körper- und Organdosen berücksichtigt:

- äußere Exposition durch Beta- und Gamma-Strahlung aus der Abluftfahne;
- äußere Exposition durch Gamma-Strahlung von am Erdboden abgelagerter Nuklide;
- Inhalation radioaktiver Stoffe aus der bodennahen Luft;
- Ingestion von kontaminierten Blattgemüse und pflanzlichen Produkten;
- Ingestion von kontaminierten Rindfleisch;
- Ingestion von kontaminierter Milch.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind im Plan Konrad 4/90 in der Tabelle 3.4.7.1/3 (Maximalwerte für die potentielle Strahlenexposition durch Ableitungen der aus den Abfallgebinden freigesetzten radioaktiven Stoffe mit den Abwettern über alle oben genannten Expositionspfade an der ungünstigsten Einwirkungsstelle) sowie in Tabelle 3.4.7.1/5 bzw. 3.4.7.1/7 (Beitrag einzelner Nuklide an der Exposition Erwachsener bzw. von Kleinkindern) und 3.4.7.1/6 bzw. 3.4.7.1/8 (Beitrag einzelner Expositionspfade an der potentiellen Exposition Erwachsener bzw. Kleinkindern) dargestellt. Bei diesen Angaben wurde die in der Umgebung der Anlage Schacht Konrad verursachte Exposition auf Grund von Ableitungen von in der Grube Konrad natürlich vorkommenden Radionukliden mit den Abwettern nicht berücksichtigt. Der Antragsteller geht davon aus, daß diese gemäß § 28 Abs. 2 StrlSchV nicht den Strahlenexpositionen zuzurechnen sind, für welche die Grenzwerte des § 45 Abs. 1 StrlSchV Anwendung finden. Die Expositionen auf Grund der Ableitung natürlich in der Grube Konrad vorkommender radioaktiver Stoffe hinsichtlich der effektiven Körper- und Organdosen ist im Plan Konrad 4/90 (Tabelle 3.4.7.1/4) dargestellt. Der Antragsteller führt aus, daß die Grenzwerte gemäß § 45

Abs. 1 StrlSchV sowohl im ersten Fall - Expositionen aus Ableitung radioaktiver Stoffe aus Abfallgebinden - als auch insgesamt - unter Einbeziehung der Expositionen aus Ableitung natürlich vorkommender radioaktiver Stoffe - unterschritten werden.

Der Gutachter:

Siehe unter Kapitel 6.2.8.3.

6.2.8.2 Ermittlung der jährlichen effektiven Körper- und Organdosen für Ableitungen radioaktiver Stoffe über Wasser

Sachverhaltsdarstellung:

Basierend auf den in der AVV zu § 45 StrlSchV genannten Modellen hat der Antragsteller folgende Expositionspfade bei der Ermittlung der effektiven Ganzkörper- und Organdosen berücksichtigt (Plan Konrad 4/90):

- äußere Exposition durch Aufenthalt im Sediment;
- Ingestion von kontaminiertem Wasser;
- Ingestion von kontaminiertem Fisch;
- Ingestion von kontaminierten pflanzlichen Produkten (Berechnung)
- Ingestion von kontaminierter Milch (Viehtränke, Berechnung);
- Ingestion von kontaminiertem Fleisch (Viehtränke, Berechnung).

Der Expositionspfad "Nutzung von Schlämmen" wird vom Antragsteller nicht betrachtet, da gemäß seiner Aussage weder nennenswerten Sedimentablagerungen im Aue-Bett noch Überschwemmungsgebiete im Aue-Bereich bekannt sind.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind im Plan Konrad 4/90 in den Tabellen 3.4.7.2/3 (Maximalwerte für die potentielle Strahlenexposition durch Ableitungen der aus den Abfallgebinden freigesetzten radioaktiven Stoffe mit den Abwässern über alle oben genannten Expositionspfade an der ungünstigsten Einwirkungsstelle) sowie in Tabelle 3.4.7.2/5 bzw. 3.4.7.2/7 (Beitrag einzelner Nuklide an der Exposition Erwachsener bzw. von Kleinkindern) und 3.4.7.2/6 bzw. 3.4.7.2/8 (Beitrag einzelner Expositionspfade an der potentiellen Exposition Erwachsener bzw.

Kleinkindern) dargestellt. Bei diesen Angaben wurde die in der Umgebung der Anlage Schacht Konrad verursachte Exposition auf Grund von Ableitungen von in der Grube Konrad natürlich vorkommenden Radionukliden mit den Abwässern nicht berücksichtigt. Der Antragsteller geht davon aus, daß diese gemäß § 28 Abs. 2 StrlSchV nicht den Strahlenexpositionen zuzurechnen sind, für welche die Grenzwerte des § 45 Abs. 1 StrlSchV Anwendung finden. Die Expositionen auf Grund der Ableitung natürlich in der Grube Konrad vorkommender radioaktiver Stoffe hinsichtlich der effektiven Körper- und Organdosen ist im Plan Konrad 4/90 (Tabelle 3.4.7.1/4) dargestellt. Der Antragsteller führt aus, daß die Grenzwerte gemäß § 45 Abs. 1 StrlSchV sowohl im ersten Fall - Expositionen aus Ableitung radioaktiver Stoffe aus Abfallbinden - als auch insgesamt - unter Einbeziehung der Expositionen aus Ableitung natürlich vorkommender radioaktiver Stoffe - unterschritten werden.

Der Gutachter:

Siehe unter Kapitel 6.2.8.3.

6.2.8.3 Ermittlung der jährlichen effektiven Körper- und Organdosen für den außerbetrieblichen Überwachungsbereich durch Direktstrahlung und Skyshine

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller hat den Anlagenzaun in Bereiche eingeteilt, für die er die für die Strahlenexposition relevanten Strahlenquellen wie folgt angibt:

Bereich I: Teil des Nordwestzauns vom Einfahrtstor für Kfz bis zur Mitte der Umladehalle

- berücksichtigt werden Beiträge von Abfallbinden auf vorbeifahrenden LKW's und in der Schachthalle sowie der Pufferhalle;

Bereich II: Rest des Nordwestzaunes

- berücksichtigt werden Beiträge von Abfallbinden auf anliefernden LKW's, abgestellten LKW's und Waggons, der Umlade- und Pufferhalle;

Bereich III: Südwestzaun und angrenzenden Südostzaun bis Beginn der Abschirmwand

- berücksichtigt werden Beiträge von Abfallgebinden auf abgestellten LKW's und Waggons, in der Pufferhalle und von Rangierfahrten der Waggons;

Bereich IV: Südostzaun entlang der Abschirmwand

- berücksichtigt werden Beiträge von Abfallgebinden auf abgestellten LKW's und Waggons, in der Umlade- und Pufferhalle und von Rangierfahrten der Waggons;

Bereich V: Anschluß an Bereich IV, bis auf Höhe der Schachthalle

- berücksichtigt werden Beiträge von Abfallgebinden auf abgestellten LKW's und Waggons, in der Umlade-, Schacht- und Pufferhalle und von einfahrenden Waggons;

Bereich VI: Rest des Südostzaunes bis zum Einfahrtstor für Kfz

- berücksichtigt werden Beiträge von Abfallgebinden auf abgestellten Waggons, in der Umlade-, Schacht- und Pufferhalle.

Für alle Bereiche berücksichtigt der Antragsteller den Beitrag des Skyshine zur Dosisleistung, soweit er den Wert von $1 \cdot 10^{-5}$ Sv/a übersteigt.

Die Ergebnisse der Rechnungen des Antragstellers für den Aufpunkt mit der jeweils höchsten Ortsdosisleistung sind im Plan Konrad 4/90 (Tabelle 3.4.7.3/1) dargestellt und unterschreiten nach Aussage des Antragstellers den Dosisgrenzwert für den außerbetrieblichen Überwachungsbereich gemäß § 44 Abs. 1 StrlSchV.

Der Gutachter:

Die ermittelten Expositionen aus den Antragswerten über die Emissionen radioaktiver Stoffe für die Bevölkerung erreichen Werte, wie sie sonst nur für große Siedewasserreaktoren abgeschätzt werden, entstammen aber naturgemäß im Mittel wesentlich langlebigeren Komponenten als dort. Ob die Beiträge von Tritium und C 14 (vgl. Kap. 6.2.5) unspezifischen Alphastrahlern und Radon in der Umgebung der Anlage hinreichend konservativ betrachtet werden, kann derzeit noch nicht abschließend beurteilt werden.

Wie in Kap. 3.4.4.5 ausgeführt, fehlen Angaben über die zu erwartenden Kollektivdosen.

6.3 Haufwerk

Die Realisierung der untertägigen Anlagenteile ist mit der Förderung großer Mengen von Haufwerk verbunden, für dessen Ablagerung eine geeignete Fläche bereitgestellt werden muß. Die Ablagerungsfläche selbst und die Transportwege zwischen Förderschacht und deren Standort sind Teil der Anlage im Sinne des § 6 Abs. 3 Nr. 1 UVPG.

Sachverhaltsdarstellung:

Wie bereits in Kap. 3.4.3.9 des ersten Zwischenberichtes erwähnt, wird Haufwerk durch Gleislosfahrzeuge untertage zu einer Kippstelle transportiert, und im Schacht 1 nach übertage gefördert. Dort wird es über eine Band- und Verladeanlage in Eisenbahnwaggons verladen.

Beim Betrieb der Verladeanlage ergeben sich Schüttgeräusche. "Die Ermittlung der Schüttgeräusche hat ergeben, daß diese in übrigen Umgebungsgeräuschen aufgehen" (Allgemeinverständliche Zusammenfassung zum Plan Konrad nach § 6 UVPG, Seite 26 f.).

Das Haufwerk besteht aus Teilmengen des Erzlagere (Korallenoolith) und des Nebengesteins.

Das zutage geförderte Haufwerk wird auf einer Teilfläche des Tagesbaus Haverlahwiese (im Salzgitter-Höhenzug gelegen) deponiert (Plan Konrad 4/90, Kap. 3.2.5.1-7). Eine Teilmenge des Haufwerks wird dort lediglich zwischengelagert und soll im Laufe der Betriebsphase zum Schacht Konrad zurücktransportiert werden, wo das Gestein bei der Herstellung des Versatzes für die Einlagerungskammern Verwendung findet.

Die Gesamtmenge des zu deponierenden Haufwerks wird 3 Millionen m³ nicht überschreiten (Allgemeinverständliche Zusammenfassung zum Plan Konrad nach § 6 UVPG, Seite 20).

Für die Fläche des Tagebaus Haverlahwiese besteht ein gültiger Sonderbetriebsplan.

Der Gutachter:

Der Gutachter hat bereits im ersten Zwischenbericht darauf hingewiesen, daß er den Gesamtkomplex Haufwerkverbringung als nicht aufgeklärten, entscheidungserheblichen Sachverhalt bewertet. Abgesehen von der Obergrenze von 3 Millionen m³ werden keine detaillierteren Angaben zu den Mengen des nach übertage geförderten Haufwerks gemacht. Der Antragsteller sagt auch nichts darüber, welche Teilmengen auf Dauer auf der Deponierungsfläche Haverlahwiese verbleiben sollen, und welche Teilmengen während der Betriebsphase für die Versatzaufbereitung benötigt werden. Es fehlen Angaben über die Häufigkeit der Eisenbahntransporte zwischen Schacht Konrad 1 und Tagebau Haverlahwiese. Es ist außerdem unklar, welche Teilfläche des Tagebaus für die Haufwerks-Deponierung in Anspruch genommen werden soll.

Der gegenwärtig gültige Sonderbetriebsplan für den Tagebau Harvelahwiese liegt dem Gutachter nicht vor. Der Gutachter kann deshalb nicht zu der Frage Stellung nehmen, ob der Sonderbetriebsplan wirklich eine Rechtsgrundlage für die Ablagerung der großen Mengen von Haufwerk aus Schacht Konrad darstellt.

Im Zusammenhang mit der hier interessierenden Betrachtung der Wirkfaktoren, von denen Beeinträchtigungen der Umwelt ausgehen können, sind vor allem drei Arten von Emissionen zu nennen:

- Lärmbelastung durch Verladevorgänge (Schüttgeräusche) und durch die Transportvorgänge zwischen Schachtanlage und Deponierungsfläche
- zusätzliche Radonbelastung der Umgebung durch freiwerdendes Radon aus dem Haufwerk
- die Verfüllung eines größeren Teilfläche des Tagebaus selbst.

Zur Lärmbelastung:

Die Auffassung des Antragstellers, daß die Schüttgeräusche der Verladeanlage für Haufwerk am Standort Schacht Konrad 1 "in den übrigen Umgebungsgeräuschen aufgehen", ist so nicht nachvollziehbar, da quantitative Angaben über die wirkliche Lärmbelastung fehlen. Allerdings spricht für die Hypothese, daß von der Anlage keine nennenswerte Lärmbelastung auf die Umgebung ausgeht, zum einen der Abstand zwischen Schacht Konrad 1 und der angrenzenden Wohnbebauung von Salzgitter-Bleckenstedt, zum anderen die Tatsache, daß zwischen Schacht Konrad 1 und der Ortslage Salzgitter Bleckenstedt eine vielbefahrene Bundesstraße verläuft.

Nach Auffassung des Gutachters werden jedoch aller Voraussicht nach von den Eisenbahntransporten zwischen Schacht Konrad 1 und dem Tagebau Harvelahwiese erhebliche Lärmbelastungen für die Umgebung ausgehen. Die Werksbahn, die die beiden Standorte verbindet, führt im Abstand von weniger als 50 m an der Wohnbebauung von Salzgitter-Hallendorf und im Abstand von weniger als 15 m an Wohnsiedlungen des Ortsteils Salzgitter-Gerbhardshagen vorbei. Der Antragsteller macht, wie gesagt, keine Angaben zur Häufigkeit und Mengen der Haufwerkstransporte auf der Schiene. Infolgedessen fehlen auch alle Angaben über Schallemissionen, die durch den Haufwerkstransport ausgelöst werden.

Zur Radonbelastung:

In den tiefen geologischen Schichten, in denen die Einlagerungskammern aufgefahren werden, bildet sich Radon. Ohne die bergbauliche Tätigkeit würde dies nicht oder nur zu einem geringen Teil zur natürlichen Radonbelastung der Bevölkerung beitragen. Dies liegt an der relativ kurzen Halbwertszeit der radioaktiven Edelgase Rn 220 (weniger als 1 Minute) und Rn 222 (3,8 Tage). Durch den übertägigen Transport von Haufwerk zwischen Schacht Konrad 1 und der Tagebaufläche Harvelahwiese durch relativ dicht besiedelte Wohngebiete sowie durch die Ablagerung von Haufwerk auf der Tagebaufläche kann es zu einer zusätzlichen Radonbelastung der Umgebung kommen. Auch hierzu werden in den Unterlagen des Antragstellers keinerlei Angaben gemacht.

Zur Ablagerung auf der Tagebaufläche:

Die Verfüllung der ehemaligen Tagebaufläche mit Haufwerk selbst ist als erhebliche Emission zu werten. Die Tagebaufläche macht insgesamt ca. 120 ha aus; dem Gutachter liegen keine Unterlagen vor, aus denen hervorginge, welche Teilflächen in Anspruch genommen werden sollen. Ohne jetzt bereits die Auswirkungen der Verfüllung vorweg nehmen zu wollen, sei an dieser Stelle daran erinnert, daß sich auf der Tagebaufläche ökologisch wertvolle Biotopstrukturen entwickelt haben (u.a. Lebensräume für die Wechselkröte und Erdkröte) (vgl. Kap. 6.4).

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß für alle drei Arten von Emissionen, die voraussichtlich von der Haufwerksverbringung ausgehen werden, der Genehmigungsbehörde zur Zeit keinerlei quantifizierte Angaben vorliegen. Dies wird vom Gutachter als nicht aufgeklärter, entscheidungserheblicher Sachverhalt gewertet.

6.4 Abfall

Bei den anlagenbedingten Abfällen ist zu unterscheiden zwischen:

- Bauabfällen, die beim Bau der ober- und untertägigen Anlagen anfallen.
- Betriebsabfällen (Abfälle, die beim Betrieb des Endlagers entstehen oder anfallen). Hier sind Art, Menge und mittlere Aktivitätskonzentration wichtige Parameter.
- Nachbetriebsabfällen (Abfälle, die nach Versatz der Stollen z.B. beim Abbruch der übertägigen Anlagen anfallen). Auch hier sind Art, Menge und mittlere Aktivitätskonzentration zur Einschätzung dieser Emission von Wichtigkeit.

Die Abfälle, die zur Endlagerung in die Schachanlage Konrad eingebracht werden, sind nicht Gegenstand dieser Betrachtung.

Die im Zusammenhang mit den anfallenden Betriebsabfällen entscheidungsrelevanten Informationen finden sich in:

- Plan Konrad 4/90, Textband 2, Kap. 3.4.4 und 3.4.5,
- EU 038.1,
- EU 038.2,
- EU 316, Register 1.8 und
- EU 422.

Informationen zu den Nachbetriebsabfällen enthält

- Plan Konrad 4/90, Textband 2, Kap. 4.3.

6.4.1 Bauabfälle

Sachverhaltsdarstellung:

Weder aus den Unterlagen des Antragstellers noch aus anderen dem Gutachter vorliegenden Unterlagen gehen Angaben über Art und Menge der im Zusammenhang mit dem Bau des Endlagers anfallenden Abfälle hervor.

Der Gutachter:

Das Fehlen von Angaben über Art und Menge der zu erwartenden Bauabfälle wertet der Gutachter als nicht aufgeklärten entscheidungserheblichen Sachverhalt. Erfahrungsgemäß fallen bei einem Bauvorhaben dieser Größenordnung erhebliche Mengen von Bauabfällen an, über die der Antragsteller im Sinne von § 6 Abs. 3 Nr. 2 UVPG ("Art und Menge der zu erwartenden (...) Reststoffe") Angaben zu machen hätte.

6.4.2 Betriebsabfälle*Sachverhaltsdarstellung:*

Der Antragsteller macht folgende Angaben zum jährlichen Aufkommen an festen Abfällen:

- 40 m³ = 50 t allgemeiner Schrott,
- 24 m³ = 30 t Großkomponenten-Schrott und
- 44,9 m³ = 16,3 t Mischabfälle

(EU 038.1, S. 14, 15, 20 und EU 422, Anlage 10.5 Blatt 6 und 7).

Davon fallen an festen radioaktiven Abfällen aus dem Kontrollbereich jährlich an:

- 50 m³ = 63 t Schrott (26 m³ = 33 t allgemeiner Schrott und 24 m³ = 30 t Großkomponenten)

(EU 038.1, S. 20 und EU 422 Anlage 10.5, Blatt 6)

- 44,9 m³ = 16,3 t Mischabfälle (6,5 m³ = 1,05 t aus Dekontaminationsmaßnahmen, 15,6 m³ = 7,8 t aus Reinigungsarbeiten, 6 m³ = 6,6 t Altreifen, 1,5 m³ = 0,14 t Wäschereiabfälle, 0,1 m³ = 0,05 t Filter aus der Wäscherei, 11,2 m³ = 0,6 t Filter aus Lüftungsanlagen, 4 m³ = 0,12 t Abfälle aus Strahlenschutzmessungen)

(EU 038.1, S. 20, EU 422, Anlage 10.5, Blatt 7).

Zusätzlich zu den obengenannten Informationen werden vom Antragsteller Angaben zur mittleren Aktivitätskonzentration der einzelnen festen radioaktiven Abfallstoffe aus dem Kontrollbereich geliefert (EU 038.1, S. 20).

Nach EU 038.2 (S. 21) und EU 422 (Anlage 10.5, Blatt 5 und 6) wird das Aufkommen flüssiger Betriebsabfälle jährlich ca. $52,1 \text{ m}^3$ betragen. Der Antragsteller erwartet, daß sich diese Menge aus ca. $31,2 \text{ m}^3$ Motoröl, $5,2 \text{ m}^3$ Getriebeöl, $15,6 \text{ m}^3$ Hydrauliköl und $0,1 \text{ m}^3$ Szintillatorflüssigkeit zusammensetzt.

Der Antragsteller geht davon aus, daß das jährliche Aufkommen flüssiger kontaminierter Betriebsabfälle aus dem Kontrollbereich $52 \text{ l} = 0,052 \text{ m}^3$ Altöl (EU 038.2, S. 21 und EU 422, Anlage 10.5, Blatt 5) und $100 \text{ l} = 0,1 \text{ m}^3$ Szintillatorflüssigkeit aus dem Strahlenschutzlabor beträgt (EU 038.2, S. 20 und EU 422, Anlage 10.5, Blatt 6). In EU 038.2 (S. 20) macht der Antragsteller Aussagen zur erwarteten Aktivitätskonzentration der Szintillatorflüssigkeiten. Aussagen zur Aktivitätskonzentration der Altöle werden nicht getroffen.

Art, Mengenaufkommen und mittlere Aktivitätskonzentration der Betriebsabfälle wurden vom Antragsteller im allgemeinen abgeschätzt. Diese Abschätzungen basieren größtenteils auf Erfahrungen entsprechender Betriebsbereiche kerntechnischer Anlagen (Plan Konrad, S. 3.4.5-1, EU 038.1, S. 2).

Die Annahmen für die Abschätzung der Abfallvolumina kontaminierter Abfälle berücksichtigen

- die jeweils spezifischen Rohabfallmassen z.B. von Papiertüchern, Folien etc. (vgl. EU 038.1, S. 4, S. 9). Die spezifische Rohabfallmasse der "geknüllten Papiertücher" wird vom Antragsteller mit 16 kg/m^3 angegeben; die der Folien mit 300 kg/m^3 .
- die durchschnittliche Menge an Betriebs- und Hilfsstoffen, z.B. die durchschnittliche Anzahl der Papiertücher bei Handwaschvorgängen (vgl. EU 038.1, S. 4) und die durchschnittlich erwartete Abwassermenge eines Dusch- bzw. Handwaschvorganges (vgl. EU 038.2, S. 4). Die durchschnittliche Anzahl der Papiertücher, die pro Handwaschvorgang anfallen, wird auf drei geschätzt. Ferner wird angenommen, daß die durchschnittlich erwartete Abwassermenge eines Duschvorganges 50 l und die eines Handwaschvorganges 10 l beträgt.
- die durchschnittliche Größe kontaminierter Oberflächen (vgl. EU 038.1, S. 6). Die Fläche, die zu dekontaminieren ist, ist abhängig vom Objekt. Bei Geräten und Transportmitteln geht der Antragsteller z.B. von folgenden kontaminierten Flächen aus:
 - pro Bundesbahnwaggon (Ladefläche): 12 m^2
 - pro LKW (Ladefläche): $7,5 \text{ m}^2$
 - pro Gerät: 5 m^2 (vgl. EU 038.1, S. 10 u. 15)

- die durchschnittliche Oberflächenkontamination und die Aktivitätsentfernung (vgl. EU 038.1, S. 6). Der Antragsteller nimmt an, daß beim Dekontaminieren von Geräten und Transportmitteln durchschnittlich 5,5 Bq/cm² entfernt werden. Für die Ermittlung der Aktivität der festen Abfälle wird angenommen, daß beim "feuchten" Dekontaminationsvorgang die Aktivität insgesamt auf die Reinigungstücher übergeht.
- die Kontaminationshäufigkeit (vgl. EU 038.1, S. 6). Die Kontaminationshäufigkeit wird für alle Transportmittel mit 1 Promille der jährlichen Gesamtlastspiele angenommen. Für Geräte wird eine Kontaminationshäufigkeit von 1 pro Woche angenommen.
- die Wechselfrequenz einzelner Betriebsmittel (vgl. EU 038.1, S. 16). Zum Beispiel wird bei Zuluftfiltereinheiten von einer Standzeit von sechs Monaten bzw. von einer Wechselfrequenz von 2 pro Jahr ausgegangen.

Hinweise zur geplanten Entsorgung der unterschiedlichen Betriebsabfälle werden vom Antragsteller in

- EU 316, Register 1.8 und
- EU 422

gegeben.

Den o.g. Unterlagen ist zu entnehmen, daß sowohl die festen Betriebsabfälle als auch die flüssigen Betriebsabfälle vom Strahlenschutzpersonal kontrolliert werden. Ob eine konventionelle Entsorgung ausreicht oder ob eine Abgabe von kontaminierten, vom Strahlenschutz nicht freigemessenen Betriebsabfällen an geeignete Entsorgungsanlagen bzw. mobile Konditionierungsanlagen notwendig ist, wird erst nach Auswertung von Proben entschieden. Außerdem hat der Antragsteller vorgesehen, kontaminierte feste Betriebsabfälle auch im Sonderbehandlungsraum zu konditionieren.

Kontaminierter Schrott sowie die sonstigen Betriebsabfälle werden zunächst in der Sammelstelle "Feste Abfälle" und in der zentralen Sammelstelle "Sonderbehandlungsraum" gestaut (vgl. u.a. EU 422, Blatt 39), dann im Sonderbehandlungsraum konditioniert und anschließend einer Endlagerung zugeführt (EU 422, Blatt 52). Die Entsorgung kann - abgesehen von der Konditionierung am Endlagerstandort - auch zur externen Konditionierung durch Abgabe an Dritte erfolgen (EU 316, Register 1.8, Blatt 10).

Gemäß den Angaben aus EU 316, Register 1.8, Blatt 16 und 17 und EU 422, Blatt 23, 24, 25 und 29 werden flüssige Betriebsabfälle auf folgende Weise entsorgt:

Kontaminierte Altöle werden in geeigneten externen Behandlungsanlagen, z.B. bei KfK oder KFA, und Szintillatorflüssigkeit in einer geeigneten externen Verbrennungsanlage entsorgt.

Der Gutachter:

Der Gutachter kann das Ergebnis der Mengenermittlung der unterschiedlichen Betriebsabfälle nachvollziehen. Ausgenommen hiervon ist das Aufkommen verbrauchter Luftfiltereinsätze aus den Lüftungsanlagen. (Im Widerspruch zu den Angaben aus EU 038.1, S. 17 und 20 und EU 422, Anlage 10.5, Blatt 7 oben, die besagen, daß das jährliche Abfallvolumen der Filter aus Lüftungsanlagen $11,2 \text{ m}^3/\text{a}$ und die sich jährlich ergebende Abfallmasse daraus $0,6 \text{ t}$ betragen, wird in EU 422, Anlage 10.5, Blatt 7 Mitte bekanntgegeben, daß sich aus den bisherigen Planungen der Lüftungsanlagen eine um den Faktor 3,5 höhere Abfallmenge als oben genannt ergibt).

Übernimmt man diese höheren Werte, ergibt sich als Summe der kontaminierten Mischabfälle ein jährliches Abfallvolumen von $72,9 \text{ m}^3$ statt $44,9 \text{ m}^3$ und eine Abfallmasse von $17,86 \text{ t}$ statt $16,3 \text{ t}$. Dieses hat zur Konsequenz, daß für die Sammlung der Abfallmengen eine größere Anzahl Fässer als in EU 038.1, S. 19 und in EU 422, Anlage 10.5, Blatt 7 genannt für die Filterabfälle bereitgestellt werden muß. Gleichzeitig erhöht sich auch die Anzahl der Pellets der Mischabfälle und die Abfallbindezahl für Mischabfälle.

Die Berechnung der mittleren Aktivitätskonzentration der Betriebsabfälle erscheint unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen plausibel. Die Methodik zur allgemeinen Ermittlung der Abfallstoffe, der Mengen und der Aktivitätskonzentrationen kann vom Gutachter nachvollzogen werden und genügt im Rahmen einer UVP den Anforderungen.

Die Aussagen des Antragstellers zu den einzelnen Entsorgungswegen der genannten Betriebsabfälle sind für den Gutachter nachvollziehbar. Sie sind jedoch nach Auffassung des OBA nicht vollständig. Dies bezieht sich v.a. auf die Weiterbehandlung "konventioneller" bzw. frei gemessener Abfälle aus dem Kontrollbereich. Der endgültigen fachgutachterlichen Stellungnahme im Endbericht des OBA soll hier jedoch nicht vorgegriffen werden. Insofern bleibt auch eine Stellungnahme zu der Frage, ob die Unterlagen im Sinne des § 11 UVPG vollständig sind, vorbehalten.

6.4.3 Nachbetriebsabfälle

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller gibt im Plan Konrad (4/90, Kap. 4.3-1) an, daß die zum Kontrollbereich gehörenden Tagesanlagen, soweit sie nach Beendigung des Einlagerungsbetriebes und ggf. erfolgter Dekontamination noch die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte überschreiten, erforderlichenfalls nach Konditionierung, endgelagert werden müssen.

Der Gutachter:

Der Gutachter vermißt Abschätzungen/Angaben über die voraussichtliche Menge und mittlere Aktivitätskonzentration dieser Nachbetriebsabfälle in den Antragsunterlagen. Die offensichtlich fehlenden Angaben über endzulagernde Bauabfälle könnten z.B. aus den Unterlagen der zuständigen Baufirmen über das verbrauchte Baumaterial extrapoliert werden; die mittlere Aktivitätskonzentration könnte, den festen Betriebsabfällen ähnlich, aus Erfahrungen entsprechender Betriebsbereiche kerntechnischer Anlagen abgeschätzt werden.

6.5 Abwasser

Der Betrieb des Endlagers ist mit dem Anfall von Abwasser verbunden.

Sachverhaltsdarstellung:

Schacht Konrad 1

Von Schacht 1 werden 17.000 m³/a Niederschlagswasser in die Aue eingeleitet. 9.000 m³/a Schmutzwasser werden der städtischen Kanalisation (Aue-Sammler) zugeleitet.

Das Regenwasser von Schacht Konrad 1 wird in zwei Kanalnetzen gesammelt. Über den nördlichen Teil dieses Netzes wird Wasser der Aue zugeführt. Das im südlichen Teil aufgefangene Regenwasser wird dem Kanalnetz der Stadt Salzgitter zugeleitet (diese Menge ist im oben bilanzierten Niederschlagswasseraufkommen nicht enthalten). In den Abwässern sind keine außergewöhnlichen Stoffe zu erwarten (Antrag nach NWG, BfS 4/90, Abwasserentsorgung).

Schacht Konrad 2

Im Schacht Konrad 2 werden Niederschlagswasser und Schmutzwässer getrennt gesammelt, aufbereitet und abgeleitet.

Das Niederschlagswasser sammelt sich in der Kanalisation und fließt dem Beddinger Graben zu. Dieser mündet in die Aue. Im Niederschlagswasser sind keine nennenswerten radioaktiven Belastungen zu erwarten.

Kontaminationen im Schmutzwasser resultieren aus den Abwässern des Kontrollbereiches und den Grubenwässern. Der Plan Konrad bilanziert die Herkunft der aus den Abfällen stammenden Kontaminationen in den einzelnen Abwasserströmen:

- Schmutzwasser aus Kontrollbereich	$3,7 \cdot 10^8$ Bq/a
- Grubenwässer	
H3	$4,5 \cdot 10^{12}$ Bq/a
Nuklidgemisch ohne H3	$4,7 \cdot 10^7$ Bq/a
bestehend aus:	
I 129	$3,7 \cdot 10^6$ Bq/a
Pb 210	$4,5 \cdot 10^6$ Bq/a
Beta-/Gamma-Strahler	$3,7 \cdot 10^7$ Bq/a
Alpha-Strahler	$1,9 \cdot 10^6$ Bq/a

Weiterhin wird mit dem Grubenwasser eine natürliche Aktivität von $1,3 \cdot 10^9$ Bq/a abgeleitet. Bei dieser natürlichen Gesamtaktivität beträgt die Gleichgewichtsaktivität der Thoriumzerfallsreihe $6,7 \cdot 10^7$ Bq/a und der Uran-Radiumzerfallsreihe $4,5 \cdot 10^7$ Bq/a. Für die Radionuklide der Thorium- und Uran-Radiumzerfallsreihe werden gemäß Plan Konrad (4/90) diese Werte als jährliche Abgaberrate zur Ermittlung der radiologischen Grundbelastung in der Umgebung infolge der Ableitung der natürlichen Aktivität mit den Grubenwässern herangezogen.

Der Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis (Stand 9/92) fordert die Durchführung eines Beweissicherungsprogrammes zur Bestimmung der natürlichen Belastung der Grubenwässer. Auf der Grundlage eines ausreichenden Datenkollektivs ist die Vorbelastung zu ermitteln.

Im Antrag nach NWG (BfS 4/90, Abwasserentsorgung) werden Maximalwerte der Ableitung radioaktiver Stoffe aus den Abfällen (einschließlich des Beitrags aus Dekontaminations- und Reinigungsmaßnahmen) mit den Schmutz- und Grubenwässern während des bestimmungsgemäßen Betriebs für

H3 $7,4 \cdot 10^{12}$ Bq/a
 Radionuklidgemisch ohne H3 $7,4 \cdot 10^8$ Bq/a

genannt.

Die Zusammensetzung des Radionuklidgemisches ohne Berücksichtigung der natürlichen Radioaktivität stellt Tabelle 6.5-1 dar.

Tab. 6.5-1: Zusammensetzung des Leitnuklidgemisches

Radionuklid/Radionuklidgruppe	Aktivitätsanteil in Bq/Bq
Co 60	0,05
Sr 90	0,234
Ru 106	0,06
Sb 125	0,01
I 129	0,09
Cs 134	0,10
Cs 137	0,41
Pb 210	0,006
α -Strahler	0,04
Die Radioaktivität der α -Strahler setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen: 50 % Pu 238, 9 % Pu 239, 7 % Pu 240, 6 % Am 241, 27 % Cm 244 und 1 % Ra 226.	

Quelle: Antrag nach NWG (BfS 4/90, Abwasserentsorgung)

Innerhalb eines Ableitungszeitraums von 2 Wochen dürfen die Aktivität des abgeleiteten Schmutzwassers und die Aktivität der abgeleiteten Grubenwässer die in der Einleitungserlaubnis gestatteten Grenzwerte nicht überschreiten.

Dafür sowie für die Ableitungsbedingungen von Löschwasser sind im Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis Grenzwerte für Leitnuklide sowie Nachweisgrenzen angegeben. Weiterhin sind dort Aussagen über die erforderlichen Untersuchungen für die Erstellung der Jahresbilanz getroffen.

Die Grubenwässer sind stark durch Salze belastet. Diese werden überwiegend durch Schichtenwasser aus der Wasserhaltung der untertägigen Anlage eingetragen. Eine Zusammenstellung der Grenzwerte gemäß dem Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis gibt Tabelle 6.5-2 wieder.

Tab. 6.5-2: Grenzwerte für Ableitung der Grubenwässer

Chloridgehalt	100.000	mg/l
		jedoch nicht mehr als 100 g/s
CSB	50	mg/l
Kohlenwasserstoffe	10	mg/l
AOX	0,1	mg/l
Quecksilber	0,05	mg/l
Zink	1,0	mg/l
Blei	1,0	mg/l
Kupfer	0,5	mg/l
Cadmium	0,1	mg/l
Eisen	3	mg/l
Chrom	0,5	mg/l
Nickel	0,5	mg/l
Arsen	0,1	mg/l

Quelle: Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis (Stand 9/92)

Zur Reduzierung der in den Grubenwässern vorhandenen Metallbelastungen (Blei, Zink, Kupfer usw.) sind diese Abwässer nach dem Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis (Stand 9/90) vor Einleitung in die Abwassertransportleitung einer chemisch-physikalischen Behandlung zu unterziehen, so daß am Ablauf der Übergabestation mindestens die oben genannten Überwachungswerte eingehalten werden.

Durch den Chlorideintrag des Abwassers (80 g/s; 0,001 m³/s) in den Vorfluter steigt die Chloridbelastung in der Aue. Bei durchschnittlichem Abfluß (1,5 m³/s) (EU 29) und einem Salzgehalt von 368 mg/l (EG 63) erhöht sich die Chloridkonzentration nach Einleitung auf 421 mg/l. Bei minimalem Abfluß des Vorfluters (0,32 m³/s) (Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis, Stand 9/92) erhöht sich die Chloridkonzentration des Vorfluters nach Einleitung auf 616 mg/l.

Der Gutachter:

Vom Schacht Konrad 1 sind keine außergewöhnlichen Belastungen zu erwarten. Die Entsorgung des Niederschlags- und des Schmutzwassers erfolgt entsprechend den anerkannten Regeln der Technik. Besondere Belastungen sind bei der Niederschlagswasserableitung vom Schacht Konrad 2 nicht zu erwarten. Radioaktive Belastungen stammen aus dem Schmutzwasser und dem Grubenwasser. Die Abwässer

aus dem Kontrollbereich werden vor Übergabe in den Überwachungsbereich auf ihre Aktivität überprüft.

Bezüglich der Antragswerte für die Aktivitätsableitung ergeben sich Differenzen zwischen den berechneten und beantragten Abgabewerten im Schmutz- und Grubenwasser des Schachtes Konrad 2. So werden für

H3	$7.4 \cdot 10^{12}$ Bq/a
Radionuklidgemisch	$7.4 \cdot 10^8$ Bq/a

beantragt. Die zukünftigen Emissionen werden im Antrag nach NWG für künstliche Radioaktivität aus den Abfällen abgeschätzt. Dabei wurden folgende Abgabewerte für das Grubenwasser ermittelt:

H3	$4.5 \cdot 10^{12}$ Bq/a
Radionuklidgemisch	$4.17 \cdot 10^8$ Bq/a.

Diese Werte wurden unter Zugrundelegung konservativer Annahmen, d.h. der größten zu erwartenden Emissionen, ermittelt, so daß zu erwarten ist, daß zukünftige Meßwerte eher geringer ausfallen. Die beantragten Ableitungswerte übersteigen die mit konservativen Modellen ermittelten Erwartungswerte um 65 bis 75 %.

Die Aussagen des Entwurfes der überarbeiteten Einleitungserlaubnis (Stand 17.09.1992) zur Kontrolle der 14-tägigen Kontamination über Leitnuklide und über die für die Jahresbilanz erforderlichen Messungen sind ausreichend und nachvollziehbar.

Die Aussagen des Antragstellers zur natürlichen Radioaktivität sind zu überarbeiten und neu darzustellen. So stehen gemäß EU 36.22 die Zerfallsreihen des Uran-Radiums bzw. des Thoriums nicht im radiologischen Gleichgewicht. Im Gegensatz dazu wird im Plan Konrad (4/90) das radiologische Gleichgewicht für die Ermittlung der natürlichen Radioaktivität vorausgesetzt. Nach Meinung des Gutachters sind deshalb die Antragsunterlagen in diesem Bereich zu überarbeiten und ggf. noch weitere Untersuchungen notwendig.

Die mit dem Schmutzwasser in die Aue eingetragene Salzfracht führt zu einer Aufsalzung der Aue. Die Chloridbelastung des Vorfluters erhöht sich durch die Einleitung bei Normalwasserstand unwesentlich. Bei dem niedrigsten Wasserstand,

für den eine Einleitung zulässig ist, findet jedoch eine erhebliche Erhöhung der Salzfracht (um 67 %) statt.

Die im Entwurf der überarbeiteten Einleitungsgenehmigung geforderte chemisch-physikalische Behandlung der Grubenwässer macht eine Neuplanung der Grubenwässerübergabestation durch den Antragsteller erforderlich.

Nach Ansicht des Gutachters ist eine Festlegung der Aktivitätsabgabe im Löschwasser durch den Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis nicht erforderlich. Aufgrund der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit von Brandereignissen sollten die Ableitungsbedingungen im jeweiligen Einzelfall geprüft und genehmigt werden.

6.6 Lärm

Lärm kann die Gesundheit des Menschen, aber auch den Lebensraum von Tieren in einer sehr unmittelbaren Form beeinträchtigen. Während aller drei Phasen (Bau-, Betriebs- und Nachbetriebsphase) verursacht das geplante Endlager Schacht Konrad Lärmemissionen, die zu untersuchen und in die UVP miteinzubeziehen.

Hierzu zählen sowohl Lärmemissionen, die innerhalb der Schachanlage entstehen und als Immissionen auf die benachbarten Bereiche bzw. Nutzungen wirken, als auch Lärmbeeinträchtigungen, die zwar außerhalb der Anlage, aber dennoch anlagenbedingt entstehen. Dies ist vor allem der anlagenbedingte Verkehrslärm: der Transport radioaktiver Abfälle zu Schacht 2, der Berufsverkehr sowie die Ablieferung neu entstandener Abfälle als auch des Haufwerks.

Während für die Nachbetriebsphase eher geringe oder keine Lärmbeeinträchtigungen der Nachbarschaft zu erwarten sind, sind für die Bau- und Betriebsphase der Betriebs- und Verkehrslärm zu quantifizieren und zu qualifizieren. Für die zu erwartenden Lärmemissionen während der Bauphase wurden vom Antragsteller keinerlei Angaben gemacht. Hier sieht der Gutachter eine beachtliche Kenntnislücke zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit der Anlage. Im folgenden wird daher lediglich der Betriebslärm und Verkehrslärm während der Betriebsphase begutachtet.

6.6.1 Betriebslärm

Sachverhaltsdarstellung:

Zur Entwicklung des Lärmpegels bei der Betriebsaufnahme des Endlagers Schacht Konrad liegt dem Antrag nach BImSchG (EG 48 u. 49) ein Gutachten bei. Danach werden derzeit in den angrenzenden Wohngebieten die Grenzwerte gemäß TA-Lärm eingehalten.

Schacht Konrad 1

Die Immissionsuntersuchung stellt fest, daß die Betriebsgeräusche des Schachtes Konrad 1 nicht pegelbildend sind, sondern durch Betriebsgeräusche des Peine-Salzgitter Werkes, des VW-Werkes Salzgitter und durch Verkehrslärm überlagert werden. Durch die geplante Änderung der übertägigen Betriebsteile der Schachanlage Konrad 1 ist mit einer Veränderung dieser Situation nicht zu rechnen.

Schacht Konrad 2

Die Immissionsprognose ermittelt, daß nur der neu zu errichtende Grubenlüfter auf dem Schacht Konrad 2 potentiell in der Lage ist, den Schalldruckpegel an den Referenzpunkten zu beeinflussen. In der Immissionsprognose wird eine maximale Geräuschemission des Grubenlüfters von 108 dB(A) ermittelt. Dabei fordert die Immissionsprognose, daß das Frequenzspektrum des Grubenlüftergeräusches keine signifikanten Töne, Terz- oder Oktavbänder enthält. Insbesondere ist der sogenannte Drehklang einschließlich seiner Oberschwingungen zu vermeiden. Es wird empfohlen, den Grubenlüfter auf eine Lärmemission von kleiner als 105 dB(A) auszulegen.

Der Gutachter:

Die Aussagen des Gutachters zur zukünftigen Entwicklung der Schallemissionen durch Schacht Konrad 1 sind nachvollziehbar und plausibel.

Die Bestimmung der Schallemissionen am Grubenlüfter des Schachtes Konrad 2 kann der Gutachter nicht nachvollziehen. Die Geräuschimmissionsprognose verwendet die Formel $L_s = (L_w + D_i + K_o) - (D_s + \Sigma D)$. Darin bedeuten:

L_s = Schalldruckpegel am Aufpunkt

L_w = Schalleistungspegel der Quelle

D_i = Richtwirkungsmaß (= 0 dB(A))

K_o = Raumwinkelmaß (= 0 dB(A))

$$D_s = \text{Abstandsmaß} (= 54 \text{ dB(A)})$$

$$\Sigma D = \text{Summe der Dämpfungsmaße; nur Luftadsorption berücksichtigt} (= 1 \text{ dB(A)})$$

Bei Zugrundelegung eines L_w von 108 dB(A) ergibt sich

$$L_s = 108 - (54 + 1)$$

$$L_s = 53$$

Der Schalldruckpegel am Aufpunkt beträgt somit 53 dB(A). Nach TA-Lärm betragen die Immissionsrichtwerte für Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen 60 dB(A) am Tag und 45 dB(A) in der Nacht. Die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm werden bei Berücksichtigung der Vorbelastungssituation für Beddingen in der Nacht um 8,6 dB(A) überschritten, was annähernd einer Verdopplung des subjektiven Lärmempfindens entspricht. Für Bleckenstedt liegen keine Vorbelastungswerte der Nachtzeit vor. Die Gesamtbelastungen (Vor- und Zusatzbelastung) während des Tages bleiben mit ca. 4 dB(A) unter den Immissionsgrenzwerten. Die Messungen und Berechnungen weisen einen Unsicherheitsfaktor von ± 3 dB(A) auf.

Außerdem ist nicht gewährleistet, daß die Bedingungen der Emissionsprognose in bezug auf Tonhaltigkeit, Drehklang usw. tatsächlich eingehalten werden und der Schalldruckpegel des Grubenlüfters von 108 dB(A) gesenkt wird. Auf der Grundlage der vorliegenden Daten wird deshalb mit einer erheblichen Überschreitung der Immissionsrichtwerte in der Nacht gerechnet. Am Tage werden die Richtwerte durch die Zusatzbelastung eingehalten. Unter ungünstigen Bedingungen (s. Tonhaltigkeit, Drehklang usw.) können jedoch auch tagsüber die Richtwerte überschritten werden.

6.6.2 Verkehrslärm

Sachverhaltsdarstellung:

Schienenverkehr

Die Schienenverkehrsanbindung der Schachanlage Konrad 2 soll über die Gleise der Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter GmbH erfolgen, welche in nord-südlicher Richtung östlich der Kreisstraße K 16 verlaufen. Sie führen östlich am Ortsteil Salzgitter-Beddingen vorbei.

In den Antragsunterlagen wird für dieses Gleis ein Beförderungsaufkommen von "monatlich ca. 28.000 Waggons" (Plan Konrad 4/90, Verkehrsanbindung, S. 45) angegeben.

"Der Einlagerungsbetrieb der Schachanlage Konrad 2 ist ausgerichtet auf die tägliche Annahme von 9 Eisenbahnwaggons bei 100%-iger Anlieferung von Einlagerungsmaterial über die Schiene. Daraus resultiert ein monatlicher Umlauf von 390 Waggons: das entspricht etwa 1,4 % des derzeitigen Verkehrsaufkommens" (Plan Konrad 4/90, Verkehrsanbindung, S. 45).

Der Ortsteil Salzgitter-Beddingen soll durch einen, parallel zum Gleis verlaufenden, Lärmschutzwall geschützt werden. Hierdurch wird für die Ortsrandlage von Salzgitter-Beddingen eine Pegelminderung von 25-28 dB(A) erreicht (Plan Konrad 4/90, Verkehrsanbindung, S. 45).

"Bei Emissionspegeln von 61 dB(A) (...) ergeben sich von 36 bis 39 dB(A)" (Plan Konrad 4/90, Verkehrsanbindung, S. 45).

Straßenverkehr

Vom Antragsteller wurde im April 1989 eine Verkehrszählung auf der Industriestraße Nord durchgeführt. Innerhalb von 24 Stunden wurden 6854 Fahrzeuge gezählt, davon 444 LKW's (Plan Konrad 4/90, Verkehrsanbindung, S. 41).

Parallel hierzu wurden die Verkehrsräusche fortlaufend aufgenommen, integriert und registriert und auf der Grundlage der RLS-81 auch eine Vorausberechnung durchgeführt.

"Dabei wurde der durch den Betrieb der Schachanlage Konrad 2 zusätzlich bewirkte Straßenverkehr mit 9 LKW pro Schicht und 76 PKW pro Schichtwechsel berücksichtigt" (Plan Konrad 4/90, Verkehrsanbindung, S. 42-44). Die zu erwartende Emissionsschallpegelveränderung beträgt demnach für die Zeit zwischen 5.00 und 6.00 Uhr 1,69 dB(A) und für die Zeit zwischen 11.00 und 12.00 Uhr 0,16 dB(A) (Plan Konrad 4/90, Verkehrsanbindung, S. 44).

"Die am geringsten belastete Nachtstunde wurde mit 8 PKW-Fahrten zwischen 1.00 und 2.00 Uhr ermittelt. Daraus resultiert (...) ein Emissionspegel von 47,9 dB(A). Unter der Annahme, daß diese Stunde mit 2 zusätzlichen LKW-Fahrten belastet wird, erhöht sich der Emissionspegel auf 53,4 dB(A). Dieser Pegel, (...), liegt deutlich unter dem vom Bundesminister für Verkehr mit Rundschreiben 8/1983

empfohlenen Richtwert von 57 dB(A)" (Plan Konrad 4/90, Verkehrsanbindung, S. 44).

Zur Lärmentwicklung auf der Zufahrtsstraße werden keine Angaben gemacht.

Der Gutachter:

Die Angaben zur Erhöhung des verkehrsbedingten Lärms aufgrund des geplanten Endlagers Schacht Konrad beziehen sich ausschließlich auf die Anliefer- und Berufsverkehre während der Betriebsphase.

Nicht berücksichtigt werden sämtliche Angaben zu Lärmbelastungen während der Bauphase und während der gesamten Einlagerungszeit, in der durch die untertägigen Streckenauffahrungen übertage Verkehrslärm verursacht wird (insbesondere durch Transporte von Haufwerk zum Tagebau Haverlahwiese).

Für die schalltechnischen Berechnungen des Straßenverkehrs wurde die RLS-81 verwandt. Diese und die angegebenen Berechnungsverfahren und Grenzwerte sind mittlerweile überholt. Es gelten die 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (16. BImSchV) sowie die Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90).

Eine Prognose des veränderten Verkehrsaufkommens wurde nicht erstellt. Den Berechnungen der zu erwartenden Emissionsschallpegelveränderungen wurde das Verkehrsaufkommen von 1989 zugrundegelegt und lediglich der durch den Betrieb des Endlagers zusätzlich bewirkte Straßenverkehr aufgeschlagen. Die drastische Erhöhung des Verkehrsaufkommens in Deutschland, insbesondere seit der Wiedervereinigung, wurde nicht berücksichtigt. Außerdem wurden bei der Berechnung der zu erwartenden Emissionsschalpegelveränderungen für die Zeit zwischen 5.00 und 6.00 Uhr die falschen Werte substrahiert; die Pegelveränderung beträgt hier nicht 1,69 dB(A) sondern 2,6 dB(A).

Für den Schienenverkehr liegen keine Berechnungen vor. Hier wird, wie bei den Berechnungen für den Straßenverkehr, von einem statistischen Beförderungsaufkommen ausgegangen. Nicht nachvollziehbar ist die Angabe von Immissionswerten von 36-39 dB(A). Es fehlen sowohl Aussagen zu den Immissionsorten, als auch die Berechnung selbst.

Fraglich ist auch der angegebene Abschirmeffekt von 25-28 dB(A) des Lärmschutzwalls, der nach Aussagen des Antragstellers "zu keiner Erhöhung des allgemeinen Geräuschpegels im Ortsteil Salzgitter-Beddingen" (Plan Kornad 4/90, Verkehrsanbindung, S. 46) führen soll. Hier fehlen Angaben der zeitlichen Verteilung des Waggonaufkommens, um diese Aussage zu überprüfen.

6.7. Induzierte seismische Aktivität

Bei der Standortwahl für ein Endlager für radioaktive Abfälle spielt die Einschätzung der seismologischen Verhältnisse am Standort (und davon abgeleitet die Beurteilung des Erdbebenrisikos) eine große Rolle. Der Gutachter hat im Rahmen der Beschreibung des Vorhabens in Kapitel 3.4.2 die seismologischen Verhältnisse am Standort beschrieben. Im Zusammenhang mit der Darstellung der vom Vorhaben ausgehenden Emissionen interessiert die Frage, in wie weit, ausgelöst durch Auffahrung und Einlagerungsbetrieb, mit anlageninduzierten Erdbeben zu rechnen ist und ob induzierte Seismizität außerhalb der Grube Konrad diese nachteilig beeinflussen kann.

Sachverhaltsdarstellung:

Die Erläuternden Unterlagen EU 022, EU 085.1, EU 105 und EU 182 enthalten eine Datensammlung der mit den seismischen Stationen auf der Grube Konrad und der benachbarten Salzgrube Asse registrierten seismischen Ereignisse aus den Jahren 1979 bis 1985. Aufgrund des relativ hohen Noise-Pegels im interessierenden Frequenzbereich liegt die Detektionsschwelle etwa bei einer Lokalmagnitude von 1.0 bei einer Herdentfernung von ca. 10 km (EU 156).

Neben der tektonischen Bebenätigkeit werden vom Antragsteller noch oberflächennahe seismische Ereignisse (bergbauinduzierte Beben und Einsturzbeben) diskutiert. Aufgrund der geologischen Situation im näheren Umfeld der Grube Konrad wird eine Gefährdung ausgeschlossen. Der Gebirgsschlag in der Kaligrube Merkers vom 13.3.1989 (Lokalmagnitude: 5.7 bis 5.8, Intensität in der Epizentralregion⁴ 8 bis 9) wird in der EU 351 gesondert bewertet. Die am Standort Konrad beobachtete Intensität betrug 2 bis 3 und liegt damit weit unter dem Kennwert des Bemessungserdbebens.

Der Gutachter:

Der aktualisierte Erdbebenkatalog (Leydecker, 1992a) weist im 200 km Radius um den Standort Konrad vom Jahr 1984 bis April 1989 weitere 19 seismische Ereignisse auf, wovon 6 als vermutlich bergbauinduziert eingestuft wurden. Abgesehen vom Gebirgsschlag in der Kaligrube Merkers vom 13.3.1989 mit einer Lokalmagnitude von 5.7 und einer Epizentralintensität von 8.5 sind alle weiteren seismischen Ereignisse mit Lokalmagnituden von kleiner als 2.9 charakterisiert. Die größte beobachtete Epizentralintensität lag bei 4.5, d.h. daß das gemäß KTA-Richtlinie ermittelte Bemessungserdbeben mit der Intensität VII volle Gültigkeit behält.

Bezüglich der mikroseismologischen und seismoakustischen Aktivität im Bereich des Grubengebäudes und des angrenzenden Gebirges, die als Indikatoren einer tektonischen oder induzierten Gebirgsbewegung, insbesondere an vorhandenen Störungszonen, gelten könnten, sind keinerlei Kenntnisse aus den vorgelegten Unterlagen ersichtlich. Eine Auswertung der Ergebnisse der Station KON (Grube Konrad) scheidet zu diesem Zweck aufgrund der zu hohen Detektionsschwelle und den damit verbundenen Problemen für die Ortung aus. Um diese Kenntnislücke zu schließen, sollte, insbesondere im Hinblick auf die geplante Einlagerung, die Installation eines breitbandigen seismischen Überwachungssystems in der Grube diskutiert werden. Ein solches Netz könnte zu einem wesentlichen Informationsgewinn beitragen, z.B. zur Frage, wie weit die von der Grube ausgehenden Bruchprozesse ins Deckgebirge reichen, ob Störungszonen aktiviert werden, wie das in-situ Spannungsfeld beschaffen ist, Aussagen zur Herdgröße seismischer Ereignisse, Aussagen zur Klüftigkeit aus Coda-Wellen-Analysen bis hin zu Fragen der Grubensicherheit.

6.8 Bergsenkungen und tektonische Bewegungen

Vom Vorhaben ausgehende Bergsenkungen und tektonische Bewegungen sind grundsätzlich als Beeinträchtigung der Umwelt im Sinne des UVPG zu werten, weil durch sie erhebliche Wirkungen auf Schutzgüter wie Oberflächenwasser oder "sonstige Sachgüter" (z.B. Gebäude) ausgehen können. Das Auftreten übermäßiger Senkungen aufgrund der untertägigen bergmännischen Auffahrungen kann sehr weitreichende Veränderungen der Kulturlandschaft zur Folge haben. Dabei ist allerdings im Sinne der UVPG zwischen den vom geplanten Endlager und den vom Eisenerzbergbau herrührenden Bewegungen zu unterscheiden.

Die Intensität solcher Wirkungen ist im folgenden zu betrachten. Im Mittelpunkt steht dabei die gutachterliche Stellungnahme zu den geomechanischen und markscheiderischen Berechnungen bezüglich des Deckgebirgsverhaltens, einschließlich der Deformationen an der Erdoberfläche und der Standfestigkeit der geplanten Einlagerungskammern. Auf die Ermittlung der geomechanischen Parameter (Labor- und In-situ-Werte), die die Grundlage für die Modellparameter bilden, wurde bereits im Kapitel 3.4 eingegangen. Geohydraulische Berechnungen werden zu einem späteren Zeitpunkt bewertet.

6.8.1 Markscheiderische Berechnungen

Sachverhaltsdarstellung:

In den Planungsunterlagen (Kap. 3.1.10.5.2) werden die markscheiderischen Berechnungsergebnisse zur Verteilung und Intensität der Deformationen im Deckgebirge bis hin zur Erdoberfläche dargestellt. In den Erläuternden Unterlagen EU 96.1 (1984) bzw. EU 244 (1988) werden zwei bergschadenkundliche Modelle vorgestellt, in den erläuternden Unterlagen EU 000.05 (1984) und EU 176 (1988) erfolgt eine Bewertung des Deformationsverhaltens des Deckgebirges bezüglich baulicher Anlagen (Schächte und übertägige Anlagen). Eine zusammenfassende Bewertung findet sich in der EU 290 (1989).

1.) Verfahren nach Erhardt-Sauer (EU 96.1)

Das Verfahren (Erhardt und Sauer 1961) erlaubt mittels Integraloperatoren (Gauß'sche Funktionskerne) für jeden Punkt des Deckgebirges den gesamten Deformationstensor anzugeben. Durch Kalibrierung mittels der Ergebnisse der untertägigen Konvergenzmessungen und der übertägigen geodätischen Messungen zur Absenkung wurde eine adäquate Übertragungsfunktion ermittelt, wobei die geplanten Einlagerungsfelder durch mittlere scheinbare Mächtigkeiten und Konvergenzfunktionen Berücksichtigung fanden. Die mit dem kalibrierten Modell ermittelten Abweichungen betragen für die Jahre 1972, 1977 und 1983, bezogen auf das Senkungsmaximum 8.5, 6.7 und 6.8 %. Als mögliche Fehlerquellen für das insgesamt befriedigende Ergebnis werden unzureichende Konvergenzdaten aus den Abbaufeldern und anisotropes Deckgebirgsverhalten genannt.

Das Modell ist für horizontale Lagerung, isotropes Deckgebirgsverhalten und Rotationssymmetrie konzipiert und erlaubt die Abschätzung der räumlichen Bewegungsgrößen von der Erdoberfläche bis etwa 200 m oberhalb der durchörterten Feldesteile. Die Berechnung erfolgte unter Annahme gerader Grenzwinkelschenkel (Konservativität in der Betrachtung).

Nach entsprechender Modelleichung erfolgte die Berechnung für die Jahre 1988 (vor Beginn der Herstellung der Einlagerungsfelder), 2010 (nach Herstellung der Einlagerungsfelder) und für den Zeitpunkt "Ende" (nach vollständigem Schließen aller Hohlräume und völliger Verdichtung der Auflockerung - Übertragungsfaktor=1).

Die Berechnungsergebnisse werden für die Jahre 1988, 2010 und "Ende" in folgender Form angegeben:

- Senkungs- und Verschiebungsfelder an der Erdoberfläche.
- Scherung und Massendefekt in Vertikal- und Horizontalprofilen.

An der Erdoberfläche ergeben sich folgende Maximalwerte:

Jahr	Senkungen [mm]	Horizontalverschiebungen [mm]
1988	268	158
2010	343	201
"Ende"	669	401

Die Größen Scherung und Massendefekt besitzen im Teufenbereich zwischen 800 m bzw. 600 m unter der Erdoberfläche folgende Werte:

a.) LHD-Feld

Jahr	Scherung [Promille]	Massendefekt [Promille]
1988	3.8 bis 0.5	-1.9 bis -0.1
2010	4.7 bis 0.6	-2.4 bis -0.2
"Ende"	8.0 bis 1.2	-4.1 bis +0.4

b.) Felder mit konventionellem Abbau

Jahr	Scherung [Promille]	Massendefekt [Promille]
1988	5.3 bis 0.9	-2.5 bis 0.4
2010	6.1 bis 1.0	-2.9 bis -0.5
"Ende"	9.5 bis 1.9	-4.2 bis -0.9

Scherung und Massendefekt haben ihre Maximalwerte in Nähe der Abbaufelder und nehmen in Richtung der Tagesoberfläche stetig ab. Die Felder mit konventionellem Abbau im nördlichen Grubenbereich und das LHD-Feld südlich davon haben getrennte Deformationsbereiche hervorgerufen, deren Maximalbeträge bei den konventionellen Abbaufeldern mehr als doppelt so groß sind.

Um eine Stabilitätsbewertung der Schächte zu ermöglichen, wurden die oben genannten Bewegungsgrößen auch für die Achsen der Schächte Konrad 1 und 2 ermittelt (Parameterberechnung alle 50 m). Von besonderem Gewicht sind dabei die vertikalen Längenänderungen und Scherungen.

Für den Schacht Konrad 1 wurde eine maximale Stauchung von 0.04 Promille im Jahr 2010 ermittelt, die noch auf ca. 0.1 Promille zum Zeitpunkte "Ende" anwächst. Die Maximalbeträge der Scherung betragen im Jahr 2010 0.31 Promille und zum Zeitpunkt "Ende" 0.68 Promille.

Für den Schacht Konrad 2 werden für das Jahre 2010 bzw. den Zeitpunkt "Ende" für die Stauchung 0.38 bzw. 0.63 Promille angegeben, für die Maximalwerte der Scherung 1.13 bzw. 2.10 Promille.

2.) Verfahren nach Wieland (EU 244)

Das Ziel dieser Berechnungen bestand in einer aktualisierten Prognose des Verschiebungs- und Verformungsfeldes gemäß der Erläuternden Unterlage EU 96.1, wobei aktuelle Eingangsparameter für die Konvergenzfunktionen und ein aktualisierter Zeit- und Streckenplan (Stand 1988) Berücksichtigung fanden.

Der prinzipielle Kalibrierungs- und Berechnungsvorgang im Verfahren nach Wieland erfolgt ähnlich dem Modell Erhardt-Sauer, wobei im Gegensatz zum Modell Erhardt-Sauer nun durch enge Rasterung der konvergierenden Hohlräume (20 x

20 m) und veränderliche Wirkungswinkel die geneigte Lagerung im Modell berücksichtigt wird.

Die Darstellung der Bewegungskomponenten erfolgt wiederum für die Erdoberfläche sowie vertikale und horizontale Schnitte. Rechenergebnisse liegen für die Jahre 2045, 2245, 3045, 12045 und 1002045 vor, wobei die Ergebnisse für das Jahr 1002045 aufgrund ihrer vernachlässigbaren Veränderung gegenüber dem Jahr 12045 nicht dargestellt sind.

Die errechneten Senkungen, zeitlichen Senkungsdifferenzen und Senkungsgeschwindigkeiten an der Erdoberfläche zeigt folgende Tabelle:

Jahr	Senkung [mm]	Differenz [mm]	Geschwindigkeit [mm/Jahr]
2045	361	37	0.2
2245	398	15	0.02
3045	413	23	0.003
12045	436	32	0.00003
1002045	468		

Die berechneten Maximalwerte für die Größen Scherung, Massendefekt und Senkung betragen für die Teufenbereiche 600 bzw. 800 m im Bereich des LHD-Feldes:

Jahr	Massendefekt [Promille]		Scherung [Promille]		Senkung [cm]	
	600 m	800 m	600 m	800 m	600 m	800 m
2045	-1.2	-1.6	2.8	2.9	-58	-88
12045	-1.9	-1.9	3.6	3.5	-74	-107

Für die nördlich gelegenen Felder mit konventionellem Abbau ergeben sich folgende Werte:

Jahr	Massendefekt [Promille]		Scherung [Promille]		Senkung [cm]	
	600 m	800 m	600 m	800 m	600 m	800 m
2045	-3.0	-5.8	5.6	13.8	-106	-164
12045	-3.0	-5.9	5.9	11.2	-117	-173

Die Beanspruchung der Schächte wurde durch Berechnung der Bewegungsgrößen für die Schachtachsen der Schächte Konrad 1 und 2 in Abständen von 25 m untersucht. Die Ergebnisse lassen sich in Form der zu erwartenden Maximalwerte wie folgt zusammenfassen:

i.) Schacht Konrad 1

Jahr	Scherung [Promille]	Stauchung/Streckung [Promille]	vertikale Verschiebung [mm]	horizontale Verschiebung [mm]
2045	0.29	0.05 bis -0.03	- 70	< 1
12045	0.33			< 10

ii.) Schacht Konrad 2

Jahr	Scherung [Promille]	Stauchung/Streckung [Promille]	vertikale Verschiebung [mm]	horizontale Verschiebung [mm]
2045	1.54	0.40	- 230	< 50
12045	1.80	0.48	- 270	< 50

Der Gutachter:

Sowohl das Modell Erhardt-Sauer als auch das Modell Wieland sind ausreichend validiert. Das Modell Wieland ist aufgrund seiner oben beschriebenen Möglichkeit, die geneigte Lagerung zu berücksichtigen, die adäquatere Modellierungsvariante. Dies äußert sich deutlich im annähernd elliptisch geformten Senkungstrog, der im Gegensatz zum kreisförmigen (Ergebnis mittels Modell Erhardt-Sauer) die tatsächlichen Verhältnisse besser widerspiegelt.

Beiden Verfahren haftete der prinzipielle Nachteil an, daß sie die Bewegungskomponenten des Deckgebirges nur bis ca. 200 m oberhalb der durchörterten Bereiche modellieren können, so daß über den Nahbereich der Abbaufelder (Abstand < 200 m) keine Aussagen möglich sind. Eine Ableitung über veränderte geohydraulische Eigenschaften infolge der Deckgebirgsbewegungen (Beeinflussung der Integrität der Barriere Deckgebirge) erfolgt nicht, da eine Beziehung zwischen Deformation und Permeabilitätsänderung weder im Labor noch in situ untersucht wurde. Das Argument (EU 290), daß die hydraulischen Tests in der Bohrung Konrad 101 keine erhöhten Durchlässigkeiten zeigten, obwohl die Bohrung innerhalb des

Senkungstrog liegt und damit der meßtechnische Nachweis erfolgte, daß die Deformationen im Deckgebirge zu keiner signifikanten Permeabilitätserhöhung führt, ist nur partiell haltbar, da die Bohrung nahe dem Rande des Senkungstrog liegt und die dort eingetretenen Werte der Bodenbewegung weit unterhalb der interessierenden Maximalwerte liegen.

Der Gutachter empfiehlt den Zusammenhang zwischen Deformation und Permeabilitätserhöhung einer Untersuchung zuzuführen, um eine quantifizierbare Beziehung zu gewinnen, mit deren Hilfe die berechneten Deformationswerte in eine veränderte Permeabilität überführt werden können (siehe auch Kap. 3.4.3.2). Da bergschadenkundliche Modelle prinzipiell nicht in der Lage sein dürften, den Nahbereich des Deformationsfeldes im Deckgebirge (100 m-Bereich) zu beschreiben, sind in Ergänzung die Angaben geomechanischer Modelle zu nutzen.

Die markscheiderisch prognostizierten Maximalwerte der Bodenbewegungskomponenten an der Erdoberfläche für verschiedene Zeitpunkte sind mit zulässigen Grenzwerten für übertägige bauliche Anlagen zu vergleichen, um mögliche Beeinträchtigungen der Standsicherheit oder des Gebrauchswertes abzuschätzen. Zu betrachten sind demnach alle baulichen Strukturen innerhalb des Senkungstrog, der zum Zeitpunkt "Ende" eine Fläche von $< 30 \text{ km}^2$ einnehmen wird und dessen Berandung sich näherungsweise als Ellipse mit einer großen, etwa Nord-Süd gerichteten Achse von 6.0 km und einer kleinen Achse von 4.5 km darstellen läßt. Der Grenzwinkel des Senkungstrog beträgt 35-38 Grad.

Da keine allgemeingültigen Bewertungskriterien vorliegen, soll hier auf das Urteil von Moers-Kapellen (Urteil 4C36.85 des Bundesverwaltungsgerichtes vom 16.3.1989) verwiesen werden, das eine Schiefstellung von 35 mm/m als bautechnisch zulässigen Grenzwert festsetzte. Darüberhinaus existiert das bundesweit angewandte Minderwertabkommen, das zwischen dem Verein bergbaugeschädigter Haus- und Grundeigentümer und der Ruhrkohle AG abgeschlossen wurde und eine Entschädigung bei Schiefstellungen größer 2 mm/m vorsieht. In der DIN 1054 werden Setzungsunterschiede in Form der Winkelverdrehung von 1:500 als zulässig bezeichnet, eine Rißfreiheit ist allerdings laut Prinz (1991) erst ab Werten kleiner 1:1000 garantiert. Da selbst für den Zeitpunkt "Ende" nur Werte der Schiefstellung von ca. 0.85 mm/m (entspricht einer Winkeldrehung von etwa 1:1176) erwartet werden, ist eine Beeinträchtigung baulicher Anlagen im Bereich des Senkungstrog, insofern sie nicht besonderen Anforderungen unterliegen, ausgeschlossen. Im bautechnischen Sinne relevant sind eigentlich nur Schiefstellungsdifferenzwerte wie sie

im Zeitraum der "Lebenszeit" von Gebäuden auftreten, d.h. konkret Schiefstellungswerte wie sie etwa Mitte des 21. Jahrhunderts (mit Ausnahme des unter Denkmalschutz stehenden Fördergerüsts Schacht Konrad 1) auftreten. Für diesen Zeitpunkt liegen die maximalen Setzungen bei ca. 35 cm und die max. Schieflagen bei ca. 0.45 mm/m, wobei der Anteil der durch das geplante Endlager verursachten Bewegungen bei ca. 10 % (max. 20 %) liegt. Der durch das Endlager verursachte Beitrag zur Setzungsmulde steigt bis zum Zeitpunkt "Ende" auf etwa 35 % an. Auch die durch die Baupraxis erhaltenen Grenzwerte für die absoluten Setzungsunterschiede von 1 bis 2 cm (Prinz 1991) liegen über den maximal zu erwartenden Werten.

In der Erläuternden Unterlage EU 176 erfolgt ein Vergleich der maximalen Bodenbewegungskomponenten an der Erdoberfläche mit Grenzwerten gemäß Binnenschiffahrtsordnung von 1985, MBL NRW von 1983, TRGL 192 von 1985 sowie innerbetrieblicher Richtlinien (Walzwerk) für die speziell zu bewertenden baulichen Anlagen Kanal, erdverlegte Rohrleitungen, Abwassersammler und Walzwerk. In allen Fällen konnte die Unbedenklichkeit nachgewiesen werden.

6.8.2 Geomechanische Berechnungen

6.8.2.1 Geomechanische Berechnungen zum Deckgebirgsverhalten

Sachverhaltsdarstellung:

Im Plan Konrad (Kap. 3.1.10.5) sowie in detaillierter Form in der Erläuternden Unterlage EU 81.2 werden numerische Berechnungen zum Deckgebirgsverhalten vorgestellt.

Die Berechnung erfolgte mit dem FEM-Programm ADINA (Vers. 9/81) für 3 repräsentative Schnitte durch das Untersuchungsgebiet (ein Nord-Süd-Schnitt, zwei Ost-West-Schnitte) im ebenen Verformungszustand. Die vernetzten Modelle reichen von der Erdoberfläche bis 1.300 bzw. 1.500 m Tiefe bei einer Längserstreckung von 4.000 bzw. 5.300 m und wurden auf der Grundlage geologischer Schnitte angefertigt.

Die Berechnungen erfolgten unter folgenden Annahmen:

- Jede Berechnung erfolgt für 3 Zeitpunkte:

- * primärer Zustand vor bergmännischer Tätigkeit,
 - * Zustand im Jahr 1985,
 - * Zustand nach Auffahrung aller geplanten Einlagerungsfelder.
- Anwendung eines ideal elastisch-plastischen Stoffgesetzes ohne Verfestigung unter Anwendung von Nachbruchparametern, wie Restverformungsmodul und Restscherparameter (Winkel der inneren Reibung und Kohäsion).
 - Störungszonen und Abbaufelder werden mittels empirischer Beziehungen durch Elemente mit reduzierten Materialkonstanten dargestellt.
 - Es wird ein rein lithostatisches Spannungsfeld angenommen.
 - Ausbau und Versatz bleiben unberücksichtigt.

Die Ergebnisdarstellung erfolgt in Form von Sicherheitswerten, die das Verhältnis der maximal zulässigen Scherbeanspruchung nach Drucker-Prager zur berechneten deviatorischen Beanspruchung (2. Invariante des Spannungstensors) darstellt. Darüberhinaus werden die Senkungen an der Erdoberfläche und in ausgewählten horizontalen Tiefenschnitten gezeigt.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die im Nord-Süd-Schnitt eingebauten Störungszonen (Bleckenstedter Sprung, Konrad-Sprung und südliche Randverwerfung des Sauinger Grabens) sind zu allen Zeitpunkten voll plastifiziert.
- Die Modellschnitte weisen für den Zeitpunkt 1985 für das LHD-Feld und das Spülversatzfeld Plastifizierungen aus, die aber maximal und nur partiell 50 m weit ins Deckgebirge reichen.
- Für den Zeitpunkt nach Herstellung der Einlagerungskammern ist nur noch mit geringfügigen Veränderungen im Verformungszustand des Deckgebirges zu rechnen.
- Ein Vergleich der berechneten und gemessenen Setzungen an der Erdoberfläche für die Jahre 1977 und 1985 zeigt eine gute Übereinstimmung (Differenz von nur einigen mm).

Der Gutachter:

Der Aufbau der Modelle auf Grundlage der geologischen Schnitte erscheinen dem Gutachter als aussagekräftig und umfassend. Sie enthalten in einer angemessenen Abstraktion die wesentlichen Störungszonen, den Schichtenaufbau des Deckgebirges und die Abbau- bzw. Einlagerungsfelder. Die Vernetzung ist relativ grob, wenngleich für die Aufgabenstellung noch ausreichend, so daß Feinheiten, wie beispiels-

weise die Plastifizierung in Form und Umfang in der näheren Umgebung der einzelnen Felder nur sehr grob nachvollzogen werden kann. Für das großräumige Deckgebirgsverhalten spielt dieser Aspekt allerdings nur eine vernachlässigbare Rolle.

Die Annahme von Nachbruchparametern, die im Modell eine völlige Durchtrennung des Gebirges unterstellen, ist eine sehr konservative Betrachtungsweise, die trotz der Tatsache, daß nur Materialkennwerte aus triaxialen Laborversuchen (unrealistisch kurze und nur relativ gerade Verschiebungswege) stammen, vom Gutachter im Sinne der Konservativität der Betrachtungen als akzeptabel angesehen wird.

Soweit dem Gutachter aus der Erläuternden Unterlage EU 81.2 ersichtlich, wurden alle Berechnungen unter Vernachlässigung des Porendruckes durchgeführt. Da aber im Sinne eines Festigkeitskriteriums nur effektive Spannungen, d.h. totale Spannungen vermindert um den Wert des Porenwasserdruckes, anzusetzen sind, ergeben die vorgestellten Rechnungen prinzipiell zu hohe Sicherheitswerte. Vertiefende Erläuterungen zur Porenelastizität in Gesteinen sind beispielsweise Lajtai et al. (1987) bzw. Detournay et al. (1988) zu entnehmen. Ob der Porendruck zu einer zu berücksichtigenden Einflußgröße werden kann oder nicht, ist nur durch weitergehende Berechnungen/Untersuchungen aufzuklären (Poren- bzw. Kluftwasserdruckmessungen In-situ liegen nicht vor.) Eine geringe Permeabilität (wie im Falle Konrad) führt prinzipiell zu einem rascheren Anwachsen des Porenwasserdruckes hinter freien Flächen (Stößen, Pfeilern etc.), auf der anderen Seite kann es durch die drainierende Wirkung der Hohlräume zu einem großräumigen Absenken des Porendruckes und der Ausbildung teilgesättigter Bereiche kommen. Da eine nicht fundiert begründete Vernachlässigung von Porendruck/Kluftwasserdruck einer konservativen Betrachtung widerspricht, wird eine quantitative Abschätzung des Einflusses des Porenwasserdruckes vom Gutachter empfohlen (Der Gutachter verfügt z.B. über die entsprechenden Modellierungsmöglichkeiten). Aufgrund der bergbaulichen Erfahrungen, der konservativen Modellierung bezüglich der Festigkeitsparameter und der konservativen Dimensionierung (großes Pfeiler-Kammer-Verhältnis) ist eine Gefährdung der Standsicherheit nicht zu erwarten; die berechneten Größen und Formen der plastischen Zonen im Pfeiler bzw. die Werte der Sicherheiten können sich allerdings gegebenenfalls in nicht konservativer Richtung ändern.

Aus der Erläuternden Unterlage EU 81.2 geht hervor, daß ein rein lithostatisches Spannungsfeld angenommen wird. In Anbetracht der detaillierten Diskussion zum Primärspannungsfeld durch den Gutachter in Kapitel 3.4.3 sei hier lediglich noch-

mals betont, daß das im Modell angenommene Spannungsfeld nicht unbedingt der Realität entsprechen muß und demzufolge die Berechnungen im Hinblick auf realistische Spannungsverhältnisse zu überprüfen sind. Aufgrund der durchgeführten In-situ-Spannungsmessungen vermutet der Gutachter vorerst möglicherweise höhere Horizontalspannungskomponenten als sie im Modellansatz zu finden sind und die aufgrund der Erniedrigung der Spannungsanisotropie zu stabileren Verhältnissen führen können, als in den vorgelegten Rechnungen ausgewiesen (siehe auch Demonstrationsrechnung des Gutachters in Kapitel 6.8.3).

6.8.2.2 Geomechanische Berechnungen zur Standsicherheit der Einlagerungskammern

Sachverhaltsdarstellung:

Im Plan Konrad (Kap. 3.1.10.5) sowie den erläuternden Unterlagen EU 052.7 (1985), EU 298 (1989) sowie EU 418 (1991) werden numerische Berechnungen zum Spannungs- und Verformungszustand für geplante Einlagerungskammern und Strecken vorgestellt.

EU 052.7:

Das Ziel der Untersuchungen bestand in der Bewertung der Pfeiler hinsichtlich möglicher Plastifizierung bei einem geplanten Kammerbreite/Pfeilerdicken-Verhältnis von 1:4. Dazu wurde ein 2-dimensionales Modell aufgebaut, das 3 Einlagerungskammern mit jeweils 40 Quadratmetern Querschnitt im Streichen des Erzlagers enthält.

Die Berechnungen wurden mit dem FEM-Programm ADINA (Vers. 1981) im ebenen Verformungszustand durchgeführt. Dabei wurde ein ideal elastisch-plastisches Stoffgesetz mit der Plastizitätsbedingung nach Drucker-Prager angewendet.

Die Berechnungen erfolgten für 2 Modelle, einem 1-Schicht-Modell und einem 3-Schicht-Modell, das unterschiedliche Materialparameter für die Liegend- und Hangendschicht berücksichtigt. Die verwendeten Materialparameter wurden auf dreiaxialen Laborversuchen abgeleitet und stellen Nachbruchparameter dar. Die spannungsseitige Belastung erfolgte durch den Überlagerungsdruck und die sich durch behinderte Querdehnung einstellende Horizontalspannungskomponente. Als Bruchparameter im 1-Schicht-Modell wurden verschiedene Werte der Kohäsion (2 bis 5

MPa) bei gleichbleibendem Winkel der inneren Reibung von 30 Grad angesetzt, während im 3-Schicht-Fall für jede Schicht jeweils eindeutig definierte Werte Eingang fanden.

Alle Berechnungen erfolgten ohne Berücksichtigung von Ausbau und Versatz.

Berechnungsergebnisse:

Die Parametervariation bei den Berechnungen im 1-Schicht-Fall zeigten ein ringartiges Schließen der Bruchzonen um die Kammerquerschnitte bei einer Kohäsion < 3 MPa und eine vollständige Plastifizierung der Pfeiler bei einer Kohäsion von < 2 MPa.

Im 3-Schicht-Modell (mit für den Nachbruchbereich als konservativ zu bezeichnenden Scherparametern) wurde ein Plastifizierungsgrad der Pfeiler von ca. 35 % ermittelt. Die Tiefe der plastischen Zonen im Stoßbereich der Kammern beträgt ca. 5 m.

Der Zustand der Pfeiler in Bezug auf Gebirgsschlaggefährdung wird aufgrund der konservativen Parameterwahl und des Plastifizierungsgrades von 35 % als unkritisch angesehen.

EU 298:

In dieser Erläuternden Unterlage werden numerische Berechnungen zur Interpretation der gemessenen Deformationen in den Strecken 532 und 241S vorgelegt. Dazu wurde das FEM-Programm FEST03 verwendet, wobei ein elastisch-viskoplastisches Stoffgesetz mit der Bruchbedingung nach Mohr-Coulomb eingesetzt wurde. Die Modellierung erfolgte in Ost-West-Schnitten durch das Spülversatz- bzw. LHD-Feld.

Das Ziel der Berechnungen bestand bezüglich der Strecke 532 darin, den Einfluß der Abbaufelder auf die Strecke zu untersuchen. Dazu wurde ein 3 km breiter, 1 m dicker und von der Erdoberfläche bis 1.880 m tief reichender Gebirgsausschnitt modelliert. In 5 Rechenschritten erfolgte das Nachvollziehen der bergmännischen Tätigkeiten:

1. Primärzustand vor Errichtung des Grubengebäudes (elastisch).
2. Abbau des Erzlagers durch reduzierte elastische Konstanten (elastisch-viskoplastisch).

3. Ausbruch der westlich des Abbaufeldes liegenden Strecken 502 und 402 ohne Ausbau (elastisch-viskoplastisch).
4. Aufweitung der Strecke 532 ohne Ausbau (elastisch-viskoplastisch).
5. Einbau der Spritzbetonschale in Strecke 532.

Im Referenzfall wurden für die einzelnen 8 Schichten E-Moduli von 2 bis 6 GPa, für das Abbaufeld ein Wert von 0.1 GPa, eine Querdehnzahl von 0.30 bis 0.35, eine einheitliche Dichte von 2.5 kg/m^3 sowie verschiedene Werte für die Kohäsion (3.3 - 6.0 MPa) und den Winkel der inneren Reibung (20 - 25 Grad) angesetzt.

Die spannungsseitige Belastung erfolgte allein durch das Überlagerungsgewicht des Deckgebirges und für behinderte Seitendehnung.

Ergebnisse:

Im 1. und 2. Schritt zeigte sich der Aufbau eines Traggewölbes über den Abbauen und ein Überschreiten der Bruchfestigkeit in den angrenzenden Gebirgsbereichen. Ober- und unterhalb der Abbaufelder tritt eine erhebliche Erniedrigung in den Vertikalspannungskomponenten ein. Seitlich des Abbaufeldes tritt eine großräumige plastische Zone auf, die ober- und unterhalb des Abbaufeldes ca. jeweils 20 m reicht bei einer Mächtigkeit von ca. 15 m. Die berechneten Senkungen an der Erdoberfläche liegen bei ca. 20 cm, direkt über dem Abbaufeld liegen sie bei 70 cm. Im 3. Berechnungsschritt zeigte sich die Ausbildung einer plastischen Zone um die Strecke von wenigen Metern, wobei das Gebirge zwischen den Strecken elastisch bleibt. Im 4. Schritt zeigte sich eine weitere Ausdehnung der plastischen Zonen um wiederum wenige Meter, wobei keine Beeinflussung der benachbarten Strecken eintrat. Der nachträgliche Einbau der Spritzbetonschale zeigte keine stärkeren Schnittgrößen aufgrund der Tatsache, daß kein wesentlicher Zuwachs an Verschiebungen auftrat.

Eine Parameterstudie zur Verformbarkeit des Deckgebirges (Ansatz unterschiedlicher E-Moduli für das Zwischenmittel, das Lager und den unteren Korallenoolith sowie eine Variation in den Festigkeitsparametern des Lagers) zeigte, daß deren Einfluß auf den Bereich der Abbaufelder und Strecken vernachlässigbar ist, es aber zu deutlichen Veränderungen betreffs der übertägigen Senkungen kommt.

In weiteren Parameterstudien an einem Modellausschnitt wurde der Einfluß unterschiedlicher elastischer Konstanten und Festigkeitsparameter sowie der Einfluß einer Trennflächenschar auf das Verformungsverhalten der Strecken untersucht, wobei je

nach Parameterwahl für einzelne Meßpunkte mehr oder weniger gute Übereinstimmung mit gemessenen Deformationsgrößen (Extensometermessungen) erzielt werden konnten.

Das Ziel der Berechnungen bezüglich der Versuchskammern lag in der Untersuchung des Verformungsverhaltens der Kammern und deren Einfluß auf die geplanten Kammerabschlußbauwerke. Es wurde ebenfalls das FEM-Programm FEST03, in analoger Weise wie oben beschrieben, für einen Ost-West-Schnitt (LHD-Feld und Versuchskammern) eingesetzt. Die Berechnung erfolgte in 5 Schritten:

1. Primärzustand vor Errichtung des Grubengebäudes (elastisch).
2. Zustand nach Abbau des LHD-Feldes (elastisch-viskoplastisch).
3. Zustand nach Auffahrung der Versuchskammer 101S (elastisch-viskoplastisch).
4. Zustand nach Auffahrung der Versuchskammer 241S (elastisch-viskoplastisch).
5. Zustand nach Auffahrung der Versuchskammer 231S (elastisch-viskoplastisch).

Die Parameterwahl beruht auf den Erfahrungen der oben beschriebenen Berechnungen, wobei das LHD-Feld mit einem abgeminderten E-Modul von 0.3 GPa in die Berechnung eingeht.

Ergebnisse:

Nach dem 2. Berechnungsschritt zeigte sich die Ausbildung eines Traggewölbes über dem Abbaufeld mit seitlich davon gelegenen Bereichen von ca. 30 m Mächtigkeit, die eine Festigkeitsüberschreitung aufweisen. Ober- und Unterhalb des Abbaufeldes wurden keine Festigkeitsüberschreitungen berechnet. Die berechnete Maximalsenkung an der Erdoberfläche beträgt 25.8 cm. Die Auffahrung der Versuchskammern in den Rechenschritten 3 bis 5 zeigte die Ausbildung plastischer Zonen von 1 bis 2 m Mächtigkeit, teilweise auch bis 5 m. Die gegenseitige Beeinflussung der Kammern ist bei dem gewählten Abstand von ca. 30 m und einem Querschnitt von ca. 40 m² ausgesprochen gering.

Eine Parameterstudie zur Verformbarkeit des Deckgebirges (Ansatz unterschiedlicher elastischer Parameter für die Schichten) zeigte eine Veränderung bezüglich der plastischen Zonen seitlich des LHD-Feldes und den Senkungen an der Erdoberfläche, während eine Beeinflussung auf die Versuchskammern nicht signifikant ist. Die

Untersuchung zeigte, daß ein rein elastischer Ansatz bei "vernünftigen" elastischen Konstanten die gemessenen Verformungen allein nicht erklären kann und nur ca. 30-50% derselben ausmachen.

EU 418:

Das Ziel der Berechnungen besteht im Standsicherheitsnachweis der geplanten Einlagerungsfelder mit einem Querschnitt von 40 bzw. 28 m² bei einem Kammer-Pfeiler-Verhältnis von 1:4. Zur Berechnung wurde das 2-dimensionale FEM-Programm ADINA (Vers. 5) im ebenen Verzerrungszustand eingesetzt. Das 300 m breite und 250 m hohe Modellgebiet enthält neben dem Eisenerzlager das hangende und liegende Gebirge sowie eine Tonschicht und 2 Störungszonen. Ein elasto-plastisches Stoffgesetz mit der Plastizitätsbedingung nach Drucker-Prager wurde mit folgenden Parametern verwendet:

Parameter	Hangendes	Liegendes	Eisenerz	Tonstein
	Material	Material	Material	Material
E-Modul	10.0 GPa	10.5 GPa	11.0 GPa	8.5 GPa
Querdehnzahl	0.3	0.3	0.3	0.3
Winkel der inneren Reibung	34 Grad	34 Grad	37 Grad	20 Grad
Kohäsion	2.5 MPa	2.4 MPa	2.6 MPa	1.8 MPa

5 Berechnungsvarianten wurden durchgeführt:

1. Variante:
Klüfte völlig geschlossen, vollständige Kraftübertragung.
2. Variante:
Kluft 1 geschlossen, Kluft 2 geöffnet, keine Kraftübertragung durch Reibung möglich.
3. Variante:
Kluft 1 geschlossen, Kluft 2 geöffnet, Kraftübertragung durch Reibung bei Reibungsbeiwert (Tangens des Kluftreibungswinkels) von 0.5.
4. Variante:
Wie Variante 3, aber Tonschicht hat gleiche Parameter wie Erzlager.
5. Variante:
Kluft 2 geschlossen, Kluft 1 geöffnet, Reibungsbeiwert von 0.5.

Der Beanspruchungszustand wird durch Isolinien der Sicherheit dargestellt, wobei die nach Drucker-Prager maximal zulässige zur berechneten deviatorischen Spannungskomponente ins Verhältnis gesetzt wird.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Variante:
Plastifizierung der Stöße in Hohlraumnähe bis etwa halbe Streckenbreite, Tonschicht ist im wesentlichen voll plastifiziert. Festen zwischen den Strecken nur gering beansprucht.
2. Variante:
Erhöhte Beanspruchung der mittleren Strecke mit umlaufender Plastifizierung.
3. Variante:
Ähnlich wie 1. Variante, aber mit lokaler Veränderung an der Verschneidung Kluft 2-Strecke.
4. Variante:
Ähnlich der Variante 1, aber mit verbessertem Tragverhalten des Gebirges.
5. Variante:
Ähnlich der Variante 1.

Der Antragsteller kommt zusammenfassend zum Schluß, daß bei einem Kammer-Festen-Verhältnis von 1:4 stabile geomechanische Verhältnisse herrschen und ein globales Versagen des Gebirges ausgeschlossen ist.

Der Gutachter:

Die verwendeten Rechenmodelle sind hinreichend validiert, die Vernetzung ausreichend fein. Die Übertragung der Geologie ins Modell sowie die schrittweise Berechnung zum Nachvollziehen der Spannungsumlagerungen sind akzeptabel.

Der Ansatz von Festigkeitsparametern des Nachbruchbereichs verlangt konsequenterweise auch den Ansatz eines Restverformungsmoduls, der geringer als der Elastizitätsmodul ist. Dies wurde in den Berechnungen der EU 052.7 nicht beachtet und führt zu Inkonsistenzen zwischen Deformations- und Spannungswerten, beeinträchtigt die Aussage zur Standsicherheit aber nicht.

Der Ansatz von Nachbruchparametern für das großräumige Modellierungsgebiet, wie in der EU 052.7 geschehen, ist ein extrem konservativer Ausgangspunkt. Des-

halb sollten die aus diesen Berechnungen abgeleiteten Schlußfolgerungen als Extremfall betrachtet werden.

Der Einfluß des Porenwasserdruckes wurde in allen durchgeführten Rechnungen ohne Begründung vernachlässigt (s. auch Pkt. "Geomechanische Berechnungen zum Deckgebirgsverhalten").

Alle Berechnungen gehen von einem rein lithostatischen Spannungsfeld aus. Diese Annahme ist aufgrund der durchgeführten In-situ-Messungen zum Primärspannungsfeld nicht mit ausreichender Sicherheit belegt (siehe dazu die Bemerkungen des Gutachters in Kap. 3.4.3).

Der Gutachter stimmt dem Antragsteller in der Weise zu, daß durch die rechen-technisch und meßtechnisch nachgewiesene, sehr lokal beschränkte Ausbildung plastischer Bereiche keine geomechanisch kritischen Zustände für die bestehenden Strecken und geplanten Einlagerungskammern zu erwarten sind. Das Kammer-Pfeiler-Verhältnis von 1:4 bietet eine ausreichende Gewähr dafür. Trotzdem sollte im Sinne einer wirklichkeitsnäheren Betrachtung der realen Verhältnisse, einer Verringerung der Unsicherheiten im Spannungs-Deformations-Verhalten und einer exakteren Angabe der Sicherheit (Abstand des tatsächlichen Zustandes von der Grenzfestigkeit) der mögliche Einfluß von Porendruck und eines meßtechnisch ausreichend abgesicherten Spannungsfeldes berücksichtigt werden. Über das geomechanische (insbesondere rheologische) Verhalten, z.B. was die Kammerabschlußbauwerke (KAB-II) und die Lastaufnahme des Betonbaus betrifft, kann keine Aussage abgeleitet werden. Hierzu wären numerische Berechnungen unter Zugrundelegung von gültigen Kriechgesetzen notwendig. Allerdings sind aufgrund der Tatsache, daß der Ausbau den wesentlichen Teil der Belastung aufnimmt, die Abschlußbauwerke erst nach abgeklungenen Deformationen eingebaut werden und der Lebensdauernachweis auf die Einlagerungszeit begrenzt ist, derartige statische Berechnungen entbehrlich.

Die Berechnungen schließen lokal auftretenden Steinfall nicht aus. Dieser Gefahr muß und kann durch entsprechende Ausbaumaßnahmen begegnet werden. Stein-schlag kann jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Speziell die in der EU 298 angestellten Vergleiche zwischen berechneten und gemessenen Deformationsgrößen (Senkungen an der Tagesoberfläche und untertägige Konvergenzmessungen) erlauben prinzipiell Rückschlüsse auf die bei weiteren Modellierungen anzuwendenden Materialparameter (Modelleichung). Allerdings sind

die diesbezüglich in den Erläuternden Unterlagen zu findenden Aussagen mit gewisser Vorsicht zu betrachten, da die ungeklärten spannungsseitigen Belastungen einen wesentlichen Einfluß darauf haben (vgl. Kap. 6.8.3).

Daß für das "Fitting" der gemessenen und berechneten Größen im Einzelfall oft sehr unterschiedliche Materialparameter eingesetzt werden mußten, ist großflächig als Indiz für ein entweder recht inhomogenes Material, und/oder aber inhomogenes Spannungsfeld zu werten.

Die durchgeführten Parameterstudien bezogen sich ausschließlich auf die Materialparameter bei stets gleichbleibendem Materialgesetz. Einer Variation des Primärspannungsfeldes sollte, insbesondere aufgrund der bestehenden Unsicherheit, die gleiche Aufmerksamkeit wie einer Variation in den Materialparametern geschenkt werden (siehe auch Schubert (1992)).

Die Realitätsnähe der in der EU 298 durchgeführten visko-plastischen Berechnungen konnte vom Gutachter nur teilweise nachvollzogen werden, da keinerlei Angaben zur verwendeten Viskosität im Materialgesetz erfolgten.

6.8.2.3 Geomechanische Berechnungen zur Schacht- und Bohrlochverfüllung

Sachverhaltsdarstellung:

In den Erläuternden Unterlagen EU 424 und EU 454 vom Jahr 1991 sowie den Ergänzungen in der EU 460 vom Jahr 1992 werden erste geomechanische Untersuchungen und Berechnungen hinsichtlich einer sicheren Verfüllung der Schächte und Bohrlöcher vorgestellt. Ziel und Inhalt der Betrachtungen in diesen EU's bestehen nicht in der Dimensionierung und felsstatistischen Berechnung, sondern in diese vorbereitende Untersuchungen, wie der Ermittlung felsmechanischer Parameter, des Spannungszustandes, des Versagensmechanismus an Hohlraumkonturen, der Ausdehnung von Auflockerungszonen sowie der Validierung geeigneter numerischer Modelle.

Dabei wurden drei Gesichtspunkte betrachtet:

1. Interpretation der Deformationen beim Auffahren der Strecke auf der 343 m-Sohle.

2. Interpretation der Brucherscheinungen in Bohrlöchern.
3. Interpretation der Auflockerungszonen um den Schacht.

Zur Interpretation der bei der Auffahrung der Teststrecke auf der 343 m-Sohle (Mittelalb) und der 545 m-Sohle (Mittelbarreme) durchgeführten Deformationsmessungen (mehrere Meßquerschnitte) wurden die FEM-Programme FEST03 sowie FELSWELL (erweiterte Version des Programms FEST03) eingesetzt. Dabei wurden verschiedene Materialgesetze und Berechnungsvarianten angewendet; rein elastische und elasto-visko-plastische Berechnungen mit dem Mohr-Coulomb-Bruchkriterium, erweitert durch ein 'tension-cut-off'-Kriterium, des weiteren ein 'ubiquitous-joint'-Modell sowie ein Quellmodell. Der Streckenvortrieb wird durch einzelne Rechenschritte nachvollzogen, wobei auch der Einbau des Ausbaus berücksichtigt wurde.

Die Modellierung der mittels einer Fernsehsondierung, Televiowermessungen und Kalibermessungen beobachteten Bohrlochrandausbrüche (5 bis 51 m tiefe Bohrungen) erfolgte mittels analytischer und numerischer Berechnungen im ebenen Deformationszustand, wobei insbesondere der Einfluß der Gefügeebenen berücksichtigt wurde. In den Vertikalbohrungen wurden zusätzlich noch Zerfallsbeobachtungen unter Wassereinfluß durchgeführt.

Die durch das Schachteufen (Schacht Konrad 2) verursachte Gebirgsauflockerung im Schachtbereich wurde mittels Ultraschallmessungen und hydraulischen Tests abgeschätzt. Auf der Grundlage dieser Meßergebnisse erfolgte eine numerische Modellierung zur Ausbildung der plastischen Zonen bei Nachvollziehen der einzelnen Schritte des Schachteufens (primärer Zustand, Ausbruch, Einbringen des Ausbaus).

Ergebnisse:

EU 424 und EU 460

Durch eine an den Deformationsmessungen kalibrierte numerische Modellierung des Streckenvortriebes wurden folgende Materialparameter für das Gebirge rückgerechnet:

- | | |
|-------------------------------|---------------------|
| - Elastizitätsmodul: | 2.000 bis 4.000 MPa |
| - Kohäsion: | 1 bis 2 MP |
| - Winkel der inneren Reibung: | 7,5 bis 15 Grad |
| - Einaxiale Druckfestigkeit: | 2,6 bis 5,2 MPa |

- Einaxiale Zugfestigkeit: 0 MPa
- Dilatanzwinkel =
Winkel der inneren Reibung
- Quellkompensationsspannung: 2 MPa
- Quellverformungsparameter: 4 bis 10 %.

Der primäre Spannungszustand wird wie folgt angenommen: Die Vertikale ist Hauptspannungsrichtung und stimmt in ihrem Betrag mit dem Deckgebirgsgewicht überein. Die horizontalen Hauptspannungen sind gleich groß und haben den halben Betrag der Vertikalspannungskomponente.

Die in den Untersuchungsbohrungen beobachteten Bohrlochrandausbrüche wurden über Brucherscheinungen an existierenden Gefügeelemente (Verschneidung von Klufflächen) erklärt. Unverrohrte Bohrlöcher werden generell als nicht standsicher betrachtet, ein Zerfall der Tonsteine unter Wassereinfluß verstärkt diesen Prozeß noch. Aufgrund von Analogieschlüssen und weiteren Meßergebnissen erscheint dem Antragsteller die Übertragung der gebirgsmechanischen Kennwerte und des Spannungszustandes auf das Apt und den gesamten Alb gerechtfertigt.

EU 454:

Durch eine, analog der EU 424, an den Deformationsmessungen kalibrierte Modellierung des Streckenvortriebes wurden folgende Materialparameter für das Gebirge rückgerechnet:

- Elastizitätsmodul: 1.500 bis 4.000 MPa
- Kohäsion: 3 bis 4 MP
- Winkel der inneren Reibung: 10 bis 15 Grad
- Einaxiale Druckfestigkeit: 5,2 bis 11,4 MPa
- Einaxiale Zugfestigkeit: 0 MPa
- Dilatanzwinkel =
Winkel der inneren Reibung
- Quellkompensationsspannung: 1 - 5 MPa
- Quellverformungsparameter: 0 - 10 %.

Die Vertikale wird als Hauptspannungsrichtung bezeichnet mit einem Betrag, der dem Deckgebirgsgewicht entspricht. Der Seitendruckbeiwert wird mit 0,6 angenommen.

Es wurde eine starke Zunahme des Quellens bei abnehmendem Salzgehalt nachgewiesen. Die Bohrlöcher sind aufgrund von Brucherscheinungen entlang von Klüftverschneidungen und dem Gesteinszerfall bei Wasserzutritt nicht standfest.

Aufgrund von Analogieschlüssen und weiteren Meßergebnissen überträgt der Antragsteller die gebirgsmechanischen Kennwerte und das primäre Spannungsfeld auf das gesamte Barrême und Hauterive.

Der Gutachter:

Die verwendeten numerischen Modelle sowie analytischen Ansätze sind hinreichend validiert. Die Vernetzung, die Rand- und Anfangsbedingungen sowie die Simulation der einzelnen Schritte des Vortriebs und Ausbaus sind plausibel. Die Wahl eines elasto-visko-plastischen Stoffgesetzes erscheint dem Gutachter angemessen. Gleiches gilt für das teilweise genutzte "ubiquitous-joint"-Modell. Die aus den kalibrierten Rückrechnungen gewonnenen Materialwerte werden vom Gutachter, solange kein Wasserzutritt erfolgt, als hinreichend validiert betrachtet. Der Antragsteller konnte alle beobachteten gebirgsmechanischen Phänomene (größtenteils quantitativ, aber zumindest in plausibler Weise qualitativ) erklären. Wie aus den Laborversuchen zum Quell- und Zerfallsverhalten der tonigen Gesteine ersichtlich, treten bei Wasserzutritt zwei zusätzlich zu berücksichtigende Effekte auf: quellbedingte Verformungen und Spannungen bis zu einigen MPa, sowie starke Zerfallerscheinungen.

Vom Antragsteller wurde die Programmversion FELSWELL um ein Quelldeformationsgesetz erweitert, das eine grobe Abschätzung quellbedingter Deformationen erlaubt. Kritisch sieht der Gutachter allerdings die Tatsache, daß durch eine nicht vorhandene vollständige Kopplung zwischen plastischen und quellbedingten Verformungen (eine Superposition ist aufgrund der Nichtlinearitäten nicht zulässig) die Nachbetriebsphase bei Wasseranstieg nur sehr grob modelliert werden kann. In noch stärkerem Maße gilt dies für die Zerfallerscheinungen, deren Ausmaß und Auswirkungen nicht modelliert oder andersweitig beurteilt wurden.

Auch wenn die Annahmen des Antragstellers zum Primärspannungsfeld durchaus plausibel erscheinen, ist, auf Basis der insgesamt sehr widersprüchlichen Meßergeb-

nisse (siehe Kap. 3.4.3), Vorsicht bei der Interpretation der Rechenergebnisse geboten und eine Variation des Spannungsfeldes, ähnlich dem der Materialparameter, erscheint dem Gutachter geboten. Der Aussage des Gutachtens des NMU ([REDACTED]), daß das Primärspannungsfeld hinreichend sicher erkundet sei, kann der Gutachter aufgrund der widersprüchlichen Meßdaten nicht folgen.

6.8.3 Demonstrationsrechnung: Einfluß des Spannungsfeldes auf numerische Berechnungsergebnisse

Der Gutachter:

Das hier vom Gutachter vorgestellte Demonstrationsbeispiel soll in Form einer Parameterstudie aufzeigen, welchen fundamentalen Einfluß das Primärspannungsfeld auf das Deformationsverhalten untertägiger Grubenbaue hat.

Dazu wurde in Anlehnung an die in den Erläuternden Unterlagen EU 052.7 und EU 418 vorgestellten Modelle mit 3 Versuchskammern numerische Berechnungen mit dem Finite-Differenzen-Code FLAC (ITASCA) durchgeführt.

Dabei fanden (ebenfalls in Anlehnung an EU 052.7 bzw. 418) folgende Parameter Verwendung:

Dichte:	2400 kg/m ³
E-Modul:	10 GPa
Querdehnzahl:	0.3
Winkel der inneren Reibung:	25 Grad
Kohäsion:	2.0 MPa

Zur Berechnung wurde ein ideal elastisch-plastisches Stoffgesetz (ohne Ver- oder Entfestigung) mit der Bruchbedingung nach Mohr-Coulomb bei nichtassoziierter Fließregel eingesetzt. Der obere Modellrand wurde mit einer Vertikalspannungskomponente von 23.5 MPa beaufschlagt, um die Deckgebirgslast in 1000 m Tiefe zu simulieren. Die Berechnung erfolgte vereinfachend in 2 Schritten: der primären Situation vor Auffahrung der Einlagerungskammern und der Situation nach Vollendung der gleichzeitig aufgefahrenen 3 Einlagerungskammern.

Dabei wurden 3 Modellfälle bei gleichbleibendem Materialgesetz und gleichbleibenden Materialparametern untersucht:

1. Variante:
Rein gravitative Belastung bei behinderter Seitendehnung.
2. Variante:
Gravitative Belastung bei behinderter Seitendehnung mit zusätzlicher primärer horizontaler Spannungskomponente von 5 MPa.
3. Variante:
Gravitative Belastung bei behinderter Seitendehnung mit zusätzlicher primärer horizontaler Spannungskomponente von 10 MPa.

Die Abbildung 6.8-1 zeigt die Berechnungsergebnisse in Form von Isolinien, die das Verhältnis des lotrechten Abstandes der Grenzfestigkeitsgeraden zum Mittelpunkt des Mohr'schen Spannungskreises zum Radius desselben ins Verhältnis setzen. Demzufolge setzt beim Wert von 1 die Festigkeitsüberschreitung ein.

Die Abbildungen 6.8-2 bis 6.8-3 demonstrieren deutlich, wie mit zunehmender Horizontalspannung sich Form und Größe der plastischen Zonen um die Einlagerungskammern verändern. Während bei rein gravitativer Belastung im Bereich der Firste, vor allem aber im Bereich der Sohle der Festigkeitsgrenzwert noch nicht überschritten ist, dafür aber im Stoßbereich langgestreckte, die Dimension des Hohlraumes noch überschreitende plastifizierte Bereiche auftreten, tritt mit zunehmender horizontaler Spannung eine immer kleiner und kreisförmiger werdende und sich allmählich schließende plastische Zone um den Hohlraum auf.

Die Berechnungen zeigen auf der Grundlage durchaus plausibler horizontaler Primärspannungswerte (siehe Kapitel 3.4.2) bei sonst gleichen Anfangs- und Randbedingungen andere Charakteristika bezüglich des Deformations- und Festigkeitsverhaltens.

Die Berechnungen lassen zwei wesentliche Schlußfolgerungen zu:

1. Die Annahme eines rein gravitativen Spannungsfeldes (wie in allen vom Antragsteller vorgelegten numerischen Berechnungen geschehen) ist im Sinne der globalen Standsicherheit der Pfeiler und der Grube insgesamt (zumindest solange Störungszonen unberücksichtigt bleiben) als konservativer Ansatz zu betrachten und stellen einen Extremfall dar.
2. Alle aus den Berechnungen abgeleiteten Größen, wie beispielsweise Materialparameter, Größe und Form plastischer Zonen, Verschiebungswerte oder Sekundärspannungsverteilungen, sind aufgrund der unklaren Kenntnis der Primärspannungsfeldes mit Vorbehalten zu betrachten.

JOB TITLE : Rein gravitative Belastung

FLAC (Version 3.01)

LEGEND

7/10/1992 10:39
step 2000
-1.667E+01 <x< 1.967E+02
-2.667E+01 <y< 1.867E+02

M-C Strength/Stress Ratios
Contour interval= 2.50E-01
Minimum: 7.50E-01
Maximum: 3.00E+00
Friction = 2.5000E+01
Cohesion = 2.0000E+06
Tension = 0.0000E+00
Boundary plot



ITASCA CONSULTANTS S.A.

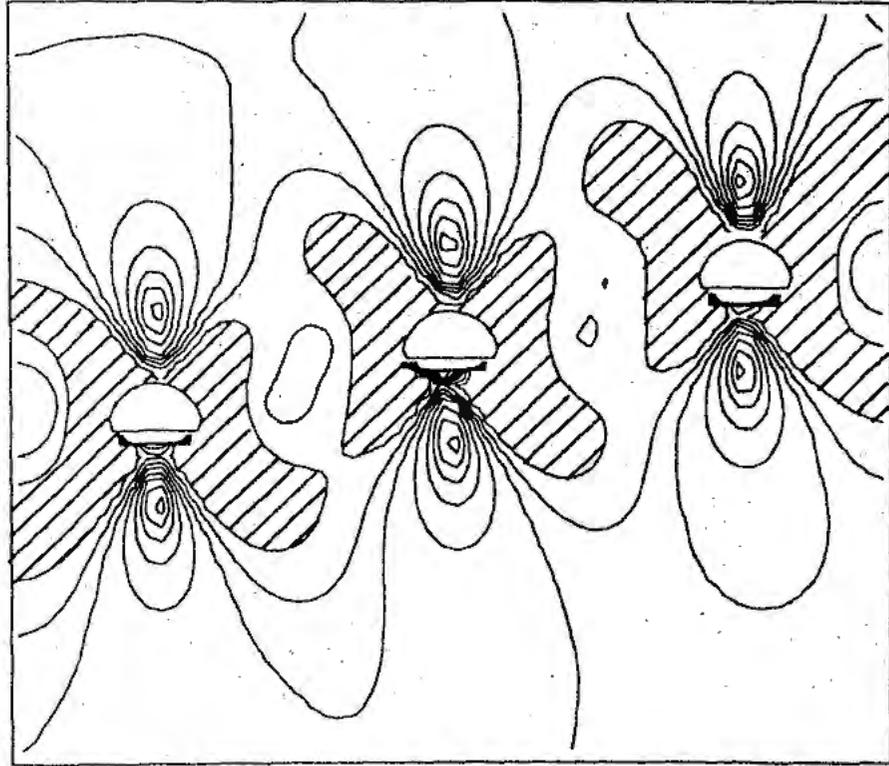


Abb. 6.8-1: Isolinen der Sicherheit bei rein gravitativer Belastung (Schraffiert: plastifizierter Bereich)

Abb. 6.8-2: Isolinien der Sicherheit bei zusätzlicher Horizontalspannung von 5 MPa (Schraffiert: plastifizierter Bereich)

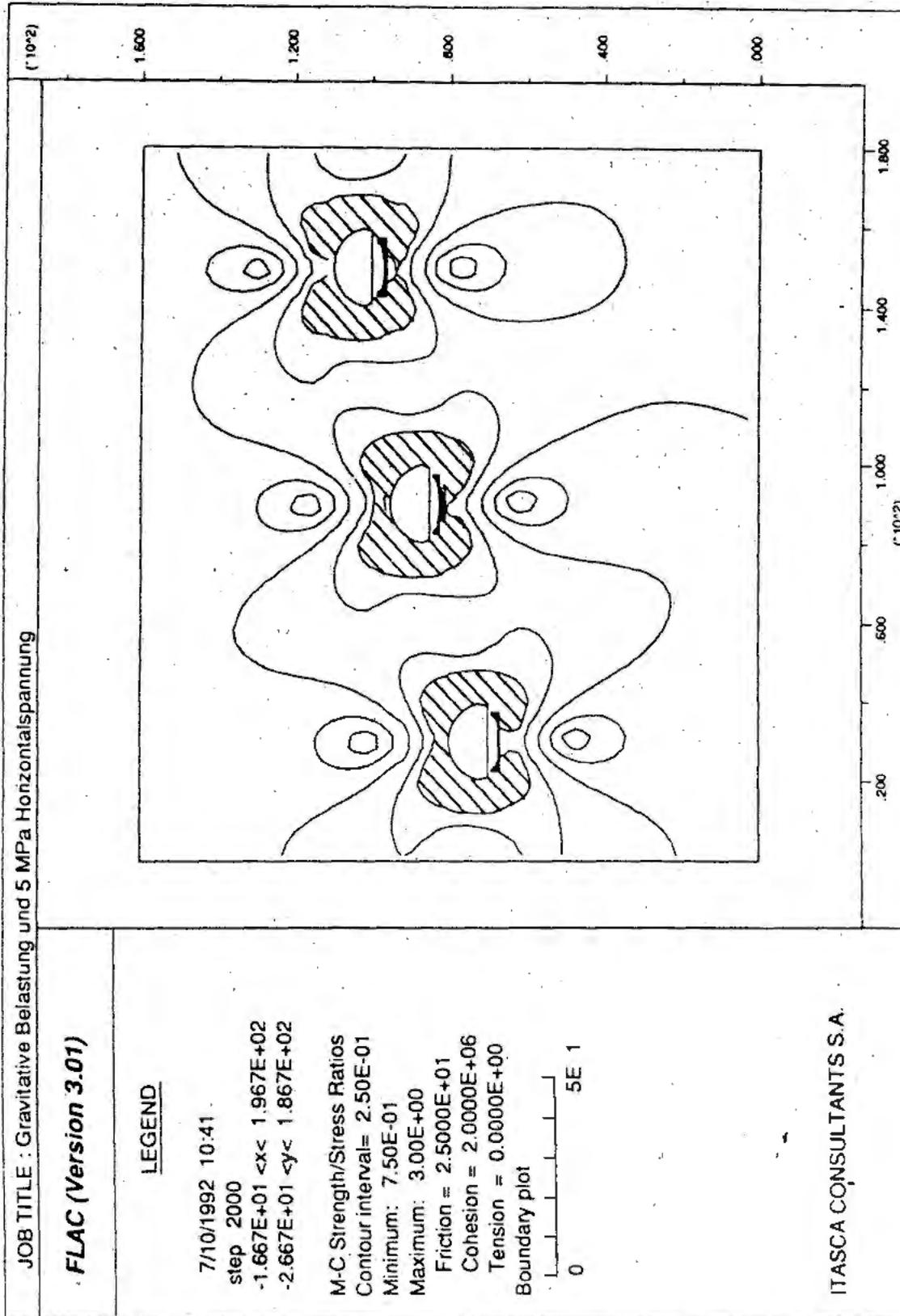
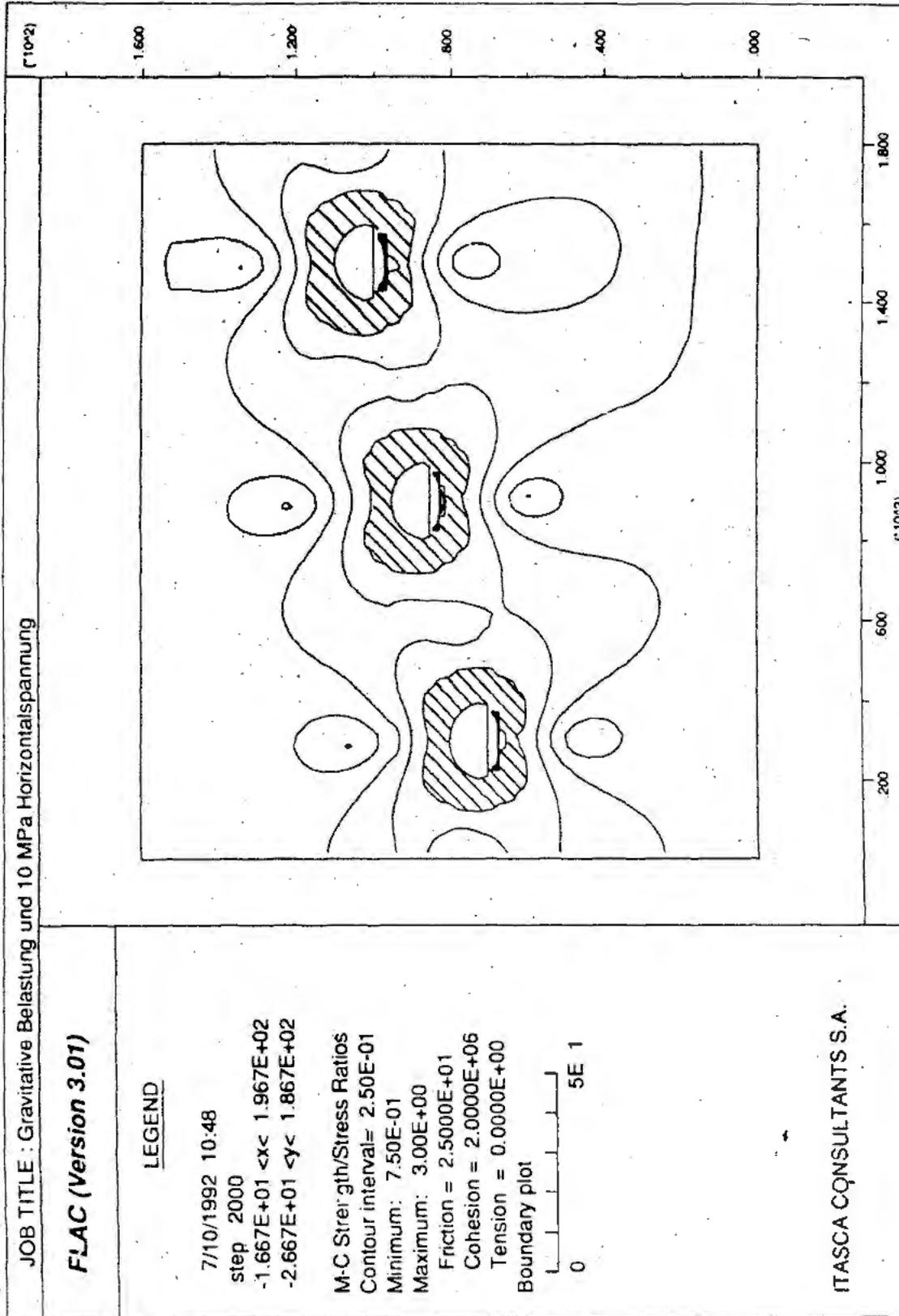


Abb. 6.8-3: Isolinien der Sicherheit bei zusätzlicher Horizontalspannung von 10 MPa (Schraffiert: plastifizierter Bereich)



Die gutachterlichen Stellungnahmen zum Thema Bergsenkungen und tektonische Bewegungen lassen sich aus UVP-Sicht in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Die prognostizierten Senkungen an der Erdoberfläche führen zu keinen bautechnischen Gefährdungen. Für das Jahr 2045 werden maximale Absenkungen von ca. 36 cm und Schiefstellungen von max. 0,45 mm/m, wobei ca. 10 % der Werte auf das Vorhaben direkt zurückgehen. Eine Schiefstellung, die in den Bereich des Minderwertabkommens (2 mm/m) führt, ist sehr unwahrscheinlich, kann aber aufgrund der Unsicherheiten in der Modellierung nicht völlig ausgeschlossen werden. Ausgeschlossen wird allerdings eine bautechnische Gefährdung.
2. Die Standsicherheit der Grube ist sowohl lokal als auch global gegeben, so daß Gefährdungen für Beschäftigte und Sachgüter nicht bestehen. Trotz der Ausbau- und Sicherungsmaßnahmen ist lokaler Steinfall in den nicht völlig mit Beton ausgebauten Hohlräumen nicht vollständig auszuschließen.
3. Die Beeinflussung des über dem Grubengebäude liegenden Gebirges im Hinblick auf deren Integrität (Barrierewirkung) durch die Absenkungen werden aufgrund von Analogieschlüssen und Erfahrungswerten als gering bis vernachlässigbar eingeschätzt. Ein zumindest qualitativer Nachweis der Durchlässigkeitserhöhung fehlt jedoch.

Gewisse Unsicherheiten in den Aussagen sind bedingt durch Unsicherheiten in einigen Parametern (Spannungsfeld, Porendruck), sie beeinträchtigen die grundsätzlichen Aussagen allerdings nicht, da mit ausreichender konservativen Annahmen operiert wurde. Im Sinne einer wirklichkeitsnäheren Modellierung und des vertretbaren Zusatzaufwandes wird eine Nachbetrachtung zu oben genannten Unsicherheitsfaktoren empfohlen.

6.9 Zusätzliche Wirkfaktoren auf Natur und Landschaft

Das Niedersächsische Naturschutzgesetz faßt Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können, als Eingriff in Natur und Landschaft auf (§ 7 NNatG). Als zusätzlicher Wirkfaktor im Sinne der Systematik von Umweltverträglichkeitsprüfungen sind hier also die Veränderungen der Gestalt oder Nutzung der Grundfläche zu betrachten. Bei den Eingriffen in Natur und Landschaft jedoch handelt es sich um die durch das Vorhaben ausgelösten Beeinträchtigungen, die im Rahmen dieses Gutachtens in der späteren Wirkungsanalyse behandelt werden.

Sachverhaltsdarstellung:

In der Allgemeinverständlichen Zusammenfassung zum Plan Konrad nach § 6 UVPG behandelt der Antragsteller im Kapitel "Beschreibung von Art und Menge der zu erwartenden Emissionen und Reststoffe" u.a. "Eingriffe in Natur und Landschaft". Der Antragsteller identifiziert Eingriffe in Natur und Landschaft vor allem in zwei Bereichen:

Zum einen wird die Ausbildung des Senkungstroges über dem Grubengebäude behandelt, zum anderen werden Eingriffe durch die Verkehrsanbindung Konrad 2 dargestellt. Die zu erwartende Ausbildung des Senkungstroges wurde bereits ausführlich in Abschnitt 6.8 behandelt.

Die Veränderungen an der Gestalt oder Nutzung von Grundfläche im Zusammenhang mit der Verkehrsanbindung wurden in diesem Gutachten unter Punkt 3.4.5.3 beschrieben. Da diese Veränderungen der Nutzung der betroffenen Flächen als "zusätzliche Wirkfaktoren" zu sehen sind, seien sie an dieser Stelle noch einmal zusammengefaßt:

Der Antragsteller sieht vor, in der Schienenanbindung eine Direktverbindung vom Übergabebahnhof Beddingen zur Schachanlage Konrad 2 zu schaffen. Hierzu ist es notwendig, die vorhandene Strecke der Verkehrsbetriebe Peine-Salzgitter GmbH zu verschwenken. Die Neubaustrecke zweigt mit einem Radius von 190 m von der vorhandenen Strecke G (Hütte Nord/Hafen Salzgitter Beddingen) in Richtung Westen ab.

Schacht Konrad 2 wird außerdem über eine neue Zufahrtsstraße erschlossen. Die Einfahrt kann nur über die Industriestraße Nord aus Richtung Westen erreicht werden. Im Ausfahrtbereich wird die Industriestraße Nord neu gestaltet. Der Straßenquerschnitt wird dem im Bereich Beddingen angepaßt. Von der südlichen Fahrspur der Industriestraße Nord wird in Richtung Schachtgelände eine Verzögerungs- bzw. Beschleunigungsspur geführt. 250 m vor Einfahrt in das Betriebsgelände Schacht Konrad wird eine Pkw-Unterstellhalle errichtet. Vor der Einfahrt wird parallel zur Straße eine Haltebucht für vier LKW's angelegt. (Plan Konrad 4/90, Verkehrsanbindung, Seite 20 - 25).

Darüberhinaus geht der Antragsteller bereits auf die Eingriffe durch die Verkehrsanbindung Konrad 2 in Natur und Landschaft des Planungsgebietes ein. Er nennt die betroffenen Biotop- und Nutzungstypen sowie ihr biotisches Inventar. Er qualifiziert auch die als unvermeidbar angesehenen Beeinträchtigungen von Natur und

Landschaft, z.B. den Verlust des für den Naturschutz besonders wertvollen Waldrandes und den Verlust eines Teils der für den Naturschutz besonders wichtigen Industriebrachfläche.

Der Gutachter:

Nach Auffassung des Gutachters sind die vorliegenden Unterlagen über zu erwartende Veränderungen der Gestalt und Nutzung von Grundfläche vollständig, soweit diese sich auf die neuen Verkehrsanbindungen zum Standort Konrad 2 beziehen. Wie schon in der Einleitung erwähnt, macht der Antragsteller außerdem Angaben zu Eingriffen in Natur und Landschaft im Sinne von § 7 NNatG, die an dieser Stelle verfrüht sind. An dieser Stelle ist es wichtig festzuhalten, daß die genannten Straßen als Verkehrsflächen genutzt werden sollen und überwiegend versiegelt werden. Die sich daraus ergebenden Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft wird der Gutachter im Zusammenhang mit seiner eigenen Wirkungsanalyse darstellen.

Außerdem ist nach Ansicht des Gutachters die Ablagerung von Haufwerk und die damit verbundene Verfüllung des Tagebaus Haverlahwiese als eine Veränderung der Gestalt und Nutzung der betroffenen Fläche zu werten. Auch diese Veränderung ist geeignet, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und das Landschaftsbild zu beeinträchtigen (vgl. auch Kap. 6.3). Sie ist mithin als "zusätzlicher Wirkfaktor auf Natur und Landschaft" anzusehen.

Bauliche Veränderungen auf dem Betriebsgelände der beiden Schachtanlagen behandelt der Antragsteller im Abschnitt "Eingriffe in Natur und Landschaft" nicht. Der Gutachter hat die vorgesehenen baulichen Veränderungen in Kap. 3.4.3 nachvollzogen. Nach Auffassung des Gutachters sind die vorgesehenen Veränderungen der Gestalt und Nutzung der beiden Betriebsgrundstücke geeignet, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und das Landschaftsbild zu beeinträchtigen. Dies gilt u.a. für die zusätzlichen Flächenversiegelungen an den beiden Schachtanlagen, die sich negativ auf die Umweltbereiche Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser und Klima auswirken können. Die Untere Naturschutzbehörde der Stadt Salzgitter bezeichnet die zusätzlichen Flächenversiegelungen als "massiv" (Schreiben der Stadt Salzgitter am das NMU vom 22.09.1992). Dem Gutachter fehlen jedoch Angaben über Art und Umfang der schon bestehenden und zusätzlichen Versiegelungen im Bereich der beiden Schachtanlagen (s. Kap. 3.4.3.1), so daß eine Wirkungsanalyse der Beeinträchtigungen durch die zusätzliche Flächenversiegelung nicht möglich ist. Der Gutachter verweist auf die detaillierten Ausführungen zu diesem Punkt in Kap. 9.

Der zu erwartende Senkungstrog wurde vom Gutachter in Kap. 6.8 behandelt. Mögliche Auswirkungen des Senkungstrog, die als Eingriffe in Natur und Landschaft zu werten wären, wie z.B. Risse in der Bodendecke des Salzgitter-Zweigkanals, Beeinflussung der Fließgeschwindigkeit von Aue und Erse, dauerhafte Grünlandvernässung oder Ansammlungen von Oberflächenwasser im Wirkungsbereich des Absenkungstrog werden in Kap. 8.4.4.5 dieses Gutachtens behandelt.

6.10 Wirkfaktoren auf Kultur- und sonstige Sachgüter

In Kapitel 5 wurde ausgeführt, daß im Zusammenhang mit dem Projekt Endlager Schacht Konrad als Kultur- und sonstige Sachgüter im Sinne des UVPG insbesondere das unter Denkmalschutz stehende Doppelbock-Fördergerüst von Schacht Konrad 1 sowie die Erzlagerstätte zu betrachten sind.

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller macht in seiner Allgemeinverständlichen Zusammenfassung zum Plan Konrad nach § 6 UVPG keine Angaben zu Wirkfaktoren auf Kultur- und sonstige Sachgüter. Einschlägige Angaben finden sich jedoch verstreut in anderen der Genehmigungsbehörde vorliegenden Unterlagen.

Zur Einbringung der denkmalfachlichen Belange in das Planfeststellungsverfahren legte das Institut für Denkmalpflege (Außenstelle für den Regierungsbezirk Braunschweig) mit Datum vom 21.09.1992 eine Begründung zur Denkmaleigenschaft der Schachanlage und der dazugehörigen technischen Anlagen vor. Demnach stellt das Doppelbockgerüst einen einzigartigen städtebaulichen Akzent im Raum Salzgitter dar. Darüber hinaus sind aber auch die in ihrem ursprünglichen Zustand erhaltenen Aggregate und Maschinen von "unvergleichbarem denkmalpflegerischen Wert, dem im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens nach Atomgesetz bisher keine Berücksichtigung geschenkt wurde" (Schreiben des Instituts für Denkmalpflege vom 21.09.1992). Demnach sind schutzwürdig auch die "Einseil-Köpe-Förderanlage, die Gleichstromfördermotoren und sogar der historische Bestand der vorhandenen Armaturentechnologie".

Alle diese Einrichtungen sind für die künftige Nutzung von Schacht I als Förderschacht für große Mengen Haufwerk eher hinderlich. Es ist zu erwarten, daß eine

Fördertechnologie, die dem modernen Stand der Technik entspricht, eingebaut wird.

Zur Eisenerzlagerstätte finden sich u.a. Ausführungen im NLFb-Zwischenbericht. Schon beim derzeitigen Erkundungsstand gelten die Erzvorräte des Gifhorner Troges als bedeutende Zukunftsreserve (NLFb-Zwischenbericht 5/90, Seite 207). Die vom NLFb 1978 veröffentlichte Naturraumpotentialkarte Niedersachsen ("Tiefliegende Rohstoffe, Erze") zeigt die Lage des Vorkommens im Bereich Salzgitter-Gifhorn. Im Südostzipfel des Vorkommens, dessen Erzgehalt mit 1,4 Milliarden Tonnen angegeben wird, befindet sich die Grube Konrad.

Die dreidimensionalen Modellrechnungen des Antragstellers (vgl. Plan Konrad 4/90, Kap. 3.9 Langzeitsicherheit) ergaben, daß sich in der Nachbetriebsphase radionuklidbelastete Tiefenwässer nach Norden durch den Einlagerungshorizont bewegen und im Falle eines der drei möglichen Ausbreitungspfade die Erzvorkommen auf einer Länge von 33 km kontaminieren werden. Das würde bedeuten, daß eine künftige detaillierte Erkundung und ein Abbau der Erze erschwert würde oder unmöglich wäre.

Der Gutachter:

Der Gutachter folgt der Auffassung des Niedersächsischen Instituts für Denkmalpflege in seiner Begründung zur Denkmaleigenschaft der Schachtanlage. Das Auswechseln der gesamten fördertechnischen Einrichtungen auf Schacht Konrad 1, das im Zuge der künftigen Nutzung der Schachtanlage erforderlich wird, ist als "Wirkfaktor auf Kultur- und sonstige Sachgüter" anzusehen. Dieser Gesichtspunkt ist entscheidungserheblich. Es sei allerdings angemerkt, daß damit in keiner Weise die Bewertung dieses Gesichtspunktes in der späteren Gesamtbewertung der Auswirkungen des Vorhabens durch den Gutachter vorweggenommen ist.

Die Kontamination eines größeren Teils des Gifhorner Troges, die Abbau und Erkundung der Erze erschweren und unmöglich machen würde, wird vom Gutachter als "Wirkfaktor auf sonstige Sachgüter" bewertet. Die Auswirkungen dieses Wirkfaktors sind in der späteren Wirkungsanalyse und in der anschließenden Bewertung zu betrachten.

6.11 Technische Störfälle

Wie im Normalbetrieb gehen auch im Störfall spezifische Emissionen von geplanten Vorhaben aus, deren Intensität bzw. Ausbreitung sich jedoch wesentlich vom Normalbetrieb unterscheiden.

Nach Atomrecht ist ein Störfall ein Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszulegen ist oder für den vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.

Nach § 28 (3) StrlSchV müssen bauliche oder sonstige technische Schutzmaßnahmen gegen Störfälle in oder an einem Kernkraftwerk so ausgelegt werden, daß im ungünstigsten Störfall die Körperdosen in ihrer Umgebung höchstens die Werte der Anlage X der StrlSchV Tabelle X 1 Spalte 2, ausgenommen den dort angegebenen Wert für die Schilddrüse, erreichen (für die Schilddrüse max. 150 mSv).

Ein Ereignisablauf, der für eine oder mehrere Personen eine die Grenzwerte der Anlage X Tabelle X1, Spalte 2 übersteigende Strahlenexposition zur Folge haben kann, wird als Unfall bezeichnet (s. Tab. 6.11-1).

Tab. 6.11-1: Grenzwerte der Körperdosen im Kalenderjahr für beruflich strahlenexponierte Personen und Bruchteile dieser Grenzwerte in mSv

Tabelle X 1

Körperdosis	Grenzwerte der Körperdosis für beruflich strahlenexponierte Personen im Kalenderjahr		
	Kategorie A	Kategorie B	1/2 Kategorie A
1	2	3	4
1. Effektive Dosis, Teilkörperdosis: Keimdrüsen, Gebärmutter, rotes Knochenmark	50	15	5
2. Teilkörperdosis: Alle Organe und Gewebe, soweit nicht unter 1., 3. oder 4. genannt	150	45	15
3. Teilkörperdosis: Schilddrüse, Knochenoberfläche, Haut, soweit nicht unter 4. genannt	300	90	30
4. Teilkörperdosis: Hände, Unterarme, Füße, Unter- schenkel, Knöchel, einschließlich der dazugehörigen Haut	500	150	50

¹⁾ Zur Berechnung der effektiven Dosis bei einer Ganz- oder Teilkörperexposition werden die Äquivalentdosen der in Tabelle X2 genannten Organe und Gewebe mit den Wichtungsfaktoren der Tabelle X2 multipliziert und die so erhaltenen Produkte addiert.
Die Summe der aus Ganzkörper- und Teilkörperexpositionen bei äußerer und innerer Strahlenexposition errechneten Beträge zur effektiven Dosis darf den Grenzwert der effektiven Dosis nicht überschreiten. Darüber darf die Summe der durch Ganz- und Teilkörperexpositionen bei äußerer und innerer Strahlenexposition erhaltenen Teilkörperdosen eines Körperteils den zugehörigen Grenzwert der Teilkörperdosis nicht überschreiten.

Quelle: Anlage X zur StrlSchV

Der Gutachter setzt sich im folgenden mit der Auswahl der betrachteten Störfälle und in einem weiteren Schritt mit den Auswirkungen von Störfällen auseinander. Ziel ist es, die Emissionen der geplanten Anlage im Störfall zu erfassen, gleichzeitig aber die verschiedenen vom Antragsteller betrachteten Störfälle auf Relevanz und Vollständigkeit zu untersuchen.

6.11.1 Darstellung möglicher Störfälle

Sachverhaltsdarstellung:

Durch den Antragsteller erfolgt eine systematische Analyse der möglichen Störfälle (EU 228). In dieser Arbeit wurden 79 Ereignisse, die aufgrund der Betriebsabläufe in der Schachanlage Konrad vorstellbar sind und bei denen mechanische und/oder thermische Einwirkungen auf die Abfallgebinde auftreten können, analysiert. Die Analyse umfaßt die Identifizierung und Klassifizierung dieser Ereignisabläufe und die Zusammenfassung zu Störfallgruppen je nach zu erwartender Eintrittshäufigkeit. In dieser Analyse werden Ereignisse, die aufgrund von exogenen Einwirkungen auftreten, berücksichtigt.

Bei der Betrachtung der Störfälle wird unter Berücksichtigung der unterschiedlichen zu erwartenden Freisetzungsmechanismen und Auswirkungen wie folgt unterschieden:

- Störfälle im übertägigen Anlagenbereich
- Störfälle beim Schachttransport
- Störfälle im untertägigen Anlagenbereich.

Weiterhin erfolgte in Anlehnung an die Störfalleitlinien eine Ermittlung der repräsentativen Auslegungstörfälle und eine Einteilung dieser Auslegungstörfälle in zwei Klassen:

- Störfälle, die in ihren radiologischen Auswirkungen durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallgebinde begrenzt werden (Störfälle der Klasse 1)
- Störfälle, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebinden vermieden werden (Störfälle der Klasse 2).

Störfälle der Klasse 1

Tab. 6.11-2: Auslegungsstörfälle der Klasse 1, die in ihren radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallbinde begrenzt werden

Störfallgruppe	Störfalldefinition		Bemerkungen
	Ereignis	Lastannahme	
1.1 Übertägige Anlage			
1.1.1. Absturz von Abfallbinden bei der Handhabung	Absturz von Containern oder Tauschpaletten mit Abfallbinden von Transportmitteln oder Umschlagseinrichtungen (z. B. Kran) auf den Hallenboden	- Lastart: Prall* - Absturzhöhe: 3 m - Aufprallgeschwindigkeit: 8 m/s	Für die Berechnung der radiologischen Auswirkungen wird der aus den Lastannahmen resultierende Quellterm zugrunde gelegt.
1.2 Schachtförderanlage	-	-	-
1.3 Untertägige Anlage			
1.3.1. Absturz von Abfallbinden bei der Handhabung	Absturz von Containern oder Tauschpaletten von Transportmitteln oder Umschlagseinrichtungen	- Lastart: Prall* - Absturzhöhe: 5 m - Aufprallgeschwindigkeit: 10 m/s	Für die Berechnung der radiologischen Auswirkungen wird der aus den Lastannahmen resultierende Quellterm zugrunde gelegt.
1.3.2. Brand eines Transportmittels	Thermische Einwirkung auf Abfallbinde infolge Fahrzeugbrand	- Temperatur-Zeitverlauf s. Abb. 3.5.2/1 - Brandgut: Dieselöl, Hydrauliköl und sonstige Öle (zus. ca. 700 l), Gummi	Für die Berechnung der radiologischen Auswirkungen wird der aus den Lastannahmen resultierende Quellterm zugrunde gelegt.
*) Unter Prall wird ein Stoß oder eine stoßartige Belastung der Abfallbinde verstanden.			

(Quelle: Plan Konrad 4/90).

In Plan Konrad (4/90) und EU 010.2 sind die repräsentativen Lastfälle dargestellt.

übertägiger Anlagenbereich

- Absturz einer Transporteinheit am Füllort (max. zwei Abfallbinde) aus 3 m in der Umlade- oder Pufferhalle
 - Lastart: Prall
 - Absturzhöhe: 3 m
 - Aufprallgeschwindigkeit: 8 m/s
- Absturz eines Abfallbindes aus < 1,20 m Höhe im Sonderbereich (Lastfall durch 3 m-Fall abgedeckt, jedoch anderer Ausbreitungsmechanismus)

untertägiger Anlagenbereich

- Absturz eines Abfallgebindes aus ≤ 5 m auf den Kammergrund
 - Lastart: Prall
 - Absturzhöhe: 5 m
 - Aufprallgeschwindigkeit: 10 m/s
- Absturz einer Transporteinheit am Füllort (Container oder Transportpalette mit max. zwei zylindrischen Abfallgebinden) aus $< 1,75$ m Höhe (Lastfall durch 5 m-Fall eines einzelnen Gebindes abgedeckt)
- Prall eines Transportfahrzeuges gegen den Stoß mit einer Geschwindigkeit < 4 m/s und anschließende thermische Beaufschlagung einer Transporteinheit durch ein Schadensfeuer.

Dabei wird nach EU 132 folgender Temperatur-Zeit-Verlauf angenommen:

- für die Zeit $0 \leq t < 5$ min: linearer Anstieg der Temperatur von 30 °C auf 800 °C
- für die Zeit $5 \leq t < 65$ min: konstante Temperatur bei 800 °C
- zum Zeitpunkt $t = 65$ min: Temperaturabfall von 800 °C auf 30 °C
- ab $t = 65$ min: konstante Temperatur von 30 °C

Als Brandgüter kommen Dieselöl, Hydrauliköl, sonstige Öle sowie Gummi und Kunststoffe zum Einsatz. Nach Aussage des Antragstellers (Plan Konrad 4/90) beeinflusst eine dem Brand vorausgehende mechanische Einwirkung infolge Kollision aufgrund der geringen Maximalgeschwindigkeit der Transportmittel von 4 m/s das Schadensbild nicht.

Störfälle der Klasse 2

Störfälle, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebinden vermieden werden, sind der Störfallklasse 2 zugeordnet. Eine Auflistung solcher Störfälle enthält die Tab. 6.11-3.

In dieser Tabelle, sowie in Kap. 3.5.2.2 (Plan Konrad 4/90) sind auch die Begründungen für die Einordnung in die Störfallklasse 2 gegeben.

So wird z.B. ein Brand in der Umladehalle durch das Minimieren von Brandlasten und das Fernhalten von Zündquellen als vermieden angesehen. Falls es dennoch zu einem Brand kommen sollte, ist nach Angaben des Antragstellers durch die Installation entsprechender Branderkennungs- und Löscheinrichtungen eine Brandbekämpfung noch in der Entstehungsphase möglich, so daß eine Freisetzung radioaktiver Stoffe ausgeschlossen werden kann.

In EU 238 wurden durch eine probabilistische Bewertung der einzelnen Ereignisse die Störfalleintrittswahrscheinlichkeiten ermittelt. In Anlehnung an Kröger (1988) wurde davon ausgegangen, daß die Anlage sicherheitstechnisch ausgewogen ist, wenn

- ein als Auslegungsstörfall der Klasse 1 eingestuftes Ereignis mit einer Häufigkeit zu erwarten ist, die das Ereignis max. einmal während der Betriebszeit der Anlage eintreten läßt,
- eine Auslegungsstörfall der Klasse 2 mit einer Häufigkeit zu erwarten ist, die dem Restrisiko zugeordnet werden kann. Dies wird unterstellt, wenn ein Ereignis mit einer Häufigkeit $< 10^{-5}/a$ zu erwarten ist.

Ereignisse, die während der Betriebszeit mehrfach auftreten können und deren Eintrittshäufigkeit demnach höher ist, als sie für Störfallklasse 1 zugelassen ist, werden als Betriebsstörung eingestuft. Diese Betriebsstörungen zählen nicht zu den Störfällen und dürfen daher nicht zu Abfallgebindebelastungen mit Aktivitätsfreisetzung führen.

Der Gutachter:

Die vom Antragsteller durchgeführte Störfallanalyse entspricht der üblichen Vorgehensweise im Genehmigungsverfahren für kerntechnische Anlagen in der Bundesrepublik. Zu bedenken ist jedoch die hohe Ungenauigkeit der probabilistischen Bewertung der einzelnen Ereignisse aufgrund der Tatsache, daß für die Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeiten keine Daten aus vergleichbaren Endlagern zur Verfügung standen und auf die Statistiken von vergleichbaren Industrieanlagen zurückgegriffen werden mußte.

Die Analyse der Betriebsabläufe zur Identifizierung möglicher Störfallereignisse hält der Gutachter für umfassend, lediglich ein Absturz mehrerer schon eingelagerter Gebinde im Betriebsbereich Einlagerungskammer ist nicht betrachtet worden.

Nach EU 421 erfolgt die Einlagerung der Gebinde durch Aufbau von Stapeln im Einlagerungsschacht. Während des Aufbaus dieser Stapel ist beim Zurückfahren des Gabelstaplers ein Umreißen des Stapels nicht auszuschließen. Ein Nachweis, daß dieser Fall nicht eintreten kann, fehlt in den Unterlagen zur Störfallbetrachtung.

Der TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt hat angekündigt, zu dieser Möglichkeit in seinem Abschlußbericht Stellung zu nehmen.

Beim Umreißen des Stapels erscheint ein Absturz von bis zu 4 zylindrischen Gebinden aus einer Höhe von ca. 4 m und 3 zylindrischen Gebinden aus einer Höhe von ca. 3 m möglich. Bei der Einlagerung von Abfallcontainern ist ein Absturz eines Containers aus ca. 3 m Höhe und von ein bzw. zwei Containern aus etwa 2 m möglich. Auch für dieses Ereignis ist eine probabilistische Bewertung und eine Untersuchung der möglichen Freisetzungsrates erforderlich.

In einer Stellungnahme des TÜV-Hannover/Sachsen-Anhalt wird den Aussagen des BfS (EU 352, EU 393) über die Errichtung einer Filteranlage für die Grubenwetter Stellung bezogen. Dabei kommt der TÜV zu dem Ergebnis, daß die Realisierung einer Bedarfsfilteranlage für die Grubenwetter nicht ausgeschlossen erscheint. Für die Beurteilung der Realisierbarkeit sind weitere Untersuchungen durch den Antragsteller erforderlich. Des weiteren werden im Kapitel "Störfallanalyse" des TÜV mehrere Hinweise auf organisatorische und technische störfallvermeidende Maßnahmen gegeben, deren Beachtung durch den Antragsteller erforderlich ist. Im Rahmen seines Abschlußberichtes wird der TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt ebenfalls eine endgültige Stellungnahme zu diesem Sachverhalt abgeben.

6.11.2 Auswirkungen der betrachteten Störfälle

Sachverhaltsdarstellung:

Bei den Störfällen der Klasse 1 werden die potentiellen radiologischen Auswirkungen durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallgebände begrenzt. Als Restriktionen für die Störfallauswirkungen in der Umgebung stehen die Störfallplanungs-werte gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV fest.

Um diese Werte einhalten zu können, geht der Antragsteller wie folgt vor:

1. Ermittlung der Freisetzung von Aktivitätsanteilen aus dem Gebinde (EU 10.2)
2. Bestimmung des Ausbreitungsverhaltens und der Rückhalteeigenschaften der Anlage.
3. Bestimmung der radiologischen Belastungen der Umgebung für verschiedene Nuklide bei Annahme einer Einheitsaktivität im Gebinde.
4. Bestimmung des zulässigen Aktivitätsinventars für die einzelnen Nuklide auf der Basis der radiologischen Belastung und Grenzwerte gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV.

Mit dieser Vorgehensweise ist es nach Ansicht des Antragstellers möglich, die Überschreitung vorgegebener Höchstwerte der Körperdosen in der Umgebung der Anlage bei Störfällen zu verhindern (§ 28 Abs. 3 der StrlSchV).

Die Betrachtung der Störfälle erfolgt getrennt für die verschiedenen Behälterklassen und Abfallproduktgruppen. Die Beschreibung und Einteilung ist dem Plan Konrad zu entnehmen. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte des Vorgehens betrachtet.

Schritt 1: Ermittlung der Freisetzung von Aktivitätsanteilen aus dem Gebinde

Der Ermittlung der Freisetzungsteile (nachfolgend Quelltermbestimmung) liegen die o.g. Auslegungstörfälle zugrunde:

- Absturz einer Transporteinheit aus 3 m Höhe.
- Absturz einer Transporteinheit aus 5 m Höhe.
- Prall einer Transporteinheit gegen den Stoß mit einer Maximalgeschwindigkeit von < 4 m/s und anschließende thermische Beaufschlagung einer Transporteinheit durch ein Schadensfeuer.

Eine ausführliche Beschreibung der Quelltermbestimmung erfolgt in EU 10.2.

Als Grundlage für die Bestimmung der freigesetzten Aktivitätsanteile wird eine homogene Verteilung der Aktivität im Abfallprodukt angenommen.

Weiterhin wird bei der Quelltermbestimmung die Aktivitätsfreisetzung für ein Gebinde ermittelt. Es kann sich dabei um einen Container oder aber auch um ein zylindrisches Gebinde handeln, von dem sich bis zu 2 Stück auf einer Transportpalette befinden.

Abschätzung der Freisetzungsteile bei mechanischer Beaufschlagung

Ausgehend von den theoretischen Grundlagen zur Bildung und Beschreibung von Partikelsystemen werden die Quellterme für die verschiedenen Behälterklassen und Abfallproduktgruppen bestimmt. Die freisetzbare Aktivität ist an Partikel mit einem aerodynamisch äquivalenten Durchmesser $< 100 \mu\text{m}$ gebunden.

Für die Abfallproduktgruppen 01, 02, 03, 04 der Behälterklasse I wird unterstellt, daß die freigesetzte Aktivität durch dispergierbare Bestandteile im Abfallprodukt bestimmt wird. Angaben zur Partikelverteilung und zum Dispersionsverhalten basieren auf der Auswertung experimenteller Untersuchungen.

Der Antragsteller geht weiterhin davon aus, daß die Intensität der durch mechanische Belastung bedingten Aktivitätsfreisetzung aus Abfallgebinden der Behälterklasse II die des Lastfalles durch thermische Beaufschlagung nicht überschreitet.

Abschätzung der Freisetzungsteile bei thermische Beaufschlagung

Für die Bestimmung des Quellterms werden relevante Freisetzungsmechanismen (Pyrolyse oder Verbrennen des Abfallproduktes, Verdampfen von Wasser im Abfallprodukt, Sublimation oder Verdampfen radioaktiver Stoffe) beschrieben und quantifiziert.

Nachfolgend werden den einzelnen Abfallproduktgruppen der Behälterklasse I relevante Freisetzungsmechanismen zugeordnet, die Aktivitätsfreisetzung wird quantifiziert. Die Aktivitätsfreisetzung der Behälterklasse II wird modelliert und ebenfalls quantifiziert.

Schritt 2: Bestimmung des Ausbreitungsverhaltens und der Rückhalteeigenschaften der Anlage

Die Bestimmung des Ausbreitungsverhaltens der Partikel und der Rückhalteeigenschaften der Anlage erfolgt in den EU's 36.2, 36.5 und 36.6. Darüberhinaus enthält der Zwischenbericht des TÜV (TÜV 1991) eine ausführliche Bewertung der Aussagen des Antragstellers.

Die vom TÜV Hannover als konservativ bewerteten, partikelgrößenabhängigen Abscheideraten in den untertägigen Strecken werden in der Tabelle 6.10.2 aufgeführt. Die Abscheideraten wurden experimentell bestimmt und die Rückhaltefaktoren aus diesen Werten ermittelt.

Tab. 6.11-4: Partikelgrößen-spezifische Abscheideraten in den untertägigen Strecken

Partikelgröße (µm)	gemessene Abscheiderate (1/s)	Rückhaltefaktoren
0 - 5	0	0
5 - 10	$1,6 \cdot 10^{-3}$	0,15
10 - 20	$1,6 \cdot 10^{-3}$	0,15
20 - 30	$3,0 \cdot 10^{-3}$	0,26
30 - 40	$6,7 \cdot 10^{-3}$	0,49
40 - 50	$11,8 \cdot 10^{-3}$	0,69
50 - 60	$18,5 \cdot 10^{-3}$	0,84

Schritt 3: Bestimmung der radiologischen Belastung der Umgebung für verschiedene Nuklide bei Annahme einer Einheitsaktivität im Gebinde

Die Bestimmung der radiologischen Belastung der Umgebung erfolgt in EU 371. Die Anforderungen der AVV zu § 45 StrlSchV vom 21. Februar 1990 sind berücksichtigt. Auch wenn die o.g. AVV nicht für Störfälle gültig ist, so sind die in ihr verankerten Berechnungsgrundlagen als Stand von Wissenschaft und Technik anzusehen und somit auch als Störfallberechnungsgrundlagen heranziehbar.

Es werden die Auslegungstörfälle

- Absturz einer Transporteinheit in der Umladehalle,
- Absturz einer Transporteinheit in der Pufferhalle,
- Absturz einer Transporteinheit in der Einlagerungskammer,
- Brand eines Transportfahrzeuges in der Einlagerungsstrecke

betrachtet (EU 371, S. 1).

Bei der Auswahl der Einzelnuklide sind alle in den zur Einlagerung vorgesehenen radioaktiven Abfällen vorkommende Radionuklide mit einer Halbwertszeit größer 10 Tagen (insgesamt 86 Nuklide) berücksichtigt worden.

Ziel dieser Untersuchung war die Bestimmung der radiologischen Belastung des kritischen Organs durch die störfallbedingte Emission in der Umgebung der Anlage

für jedes Nuklid, jede Behälter- bzw. Abfallproduktklasse und jeden Auslegungsfall.

Als Basis für die Aktivitätsfreisetzung durch den Störfall in die Atmosphäre dienen die bereits beschriebenen Annahmen. Zur Bestimmung der freigesetzten Aktivität ging der Antragsteller von einer Einheitsaktivität im Gebinde aus, die für alle Nuklide gleich groß ist.

Dabei wird vorausgesetzt, daß sich im Gebinde nur ein Nuklid befindet. Tochternuklide werden berücksichtigt, soweit ihre Aktivität den Faktor 10^{-5} der Aktivität des Ausgangsnuklids überschreitet.

Es werden folgende Expositionspfade berücksichtigt:

- äußere Exposition durch Beta-Strahlung in der Abluftfahne (Beta-Submersion)
- äußere Exposition durch Gamma-Strahlung in der Abluftfahne (Gamma-Submersion)
- äußere Exposition durch Gamma-Strahlung über kontaminiertem Boden (Bodenstrahlung)
- innere Exposition durch Radionuklide, die mit der Luft inhaliert werden (Inhalation), für Partikel $< 10 \mu\text{m AED}$
- innere Exposition durch Verzehr kontaminierter Nahrungsmittel (Ingestion)

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in EU 371 dargestellt.

Im Zwischenbericht des TÜV Hannover (TÜV 1990) ist diese Vorgehensweise (noch ohne Berücksichtigung der AVV zum § 45 StrlSchV von 1990) bewertet worden. Der TÜV Hannover hat einige Berechnungen stichprobenhaft überprüft und kam zu den gleichen Ergebnissen wie der Antragsteller.

Schritt 4: Bestimmung des zulässigen Aktivitätsinventars im Behälter für die einzelnen Nuklide auf der Basis der radiologischen Belastung und Grenzwerte gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV

Der § 28 Abs. 3 StrlSchV fordert, daß bei Störfällen festgelegte Körperdosen in der Umgebung nicht überschritten werden dürfen.

Deshalb ist es notwendig, das maximale Behälterinventar für jedes Nuklid und jede Behälter- bzw. Abfallproduktklasse zu bestimmen. Für Nuklidgemische wird ein Summenkriterium festgelegt, um unzulässige Belastungen auszuschließen.

In einem ersten Schritt wird aus den Belastungen des kritischen Organs für jedes Nuklid, jede Behälterklasse bzw. Abfallproduktgruppe und jeden betrachteten Störfall eine maximal zulässige Aktivität im Behälter ermittelt, bei deren Einhaltung die Grenzwerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV gerade noch eingehalten werden. Dafür wird die vorausgesetzte Einheitsaktivität um die Differenz zwischen der daraus resultierenden Organbelastung und den Störfallgrenzwerten nach § 28 Abs. 3 StrlSchV vergrößert oder verkleinert.

In einem nächsten Schritt wird die maximal zulässige Aktivität für jedes Nuklid und jede Abfallbehälterklasse ermittelt. Dabei werden für die verschiedenen Störfälle die zulässigen Aktivitäten miteinander verglichen. Der maximale Wert dient als Grundlage für die Bestimmung des um den Faktor 0,7 geringeren Aktivitätsgrenzwertes.

Aus EU 371 ist ersichtlich, daß die übertägigen Lastfälle mit mechanischer Einwirkung in der Umladehalle und in der Pufferhalle in keinem Fall maßgeblich für die Festlegung von Aktivitätsgrenzwerten sind. Für die Abfallproduktgruppe 2 der Behälterklasse I sind die untertägigen Lastfälle mit mechanischer und mit thermischer Einwirkung gleichermaßen maßgeblich. Für die übrigen Abfallproduktgruppen der Behälterklasse I ist ausschließlich der untertägige Lastfall durch thermische Einwirkung von Bedeutung.

Zur Bestimmung der zulässigen Aktivitätsinventars im Gebinde wird das Summenkriterium herangezogen.

$$S_s = V_s \cdot \sum \frac{A(i)}{G_s(i, p, k)} < 1$$

$S_s =$	Summenwert
$A(i) =$	Radioaktivität des Nuklids i im Abfallgebäude z.B. $A(\text{Cs } 137) =$ Aktivität des Nuklids Cs 137
$G_s(i, p, k) =$	aus Störfallrechnung für die Abfallproduktgruppe p (insgesamt 6) und Behälter der Abfallklasse k ($k=I$ oder $k=II$) ermittelter Aktivitätsgrenzwert des Gebindes
$V_s =$	Verpackungsfaktor; er wird berücksichtigt wenn mehr als ein Abfallbehälter vom Störfallereignis betroffen sein kann.

Das Summenkriterium ist erfüllt, wenn die mit dem Verpackungsfaktor multiplizierte Summe der Verhältniszahlen aus der Aktivität einzelner Radionuklide im Gebinde und dem jeweiligen Aktivitätsgrenzwert kleiner als 1 ist. In diesem Fall ist sichergestellt, daß es bei Störfällen zu keiner Überschreitung von Dosisgrenzwerten kommen kann. Der Verpackungsfaktor beträgt

- 1 falls das Abfallgebände im Endlager Konrad einzeln oder allein auf einer Tauschpalette gehandhabt wird,
- 2 falls zwei Abfallgebände auf einer Tauschpalette gehandhabt werden.

Bei einem Verpackungsfaktor > 1 muß die Summenformel auch für ein einzelnes Radionuklid ($i=1$) erfüllt sein.

Der Antragsteller hat aufgrund ihrer erhöhten radiologischen Bedeutung 30 Leitnuklide festgelegt und nach absteigender radiologischer Bedeutung aufgeführt. Ihre Aktivität im Abfallgebände wird angegeben und bei der Bestimmung des Summenkriteriums berücksichtigt, falls sie 1 % des betreffenden Aktivitätsgrenzwertes übersteigt.

Für die zu den sonstigen Einzelnukliden zählenden Radionuklide, die bezüglich möglicher Störfallauswirkungen im Vergleich zu den Leitnukliden radiologisch geringere Bedeutung haben, kann bei der Anwendung des Summenkriteriums der Aktivitätsgrenzwert für sonstige Alpha- bzw. Beta/Gamma-Aktivität herangezogen werden. D.h. für alle Einzelnuklide, die nicht zu den Leitnukliden zählen, genügt die pauschale Angabe der nach Alpha- oder Beta/Gamma-Strahlern aufgeschlüsselten Summenaktivität. Da der Aktivitätsgrenzwert für unspezifizierte Alpha- bzw. Beta/Gamma-Aktivität mit dem Aktivitätsgrenzwert des untersten Alpha-Strahlers (Pu 239) bzw. Beta/Gamma-Strahlers (Cs 137) aus der Liste der Leitnuklide identisch ist, sind diese Werte abdeckend für die Aktivitätsgrenzwerte aller sonstigen Einzelnuklide.

Falls in einem Abfallgebände eines oder mehrere der sonstigen Einzelnuklide Aktivitäten aufweisen, die einen nennenswerten Bruchteil des zugehörigen Aktivitätsgrenzwertes ausmachen, besteht die Möglichkeit, deren Aktivität explizit anzugeben und bei der Anwendung des Summenkriteriums die Aktivitätsgrenzwerte der betreffenden Einzelnuklide 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-Akti-

vität ist wiederum der Aktivitätsgrenzwert für sonstige Alpha- bzw. Beta/Gamma-Strahler bei der Anwendung des Summenkriteriums heranzuziehen.

Diese in Verbindung mit der Anwendung des Summenkriteriums (4.) aufgeführten Regeln haben, eine möglichst einfache, praxisnahe und der radiologischen Bedeutung der Radionuklide angepasste Vorgehensweise zum Ziel.

Der Gutachter:

Die Angaben des Antragstellers zu den Auswirkungen von Störfallereignissen sind ausführlich nachvollziehbar und geeignet, den Nachweis zu erbringen, daß die in der Störfallanalyse betrachteten Störfälle die Störfallplanungsrichtwerte des § 28 StrlSchV nicht überschreiten.

Die fachliche Richtigkeit der Aussagen wird im Zwischenbericht des TÜV Hannover bewertet, dessen Ergebnis sich der Gutachter anschließt. Die Beachtung der Hinweise dieses Berichtes durch den Antragsteller wird an dieser Stelle noch einmal gefordert. Die Forderungen des TÜV sollten vom Antragsteller umgesetzt werden.

6.11.3 Transportunfälle

Sachverhaltsdarstellung:

Der Antragsteller macht in seinen Unterlagen keine Angaben zu möglichen Transportunfällen außerhalb des Betriebsgeländes.

Die GRS hat im Auftrag des BMU eine "Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transports radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad" (vgl. GRS 1991) erstellt.

Im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministerium wurde vom Beirat für Fragen des Kernenergieausstiegs (BFK) die "Identifizierung von Schwachstellen der GRS-Transportstudie Konrad" vorgenommen (Hirsch 1992).

Darüberhinaus hat die Gruppe Ökologie im Auftrag der Stadt Braunschweig eine "Gutachterliche Stellungnahme zu Gefahren durch den Transport radioaktiver Ab-

fälle zum geplanten Endlager Konrad für das Gebiet der Stadt Braunschweig" erstellt (vgl. GÖK 1991).

Im folgenden werden die Aussagen der GRS-Studie den Aussagen der Schwachstellenidentifizierung des BFK gegenübergestellt. Im Anschluß daran werden die wesentlichen Inhalte der gutachterlichen Stellungnahme der Gruppe Ökologie dargestellt.

Transportstudie Konrad (GRS)

Schwachstellenidentifizierungsstudie (BfK)

Der GRS-Studie (GRS 1991) sind auf der Grundlage verschiedener Belastungsklassen, Abfallgebindegruppen und Freisetzungsklassen die Risiken des Transports radioaktiver Abfälle im Nahbereich des geplanten Endlagers Konrad zu entnehmen. Der Nahbereich der Anlage ist definiert als Umkreis mit einem Radius von 25 km um das Endlager, in dem alle Abfalltransporte zum Endlager zusammenlaufen.

Sie unterscheidet zwischen Bahntransport, Rangierbetrieb und Straßentransport. Als Referenzszenarien werden 100 % Schienentransport sowie 80 % Schienen- und 20 % Straßentransport angenommen.

Es wird davon ausgegangen, daß das Szenario mit 20 % Straßentransport den Straßentransportanteil wahrscheinlich überschätzt (GRS 1991, S. 25). Hierzu bemerkt die BfK-Studie, daß "diese Annahmen (...) nicht mit den Angaben im Plan des Bundesamtes für Strahlenschutz für die Schachanlage Konrad" übereinstimmen.

Dort wird im Zusammenhang mit der Berechnung der Strahlenexposition am Zaun des geplanten Endlagers von zwei Extremfällen ausgegangen, und zwar 100 % Bahnanlieferung bzw. je 50 % Anlieferung mit Bahn und LKW. Weiter wird festgestellt: "Dies deckt die erwartete Anlieferung von 80 % Bahnanlieferung und 20 % LKW-Anlieferung ab" (BfS 1990, S. 3.4.7-24). Das Verhältnis 80/20 entspricht danach also den zu erwartenden Verhältnissen und nicht einem eingrenzenden Fall. Als Grenzfall hätte die GRS dementsprechend das Verhältnis 50/50 betrachten müssen" (BfK 1992, S. 11).

Belastungsklassen

"In bezug auf mögliche Unfallauswirkungen sind die unfallbedingt auftretenden mechanischen und/oder thermischen Belastungen der Abfallgebinde wesentlich. Diese bestimmen in Verbindung mit den Eigenschaften des Abfallbehälters und des darin

befindlichen Abfallproduktes (...) das Ausmaß der Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung" (GRS 1991, S. 52).

Die wesentlichen, möglichen Belastungen im Fall eines Transportunfalles sind dabei die Aufprallgeschwindigkeit, die für den mechanischen Energieeintrag verantwortlich ist, sowie der Brandzeit-Temperatur-Verlauf, der den thermischen Energieeintrag bestimmt. Die in Tabelle 6.11-5 dargestellten Klassen BK 1, 4 und 7 repräsentieren Ereignisabläufe, bei denen die auftretenden Behälterbelastungen ausschließlich mechanischer Art sind. Bei den übrigen Klassen handelt es sich um Ereignisse, bei denen zusätzlich ein Brand auftritt. Ereignisse, bei denen es ausschließlich zu einem Brand kommt, werden vereinfachend in die Klassen BK 2 bzw. 3 eingefügt.

Tab. 6.11-5: Definitionsschema der neun Belastungsklassen

mechanische Einwirkung (Aufprallgeschwindigkeit)	keine thermische Einwirkung	therm. Einwirkung 30 Minuten, 800 °C	therm. Einwirkung 60 Minuten, 800 °C
0 bis 35 km/h	BK 1	BK 2	BK 3
36 bis 80 km/h	BK 4	BK 5	BK 6
über 80 km/h	BK 7	BK 8	BK 9

Quelle: GRS 1991

Weiter werden bei der Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeiten von der GRS u.a. folgende (pessimistische) Grundannahmen getroffen:

- "Sowohl für Schienen- als auch für Straßentransport wird angenommen, daß die Transporte innerhalb des 25 km-Umkreises jeweils 50 km Fahrstrecke zurücklegen, bis sie das Endlager erreichen, (GRS 1991, S. 50).
- Die Geschwindigkeit des Transportmittels vor dem Unfall bestimmt, in welches Geschwindigkeitsintervall (0 - 35 km/h, 36 - 80 km/h, > 80 km/h) die Unfallbelastung betroffener Fahrzeuge (Waggons bzw. LKW-Auflieger) eingestuft wird (vgl. GRS 1991, S. 100).

- Die Unfallbelastung der Fahrzeuge wird mit der Unfallbelastung des Abfallbehälters gleichgesetzt (vgl. GRS 1991, S. 108).
- Für die Bestimmung des Abfallbehälterverhaltens und der resultierenden Freisetzung wird unterstellt, daß die Unfalleinwirkungen der Obergrenze der jeweiligen Belastungsklasse entsprechen. Für den Geschwindigkeitsbereich > 80 km/h wird dabei eine Geschwindigkeit von 110 km/h angesetzt. "Beispielsweise werden Unfallbelastungen entsprechend einem Aufprall mit 5 km/h wie ein Aufprall mit 35 km/h behandelt, bei dem die Energieeinwirkung ca. das 50fache beträgt. Außerdem wird zusätzlich angenommen, daß das Abfallgebäude auf eine Oberfläche auftritt, die einem unnachgiebigen Fundament entspricht. Jedes Brandereignis wird durchgängig wie ein schwerwiegender Brand mit besonders ungünstiger Einwirkung auf große und schwere Abfallbehälter eingestuft, indem vollständige Feuerumschließung bei ungünstiger Kombination von Brandtemperatur (800 °C) und Branddauer (30 bzw. 60 Minuten) angenommen wird" (GRS 1991, S. 108).

Hierzu heißt es in der Studie des BFK: "Unstrittig ist, daß diese Annahmen einen hohen Anteil real auftretender Brandklassen abdecken. Jedoch können weder länger andauernde Brände (...) noch höhere Feuertemperaturen (...) ausgeschlossen werden" (BFK 1992, S. 19).

Bei der Bestimmung des Transportuntallrisikos unterstellt die GRS-Studie für den Bahn- bzw. Straßentransport folgende Annahmen:

Annahmen Bahntransport

- "Es wird nicht berücksichtigt, daß die Transporteinheiten in mehrachsigen, vergleichsweise stabilen Güterwaggons befördert werden, die allseitig umschlossen sind" (GRS 1991, S. 108).
- "Jeweils zwei Transporteinheiten befinden sich auf dem Güterwaggon" (GRS 1991, S. 89).
- "Abfälle aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente im Ausland werden in Ganzzügen mit 20 Waggons, die jeweils zwei Transporteinheiten führen, befördert" (GRS 1991, S. 89).
- Abfälle sonstiger Verursacher werden im Regelgüterverkehr (in sog. Buntzügen) befördert. Dabei wird für die Endlagerregion, in der aufgrund von Rangiervorgängen häufiger Abfallwaggons verschiedener Verursacher in einem Güterzug mitgeführt werden können, angenommen, daß der Zugverband mit gleicher Häufigkeit 1 bis max. 9 Waggons mit radioaktiven Abfällen führt (vgl. GRS 1991, S. 89).

Annahmen Straßentransport

Aufgrund der Größe und des Gewichts der Transporteinheiten wird jeweils eine Transporteinheit auf einem Sattelzug befördert.

Annahmen Rangierbetrieb

Es werden alle Unfälle der Klasse für mechanische Einwirkungen im Geschwindigkeitsbereich 0-35 km/h zugeordnet (vgl. GRS 1991, Anhang II, S. 40)

Die GRS-Studie führt hier jedoch folgende Einschränkungen auf:

"In seltenen, besonders ungünstig gelagerten Einzelfällen ist es möglich, daß dieses Modell die tatsächlichen Unfallbelastungen unterschätzt. Denkbar wäre zum Beispiel, daß im Verlauf eines Unfalls im Geschwindigkeitsbereich 0 bis 35 km/h schwere Lasten (z.B. das Triebfahrzeug) auf den Transportbehälter stürzen oder daß bei einem Zusammenstoß ein Zug mit wesentlich höherer Fahrgeschwindigkeit den Transportbehälter ungünstig trifft. In einem solchen Fall würde der Energieeintrag in das Abfallgebände unter Umständen größer sein als es einem Aufprall auf eine unnachgiebige Fläche mit 35 km/h entspricht. Auch im Bereich der obersten Geschwindigkeitskategorie (unterstellter Aufprall mit 110 km/h) sind solche Überschreitungen nicht auszuschließen. Im Rahmen der Risikoermittlung, bei der ein großes Spektrum von Unfallkonstellationen betrachtet wird, ist die Vorgehensweise jedoch angemessen vorsichtig, da derartige Einzelereignisse durch nachfolgend aufgeführte, im hohen Maße abdeckende Annahmen kompensiert werden:

1. Die Verwendung der Intervallobergrenze und nicht z.B. des Mittelwertes führt ganz überwiegend zu einer teilweisen erheblichen Überschätzung der Unfallgeschwindigkeit.
2. Verringerung der Geschwindigkeit des Transportgutes vor dem Aufprall, z.B. beim Rutschen eines Waggons nach Entgleisung, werden nicht berücksichtigt.
3. Die unterstellte harte, unnachgiebige Aufprallfläche ist in realen Unfallsituationen nur in Ausnahmefällen gegeben, z.B. massive Brückenpfeiler, wohingegen im allgemeinen nachgiebige bzw. zerstörbare Flächen, wie Böschungen und Gebäude, vorhanden sind" (GRS 1991, S. 54 f).

Hierzu führt die BFK-Studie aus, daß die Argumentation, eine Unterschätzung der tatsächlichen Unfallbelastung werde konservativ entgegengewirkt, indem die jeweilige Intervallobergrenze und nicht z.B. der Mittelwert betrachtet wird, nur dann in sich schlüssig wäre, wenn es nicht möglich ist, daß Unfallabläufe bei Geschwindigkeiten im nächst höheren Bereich nicht sprunghaft schwerer werden, also mit erheblich größeren Freisetzungen verbunden sind. Doch gerade beim Rangierbetrieb wird laut GRS-Studie (Anhang IV) darauf hingewiesen, daß sich die Freisetzungen für verschiedene Abfallgebändegruppen drastisch erhöhen, wenn die zweite Stufe

der mechanischen Belastung (35-80 km/h) statt der ersten zugrundegelegt wird (vgl. BFK 1992, S. 21).

Weiter heißt es in der BFK-Studie:

"Nicht berücksichtigt werden andere Arten mechanischer Belastung wie z.B. Einwirkungen dornartiger Gegenstände, Quetschbelastungen oder Stoßbelastungen durch andere Fahrzeuge. Bei den ersten Belastungsarten kann es schon bei erheblich geringeren Geschwindigkeiten zum Behälterversagen kommen" (BFK 1992, S. 19).

Das Ergebnis der GRS-Studie sind Häufigkeitsverteilungen für die effektive Lebenszeitdosen sowie der Cs 137 äquivalenten Bodenkontaminationen, die aufgrund von Transportunfällen mit Freisetzung radioaktiver Stoffe hervorgerufen werden. Dabei unterscheidet die Studie zwischen

- 100 % Bahnbeförderung,
- 80 % Bahn- und 20 % LKW-Beförderung sowie
- dem Rangierbetrieb (vgl. GRS 1991, S. 114 f).

Diese Differenzierung wird von der GRS mit unterschiedlichen Eintrittswahrscheinlichkeiten für die betrachteten Szenarien begründet. Und auch der Beirat für Fragen des Kernenergieausstiegs schreibt in seiner Studie: "Die Annahmen zur Verteilung der Abfalltransporte auf die Verkehrsträger (...) beeinflussen die Ergebnisse der Risikoabschätzung in einem beachtlichen Ausmaß. (...) Dies zeigt folgende Gegenüberstellung, die direkt aus den Ergebnissen der GRS (S. 117-132) abgeleitet ist, und abgesehen von der Umrechnung dieser Ergebnisse auf das Szenario 50 % Schiene/50 % Straße keine von den Annahmen der GRS abweichende oder über sie hinausgehende Annahmen enthält:

Tab. 6.11-6: Unfallwahrscheinlichkeiten pro Jahr

	100 % Schiene	80 %/20 %	50 %/50 %
Unfall mit rad. Freisetzung	3,2 E-3	8,1 E-3	1,6 E-2
Unfall mit nat. jährl. Strah- lenexp. (250 m)	1,1 E-4	3,5 E-4	7,2 E-4
Unfall mit Störfall- Dosisricht- wert (250 m)	2,1 E-6	2,6 E-6	3,3 E-6

Quelle: GRS 1991; BFK 1992

Wie ersichtlich, beträgt die Spannweite der Ergebnisse im Falle der mittleren Unfallkategorie fast eine Größenordnung" (BFK 1992, S. 16).

Für die Interpretation der Ergebnisse der GRS-Studie sind folgende Informationen von Bedeutung:

- Die nachfolgend genannten Häufigkeiten beziehen sich auf den gesamten Nahbereich des Endlagers, also auf einen Umkreis von 25 km-Radius um die Anlage.
- Die aufgeführten effektiven Dosen geben die Höhe der Strahlenexpositionen an, die in der näheren Umgebung eines Unfallortes bei Aufenthalt in Richtung der Schadstoffausbreitung auftreten können. Die angegebenen Werte beziehen sich auf potentielle Strahlenexpositionen in Richtung der Ausbreitung. Andere Bereiche außerhalb eines Sektors von etwa 30° in jeweiliger Ausbreitungsrichtung wären nicht betroffen.
- "Bei den Berechnungen von potentiellen Strahlenexpositionen infolge unfallbedingter Freisetzungen radioaktiver Stoffe wurde angenommen, daß sich Personen in bestimmten Entfernungen - z.B. 250 m, 1.150 m, 6.250 m - vom Unfallort in der Richtung aufhalten, in die sich aufgrund des vorherrschenden Windes jeweils die Schadstofffahne ausbreitet. Dabei wird unterstellt, daß sich die Person an dem betreffenden Aufpunkt über die Dauer des Vorbeizugs der luftgetragenen radioaktiven Stoffe im Freien aufhält (Inhalationspfad, Wolkenstrahlung). Außerdem hält sie sich in diesem Bereich während der nächsten 70 Jahre auf (Bodenstrahlung) und bezieht von dort ihre Nahrungsmittel (Ingestionspfad)"(GRS 1991, S. 118).
- Die genannten Wahrscheinlichkeiten und Dosen erfassen für das gesamte Spektrum möglicher Freisetzungen bei Transportunfällen mit Abfallgebinden die potentiellen resultierenden Strahlenexpositionen von Personen. Sie geben gleichzeitig die Häufigkeiten an, mit der solche

Auswirkungen irgendwo innerhalb des 25 km-Umkreises um das Endlager auftreten können.

- Bei den Berechnungen von potentiellen Strahlenexpositionen sind keine Gegenmaßnahmen unterstellt worden. D.h. insbesondere, daß die Beseitigung von auf Bewuchs und anderen Flächen abgelagerten radioaktiven Stoffen nach einem Unfall oder andere Maßnahmen zur Reduktion möglicher Strahlenexpositionen nicht angenommen wurden.
- Die kürzeste Entfernung, für die Ergebnisse vorliegen, beträgt 250 m. Für geringere Entfernungen von einem Unfallort sind Berechnungen von potentiellen Strahlenexpositionen ohne Annahme irgendwelcher Gegenmaßnahmen nach Unfalleintritt zunehmend unrealistischer. Zudem ist mit Brandereignissen, die zu deutlich höheren Freisetzungen von Partikeln im lungengängigen Größenbereich führen als rein mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde, ein thermischer Aufstieg der Schadstofffahne verbunden. Dies führt im Ergebnis dazu, daß bei Brandereignissen die maximalen bodennahen Schadstoffkonzentrationen erst in Entfernungsbereichen von einigen 100 m auftreten.

Die GRS-Studie kommt zu folgenden Ergebnissen:

100 % Bahnbeförderung

- Mit einer Wahrscheinlichkeit von $2 \cdot 10^{-6} \text{ a}^{-1}$ geschieht ein Unfall mit Freisetzung radioaktiver Stoffe, der in 250 m Entfernung vom Unfallort in Ausbreitungsrichtung eine effektive Lebenszeitdosis bewirkt, die dem Störfalldosisrichtwert (50 mSv, § 28 StrSchV) entspricht.
- Bewirken einer effektiven Lebenszeitdosis, die der Dosis aufgrund der natürlichen Strahlenexposition eines Jahres entspricht (250 m Entfernung, Wahrscheinlichkeit des Unfalleintritts: $8 \cdot 10^{-5} \text{ a}^{-1}$; 6.250 m Entfernung, Wahrscheinlichkeit des Unfalleintritts: $1,3 \cdot 10^{-7} \text{ a}^{-1}$)
- Bewirken einer effektiven Lebenszeitdosis von 100 mSv (250 m Entfernung, Wahrscheinlichkeit des Unfalleintritts: $1 \cdot 10^{-7} \text{ a}^{-1}$)
- Mit einer Wahrscheinlichkeit von $9 \cdot 10^{-6} \text{ a}^{-1}$ geschieht ein Unfall mit Freisetzung radioaktiver Stoffe, der in 250 m Entfernung vom Unfallort in Ausbreitungsrichtung eine Cs 137 äquivalente Bodenkontamination von $2 \cdot 10^4 \text{ Bq/m}^2$ bewirkt (Dieser Wert entspricht ca. der Cs 137-Kontamination nach Tschernobyl in München).

80 % Bahn- und 20 % Straßenbeförderung

- Mit einer Wahrscheinlichkeit von $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ a}^{-1}$ geschieht ein Unfall mit Freisetzung radioaktiver Stoffe, der in 250 m Entfernung vom Unfallort in Ausbreitungsrichtung eine effektive Lebenszeitdosis bewirkt, die dem Störfall-Dosisrichtwert (50 mSv, § 28 StrSchV) entspricht.
In 1.200 m Entfernung verringert sich die Dosis auf ca. 1/10.

Rangierbetrieb

- Mit einer Wahrscheinlichkeit von $1,25 \cdot 10^{-7} \text{ a}^{-1}$ geschieht ein Unfall mit Freisetzung radioaktiver Stoffe, der in 250 m Entfernung vom Unfallort in Ausbreitungsrichtung eine effektive Lebenszeitdosis bewirkt, die dem Störfall-Dosisrichtwert (50 mSv, § 28 StrSchV) entspricht.

Gefahren durch den Transport radioaktiver Abfälle (Gruppe Ökologie)

Die Gruppe Ökologie untersucht in ihrer Studie (GÖK 1991) im wesentlichen zwei Szenarien

- Unfall mit mechanischer Belastung
- Unfall mit mechanischer Belastung und Folgebrand

und beschreibt die möglichen Auswirkungen dieser Unfälle.

Als Transportbehälter für die radioaktiven Abfälle wird der Container Typ V gewählt, da dieser die höchsten Aktivitätsgrenzwerte für ein mögliches Radionuklidinventar besitzt. Das radioaktive Inventar umfaßt in der Studie die Nuklide Cäsium und Plutonium, da diese für die Unfallauswirkungen auf Stadtgebiet die größte Bedeutung haben. Die Nuklide werden überwiegend in einer Zementmatrix eingebunden zum Endlager transportiert.

Das Inventar wurde unter Zugrundelegung der im Antrag (BfS 1990) angegebenen Aktivitätsgrenzwerte pro Gebinde und der Summenkriterien festgelegt.

Das in der Tabelle 6.11-7 wiedergegebene Inventar für den Container Typ V beruht für die Cs-Isotope auf dem Summenkriterium der thermischen Beeinflussung des Wirtgesteins (etwa 60 % des Störfall-Summenkriteriums). Für Pu wurde auf der

Grundlage des Summenkriteriums für die Kritikalität ausgehend vom Isotop 239 ein Pu-Vektor angesetzt (etwa 70 % des Störfall-Summenkriteriums).

Tab. 6.11-7: Inventar eines Container Typ V für zwei Grenzfälle in Bq

Isotop	Inventar [Bq]
Cs 134	$2.3 \cdot 10^{13}$
Cs 137	$1.9 \cdot 10^{13}$
Pu 238	$2.8 \cdot 10^{12}$
Pu 239	$5.0 \cdot 10^{11}$
Pu 240	$6.3 \cdot 10^{11}$
Pu 241	$4.2 \cdot 10^{13}$

Quelle: GÖK 1991

Bei den oben genannten Annahmen muß beachtet werden, daß das angenommene Inventar nicht in jedem Fall abdeckend ist, da für die aus der thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins und der Kritikalität abgeleiteten Aktivitätsgrenzwerte bzw. Summenkriterien Überschreitungen zulässig sind, wenn dafür andere Abfallgebände der Einlagerungskampagne entsprechend unterhalb der Grenzwerte liegen. Beim Transport kann das oben angegebene Inventar also auch größer sein.

Ein Unfall beim Transport radioaktiver Abfälle führt zu einer mechanischen und/oder thermischen Belastung des Abfallgebändes. Die Höhe der Belastung bestimmt, wie stark der Behälter beschädigt und wieviel des Inventars freigesetzt wird.

In der Studie der Gruppe Ökologie werden für das oben angegebene Inventar (vgl. Tabelle 6.11-7) jeweils zwei Unfallabläufe beschrieben, die die Bandbreite der Möglichkeiten aufzeigen. Unfälle, die innerhalb dieser Bandbreite liegen, können nach GÖK 1991 an jedem Ort in Braunschweig auf den Transportstrecken stattfinden. Belastungen der Abfallgebände, die zwischen denen der beiden beschriebenen Unfallabläufe liegen, führen demnach entsprechend auch zu Auswirkungen innerhalb dieser Bandbreite.

Bei den Betrachtungen der Gruppe Ökologie werden nur Freisetzungen in die Atmosphäre berücksichtigt.

Unfall mit mechanischer Belastung

Das Unfallszenario wurde für einen Container Typ V mit zementierten Abfällen entwickelt.

Stoß- oder Aufprallbelastungen des Behälters können beim Transport mit Bahn oder LKW auftreten z.B. bei einem Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug, Aufprall auf ein Hindernis, Herabfallen des Containers mit oder ohne Fahrzeug von einer Brücke oder Herabfallen einer anderen Last auf den Container. Auch das Losreißen des Behälters nach dem Entgleisen eines Eisenbahnwaggons ist möglich.

Die Gruppe Ökologie nimmt in ihrer Studie folgende Versagensgrenzen für mechanische Belastungen an:

- Verlust der Behälterintegrität bei Geschwindigkeiten von
 - > 35 km/h bei Stoß- und Aufprallbelastungen
 - < 35 km/h bei Quetschbelastungen
 - > 15 km/h bei Punktbelastungen
- Zerstörung des Behälters bei Geschwindigkeiten von
 - > 50 km/h bei allen Arten von Belastungen.

Gegen Quetschbelastungen sind die meisten Behälter zwar grundsätzlich empfindlicher, hier ist jedoch hauptsächlich ein Auffahren eines beladenen Eisenbahnwaggons oder einer Lokomotive mit nachfolgendem Quetschen des Containers gemeint. Ein entsprechender Unfall kann auch beim Rangieren passieren.

Eine Punktbelastung kann bei einem Transportunfall z.B. durch Aufprall des Behälters auf tragende Teile des Fahrzeugaufbaus, Ausleger eines Kranwagens, Ladungsteile eines anderen Fahrzeugs (T-Träger, Eisenstangen usw.) und Leitplanken, Pfosten oder Hydranten entstehen.

Für das in diesem Abschnitt beschriebene Unfallszenario wird ein Zusammenstoß oder Aufprall eines Fahrzeugs angenommen, bei dem die Relativgeschwindigkeit des Behälters ca. 50 km/h beträgt, bzw. ein Rangierunfall, bei dem ein beladener Waggon mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h so auf den Behälter trifft, daß dieser gequetscht wird. Die für die Container-Konstruktion erforderliche Verformungsenergie ist relativ gering.

Der Container versagt durch diese Belastung, die Zementmatrix wird zerbrochen und zum Teil als Brocken und Staub in die Gegend geschleudert. Die Freisetzung radioaktiver Stoffe aus der Zementmatrix erfolgt schlagartig nach Unfalleintritt. Die

radioaktiven Partikel unterschiedlicher Größe (μm -Bereich, siehe Tabelle 6.11-8) werden bodennah, d.h. bis zu einer Höhe von 3 m in die Atmosphäre freigesetzt.

Die Bestimmung der Freisetzungsbeträge ist genauso mit Unsicherheiten belegt wie die des Inventars. Selbst wenn es Versuche gäbe, wären deren Ergebnisse nur schwer auf andere Unfallabläufe zu übertragen.

Die Gruppe Ökologie geht davon aus, daß bei einem Unfall jeweils 0,06 % eines Cs-beladenen Abfalls und eines Pu-beladenen Abfalls auf die beschriebene Weise freigesetzt werden. Je nach Größe der Partikel werden die in Tabelle 6.11-5 angegebenen Anteile des Gesamtinventars (vgl. Tab. 6.11-4) freigesetzt.

Tab. 6.11-8: Freisetzungsbeträge aus einem Container Typ V bei rein mechanischer Belastung in Bq

Isotop	$d \leq 10 \mu\text{m}$	$10 < d \leq 63 \mu\text{m}$	$63 < d \leq 125 \mu\text{m}$
Cs 134	$2.5 \cdot 10^8$	$4.7 \cdot 10^9$	$1.0 \cdot 10^{10}$
Cs 137	$2.1 \cdot 10^8$	$3.9 \cdot 10^9$	$8.9 \cdot 10^9$
Pu 238	$3.1 \cdot 10^7$	$5.9 \cdot 10^8$	$1.2 \cdot 10^9$
Pu 239	$5.5 \cdot 10^6$	$1.0 \cdot 10^8$	$2.1 \cdot 10^8$
Pu 240	$6.9 \cdot 10^6$	$1.3 \cdot 10^8$	$2.6 \cdot 10^8$
Pu 241	$4.6 \cdot 10^8$	$8.8 \cdot 10^9$	$1.8 \cdot 10^{10}$

Quelle: GÖK 1991

Unfall mit mechanischer Belastung und Folgebrand (kombinierte Belastung)

Bezüglich der Widerstandsfähigkeit der Container gegen thermische Einwirkung durch Feuer werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Es muß also von einem Versagen des Behälters bei allen größeren Feuern ausgegangen werden.

In dem hier betrachteten Szenario wird von einer Belastung des Behälters durch Aufprall mit einer Relativgeschwindigkeit von über 50 km/h ausgegangen. In der Folge des Unfalls entsteht zusätzlich ein Feuer, das den Behälter samt Inhalt thermisch belastet. Feuer bei Verkehrsunfällen mit LKW oder Bahn erreichen oft Temperaturen von 800 °C und können auch 1.000 °C weit überschreiten. Damit wird die mechanische Integrität des zementierten Abfalls, die nur bis ca. 400 °C gegeben ist, verletzt.

Die Freisetzung radioaktiver Stoffe bei dieser kombinierten Belastung erfolgt zunächst schlagartig. Die Wärme des Feuers führt anschließend zur Wasserbildung

im Zement. Beim Verdampfen bzw. durch die aufsteigende heiße Luft werden für die Dauer des Brandes weitere radioaktive Stoffe gas- und aerosolförmig freigesetzt und in die Atmosphäre getrieben. In GÖK 1991 wird von einer Freisetzungshöhe von 150 m ausgegangen.

Als Freisetzungsteile werden von der Gruppe Ökologie 4 % des Inventars aus Cs-haltigen Abfällen und 2 % des Inventars aus Pu-haltigen Abfällen angesetzt (siehe Tabelle 6.11-9).

Tab. 6.11-9: Freisetzungsteile aus einem Container Typ V bei kombinierter Belastung in Bq

Isotop	$d \leq 10 \mu\text{m}$
Cs 134	$9.2 \cdot 11$
Cs 137	$7.6 \cdot 11$
Pu 238	$5.6 \cdot 10$
Pu 239	$1.0 \cdot 10$
Pu 240	$1.3 \cdot 10$
Pu 241	$8.4 \cdot 11$

Quelle: GÖK 1991

Auswirkungen

Die Gruppe Ökologie hat unter Anwendung der Störfallberechnungsgrundlagen die Ausbreitung der freigesetzten Anteile der radioaktiven Stoffe berechnet und die Auswirkungen in Form potentieller Individualdosen bzw. Bodenkontaminationen dargestellt.

Den Rechnungen für "Unfall mit mechanischer Belastung" liegt die für bodennahe Freisetzungen ungünstigste Ausbreitungsklasse F und zum Vergleich die neutrale Ausbreitungsklasse (AK) D zugrunde.

Der Unfall führt zu einer sehr hohen Kontamination direkt am Unfallort und in dessen unmittelbarer Umgebung. Dies liegt vor allem am raschen Sedimentieren der mittelschweren und schweren Aerosole. Unter den hier getroffenen Annahmen lagern sie sich bis zu einer Entfernung von ca. 100 m vom Unfallort nahezu vollständig ab. Es ist jedoch zu bedenken, daß ein gewisser Anteil dieser Teilchen auch weiter transportiert wird und zur Belastung in einer Entfernung größer als 100 m beiträgt. Dies wird hier jedoch vernachlässigt.

Die leichten Aerosole haben eine größere Reichweite; die durch sie verursachte Belastung nimmt aber sehr rasch mit zunehmender Entfernung ab. Es gilt die Bedingung, daß das Gauß-Modell erst ab 100 m Entfernung angewendet werden darf. Direkt am Unfallort und in dessen unmittelbarer Umgebung muß jedoch mit sehr viel höheren Belastungen als in 100 m Entfernung gerechnet werden.

Folgen bei Cäsium-Inventar (Unfall mit mechanischer Belastung)

Die Auswirkungen durch die Fraktion der leichten Aerosole sind in 100 m Entfernung nur gering: Bei Ausbreitungsklasse D (nur Fallout) liegt die Bodenkontamination durch Cs 137 bei 1.100 Bq/m^2 , die Gesamt-Cäsium-Kontamination bei 2.400 Bq/m^2 . Daraus resultiert eine Strahlenbelastung für Kleinkinder (70-Jahre-Folgedosis) von 0,8 mSv. Regen führt zu einer Erhöhung um den Faktor 1,7.

Die sehr stabile Ausbreitungsklasse F, bei der es nicht regnet, führt zu einer etwa 7-fach höheren Kontamination bzw. Strahlendosis: In 100 m Entfernung 7.700 Bq/m^2 Cs 137 bzw. 17.000 Bq/m^2 Gesamt-Cäsium.

Folgen bei Plutonium-Inventar (Unfall mit mechanischer Belastung)

Die genannten Zahlenwerte beziehen sich nur auf die Fraktion der leichten Aerosole. In 100 m Entfernung liegt die Dosis bei Ausbreitungsklasse F bei ca. 130 mSv und damit bei weniger als der Hälfte des Störfallgrenzwertes; in 1 km Entfernung beträgt die Dosis noch 6 mSv. Die neutrale Ausbreitungsklasse D führt zu sehr viel geringeren Strahlendosen.

Bei Ausbreitungsklasse F ist durch Kontamination des Bodens mit (Gesamt-) Plutonium bis in gut 200 m Entfernung mit mehr als 7.400 Bq/m^2 zu rechnen. Die neutrale Wetterlage (AK D) führt selbst bei Regen zu wesentlich geringeren Bodenkontaminationen.

In der unmittelbaren Umgebung des Unfallortes (weniger als 100 m) kommt es - je nach Wetterbedingungen - zu massiven Verseuchungen des Bodens mit Plutonium, insbesondere auch durch die mittelschweren und schweren Aerosole.

Auswirkungen des Unfalls mit kombinierter Belastung

Bei diesem Unfallszenario wird von der Gruppe Ökologie angenommen, daß nach mechanischer Einwirkung mit folgendem Brand 4 % des Cäsium-Inventars bzw.

2 % des Plutonium-Inventars eines Containers vom Typ V in eine Höhe von 150 m freigesetzt werden. Dieser Unfall führt zu erheblich schwereren Auswirkungen als der nach alleiniger mechanischer Einwirkung, sowohl hinsichtlich der Folgedosis bzw. Flächenkontamination als auch der Größe des kontaminierten Gebietes.

Die Rechnungen werden für verschiedene Wetterbedingungen durchgeführt: Für die neutrale Ausbreitungsklasse C mit trockener Ablagerung und Regen, die zu den maximalen Bodenkontaminationen führt, und für die sehr instabile Ausbreitungsklasse A bzw. die neutrale Ausbreitungsklasse D. Dabei werden (nicht konservativ) wiederum nur die leichten Aerosole berücksichtigt.

Folgen bei Cäsium-Inventar (Unfall mit kombinierter Belastung)

Die Auswirkungen dieses Unfalls werden hauptsächlich durch die Gammastrahlung der am Boden abgelagerten langlebigen Cäsiumisotope bestimmt. Danach wird in einem Gebiet von 250 m bis etwa 3 oder 4 km Entfernung vom Unfallort eine Dosis von 50 mSv überschritten.

In mehr als 5 km Entfernung vom Unfallort sind Bodenkontaminationen von ca. 100.000 Bq Gesamt-Cäsium/m² zu erwarten. In der Nähe des Unfallortes liegen sie über 2 Millionen Bq/m².

Folgen bei Plutonium-Inventar (Unfall mit kombinierter Belastung)

Die Inhalation von (unlöslichen) Plutonium-Verbindungen führt bei sehr instabilen Ausbreitungsbedingungen (AK A) zu einer Dosisbelastung der Knochenoberfläche von 135 mSv in 250 m Entfernung. Die Dosis nimmt mit der Entfernung rasch ab und beträgt in 2 km Entfernung nur noch 3,5 mSv.

Bei neutraler Ausbreitungsklasse D liegt das Dosismaximum von 27 mSv in etwa 2 km Entfernung; in 5 km Entfernung beträgt die Knochenoberflächendosis noch etwa 14 mSv. (Alle Angaben gelten für Erwachsene).

Andere Wettersituationen verursachen erhebliche Plutonium-Kontaminationen des Bodens. Für die neutrale Ausbreitungsklasse C sind bei Regen in der Nähe (250 m) Gesamt-Plutoniumkontaminationen von etwa 1,2 Millionen Bq/m² zu erwarten, in 5 km Entfernung ca. 50.000 Bq/m² und noch in 10 km Entfernung mehr als 10.000 Bq Gesamt-Plutonium/m².

Der Gutachter:

Die BFK-Studie, die im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums die Schwachstellen der GRS-Transportstudie identifizieren sollte, enthält wesentliche Punkte, denen sich der Gutachter anschließt. Die Verteilung der Abfalltransporte auf die jeweiligen Verkehrsträger beeinflusst die Ergebnisse der Risikoabschätzung erheblich. Hier bestehen Kenntnislücken von Seiten des Antragstellers, die der Gutachter bereits in Kap. 3.4.6 genannt hat.

Die Berechnungen der GRS-Studie gehen von Abfallmengen aus, die nach den Antragsunterlagen des BfS das Doppelte betragen können. Es fehlen außerdem konkrete Angaben zum radioaktiven Inventar der verschiedenen Abfallgebinde.

Die von der GRS getroffenen Annahmen zur Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeiten decken nicht das tatsächlich mögliche Spektrum der real auftretenden Brandklassen ab. Hier können insbesondere länger auftretende Brände oder höhere Feuertemperaturen zu anderen Ergebnissen führen. Gleiches gilt für die von der GRS unterstellten Annahmen zur Bestimmung des Transportunfallrisikos. Dies gilt insbesondere für die Einordnung sämtlicher Unfälle beim Rangierbetrieb in die unterste Geschwindigkeitsklasse. Insgesamt wurde nur die Annahme getroffen, daß eine harte, unnachgiebige Aufprallfläche vorliegt. Spitze, dornartige Gegenstände (wie z.B. Leitplanken, Pfosten o.ä.) können jedoch zu Quetsch- und Stoßbelastungen führen, die bereits bei Unfällen mit geringen Geschwindigkeiten ein Behälterversagen verursachen können.

Gemäß der GRS-Studie sind Unfälle, die in geringer Entfernung (250 m) eine effektive Lebenszeitdosis von mehr als 100 mSv bewirken können, trotz sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeiten nicht ausgeschlossen. Desweiteren sind Cs-Kontaminationen von mehr als 100.000 Bq /m² möglich.

Die GRS-Studie unterstellt außerdem, daß nach einem Unfalleintritt für den Nahbereich (<250 m) schnell eingreifende, umfassend wirkende Gegenmaßnahmen getroffen werden und klammert daher diesen Nahbereich aus.

Das von der Gruppe Ökologie angenommene Plutonium-Inventar wird nur zum Teil vom Summenkriterium für die Kritikalität erfaßt (Pu 239 und Pu 241). Die Forderung, daß das Summenkriterium kleiner eins ist, wird hierbei um 10 % überschritten. Zusätzlich sind zwei weitere Pu-Isotope im Behälter vorhanden. Wird das gesamte Pu-Inventar mit Hilfe des Summenkriteriums für die thermische Beeinflus-

sung des Wirtsgesteins geprüft, so wird die Forderung, daß das Summenkriterium kleiner eins ist, um den Faktor 3 überschritten. Hieraus kann geschlossen werden, daß die Produktkontrolle die Annahme bzw. die Anlieferung dieses Abfallproduktes in der Regel ablehnen wird.

Die Gruppe Ökologie unterstellt ein Nuklidinventar, das nach Ansicht des Gutachters unrealistisch ist. Die angenommenen Freisetzungsanteile sind nicht nachvollziehbar dargestellt.

Zusammenfassend ist zu bemerken, daß Ergebnisse, die hohe Dosen bzw. Kontaminationen (verteilt über große Flächen) bewirken, weniger wahrscheinlich sind, als solche Ergebnisse, die niedrige Dosen bzw. Kontaminationen (örtlich begrenzt) bewirken.

Nach Auffassung des Gutachters ist das mögliche Unfallgeschehen - hervorgerufen durch Transportunfälle bei der Beförderung radioaktiver Abfälle - noch nicht umfassend genug dargestellt.

6.11.4 Kritikalitätssicherheit in der Betriebsphase

Sachverhaltsdarstellung:

Die Kritikalitätssicherheit ist in zwei Phasen zu betrachten, in der Betriebs- und in der Nachbetriebsphase. Im folgenden wird zunächst nur die Sicherheit gegen das Eintreten eines kritischen Zustandes in einem, möglicherweise in den Abfallprodukten enthaltenen, Spaltstoffsystem während der Betriebsphase behandelt.

Der Antragsteller gibt im Plan Konrad 4/90 Kap. 3.7.1 an, daß die Kritikalitätssicherheit durch die Einhaltung der Transportvorschriften gewährleistet ist.

Bei der Handhabung der Abfallgebinde sowie bei der Lagerung in der Pufferhalle und der Einlagerung in den Einlagerungskammern ist die Kritikalitätssicherheit laut Antragsteller durch:

- die Begrenzung der Massenkonzentration spaltbarer Stoffe im Abfallprodukt
- und die Begrenzung der Masse an spaltbaren Stoffen bzw. Aktivität pro Abfallgebinde

gegeben.

Die organisatorischen Maßnahmen zur Gewährleistung der Kritikalitätssicherheit sowie die zugrundegelegten Berechnungen sind vom TÜV-Hannover begutachtet und außerordentlich kritisch bewertet worden.

Die Stellungnahme des BfS zu den Hinweisen des TÜV-Hannover liegt dem Gutachter vor; der aktuelle Stand dieser Diskussion ist aber nicht bekannt.

Der Gutachter:

Da der aktuelle Sachverhalt zur Kritikalitätssicherheit derzeit nicht vorliegt, soll an dieser Stelle im UVP-Gutachten einer Bewertung durch den Fachgutachter nicht vorgegriffen werden.

Es steht jedoch fest, daß die Kritikalitätssicherheit letztendlich von der Einhaltung der Konditionierungs- und Transportvorschriften sowie der Beachtung der Grenzwerte abhängig ist und den damit verbundenen Restunsicherheiten unterliegt.

Aus diesem Grund schlägt der Gutachter vor, die Installation eines Kritikalitäts-Detektier- und -Warnsystems in der Pufferhalle und in der Einlagerungskammer zu erwägen, denn das Eintreten eines kritischen Zustandes in einem oder mehreren gestapelten Abfallgebinden kann zu letalen Dosen in der näheren Umgebung und somit zur Gefährdung des Betriebspersonals führen.

Tab. 6.11-3: Auslegungsstörfälle der Klasse 2, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebänden vermieden werden

Störfallgruppe	Störfalldefinition/Ereignis	Bemerkungen
2.1 Übertägige Anlage		
2.1.1 Kollision von Transportmitteln mit Brand	Mechanische und thermische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge Kollision mit Fahrzeugbrand	Diese Störfälle bzw. eine Freisetzung radioaktiver Stoffe werden durch Maßnahmen der Verkehrsführung sowie des aktiven und passiven Brandschutzes, wie Minimierung von Brandlasten und Fernhalten von Zündquellen und Bildung von Brandabschnitten, vermieden.
2.1.2 Fahrzeugbrand	Thermische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge Fahrzeugbrand	siehe 2.1.1
2.1.3 Anlageninterner Brand	Thermische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge anlageninternen Brand (z. B. Brand in der elektrischen Anlage)	siehe 2.1.1
2.1.4 Anlageninterne Explosion	Mechanische und thermische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge Explosion (z. B. Explosion von Chemikalien)	Diese Störfälle bzw. eine Freisetzung radioaktiver Stoffe werden durch Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes sowie durch Explosionsschutzmaßnahmen, wie Minimierung von Chemikalienmengen, vermieden.
2.1.5 Hochwasser, Blitzschlag, Wind, Eis, Schnee und äußere Brände	äußerer Brand	Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe wird durch Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes vermieden.
	Hochwasser	Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe kann aufgrund der Standortgegebenheiten nicht auftreten.
	sonstige naturbedingte Einwirkungen	Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe wird durch geeignete standortabhängige Maßnahmen (z. B. Blitzschutzanlagen) vermieden.
2.1.6 Erdbeben	Erdbebenauswirkungen auf Abfallgebände in der Umladehalle und der Pufferhalle	Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe wird durch die erdbebensichere Auslegung der Umladehalle und der Pufferhalle sowie der Komponenten vermieden.
2.2 Schachtförderanlage		
2.2.1 Absturz von Abfallgebänden bei der Beschickung des Förderkorbes	Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge Absturzes eines Plateauwagens in den Schacht	Durch Auslegung der Beschickungs- und Verriegelungseinrichtungen und durch Auslegung und Betrieb der Anlage gemäß bergbehördlicher technischer Vorschriften wird der Absturz vermieden.
2.2.2 Absturz von Abfallgebänden bei der Förderung nach unter Tage	Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge Förderkorbbabsturzes	Durch Auslegung und Betrieb der Schachtförderanlage gemäß bergbehördlicher technischer Vorschriften und durch zusätzliche sicherheitstechnische Maßnahmen werden diese Störfälle vermieden.
2.2.3 Übertreiben des Förderkorbes	Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge schweren Übertreibens in den Schachtsumpf oder Festsetzens des Förderkorbes in der Spurlattenverdickung	Durch Auslegung und Betrieb der Schachtförderanlage gemäß bergbehördlicher technischer Vorschriften und durch zusätzliche sicherheitstechnische Maßnahmen (z. B. spezielle Bremsrichtungen) wird das schwere Übertreiben vermieden. Die beim Festsetzen in der Spurlattenverdickung wirkenden Verzögerungskräfte werden durch die Auslegung der Abfallgebände beherrscht.
2.2.4 Absturz von Lasten auf Abfallgebände im Förderkorb	Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge Lastabsturzes	Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe wird durch Auslegung und Betrieb der Schachtförderanlage gemäß behördlicher technischer Vorschriften und durch zusätzliche sicherheitstechnische Maßnahmen (z. B. Sicherung der Anschläge) vermieden.
2.2.5 Anlageninterner Brand	Thermische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge anlageninternen Brand	Diese Störfälle bzw. eine Freisetzung radioaktiver Stoffe werden durch Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes vermieden.
2.2.6 Erdbeben	Erdbebenauswirkungen auf die Schachtförderanlage	Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe wird durch die erdbebensichere Auslegung des Schachtförderturmes vermieden.
2.3 Untertägige Anlage		
2.3.1 Steinfall	Absturz von Gestein auf Abfallgebände	Durch entsprechende technische Maßnahmen der Strecken- und Kammerrückführung und des -ausbaus wird eine Freisetzung radioaktiver Stoffe durch Steinfall vermieden.
2.3.2 Kollision von Transportmitteln mit und ohne Brand	Mechanische und thermische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge Kollision des Transportmittels	Diese Störfälle bzw. eine Freisetzung radioaktiver Stoffe werden durch Maßnahmen der Verkehrsführung und -regelung vermieden.
2.3.3 Anlageninterner Brand (Sonderpunkte, untertägiger Entladebereich)	Thermische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge Brandes an Sonderpunkten mit erhöhtem Gefahrenpotential (z. B. Tankstelle, Öllager und Werkstätten) und am Füllort	Diese Störfälle bzw. eine Freisetzung radioaktiver Stoffe werden durch Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes und durch administrative Maßnahmen (z. B. Betanken nur unbeladener Transportfahrzeuge) vermieden.
2.3.4 Anlageninterne Explosion	Mechanische und thermische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge Explosion (z. B. bei Handhabung und Lagerung von Sprengmitteln)	Diese Störfälle bzw. eine Freisetzung radioaktiver Stoffe werden durch bergbehördliche technische Vorschriften und administrative Maßnahmen (z. B. Handhabung und Lagerung von Sprengmitteln nicht im Kontrollbereich) vermieden.

(Quelle: Plan Konrad 4/90).

7. Wirkfaktoren in der Nachbetriebsphase

Im vorangegangenen Kapitel 6 wurden "Wirkfaktoren" benannt, von denen Auswirkungen auf die Schutzgüter der Umwelt im Sinne des UVPG ausgehen. Die Darstellung beschränkte sich jedoch auf Beeinträchtigungen der Umwelt, die während der Bau- und Betriebsphase des Endlagers auftreten werden.

Beim Endlager Schacht Konrad sind darüberhinaus Auswirkungen in einem sehr weit in die Zukunft reichenden Zeitraum in der Nachbetriebsphase zu erwarten. Deshalb werden in diesem Kapitel die Langzeitausbreitungswege der Radionuklide aus den eingelagerten Gebinden bis zu ihrem Wiedereintritt in die Biosphäre behandelt. Damit sind auch für die Nachbetriebsphase die "Wirkfaktoren" identifiziert. Der Gutachter setzt sich in diesem Kapitel mit dem Langzeitsicherheitsnachweis des Antragstellers und verschiedenen gutachterlichen Stellungnahmen zur Langzeitsicherheit auseinander. Gleichwohl ist das vorliegende Kapitel nicht als Gutachten zur Langzeitsicherheit zu verstehen. Wie in anderen Teilen des Gutachtens auch, geht es darum, die Betrachtungen anderer Gutachter nachzuvollziehen, um die für die Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlichen Unterlagen zusammenstellen zu können. Zweck dieses Kapitels ist es also, die "Wirkfaktoren" zu benennen, die zu einem weit in der Zukunft liegenden Zeitpunkt Beeinträchtigungen der Schutzgüter der Umwelt hervorrufen werden. Die Wirkungsanalyse der Langzeitauswirkungen ist Kapitel 8.5 vorbehalten.

7.1 Einführung, Abgrenzung und UVP-Relevanz

Laut Art. 2 Abs. 2, S. 1, Grundgesetz hat jeder das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit. Demnach stellt sich zunächst die Frage, inwiefern dieses Recht im Zusammenhang mit der Endlagerung radioaktiver Abfälle (in der Bau-, Betriebs- und Nachbetriebsphase) gewährleistet ist und ob gar eine Verfassungswidrigkeit besteht. Der Argumentation Huntemanns (1989) folgend, enthält das Grundgesetz keinen absoluten Grundrechtsschutz, sondern lediglich Anspruch auf Risikominimierung. Der Staat ist nicht dazu verpflichtet, "im Hinblick auf den Betrieb der technischen Anlagen (z.B. eines Endlagers für radioaktive Abfälle (Ergänzung des Gutachters)) nur solche Maßnahmen zu treffen und zuzulassen, bei denen Grundrechtsgefährdungen mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen wären". Das wäre gleichbedeutend damit, "die Grenzen menschlichen Erkenntnisvermögens (zu) verkennen und (...) weiterhin jede staatliche Zulassung der Nutzung von Technik (zu) ver-

bauen" (BVerfG, Beschluß vom 08.08.1978, BVerfGE 49). Nach Huntemann genügt der Staat bereits der Risikominimierung indem er "die Lage und die technischen Daten der in der Bundesrepublik zu errichtenden Endlager dokumentiert, für eine ausreichende Streuung der entsprechenden Dokumente sorgt sowie die notwendigen Maßnahmen zu einer Überwachung der Endlagerstätten anordnet". Die Autorin kommt zu dem Schluß, daß "die Realisierung des Endlagerkonzeptes (...) daher nicht gegen die Verfassung verstoßen" kann (Huntemann, 1989, S. 36). Bereits bzgl. der Genehmigung von Anlagen wird ein "Restrisiko" in Kauf genommen solange die nach "dem Stand der Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist" (§ 7 Abs. 2, S.3 AtG) Satz 3).

Die erforderliche Vorsorge gegen Schäden der Umwelt (Anmerkung des Gutachters: vor allem der Gefährdung von Leben und Gesundheit des Menschen) bezieht sich auch auf die Nachbetriebsphase. Demnach muß ein Nachweis der Langzeitsicherheit eines Endlagers für radioaktive Abfälle erbracht werden. Zentrales Problem ist dabei die Abgrenzung des Nachweiszeitraumes. Der Antragsteller bezieht sich auf die gemeinsame Stellungnahme der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) und der Strahlenschutzkommission (SSK) vom 30. Juni 1988 (vgl. Plan Konrad, Kap. 3.9.2), in der wie folgt argumentiert wird:

- der Nachweiszeitraum "hat sich vor allem an der Siedlungs- und Kulturgeschichte des Menschen zu orientieren"
- die künftige Besiedlungsdauer in der Endlagerregion richtet sich nach "einschneidenden Umgestaltungen der Erdoberfläche" (bedingt durch Meeresspiegelschwankungen/Eiszeiten)
- besondere Bedeutung hat die "Modellierung der hydrogeologischen Gegebenheiten", da das Grundwasser das einzige Transportmedium der Radionuklide zur Biosphäre ist
- "an den in Deutschland infrage kommenden Endlagerstandorten kann daher eine angenäherte Konstanz der für die Ausbreitung maßgebenden hydrogeologischen Verhältnisse höchstens für einen Zeitraum von etwa 10.000 Jahren angenommen werden".

Trotz der oben genannten Argumentation (die auch mitunter international geführt wird), den Langzeitnachweis zeitlich zu begrenzen, vertritt der Gutachter im Sinne der Abschätzung einer möglichen Beeinträchtigung der Umweltgüter folgenden Standpunkt: Der Schutz der Umweltgüter unterliegt laut UVPG keiner zeitlichen Begrenzung. Die Modellierungen zur Nuklidfreisetzung sind daher bis zu dem Zeitpunkt zu verfolgen, in dem die radioaktive Exposition in der Biosphäre auf einen

vernachlässigbaren Wert abgeklungen ist, z.B. weniger als 1 % Zuwachs im akkumulierten Wert zu erwarten ist. Mindestens jedoch sollte das Maximum der Beeinträchtigungen erfaßt werden. Aus der Tatsache, daß die Prognosefähigkeit für große Zeiträume beschränkt ist, leitet der Gutachter nicht die Schlußfolgerung ab, daß dann mögliche Auswirkungen auf die Umwelt nicht mehr zu betrachten sind. Dabei ist klar, daß für Zeiträume von mehreren 10.000 Jahren und mehr die Unsicherheit in den Aussagen stark anwächst und deshalb auch nach alternativen Bewertungsmöglichkeiten gesucht werden sollte.

Gemäß den "Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk" (RdSchr. des BMI vom 20.04.1983; Fachausschuß Brennstoffkreislauf des Länderausschusses für Atomenergie) führt der Antragsteller den Nachweis der Langzeitsicherheit "auf der Basis einer standortspezifischen Sicherheitsanalyse" (Plan Konrad 9/86 i.d.F. 4/90, Kap. 3.9.2).

Die Sicherheitsanalyse für die Nachbetriebsphase des Endlagers Schacht Konrad erstreckt sich auf die Phasen:

1. Mobilisierung und Ausbreitung der Radionuklide im Grubengebäude.
2. Ausbreitung der Radionuklide in der Lithosphäre.
3. Ausbreitung der Radionuklide in der Biosphäre.

Die Transportmodellrechnungen in der Lithosphäre werden unter den folgenden zwei Aspekten vorgenommen:

1. Transportmodellrechnungen für das großräumige Untersuchungsgebiet ohne Einbeziehung der Wirkung der Schächte und alten Bohrungen.
2. Transportmodellrechnungen zur Dichtigkeit der Schächte und alten Bohrungen in der Nachbetriebsphase und deren Einfluß auf die Transportvorgänge im großräumigen Untersuchungsgebiet.

Unter Transportmodellen sollen hier verallgemeinernd alle Codes zur Grundwasser- und Gasströmung, einschließlich des Nuklidtransportes, verstanden werden.

Vom Antragsteller wurden betreffs der Grundwasser- und 2-Phasenströmung (eine gas- und eine flüssige Phase (Wasser)) die Programme SWIFT und FEM-301 (einschließlich der Post-Prozessoren STLINE, SAPT und TRACK) sowie die Programme ECLIPSE 100 eingesetzt, während die Gutachter (TÜV, NLFb) zusätzlich Rechnungen mit den Programmen TOUGH 2, SWIFT, NAMMU und CFEST vorlegen.

Der Antragsteller führt die Rechnungen zum hydrogeologischen Schichtenmodell mit dem Programm SWIFT durch. Diese Rechnungen wurden von der GRS (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH) mit SWIFT und vom Battelle Institut e.V. mit CFEST im Auftrag der Genehmigungsbehörde/TÜV auf der Grundlage von Datenzusammenstellungen des Antragstellers geprüft. Transportrechnungen für radioaktive Stoffe mit dem Grundwasser konnten mit CFEST nur stichprobenartig durchgeführt werden. Die späteren Rechnungen zum Störzonenmodell, die auf eine Forderung des NLFb zurückgehen, erfolgten durch den Antragsteller mit dem Programm FEM 301. Für die Kontrollrechnungen bediente sich die Genehmigungsbehörde/TÜV wiederum CFEST.

Von Genehmigungsbehörde/TÜV wurden über die Kontrolle hinaus zusätzliche Rechnungen mit dem Programm NAMMU durchgeführt, zu denen NLFb (10/90) eigene hydrogeologische Modellvorgaben vorlegt. Diese weichen im Detail von den Aussagen des Antragstellers ab (siehe auch Tab. 5.6-2).

Aufgrund der Tatsache, daß der Fluidtransport den zeitlich-räumlichen Rahmen für eine mögliche Nuklidfreisetzung in der Biosphäre vorgibt, wird den Grundwassertransportberechnungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Für die Modellierung der Nuklidausbreitung werden im Bereich des Grubengebäudes der Code EMOS 2, das Modul REPOS und das Programm MARNIE sowie den Transport durch das Deckgebirge die Programme SWIFT, RANCHMD und CFEST eingesetzt.

Abbildung 7.1-1 zeigt den generellen Modellierungsablauf von der Nuklidfreisetzung in der Grube bis zur Kontamination in der Biosphäre.

In einer weiteren Modellierungsphase erfolgt die Berechnung der Nuklidausbreitung in der Biosphäre:

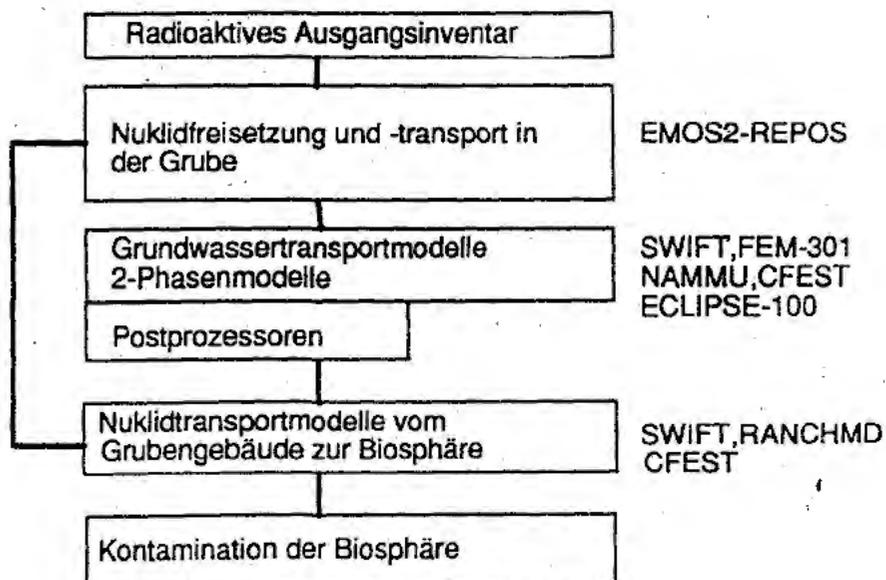
Die Nutzung des oberflächennahen Grundwassers durch den Menschen sowie die so bedingten Expositionspfade (Trinkwasser, Nahrungsmittel, externe Gamma-Be-strahlung durch Radionuklide) werden auf das Ergebnis der Radionuklidkonzentration bezogen, die somit als Berechnungsgrundlage zur Ermittlung der Strahlenexposition nach § 45 StrlSchV dient.

Um die Langzeitsicherheit zu bewerten, werden also die Werte der Individualdosen berechnet und mit den derzeit gültigen Werten nach § 45 StrlSchV verglichen.

Die UVP-Relevanz der Langzeitsicherheit ergibt sich aus der Tatsache, daß mittels der Transportmodelle der räumlich-zeitliche Transport von Schadstoffen (radioaktiven Nukliden) modelliert wird, um Zeitpunkt, Austrittsort und Nuklidinventar (Aktivitätskonzentration) zu prognostizieren und die Auswirkungen auf die Umweltgüter abzuleiten. Die Aussagekraft der Berechnungsergebnisse, auf denen die Beurteilung der Umwelterheblichkeit basiert, ist aufgrund des großen Zeitraumes, oft nicht deterministisch zu bestimmender Anfangs- und Randbedingungen, einschließlich deren zeitlicher Änderung, und des komplexen Transportmechanismus, um nur einige Aspekte zu nennen, besonders zu beurteilen. Eine solche Beurteilung erfordert seitens des Gutachters insbesondere folgende Vorkenntnisse:

- Stand der Qualifizierung (Verifikation, Validierung, Sensitivität) der Transportmodelle.
- Wesentliche Annahmen und Grenzen in den Modellen (die Salinität der Wässer ist bisher nur partiell modellierbar).
- Qualität und Aussagekraft der benutzten Eingangsparameter.
- Übertragung der geologisch-geohydraulischen und nuklidspezifischen Charakteristika in die Transportmodelle.
- Kenntnisstand über die wesentlichen in-situ Transportmechanismen im Modellgebiet (Konzeptionelles Modell).

Abb. 7.1-1: Wesentliche Schritte im Modellierungsablauf zum Nachweis der Langzeitsicherheit



Quelle: Eigener Entwurf

7.2 Verwendete Rechenprogramme

Sachverhaltsdarstellung:

7.2.1 Kurzcharakterisierung der verwendeten Programme

7.2.1.1 Grundwasserströmungsmodelle

SWIFT

SWIFT (EU 036.15) ist ein kombiniertes Grundwasserströmungs-, Wärmetransport- und Stofftransportprogramm auf der Basis der Methode der Finiten Differenzen. Es wird ein gekoppelter Fluid-Wärmetransport in den drei Dimensionen des Raumes und der Zeit (sowohl stationär als auch instationär) modelliert. Anisotropie in den Materialeigenschaften kann mit Ausnahme der Porosität berücksichtigt werden, in vollem Maße gilt dies für die Inhomogenität. Während der Fluidtransport rein konvektiv erfolgt, kann der Wärmetransport auch konduktiv erfolgen. Der zeitlich-räumliche Verlauf von radioaktiven Zerfallsketten kann verfolgt werden. Die Berechnung der Ausbreitung der Wasserinhaltsstoffe erfolgt sowohl advektiv als auch dispersiv. Fluidichte und -viskosität sind eine Funktion des Druckes, der Temperatur und der Konzentration. Der zeitliche Konzentrationsverlauf wird durch Retention, Dispersion und radioaktiven Zerfall beeinflusst.

Programmeigenschaften:

- Es werden wassergesättigte, poröse Medien auf der Grundlage des Darcy'schen Gesetzes behandelt.
- Die Transportgleichungen für die Wasserinhaltsstoffe (Nuklide) werden entkoppelt vom Fluidtransport berechnet, d.h. die Fließgeschwindigkeit, die Porosität, die Fluidichte und -viskosität sind unabhängig von den Wasserinhaltsstoffen.
- Die Implementierung des FD-Algorithmus in Form von achsparallelen Maschen bzw. Blöcken führt zu Schwierigkeiten bei der Diskretisierung schrägstehender Strukturen.
- Einphasige Modellierung (keine Gasphase).
- Zwangsweise Kopplung der Dispersionslängen an die Maschenlänge zur Eingrenzung der numerischen Dispersion.

FEM 301

FEM 301 (EU 237) ist ein dreidimensionales Grundwasserströmungsprogramm für poröse Medien auf Basis der Methode der Finiten Elemente. Die umfangreiche Elementbibliothek erlaubt die Modellierung komplizierter geologischer Strukturen.

Programmeigenschaften:

- Es können wassergesättigte, poröse Medien auf Grundlage des Darcy'schen Gesetzes modelliert werden.
- Es können stationäre Strömungsbedingungen modelliert werden.
- Das Modell beinhaltet keine thermische Kopplung, keinen Transport von Wasserinhaltsstoffen und keine Lösungsprozesse.
- Die Fluidichte ist konstant.
- Einphasige Modellierung (keine Gasphase).

NAMMU:

NAMMU (TÜV 7/1990) ist ein kombinierter dreidimensionaler Grundwasser-, Wärme- und Nuklidtransport-Code auf der Basis der Methode der Finiten Elemente. Eine umfangreiche Elementbibliothek erlaubt die Nachbildung komplizierter geologisch-geometrischer Strukturen. Es besteht die Möglichkeit, eine Rückkopplung der veränderlichen Fluidichte auf das Strömungsfeld zu berücksichtigen. Transiente und stationäre Strömungsbedingungen sind modellierbar. Das Rechenprogramm kann sowohl poröse als auch geklüftete Medien darstellen.

Programmeigenschaften:

- Strömungsmedium und durchströmtes Medium befinden sich im thermischen und Sorptionsgleichgewicht.
- Einphasige Modellierung (keine Gasphase).
- Numerische Instabilitäten bei Peclet-Zahlen ≥ 1 .

CFEST:

CFEST (TÜV 7/1990, Mangold und Tsang 1991) ist ein kombinierter dreidimensionaler Fluid-, Wärme- und Nuklidtransport-Code auf der Basis der Methode der Finiten Elemente. Die Vorgänge können sowohl transient als auch stationär behandelt

werden. Fluidichte und -viskosität sind Funktionen des Druckes, der Temperatur und der Konzentration. Advektion, Dispersion, Diffusion und Sorption sowie radioaktiver Zerfall werden berücksichtigt. Die Berechnung der Nuklidausbreitung ergibt sich aus dem dreidimensionalen Konzentrationsfeld. Eine umfangreiche Elementbibliothek erlaubt die Modellierung geometrisch komplizierter Strukturen.

Programmeigenschaften:

- Die Nuklidtransportrechnung kann jeweils nur ein Nuklid betrachten und keine Verfolgung von Zerfallsketten berücksichtigen.
- Einphasige Modellierung (keine Gasphase).

ECLIPSE 100

ECLIPSE 100 (EU 321 und EU 462) ist ein dreidimensionales Mehrphasenprogramm für poröse und geklüftete Medien (duale Porosität) auf Grundlage der Methode der finiten Differenzen, wobei für beide fluidalen Phasen das Darcy'sche Gesetz gilt. Stationäre und instationäre Strömungsbedingungen bei variablem Sättigungsgrad sind modellierbar. Die unterschiedliche Mobilität der verschiedenen Phasen und die Lösung der Gasphase in der flüssigen Phase werden berücksichtigt. Die Eigenschaften der festen Phase können beliebig heterogen sein.

Modelleigenschaften (in der Anwendungsvariante des Antragstellers):

- Zweidimensionale Betrachtung.
- Konstante Temperatur.
- Phasen sind nicht mischbar.
- Dichte und Viskosität der Phasen sind reine Funktionen des Druckes.
- Das System befindet sich im thermodynamischen Gleichgewicht.
- Gasphase existiert nur nach vollständiger Sättigung des Wassers.
- Konstante Kompressibilität für Gestein und Wasser.

7.2.1.2 Post-Prozessoren:

Die zuvor beschriebenen Transportmodelle liefern als Ergebnis ein hydraulisches Potential- bzw. Geschwindigkeitsfeld. Die Aufgabe der Postprozessoren besteht darin, auf Grundlage des Potential- bzw. Geschwindigkeitsfeldes die Fließwege (Trajektorien bzw. Stromlinien) und -zeiten speziell betrachteter Partikel mit gewähltem Startpunkt zu verfolgen ('Particle Tracking').

Für die Berechnungen mit SWIFT wurden die Post-Prozessoren STLINE (EU 036.4) und SAPT (EU 203) eingesetzt, für das Programm FEM 301 TRACK (EU 285).

7.2.1.3 Nuklidtransportmodelle

Unter dem Begriff Nuklidtransportmodelle sollen hier sowohl die Modelle zur Nuklidfreisetzung aus dem Grubengebäude (EMOS 2 + REPOS) als auch die Modelle, die den Transport vom Grubengebäude zur Biosphäre beschreiben (SWIFT, RANCHMD und CFEST) verstanden werden.

EMOS 2+REPOS:

Dieses Programm (EU 036.16) berechnet für diskrete Zeitschritte die Aktivitätsfreisetzung aus dem Grubengebäude unter Annahme von Konvektion, Diffusion und vorgegebener Durchströmungsrate. Die Modellierung erfolgt für zwei Hauptprozesse: die Mobilisierung von Radionukliden aus den Abfallgebänden und die Ausbreitung in und aus Teilbereichen des Grubengebäudes. Dabei werden element-, nuklid-, abfall- und barrierespezifische Daten verarbeitet. Im Ergebnis der Berechnungen werden die räumlich-zeitlichen Nuklidkonzentrationen im Grubengebäude ermittelt, die ihrerseits den Ausgangspunkt für die Nuklidtransportrechnungen vom Grubengebäude zur Biosphäre darstellen.

RANCHMD:

RANCHMD (EU 339) ist ein Programm zur Radionuklidausbreitung, das konvektiven und longitudinal-dispersiven Transport sowie Matrixdiffusion beinhaltet. Zusätzlich berücksichtigt werden Retardation und der radioaktive Zerfall.

Grundlage sind die mittels Grundwassertransportmodellen berechneten Stromlinien.

SWIFT:

Die Modellierung des Radionuklidtransportes mit SWIFT (EU 036.15) erfolgt unter Beachtung der Konvektion, der Dispersion, der Diffusion und der Retardation sowie des radioaktiven Zerfalls.

Grundlage bilden die aus der Grundwasserströmungsberechnung resultierenden Stromröhren.

CFEST:

Die Modellierung des Radionuklidtransportes mit dem Code CFEST (TÜV 7/1990) erfolgt als 3-dimensionales Stofftransportproblem. Die Rechnungen werden jeweils nur für eine Substanz durchgeführt, die radioaktiven Zerfallsreihen können nicht berücksichtigt werden.

7.2.2 Stand der Verifizierung, Validierung und Sensitivität

Die Verifizierung, Validierung sowie eine Sensitivitäts- und Zuverlässigkeitsanalyse wurden und werden im internationalen Rahmen u.a. durch die Projekte INTRACOIN (1981-1986), HYDROCOIN (1984-1990) und INTRAVAL (1987) durchgeführt. Aus dem Projekt INTRAVAL liegen derzeit noch keine abschließenden Ergebnisse vor, es werden aber folgende, unmittelbar für das Projekt KONRAD interessierende Probleme behandelt: Transport durch Ton mittels Advektion und Diffusion (2. Test Case 1a), Redoxfront und Radionuklidtransport durch eine Grube (Test Case 7) und Laugentransport durch poröse Medien (Test Case 14).

Im folgenden werden die wesentlichsten Ergebnisse des Projektes HYDROCOIN, in dem u.a. auch die Codes SWIFT, NAMMU, FEM 301 und CFEST getestet wurden, zusammengefaßt, insofern sie Bedeutung für das Projekt KONRAD haben (OECD 1992):

1. Alle Benchmark- und Verifizierungsaufgaben wurden durch alle Codes bzw. Postprozessoren insgesamt befriedigend gelöst. Keine Probleme treten bei der Ermittlung skalarer Größen (z.B. hydraulisches Potential) auf. Schwierigkeiten treten im Postprocessing auf, insbesondere bei starken Permeabilitätskontrasten und Störungszonen. Hier ist eine sehr feine Diskretisierung notwendig. Bei stark nichtlinearen Problemen (z.B. unterschiedliche Fluidichte) ergab die Verifizierung noch unbefriedigende Ergebnisse.

2. Eine vollständige Validierung, insbesondere für in-situ Probleme konnte aufgrund der unvollständigen Validierungsparameter bisher nicht erfolgen. Insbesondere bei großräumigen Problemen erwies sich schon die adäquate Wahl des konzeptionellen Modells als schwierig. In diesen Fällen gingen auch die Modellierungsergebnisse weit auseinander. Es erwies sich als notwendig, die räumlich-zeitliche Diskretisierung sehr sorgsam zu testen.
3. In der Sensitivitäts- und Zuverlässigkeitsanalyse stellte sich heraus, daß sich die Unsicherheiten in den Parametern nur mittels der Geostatistik quantitativ behandeln lassen. Aufgrund der großen Unsicherheiten in den Parametern (bedingt durch die natürlich vorhandene Inhomogenität und Anisotropie, durch die begrenzte Zahl von Meßwerten sowie die Unkenntnis bestimmter Parameter) ergibt eine stochastische Betrachtung auch große Unsicherheiten in den Endergebnissen. So zeigten z.B. die stochastischen Berechnungen schon unter günstigen Voraussetzungen betreffs der Datenbasis eine große Bandbreite in den Laufzeiten von mehreren Größenordnungen bei Wahrscheinlichkeiten größer gleich einigen Prozent.

Analoge Aussagen sind in Mangold und Tsang (1991) zu finden. Betreffs der Verifizierung und Validierung des Programms EMOS 2+REPOS sind in den Unterlagen nur einzelne analytische Vergleichsrechnungen angeführt.

Der Gutachter:

Zum Einsatz numerischer Rechenprogramme (partiell ergänzt durch analytische Lösungen und Abschätzungen) zur Nachweisführung der Langzeitsicherheit gibt es keine praktikable Alternative. Die eingesetzten Rechenprogramme sind weitgehend verifiziert und partiell validiert. Inwieweit sie zur Modellierung der Konrad-spezifischen Situation geeignet sind und ob der Umgang, beispielsweise bezüglich der Vernetzung, der gewählten Anfangs- und Randbedingungen oder Parameter als nachvollziehbar und abdeckend zur Beantwortung der UVP-relevanten Fragen erfolgte, wird im folgenden unter spezifischen Teilaspekten beantwortet.

7.3 Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit

7.3.1 Hydraulische Modelle

7.3.1.1 Abgrenzung des Modellgebietes

Sachverhaltsdarstellung:

Die Größe des modellierten Gebietes einschließlich der Begrenzungen ist im wesentlichen für alle verwendeten Grundwassertransportmodelle gleich und ergibt sich aufgrund folgender geologisch-geohydraulischer Kenntnisse:

Das Modellgebiet befindet sich im Übergangsbereich zwischen den Nord-Ausläufern des niedersächsischen Berglandes und dem Norddeutschen Flachland. Hier befinden sich auch die nach Norden gerichteten Abflußgebiete von Oker, Innerste, Fuhse und Aller. Potentialgefälle, Mineralisation des Grundwassers, hydraulische Gebirgseigenschaften, räumliche Struktur und Verbreitung der Gesteine bestimmen die geohydraulischen Verhältnisse. Das System der Grundwasserstockwerke ist aus den oberflächennahen Quartärablagerungen und tiefen mesozoischen Gesteinsschichten aufgebaut. Das Quartär ist mit den lokalen Vorflutern hydraulisch verbunden. Die verschiedenen mesozoischen Aquifere sind durch mehr oder weniger mächtige, als Barriere wirkende Tonschichten voneinander getrennt. Nach unten erfolgt unter Annahme von "Fenstern" eine hydraulische Begrenzung durch das Salinar des Mittleren Muschelkalkes. Dessen durchgehende Verbreitung wird vom Antragsteller heute nicht mehr unterstellt (EU 338, EU 417). Seitlich, d.h. im Westen und Osten fungieren Salzstöcke und Salzmauern als Begrenzung. Als möglicher Antrieb für Wasserbewegungen in den tieferen Grundwasserleitern wurde in den Modellrechnungen des Antragstellers von der hydraulischen Druckdifferenz zwischen Salzgitter-Höhenzug und den umgebenden Tieflagen ausgegangen. Der Wassereintrag erfolgt vermutlich durch die grundwasserleitenden und hier zutage tretenden Schichten des Oberen Muschelkalkes, des Oberen Keuper (Rhät) und des Hilssandsteins. Der nach Norden gerichtete Abstrom der Tiefenwässer kann teilweise in den Einlagerungshorizont Korallenoolith migrieren und damit zum Transportmedium für Radionuklide werden. In der Allerniederung östlich von Gifhorn liegt gemäß der Modellannahmen das Vorflutniveau der abfließenden Tiefenwässer. Hier treten die Jura-Schichten mit dem oberflächennahen Grundwasserstockwerk in Kontakt.

Aufgrund der zuvor beschriebenen Verhältnisse wurden vom Antragsteller für die Modellrechnungen folgende Modellgrenzen gewählt:

Süden:	Wasserscheide des Salzgitter-Höhenzuges
Westen:	Süd-Nord streichende Salzstruktur von Broistedt-Vechelde-Wendeburg-Rolfsbüttel
Osten:	Süd-Nord streichende Salzstruktur von Thiede-Bechtsbüttel-Calberlah
Norden:	Gegend von Gifhorn (regionale Vorflut der betrachteten Grundwasserleiter)
Modellboden:	Mergel- und Salzgesteine des Mittleren Muschelkalk (der Antragsteller geht heute von Lücken im Salinar aus)
Modelloberkante:	Grundwasserspiegel im quartären Lockergestein

Der Gutachter:

Die Wahl des Modellgebietes wird vom Gutachter als hinreichend für die Modellierungsaufgabe angesehen.

7.3.1.2 Hydrogeologische Schichtenmodelle***Sachverhaltsdarstellung:*****Modellaufbau, Parameterwahl, Anfangs- und Randbedingungen*****Modellrechnungen Antragsteller:***

Der hydrogeologische Modellraum für die Modellrechnungen mit SWIFT und FEM 301 ergibt sich aus den zuvor beschriebenen (Kap. 7.3.1.1) geologischen und hydrologischen Gegebenheiten (vgl. auch EU 055). Bis auf eine Ausnahme (Süd-West-Ecke des Modellgebietes) werden die seitlichen Ränder und die Modellbasis als geschlossen angenommen, d.h. undurchlässig für einen Wasseraustausch. In der vertikalen Dimension bildet der Obere Muschelkalk die tiefste miteinbezogene stratigraphische Einheit. Es wurde davon ausgegangen, daß darunter das Salinar des Mittleren Muschelkalks lückenlos und flächenhaft verbreitet ist und damit ein möglicher Einstrom aus unterlagernden Wasserleitern der Trias wirksam unterbunden wird (dichter Modellboden). Aus EU 338 geht hervor, daß der Antragsteller aber nunmehr mit dem NLFb darin übereinstimmt, daß das Modellgebiet Bereiche mit fehlendem Salinar aufweist ("Fenster"). Am oberen

Modellrand ist der oberflächennahe Grundwasserspiegel (hydraulische Höhen) als Randbedingung vorgegeben. Obwohl die Existenz von Wasser unterschiedlicher Salinität und Dichte in Teilen des Untergrundes bekannt ist, wurde aus programmtechnischen Beschränkungen (siehe Kap. 7.2.1) davon ausgegangen, daß Wasser konstanter Dichte (Süßwasser mit einer Dichte von $1,0 \text{ g/cm}^3$) vorliegt. Es wurde unterstellt, daß sich diese süßen Grundwässer vorwiegend konvektiv bewegen.

Innerhalb der Modellgrenzen mußte die Geometrie der im Modellgebiet verbreiteten geologischen Schichten modelliert werden. Dies geschah anhand von geologischen Profilen und Tiefenlinienplänen (vgl. Kap. 3.4.1 des Gutachtens). Die natürliche Schichtenfolge wurde vom Antragsteller schematisch in 12 lithologische Einheiten aufgeteilt, die auf Nachweis beruhen (Bohrungen und/oder seismische Erkundung) oder abgeleitet sind (Bohrergebnisse alter Bohrungen im Untersuchungsgebiet oder angrenzenden Gebieten, Berücksichtigung der paleogeographischen Entwicklung des Untersuchungsraumes). Neben den Vorgaben zu den Randbedingungen und zur Geometrie des Gebirgskörpers sind zur Berechnung der Grundwasserbewegung geohydraulische Parameter (Permeabilität und effektive Porosität) erforderlich. Die geohydraulischen Kenndaten der stratigraphischen Einheiten im Modellgebiet sind einerseits großräumig nicht konstant, andererseits ist die Datenlage ausgesprochen inhomogen (vgl. EU 216.2). Aus hydraulischen in-situ Tests, Grundwasserbilanzen, Feld- und Laborversuchen, Vergleichswerten aus der weiteren Umgebung und der generellen hydrologischen Erfahrung wurden daher für jede stratigraphische Einheit Parameter-Bandbreiten zusammengestellt und diskutiert (EU 199). Mittels Sensitivitätsanalysen an einem 2-dimensionalen numerischen Modell (EU 052.6) wurden aus den Bandbreiten die Werte ermittelt, die für das Untersuchungsgebiet repräsentativ sind und als 1. Rechenwert in die 3-dimensionalen Grundwasserströmungsrechnungen eingehen sollten (vgl. Tabelle 5.6-2 des Anhangs). Im hydrogeologischen Schichtenmodell modellierte der Antragsteller nur solche Störungen des Schichtenverbandes, die zum Kontakt verschiedener Grundwasserleiter führen. Den Störungsbahnen wurden dabei keine speziellen Durchlässigkeiten zugesprochen. Dem Grubengebäude wurde ein globaler K_F -Wert von 10^{-4} m/s zugeordnet. Die Diskretisierung im Code SWIFT erfolgte durch Knotenabstände in vertikaler Richtung von ca. 100 bis 200 m, in horizontaler Richtung von ca. 1.000 bis 2.000 m. Für den FEM 301-Code wurden aufgrund der größeren Variabilität der Elementtypen Abstände zwischen einigen 10 und einigen 1.000 m realisiert.

Modellrechnungen der Gutachter der Genehmigungsbehörde (NLfB/TÜV):

Die überprüfenden Berechnungen mittels der Codes NAMMU und CFEST wurden mit den Basisdaten des Antragstellers (vgl. auch Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens) durchgeführt. Dies betrifft auch die Modellierung der Stratigraphie und die gewählten Randbedingungen. Es wurden, ebenfalls in Analogie zum Antragsteller, neben dem Referenzfall zwei Varianten gerechnet (vgl. auch TÜV 7/1990).

Ergebnisse der Berechnungen**Modellrechnungen Antragsteller:****EU 076.1:**

Im Vorfeld der ersten 3D-Grundwassermodellrechnungen erfolgten ein- und zwei-dimensionale Parameterstudien mittels analytischer und numerischer Verfahren. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. (EU 086):
In vereinfachten 2D-Rechnungen mit SWIFT wurden die Grundlagen für die Elementabmessungen und die Ausdehnung des Modellgebietes unter Berücksichtigung verschiedener Parameter für Mächtigkeit und Durchlässigkeit der Gesteinsschichten und unterschiedlicher hydraulischer Druckgefälle ermittelt. Ein Vergleich mit analytischen Rechnungen erbrachte für einen optimalen Modellaufbau nur noch Unterschiede von wenigen Prozent im Einzelfall.
2. (EU 052.6):
Abschätzungen zur Dispersion im Oxford haben gezeigt, daß sich ein Voreilen der Konzentrationsfront (1% der Ausgangskonzentration) von etwa 10% der Weglänge einstellt. Abschätzungen zur Diffusion in den Tongesteinen ergaben, daß ein diffusiver Teilchentransport bis zur Biosphäre einige 100.000 Jahre beträgt. Die in einem N-S-Schnitt ermittelten Laufzeiten bis zur Biosphäre betragen zwischen 240.000 bis 4.000.000 Jahre.

Die wesentlichsten Ergebnisse für das in der EU 076.1 vorgestellte 3D-SWIFT-Basismodell (Ausgangswerte vgl. Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens) lassen sich tabellarisch wie folgt zusammenfassen (vgl. auch Karte 7 dieses Gutachtens):

Austrittsort	Min. Laufzeit [Jahre]	Weglänge [km]	Ausbreitungsweg
Groß Gleidingen/ Salzgitter-Üfingen	430.000	5	Oxford, Kimmeridge, Unterkreidetone, Plänerkalke
Calberlah	300.000	36	Oxford, Kimmeridge

Eine Parametervariation in EU 76.1 (Kap. 5.4.5) ergab folgende Ergebnisse:

1. Eine erniedrigte Durchlässigkeit des Kimmeridge ergibt unwesentlich längere Laufzeiten.
2. Eine Erhöhung der Durchlässigkeit des Oxford bis auf 10^{-6} m/s führt zu Verkürzungen der Laufzeit bis auf 30.000 Jahre.
3. Eine Verringerung der Durchlässigkeiten des Oberen Muschelkalk und Rhät auf 10^{-7} m/s ergibt Laufzeiten von mehr als 1.000.000 Jahre.

Der Grubendurchfluß liegt zwischen 3 und 6 l/min.

EU 206:

Die Berechnungen in dieser EU stellen eine direkte Fortsetzung der Berechnungen aus der EU 193 dar. Dies betrifft das verwendete Modell (SWIFT) und die darin verwendeten Ausgangsparameter. Die im Detail durchgeführten Parameteränderungen verändern zwar das Fließverhalten im Endlagerbereich deutlich, haben aber auf die Austrittsorte und -zeiten keinen wesentlichen Einfluß.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen (vgl. auch Karte 7 des Gutachtens):

Austrittsort	Austrittszeit [Jahre]	Weglänge [km]	Ausbreitungsweg
Groß Gleidingen/ Wendeburg	1.100.000	10	Unterkreide
Calberlah	800.000	36	Oxford
Calberlah	1.500.000	38	Oxford, Dogger, "Cornbrash"

Die Durchströmung des Endlagers beträgt je nach Modellvariante 3,7 bzw. 5,1 l/min.

EU 210:

Durch Annahme des Faktors 1 für alle Störzonen im Störzonenmodell FEM-301 (s. Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens: Antragswerte Schichtenmodell BfS-Plan 4/90) wurde dieses in ein Schichtenmodell überführt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt tabellarisch zusammenfassen (vgl. auch Karte 7 dieses Gutachtens):

Austrittsort	Min. Laufzeit [Jahre]	Weglänge [km]	Ausbreitungsweg
Umgebung Grube	370.000	2,2	Unterkreide
Nördlich Grube bis Meine	330.000	10	Oxford, Kimmeridge, Plänerkalke
Salzstock Broistedt-Gifhorn	1.300.000	15	Oxford, Kimmeridge

Bei einer Erniedrigung der Durchlässigkeit der Tonsteine um den Faktor 10 ergeben sich stets Grundwassertransportzeiten von über 1.000.000 Jahren und ein weiterer potentieller Austrittsort: Thiede.

Modellrechnungen der Gutachter der Genehmigungsbehörde (NLfB/TÜV):

Die Ergebnisse der drei Berechnungsvarianten mit dem Programm CFEST (s. Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens: Antragswerte Schichtenmodell BfS-Plan 4/90) lassen sich wie folgt tabellarisch zusammenfassen (vgl. Karte 7 dieses Gutachtens):

Austrittsort	Min. Laufzeit [Jahre]	Weglänge [km]	Ausbreitungsweg
Groß Gleidingen/Wirthe	300.000	-----	Oxford, Kimmeridge, Unterkreide
Vollbüttel	15.000.000	-----	Oxford, Kimmeridge, Unterkreide, Plänerkalke

Der Austrittsort Vollbüttel mit den entsprechenden Transportzeiten tritt nur im Falle einer Erniedrigung der Durchlässigkeit um zwei Größenordnungen auf 10^{-12} m/s

auf. Die Annahme konstanter Druckrandbedingungen am Salzgitter-Höhenzug erbrachte keine signifikante Änderung im Strömungsbild.

Die Ergebnisse der Berechnungen mit dem Code NAMMU (Datensatz des Antragstellers) lassen sich tabellarisch wie folgt zusammenfassen (vgl. Karte 7 dieses Gutachtens):

Austrittsort	Min. Laufzeit [Jahre]	Weglänge [km]	Ausbreitungsweg
Calberlah	330.000	----	Oxford
----	1.600.000	----	Oxford, Kimmeridge, Unterkreide.

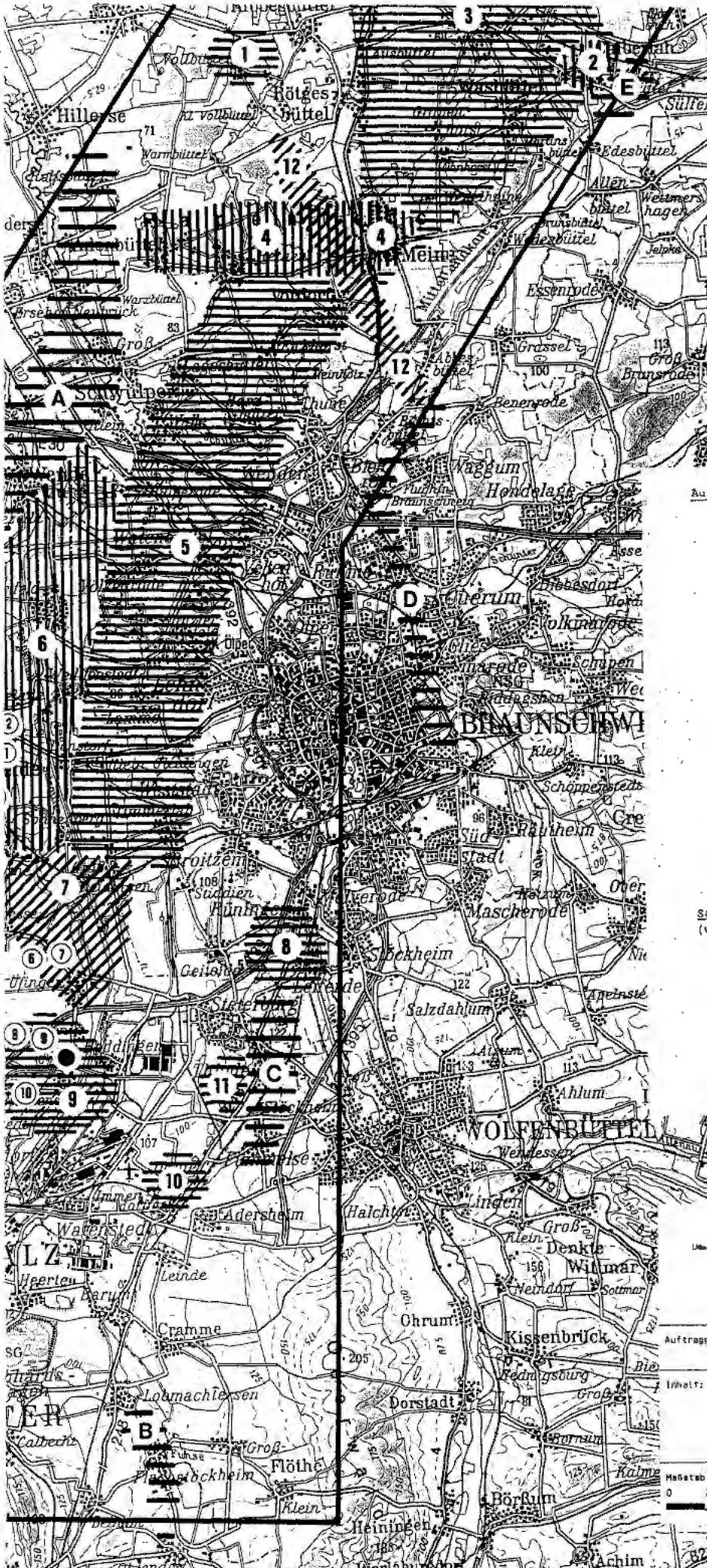
Der zuletzt genannte Transportweg ergibt sich nur bei um 2 Größenordnungen geringerer Durchlässigkeit der Unterkreide.

Der Gutachter:

Die Einarbeitung der geologischen Verhältnisse in die Berechnungsmodelle einschließlich der vorgenommenen Vernetzung wird vom Gutachter als hinreichend für die Modellierungsaufgabe angesehen, die wesentlichen Schichten sind angemessen repräsentiert (siehe auch TÜV, 7/1990 Zwischenbericht; NLfB, 5/1990 Zwischenbericht).

Die in Karte 7 dieses Gutachtens aufgezeigten potentiellen Austrittsorte zeigen die einhüllenden Gebiete der Durchstoßpunkte der Stromlinien mit der Modelloberfläche (Erdoberfläche).

Karte 7



Austrittsorte über Borrhagen

- ① Vechelde 2
- ② Vechelde 3
- ③ Sonnenberg 4
- ④ Wierthe 1
- ⑤ Alverse 1
- ⑥ Üfingen 1
- ⑦ Üfingen 2
- ⑧ Sauringen 1
- ⑨ Sauringen 2
- ⑩ Bleckenstedt 1
- Austrittsort über Schacht Konrad 1

Austrittsgebiete (enge Schraffur)

- 1 Vollbüttel
- 2 Calberlah
- 3 Meine - Calberlah - Gifhorn
- 4 Adenbüttel - Meine
- 5 nördlich der Grube bis Meine
- 6 Salzstock Broistedt
- 7 Groß-Gleiding - Wirthe - Üfingen
- 8 nördlich Salzstock Thiede
- 9 Umgebung der Grube
- 10 Drütte
- 11 Thiede
- 12 Rühme-Störung

Salzstöcke zur Orientierung (weite Schraffur)

- A Broistedt - Wendeburg - Rolfebüttel
- B Flachstöckheim
- C Thiede
- D Bechtsbüttel
- E Calberlah

Umweltverträglichkeit tagessichten

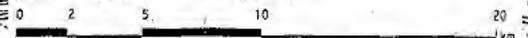
Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Austrittsorte und
Gebiete kontaminierter
Grundwassers

Maßstab 1:200.000

Karte Nr. 7



Zu den geohydraulischen Parametern wurde bereits Stellung bezogen (siehe Kap. 5.6.1 des Gutachtens).

Ein Vergleich der dominierenden Transportwege und -zeiten zwischen den SWIFT-, FEM 301-, NAMMU- und CFEST-Rechnungen zeigt vergleichbare Zeiten für den Wassertransport vom Endlager zur Oberfläche sowie vergleichbare Ausbreitungswege und -orte, die sich folgendermaßen zusammenfassen lassen (siehe auch Planunterlagen):

1. Transport vom Endlager in den liegenden Cornbrash, dann zurück in das Oxford und in ihm bis zum Ausbiß bei Calberlah. (Weg Ic)
2. Transport vom Endlager innerhalb des Oxford bis zum Ausbiß bei Calberlah. (Weg Ib)
3. Transport vom Endlager über die Unterkreide bis zum Austritt an der Erdoberfläche im Bereich der Schächte. (Weg Ia)

Für alle gerechneten Parameterkombinationen wurden, mit Ausnahme einer auf 10^{-6} m/s erhöhten Durchlässigkeit des Oxford, minimale Laufzeiten von etwa 300.000 Jahren errechnet. Der Gutachter betrachtet die vorgestellten Modellrechnungen als konservative 'Expert-Choice'-Modelle betreffs der verwendeten Anfangs- und Randbedingungen, der eingesetzten Parameter sowie des konzeptionellen Modells. Seitens des Gutachters bestehen keine Einwände.

Eine gewisse Validierung der Rechnungen in Form von Grenzwertbetrachtungen zu den Fließraten und der Grundwasserbilanz (die Fließrate im Grubengebäude des Modells muß kleiner als die derzeitige Fließrate in der Grube sein und die Ex- und Infiltrationswerte des Modells im Quartär dürfen nicht im Widerspruch zur gemessenen Grundwasserbilanz stehen) lassen den Schluß zu, daß alle vorgestellten Modellvarianten mögliche Beschreibungen im Rahmen eines Süßwassermodellierung sind.

Kleine Unstimmigkeiten, die die generelle Einschätzung jedoch nicht beeinträchtigen, sind folgende:

Die CFEST-Rechnungen zeigen, im Unterschied zu den drei anderen Rechenprogrammen, ausschließlich Ausbreitungswege durch die Unterkreide (unabhängig von der Parameterwahl) und auch etwas andere Austrittsorte. Mögliche Erklärungen werden in (TÜV 7/1990) diskutiert.

Es scheint wahrscheinlich, daß Probleme beim Partikel-Tracking dazu führen, daß die relativ schnelle Ausbreitung durch den Oxford, die nach Abschätzungen auf der Grundlage der mittleren Abstandsgeschwindigkeit bei ca. 300.000 Jahren liegen dürfte, nicht immer erfaßt wird.

Eine weiterführende und für alle vorgestellten Modellrechnungen gültige Bewertung seitens des Gutachters ist im Kapitel 7.8 zu finden.

7.3.1.3 Störzonenmodelle

Ziel dieser Modellierungen ist die Untersuchung, inwieweit Störungszonen den Grundwassertransport beeinflussen und zu anderen Ergebnissen als die Schichtenmodelle führen.

Sachverhaltsdarstellung:

Modellaufbau, Parameterwahl, Anfangs- und Randbedingungen

Modellrechnungen Antragsteller:

Aus der EU 197 geht hervor, daß im Schichtenmodell in vielen Fällen die nach hydrogeologischer Erfahrung realistischen Parameter für ganze Schichteinheiten in konservativer Weise abgeändert wurden (Durchlässigkeitserhöhung), um so die eventuell lokal vorhandenen Faziesunterschiede, tektonischen Strukturen, unterschiedliche Ausbildung etc. zu berücksichtigen. Auf Verlangen des NLFb (4/87) berücksichtigte der Antragsteller die möglicherweise lokal erhöhten Durchlässigkeiten bestimmter Gebirgsbereiche in folgender Weise: Er setzte realistischere repräsentative Durchlässigkeiten für die Schichten an, die er dann lokal (im Bereich von Störungen) erhöht. Dazu legte er für jede im Modell nachgebildete Störungszone Faktorenbandbreiten und Faktoren-Eingangsdaten fest (siehe Tabelle 7.3-1 dieses Gutachtens) mit dem die Schicht-Durchlässigkeitswerte im Störungsbereich verändert wurden. Die Vernetzung im Code FEM 301 erlaubte variable Knotenpunktabstände von einigen 10 m bis zu einigen 1.000 m, wobei im Bereich der Störungszonen bzw. bei starken Unterschieden in den hydraulischen Parametern enger vernetzt wurde.

Tab. 7.3-1: Störungszonen der Störzonenmodelle mit entsprechenden Faktoren

Störungszonen	Faktoren Bandbreite	Eingangsdaten für Referenz fall
Immendorfer Störung	0.1 - 75	50
Salzstockflanken	0.1 - 50	25
Konrad-Graben	0.5 - 20	10
Vergitterungszonen beiderseits des Konradgrabens	0.5 - 5000	60
Bereich südlich des Konradgrabens	0.5 - 15	10
Überschiebungszone von Meine	0.1 - 75	50
Lokale Verkarstung des Oxford	1 - 50	10
Salzgitter-Höhenzug	0.5 - 25	25

Modellrechnungen Genehmigungsbehörde (NLfB/TÜV):

Zur Überprüfung der Rechnungen des Antragstellers mit dem Rechencode FEM-301 wurde der Code CFEST eingesetzt. Dabei gibt es prinzipiell keine Unterschiede zum Modellaufbau, den Randbedingungen und den Parametern. Zusätzlich wurde lediglich das Alb als geologische Schicht modelliert.

Des Weiteren wurden Berechnungen nach NLfB-Vorgaben (Datensatz NLfB 10/90, siehe Tab.5.6-2 dieses Gutachtens) mit dem Code NAMMU vorgenommen. Gemäß NLfB (10/90), TÜV-Zwischenbericht (7/90) und EU 338 bestehen folgende Abweichungen zu den Modellvorgaben des Antragstellers:

- Die vollständige Verbreitung des Salinars des Mittleren Muschelkalks über die gesamte Modellbasis wird nicht vorausgesetzt. Vielmehr wurde davon ausgegangen, daß es in einem etwa 13 km langen Streifen nördlich und südlich der Bohrung Vechelde-2 längs des Salzstockes Vechelde fehlt ('Fenster im Salinar'). In einer überarbeiteten Fassung des Tiefenlinien-Planes vom 17.11.89 fehlt der Obere Muschelkalk in einem 0,3-3 km breiten Streifen entlang der Salzstockkette Broistedt-Gifhorn sowie im Bereich des Gifhorn-Calberlah-Grabens (vgl. NLfB-Zwischenbericht 5/90, Anlage 3.2.2/27).
- Differenzierung in 18 hydrogeologische Einheiten (Antragsteller: 12).

- Zusätzliche Berücksichtigung der Aquifere Dogger-beta-Sandstein, Wealden und Valangin.
- Anbindung des Oberen Keuper an den Oberflächenaquifer östlich des Salzstockes Thiede.
- Einbeziehung von Zerrüttungszonen und evtl. verkarsteten Bereichen im Oxford.

Zu den Vorgaben für den Modellraum und seinen geologisch-hydrogeologischen Aufbau kamen die Angaben zu den repräsentativen Bandbreiten der hydraulischen Parameter und Vorschläge für die ersten Rechenwerte hinzu, die auf Recherchen des NLfB beruhen (vgl. Tab.5.6-2 dieses Gutachtens). Einige der in Zonen stärkerer tektonischer Beanspruchung liegenden hydrogeologischen Einheiten erhielten vorerst einen K_f -Wert zugewiesen, der gegenüber dem K_f -Wert für die entsprechenden ungestörten Einheiten mit dem Faktor 10 beaufschlagt ist. Keine K_f -Wert-Erhöhung erfuhren diejenigen Schichten, bei denen aufgrund ihrer geologischen und hydrogeologischen Eigenschaften und teils auch aufgrund der geringen Tiefenlage nicht mit einer wesentlichen Beeinträchtigung der Durchlässigkeit durch mechanische Beanspruchung zu rechnen ist.

Ergebnisse der Berechnungen

Modellrechnungen Antragsteller:

EU 193 und EU 332:

Zur Anwendung kam das Programm SWIFT in Verbindung mit dem Post-Prozessor SAPT. Ausgangspunkt bildete das Schichtenmodell gemäß EU 076.1. Die verwendeten geohydraulischen Eingangsparameter sind aus Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens (Ausgangswerte Störzonenmodell BfS-Plan 4/90) ersichtlich. Die EU 332 ersetzt (lt. TÜV) bzw. ergänzt (lt. Antragsteller) die EU 193.

Die Modellierung der tektonischen Störungszonen (siehe Tab. 7.3-1) haben im Vergleich zum Schichtenmodell (EU 076.1) neue potentielle Ausbreitungswege offengelegt (vgl. auch Karte 7 dieses Gutachtens):

Austrittsort	Min. Laufzeit [Jahre]	Weglänge [km]	Ausbreitungsweg
Calberlah	700.000 170.000	42	Konrad Graben, "Cornbrash", Rhät, Kimmeridge
Groß Gleidingen	1.000.000 510.000	12	Vergitterungszone, Hilssandstein, Plänerkalke
Thiede	1.400.000 1.200.000	17	Vergitterungszone, Rhät
Drütte	6.000.000 590.000	6	Vergitterungszone, Hilssandstein
Winkel	3.800.000		Hilssandstein, Alp, Plänerkalke

Als absolut minimale Laufzeit (EU 332) werden 170.000 Jahre angegeben (Austrittsort Calberlah).

Die Durchströmung des Endlagers liegt je nach Rechenvariante zwischen 1 und 3,6 l/min. Die mittlere Einstromrate beträgt etwa 33 mm/a im Bereich des Salzgit-ter Höhenzuges und ca. 16 - 22 mm/a in einer Tiefe zwischen 200 und 700 m.

EU 210:

Das Störzonenmodell FEM-301 erbrachte im Referenzfall (Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens: Ausgangswerte Störzonenmodell BfS-Plan 4/90) folgende Ergebnisse (vgl. Karte 7 dieses Gutachtens):

Austrittsort	Laufzeit [Jahre]	Weglänge [km]	Ausbreitungsweg
Umgebung Grube Nördlich Grube bis Meine	1.300.000 31.000.000	2.5 12	Unterkreide Kimmeridge, Plänen- kalke
Salzstock Broistedt-Rolfsbüttel Meine-Calberlah- Gifhorn	380.000 5.000.000	20 31	Kimmeridge, Oxford Kimmeridge, Oxford, "Cornbrash"

Eine Variation mehrerer Parameter führte im Sinne einer konservativen Betrachtung zu Laufzeiten von minimal 270.000 Jahren.

Der Grubendurchfluß liegt, horizontal von Süd nach Nord verlaufend, je nach Parameterwahl zwischen 1 und 2 l/min. In einem Rechenfall mit atmosphärischen Druckbedingungen im Grubengebäude wurde ein Grubenzufluß von ca. 1.000 l/min ermittelt (EU 210, S. 33/34).

Da das Quartär nur mit einer beschränkten Genauigkeit modelliert wurde, konnten die bekannten Grundwasserneubildungsraten nicht zum Vergleich herangezogen werden. Stattdessen werden Infiltrationsraten für verschiedene Grundwasserleiter anhand der berechneten Durchflüsse und geschützter Ausbißflächen ermittelt. Die Infiltrationsraten betragen für den Hilssandsstein zwischen 560 und 4.900 mm/a, für den Rhät 50 mm/a und für den Oberen Muschelkalk 140 bis 330 mm/a, wobei die jeweils niedrigeren Werte für eine auf 10^{-6} m/s herabgesetzte Durchlässigkeit für den Hilssandstein resultieren.

Modellrechnungen Genehmigungsbehörde (NLfB/TÜV):

Die Berechnungsergebnisse mit dem Programm CFEST für das Standard-Störzonenmodell (s.Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens) lassen sich tabellarisch wie folgt darstellen (vgl. Karte 7 dieses Gutachtens):

Austrittsort	Min. Laufzeit [Jahre]	Weglänge [km]	Ausbreitungsweg
Adenbüttel/Meine	10.000.000	30	Oxford, Kimmeridge, Dogger, "Cornbrash", Überschiebung Meine

Einige wenige Stromröhren enden weiter nördlich (bis Calberlah) und nach längeren Laufzeiten.

Die Berechnungsergebnisse mit dem Programm NAMMU auf Grundlage des Datensatzes des NLfB (s. Tab. 5.6-2 dieses Gutachtens) lassen sich tabellarisch wie folgt zusammenfassen (vgl. Karte 7 dieses Gutachtens):

Austrittsort	Min. Laufzeit [Jahre]	Weglänge [km]	Ausbreitungsweg
Nördlich			
Salzstock Thiede	800.000	----	Oxford, Kimmeridge, Unterkreide
Rühme-Störung	1.000.000	----	Konrad-Störung, Jura- Tone, "Cornbrash", Dogger-Sandstein, Keuper

Die auf der Grundlage von NLfB-Rechenvorgaben (ECKL et al. 28.02.1989, Ergänzung: 05.04.1989) von der GRS durchgeführten ersten Berechnungen (TÜV 1989) führten bei Annahme eines Loches im Salinar des Mittleren Muschelkalkes im Gebiet von Vechelde, der Vorgabe eines dort um 40 m erhöhten hydraulischen Druckpotentials und der erhöhten Durchlässigkeit in Störzonen zu der sehr kurzen Laufzeit von ca. 32.000 Jahren. Nach Aussage der GRS (TÜV 1989) sind noch kürzere Laufzeiten im Bereich von 20.000 Jahren nicht auszuschließen.

Der Gutachter:

Die Vernetzung in den SWIFT-Modellen ist aufgrund der Tatsache, daß nur ein quaderförmiges Gitter benutzt werden konnte, nicht optimal, so daß schräggestehende Strukturen (z.B. Störzonen) nur über eine stufenförmige Näherung abgebildet werden können und aufgrund der Gitterabmessungen einige Schichten über- bzw. unterrepräsentiert sind.

Die mit den anderen Programmen (FEM 301) durchgeführten Berechnungen vermeiden aufgrund der großen Elementauswahl dieses Problem.

Die Vernetzung aller Modelle ist für den Aufgabenzweck ausreichend fein, die Einarbeitung der geologischen Verhältnisse (sprich: Stratigraphie und Störungszonen) ist akzeptabel (TÜV-Zwischenbericht 7/1990). Die relevanten im Untersuchungsgebiet auftretenden Schichten und Störungszonen sind angemessen modelliert. Zu den geohydraulischen Parametern wurde bereits Stellung bezogen (siehe Kap. 5.6.1 des Gutachtens).

Die Entstehung (Begründung) der in der Tab. 7.3-1 aufgezeigten Faktoren für die Störungszonen kann aufgrund fehlender Erklärungen vom Gutachter nicht nachvollzogen werden. In-situ Untersuchungen zum hydraulischen Verhalten der Störungszonen liegen nicht vor.

Eine partielle Validierung der Modellrechnungen ist über die Grundwasserneubildungsraten (Ex- und Infiltrationsraten) und die Durchströmung des Grubengebäudes möglich. In diesem Sinne sind alle vorgestellten Modellrechnungen mögliche Beschreibungsvarianten des Systems.

Die Berechnungen von Antragsteller und Genehmigungsbehörde belegen übereinstimmend minimale Laufzeiten von 300.000 bzw. im Extremfall von 170.000 Jahren. Die prinzipiell übereinstimmenden Berechnungsergebnisse beim Einsatz verschiedener Rechencodes geben zusätzliche Sicherheit. Neben den bereits von den Schichtenmodellen her bekannten potentiellen Austrittsorten kommen weitere hinzu (siehe Karte 7 dieses Gutachtens).

Der Gutachter betrachtet die vorgestellten Modellrechnungen als 'Expert-Choice'-Modelle. Obwohl die vorgelegten Faktoren für die Störzonenmodelle (siehe Tab. 7.3-1) durchaus plausibel erscheinen, kann der Gutachter zur Konservativität der

diesbezüglichen Rechnungen nicht Stellung nehmen, da die Entstehung dieser Faktoren in den Unterlagen des Antragstellers nicht begründet wird.

Der Gutachter kann sich der Meinung einer lokal auftretenden erhöhten Durchlässigkeit des Oxford-Gesteins durchaus anschließen. Als repräsentativer Wert für die gesamte Schicht ist er aber aufgrund der vorhandenen Daten kaum wahrscheinlich, so daß die daraus resultierenden minimalen Laufzeiten von ca. 30.000 Jahren (bei $K_f 10^{-6}$ m/s) (EU 76.1, Kap. 5.4.5) als nicht entscheidungsrelevant angesehen werden.

Wie aus EU 338 (2/90) hervorgeht, sichtete die BGR im Auftrag des BfS noch einmal alle seismischen Profile, um weitere Indizien für das Fehlen des Salinars im Mittleren Muschelkalk zu erhalten. Das Ergebnis waren, über das vom NLfB angenommene Fenster bei Vechelde hinaus, weitere Bereiche mit Hinweisen auf fehlendes Salinar, die in Abb. 4 dieser erläuternden Unterlage dargestellt sind. Zum Einfluß dieser Fensterbereiche auf die geohydrologischen Verhältnisse und damit auf die Langzeitsicherheit (Transportzeiten, Verdünnungen, Fließraten, Austrittsorte) fehlen bisher meßtechnische Unterlagen und eine Darstellung der daraus abzuleitenden Konsequenzen (vgl. auch TÜV-Gutachten 9/90 Hinweis H 4.3.1.1-1). Der Gutachter wertet dies als entscheidungserhebliche Kenntnislücke.

Eine weiterführende und für alle Modellrechnungen gültige Bewertung durch den Gutachter ist im Kapitel 7.8 zu finden.

7.3.1.4 Modelle zur Dichtigkeit der Schächte und Bohrungen

Ziel dieser Berechnungen ist es abzuschätzen, inwieweit die Bohrungen und Schächte (bei verschiedenen Schachtverschlußkonstruktionen) als Austrittswege im Sinne der Erzeugung eines Kurzschlusses zwischen den tiefen Schichten und dem Quartär fungieren können, und in welchem Maße durch die veränderten hydraulischen Potentiale das Fließgeschehen der Tiefenwässer beeinflusst wird.

Zusammenfassende und abschließend bewertende Darstellungen der Fachgutachter der Genehmigungsbehörde liegen bisher nicht vor.

*Sachverhaltsdarstellung:***Modellaufbau, Parameterwahl, Anfangs- und Randbedingungen****EU 309:**

Das Störzonenmodell FEM 301 + Postprozessor TRACK (EU 210) wurde durch 17 modellierte Bohrungen in Form von 1D-Elementen erweitert. Der Modellierung liegt die Annahme zugrunde, daß die unteren 44 % der Bohrlochtiefe mit Dickspülung versetzt sind (K_f -Wert = 10^{-4} bis $2 \cdot 10^{-8}$ m/s). Im darüberliegenden Teil werden unterschiedliche Werte für die Durchlässigkeit angenommen. Grundlage sind die intensiven Labor- und in-situ Versuche, die für die Sedimentation der Dickspülung durchweg Durchlässigkeitswerte zwischen 10^{-8} und 10^{-9} m/s ergaben. Als Referenzfall für die Modellierung der Tiefbohrungen wurde der Rechenfall 34 mit den folgenden als konservativ, aber nicht zu unrealistisch bezeichneten Werten gewählt: $K_f = 2 \cdot 10^{-8}$ m/s im mit der Dickspülung versetzten unteren Bereich der Bohrungen, 10^{-5} m/s in einem mittleren Bereich und 10^{-3} m/s im oberen Teil. Als derzeit aktueller Rechenfall wird Fall R 47 (EU 455) betrachtet, der den von Wittke (EU 437) prognostizierten Verfüllungszuständen der alten Bohrungen entspricht. Darüberhinaus existiert der Rechenfall R 16 (EU 309). Er geht davon aus, daß im versetzten Bohrlochabschnitt ein K_f -Wert von $2 \cdot 10^{-8}$ m/s und im unversetzten Bohrlochabschnitt ein K_f -Wert von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s vorliegt, d.h. er negiert eine mögliche Selbstabdichtung im oberen Bohrlochabschnitt weitgehend.

Die Einbeziehung der Auflockerungszone erfolgt über die Annahme eines äquivalenten Radius. Die Bohrung K 101 wird abweichend davon durch eine vollständige Betonverfüllung (K_f -Wert = $1 \cdot 10^{-8}$ m/s) modelliert.

Die Modellierung der Dichtigkeit der Schächte geht auf das gleiche Ausgangsmodell (EU 210) zurück. Die Schächte Konrad 1 und 2 werden durch 1D-Elemente modelliert, wobei vier Verschlußvarianten betrachtet werden (Asphalt-Beton, 2 x Asphalt-Ton, Asphalt-Ton-Haufwerk), jeweils mit und ohne Beachtung einer Auflockerungszone (4 m) um die Schachtröhre. Die Auflockerungszone wird mit einem K_f Wert von 10^{-4} bis 10^{-8} m/s belegt, das Haufwerk mit 10^{-3} bis 10^{-4} m/s, die Tonverfüllung mit 10^{-7} bis 10^{-9} m/s, der Asphalt mit 0 bis 10^{-4} m/s und der Beton mit 10^{-6} m/s. Als Referenzfall wird der Rechenlauf R 35 angesehen.

EU 463:

Ausgangspunkt für den hier beschriebenen Rechenfall R 49 bildet der Rechenfall R 35 ("Referenzfall Schachtverschluß") der EU 309, wobei die Parameter für die Bohrlöcher unverändert blieben, für die Schächte aber aufgrund detaillierter Untersuchungen (EU 438) die folgenden Parameter in Abänderung zum Rechenfall R 35 eingesetzt wurden: ab Obergrenze Alp 10.000-fach erhöhte Transmissivität, im Alp und der Unterkreide 0,139- bzw. 0,061-fach geringere Transmissivität (entspricht K_f -Werten von $2,9 \cdot 10^{-9}$ m/s im Alp und $1,3 \cdot 10^{-9}$ m/s in der Unterkreide).

Der Referenzfall "Schachtverschluß" R 35 basiert auf dem Referenzfall "Tiefbohrungen" R 34. Die Schächte werden mit den folgenden Parametern modelliert: Die im Oxford und Kimmeridge liegenden Teile werden wie die Grube mit Haufwerk verfüllt, wofür ein K_f -Wert 10^{-4} m/s angenommen wird. Oberhalb der Haufwerkverfüllung wird bis zum Top Alp eine Tonverfüllung eingebracht, welche den Schacht und die umliegende Auflockerungszone auf den Referenzwert von $K_f = 10^{-8}$ m/s abdichtet. Für die darüberliegende Asphaltverfüllung wird ein alterungsbedingter K_f -Wert von 10^{-4} m/s angenommen und die Durchlässigkeit der umgebenden Auflockerung ebenfalls auf 10^{-4} m/s gesetzt.

Ergebnisse der Berechnungen**EU 309:**

Auswirkungen der Tiefbohrungen (vgl. Karte 7 des Gutachtens):

Bohrungen im Zufließbereich (südlich der Grube) stellen keine potentiellen Freisetzungspfade dar, bewirken aber eine Erhöhung des hydraulischen Potentials und damit des Durchflusses durch die Grube.

Die Bohrungen im Abstromgebiet (nördlich der Grube) stellen potentielle Freisetzungspfade dar. Bei einer Erhöhung der Durchlässigkeit der unversetzten Bohrlochabschnitte auf 10^{-4} m/s oder darüber tritt eine merkliche Freisetzung über die Bohrlöcher ein, d.h. sie werden zum dominierenden Freisetzungspfad. Der Einfluß der versetzten Bohrlochabschnitte ist unbedeutend, solange der K_f -Wert unter 10^{-5} m/s liegt. Je nach angesetzten Bohrlochtransmissivitäten ergeben sich Transportzeiten von der Grube bis zu den Bohrungen von minimal 2.000 bis zu einigen Millionen Jahren.

Aufgrund der geringen Reichweite der hydraulischen Potentialstörung durch die Tiefbohrungen ist ein möglicher Abfluß kontaminierten Wassers durch die Bohrungen mengenmäßig beschränkt. Der Anteil kontaminierten Wassers am Gesamtdurchsatz über die Bohrlöcher ist hoch und liegt in den meisten Fällen über 50 %. Der Durchfluß durchs Grubengebäude liegt zwischen 1 und 4 l/min.

Die zusätzliche Betrachtung der Schächte ergab folgende Auswirkungen:

Der Schacht Konrad 2 scheidet aufgrund der hydraulischen Verhältnisse als potentieller Freisetzungspfad aus. Im Schacht Konrad 1 (vgl. Karte 7 des Gutachtens) ergeben sich je nach Transmissivität Fließrater von 0,001 bis 1 l/min, die Transportzeiten von der Grube bis zur Biosphäre können bis auf etwa minimal 10.000 Jahre herunterreichen. Der Grubendurchfluß erreicht je nach Parameterwahl 0,7 bis 6,8 l/min.

EU 455:

Der in dieser EU dargestellte Rechenfall geht auf die Rechenfälle R 34 bzw. R 35 (jeweils EU 309) zurück. Es erfolgte aber eine Anpassung an revidierte Bohrprofile und an Transmissivitätswerte, wie sie langfristigen Verfüllungszuständen im Bereich der Oberkreide bzw. der Unterkreide/Alb entsprechen (EU 437). Der Grubendurchfluß beträgt 1,46 l/min, die Gesamtverdünnungsfaktoren zwischen Grubengebäude und Biosphäre liegen zwischen 4.550 und 450.000. In Auswertung einer Entscheidungsmatrix wurden folgende Bohrungen als relevante potentielle Austrittsorte ermittelt: Bleckenstedt-1, Sauingen-1+2, Alvesse-1, Üffingen-1+2, Wierthe-1, Sonnenberg-4 und Vechelde-2/2a+3. Die minimalen Fließzeiten zwischen Grubengebäude und Biosphäre liegen im Extremfall bei einigen 1.000 Jahren.

EU 463:

Die prinzipiellen Aussagen der EU 309 werden bestätigt. Aufgrund der veränderten Parameter ergibt sich nun für die Laufzeit vom Grubengebäude zur Biosphäre über Schacht Konrad 1 ein Wert von 198.000 Jahren. Die Fließrate im Schacht beträgt 0,12 l/min, der Grubendurchfluß 1,46 l/min. Gegenüber dem Referenzfall R 35 (EU 309) werden die Konzentrationen im Quartär um den Faktor 10.000 niedriger, die Laufzeiten um den Faktor 10 länger.

Der Gutachter:

Die durch die sedimentierte Dickspülung eintretende Selbstabdichtung mit K_f -Werten von 10^{-8} bis 10^{-9} m/s über etwa die halbe Höhe der Bohrung kann als gesichert angesehen werden (EU 461 und EU 437) und liegt unter den für diesen Abschnitt erforderlichen Wert von 10^{-5} m/s.

Die kurzen Laufzeiten vom Endlager bis zur Biosphäre von nur einigen 1.000 Jahren sind nur dann gegeben, wenn die Bohrungen eine zumindest partiell intakte Verrohrung aufweisen. Anderenfalls ist mit Nachfall und der damit verbundenen Selbstabdichtung im oberen Bohrlochbereich zu rechnen.

Die Rechnungen der EU 455 und EU 339 tragen den spezifischen Bohrlochcharakteristika Rechnung. Deren Ergebnisse sind vorerst (TÜV-Endbericht steht noch aus) als entscheidungsrelevant anzusehen und durch kurze minimale Laufzeiten von nur wenigen 1.000 Jahren, andererseits aber sehr hohen Gesamtverdünnungen mit minimalen Faktoren von 4.450 charakterisiert (EU 455) oder durch längere Laufzeiten bei geringerer Verdünnung (EU 339) charakterisiert. Die potentiell als Austrittsort relevanten Bohrungen sind in der EU 455 aufgezeigt und in Karte 7 dieses Gutachtens eingetragen. Aufgrund der Tatsachen, daß abschließende Bewertungen seitens der anderen Gutachter des NMU noch ausstehen, keine in-situ Ergebnisse zum Verfüllungs- bzw. Selbstabdichtungszustandes in den alten Bohrungen vorliegen und die Unsicherheit in der Abschätzung der Selbstabdichtung nicht quantifiziert ist, wird der Rechenfall R 16 vorerst vom Gutachter als relevant im Sinne einer konservativen Grenzwertbetrachtung angesehen.

Bezüglich der Schächte wurden verschiedene Verschlussvarianten berechnet. Das Ziel der Berechnungen war lediglich der Nachweis, daß ein sicherer Schachtverschluß technisch realisierbar ist (Da der Schachtverschluß erst nach Beendigung der Einlagerung erfolgt, wird berechtigterweise die Option des endgültigen Schachtverschlusses offengehalten). Eine hohe Dichtigkeit der Schachtröhre selbst ist schon gegenwärtig ausreichend realisierbar, z.B. mittels Mineralgemischen mit K_f -Werten von etwa 10^{-12} m/s (Greinacher 1992). Kritisch ist lediglich die Auflockerungszone um die Schachtröhre, die eine erhöhte Transmissivität bewirkt (sie kann notwendingenfalls mittels Injektionstechnik behandelt werden). Die in der EU 438 dargelegten Berechnungen und Messungen belegen, daß eine kritische Transmissivität nicht erreicht wird. Als potentieller Austrittsort kommt nur Schacht Konrad 1 in Frage.

Der Gutachter betrachtet die vorgestellten Modellrechnungen als konservative 'Expert-Choice'-Modelle. Zur Übertragung der geologischen Verhältnisse in die Modelle wurde bereits im Kapitel 7.3.1.3 Stellung bezogen. Die Modellierung der Schächte und Bohrungen als 1D-Elemente ist akzeptabel. Eine abschließende Bewertung kann gegenwärtig nicht vorgenommen werden, da sich die anderen Fachgutachter des NMU Aussagen zu dieser Frage in ihren Endberichten vorbehalten haben.

Eine weiterführende und für alle vorgestellten Modellrechnungen gültige Aussage seitens des Gutachters ist im Kapitel 7.8 zu finden.

7.3.2 Modelle zur Gasausbreitung

Ziel der Berechnungen ist die Ableitung qualitativer Aussagen zur Auswirkung der Gasproduktion im Endlagerbereich auf einen Druckanstieg in diesem Bereich und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Grundwasserströmung in der Umgebung.

Sachverhaltsdarstellung:

7.3.2.1 Modellaufbau, Parameterwahl, Anfangs- und Randbedingungen

Die Modellierung erfolgte mit dem Rechencode ECLIPSE 100 (siehe auch Kap. 7.2.1) für einen zweidimensionalen Nord-Süd-Schnitt durch das Endlager mit den Schichten Oxford (150 m mächtig) und Kimmeridge (300 m mächtig) sowie dem Grubengebäude. Obere und untere Modellgrenze sind undurchlässig. Die vertikalen Modellgrenzen liegen jeweils ca. 1.000 m seitlich der Grube, wobei die Grube als 1.500 m langes und 9,7 m hohes Modellgebiet mit einer Porosität von 10 % modelliert wurde. Ein hydraulischer Gradient von 0,001 wurde dem Modell angelegt. Die über 5.000 Jahre konstante Gasproduktionsrate wurde mit $42.000 \text{ Nm}^3/\text{a}$ angesetzt.

7.3.2.2 Ergebnisse der Berechnungen

Der modellierte Prozeßablauf läßt sich folgendermaßen charakterisieren (Referenzfall):

1. Lösen des Gases im Porenwasser des Endlagers bis zum Erreichen der Sättigung nach ca. 60 Jahren.
2. Bildung einer Gasphase im Endlager und Anstieg der Gassättigung bis zum kritischen Punkt (Mobilitätsgrenze) in einem Zeitraum von ca. 70 Jahren. Die dabei entstehende Gasphase führt zum Abpressen des Wassers und zu einem Druckanstieg, der innerhalb des Grubengebäudes sehr geringe, an dessen Grenzen aber höhere hydraulische Druckgradienten von 0,01 m/m erzeugt und sich dem globalen Druckgradienten überlagert.
3. Bildung einer zusammenhängenden Gasphase unter der Obergrenze des Grubengebäudes nach ca. 160 Jahren. Es erfolgt ein weiterer Druckanstieg bis auf 0,26 bar bei einer Gasblasendicke von 0,4 m. Die Gasblase steigt bis zur Unterkante der Unterkreide, wobei sich zwischenzeitlich die Fließrichtung des durch das Grubengebäude strömenden Wassers umkehrt. Nach Erreichen dieser Position stellt sich das ursprüngliche Fließregime (von S nach N) wieder ein.
4. In der 4. Phase halten sich Gasproduktion und Abtransport mit dem Grundwasser etwa das Gleichgewicht.

Die Variation der Modelllänge (beidseitige Verlängerung um jeweils 1.000 m) zeigte im Vergleich zum Referenzfall eine Verdopplung des Druckanstieges auf 0,5 bar bei ansonsten gleichem Fließfeld. In Verbindung mit anderweitigen Betrachtungen wird ein Druckanstieg auf 0,25 bar (Referenzfall) als ausreichend konservativ betrachtet.

Der Übergang zu dualer Porosität (2 % primär, 8 % sekundär) führt zu keinen Veränderungen in den Berechnungsergebnissen. Eine Reduktion der Permeabilität des Oxford führt zu einem nichtlinearen Druckanstieg (10^{-16} 1/m: 1,31 bar; 10^{-17} 1/m: 2,31 bar), der die anderen Berechnungsergebnisse allerdings nicht beeinflusst.

Eine Erhöhung des Kapillardruckes in Oxford und Kimmeridge führt zu einer Druckerhöhung auf 0,36 bar, einer verzögerten Gasfreisetzung nach 430 Jahren und einer Verdickung der Gasblase auf 1,3 m.

Eine Erhöhung der Gasproduktionsrate um den Faktor 3 bewirkt eine Druckerhöhung auf 1 bar und einen vorzeitigen Freisetzungsbeginn für die Gase nach 52 Jahren. Eine Veränderung der Anfangsbedingungen in der Form, daß zu Beginn der Modellierung im Grubengebäude Atmosphärendruck herrscht, zeigt eine Überein-

stimmung der Ergebnisse mit dem Referenzfall für Zeiten größer 60 Jahre, jedoch eine vielfach erhöhte Gasfreisetzung für den Zeitraum zuvor.

Der Gutachter:

Das verwendete Modell entspricht den wesentlichen Anforderungen an die Modellierungsaufgabe. Gleiches gilt für die verwendeten Parameter, die als konservativ angesehen werden können (TÜV 7/1990, EU 430). Das wesentlichste Ergebnis der Berechnungen besteht in der Aussage, daß die entstehende Gasblase keinen dominanten Einfluß auf das großräumige Fließgeschehen der Tiefenwässer ausübt. Die durch den Gasdruck zusätzlich abgepreßten Wässer erreichen etwa 0,8 l/min und liegen damit etwa im Bereich des Endlagerdurchflusses bei rein hydraulischer Berechnung. Die als völlig undurchlässig modellierte Basis der Unterkreide (oberer Modellrand) erlaubt keine Rückschlüsse auf eine mögliche Freisetzung von kontaminiertem Gas zur Biosphäre. Insbesondere aufgrund der Tatsache, daß die Gaspermeabilität in vielen Fällen um bis zu mehr als einer Größenordnung über derjenigen von Süß- bzw. salzhaltigen Wässern liegt, ist aufgrund der geforderten konservativen Betrachtungsweise eine Modellierung dieses Sachverhaltes zu überdenken. Die Gasproduktion wird auch in einem stärkeren Maße Fließwege nach oben unterstützen und damit die Fließzeiten von Stromlinien, die direkt über dem Grubengebäude nach oben steigen, verkürzen. Der allerdings relativ niedrige Zusatzdruck von 0,1 bis 0,3 bar wird vermutlich zu keiner drastischen Verkürzung der Laufzeiten führen.

Insgesamt gesehen kann die EU 321 als hinreichend für eine Abschätzung der Rückkopplung der Gase auf den Grundwassertransport angesehen werden. Eine Modellierung des Gastransportes bis zur Biosphäre ist damit allerdings nicht gegeben, da der obere Modellrand (Kimmeridge) als dicht angesehen wird. Laut TÜV sind die bei der Gasbildung anfallenden Mengen an Tritium allerdings so gering, daß eine Modellierung des Gastransportes durch die Geosphäre entbehrlich erscheint. Eine abschließende Bewertung kann erst nach Vorliegen der Endberichte der anderen Fachgutachter des NMU vorgenommen werden.

7.3.3 Modelle zur Nuklidausbreitung

7.3.3.1 Mobilisierung und Transport im Grubengebäude

Sachverhaltsdarstellung:

Modellaufbau, Parameterwahl, Anfangs- und Randbedingungen

Die Freisetzung (Mobilisierung) der Nuklide aus den Abfallgebänden wird mit dem zu EMOS 2+REPOS gehörenden Unterprogramm MOBZ 6 berechnet. Dabei wird folgendes vorausgesetzt: die Freisetzung beginnt unmittelbar nach Beendigung der Betriebsphase. Vernachlässigt wird eine Auffüllphase der Grube von etwa 115 Jahren sowie die Barrierewirkung der Abfallbehälter. Die maximale Standzeit der Behälter beträgt 4 Jahre. Als Grund für die geringe Lebensdauer wurden Korrosion und mechanische Wirkungen angegeben.

Die Abfallgebände werden nach Art der Abfallfixierung in vier verschiedene Gruppen (sog. Mobilisierungsgruppen) unterteilt: Bitumen, Zement, Metall, Sonstige).

Die in den Modellrechnungen zur Freisetzung der Nuklide aus den Abfallgebänden vorgegebenen elementspezifischen Mobilisierungsdauern, die von der Art der Abfallfixierung bzw. von der Art der Mobilisierungsgruppe abhängen, sind in Tabelle 7.3.-2 (Tab. 4-2 in EU 076.1) zusammengefaßt.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Unterprogramm MOBZ 6 gehen als Ausgangsdaten in die Modellrechnungen zum Transport der Nuklide durch das Modellgebiet ein.

Der Transport der Nuklide durch das Modellgebiet (Grubengebäude und Auflockerungszonen) wird mit dem zum Programm EMOS 2+REPOS gehörenden Unterprogramm VQUELLE 1 berechnet. Dabei werden folgende Prozesse berücksichtigt:

- Sorption der Nuklide an vorhandenen Feststoffen
- Niederschlagsbildung aufgrund der Überschreitung von Löslichkeitsgrenzen
- Radioaktiver Zerfall
- Komplexbildungsreaktionen.

Der Aktivitätsstrom aus dem Modellvolumen wird als Produkt der Aktivitätskonzentration und des Grundwasserstroms angesetzt. Wird die Löslichkeitsgrenze eines

Nuklides nicht überschritten, so ist die Aktivitätsfreisetzung dem Aktivitätsinventar proportional. Die Größe des Modellvolumens wird mit $2.147.000 \text{ m}^3$ angenommen. Bei einem Resthohlraumvolumen von 730.000 m^3 ergibt sich eine Porosität von 34 %. Die Zeitdauer bis zum Auffüllen der Grube (115 Jahre) und die Zeit bis zum Herstellen der ursprünglichen Druckverhältnisse (ca. 10.000 Jahre) wird vernachlässigt. Je nach angenommener Durchlässigkeit für die Unterkreide ergeben sich verschiedene Durchströmungsraten für den Endlagerbereich (3 bzw. 6 l/min). Es wird angenommen, daß der gesamte Grundwasserstrom durch das Grubengebäude fließt. Vereinfachend wird angenommen, daß die Nuklidkonzentration zu jedem Zeitpunkt örtlich konstant ist. Der insgesamt betrachtete Zeitraum beträgt 10 Millionen Jahre.

Die Sorption der gelösten Radionuklide findet an dem Versatzmaterial der Einlagekammern und dem Gestein der Auflockerungszone statt. Die Sorption an Korrosionsprodukten der Behälter- und Fixierungsmaterialien wird vernachlässigt (EU 113.4, NLfB)

Die EU 113.4 gibt eine Zusammenfassung zu den in den Modellrechnungen angesetzten Sorptionsdaten. Für folgende Elemente liegen Meßergebnisse vor: Tc, Se, Zr, Nb, Cs, I, C, Sr, Np, Pu, Am, Cm, Pb, U, Ra, Ni, Th, Pa und Ac. Die Sorptionsdaten für Cl, Ca, Rb, Mo, Pd, Sn, Sm, Eu und Co wurden lediglich abgeschätzt. Kenngröße für die Sorption ist der Verteilungskoeffizient K_D , der als Quotient aus der Konzentration eines Elementes am Sorbens und der Konzentration des Elementes in der Lösung definiert ist.

Als wesentlich für das Sorptionsverhalten der Nuklide werden folgende Parameter angesehen:

- Anaerobe/aerobe Bedingungen
- Redoxpotential
- pH-Wert
- Korngröße der Sedimente
- Verhältnis Volumen des Sorptionsmediums zur Masse des Sorbens
- Einfluß natürlicher und technischer Komplexbildner
- Kolloidbildung
- Löslichkeit der Elemente
- Experimentierzeit

- Temperatur
- Radiolyse
- Abhängigkeit vom Gehalt relevanter Grundwasserbestandteile

Der Einfluß der oben genannten Parameter auf die Sorption wurde untersucht (EU 113.4). Die Löslichkeitsgrenzen der Elemente U, Am, Np, Th, Pb und Ni wurden experimentell bestimmt (EU 138, 139.3), die der übrigen Elemente aus Literaturwerten abgeschätzt.

Tab. 7.3-2: Elementspezifische Mobilisierungsdauern

MOBILISIERUNGS-GRUPPE	MOBILISIERUNGS-DAUERN (t_M)	ELEMENTE
Bitumen	10 a	Cl, J, Sr, Ra, Ca
	20 a	Cs, C, Se, Sn, Zr, Nb, Tc, Ni, Pd, Mo, Sm, Rb, Co, Eu, Pb
	200 a	Aktiniden
Zement	0 a	Cs, Rb, Cl
	15 a	Sr, Ra, Ca
	40 a	C, Se, Sn, J, Zr, Nb, Tc, Ni, Pd, Mo, Sm, Co, Eu, Pb
	300 a	J als AgJ
	600 a	Aktiniden
Metall	50 a	Alle Elemente
Sonstige	0 a	Alle Elemente

Quelle: Tab. 4-2 in EU 076.1

In EU 076.1 werden Angaben über die nuklidspezifischen aus dem Grubengebäude freigesetzten Aktivitätsmengen, die Zeitverläufe der Freisetzungen sowie Zeitpunkte und Größen der maximal gelösten Konzentrationen im Grubengebäude gemacht. Mit dem später überarbeiteten Radionuklidspektrum (EU 327) wurden die Modellrechnungen wiederholt. Die EU 341 erhält diese neueren Ergebnisse. Danach erfolgt die Freisetzung der meisten Spalt- und Aktivitätsprodukte aus dem Grubengebäude innerhalb einiger 1.000 bis 10.000 Jahre, die der Radionuklide aus den Zerfallsketten einige 100.000 bis 10 Millionen Jahre. Das Inventar der Radionuklide Cl 36, Ca 41, Ni 59, Se 79, Rb 87, Tc 99, Pd 107, Sn 126, I 129, IA 135, Cs 135, Th 232 und Uran 238 wird vollständig freigesetzt. Bei Radionukliden in Zerfallsketten kann durch den Zerfall von Mutternukliden auch ein Aktivitätsaufbau von Tochternukliden während der Freisetzungsdauer erfolgen. In diesen Fällen ist die kumulierte (d.h. über die gesamte Freisetzungsdauer integrierte) freigesetzte Aktivität größer als die eingelagerte Aktivität. Dies betrifft U 236, Np 237, U 233, U 234, Ra 226, Pb 210, U 235 und Ac 227. Die kürzeste Freisetzungsdauer weist Co 60 mit 100 Jahren und die längste Cm 247 mit 10 Millionen Jahren auf. Einen Überblick gibt Tab. 7.3.3 a und b.

Als einziges Element erreicht Th seine Löslichkeitsgrenze.

Zuzüglich zu den beiden Referenzrechnungen (Fließraten von 3 bzw. 6 l/min) wurden Parametervariationen durchgeführt:

- Variationen der Durchströmungsraten
- Veränderungen der Löslichkeitsgrenzen von I 129 als AgI (IA-129) und U-238
- K_D -Wert für Uran
- Standzeit der Behälter

Tab. 7.3-3a: Kumulierte freigesetzte Aktivitätsanteile und Dauer der Radionuklidfreisetzung aus dem Grubengebäude; Szenario Ia (Unterkreidetone) (Wasserdurchflußrate = 3.200 m³/a)

Lfd. Nr.	Radionuklid	Eingelagerte Aktivität Bq	Kumulierter freigesetzter Aktivitätsanteil in %	Freisetzungsdauer a
1	C 14	4.00E+14	7.90E+01	2.0E+04
2	Cl 36	1.09E+11	9.99E+01	2.0E+03
3	Ca 41	1.52E+11	9.96E+01	2.0E+03
4*	Co 60	2.65E+17	5.55E-01	1.0E+02
5	Ni 59	4.45E+14	1.00E+02	1.0E+04
6*	Ni 63	4.01E+16	8.95E+00	1.0E+03
7	Se 79	1.20E+11	1.00E+02	3.0E+03
8	Rb 87	7.00E+04	1.01E+02	7.0E+03
9*	Sr 90	5.23E+16	1.36E+01	2.0E+02
10	Zr 93	1.00E+12	9.28E+01	2.0E+06
11	Nb 94	4.50E+09	2.77E+00	3.0E+05
12	Mo 93	4.40E+07	9.20E+01	5.0E+03
13	Tc 99	2.64E+13	1.00E+02	5.0E+03
14	Pd 107	1.27E+07	1.00E+02	3.0E+03
15	Sn 126	3.56E+11	1.00E+02	5.0E+03
16	I 129	7.00E+11	1.00E+02	2.0E+03
17*	IA 129	2.50E+13	1.00E+02	2.0E+03
18	Cs 135	3.75E+11	1.02E+02	3.0E+05
19*	Cs 137	1.09E+17	1.26E-01	3.0E+02
20*	Sm 151	7.40E+12	1.13E+01	7.0E+02
21*	Eu 154	4.20E+15	5.13E-01	1.0E+02
22*	Cm 248	4.80E+05	4.85E+01	3.0E+06
23*	Pu 244	2.50E+01	4.20E+03	5.0E+06
24*	Cm 244	2.20E+15	2.20E-04	3.0E+02
25	Pu 240	2.08E+15	1.78E+00	7.0E+04
26	U 236	1.00E+12	1.62E+02	7.0E+04
27	Th 232	5.00E+11	9.99E+01	3.0E+06
28*	U 232	2.40E+07	7.65E-01	1.0E+03
29*	Cm 245	7.00E+10	2.30E+00	1.0E+05
30	Pu 241	2.00E+17	2.50E-04	5.0E+04
31	Am 241	6.96E+14	8.58E-01	7.0E+03
32	Np 237	1.76E+11	9.50E+02	7.0E+05
33	U 233	4.40E+07	1.20E+06	7.0E+05
34	Th 229	0.00E+00	2.94E+09 ¹⁾	7.0E+05
35*	Cm 246	2.60E+10	1.28E+00	5.0E+04
36*	Pu 242	4.41E+12	5.18E+01	3.0E+06
37*	Am 242m	1.73E+08	3.01E-02	2.0E+03
38	U 238	1.90E+12	1.04E+02	5.0E+04
39	Pu 238	1.33E+16	5.76E-03	2.0E+03
40	U 234	8.44E+11	6.82E+02	1.0E+05
41	Th 230	6.06E+10	5.72E+01	1.0E+06
42	Ra 226	4.00E+12	3.60E+02	2.0E+06
43	Pb 210	7.00E+10	4.66E+04	1.0E+06
44*	Cm 247	1.10E+05	9.83E+01	5.0E+06
45*	Am 243	9.58E+08	2.05E+00	2.0E+06
46	Pu 239	2.00E+15	6.28E+00	3.0E+05
47	U 235	2.00E+11	1.37E+02	2.0E+05
48	Pa 231	1.69E+10	1.72E+01	3.0E+05
49	Ac 227	1.69E+10	5.71E+02	5.0E+05

¹⁾ im Kapitel 3.9 des Plans Konrad 3/89 nicht behandelt

¹⁾ kumulierte freigesetzte Aktivität

Quelle: Tab. A 52 in EU 341

Tab. 7.3-3b: Kumulierte freigesetzte Aktivitätsanteile und Dauer der Radionuklidfreisetzung aus dem Grubengebäude; Szenario Ib (Oxford) (Wasserdurchflußrate = 1.620 m³/a)

Lfd. Nr.	Radionuklid	Eingelagerte Kumulierter freigesetzter		Freisetzungsdauer a
		Aktivität Bq	Aktivitätsanteil in %	
1	C 14	4.00E+14	6.52E+01	3.0E+04
2	C1 36	1.09E+11	1.00E+02	3.0E+03
3	Ca 41	1.52E+11	9.98E+01	5.0E+03
4*	Co 60	2.65E+17	2.84E-01	1.0E+02
5	Ni 59	4.45E+14	9.95E+01	2.0E+04
6*	Ni 63	4.01E+16	4.77E+00	2.0E+03
7	Se 79	1.20E+11	1.00E+02	5.0E+03
8	Rb 87	7.00E+04	1.02E+02	2.0E+04
9*	Sr 90	5.23E+16	7.46E+00	3.0E+02
10	Zr 93	1.06E+12	8.61E+01	5.0E+06
11	Nb 94	4.50E+09	1.41E+00	2.0E+05
12	Mo 93	4.40E+07	8.57E+01	7.0E+03
13	Tc 99	2.64E+13	1.01E+02	1.0E+04
14	Pd 107	1.27E+07	1.01E+02	7.0E+03
15	Sn 126	3.56E+11	1.00E+02	2.0E+04
16	I 129	7.00E+11	1.00E+02	3.0E+03
17*	IA 129	2.50E+13	1.01E+02	5.0E+03
18	Cs 135	3.75E+11	1.01E+02	5.0E+05
19*	Cs 137	1.09E+17	6.37E-02	5.0E+02
20*	Sm 151	7.40E+12	6.10E+00	1.0E+03
21*	Eu 154	4.20E+15	2.62E-01	2.0E+02
22*	Cm 248	4.80E+05	3.25E+01	3.0E+06
23*	Pu 244	2.50E+01	5.45E+03	7.0E+06
24*	Cm 244	2.20E+15	1.11E-04	2.0E+02
25	Pu 240	2.08E+15	8.95E-01	7.0E+04
26	U 236	1.00E+12	1.61E+02	2.0E+05
27	Th 232	5.00E+11	1.01E+02	5.0E+06
28*	U 232	2.40E+07	3.90E-01	1.0E+03
29*	Cm 245	7.00E+10	1.16E+00	7.0E+04
30	Pu 241	2.00E+17	1.26E-04	2.0E+02
31	Am 241	6.96E+14	4.35E-01	5.0E+03
32	Np 237	1.76E+11	9.36E+02	2.0E+06
33	U 233	4.40E+07	2.25E+06	1.0E+06
34	Th 229	0.00E+00	5.52E+09 ¹⁾	2.0E+06
35*	Cm 246	2.60E+10	6.39E-01	7.0E+04
36*	Pu 242	4.41E+12	3.55E+01	3.0E+06
37*	Am 242m	1.73E+08	1.52E-02	2.0E+03
38	U 238	1.90E+12	1.02E+02	1.0E+05
39	Pu 238	1.33E+16	2.92E-03	2.0E+03
40	U 234	8.44E+11	6.60E+02	2.0E+05
41	Th 230	6.06E+10	5.38E+01	1.0E+06
42	Ra 226	4.00E+12	4.40E+02	1.0E+06
43	Pb 210	7.00E+10	5.81E+04	2.0E+06
44*	Cm 247	1.10E+05	9.64E+01	1.0E+07
45*	Am 243	9.58E+08	1.04E+00	3.0E+06
46	Pu 239	2.00E+15	3.26E+00	3.0E+05
47	U 235	2.00E+11	1.36E+02	2.0E+05
48	Pa 231	1.69E+10	1.57E+01	5.0E+05
49	Ac 227	1.69E+10	5.19E+02	5.0E+05

¹⁾ im Kapitel 3.9 des Plans Konrad 3/89 nicht behandelt

²⁾ Kumulierte freigesetzte Aktivität

Quelle: Tab. B 52 in EU 341

Einen Überblick über die Ergebnisse der Parametervariationen gibt Tabelle 7.3-4.

Tab. 7.3-4: Übersicht zu Parametervariationen und deren Auswirkungen Kenngröße/Referenzwert

Kenngröße	Referenzwert	Wertevariation	Ergebnis
- Durchströmungsrate (Beispiel: IA-129)	---	1.000 m ³ /a 20.000 m ³ /a	Reduktion von C _{max.} um den Faktor 8
- Löslichkeitsgrenze (Beispiel: IA-129)	10 ⁻⁴ mol/l	5·10 ⁻⁶ mol/l	kein Einfluß auf re- sultierende Strah- lenexposition
(Beispiel: U-238)	10 ⁻⁴ mol/l	10 ⁻⁵ mol/l 10 ⁻⁶ mol/l	" Verringerung der Strahlenexposition um 25 %
- Mobilisierungsdauern, KD-Werte für Uran		Faktor 5	kein Einfluß auf Strahlenexposition
- Standzeit der Behälter	0 Jahre	200 Jahre	"

Quelle: Zusammengefaßt aus Kap. 7.4.1.5 in EU 076.1

Der Gutachter:

Die Mobilisierung der Radionuklide aus den Abfallgebänden und der Ansatz einer mittleren Freisetzungsrates über einen Zeitraum von 10.000 Jahren als Quellterm für die Ausbreitung in der Geosphäre wurden vom TÜV (1990) exemplarisch mittels analytischer Berechnungen überprüft. Als Beispiel wurden die Spalt- und Aktivierungsprodukte I, Zr und Tc sowie die Zerfallsketten Cm 242 - Pu 244 - U 240 - U 236 und Cm 246 - Pu 242 - U 238 - U 234 ausgewählt. Die Ergebnisse entsprechen denen des Antragstellers. Vom Gutachter bestehen keine Einwände in dieser Hinsicht.

Hinsichtlich der Bewertung der Sorptionsdaten für das Grubengebäude sei auf die Stellungnahme des TÜV verwiesen (Zwischenbericht TÜV, 1990). Die aus experimentellen Daten ermittelten Sorptionswerte für die Elemente C, Se, Sr, Zr, Nb, Tc, I, Cs, Am, Pu, Pa, Th, U, Ra und Ac sowie die aufgrund chemischer Ähnlichkeit abgeschätzten Werte für Cl, Ca, Co, Rb, Pd, Eu und Sm für das Grubengebäude wurden vom TÜV Hannover als plausibel bewertet. Für Ni und Np wurden von den Daten des Antragstellers abweichende Werte angenommen. Die K_d-Werte für Mo, Sn und Pb wurden vom Antragsteller abweichend konservativ gleich 0 gesetzt.

Der Gutachter hält die Herleitung von Löslichkeitsgrenzen aus Literaturwerten im allgemeinen für problematisch, da die Löslichkeit der Elemente stark von den Wasserparametern abhängt. So können z.B. geringe Änderungen des pH-Wertes oder des Redoxpotentials zu einer drastischen Änderung der Löslichkeit führen. Allerdings hat der Antragsteller für die Elemente, bei denen die abgeschätzten Konzentrationen im Grubenwasser die Löslichkeitsgrenzen überschreiten oder nahe an diese heranreichen, experimentelle Daten vorgelegt.

7.3.3.2 Transport vom Grubengebäude zur Biosphäre mittels Schichten- und Störzonenmodelle

Sachverhaltsdarstellung:

Modellaufbau, Parameterwahl, Anfangs- und Randbedingungen

Zur Modellierung der Nuklidausbreitung vom Grubengebäude zur Biosphäre wurden die Programme SWIFT, RANCHMD und CFEST (siehe auch Kap. 7.2.1) eingesetzt.

EU 076.1:

Gemäß der drei dominierenden Ausbreitungspfade (siehe Kap. 7.3.1.2) wurden mit dem Programm SWIFT eindimensionale Nuklidtransportrechnungen in Stromröhren durchgeführt. Dabei wurden transversale Diffusion und Dispersion nicht berücksichtigt. Die Grundwasserbewegung im Quartärsediment wurde nicht über das Stromlinienkonzept berechnet, sondern es wurde lediglich die Verdünnung abgeschätzt. Mit dem SWIFT-Code werden die Darcy-Geschwindigkeiten als konstant angenommen. Veränderungen in den Fließgeschwindigkeiten werden dadurch berücksichtigt, daß die Retardationsfaktoren mit einem den realen Geschwindigkeitsverhältnissen entsprechenden Faktor multipliziert werden. Für die Dauer des konvektiven Transports wurden 300.000 Jahre angesetzt. Für die Ausbreitung der Spaltprodukte wird eine über 10.000 Jahre konstante Freisetzungsrate angenommen. Eine Parameterstudie bezüglich unterschiedlicher Freisetzungsdauern bei konstanten Freisetzungsraten erbrachte zum gleichen Zeitpunkt dieselbe maximale Radionuklidkonzentration am Modellende. Da die Freisetzung der Aktinide und Zerfallsprodukte wesentlich länger als 10.000 Jahre dauert, wurden hier für fünf Zeiträume

konstante Freisetzungsraten angenommen. Zur Auswahl der für die Modellrechnungen relevanten Nuklide wurden nach analytischen Methoden die Strahlenexpositionen der Nuklide in der Biosphäre berechnet. Nuklide mit einer Strahlenexposition von weniger als 10^{-7} Sv/a wurden als vernachlässigbar eingestuft. Als relevant betrachtet wurden die Spalt- und Aktivierungsprodukte Cl 36, Ca 41, Se 79, Tc 99 und I 129. Von den Aktiniden erreichen gemäß der analytischen Rechnungen sämtliche Cm-, Am- und Pu-Isotope aufgrund ihrer teilweise geringen Halbwertszeit und starken Sorption die Biosphäre nicht. Die Zerfallsreihen wurden daher beginnend mit U 238, U 236, U 235 und Np 237 berücksichtigt. Zum Inventar der Nuklide in den Zerfallsreihen wurde jeweils das Inventar der Mutternuklide addiert.

Tabelle 7.3-5 zeigt die wesentlichsten Parameter für die Modellierung.

Tab. 7.3-5: Parameter für die 3 Grundwasserausbreitungswege

	Unterkreide	Oxford	Cornbrash
angenommene Durchlässigkeit	10^{-10} m/s	10^{-12} m/s	10^{-12} m/s
Wassermenge Q	3.200 m ³ /a	1.620 m ³ /a	90 m ³ /a
Verdünnung	10	70	1.350
Eintritt ins Quartär	Groß Gleidingen	Calberlah	Calberlah
Laufzeit	380.800 Jahre	337.500 Jahre	1.120.000 Jahre
u (Darcy-Geschwindigkeit)	$2,4 \cdot 10^{-3}$ m/a	$2,4 \cdot 10^{-3}$ m/a	$9,6 \cdot 10^{-6}$ m/a *
A (Modellquerschnitt)	1,33 km ²	0,675 km ²	9,375 km ² *
ds (Gesteinsdichte)	2.600 kg/m ³	2.600 kg/m ³	---
αL (Dispersionslänge)	30 m	200 m	10 m *
DM (Diffusionskoeffizient)	10^{-11} m ² /s	10^{-11} m ² /s	10^{-11} m ² /s *

* Werte für die Doggerzone

Quelle: Kap. 7 in EU 076.1

In der EU 113.4 sind die Ergebnisse der Sorptionsmessungen für die Gesteine, die in den Modellrechnungen zur Ausbreitung im Deckgebirge verwendet wurden, angegeben. Messungen wurden für folgende Elemente durchgeführt: Tc, Se, Nb, Cs, I, Sr, Np, Pu, Pb, U, Ra, Ni, Pa und Ac. Für Am und Cm wurden die Werte von Pu übernommen, für Th die Werte von Zr für einzelne Schichten des Deckgebirges. Ebenso wurden die K_D -Werte der übrigen Elemente aufgrund chemischer Ähnlichkeit abgeschätzt. Entsprechend der Ausbreitungspfade wurde folgende Schichten (in Form von Gesteins- bzw. Wasserproben) untersucht: Oxford, Kimmeridge, "Cornbrash"-Sandstein, Unterkreide, Hilssandstein, Oberkreide-Cenoman und Ober-

kreide-Turon. Lagen für eine Schicht keine Werte bestimmter Elemente vor, so wurden die Werte einer vergleichbaren Schicht herangezogen. Um der Möglichkeit von Komplexbildungen Rechnung zu tragen, wurden die Versuche in Gegenwart von EDTA (Äthylendiamintetraessigsäure) durchgeführt. Für die Konzentration von EDTA wurde ein Wert von 10^{-3} M angesetzt, welcher aus dem Anteil des Komplexbildners in den Abfällen abgeschätzt wurde (EU 124.2). Ggf. wurde eine Verdünnung um den Faktor 10 bzw. 100 berücksichtigt.

Ergebnisse der Berechnungen

Die Endergebnisse der Modellrechnungen zur Nuklidausbreitung werden im Kap. 7 der EU 076.1 gezeigt. Die Ergebnisse der Rechnungen mit überarbeitetem Radionuklidspektrum (EU 327) sind in der EU 396 zusammengefaßt. Relevant für die Ausbreitung in der Biosphäre ist die Zeitabhängigkeit der Konzentrationen im Quartär.

Tabelle 7.3-6 (Tab. 11 in EU 396) enthält die Maximalkonzentrationen am Ende des Ausbreitungsweges Ia und Ib (siehe auch Kap. 7.3.1.2) sowie den Zeitpunkt ihres Auftretens.

Tab. 7.3-6: Maximalwerte der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für den Weg Ia und Ib

Nuklid	T _{1/2} in a	Unterkreide		Oxford	
		T _{Max} in a	C _{Max} in Bq/dm ³	T _{Max} in a	C _{Max} in Bq/dm ³
Cl 36	3,0·10 ⁵	3,0·10 ⁵	6,3·10 ⁻³	3,2·10 ⁵	3,2·10 ⁻³
Ca 42	8,1·10 ⁴	7,1·10 ⁵	1,1·10 ⁻⁵	3,1·10 ⁵	6,4·10 ⁻⁴
Sc 79	6,5·10 ⁴	1,0·10 ⁶	1,5·10 ⁻⁹	6,0·10 ⁵	2,7·10 ⁻⁶
Tc 99	2,1·10 ⁵	1,1·10 ⁶	6,5·10 ⁻³	2,2·10 ⁶	7,6·10 ⁻⁵
I 129	1,6·10 ⁷	3,7·10 ⁶	8,5·10 ⁻³	3,3·10 ⁵	4,2·10 ⁻²
U 236	2,3·10 ⁷	4,8·10 ⁷	2,0·10 ⁻⁴	1,1·10 ⁷	1,5·10 ⁻³
Th 232	1,4·10 ¹⁰	>5,0·10 ⁸	<1,4·10 ⁻⁵	>4,0·10 ⁸	<1,2·10 ⁻⁵
Ra 228	6,7	>5,0·10 ⁸	<7,6·10 ⁻⁵	>4,0·10 ⁸	<2,2·10 ⁻³
Th 228	1,9	>5,0·10 ⁸	<1,4·10 ⁻⁵	>4,0·10 ⁸	<1,2·10 ⁻³
Ra 224	1,0·10 ⁻²	>5,0·10 ⁸	<7,6·10 ⁻⁵	>4,0·10 ⁸	<2,2·10 ⁻³
Np 237	2,1·10 ⁶	>5,0·10 ⁷	<5,8·10 ⁻¹¹	>5,0·10 ⁷	<5,3·10 ⁻¹¹
U 233	1,6·10 ⁵	>5,0·10 ⁷	<3,8·10 ⁻⁹	>5,0·10 ⁷	<6,0·10 ⁻¹⁰
Th 229	7,3·10 ³	>5,0·10 ⁷	<3,8·10 ⁻¹¹	>5,0·10 ⁷	<2,1·10 ⁻¹²
U 235	7,0·10 ⁸	5,7·10 ⁷	1,5·10 ⁻⁴	1,1·10 ⁷	3,5·10 ⁻⁴
Th 231	2,9·10 ⁻³	5,7·10 ⁷	1,5·10 ⁻⁶	1,1·10 ⁷	1,2·10 ⁻⁶
Pa 231	3,3·10 ⁴	5,7·10 ⁷	9,1·10 ⁻⁷	1,1·10 ⁷	9,3·10 ⁻⁷
Ac 227	2,2·10 ¹	5,7·10 ⁷	3,0·10 ⁻⁶	1,1·10 ⁷	1,5·10 ⁻⁵
Th 227	5,1·10 ⁻²	5,7·10 ⁷	1,5·10 ⁻⁶	1,1·10 ⁷	1,2·10 ⁻⁶
Ra 223	3,1·10 ⁻²	5,7·10 ⁷	8,3·10 ⁻⁶	1,1·10 ⁷	2,3·10 ⁻⁴
U 238	4,5·10 ⁹	5,7·10 ⁷	1,1·10 ⁻³	1,1·10 ⁷	2,5·10 ⁻³
Th 234	6,6·10 ⁻²	5,7·10 ⁷	1,1·10 ⁻⁵	1,1·10 ⁷	8,8·10 ⁻⁶
U 234	2,4·10 ⁵	5,7·10 ⁷	1,1·10 ⁻³	1,1·10 ⁷	2,5·10 ⁻³
Th 230	7,7·10 ⁴	5,7·10 ⁷	1,1·10 ⁻⁵	1,1·10 ⁷	8,8·10 ⁻⁶
Ra 226	1,6·10 ³	5,7·10 ⁷	6,1·10 ⁻⁵	1,1·10 ⁷	1,6·10 ⁻³
Pb 210	2,2·10 ¹	5,7·10 ⁷	5,3·10 ⁻⁴	1,1·10 ⁷	1,7·10 ⁻⁴
Bi 210	1,4·10 ⁻²	5,7·10 ⁷	3,5·10 ⁻⁴	1,1·10 ⁷	1,7·10 ⁻⁴
Po 210	3,8·10 ⁻¹	5,7·10 ⁷	6,7·10 ⁻⁶	1,1·10 ⁷	6,6·10 ⁻⁶

Quelle: Tab. 11 in EU 396

Die Nuklide Th 232, Ra 228, Ra 224, Np 237, U 233 und Th 229 erreichen innerhalb der Simulationszeit des Modells ihre Maximalkonzentration nicht. Für diese Nuklide wird die maximale Konzentration entlang der Ausbreitungswege am Ende der Simulationszeit ausgewiesen (konservative Annahme). Die Abbildungen 7.3-1 und 7.3-2 (A1 und B1 in EU 396) zeigen den zeitlichen Verlauf der Konzentration im Quartär für den Weg Ia bzw Ib (siehe auch Kap. 7.3.1.2).

Als erstes Nuklid erreicht Cl-36 in Szenario Ia nach 300.000 Jahren das Quartär (entspricht der Transportdauer des Grundwassers im zugrunde gelegten hydrogeologischen Modell - siehe auch Kap. 7.3.1.2). Für den Ausbreitungsweg Ic wurden keine numerischen Modellrechnungen durchgeführt, sondern die Nuklidkonzentrationen mittels analytischer Berechnungen bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7.3-7 dargestellt.

Tab. 7.3-7: Maximalwerte der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für Weg Ic

Nuklid	$T_{1/2}$ in a	Cornbrash	
		T_{Max} in a	C_{Max} in Bq/dm ³
Cl 36	$3,0 \cdot 10^5$	$>3,6 \cdot 10^5$	$<8,1 \cdot 10^{-6}$
Ca 41	$8,1 \cdot 10^4$	$>2,2 \cdot 10^5$	$<2,0 \cdot 10^{-6}$
Se 79	$6,5 \cdot 10^4$	$>3,7 \cdot 10^5$	$<1,1 \cdot 10^{-8}$
Tc 99	$2,1 \cdot 10^5$	$>9,3 \cdot 10^5$	$<6,6 \cdot 10^{-6}$
I 129	$1,6 \cdot 10^7$	$>1,3 \cdot 10^6$	$<7,0 \cdot 10^{-5}$
U 236	$2,3 \cdot 10^7$	$>1,1 \cdot 10^7$	$<1,1 \cdot 10^{-5}$
Th 232	$1,4 \cdot 10^{10}$	$>5,3 \cdot 10^8$	$<1,2 \cdot 10^{-7}$
U 238	$4,5 \cdot 10^9$	$>1,4 \cdot 10^7$	$<1,9 \cdot 10^{-5}$
U 234	$2,4 \cdot 10^5$	$>1,4 \cdot 10^7$	$<1,9 \cdot 10^{-5}$
U 235	$7,0 \cdot 10^8$	$>1,4 \cdot 10^7$	$<2,6 \cdot 10^{-6}$

Quelle: Tab. 11 in EU 396

In einer Parameterstudie (EU 076.1) wurden folgende Parameter variiert:

- K_D -Wert
- Dispersionslängen
- Durchströmungsrate

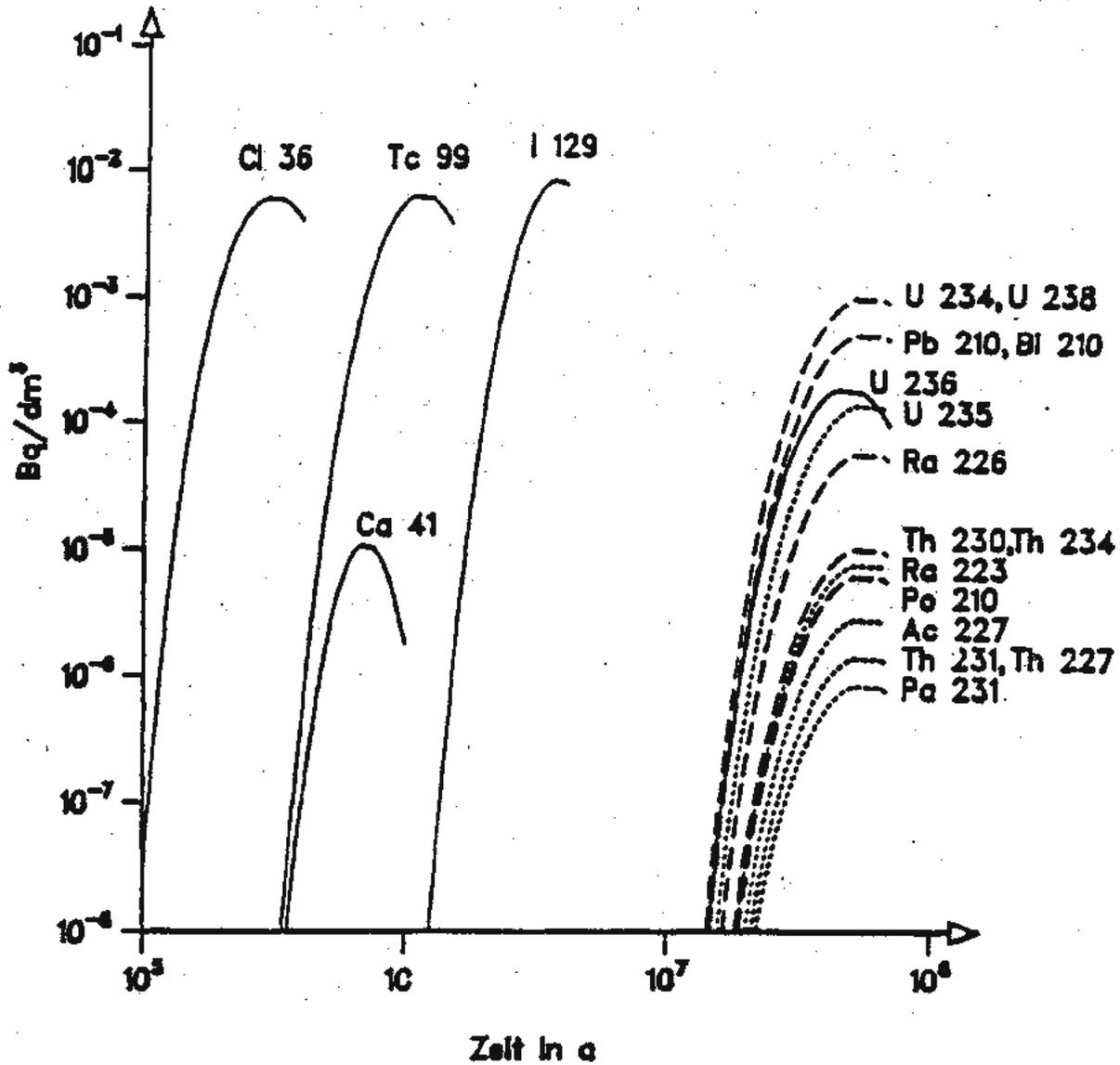
Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse zeigt Tab. 7.3-8.

Tab. 7.3-8: Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse zur Parameterstudie zur Modellierung der Nuklidausbreitung im Deckgebirge

Änderung gegenüber dem Referenzfall	Maximale U-238-Konzentration im quartären Grundwasser in Bq/l	Zeitpunkt in a, zu dem das Maximum auftritt
$\alpha_L = 400$ m	7.3E-3	1.08E7
K_d (Uran) halbiert	1.7E-2	5.80E6
K_d (Uran) verdoppelt	4.5E-3	2.20E7
$\alpha_L = 400$ m und K_d (Uran) halbiert	1.4E-2	5.80E6
$\alpha_L = 400$ m und K_d (Uran) verdoppelt	3.7E-3	2.20E7
$S_L = 8\ 100\ \text{m}^3/\text{a}$ im Lagerbereich und im gesamten Ausbreitungsgebiet	8.9E-3	2.30E6

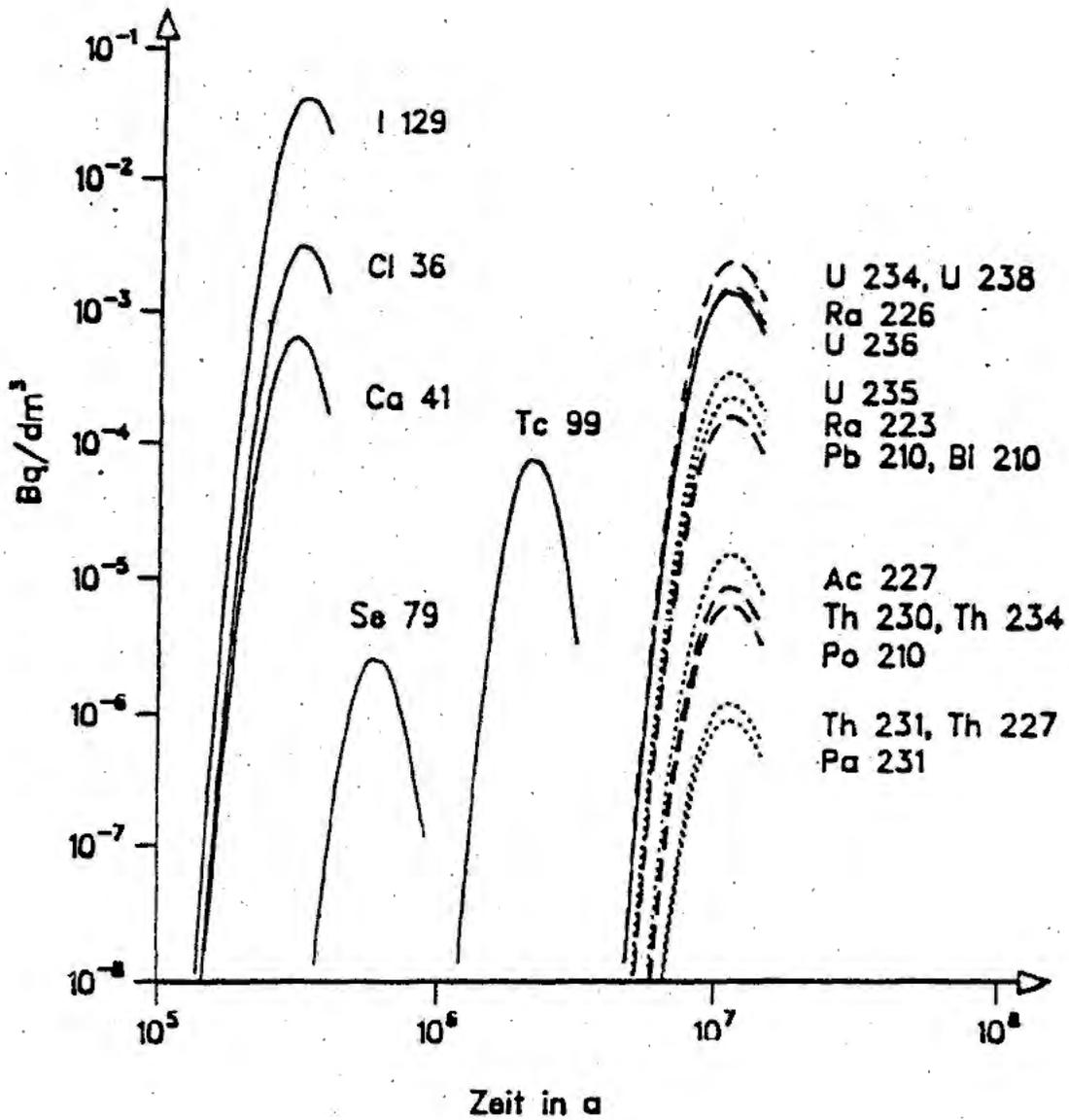
Quelle: Tab. 7.23 in EU 076.1

Abb. 7.3-1: Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für Weg Ia (Unterkreide)



Quelle: Abb. A1 in EU 396

Abb. 7.3-2: Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für Weg Ib (Oxford)



Quelle: Abb. B1 in EU 396.

Eine Zusammenstellung aller in der Langzeitsicherheitsanalyse behandelten Nuklide befindet sich in Tab. 7.3-9 (siehe auch Kap. 7.3.3.3)

Tab. 7.3-9: Liste der in der Langzeitsicherheitsanalyse betrachteten Nuklide

Nuklid	Halbwertszeit in Jahren	Bedeutung
Spalt- und Aktivierungsprodukte		
C 14	$5,7 \cdot 10^3$	nicht relevant für die Ausbreitung über die drei dominierenden Grundwasserwege; bei Ausbreitung über T und S Aktivitätskonzentration gleich 0 in den relevanten Rechenfällen
Cl 36	$3,0 \cdot 10^5$	Ausbreitung in der Biosphäre
Ca 41	$8,1 \cdot 10^4$	Ausbreitung in der Biosphäre
Co 60	$5,3 \cdot 10^0$	unbedeutend aufgrund kurzer Halbwertszeit
Ni 59	$8,0 \cdot 10^4$	nur berücksichtigt bei den Modellrechnungen zur Ausbreitung über T und S
Ni 63	$9,2 \cdot 10^1$	unbedeutend aufgrund kurzer Halbwertszeit
Se 79	$6,5 \cdot 10^4$	Ausbreitung in der Biosphäre
Rb 87	$4,7 \cdot 10^{10}$	nur berücksichtigt bei den Modellrechnungen zur Ausbreitung über T und S
Sr 90	$2,9 \cdot 10^1$	unbedeutend aufgrund kurzer Halbwertszeit
Zr 93	$1,5 \cdot 10^6$	nur berücksichtigt bei den Modellrechnungen zur Ausbreitung über T und S
Nb 94	$2,0 \cdot 10^4$	gelangt nicht zur Biosphäre (starke Sorption)
Mo 93	$3,5 \cdot 10^3$	nur berücksichtigt bei den Modellrechnungen zur Ausbreitung über T und S
Tc 99	$2,1 \cdot 10^5$	Ausbreitung in der Biosphäre
Pd 107	$6,5 \cdot 10^6$	nur berücksichtigt bei den Modellrechnungen zur Ausbreitung über T und S
Sn 126	$1,0 \cdot 10^5$	nur berücksichtigt bei den Modellrechnungen zur Ausbreitung über T und S
I 129	$1,6 \cdot 10^7$	Ausbreitung in der Biosphäre, gehört zu den Nukliden mit den höchsten Strahlenexpositionen 1)
Cs 135	$2,3 \cdot 10^6$	nur berücksichtigt bei den Modellrechnungen zur Ausbreitung über T und S
Cs 137	$3,0 \cdot 10^1$	unbedeutend aufgrund kurzer Halbwertszeit
Sm 151	$9,0 \cdot 10^1$	unbedeutend aufgrund kurzer Halbwertszeit
Eu 154	$8,5 \cdot 10^0$	unbedeutend aufgrund kurzer Halbwertszeit

Nuklid	Halbwertszeit in Jahren	Bedeutung
Zerfallsreihen		
Cm 248	$3,4 \cdot 10^5$	gelangt nicht zur Biosphäre aufgrund starker Sorption
Pu 244	$8,3 \cdot 10^7$	gelangt nicht zur Biosphäre aufgrund starker Sorption
Cm 244	$1,8 \cdot 10^1$	unbedeutend aufgrund kurzer Halbwertszeit
Pu 240	$6,5 \cdot 10^3$	gelangt nicht zur Biosphäre aufgrund starker Sorption
U 236	$2,3 \cdot 10^7$	Ausbreitung in der Biosphäre
Th 232	$1,4 \cdot 10^{10}$	Ausbreitung in der Biosphäre
U 232	$7,2 \cdot 10^1$	entsteht durch den Zerfall von Mutternukliden in oberflächennahen Schichten
Ra 228	6,7	entsteht durch den Zerfall von Mutternukliden in oberflächennahen Schichten
Th 228	1,9	entsteht durch den Zerfall von Mutternukliden in oberflächennahen Schichten
Ra 224	$1,0 \cdot 10^{-2}$	entsteht durch den Zerfall von Mutternukliden in oberflächennahen Schichten
Cm 245	$8,5 \cdot 10^3$	keine Ausbreitung in der Biosphäre aufgrund starker Sorption
Pu 241	$1,4 \cdot 10^1$	unbedeutend aufgrund kurzer Halbwertszeit und starker Sorption
Am 241	$4,3 \cdot 10^2$	unbedeutend aufgrund kurzer Halbwertszeit und starker Sorption
Np 237	$2,1 \cdot 10^6$	Ausbreitung in der Biosphäre
U 233	$1,6 \cdot 10^5$	Ausbreitung in der Biosphäre
Th 229	$7,3 \cdot 10^3$	Ausbreitung in der Biosphäre
Cm 246	$4,7 \cdot 10^3$	gelangt nicht zur Biosphäre aufgrund starker Sorption
Pu 242	$3,9 \cdot 10^5$	gelangt nicht zur Biosphäre aufgrund starker Sorption
Am 242m	$1,5 \cdot 10^2$	gelangt nicht zur Biosphäre aufgrund starker Sorption und kurzer Halbwertszeit
U 238	$4,5 \cdot 10^9$	Ausbreitung in der Biosphäre, gehört zu den Nukliden mit den höchsten Strahlenexpositionen 1)
Pu 238	$8,8 \cdot 10^1$	gelangt nicht zur Biosphäre aufgrund kurzer Halbwertszeit und starker Sorption
U 234	$2,4 \cdot 10^5$	Ausbreitung in der Biosphäre, gehört zu den Nukliden mit den höchsten Strahlenexpositionen 1)
Th 230	$7,7 \cdot 10^4$	Ausbreitung in der Biosphäre

Nuklid	Halbwertszeit in Jahren	Bedeutung
Zerfallsreihen		
Ra 226	$1,6 \cdot 10^3$	Ausbreitung in der Biosphäre, gehört zu den Nukliden mit den stärksten Strahlenexpositionen 1)
Pb 210	$2,2 \cdot 10^1$	entsteht durch den Zerfall der Mutternuklide in oberflächennahen Schichten, gehört zu den Nukliden mit den höchsten Strahlenexpositionen 1)
Bi 210	$1,4 \cdot 10^{-2}$	entsteht durch den Zerfall der Mutternuklide in oberflächennahen Schichten
Po 210	$3,8 \cdot 10^{-1}$	entsteht durch den Zerfall der Mutternuklide in oberflächennahen Schichten
Cm 247	$1,6 \cdot 10^7$	gelangt nicht zur Biosphäre aufgrund starker Sorption
Am 243	$7,4 \cdot 10^3$	gelangt nicht zur Biosphäre aufgrund starker Sorption
Pu 239	$2,4 \cdot 10^4$	gelangt nicht zur Biosphäre aufgrund starker Sorption
U 235	$7,0 \cdot 10^8$	Ausbreitung in der Biosphäre
Pa 231	$3,3 \cdot 10^4$	Ausbreitung in der Biosphäre
Ac 227	$2,2 \cdot 10^1$	entsteht durch den Zerfall von Mutternukliden in oberflächennahen Schichten

T und S = Tiefbohrungen und Schächte
1) Siehe Kap. 8.5.1

Quelle: eigene Zusammenstellung

Der Gutachter:

Bei der Ausbreitung durch das Deckgebirge bestehen gegen die vorgenommene Behandlung der Dispersion und Diffusion keine Einwände (die Annahme konstanter Dispersionslängen, d.h. variabler Peclet-Zahlen erscheint dem Gutachter im vorliegenden Fall vorerst als eine hinreichende Näherung (siehe auch SKB (1992)).

Die Transportrechnungen für die Zerfallsketten Cm 248 - Pu 244 - U 240 - U 236 und Cm 246- Pu 242 - U 238 - U 234 wurden vom TÜV (1990) mit Hilfe des Programms SWIFT nachvollzogen. Das Transportverhalten für die Spalt- und Aktivierungsprodukte wurden exemplarisch für I, C und Se mit Hilfe analytischer Berechnungen auf Grundlage der Daten der EU 076.1 überprüft. Es wurden keine Differenzen zu den Angaben des Antragstellers gefunden. Darüberhinaus wurden vom TÜV (1990) Rechnungen mit dem Programm CFEST für die Nuklide I 129 und U

238 durchgeführt. Im Gegensatz zum Modell SWIFT, welches von einer 1-dimensionalen Ausbreitung innerhalb ausgewählter Stromröhren ausgeht, wird bei CFEST die Ausbreitung im dreidimensionalen Strömungsfeld betrachtet. Dadurch ist es möglich, weitere potentielle Ausbreitungspfade zu erhalten. Die Rechnungen wurden auf Grundlage des stratigraphischen und des Störzonenmodells durchgeführt. Während bei geringer Durchlässigkeit der Unterkreide (10^{-12} m/s) die Ergebnisse der SWIFT-Rechnungen bestätigt wurden, ergaben sich bei erhöhter Durchlässigkeit (10^{-10} m/s) deutliche Abweichungen: Im stratigraphischen Modell tritt das Konzentrationsmaximum nördlich von Thiede auf. Im Störzonenmodell ergeben sich Maxima bei Thiede, Vechelde, Calberlah; das absolute Maximum am Salzstock Gifhorn. Die maximalen Konzentrationen für die Rechnungen mit dem stratigraphischen und dem Störzonenmodell stimmen gut überein und sind um Größenordnungen kleiner als die entsprechenden Werte der SWIFT-Rechnungen.

Der Gutachter stimmt diesen Berechnungen zu und betrachtet die vom Antragsteller gelieferten Ergebnisse als konservativ (im Sinne von 'Expert-Choice'-Modellen).

Zur Auswahl relevanter Nuklide:

Der Gutachter hält die Auswahl relevanter Nuklide für die Modellrechnungen zur Ausbreitung im Deckgebirge für ausreichend. Bei den Modellrechnungen zur Ausbreitung über Tiefbohrungen und Schächte wurden von den Aktiniden jeweils nur einige Nuklide jeder Zerfallsreihe berücksichtigt. Der Gutachter hält die Auswahl dieser Nuklide im Sinne einer exemplarischen Untersuchung für repräsentativ.

Zu den Sorptionsdaten:

Aus den Unterlagen des Antragstellers leitete das NLfB Sorptionsdaten für die Schichten des Deckgebirges ab. Für Tc, Se, Nb, Cs, Sr und Ra wurden im wesentlichen die gleichen K_D -Werte ermittelt wie vom Antragsteller. Für Zr, I, C, Np, Pu, U, Th, Pa und Ac wurden für einzelne Schichten vom Antragsteller abweichende K_D -Werte hergeleitet, wobei für Zr, I, C, U und Th für einzelne Schichten niedrigere Werte als durch den Antragsteller abgeschätzt wurden. Die K_D -Werte für Ca, Pd, Bi, Po, Co, Sm und Eu wurden für alle Schichten und für Pb, Rb und Ni mit Ausnahme einzelner Schichten vom Antragsteller abweichend gleich 0 gesetzt. Für Mo wurden die Werte von Tc, für Sn die von Pb sowie für Am und Cm die von Pu übernommen. Als relevant aufgrund der bisherigen Ergebnisse der Modellrechnungen wurden vom NLfB die Sorptionsdaten für I und U sowie dessen Zerfallsprodukte betrachtet.

Die K_D -Werte für Cl, Ca, Rb, Mo, Pd, Sn, Sm, Eu, Co, Bi und Po wurden nach Angaben des Antragstellers aufgrund chemischer Ähnlichkeit abgeschätzt. Der Gutachter hält diese Vorgehensweise generell für problematisch. Vom Antragsteller wurde jedoch der K_D -Wert für Cl gleich 0 gesetzt. Abweichend vom Antragsteller setzte das NLfB in seiner Bewertung die K_D -Werte für Ca, Pd, Sm, Eu, Co, Po und Bi für alle Schichten und für Rb und Sn mit Ausnahme einzelner Schichten gleich 0. Der Gutachter schließt sich dieser Bewertung im Sinne einer konservativen Vorgehensweise an. Für das Element Mo wurden vom Antragsteller sowie vom NLfB die Werte für Tc übernommen. Da diese verglichen mit den Ergebnissen der Probemessungen für Mo in EU 139.2 relativ niedrig liegen, hält der Gutachter die Übernahme der Tc-Daten für Mo für gerechtfertigt. Darüberhinaus ist das Nuklid Mo 93 aufgrund seiner vergleichsweise kurzen Halbwertszeit (3.500 Jahre) für die Ausbreitung in der Biosphäre von geringer Bedeutung.

Für Am und Cm wurden vom Antragsteller sowie vom NLfB die Werte für Pu übernommen. Die Sorptionswerte für Cm und Am sind insofern von Bedeutung, als die Nuklide dieser Elemente nach analytischen Berechnungen aufgrund ihrer unterstellten hohen Sorption als nicht relevant für die Langzeitsicherheit eingestuft wurden (s. Kap. 7.3.3.2). Für das Element Am wurden nur sehr wenige Daten experimentell ermittelt, über Cm liegen keine Meßdaten vor. Ein Vergleich der vorliegenden Daten für Cm mit den Pu-Daten belegt jedoch die chemische Ähnlichkeit der beiden Elemente (EU 138).

Messungen mit Proben vom Standort Gorleben zeigen eine große Ähnlichkeit des Sorptionsverhaltens von Pu, Am und Cm, so daß die Übertragung von Pu-Werten auf Am und Cm zulässig ist (mündliche Mitteilung NLfB). Die Übertragbarkeit von Zr-Daten auf Th für verschiedene Schichten des Deckgebirges ist ebenfalls durch Messungen an Gorleben-Proben belegt.

7.3.3.3 Transport vom Grubengebäude zur Biosphäre über Bohrungen und Schächte

Sachverhaltsdarstellung:

Modellaufbau, Parameterwahl, Anfangs- und Randbedingungen

Grundlage dieser Nuklidtransportrechnungen sind die in Kap. 7.3.1.4 diskutierten Grundwasserströmungsrechnungen sowie die Ergebnisse zur Radionuklidfreisetzung aus dem Endlager (EU 373). Berechnungen zum Schachtverschluß sind in der EU 463 sowie EU 339 dargestellt, die Ausbreitung über Tiefbohrungen (Bleckenstedt 1, Sauingen 1, Üfingen 1 + 2 und Vechelde 3) ist in den EU 463 sowie 455 dargestellt. Die Ausbreitung der Radionuklide über Tiefbohrungen und Schächte wurde als eindimensionaler Prozeß mit dem Programm RANCHMD (siehe auch Kap. 7.2.1.3) modelliert. Als Anfangsbedingung wird die Nuklidkonzentration im ganzen Untersuchungsgebiet gleich Null gesetzt. Das Rechenprogramm wird unter Annahme konstanter Transportparameter durchgeführt. Zur Berücksichtigung der räumlichen Veränderung der Parameter wurde der Fließweg in Segmente unterteilt und das Rechenprogramm segmentweise angewandt.

Für die Rechenfälle 'Schachtverschluß' wurde der Ausbreitungspfad in folgende Segmente unterteilt:

- Schacht Konrad 1 durch Oxford
- Schacht Konrad 1 durch Kimmeridge
- Schacht Konrad 1 durch Unterkreide und Alb
- Oberkreide (Plänerkalke).

Für die Rechenfälle "Alte Bohrungen" wurde der Ausbreitungspfad in folgende Segmente unterteilt:

- Oxford
- Kimmeridge
- Bohrung Bleckenstedt 1 bzw. andere Bohrungen durch Unterkreide und Alb
- Oberkreide.

Folgende Prozesse wurden berücksichtigt: Advektion in den Kluftsystemen, Dispersion in Mikrorissen und Poren der Gesteinsmatrix sowie Sorption in der Matrix und

im Schacht bzw. der Bohrung. Nicht berücksichtigt wurde die longitudinale Diffusion und die transversale Dispersion. Die Verdünnung der Radionuklide, welche durch Querdispersion und Zufluß von nichtkontaminierten Wässern auftritt, wurde jeweils am Ende jedes Segmentes berücksichtigt. Vereinfachend wurde für alle Rechenfälle die einer Durchströmungsrate der Grube von 1,36 l/min entsprechenden Freisetzungsraten eingesetzt. Da nur ein Teil des Grubendurchflusses entlang der Bohrungen bzw. Schächte fließt, wird als Quellterm für die Modellrechnungen nur der Teil der gesamten Aktivitätsfreisetzungsraten verwendet, welcher dem Verhältnis des fallspezifischen Wasserflusses entlang der Bohrungen bzw. des Schachtes entspricht. Die Konzentration der Uranisotope und von Cl 36 im Endlager, die für die Festlegung der K_D -Werte maßgebend ist, wurde als Quotient der Freisetzungsraten und des tatsächlichen Wasserflusses berechnet. Der Fehler dieser Rechnung wurde auf 15 % geschätzt. Die K_D -Werte zur Berücksichtigung der Sorption wurden der EU 113.4 entnommen. Da für die Elemente Ni, Zr, Pd, Sn, Pu, U, Th, Ac und Pb der K_D -Wert von der EDTA-Konzentration abhängt, wurde die Ausbreitung dieses Komplexbildners in der Geosphäre analog der Ausbreitung des nichtabsorbierenden Nuklides Cl 36 berechnet. Die in der EU 113.4 angeführten K_D -Werte gelten für die Oberkreide mit den dort herrschenden chemischen Verhältnissen (schwach bis nicht saline Wässer). Nach dem hier beschriebenen Modell gelangt jedoch stark salines Tiefengrundwasser durch die Bohrungen bzw. Schächte in die Oberkreide. Aus diesem Grunde wurden für die Oberkreide die K_D -Werte des Kimmeridge verwendet (EU 463). Die Sorption an künstlichen Dichtungsmaterialien zur Verfüllung von Bohrungen und Schächten wurde nicht berücksichtigt (mündliche Mitteilung, NLfB).

Die Modellrechnungen wurden für die Spalt- und Aktivierungsprodukte C 14, Cl 36, ca 41, Ni 59, Se 79, Rb 87, Mo 93, Zr 93, Nb 94, Tc 99, Pd 107, Sn 126, I 129 sowie Cs 135 und für die Nuklide in den Zerfallsreihen Pu 240, U 236, Th 232, Np 237, U 233, Th 229, U 238, U 234, Th 230, Ra 226, Pu 239, U 235 sowie Pa 231 durchgeführt. Alle übrigen Nuklide wurden aufgrund ihrer kurzen Halbwertszeit oder ihres geringen Beitrages zum Inventar nicht berücksichtigt. In zwei Rechenfällen wurden lediglich I 129 als repräsentatives Beispiel nicht-sorbierende und U 238 als repräsentatives Beispiel für sorbierende Nuklide ausgewählt: R 47 Variationsfall Tiefbohrungen und R 49 Variationsfall Schachtverschluß.

Ergebnisse der Berechnungen

Die Abbildungen 7.3-3 bis 7.3-5 zeigen den zeitlichen Verlauf der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für den Referenzfall Tiefbohrungen R 34, den Referenzfall Schachtverschluß R 35 und den Variationsfall Tiefbohrungen R 16.

Die wichtigsten Ergebnisse der Modellrechnungen gemäß EU 339, EU 455 und EU 463 (Maxima der Aktivitätskonzentration im Quartär und die Zeitpunkte ihres Auftretens sowie die Austrittsorte (vgl. Karte 7 des Gutachtens) der kontaminierten Grundwasserströme im Quartär) sind exemplarisch für die Nuklide I 129 und U 238 in Tabelle 7.3-10 zusammengefaßt. Den beiden Nukliden I 129 und U 238 wird aufgrund ihres hohen Aktivitätskonzentrationsanteils besondere Bedeutung zugemessen (EU 339). Im Referenzfall "Tiefbohrungen" (R 34) findet eine gleichmäßige Reduktion der beiden Isotope statt. Die maximale Konzentration und die entsprechenden Zeitpunkte liegen günstiger als bei Ausbreitung durchs Deckgebirge (Szenarien Ia und Ib). Bei einer 100 mal erhöhten Durchlässigkeit des unversetzten Bohrlochabschnitts liegen die Werte im Vergleich zur Ausbreitung durchs Deckgebirge etwas ungünstiger. Als die potentiell wichtigsten Bohrungen erweisen sich Bleckenstedt 1 und Vechelde 3, die übrigen Bohrungen weisen deutlich niedrigere Konzentrationen und längere Laufzeiten auf, so daß auf deren Werte in der Tabelle 7.3-10 verzichtet wurde.

Tab. 7.3-10: Maximale Nuklidkonzentrationen im Quartär und entsprechende Laufzeiten für ausgewählte Rechenfälle

	Schacht Konrad 1 Konzentration/Laufzeit Bq/m ³ Jahre		Bleckenstedt 1 Konzentration/Laufzeit Bq/m ³ Jahre		Vechelde 3 Konzentration/Laufzeit Bq/m ³ Jahre	
I 129:						
R 34 ^a			4,5·10 ⁻³	4,3·10 ⁵		
R 35 ^a	2,0·10 ⁰	5,5·10 ⁴				
R 16 ^a			4,4·10 ²	4,8·10 ⁴		
R 49 ^b	5,6·10 ⁻⁵	1,5·10 ⁶				
R 47 ^c			3,3·10 ⁻⁸	2,0·10 ⁴	2,4·10 ⁻³	3,3·10 ⁵
U 238:						
R 34 ^a			1,5·10 ⁻⁴	2,8·10 ⁷		
R 35 ^a	2,6·10 ⁻²	1,0·10 ⁷				
R 16 ^a			1,8·10 ¹	3,0·10 ⁶		
R 49 ^b	4,1·10 ⁻⁷	4,5·10 ⁸				
R 47 ^c			3,0·10 ⁻¹⁰	4,8·10 ⁶	6,4·10 ⁻⁵	2,3·10 ⁷

Quellen: a) EU 339, b) EU 463, c) EU 455

Der Gutachter:

Eine abschließende Darstellung der relevanten Berechnungsergebnisse bezüglich der **Radionuklid- ausbreitung durch Schächte und Bohrungen** liegt derzeit dem Gutachter nicht vor (die Berechnungen und abschließende Bewertungen laufen derzeit noch).

Für die Nuklid- ausbreitung über Tiefbohrungen wird nach dem jetzigen Kenntnisstand der Rechenfall 47 als relevant betrachtet. Bei diesem wurden die Modellrechnungen lediglich exemplarisch für die Nuklide I 129 und U 238 durchgeführt. Die maximalen Konzentrationen dieser Nuklide im Quartär liegen um ca. fünf Größenordnungen unter den entsprechenden Werten des Referenzfalls R 34 allerdings treten die Konzentrationsmaxima erheblich früher auf als bei R 34 (siehe Tab. 7.3-10). Dies könnte sich bei einigen Nukliden auf die Höhe des Konzentrationsmaximums auswirken, da bei kürzeren Laufzeiten der radioaktive Zerfall die Nuklidkonzentration in geringem Maße herabsetzt. Es sollten daher bei dem Rechenfall R 47 Modellberechnungen für relevante Nuklide, bei denen sich dies als kritisch erweisen

könnte, durchgeführt werden, um eine ausreichende Abschätzung der Strahlenbelastung durch das Auftreten der Nuklide im quartären Grundwasser zu ermöglichen.

Im Sinne einer konservativen Grenzwertbetrachtung wird darüberhinaus der Rechenfall R 16 vorerst als relevant betrachtet, der im Gegensatz zum Referenzfall R 34 eine erhöhte Durchlässigkeit im unversetzten Bohrlochabschnitt in der Unterkreide und im Alb von 10^{-3} m/s aufweist (siehe der Gutachter, Kap. 7.3.1.4). Der Rechenfall R 16 liefert hohe Aktivitätskonzentrationen: für das Isotop I 129 ergibt sich eine maximale Aktivitätskonzentration von $4,4 \cdot 10^2$ Bq/m³ für den Zeitpunkt 47.500 Jahre, für das Isotop U 238 $1,8 \cdot 10^1$ Bq/m³ für den Zeitpunkt 3 Millionen Jahre.

Bezüglich der Wirkung der Schächte betrachtet der Gutachter vorerst den Rechenfall R 49 als repräsentativ. Er geht auf detaillierte Untersuchungen von Wittke (EU 438) zurück. Die Werte der maximalen Konzentrationen im Quartär für die exemplarisch ausgewählten Nuklide I 129 und U 238 liegen um mehrere Größenordnungen unter den entsprechenden Werten des Referenzfalls R 35. Zudem wurden für den Rechenfall R 49 deutlich längere Laufzeiten berechnet. Auf Modellrechnungen unter Berücksichtigung des gesamten Nuklidspektrums kann daher im Rechenfall R 49 verzichtet werden. Für das Isotop I 129 wird nach 1,5 Millionen Jahren die maximale Aktivitätskonzentration von $5,6 \cdot 10^{-5}$ Bq/m³ erreicht, für das Isotop U 238 wird sie nach 450 Millionen Jahren mit einem Wert von $4,1 \cdot 10^{-7}$ Bq/m³ erreicht.

Die vorgestellten Rechnungen bezüglich der Radionuklidenausbreitung durch Schächte und Bohrungen erscheinen dem Gutachter sowohl methodisch als auch vom Modell- aufbau und der Parameterwahl her sinnvoll und aussagekräftig. Der Gutachter betrachtet die vorgestellten Berechnungen als konservative 'Expert-Choice'-Modelle. Die Ergebnisse belegen die Machbarkeit eines sicheren Schachtverschlusses.

Demgegenüber zeigen die derzeitigen Berechnungen zur Dichtigkeit der alten Bohrungen teilweise hohe radiologische Belastungen, die unbedingt berücksichtigt werden müssen.

Eine weiterführende und für alle vorgestellten Modellrechnungen gültige Bewertung seitens des Gutachters ist in Kapitel 7.8 zu finden.

Abb. 7.3-3a Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen (Spalt- und Aktivierungsprodukte) im Quartär für den Rechenfall 34

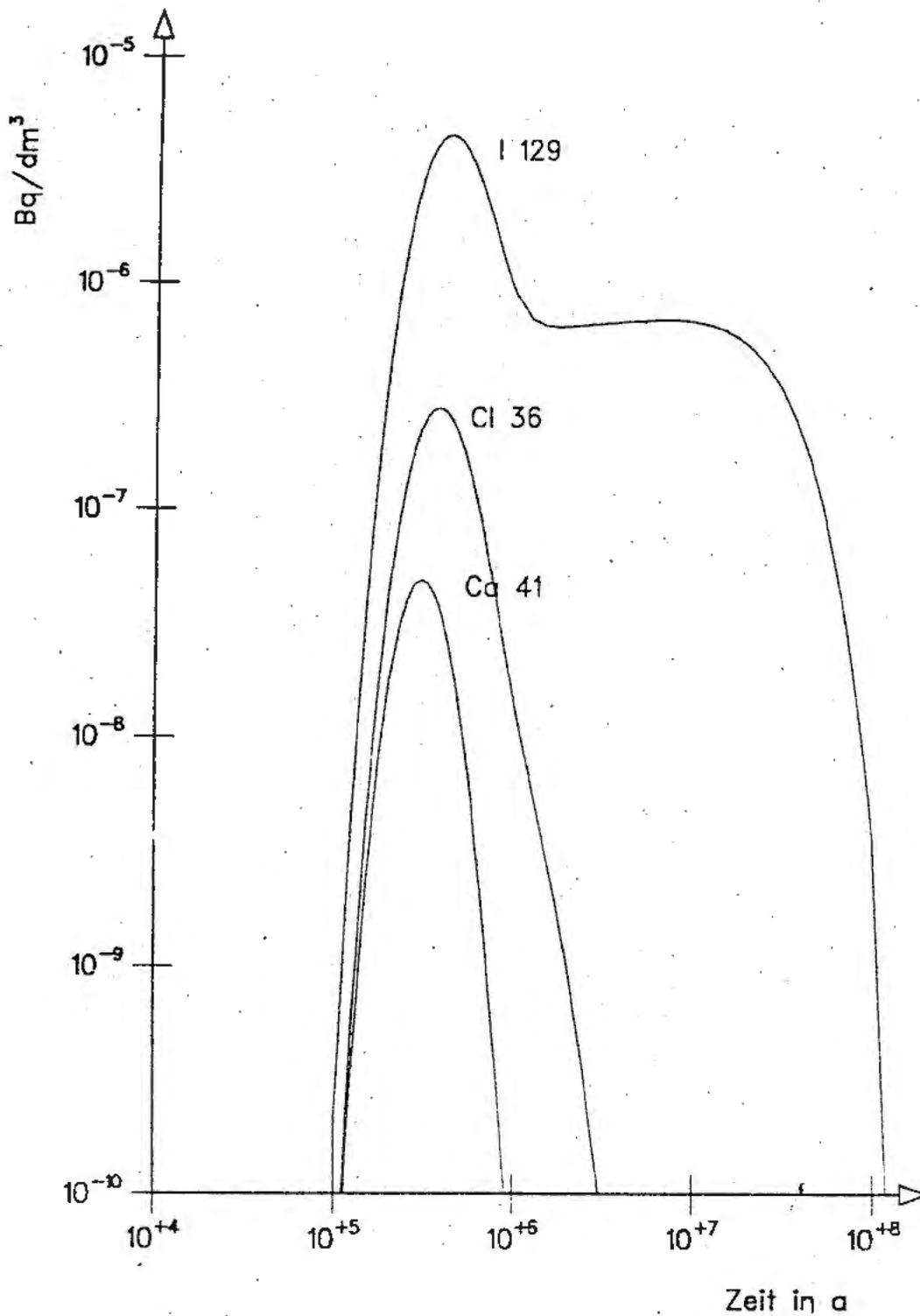


Abb. 7.3-3b Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen (Aktiniden) im Quartär für den Rechenfall 34

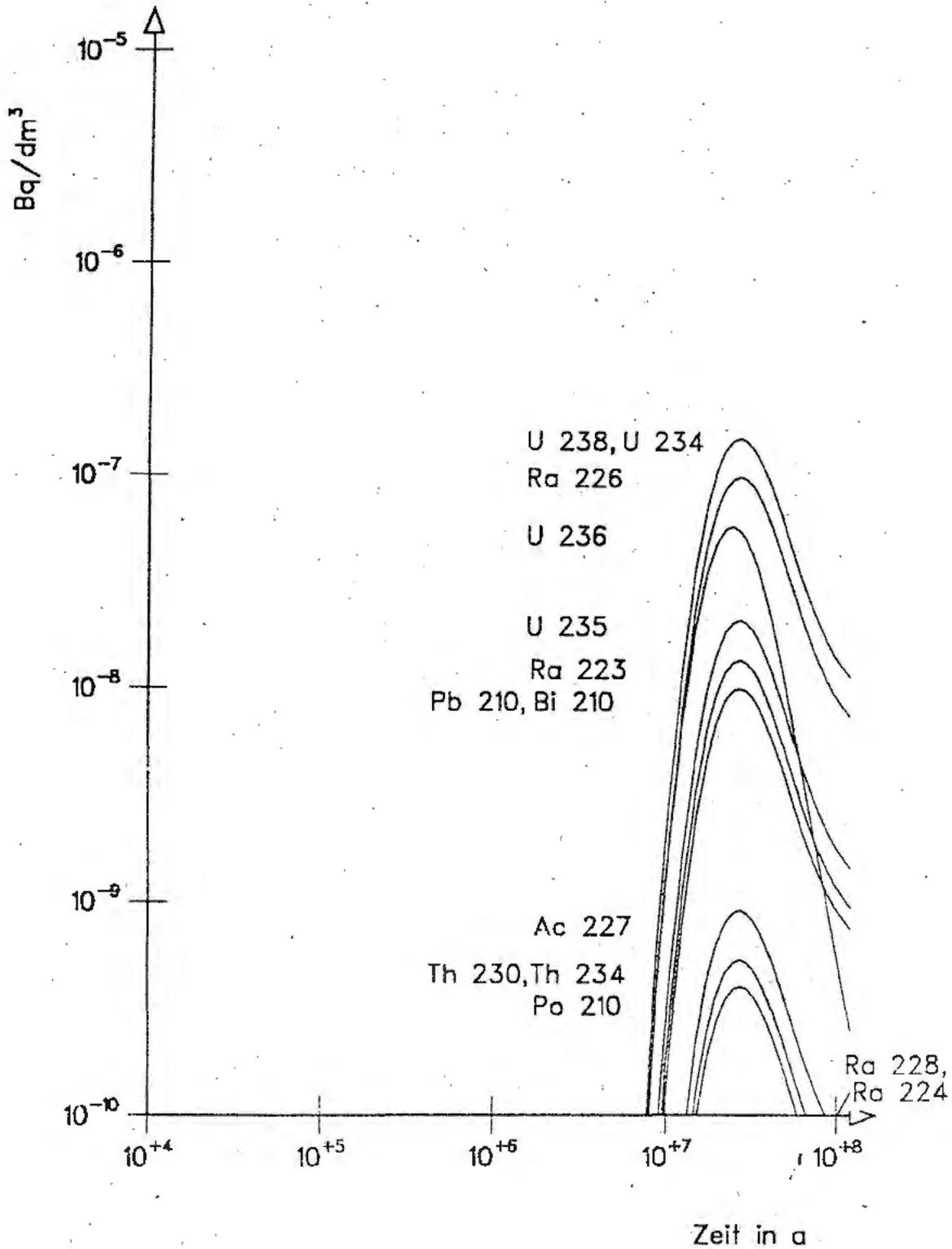


Abb. 7.3-4a Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen (Spalt- und Aktivierungsprodukte) im Quartär für den Rechenfall 35

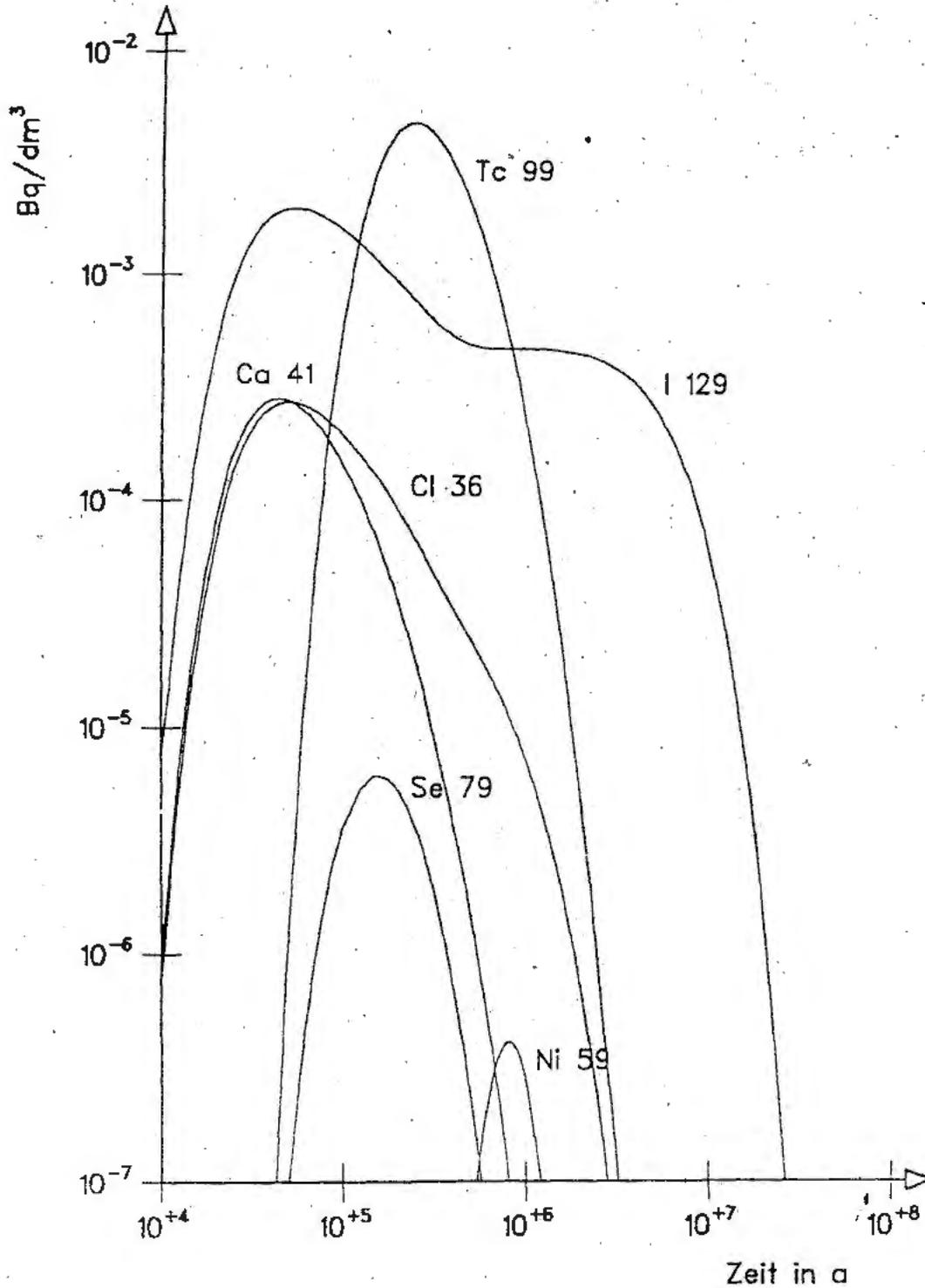


Abb. 7.3-4b Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen (Aktiniden) im Quartär für den Rechenfall 35

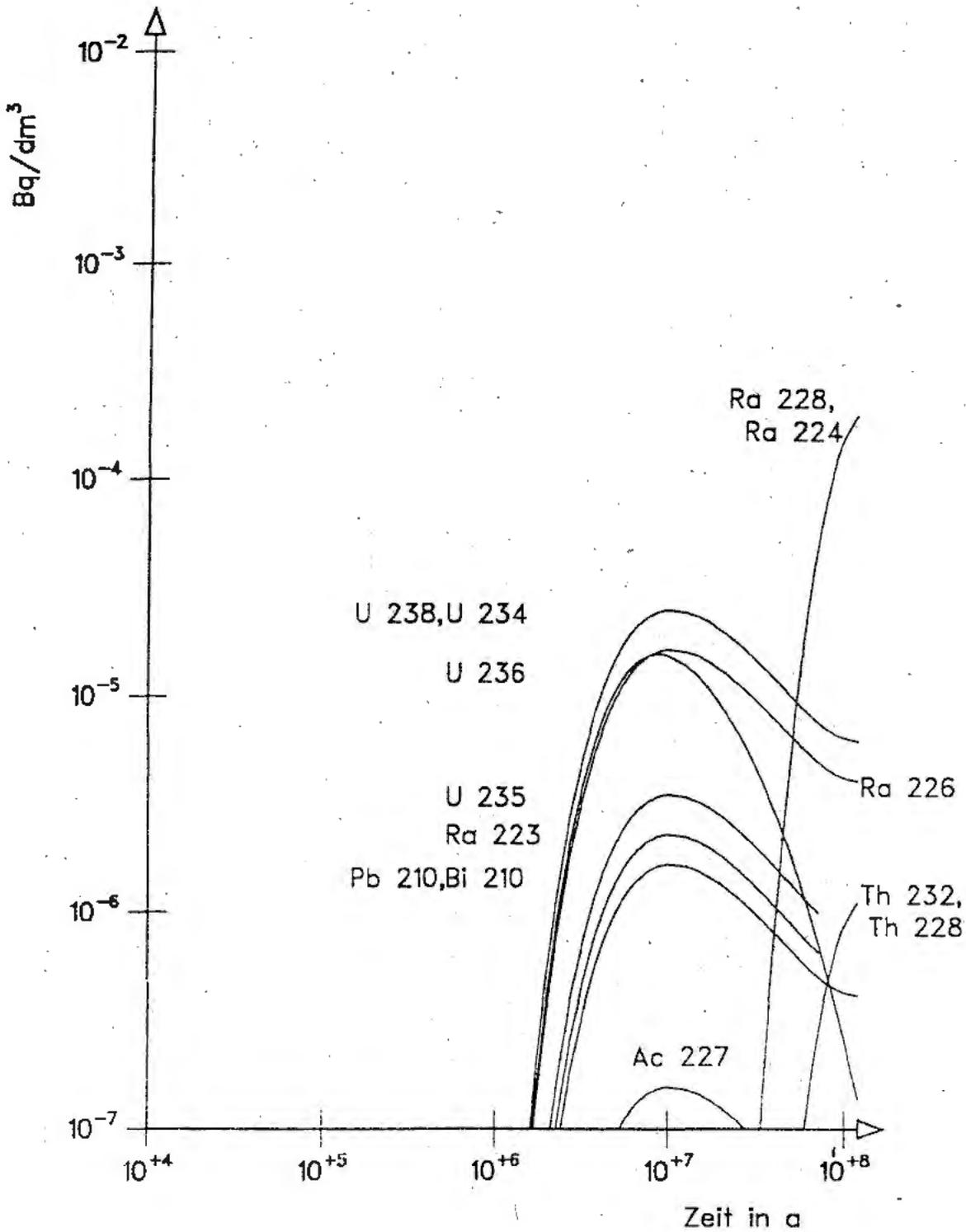


Abb. 7.3-5a Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für den Rechenfall 16

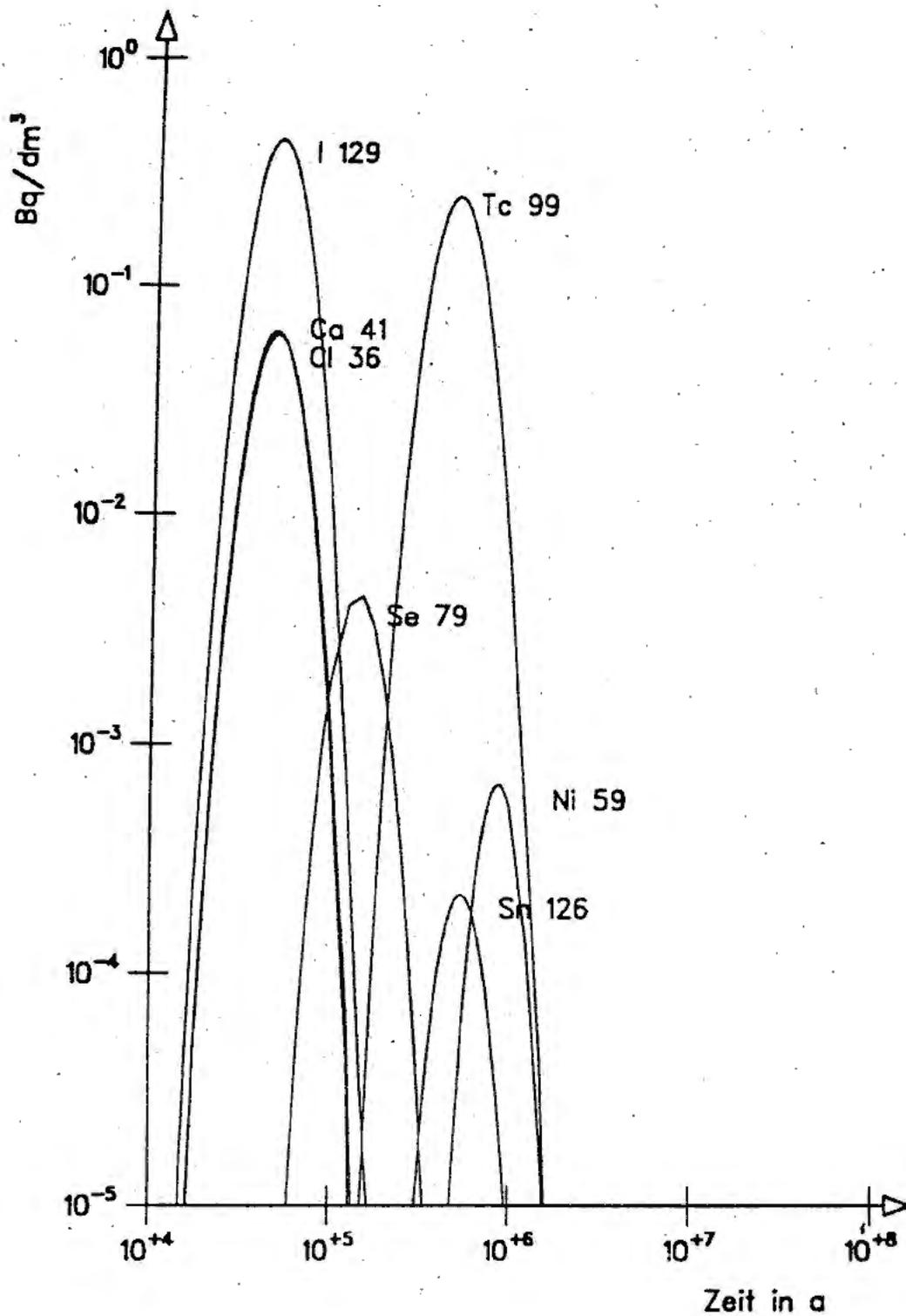
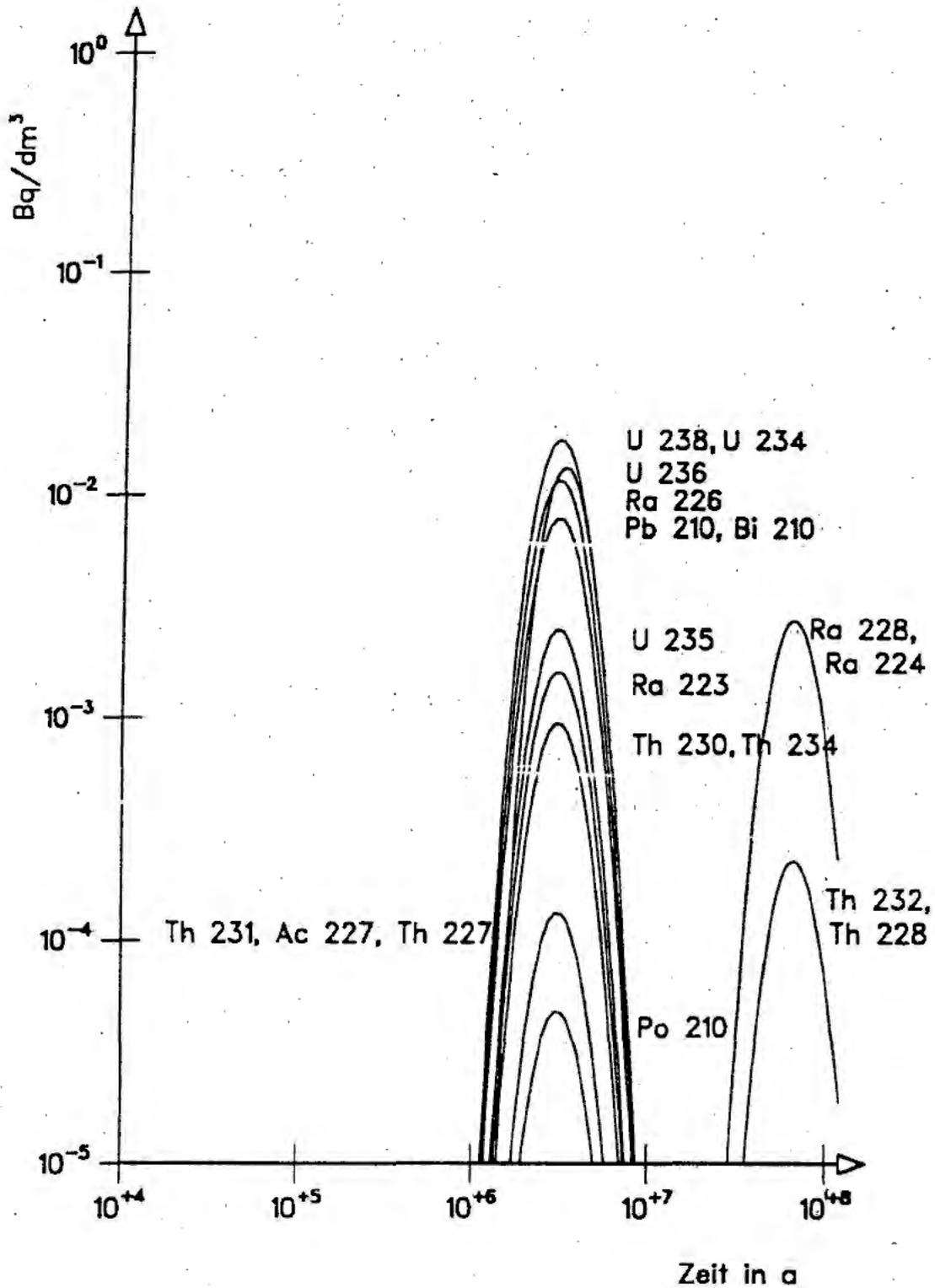


Abb. 7.3-5b Zeitlicher Verlauf der Radionuklidkonzentrationen im Quartär für Rechenfall 16



7.4 Mikrobieller Einfluß auf Radionuklide

Es ist zu klären, inwieweit in einem Endlager vorhandene oder eingebrachte Bakterien in der Lage sein können, die Freisetzung von Radionukliden aus den Abfallgebänden durch mikrobielle Umsetzung zu mobilisieren. Von den Bakterien produzierte Gase wie Methan, Schwefelwasserstoff, Stickstoff oder Kohlendioxid könnten eine solche Mobilisierung bewirken, Korrosionsvorgänge (Metall-Oxidation) beschleunigen oder die Löslichkeit mancher Nuklide durch chemische Reaktionen verbessern.

Sachverhaltsdarstellung:

Zur Klärung der eingangs-erörterten Fragestellung liegen als Quellen vor: EU 222, EU 254 und TÜV 1990.

Die im Zwischenbericht des TÜV Hannover berücksichtigte Studie von [REDACTED] (1990) zur "Abschätzung und Beurteilung der mikrobiellen Mobilisierung chemischer Elemente im Endlager Grube Konrad" stand nicht zur Verfügung. In EU 254 werden die Bereiche Grubengebäude, Nebengestein sowie über- bzw. unterlagernde Schichten aus mikrobiologischer Sicht als extreme Lebensräume beschrieben. Sie können auch nur von extrem angepassten Mikroorganismen besiedelt werden. Das Vorkommen und die Ausbreitung von Mikroorganismen ist aber an verschiedene Voraussetzungen gebunden. So benötigen phototrophe Organismen Licht, während solche mit aerober Atmung auf Sauerstoff angewiesen sind. Zudem bestehen klar definierte Lebensansprüche an z.B. Luftfeuchtigkeit und Wassergehalt, an das Vorhandensein nutzbarer Energiequellen, pH-Wert und Eh-Wert, Temperatur, Druck und Strahlung.

Es wird angenommen, daß die bei mikrobiologischen Untersuchungen im Labor ermittelten Ergebnisse nur bedingt auf die Situation in einem Endlager übertragbar sind. Im tiefen geologischen Untergrund sind die Lebensbedingungen für Mikroorganismen eher schlechter.

In zementierten oder bituminierten Abfallprodukten sind keine mikrobiellen Aktivitäten zu erwarten, da einerseits hohe Temperaturen und hohe pH-Werte (bis 100 °C, pH 12), andererseits hohe Temperaturen (120 bis 200 °C) bei der Konditionierung der Abfälle auftreten. In eingeschränktem Maße sind mikrobielle Vorgänge nur in kompaktierten Abfällen zu erwarten. Durch Stichprobennahme in gelagerten Abfallgebänden kann eine wider Erwarten auftretende Mikroorganismen-Entwicklung festgestellt werden. Gezielte Gegenmaßnahmen sind dann möglich.

Es ist davon auszugehen, daß in der Betriebsphase des Endlagers Mikroorganismen mit den Abfällen eingelagert werden. Wachstumshemmend wirken sich die Trockenheit und das geringe Nährstoffangebot im Grubengebäude sowie ein erhöhter Strahlenpegel aus. Ein mikrobieller Einfluß ist daher nur in Gebinden mit organischen, restfeuchten Abfällen zu erwarten. Als Resultat können Gase gebildet werden, von denen radiologisch nur Wasserstoff, Methan und Kohlendioxid durch den Gehalt von H3 oder C14 von (geringer) Bedeutung sind. Die Sicherheit des Endlagers in der Betriebsphase wird nach Darstellung in EU 254 durch die genannten Vorgänge aber nicht beeinträchtigt.

In der Nachbetriebsphase des Endlagers ist zwischen möglichen Auswirkungen im Nahbereich (Grubengebäude) und im Fernbereich (längs des Wasserpfads) zu unterscheiden. Im Nahfeld treten Bedingungen auf, die keine nennenswerten mikrobiellen Aktivitäten zulassen (Dunkelheit, anaerobe, reduzierende Bedingungen, pH-Wert um 12, Mangel an Nährstoffen, ionisierende Strahlung). Für trotzdem auftretende Mikroorganismen ist die Wahrscheinlichkeit einer Wechselwirkung mit nicht radioaktiven Nukliden (Natrium, Calcium, Eisen) höher, als die mit den geringen Mengen an Radionukliden. Die Aufnahmefähigkeit der Mikroorganismen der Radionuklide ist durch die in großem Überschuß vorhandenen Metalle stark herabgesetzt. Ein Beitrag zu beschleunigter Radionuklidfreisetzung und -ausbreitung kann daher kaum geleistet werden. Stabile, toxische Zerfallsprodukte aus Radionukliden wie Blei und Wismut verhindern zudem ein Organismenwachstum.

Mikroorganismen treffen im Fernbereich, d.h. längs des Wasserpfads durch das Deckgebirge hinsichtlich pH-Wert, Temperatur und Druck, Salzgehalt der Wässer, Sauerstoffangebot, Verfügbarkeit von Energiequellen und Elektronenakzeptoren günstigere Bedingungen an als im Grubengebäude, so daß mit einer Ausbreitungsbegünstigung von Radionukliden hinsichtlich des Transport zur Erdoberfläche gerechnet werden könnte.

Die Bewertung mikrobieller Vorgänge im Fernbereich kommt zu folgenden Aussagen: Wegen der bereits hohen Verdünnung von Radionukliden im Deckgebirge hat die Möglichkeit einer Veränderung der Löslichkeit von Radionukliden durch Mikroorganismen keine Bedeutung. Der Abbau von Komplexbildnern durch Mikroorganismen führt zu einer Festlegung der Radionuklide. Zudem bewegen sich Mikroorganismen langsamer als das Grundwasser. Radionuklide können deshalb nicht schneller in die Biosphäre gelangen, als es den berechneten Grundwasserlaufzeiten entspricht. Wären die Organismen beweglich, wie z.B. manche Bakterien,

würde eine Ausbreitung behindert durch Adsorption an Gesteinsflächen, die Filtrationswirkung natürlicher Sedimente und eine Ablagerung in den Sedimenten. Daraus wird gefolgert, daß chemische und physikalische Prozesse und nicht mikrobielle Aktivitäten das Verhalten der Elemente im geologischen Untergrund bestimmen.

Hinsichtlich des mikrobiell beeinflussbaren Sorptionsverhaltens von relevanten Radionukliden ergibt sich kein Einfluß von Mikroorganismen auf die Sorption außer im Fall von Jod.

Im Zwischenbericht des TÜV Hannover (1990) wird die vom Antragsteller in Auftrag gegebene Studie "Abschätzung und Beurteilung der mikrobiellen Mobilisierung chemischer Elemente im Endlager Grube Konrad" wertend zusammengefaßt. Danach wird bei 270 Bakterienarten geprüft, ob diese unter den in der Grube Konrad während des Betriebs und nach der Verfüllung herrschenden Randbedingungen leben können. Es wird festgestellt, daß die weitaus meisten dieser Bakterien bei pH 8-10 und in einer 18 %-igen Kochsalzlösung nicht lebens- und vermehrungsfähig sind. Ein Massenwachstum der Bakterien und eine signifikante Mobilisierung von Radionukliden wird beim derzeitigen Stand der Wissenschaft als unwahrscheinlich erachtet.

Der Gutachter:

Das komplexe Problem der mikrobiellen Beeinflussung des Wanderverhaltens relevanter Radionuklide wurde sowohl auf der Grundlage allgemein bekannter Lebensansprüche von Mikroorganismen als auch praktischer Experimente mit Mikroorganismen modellhaft nachvollziehbar behandelt. Aus den dargestellten Überlegungen kann der Schluß gezogen werden, daß nach heutigem Kenntnisstand kein mikrobiell bedingtes Sicherheitsrisiko für das Endlagersystem vorliegt.

7.5 Chemotoxizität

Der Antragsteller geht davon aus, daß die endzulagernden Abfälle neben ihrer Radioaktivität eine gewisse Chemotoxizität aufweisen, so daß auch deren Langzeitwirkung betrachtet werden muß. Bei den chemotoxischen Stoffen handelt es sich sowohl um organische als auch anorganische Substanzen.

Organische Stoffe

Sachverhaltsdarstellung:

Für organisch chemotoxische Stoffe wurden radiolytische und chemische Abbaumechanismen diskutiert (EU 317, 318).

EU 317:

Es wird angenommen, daß aufgrund der Strahlenwirkung des endgelagerten Inventars ein Abbau bzw. eine Umwandlung organischer chemotoxischer Stoffe stattfindet. Für jede der in Tab. 3.3-1, Kap. 3.3.7 dieses Gutachtens aufgeführten Stoffklassen wurden ein oder mehrere Vertreter ausgewählt und für diese eine Literaturrecherche durchgeführt. Die Ergebnisse der Recherche lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Bei wasserlöslichen Stoffen findet ein rascher Abbau durch Reaktion mit den Radiolyseprodukten des Wassers statt. Bei geringer Wasserlöslichkeit erfolgt aufgrund der geringen Kontaktwahrscheinlichkeit zwischen den organischen Stoffen und den Radiolyseprodukten des Wassers ein geringer Abbau. Wasserunlösliche Verbindungen und wasserunlösliche Reste von wenig wasserlöslichen Verbindungen werden durch direkte Strahlungswirkung zerstört. Es wird auf die Problematik der Literaturarbeit hingewiesen:

- Für den Abbau relevante Strahlungsart ist die Alpha-Strahlung. Die Mehrzahl der in der Fachliteratur beschriebenen Experimente wurde jedoch mit Gamma-Strahlung durchgeführt.
- Für die Abschätzung des Verhaltens der organischen Verbindungen unter Endlagerbedingungen steht nur eine beschränkte Anzahl von brauchbaren Studien in der Literatur zur Verfügung. Zur Erweiterung der gewonnenen Kenntnisse müßten zusätzliche Experimente durchgeführt werden, die den im Endlager herrschenden Bedingungen Rechnung tragen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Simulation von Langzeiteffekten bei relativ geringen Strahlendosen, die den Bedingungen des Endlagers entsprechen, nicht durchzuführen sind.

Der Gutachter:

Der Gutachter schließt sich den Bedenken des Antragstellers hinsichtlich der Abschätzung des radiolytischen Abbaus organischer chemotoxischer Verbindungen an. Darüberhinaus hält er die Übertragung der Ergebnisse für den Vertreter einer Stoffklasse auf andere Vertreter derselben Stoffklasse für problematisch, da auch innerhalb einer Stoffklasse große Unterschiede in der Geschwindigkeit von Abbaureaktionen auftreten können. Nach Ansicht des Gutachters ist davon auszugehen, daß in den Abfällen ein radiolytischer Abbau organischer Stoffe stattfindet. Eine Prognose

darüber, mit welcher Geschwindigkeit und mit welcher Ausbeute dieser Abbau erfolgt, ist jedoch auf der Grundlage der vorhandenen experimentellen Daten problematisch.

Sachverhaltsdarstellung:

EU 318:

Im Auftrag des BfS führte die Elektrowatt Ingenieurunternehmung, Zürich, eine Literaturrecherche zum chemischen Abbau organischer chemotoxischer Stoffe in den endzulagernden Abfällen durch.

Wichtigste Abbaureaktion ist die Hydrolyse, wobei zwischen schnellem (Halbwertszeit < 1 Jahr), mäßig schnellem (Halbwertszeit = 1 bis 1.000 Jahre) und langsamen Abbau (Halbwertszeit > 1.000 Jahre) unterschieden wird. Ein langsamer Abbau findet bei polychlorierten Biphenylen, halogenierten Terphenylen, halogenierten Diphenylethern, halogenierten Dibenzodioxinen, halogenierten Dibenzofuranen, Ethylendiamintetraessigsäure und Nitrilotriessigsäure statt. Die Halbwertszeiten für halogenierte Dibenzodioxine, halogenierte Dibenzofurane und halogenierte Diphenylether wurden aus den Daten für chlorierte Phenole abgeleitet. Über die Halbwertszeiten von halogenierten Terphenylen wurden keine quantitativen Angaben gemacht.

Mögliche weitere Reaktionen sind Reduktionsreaktionen sowie Reaktionen zwischen zwei bzw. mehreren organischen Verbindungen.

Reduktionsreaktionen:

Da die in den Abfallgebinden endgelagerten organischen chemotoxischen Stoffe ein stark negatives Redoxpotential aufweisen, sind unter den im Endlager herrschenden Bedingungen Reduktionsreaktionen nicht zu erwarten.

Reaktionen zwischen zwei bzw. mehreren organischen Verbindungen:

Insofern sich Verbindungen im Wasser lösen, welches in den Abfallgebinden bzw. Fixierungsmitteln enthalten ist, sind Reaktionen zwischen zwei bzw. mehreren organischen Verbindungen möglich.

1. Die Kinetik einer Abbaureaktion in wässriger Lösung kann durch die Anwesenheit einer anderen Verbindung beeinflusst werden, wobei folgende Faktoren möglich sind:
 - Die Entstehung von Salzsäure bei einer Abbaureaktion, die zu einer pH-Verschiebung in den Abfallgebinden führt.

- Die Mizellenbildung durch Tenside, die zu einer Maskierung organischer Verbindung führen kann.
- Die Bildung von Wasserstoff, die die Reduktion organischer Verbindungen in den Abfallgebinden ermöglichen kann.

Die Wasserstoffbildung setzt die Anwesenheit eines wässrigen Elektrolyten voraus. Die Reaktion wird durch den Abbau von chlorierten Kohlenwasserstoffen beschleunigt, bei welchem Salzsäure freigesetzt wird. Bei Verwendung von Zementstein oder Zementmörtel als Fixierungsmaterial findet eine Neutralisation der entstehenden Salzsäure statt, die zu einer Herabsetzung der Protonenkonzentration und damit zu einer Unterdrückung der Wasserstoffentwicklung führt.

Eine quantitative Beschreibung der aufgeführten Reaktionen von zwei bzw. mehreren organischen Stoffen ist nicht möglich.

2. Durch die Reaktion von Verbindungen gleicher oder verschiedener Stoffklassen kann ein Aufbau chemischer Verbindungen stattfinden. Es sind folgende Reaktionen möglich:

- Kondensationsreaktionen (z.B. Kondensation von chlorierten Phenolen zu Dibenzodioxinen).
- Alkylierung von aromatischen Verbindungen.

Die Bedeutung der genannten Aufbaureaktionen wird als gering eingeschätzt.

Die Ausbreitung der organischen chemotoxischen Stoffe aus dem Endlager in die Biosphäre wird aus folgendem Grund als unwahrscheinlich eingeschätzt:

Die Halbwertszeiten für die meisten langsamen Abbaureaktionen liegen in der Größenordnung 1.000 Jahre. Während des Transportes durch das Grundwasser aus dem Endlager in oberflächennahe Schichten findet ein weiterer chemischer Abbau der Verbindungen statt. Ferner treten Verdünnung und Sorptionseffekte auf. Es ist daher als unwahrscheinlich anzusehen, daß hohe Konzentrationen organischer chemotoxischer Verbindungen im oberflächennahen Grundwasser auftreten.

Der Gutachter:

Der Gutachter stimmt den Ausführungen des Antragstellers zu. Als problematisch anzusehen ist jedoch das Fehlen von experimentellen Daten für chemisch sehr stabile und hochtoxische Verbindungen wie halogenierte Terphenyle, halogenierte Dibenzodioxine und -furane sowie halogenierte Diphenylether. Bei halogenierten Dibenzodioxinen und -furanen ist die Anreicherung in Nahrungsketten bekannt (O. Hutterling, 1986; SRU 1990). Aufgrund ihrer Stabilität, Toxizität und Bioakkumulation sind die genannten Verbindungsklassen für die Langzeitsicherheit relevant.

Die Ableitung von Halbwertszeiten aus den kinetischen Daten chemisch ähnlicher Stoffe hält der Gutachter für problematisch, da auch innerhalb einer Stoffklasse trotz ähnlicher chemischer Eigenschaften große Unterschiede bei Reaktionsgeschwindigkeiten auftreten können. Entsprechende experimentelle Daten sollten daher nachgereicht werden.

Anorganische Stoffe

Sachverhaltsdarstellung:

EU 251:

Zur Abschätzung des Gefährdungspotentials anorganischer chemotoxischer Stoffe im Endlager wurden folgende Vergleiche durchgeführt:

- a. Die Inventare anorganischer chemotoxischer Stoffe in den Abfallgebänden wurden mit den zugehörigen Radionuklidinventaren und einer Uranerzlagerstätte (3 % Natururan) gleichen Volumens verglichen.
- b. Die Inventare anorganischer chemotoxischer Stoffe in den Abfallgebänden wurden mit den Inventaren chemotoxischer Stoffe in den Sedimenten des Einlagerungshorizontes verglichen. Dafür wurde einmal das Volumen des gesamten Einlagerungshorizontes ($9 \cdot 10^7 \text{ m}^3$) und das des Abfallgebändevolumens plus des Einlagerungshohlraumes (500.000 bis 1 Mill. m^3) herangezogen.
- c. Die Konzentration anorganischer chemotoxischer Stoffe im oberflächennahen Grundwasser, die infolge des Transportes der Stoffe aus dem Endlager durch die Geosphäre zu erwarten sind, wurden abgeschätzt und mit den entsprechenden Grenzwerten für Trinkwasser verglichen.

Als relevant für die Langzeitsicherheit wurde ein Zeitraum von 10.000 Jahren betrachtet.

Um einen Vergleich der verschiedenen Inventare zu ermöglichen, wurde der sogenannte Toxizitätsindex herangezogen:

$$TI = \sum_i \frac{A_i}{G_i}$$

TI = Toxizitätsindex; [a]

A_i = Aktivität/Masse des i-ten Radionuklids/Elements im Endlager Konrad/Uranerzlager; [Bq] oder [g]

G_i = Jahresgrenzwert des i-ten Radionuklids/Elements bei Aufnahme von $0,5 \text{ m}^3/\text{a}$ an Trinkwasser; [Bq/a] oder [g/a]

Der Gesamtindex ergibt sich aus der Summe über alle Elemente bzw. Nuklide. Synergetische oder antagonistische Wirkungen werden nicht betrachtet.

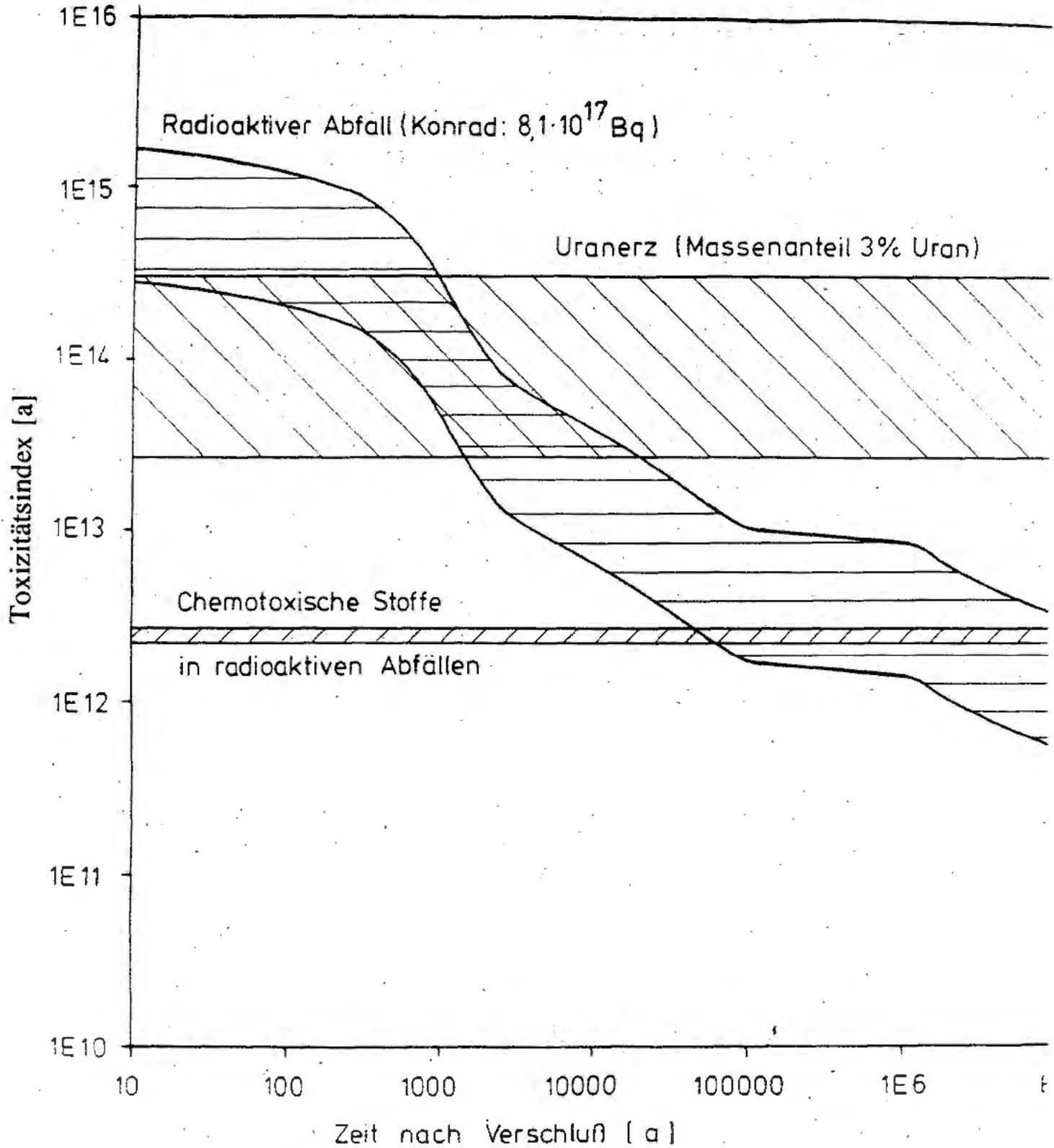
Zum Realitätswert der Toxizitätsindizes vermerkt der Antragsteller: "Sie (die angewendeten Toxizitätsindizes, der Gutachter) sind weder als tatsächliche Gefährdung zu interpretieren noch sind die den Betrachtungen zugrunde liegenden Modellannahmen an der Wirklichkeit zu messen. Sie stellen ausschließlich Hilfsschlüssel dar, mit denen "Gefährdungspotentiale" unterschiedlicher Schadstoffe miteinander vergleichbar werden" (EU 251).

Ergebnisse:

zu a:

Bis zu einem Zeitraum von 10^5 Jahren liegt der Toxizitätsindex der chemischen Stoffe deutlich unter dem Toxizitätsindex der radioaktiven Abfälle, nach 10^5 bis 10^7 Jahren sind beide Toxizitätsindizes von gleicher Größenordnung. Der Toxizitätsindex einer Uranerzstätte liegt um ein bis zwei Größenordnungen über dem Toxizitätsindex für chemische Stoffe in den Abfällen. Die Bandbreite der Toxizitätsindizes von Uranerzlager und endgelagerten radioaktiven Abfällen überschneidet sich zu Beginn der Nachbetriebsphase. Nach ca. 1.000 bis 10.000 Jahren durchschneidet das Band der Radiotoxizität der Abfälle das Band der Uranerztoxizitäten (s. Abb. 7.5-1).

Abb. 7.5-1: Radiotoxizität und chemische Toxizität der in Konrad endzulagernden radioaktiven Abfälle sowie Toxizität einer vergleichbaren Uranerzlagerstätte mit einem Massenanteil von 3 % Natururan

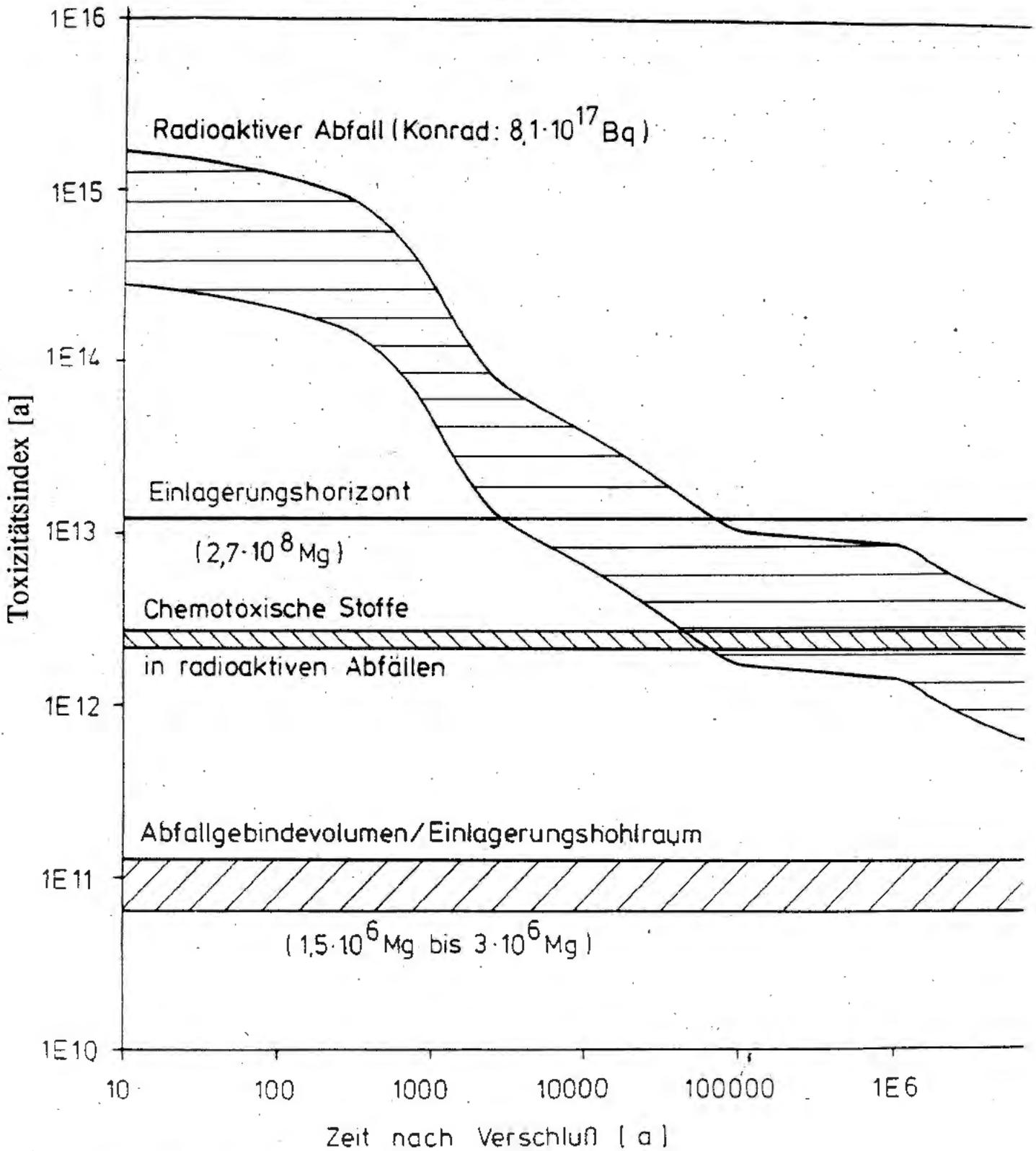


Quelle: Abb. 1 in EU 251

zu b:

Der Toxizitätsindex der chemotoxischen Stoffe in den Abfallgebinden liegt um mehr als eine Größenordnung über dem Toxizitätsindex eines gleichen Volumens von Sedimenten des Einlagerungshorizontes, der Toxizitätsindex des gesamten Einlagerungshorizontes um eine Größenordnung über dem Toxizitätsindex der chemotoxischen Stoffe in den Abfallgebinden (s. Abb. 7.5-2).

Abb. 7.5-2: Radiotoxizität der in Konrad endzulagernden radioaktiven Abfälle und chemische Toxizität der Sedimente der Schachtanlage Konrad



Quelle: Abb. 2 in EU 251

Nach Meinung des Antragstellers ist letzterer Vergleich sinnvoll, da der gesamte Einlagerungshorizont von Tiefenwässern durchflossen wird.

zu c:

Zur Abschätzung der Ausbreitung anorganischer chemotoxischer Stoffe in der Biosphäre wurde angenommen, daß das Inventar chemotoxischer Stoffe in den Abfallbinden in 10^6 m³ Tiefenwässern gelöst wird, die minimale Fließzeit 300.000 Jahre beträgt und während des Transportes in der Geosphäre eine Verdünnung um den Faktor 1.000 stattfindet. Retardationsprozesse wie Sorption wurden vernachlässigt. Unter Berücksichtigung der Löslichkeitsgrenzen wurden Werte für die Konzentrationen der Elemente im oberflächennahen Grundwasser abgeschätzt. Zum Vergleich wurden Grenzwerte für Trinkwasser herangezogen (Trinkwasserverordnung, Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern, Höll, Strahlenschutzverordnung 1976).

Die Grenzwerte für Trinkwasser wurden für die Elemente Silber, Cobalt, Chrom, Kupfer und Nickel überschritten. Die Konzentrationswerte lagen jedoch in der gleichen Größenordnung wie die Grenzwerte.

Der Antragsteller kommt zu dem Schluß, daß die von den anorganischen chemotoxischen Stoffen in den Abfallbinden ausgehenden Gefahrenpotentiale im Vergleich zur Radiotoxizität der radioaktiven Abfälle und vergleichbarer Uranerzlager sowie zur Chemotoxizität des gesamten Einlagerungshorizontes akzeptable Gefahrenpotentiale darstellen.

Der Gutachter:

Vergleicht man die potentielle Gefährdung, welche von den anorganischen chemotoxischen Stoffen in den Abfällen ausgeht, mit der potentiellen Gefährdung der radioaktiven Abfälle, so stellt sich die grundsätzliche Frage des Bewertungszeitraumes (s. Kap. 7.1). Bei Betrachtung eines Zeitraumes von 10.000 Jahren bewertet der Antragsteller auf der Grundlage der in Abb. 7.5-1 dargestellten Ergebnisse die Gefährdung, welche von den anorganischen chemotoxischen Stoffen ausgeht, gegenüber der Gefährdung durch radioaktive Abfälle als gering. Ein anderes Bild bietet sich jedoch bei der Betrachtung größerer Zeiträume. Nach 10^5 bis 10^7 Jahren liegen die Toxizitätsindizes für beide Gefahrenquellen in der gleichen Größenordnung, so daß die Toxizität der anorganischen chemotoxischen Abfälle im Vergleich zur Toxizität des Radionuklidinventars nicht mehr zu vernachlässigen ist, sondern als zusätzliches Gefahrenpotential zu betrachten ist.

Weiterhin kann der Gutachter der Argumentation des Antragstellers bezüglich des Vergleiches zwischen der Chemotoxizität der Abfälle und der des Einlagerungshorizontes unter Punkt b nicht folgen. Der Gutachter hält die Vorgehensweise des Antragstellers prinzipiell für problematisch, da ein Vergleich auf der Grundlage der berechneten Toxizitätsindizes nur eine grobe Abschätzung darstellt. Geht man jedoch in dieser Weise wie der Antragsteller vor, so ist aufgrund der Definition des Toxizitätsindex nur ein Vergleich der Toxizität des Abfalls mit der einer gleichen Masse bzw. einem gleichen Volumen am Einlagerungshorizont sinnvoll. Nicht sinnvoll dagegen ist der Vergleich zwischen der Toxizität des gesamten Einlagerungshorizontes mit der der Abfälle, da die Masse bzw. das Volumen des Einlagerungshorizontes um zwei Größenordnungen über der Masse bzw. dem Volumen der Abfälle liegt. Wie der Vergleich der Toxizität des Abfalls mit der Toxizität der gleichen Masse bzw. des gleichen Volumens am Einlagerungshorizont zeigt, liegt der Toxizitätsindex der Abfälle um ein bis zwei Größenordnungen über dem des Einlagerungshorizonts.

Da eine potentielle Gefährdung durch die chemotoxischen Stoffe von der Kontamination der Tiefenwässer und dem Transport in das oberflächennahe Grundwasser analog zur Kontamination des Grundwassers durch Radionuklide ausgeht, erscheint es sinnvoll, die Belastung des Grundwassers durch chemotoxische Stoffe abzuschätzen und diese mit den Grenzwerten für Trinkwasser zu vergleichen. Eine entsprechende Abschätzung der Elementkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser liegt unter Punkt c vor.

Der Gutachter hält die Vorgehensweise des Antragstellers unter Punkt c für konservativ. Da davon auszugehen ist, daß die betrachteten Stoffe (Schwermetalle und Schwermetallverbindungen) mehr oder weniger stark sorbieren, sind die ermittelten Konzentrationswerte für das oberflächennahe Grundwasser als überschätzt anzusehen, so daß ein hinreichender Abstand zu den Grenzwerten für Trinkwasser gegeben sein sollte.

Wie der Antragsteller selbst bemerkt, stellen die Überlegungen zur Chemotoxizität nur grobe Abschätzungen des Gefahrenpotentials dar, welches von den anorganischen chemotoxischen Stoffen in den Abfällen ausgeht. Relevant für die Langzeitsicherheit sind jedoch die Überlegungen des Antragstellers zum Auftreten der chemotoxischen Stoffe im oberflächennahen Grundwasser. Hier konnte der Antragsteller einen ausreichenden Sicherheitsnachweis erbringen.

7.6 Bestimmung der für die Langzeitsicherheit relevanten Radionuklide

Sachverhaltsdarstellung:

Zu Beginn der Nachbetriebsphase enthält das in Schacht Konrad eingelagerte "Modellnuklidspektrum" 153 verschiedene Radionuklide, die in 165 verschiedenen Nuklidgemischen vorkommen. Für die Langzeitsicherheitsanalyse werden aus diesem Spektrum 48 Radionuklide betrachtet (EU 327). Die Auswahlkriterien wurden aus dem "Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung" (PSE 1985) abgeleitet, nach der die relevanten Nuklide in zwei Gruppen aufgeteilt werden (EU 76.1).

1. Spalt- und Aktivierungsprodukte

a. aus den Wiederaufbereitungsanlagen Folgende Kriterien wurden angewendet:

- Halbwertszeit
- radiologische Bedeutung
- Aktivitätsinventar
- Beitrag zur Gesamtwärmeleistung (mindestens 1 %)

Bei der Langzeitsicherheitsanalyse für Schacht Konrad wurden alle in der PSE ausgewählten Nuklide berücksichtigt. Eine Ausnahme bildet Sm 147, das mit einer Halbwertszeit von $1,06 \cdot 10^{11}$ Jahren praktisch stabil ist.

b. andere Herkunft Folgende Kriterien wurde angewendet:

- Halbwertszeit
- Neutroneneinfangquerschnitt
- Zahl der notwendigen Aktivierungsschritte.

Von den sechs in der PSE ausgewählten Nukliden sind für die Langzeitsicherheitsanalyse für Schacht Konrad nur Cl 36 und Ca 41 relevant.

2. Aktiniden und Folgeprodukte

Folgende Kriterien wurden angewendet:

- Ein Nuklid am Beginn der Zerfallsreihe wird nicht berücksichtigt, wenn es eine kürzere Halbwertszeit hat als seine Tochternuklide und sein Inventar kleiner ist als 1 %.

- Ein Nuklid im Zentralbereich einer Zerfallsreihe wird nicht berücksichtigt, wenn seine Halbwertszeit kürzer als 1 Jahr ist.
- Ein Nuklide am Ende einer Zerfallsreihe wird nicht berücksichtigt, wenn seine Halbwertszeit kürzer als 25 Jahre ist.

Zusätzlich werden die Nuklide Ac 227 und Pb 210 berücksichtigt, die bei der Ausbreitung im Deckgebirge von Bedeutung sind.

Die 48 relevanten Nuklide sind in Tabelle 7.6-1 aufgeführt.

Tab. 7.6-1: Für die Langzeitsicherheit relevante Radionuklide

Spalt- und Aktivierungsprodukte	Aktiniden in ihren Zerfallsreihen
C 14	Cm 248
Cl 36	Pu 244
Ca 41	Cm 244
Co 60	Pu 240
Ni 59	U 236
Ni 63	Th 232
Se 79	U 232
Rb 87	Cm 245
Sr 90	Pu 241
Zr 93	Am 241
Nb 94	Np 237
Mo 93	U 233
Tc 99	Th 229
Pd 107	Cm 246
Sn 126	Pu 242
J 129	Am 242m
Ja 129	U 234
Cs 135	Pu 238
Cs 137	U 234
Sm 151	Th 230
Eu 154	Ra 226
	Pb 210
	Cm 247
	Am 243
	Pu 239
	U 235
	Pa 231
	Ac 227

Quelle: EU 327

Die Auswahl der relevanten Nuklide durch den Antragsteller wurde vom TÜV-Hannover in dessen Zwischenbericht (TÜV 1990) überprüft und für ausreichend befunden. Das Aktivitätsinventar der Spalt- und Aktivitätsprodukte ist für die Zeiträume 1.500, 3.000, 10.000, 100.000 und 300.000 Jahre im Rahmen dieses Zwischenberichtes errechnet und dargestellt worden. Die EU 327 wurde vom TÜV Hannover berücksichtigt.

Der Gutachter:

Der Gutachter hält das ausgewählte Nuklidspektrum für vollständig und schließt

sich in diesem Punkt der Bewertung des TÜV-Hannover an. Die Auswahlkriterien sind plausibel und nachvollziehbar.

Eine Bewertung der möglichen Spontanspaltung einiger Aktiniden steht noch aus. Die spontane Spaltung dieser langlebigen Nuklide nach Eintritt in die Biosphäre kann zur Freisetzung von kurzlebigen Spaltprodukten führen.

7.7 Kritikalitätssicherheit in der Nachbetriebsphase

Sachverhaltsdarstellung:

Das gesamte Einlagerungsinventar im Endlager Schacht Konrad zu Beginn der Nachbetriebsphase enthält erwartungsgemäß auch Restmengen an spaltbaren Stoffen in fester Form. Hierzu zählen nach AtG insbesondere die Radionuklide Pu 239, Pu 241, U 233 und U 235, für die aus der "Systemanalyse Konrad" Massen- und Konzentrationsbegrenzungen pro Abfallgebinde und pro Stapelabschnitt in der Einlagerungskammer abgeleitet wurden (EU 192).

Für die Untersuchungen zur Kritikalitätssicherheit wird unterstellt, daß nach Beendigung des Einlagerungsbetriebs die befüllten Einlagerungskammern mit Wasser volllaufen und die spaltstoffhaltigen Abfälle aus der Abfallgebundematrix ausgelaugt werden (EU 342).

Die Kritikalitätsrechnungen für eine homogene Pu 239-Verteilung im Grubengebäude sind in der EU 342 und in der Systemanalyse Konrad, Teil 2 (EU 072.2) dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, daß die auftretende Pu-Konzentration im Wasser und im Erzgestein weit unterhalb der kritischen Konzentrationen liegen.

Der Fall der inhomogenen Spaltstoffverteilung wird in der Systemanalyse Konrad, Teil 2 behandelt. Auch in der Bewertung dieser Rechnungen, wird die Kritikalitätssicherheit als gewährleistet ausgewiesen. Die inhomogene Verteilung der Spaltstoffe wird durch eine Ansammlung in einer zufällig vorhandenen Senke in der Kammer-sohle angenommen.

Der Gutachter:

Die Angaben und Berechnungen zur Kritikalitätssicherheit bei homogener Spaltstoffverteilung sind plausibel und nachvollziehbar. Der Gutachter sieht die Kritikalitätssicherheit für diesen Fall als gewährleistet.

Die Randbedingungen zur Kritikalitätsberechnung bei inhomogener Spaltstoffverteilung können vom Gutachter nicht nachvollzogen werden, da die Angaben zum Plutoniuminventar zu Beginn der Nachbetriebsphase in der EU 72.3 deutlich geringer als im Plan Konrad und in anderen Unterlagen sind.

Für Pu 239 ist in der EU 72.3 (Tab. 1) eine Aktivität von $6,23 \cdot 10^{14}$ Bq und eine Masse von 274,5 kg angegeben. Laut Plan Konrad Tab. 3.3.4/7 beträgt die endgelagerte Aktivität jedoch $2,0 \cdot 10^{15}$ Bq und die endgelagerte Masse 881,21 kg.

In der EU 72.3, Kap. 2.2, Seite 5, ist die Gesamtmasse der in Tab. 1 aufgeführten Pu-Isotope von ca. 427 kg als Gesamtmenge an Pu, das sich zu Beginn der Nachbetriebsphase im Endlager befindet, dargestellt. In der gleichen EU (Kap. 2.3, Seite 6) werden die Werte von Tab. 1 zur Ermittlung des Spaltstoffinventars für die Kritikalitätsberechnungen einer inhomogenen Spaltstoffverteilung herangezogen.

Die Angaben der EU 72.3 (Tab. 1) basieren auf einem Schreiben der PTB an die GRS vom 03.06.1985, das dem Gutachter zur Einsichtnahme zur Verfügung gestellt wurde. Da diesem Schreiben keine nachvollziehbare Begründung für die Differenz zu entnehmen ist, wird dies als Kenntnislücke bewertet.

Der Gutachter:

7.8 Zusammenfassende Bewertung

Der Gutachter betrachtet die vorgestellten Modellrechnungen als 'Expert-Choice'-Modelle, denen auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse (bei teilweise schwacher Datenbasis, siehe auch Aussagen des Gutachters in Kap. 5.6.1.3) eine ausreichend detaillierte und auch den konservativen Bereich zumindest weitgehend abdeckende Übertragung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zugrunde liegt.

Diese Berechnungsergebnisse bilden die Grundlage für die Berechnung der Radionuklidenausbreitung in der Biosphäre und damit für eine Einschätzung der Auswirkungen auf die Umweltschutzgüter. Für das Projekt Konrad existieren keine unabhängigen Validierungsparameter, wie etwa Fließraten in den geologischen Formationen. Eine gewisse Validierung im Hinblick auf Grenzwerte ist möglich über die derzeitigen Grubenzuflüsse als oberer Grenzwert für den zu erwartenden Gruben-

durchfluß nach Wiederherstellung der natürlichen hydraulischen Verhältnisse sowie über die rechnerisch ermittelten Grundwasserneubildungsraten im Vergleich zur Wasserbilanz in den oberflächennahen Schichten. Legt man diese beiden Kriterien zugrunde, so sind alle zur Bewertung herangezogenen Modellvarianten mögliche Beschreibungen im Rahmen der Süßwassermodellierung. Die Annahme atmosphärischer Druckbedingungen in Schacht und Grubengebäude (EU 210) erlaubt ein Vergleich der berechneten Zuflußraten von etwa 1.000 l/min mit den in der Grube abgeschätzten von ca. 50 l/min und zeigt, daß die in diesem Fall zugrunde liegenden geohydraulischen Parameter sehr konservativ gewählt sein dürften.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß eine umfassende Validierung für das Projekt Konrad nicht vorliegt und lediglich zwischen möglichen und unmöglichen Modellvarianten unterschieden werden kann.

Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Validierung ist es sinnvoll, verschiedene Rechen-codes, möglichst noch mit prinzipiell verschiedenem Lösungsalgorithmus, einzusetzen und die Berechnungen von verschiedenen Teams ausführen zu lassen. Dies ist im vorliegenden Fall durch den Einsatz von vier Grundwasserströmungsmodellen in ausreichendem Maße geschehen.

Die relativ gute Übereinstimmung der Berechnungsergebnisse (insbesondere was die Größenordnung der Laufzeit betrifft), die mittels unterschiedlichster Verfahren und Rechenprogramme erzielt wurden, erhöht die Sicherheit der Aussagen. Gewisse Unsicherheiten ergeben sich bei der Prognostizierung der Austrittsorte, da hier die verschiedenen Modelle mitunter bei gleicher Parameterwahl unterschiedliche Fließwege aufzeigen (TÜV 1990). Dies dürfte am Postprocessing liegen. Neben dieser technischen Schwierigkeit belegen jedoch auch die verschiedenen Rechenvarianten verschiedene Austrittsorte (wenngleich auch mit unterschiedlicher Häufigkeit).

Die praktische Konsequenz ist, daß ein großer Bereich des Modellgebietes als potentieller Austrittsbereich kontaminierter Wässer angesehen werden muß (siehe Karte 7 dieses Gutachtens).

Die vorgestellten Modellrechnungen sind im Sinne von 'Expert-Choice'-Modellen als repräsentativ und mit möglicherweise gewissen Einschränkungen aufgrund der begrenzten Datenbasis auch als konservativ zu bezeichnen. Sie können aber aufgrund des heutigen Standes der hydraulischen Modellierung nicht mehr als für das Projekt völlig abdeckend betrachtet werden. Der Einsatz stochastischer Modellie-

rungen erscheint ratsam, insbesondere aufgrund der teilweise geringen und/oder unsicheren bzw. räumlich inhomogenen Datenbasis. Es ist deshalb zu prüfen, ob die vorhandene Datenbasis eine sinnvolle stochastische Modellierung erlaubt. Wenn nicht, so kann dem nur durch zusätzliche Datenerhebung begegnet werden, die durch zusätzliche Messungen, überwiegend in weiteren Tiefbohrungen durchzuführen, gewonnen werden müßten. Die stochastische Modellierung von Transportvorgängen für radioaktive Endlager ist in den letzten Jahren stark vorangetrieben worden und kann heute zumindest partiell schon als zweite fundamentale Modellierungsvariante (als Pendant zur deterministischen Modellierung) angesehen werden (Cho 1992, Mangold und Tsang 1991, OECD 1992, Golder Associates 1991 a,b, Heibrock/Dammert 1992).

Der allgemein anerkannte Konsens, auch in Bezug auf eine stochastische Modellierung zum Nachweis der Langzeitsicherheit wird in McCombine (1990) gegeben:

"Das Ziel dieses Artikels ist, den allgemein anerkannten Konsens über Sicherheitsanalysen zu beschreiben, nicht aber die eigene Meinung der Autoren über das geeignetste Vorgehen oder die wichtigsten Gebiete für zukünftige Arbeiten darzulegen".

Und weiter:

"Unsicherheiten sind immer vorhanden in einer Sicherheitsanalyse. Obwohl die Methoden zur Ermittlung der Unsicherheiten variieren, besteht allgemein die Auffassung, daß sehr unterschiedliche Arten von Unsicherheiten wichtig sind. Sie sind in folgenden Bereichen zu finden:

- strukturelle Daten für Endlager oder Barrieren (verursacht entweder durch Messungenauigkeiten oder durch natürliche Variabilität)
- Modelle (vereinfachte mathematische Formulierung, falsche Parameter oder Fehler im Code)
- Szenarien (verursacht durch Auslassung wichtiger Ereignisse oder Vorgänge, oder durch fehlerhafte Interpretation der Geologie)
- Verständnis und Konzeptualisierung komplexen Systemverhaltens über einen längeren Zeitraum.

Unsicherheiten in der Sicherheitsanalyse können nie ganz eliminiert werden. Daraus ergibt sich allgemein die Auffassung, daß gezielte Analysen der Unsicherheiten im Zusammenhang mit Sicherheitsanalysen gemacht werden müssen und daß Unsicherheiten so weit als möglich quantifiziert werden sollten. Diese allgemeine Auffassung ist in den Schlußfolgerungen eines internationalen NEA-Workshops über Unsicherheiten wiedergegeben, der 1987 in Seattle stattfand. Im gleichen Workshop wurde anerkannt, daß gewisse Aspekte der

Szenarien- und Modellunsicherheiten nicht vollumfänglich quantifizierbar sein sollten.

Im allgemeinen sind Unsicherheiten bezüglich der Parameterwerte leichter zu quantifizieren als Modellunsicherheiten. Deshalb ist in den Methoden ihrer Analyse schon ein beachtlicher Erfolg erzielt worden".

Und an anderer Stelle:

"Die Sicherheitsanalyse muß folgende wichtige Themenkreise behandeln:

1. Quantifizierung der verschiedenen Komponenten des Endlagers und Beurteilung der Wechselwirkungen, die auftreten können.
2. Prognostizierung der Langzeitsicherheit des Endlagers (d.h. Vergleich der Wahrscheinlichkeit und Auswirkungen einer Radionuklidfreisetzung mit Schutzziele).
3. Quantifizierung der Unsicherheiten in den Prognosen des Langzeitverhaltens des Endlagersystems".

Eine stochastische Behandlung von Sicherheitsproblemem (z.B. Standsicherheiten) wird auch in allen Bereichen der Geotechnik zum Standard (Meyer 1992, EC-7 1990, Schubert 1992, v. Soos 1990). Der Vorteil der stochastischen Modellierung liegt in der erhöhten Objektivität der damit gewonnenen Aussagen, weil sie eine quantitative Aussage über die Zuverlässigkeit bzw. Streubreite der berechneten Ergebnisse bzw. der verbleibenden Unsicherheiten auf Grundlage des realen Kenntnisstandes bezüglich der Eingangsdaten und Randbedingungen liefern.

Die UVP-Relevanz dieses Umstandes erwächst daraus, daß der Gutachter zwar einer zumindest weitgehend abdeckenden Konservativität bezüglich der verwendeten Parameter, Anfangs- und Randbedingungen sowie des konzeptionellen Modells beim Nachweis der Langzeitsicherheit folgen kann, aber aus den Unterlagen nicht hervorgeht, mit welcher Unsicherheit die Prognosen behaftet sind.

Die Problematik sei exemplarisch am Nachweis der Dichtigkeit der alten Bohrungen aufgezeigt. Derzeit wird der Rechenfall R 47 (basierend auf Labor- und in-situ-Untersuchungen) als relevant angesehen. Dieser Rechenfall geht von einer definierten Selbstabdichtung der alten Bohrungen aus. Mit welcher Wahrscheinlichkeit diese in dieser Höhe eintritt ist nicht quantifiziert, d.h. es kann vom Gutachter nicht entschieden werden, ob ein ungünstigerer Fall mit einem akzeptablen Risiko ausgeschlossen werden kann. Deshalb schließt der Gutachter im Sinne einer konservativ abdeckenden Betrachtungsweise den Rechenfall 16 als Grenzfall (weitgehender Ausschluß der Selbstabdichtung) in die Betrachtungen ein.

Ein grundlegendes Problem im Fall Konrad ist die Wahl eines adäquaten konzeptionellen Modells. Es spricht im Fall Konrad einiges dafür, daß nicht Konvektion sondern Diffusion der dominierende Transportmechanismus ist. Dafür spricht der konstante Salinitätsgradient (EU 301, 312, 338), unabhängig von der Lithologie und Schichtgrenzen, die Altersbestimmungen der Tiefenwässer (EU 301, EU 312, EU 338), geochemischen Daten (NLfB 1990) und den damit verbundenen geologischen Modellvorstellungen zur Genese. Der in-situ Nachweis der Fortsetzung der Salinitätszunahme in Tiefen größer 1.300 m fehlt derzeit noch (NLfB 1990).

Bisherige erste Ergebnisse zu Berechnungen mit variabler Fluidichte (EU 213) und OECD (1992) deuten darauf hin, daß bei den Verhältnissen, wie sie im Konrad-Projekt vorliegen, der konvektive Transport erheblich langsamer abläuft als bei Annahme von Süßwasserverhältnissen. Dies würde bedeuten, daß die vorgestellten Berechnungen, z.B. im Hinblick auf die Laufzeiten als zusätzlich konservativ anzusehen sind.

Die Nuklidausbreitung wurde für einige ausgesuchte Stromröhren betrachtet, wobei die Laufzeiten stets ca. 300.000 Jahre betragen. Dagegen bestehen im Sinne eines (eher konservativ zu betrachtenden) 'Expert-Choice'-Modells keine Einwände seitens des Gutachters. Die mit einer (derzeit durch den Gutachter nicht quantifizierbaren) geringeren Wahrscheinlichkeit zu betrachtenden kürzeren Laufzeiten (bis hinunter zu etwa 20.000 Jahren), im Falle der Bereiche mit Hinweisen auf das Fehlen des Salinars des Mittleren Muschelkalk, die zu einer schnelleren Radionuklidausbreitung in die Biosphäre führen könnten, sind nicht bewertet worden, weil eine Stellungnahme des Antragstellers dazu noch aussteht (vgl. TÜV 7/90, Hinweis H 4.3.1.1-1).

Bei den Modellrechnungen wurde ein Spektrum von 48 Nukliden betrachtet. Dieses ist nach Ansicht des Gutachters als vollständig anzusehen. Der mikrobielle Einfluß auf den Nuklidtransport kann vernachlässigt werden.

In den Unterlagen sind keine Aussagen zur Gasausbreitung vom Endlager zur Biosphäre zu finden, obwohl die Berechnungen in der EU 321 die Entstehung einer Gasblase prognostizieren. Aufgrund der Tatsache, daß die Endberichte der Fachgutachter des NMU noch ausstehen, kann derzeit keine abschließende Bewertung erfolgen.

Aufgrund noch laufender Berechnungen und fehlender abschließend bewertender Unterlagen zur Thematik "Schächte und Bohrungen" kann diesbezüglich derzeit keine abschließende Bewertung durch den Gutachter erfolgen.

Die derzeit zur Verfügung stehenden Berechnungen zur Dichtigkeit der alten Bohrungen zeigen partiell entweder kurze Transportzeiten in die quartären Schichten oder hohe Aktivitätskonzentrationen, so daß ihnen in den noch folgenden Untersuchungen seitens des Fachgutachters des NMU besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

Neben der Radioaktivität wurde die Chemotoxizität der Abfälle im Hinblick auf die Langzeitsicherheit geprüft. Organische Materialien gelangen aufgrund von chemischen und u.U. auch radiolytischen Abbaureaktionen und in Anbetracht der langen Transportzeiten nicht zur Biosphäre. Allerdings hat der Antragsteller für den chemischen Abbau der stabilen und hoch toxischen Verbindungen halogenierte Terphenyle, halogenierte Dibenzodioxine und -furane sowie halogenierte Diphenylether keine experimentellen Daten vorgelegt. Bezüglich der Ausbreitung anorganischer chemotoxischer Stoffe im oberflächennahen Grundwasser konnte der Antragsteller einen ausreichenden Sicherheitsnachweis erbringen.

Die Kritikalität der in den Abfällen vorhandenen Restmengen an spaltbaren Stoffen wird unter Annahme einer homogenen Verteilung als vernachlässigbar bewertet. Die Annahmen zur Abschätzung der Kritikalität bei inhomogener Verteilung können jedoch vom Gutachter nicht nachvollzogen werden.

8. Wirkungsanalyse und Bewertung

8.1 Methodik der Wirkungsanalyse und Bewertung

In Kapitel 6 dieses Gutachtens wurden die vom Vorhaben Schacht Konrad voraussichtlich ausgehenden Emissionen und Reststoffe sowie sonstige Angaben, die dazu dienen, Beeinträchtigungen der Umwelt festzustellen, zusammenfassend dargestellt und beurteilt. Oder anders ausgedrückt: In diesem Arbeitsschritt stellte der Gutachter die Wirkfaktoren zusammen, von denen Beeinträchtigungen der Schutzgüter der Umwelt ausgehen können. Alle Aussagen in Kapitel 6 beziehen sich ausschließlich auf die Bau- und Betriebsphase des Endlagers. Darüber hinaus sind im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung auch die langfristigen Wirkungen nach Ende des Einlagerungsbetriebes zu betrachten. Aus diesem Grunde mußte der Gutachter die Aussagen über Wirkfaktoren in der Bau- und Betriebsphase um Aussagen zu den Wirkfaktoren, die in der Langzeitbetrachtung relevant sind, ergänzen. Dies geschah in Kapitel 7 des Gutachtens. Dabei reichte es nicht aus, allein Emissionen oder "Wirkfaktoren" zu benennen und in ihrer quantitativen Bedeutung einzuschätzen, vielmehr mußte der Gutachter zunächst einmal die Wirkungskette der denkbaren Radionuklidenausbreitung vom eingelagerten Abfallgebäude bis an die Biosphäre nachvollziehen. Er mußte also den im Rahmen der Überprüfung der Langzeitsicherheit modellhaft dargestellten Pfaden nachgehen. Am Ende dieser Wirkungskette steht wiederum ein Wirkfaktor, z.B. die radioaktive Emission, die auf bestimmten Pfaden die Biosphäre erreicht hat und somit die Schutzgüter der Umwelt beeinträchtigen kann.

Nachdem nunmehr die Wirkfaktoren bekannt sind, steht der Gutachter vor den beiden zentralen Schritten seiner Arbeit. Er hat nach § 11 UVPG eine zusammenfassende Darstellung der Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter des UVPG, einschließlich der Wechselwirkungen, vorzulegen. Und er hat im Anschluß daran die Umweltauswirkungen des Vorhabens auf Grundlage der zusammenfassenden Darstellung zu bewerten. Diese beiden Arbeitsschritte sind Gegenstand von Kapitel 8 des Gutachtens. Sie stellen zweifellos das Kernstück der Umweltverträglichkeitsprüfung dar. Deshalb ist es auch besonders wichtig, für die Wirkungsanalyse und die Bewertung eine angemessene Methode auszuwählen.

Der Gutachter wählte für die Wirkungsanalyse ein relativ wenig formalisiertes Verfahren, das gleichwohl für jede der genannten Beeinträchtigungen die Wirkungen in den wesentlichen Dimensionen erfaßt.

Nicht jede Beeinträchtigung muß dabei in derselben Detailschärfe und in derselben Bearbeitungstiefe ausgelotet werden. Die Bearbeitungstiefe der Wirkungsanalyse ist vielmehr von der relativen Bedeutung der jeweiligen Beeinträchtigung abhängig. Außerdem war die Tatsache zu berücksichtigen, daß in der Bestandsaufnahme wesentliche entscheidungserhebliche Sachverhalte nicht aufgeklärt werden konnten (vgl. dazu Kapitel 3, 5, 6 und 7 dieses Gutachtens). Einige dieser Kenntnislücken führten dazu, daß die Wirkungsanalyse nur in groben Zügen durchgeführt werden konnte, andere Kenntnislücken waren so gravierend, daß die wesentlichen Auswirkungen der jeweiligen Beeinträchtigung nicht beschrieben werden konnten.

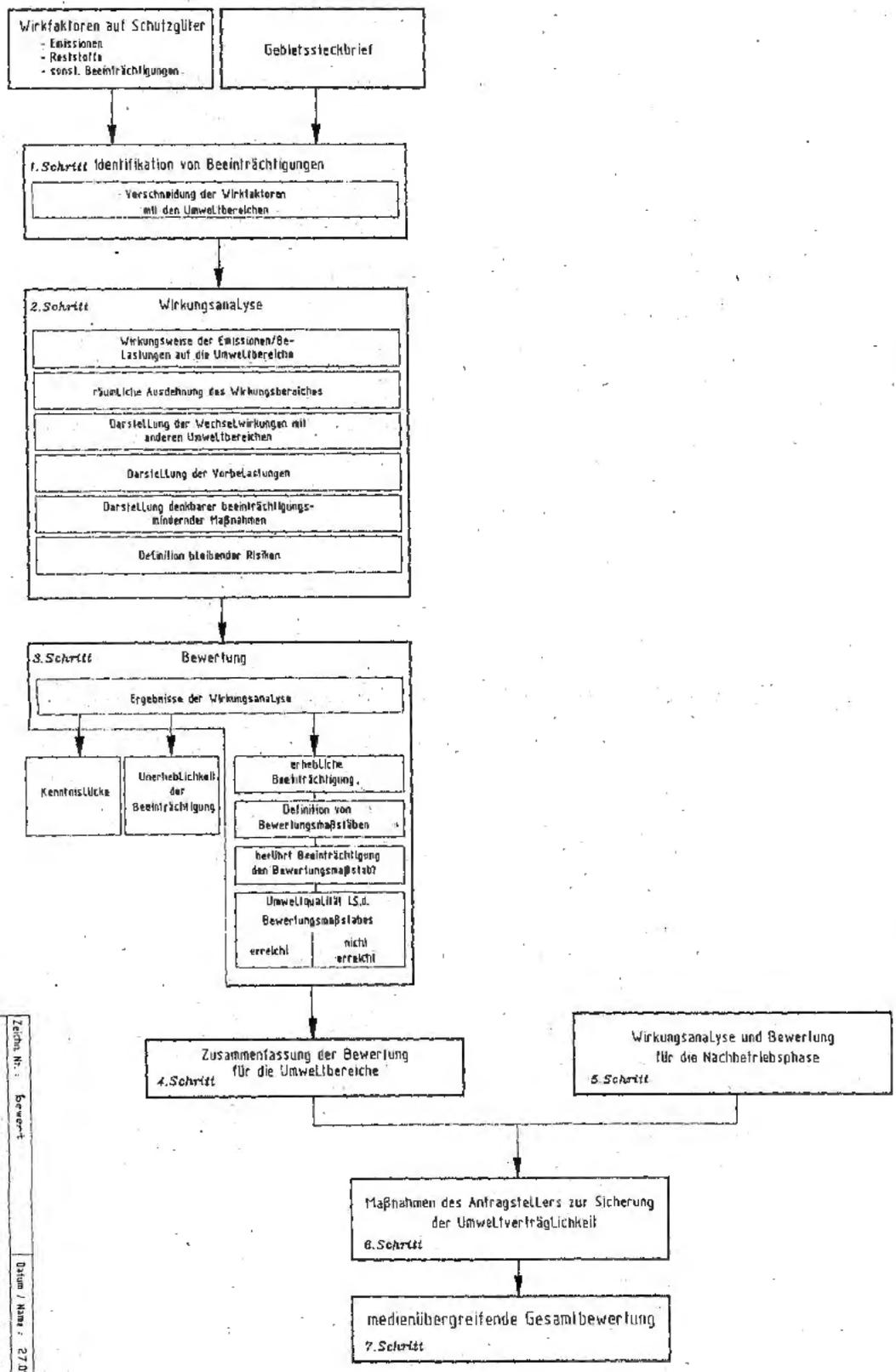
Unmittelbar im Anschluß an die Wirkungsanalyse nahm der Gutachter eine Bewertung der Auswirkungen der jeweiligen Beeinträchtigung vor.

Zur Auswahl des Bewertungsverfahrens sind einige Vorbemerkungen erforderlich.

Die Festlegung eines geeigneten Bewertungsverfahrens wird durch den Umstand erschwert, daß § 12 UVPG inzwischen zum Mittelpunkt der fachlichen, juristischen und politischen Auseinandersetzung um die methodische Ausgestaltung des UVPG bzw. der geplanten UVP-Verwaltungsvorschrift geworden ist.

Im Gegensatz zu den Umweltverbänden tendieren viele der Umweltjuristen zu einer Interpretation des § 12 UVPG, die nicht nur eine Bewertung der Umweltauswirkungen im Sinne der geltenden Gesetze verlangt, sondern auch das Vorsorgeprinzip, wie es in §12 UVPG verankert ist, als durch die fachgesetzlichen Regelungen abgedeckt betrachtet.

Die UVP ist unselbständiger Teil von Verwaltungsverfahren. Es handelt sich im vorliegenden Fall um eine UVP innerhalb eines Genehmigungsverfahrens. Im Rahmen eines solchen Verfahrens wird geprüft, ob ein Genehmigungstatbestand gegeben ist, oder nicht. Dies ist nach der traditionellen Konzeption des deutschen Anlagengenehmigungsrechtes der Fall, wenn der Antragsteller den gesetzlichen Anforderungen nachkommt. Die Genehmigungsbehörde muß also das Ergebnis der UVP rechtlich nachvollziehbar machen, was den Vorteil der Rechtssicherheit bietet. So verstanden ist die gesetzliche UVP ein "Konditionierungsprogramm", d.h., sie wird nach den Muster des Reagierens von Verwaltungen abgearbeitet.




Deutsche Projekt Union GmbH
 NPÜ PLANNING
 Ingenieurbüro
 Auftragnehmer: Niedersächsisches Umweltministerium
 Zeichn. Nr.: Bewertung
 Datum / Name: 27.01.93 Verlage

Daß Teilaspekte einer Umweltverträglichkeitsprüfung nicht in den Bewertungsprozess aufgenommen werden, weil es derzeit keine rechtlichen Bewertungsmaßstäbe gibt, ist der Nachteil einer solchen Vorgehensweise. Der Gutachter akzeptiert diesen Nachteil, behält sich jedoch vor, in solchen Fällen eine fachliche Stellungnahme abzugeben.

Ein weiterer Aspekt, der gegen eine ausschließlich auf rechtlichen Maßstäben basierende Bewertung spricht, ist die Schwierigkeit, im Ergebnis einer UVP zu einer optimalen Handlungsanweisung zu gelangen, wenn eine zur Zeit gültige Rechtsnorm dem im Sachmodell erreichten Erkenntnisstand nicht mehr entspricht.

Die Bewertung basiert, wie gesagt, auf der Wirkungsanalyse der jeweiligen Beeinträchtigung. Dabei geht dem eigentlichen Bewertungsvorgang die Definition der zugrundegelegten Bewertungsmaßstäbe voraus. Die anschließende Bewertung erfolgt in verbal-argumentativer Weise, wobei der Gutachter in Form einer Entscheidungsbaumanalyse vorgeht. Diese Art der Bewertung läßt keine Relativierung (z.B. als abgestufte Skalierung) zu; dies entspricht der Vorstellung der UVP als "Konditionierungsprogramm".

Denn es ist grundsätzlich davon auszugehen, daß UVP-pflichtige Vorhaben die Umwelt auf die eine oder andere Weise erheblich beeinträchtigen. Was demnach im oben genannten Sinne im Rahmen einer UVP festgestellt werden muß, ist, ob die ermittelten Beeinträchtigungen eine Erfüllung der gesetzlichen Zulässigkeitsvoraussetzungen ermöglichen. Das heißt, daß zunächst Beeinträchtigungen zu ermitteln sind, die in einem weiteren Schritt als im rechtlichen Sinne hinnehmbar oder nicht hinnehmbar (Ja/Nein) zu klassifizieren sind. Eine ordinale Klassifizierung hilft im Sinne des erwähnten "Konditionierungsprogrammes" nicht weiter.

Die Aufgabe des UVP-Gutachters endet jedoch nicht mit der Bewertung einzelner Beeinträchtigungen im Sinne eines solchen Konditionierungsprogrammes. Im Anschluß an die Schutzgut-bezogenen Bewertungen hat der Gutachter eine medienübergreifende Gesamtbewertung vorzulegen. Auch wenn dieser Schritt aufgrund der Vielzahl bisher nicht aufgeklärter entscheidungserheblicher Sachverhalte in diesen Endbericht noch nicht aufgenommen werden konnte (vgl. dazu die Ausführungen in Kap. 10), ist es doch wichtig, darauf hinzuweisen, daß er einen unverzichtbaren Teil des methodischen Gesamtkonzeptes dieses UVP-Gutachtens darstellt. Die medienübergreifende Gesamtbewertung des Vorhabens unterscheidet sich grundlegend von den medialen Einzelbewertungen. Sie muß sich an Umweltqualitätszielen

orientieren, die einen gesellschaftlichen Konsens zum wünschenswerten Zustand der Umwelt als Ganzes widerspiegeln (es ist allerdings zu berücksichtigen, daß es durchaus Umweltqualitätsziele gibt, deren Formulierung zwar auf einen fachlichen Konsens beruht, der von der Gesellschaft noch nicht übernommen worden ist). Außerdem ist im Gegensatz zur medialen Bewertung bei UVP's in Genehmigungsverfahren in der medienübergreifenden Bewertung eine ordinale Klassifizierung der Beeinträchtigungen sinnvoll, ja sogar zwingend erforderlich. Diese kann naturgemäß nicht erst im letzten Bewertungsschritt eingeführt werden, sondern muß sehr wohl bei den medialen Bewertungen einzelner Beeinträchtigungen ansetzen. Im Grunde ist also das Bewertungsverfahren bereits auf der medialen Ebene zweistufig: In der ersten Stufe enthält es eine Ja/Nein-Klassifizierung im Sinne des erwähnten "Konditionierungsprogrammes"; in der zweiten Stufe definiert es originäre Umweltqualitätsziele und bewertet die Beeinträchtigungen entlang einer Ordinalskala in bezug auf diese. Die medienübergreifende Bewertung hat dann außerdem Zielgewichte, die den schutzgutbezogenen Umweltqualitätszielen zugewiesen werden, zu berücksichtigen.

In der Entwurfsfassung zu diesem Endbericht hatte der Gutachter bereits für jede der identifizierten Beeinträchtigungen Bewertungen entlang einer ordinalen Skala vorgelegt. Die Bewertungsziffern brachten zum Ausdruck, in welchem Maße die Erfüllung der zuvor definierten Umweltqualitätsziele durch das Vorhaben und seine Folgen eingeschränkt ist. Da die Genehmigungsbehörde den Gutachter aufgefordert hat, zunächst einmal die Bewertung im Sinne der gesetzlichen Zulässigkeitsvoraussetzungen zu verdeutlichen, wird in diesem Endbericht nur dieser Teil der medialen Bewertung vorgelegt. Die ordinale Klassifizierung, die Voraussetzung für die medienübergreifende Gesamtbewertung sein wird, ist auf der Grundlage der vorliegenden Unterlagen bereits vorbereitet und soll zu einem späteren Zeitpunkt, zusammen mit dieser, erneut vorgelegt werden.

Wirkungsanalyse und Bewertung wurden in folgenden Schritten durchgeführt:

1. Schritt: Identifikation von Beeinträchtigungen in der Bau- und Betriebsphase

In diesem Schritt wurden zunächst die Emissionsbereiche den Schutzgütern der Umwelt in einer Matrix gegenübergestellt. Dies diente dazu, vor der eigentlichen Wirkungsanalyse alle erheblichen Beeinträchtigungen zu identifizieren (vgl. Ab-

schnitt 8.3), deren Erheblichkeit zunächst zu vermuten war (Erst nach Abschluß der Wirkungsanalyse können die umwelterheblichen Auswirkungen identifiziert werden.

2. Schritt: Wirkungsanalyse (Bau- und Betriebsphase)

Als grundlegendes Konzept der Wirkungsanalyse wurde eine formal weitgehend offene Methode eingesetzt, die auf Wirkungsbeziehungen unterschiedlicher Art angewendet werden kann, was Voraussetzung für die Analyse eines komplexen Vorhabens ist.

Hierbei wird zwischen Verursacher, Wirkung und betroffenem Umweltbereich unterschieden. Die Qualität einer Wirkung ergibt sich aus ihren Ursachekeendaten, ihren Transferbedingungen sowie den Anforderungen des von ihr betroffenen Umweltbereiches.

Im Hinblick auf die nachfolgende Bewertung erschien es notwendig, die Wirkungsbeziehungen durch ihre Kriterien Art, Intensität, Raum und Zeit zu beschreiben. Als weitere Darstellungsebenen waren umweltbezogene Kriterien zu berücksichtigen:

- Wechselwirkungen
- Vorbelastungen.

Den Abschluß der Wirkungsanalyse bildete die Diskussion beeinträchtigungsmindernder Maßnahmen und der verbleibenden Restbelastung.

Für jede identifizierte Beeinträchtigung wurden nach den folgenden leitenden Fragestellungen die Umweltauswirkungen qualitativ und quantitativ erfaßt:

1. Wie wirkt eine bestimmte Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?
2. Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich einer Beeinträchtigung? (Der Wirkungsbereich wurde nach Möglichkeit kartographisch dargestellt).
3. Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?
4. Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?
5. Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?
6. Welche Risiken bleiben bestehen?

3. Schritt: Definition von Bewertungsmaßstäben

Umweltverträglichkeitsprüfung bedeutet neben der Ermittlung und Beschreibung von Umweltwirkungen auch deren Bewertung. Aufgabe der Bewertung ist es, eine Sachaussage mit einem Wertsystem zu verbinden. Diesem Wertsystem kommt entscheidende Bedeutung im Bewertungsvorgang zu. Es kann relative oder absolute Bewertungen ermöglichen. Relative Bewertung heißt normalerweise Einbeziehung von Alternativen. Ein geplantes Vorhaben kann so hinsichtlich seiner Umweltwirkungen an Alternativen gemessen werden. Warum im vorliegenden Fall eine relative Bewertung mehrerer Vorhabensalternativen nicht möglich ist, wurde bereits mehrfach erläutert.

Grenz-, Richt- oder Orientierungswerte aus Gesetzen, Verwaltungsvorschriften und technischen Regelwerken ermöglichen eine absolute Bewertung. Das geplante Vorhaben wird in diesem Fall daraufhin untersucht, ob während seines Baus oder Betriebs bestimmte Werte eingehalten werden können oder wie weit die ermittelten Emissionen und Belastungen von diesen Werten entfernt sind.

Die Verwendung von Grenz- und Richtwerten als Maßstab für die Bewertung der Umweltauswirkungen eines Vorhabens ist jedoch nicht unproblematisch. Einige Problemfelder seien hier kurz angesprochen:

- Zunächst gibt es für zahlreiche Umweltwirkungen keine Grenzwerte.
- Bei Festlegung dieser Werte werden in der Regel nur die Einwirkungen eines einzigen Parameters berücksichtigt. Wechselwirkungen werden nicht erfaßt.
- Im Strahlenschutz kommt noch ein anderer Aspekt hinzu: Heute gelten Grenzwerte, obwohl von Schädigungen auch unterhalb dieser Grenzwerte ausgegangen werden muß.

Der Gutachter hält es aus diesem Grund für geboten, sein Wertsystem nicht auf Grenz- und Richtwerte zu reduzieren.

Der Referentenentwurf einer Verwaltungsvorschrift zum UVPG (UVPGVwV) läßt ein solches Vorgehen zu indem er als mögliche Maßstäbe für die einschlägigen verwaltungsbehördlichen Entscheidungen im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung und im Sinne einer wirksamen Umweltvorsorge nach § 1 UVPG für die in § 2 Abs. 1 (2) UVPG genannten Schutzgüter die umweltbezogenen gesetzlichen Zulässigkeitsvoraussetzungen als Wertmaßstäbe zur Bewertung der Umweltwirkungen eines Vorhabens nennt. Im Referentenentwurf heißt es weiter, daß diese umweltbezo-

genen gesetzlichen Zulässigkeitsvoraussetzungen bei Planfeststellungsbeschlüssen zum Teil im Gesetzeswortlaut als Voraussetzung für die Vorhabenzulassung formuliert seien, zum Teil seien sie im Wege der Auslegung und Abwägung aus den in den einschlägigen Fachgesetzen aufgeführten Zielsetzungen und Belangen zu gewinnen (vgl. 0.6.1.2 UVPVwV vom 30. Juli 1992).

Die Bewertung komplexer Vorhaben mit einer Vielzahl unterschiedlicher Auswirkungen macht ein klares Zielsystem erforderlich. Dieses Zielsystem kann sich grundsätzlich an

- der Erhaltung des Status-Quo,
- einem zu definierenden Umweltzustand,
- der Minimierung von Emissionen nach dem Stand, von Wissenschaft und Technik
- der Einhaltung von Grenzwerten,
- der Einhaltung von Schutzzwecken,

orientieren.

Welche Grundrichtung im konkreten Fall eingeschlagen wird, hängt von den Formulierungen des jeweiligen Fachrechtes ab. Im Normalfall ergibt sich eine individualisierte Mischung von Bewertungsgrundsätzen.

Dies gilt auch für den vorliegenden Fall. Der Gutachter legt jedoch eine klare Hierarchie in der Orientierung der von ihm entwickelten Bewertungsmaßstäbe fest:

Oberste Priorität müssen solche Bewertungsmaßstäbe haben, die eine bestimmte Qualität der Schutzgüter des UVPG allgemein oder für einen Teil des Untersuchungsraumes festschreiben. Die Unvollständigkeit des deutschen Umweltrechtes bezüglich der UVPG-Schutzgüter setzt diesem Unterfangen enge Grenzen. Deshalb werden ergänzend emissionsbezogene Minimierungsgebote oder rechtsgültige Grenz- und Richtwerte berücksichtigt.

Es sei an dieser Stelle noch einmal betont, daß es im 1. Schritt der Bewertung um die fachgesetzlichen Zulässigkeitsvoraussetzungen geht. Diese sind deutlich zu unterscheiden von Umweltqualitätszielen, die einen gesellschaftlichen Konsens über den wünschbaren Zustand der Umwelt zum Ausdruck bringen. Fachgesetzliche Bewertungsmaßstäbe können als Umweltqualitätsziele formuliert sein, sind es aber oft

nicht. In einer späteren Bewertungsrunde, die Voraussetzung auch für die medienübergreifende Bewertung sein wird, werden Umweltqualitätsziele im eigentlichen Sinne als Maßstäbe herangezogen.

4. Schritt: Bewertung der Auswirkungen

Die Bewertung der Umweltauswirkungen des Vorhabens stellt einen Verknüpfungsvorgang dar:

- Einerseits war durch den Gebietssteckbrief die ökologische Ausstattung der durch das Vorhaben beeinträchtigten Flächen zu ermitteln, was aufgrund der in Kap. 5 beschriebenen Kenntnislücken nicht immer möglich war.
- Andererseits sind aufgrund der Wirkungsanalyse die Auswirkungen des Vorhabens bzw. die Beeinträchtigungen deutlich geworden.

Diese beiden Aspekte werden bei der Bewertung miteinander verbunden. Die Bewertung erfolgt getrennt nach Umweltbereichen, berücksichtigt jedoch auch fallbezogen Beziehungsgeflechte (Wechselwirkungen) mehrerer Umweltbereiche.

Die Bewertung erfolgt in verbal-argumentativer Form. Andere mehr formalisierte Verfahren, wie die Nutzwertanalyse und die ökologische Risikoanalyse im strengen Sinn scheiden aus verschiedenen Gründen aus.

Die Bewertung ist in mehrere Schritte untergliedert:

1. Zunächst werden die Ergebnisse der Wirkungsanalyse ausgewertet. Hierbei sind grundsätzlich folgende Einordnungen möglich:
 - die im Verlauf der Wirkungsanalyse ermittelten Kenntnislücken lassen eine Bewertung nicht zu. In diesem Fall wird die Betrachtung einer Beeinträchtigung mit der Benennung der Kenntnislücke abgeschlossen.
 - die Wirkungsanalyse hat die Unerheblichkeit einer bestimmten Beeinträchtigung ergeben. In diesem Fall verzichtet der Gutachter auf eine anschließende Bewertung.
 - als Ergebnis der Wirkungsanalyse wird eine Beeinträchtigung als erheblich klassifiziert. In diesem Fall erfolgt eine Bewertung. In der einschlägigen wissenschaftlichen Diskussion wird immer wieder darauf hingewiesen, daß Bewertungsmaßstäbe am Zustand der Umwelt orientiert sein müssen. Das bedeutet, daß sie immissionsbezogen formuliert sein sollten. Die Praxis des Umweltrechts in der Bundesrepublik Deutschland sieht jedoch ganz anders aus. In der Regel finden sich in den einschlägigen Fachge-

setzen vorwiegend emissionsbezogene Bewertungsmaßstäbe in Form von Grenz- oder Richtwerten.

2. Im zweiten Schritt wird bewertet, ob eine bestimmte Beeinträchtigung den definierten Bewertungsmaßstab berührt. Dies geschieht in Form einer Entscheidungsbaumanalyse. Diese Form der Bewertung läßt keine Relativierung (z.B. durch Skalierung) der Erheblichkeit einer Beeinträchtigung zu. Die Bewertung endet deshalb mit der Aussage "Umweltqualität im Sinne des Bewertungsmaßstabes gewährleistet" oder "Umweltqualität im Sinne des Bewertungsmaßstabes nicht gewährleistet". Hierbei wird berücksichtigt, daß viele Bewertungsmaßstäbe verbale Anforderungen enthalten, die einen bestimmten Ermessensspielraum ermöglichen, der vom Gutachter im Sinne einer wirksamen Umweltvorsorge interpretiert wird (z.B. "Wohl der Allgemeinheit" oder "nach Stand von Wissenschaft und Technik").
3. Wenn die Realisierung des Vorhabens mit einem Risiko für die Schutzgüter des UVPG verbunden ist, das durch Erreichen bestimmter gesetzlicher Zulässigkeitsvoraussetzungen nicht ausgeschlossen wird, zeigt der Gutachter dies (getrennt von der Bewertung) auf.

5. Schritt: Zusammenfassung der Bewertung für die Umweltbereiche

Im Anschluß an die Bewertung der einzelnen Beeinträchtigungen werden die Ergebnisse innerhalb der einzelnen Umweltbereiche verbal zusammengefaßt.

6. Schritt: Wirkungsanalyse und Bewertung für die Nachbetriebsphase (Kapitel 8.4)

Da das UVPG keine zeitliche Eingrenzung der Vorhabenswirkungen vorsieht, müßte nach der Wirkungsanalyse der in der Bau- und Betriebsphase auftretenden Schutzgüter der Umwelt in vergleichbarer Methodik eine Analyse der Auswirkungen des Vorhabens in der Nachbetriebsphase vorgenommen werden.

Dies ist jedoch nicht möglich, da der Zustand der Schutzgüter zum Zeitpunkt des Wiedereintritts der Radionuklide in die Biosphäre nicht prognostiziert werden kann. Der Gutachter beschränkt sich daher auf Angaben zur Radionuklidausbreitung in der Biosphäre und die Wirkungen auf den Menschen. Dabei wird lediglich der einzelne Mensch betrachtet.

7. Schritt: Maßnahmen des Antragstellers zur Sicherung der Umweltverträglichkeit (Kapitel 9)

In der "Allgemeinverständlichen Zusammenfassung zum Plan Konrad" für der Antragsteller Maßnahmen an, die der Minimierung der Umweltauswirkungen des Vorhabens dienen sollen. Die Vorschläge haben nicht der Charakter von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, wie sie des Niedersächsische Naturschutzgesetz (§§ 10 bis 12 NNatSchG) fordert. Der Gutachter hat die Maßnahmen des Antragstellers daraufhin untersucht, ob sie geeignet sind, die in der Wirkungsanalyse festgestellten Wirkungen zu minimieren.

8. Schritt: Gesamtbewertung (nicht Bestandteil dieses Endberichtes)

Aus den schon erwähnten Gründen, die der Gutachter nicht zu vertreten hat, kann die medienübergreifende Gesamtbewertung noch nicht Bestandteil des jetzt vorgelegten Endberichtes sein. Trotzdem müssen wegen der grundsätzlichen Bedeutung dieses Schrittes in der Umweltverträglichkeitsprüfung hier schon einige methodische Hinweise gegeben werden:

Die in § 2 Abs. 1 UVPG genannten Schutzgüter sind im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge nicht isoliert, sondern als funktionale Bestandteile von Ökosystemen zu schützen. "Hieraus ergibt sich die Pflicht zu einer medienübergreifenden Gesamtbewertung der Umweltauswirkungen eines Vorhabens" (UVPVwV, Referentenentwurf vom 30. Juli 1992, Pkt. 0.6.2.2).

Der Bewertungsvorgang innerhalb einer Umweltverträglichkeitsprüfung ist auf zwei Ebenen aufgeteilt.

Zunächst wird nach der Akzeptanz einer Einzelwirkung gefragt, also danach, ob eine bestimmte vorhabenbedingte Emission in ihrer Wirkung auf ein Schutzgut akzeptiert werden kann. Anschließend ist eine Präferenzentscheidung erforderlich, die eine abwägende Betrachtung der Schutzgüter des UVPG voraussetzt:

"Die medienübergreifende Bewertung erfordert eine die Umweltwirkungen zueinander in Beziehung setzende Gesamtbewertung. Ein bloßes Aneinanderreihen medialer Bewertungen einzelner Umweltwirkungen reicht nicht aus. Da eine quantitative Saldierung von Umweltwirkungen mangels Verrechnungseinheiten prinzipiell unmöglich ist, stellt die medienübergreifende Bewertung von Umweltauswirkungen stets eine Gewichtung dar, die mit verbal beschreibenden, qualitativen Argumenten

zu begründen ist" (UVPVwV, Referentenentwurf vom 30. Juli 1992, Pkt. 0.6.2.2). Entscheidend ist dabei, daß die Gesamtbewertung in Kenntnis aller Umweltwirkungen erfolgt.

Diesem integrativen Ansatz wird eine Bewertung nur gerecht, wenn sie übergreifend, sequentiell und gesamthaft durchgeführt wird.

- **übergreifend** bedeutet, daß alle im UVPG genannten Schutzgüter berücksichtigt werden
- **sequentiell** meint, daß alle Umweltwirkungen eines Vorhabens Eingang in die Bewertung finden, also auch mittelbare Wirkungen, wie Fernwirkungen und kumulative bzw. synergistische Wirkungen
- **gesamthaft** heißt, daß auch die Wechselwirkungen zwischen den Umweltbereichen einer Bewertung unterzogen werden

Der Gutachter beabsichtigt deshalb folgendermaßen vorzugehen: Zunächst ist ein Umweltqualitätszielkonzept zu entwickeln. Auf der Ebene der einzelnen Schutzgüter werden, wenn möglich angelehnt an bestehende Zielformulierungen des Fachrechtes, ggf. auch in Anlehnung an raumordnungspolitische Zielvorgaben, Einzelziele formuliert. Diese sind einem übergeordneten Gesamtziel zuzuordnen, und zwar nicht linear, sondern gewichtet etwa ihrer gegenwärtigen Bedeutung im gesamtgesellschaftlichen Konsens entsprechend.

Der Referentenentwurf einer UVP-Verwaltungsvorschrift empfiehlt, den unbestimmten Rechtsbegriff "Wohl der Allgemeinheit" nach §9b Abs. 4 Satz 2 Nr.1 AtG zu konkretisieren. Hierdurch soll der integrative, medienübergreifende Charakter des UVPG in die Bewertung miteinfließen (das Allgemeinwohl bestimmt sich rechtlich aus der Gesamtheit der Gesetzesziele).

Deshalb wird der Gutachter den Begriff "Wohl der Allgemeinheit" als übergreifenden Bewertungsmaßstab oder medienübergreifendes Oberziel seines Zielsystems einzuführen.

Im Anschluß an den Aufbau des Zielsystems muß für jede als entscheidungserheblich eingestufte Beeinträchtigung eine ordinale Bewertung in bezug auf Umweltqualitätsziele vorgenommen werden. Diese schließt unmittelbar an die Entscheidungsbaumanalyse an, wie sie im 4. Schritt beschrieben wurde. Bewertet wird entlang einer ordinalen Skala; die Bewertungsziffern bringen zum Ausdruck, in welchem Ausmaß die Zielerfüllung des jeweiligen Umweltqualitätsziels eingeschränkt ist. Oder negativ ausgedrückt: die Belastungsintensität, bezogen auf die jeweiligen

Schutzgüter des UVPG, werden in einer mehrstufigen Skala abgebildet. Diese sollen in einer Belastungsmatrix, die alle Aspekte des Vorhabens umfaßt, graphisch dargestellt werden.

Auf der Basis einer solchen Matrix soll dann in verbal-argumentativer Form eine medienübergreifende Gesamtbewertung durchgeführt werden. Dabei sollen auch die Zielgewichte für die einzelnen Umweltqualitätsziele eingehen. Zielgewichte und ordinale Intensitätsskala werden dabei jedoch lediglich als gedankliche Stütze verstanden. Es ist keinesfalls eine Verrechnung bestimmter Matrixwerte im Sinne der Nutzwertanalyse intendiert. Die Matrixwerte dienen als Hilfsmittel zur gedanklichen Disziplinierung, sie sollen hingegen nicht als Ergebnis der Bewertung mißverstanden werden. Sie dienen dazu, die "intersubjektive Nachprüfbarkeit" des Bewertungsvorganges sicherzustellen. Entscheidend sind in jeden Fall die verbal vorgetragenen Argumente.

8.2 Definition von Beeinträchtigungen

Grundlagen für die Ermittlung von Beeinträchtigungen sind die Analyse des Untersuchungsraumes (Kap. 5) sowie die Darstellung der vom Vorhaben ausgehenden Emissionen und Belastungen (Kap. 6).

Die Verknüpfung dieser beiden Bereiche führt zu einer hypothetischen Wirkungsmatrix (Tab. 8.2-1). Der so entstehende Maximalkatalog denkbarer Wirkungen wurde auf der Grundlage der vorangegangenen Arbeitsschritte auf solche Wirkungen reduziert, die im Verlauf der weiteren Arbeit näher untersucht werden sollen. Dabei ist es durchaus möglich, daß der Katalog nach Abschluß der Wirkungsanalyse erneut reduziert wird. Ausgehend von diesem Wirkungsmodell werden nachfolgend für die relevanten Prüfbereiche alle Wirkungsbeziehungen als Beeinträchtigung definiert, erfaßt, beschrieben und unter Berücksichtigung der jeweils geltenden Umweltqualitätsziele bewertet.

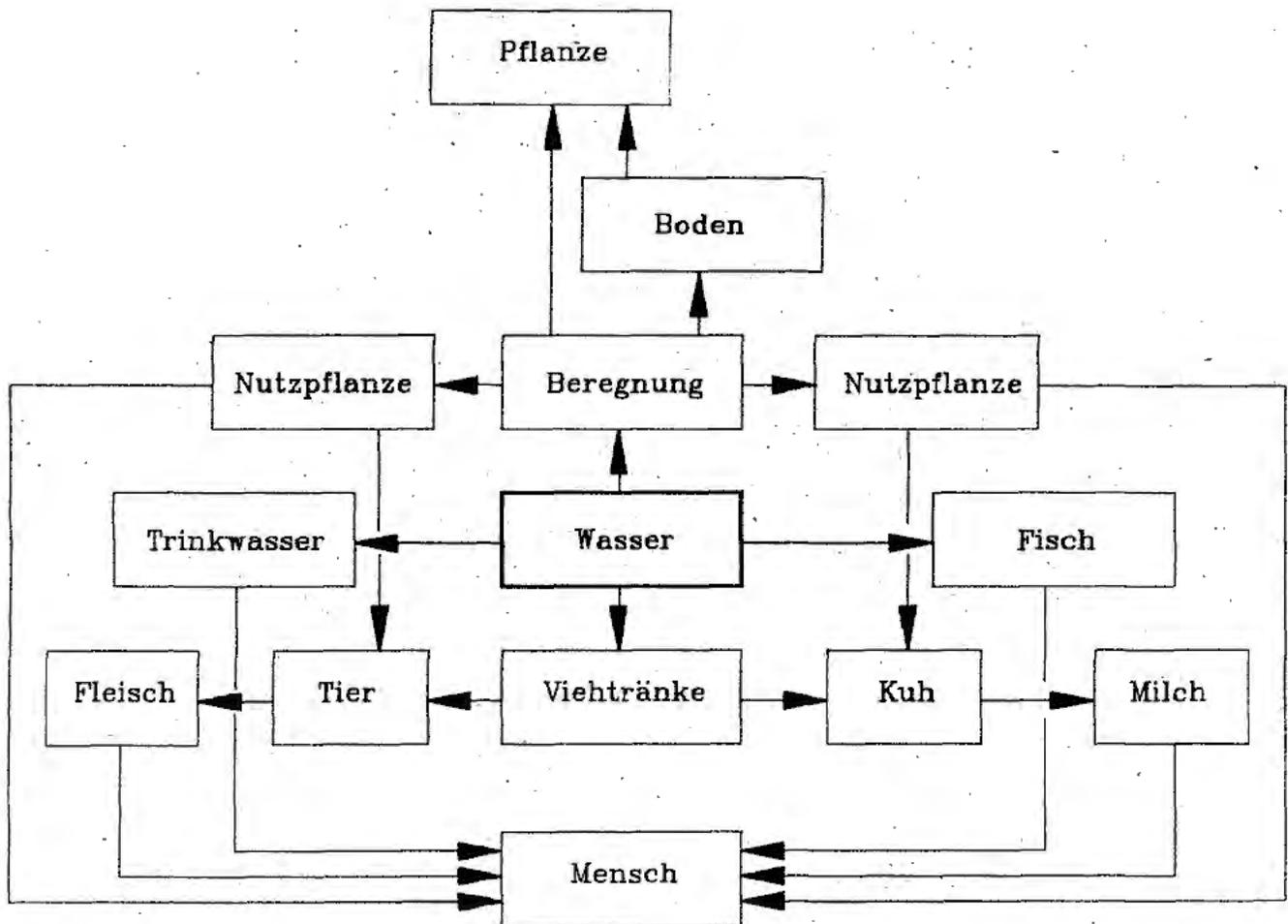
Tab. 8.2-1: Beeinträchtigung eines Umweltbereiches durch vom geplanten Vorhaben ausgehende Wirkungen

		Schutzgut							
		Mensch (8.3.1)	Tiere/ Pflanzen (8.3.2)	Boden (8.3.3)	Wasser (8.3.4)	Klima (8.3.5)	Luft (8.3.6)	Land- schaft (8.3.7)	Kultur- und sonst. Sachgüter (8.3.8)
Emissi- onen und Be- lastun- gen	Luft- verun- reini- gungen	♦	♦	♦	♦	♦	♦		♦
	Radio- akti- vität	♦	♦	♦	♦		♦		
	Hauf- werk	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
	Abfall	♦							
	Abwas- ser	♦	♦	♦	♦				
	Lärm	♦	♦						
	Seis- mik/ Tekto- nik	♦			♦				♦
	Zusätz. Wirk- faktoren auf Natur und Land- schaft		♦					♦	
Zusätz. Wirk- faktoren auf Kultur und Sachgüter								♦	

8.3 Wirkungsanalyse und Bewertung (Bau- und Betriebsphase)

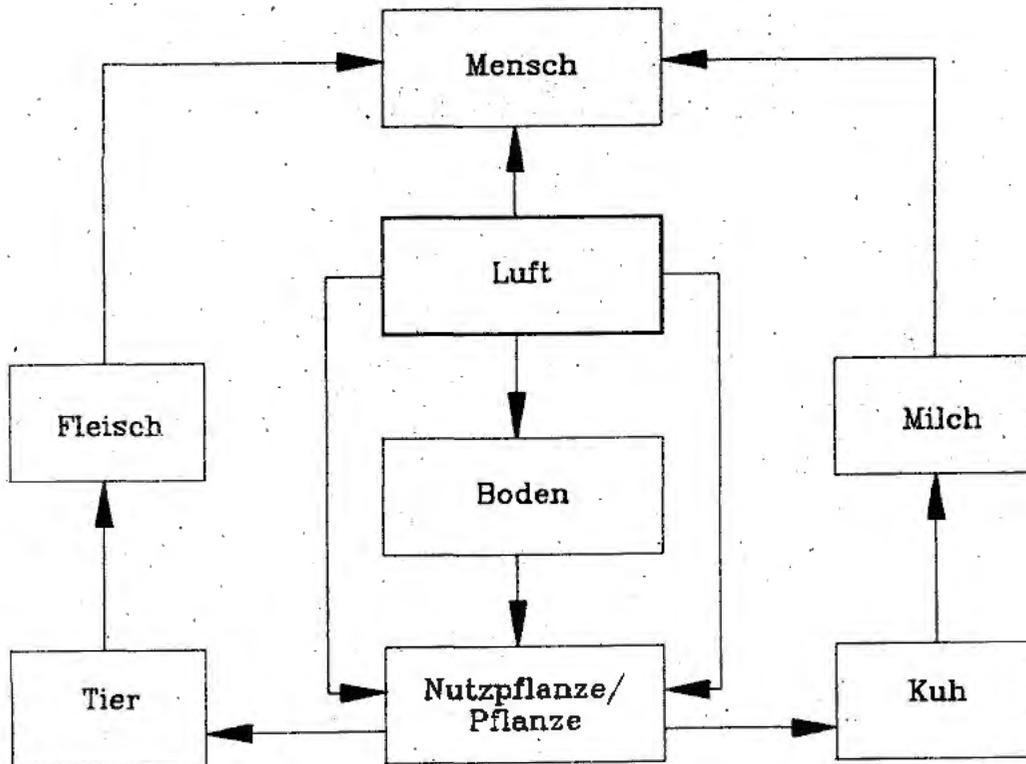
Die Abbildungen 8.3-1 und 8.3-2 verdeutlichen die Ausbreitungspfade von Radionukliden durch Atmosphäre und Biosphäre.

Abb. 8.3-1: Ableitung von Radionukliden über den Wasserpfad



(in Anlehnung an Anlage XI zu § 45 StrlSchV)

Abb. 8.3-2: Ableitung von Radionukliden über den Luftpfad



(in Anlehnung an Anlage XI zu § 45 StrlSchV)

8.3.1 Mensch

8.3.1.1 Wirkungen von Luftverunreinigungen auf den Menschen

Dem Gutachter liegen keine Angaben über die immissionsseitige Auswirkung konventioneller Luftverunreinigungen des Endlagers Konrad vor. Er betrachtet die konventionellen Luftverunreinigungen allerdings als unerheblich: alle Emissionen, die in Kapitel 6.1 dargestellt sind, unterschreiten die in der TA-Luft (Kap. 2.2.6.1.1) aufgestellten Mindestmassenströme, ab deren Überschreitung eine Messung der Immissionskenngrößen erforderlich wird, um den Faktor 10^1 (SO_2) bis 10^4 (CO). Eine meßbar schädliche Wirkung der von der Anlage ausgehenden konventionellen Luftschadstoffe auf den Menschen sieht der Gutachter nicht und verzichtet deshalb auf eine Bewertung.

Hiervon unberührt bleibt jedoch die in Kap. 5.7.2 aufgestellte Empfehlung, angesichts nachgewiesener synergistischer Wirkungen zwischen konventionellen Luftschadstoffen und Radionukliden eine Immissionsvorbelastungsmessung durchzuführen.

8.3.1.2 Wirkungen von Radioaktivität auf den Menschen

I. Wirkungen über den Luftpfad

1. *Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?*

Freisetzung von Radioaktivität über den Luftpfad kann erfolgen:

- a. über den Diffusor (natürliche Radioaktivität aus Wirtsgestein und künstliche Radioaktivität aus Abfallgebinden und Einlagerungskammern)
- b. über den Abluftkamin (künstliche Radioaktivität durch Handhabung der Abfallgebinde)
- c. über die unfall- oder störfallbedingte Freisetzung aus den Abfallgebinden in der übertägigen Anlagen und auf den Transportstrecken

Entsprechende Freisetzungsraten sind den Kapiteln 6.2, 6.11.2 und 6.11.3 zu entnehmen. Die verursachten Wirkungen sind dosisabhängig. Die Beeinträchtigungen des Menschen richten sich nach der Art der Freisetzung; also sind grundsätzlich zu erwarten:

- zu a. keine akuten somatischen Gefährdungen der Gesundheit des Menschen, sondern stochastisch nachweisbare Wirkungen, wie

- genetische Effekte, d.h. Gesundheitsschäden bei den Nachkommen der Exponierten
- Krebserkrankungen bei Bestrahlten selbst
- teratogene Effekte: Krebserkrankungen, Funktionsstörungen und Mißbildungen bei Kindern, die im Mutterleib bestrahlt wurden; Beeinträchtigung der Frucht (Aborte, Frühgeburten, frühkindlicher Tod)
- zusätzliche Wirkungen, die evtl. den stochastischen Schäden zuzuordnen sind, wie Fertilitätsstörungen und Zyklusstörungen bei Frauen; Allgemeine Immunschwächung bei Kindern ("Tschernobyl-Aids")
- Die durch den Normalbetrieb der Anlage erzeugten Schadensfälle lassen sich abschätzen, wenn die Kollektddosis bekannt ist. Dazu hat Kuni (1992) in seinem Gutachten "Niedrigstrahlung und Gesundheit der Arbeitnehmer" eine Abschätzung für Schacht Konrad im Nahbereich vorgenommen (Kuni 1992, S. 139). Er benutzt dabei Dosisfaktoren des UNSCEAR für einen Industriestaat mit mittlerer Bevölkerungsdichte. Für eine Betriebsdauer von 40 Jahren läßt sich daraus eine Kollektivdosis von 28 Pers.Sv ableiten. Für diese gibt der Gutachter im folgenden die zu erwartenden Schäden an, sofern sie sich quantifizieren lassen (s. Tab. 8.4-2, Spalte 3) Es resultieren folgende Fallzahlen für zusätzlich strahleninduzierten Krebs (kumulativ in 40 Betriebsjahren):
 - Krebstote insgesamt: 8,5 Fälle
 - Krebskranke insgesamt: 34 Fälle
davon Kinder < 10 Jahre: 7 Fälle
 - Krebstod, vorgeburtlich ausgelöst: 0,5 Fälle.

Die Strahlenbelastung des Personals wurde von Kuni ebenfalls abgeschätzt (Kuni 1992, Abb. 48, S. 99). Für 40 Betriebsjahre und 100 Beschäftigte im Kontrollbereich ergeben sich danach 192 Pers.Sv (vgl. 3.4.4.5). Der Dosisfaktor für Krebstod nach Tab. 8.3-2, Spalte 2, muß in diesem Fall um 20 % reduziert werden, da es sich um Erwachsene handelt. Man erhält somit einen Wert von 2.400 Toten pro 10^4 Per.Sv und entsprechend 46 zusätzliche Krebstote.

zu b. entspricht a.

zu c. Nach § 28 (3) StrlSchV müssen im sog. Auslegungsstörfall bestimmte Dosisgrenzwerte eingehalten werden. Diese sollen so ausgelegt sein, daß akute, also nicht stochastische, Strahlenschäden nicht auftreten können. Für die meisten bekannten akuten Effekte dürfte dieses zutreffen, jedoch sind die Schwellwerte, sofern sie überhaupt existieren, für etliche Effekte so niedrig, daß sie bei Auslegungsstörfällen durchaus auftreten können. Dazu

gehören wahrscheinlich die genannten Fertilitätsstörungen und Zyklusstörungen bei Frauen, weil diese im Berufsmilieu beobachtet worden sind (Marinowa 77) aber auch neuerdings bei Tschernobyl (Wolkow 1992). Ebenso muß man vermuten, daß die bei Tschernobyl auffallende Immunschwäche bei Kindern bereits bei niedrigen Schwellwerten ausgelöst wird. Ein besonderes Problem bilden auch Augenkatakte, also Trübungen der Augenlinse durch einfallende Strahlungsquanten (Griffith 1985, Otake 1991).

Um mögliche Wirkungen von Auslegungsstörfällen einschätzen zu können, sind in den Tab. 8.3-2 Schadensraten für die entsprechenden Dosisgrenzwerte angegeben. Dabei genügt ein Bezug auf die effektive Äquivalentdosis nicht, da dieses Konzept im wesentlichen auf der strahleninduzierten Krebsmortalität in einzelnen Kompartimenten des Körpers sowie einer dieser gleichgesetzten genetischen Schädigung aufgrund Gonadenexposition beruht. Nach Art. 2 Abs. 2 GG hat aber ein Mitglied unserer Gesellschaft nicht nur ein Recht auf Leben sondern auch ein uneingeschränktes Recht auf Gesundheit, das zwar gemäß Art. 2 Abs. 2 GG per Gesetz eingeschränkt werden darf, dessen Wesensgehalt aber in jedem Fall gewahrt bleiben muß. Daraus leitet der Gutachter die Notwendigkeit ab, die Schadenserwartung auch für alle Erkrankungen zu betrachten, die nicht zum Tode führen. Der Gutachter verwendet dabei mit Kuni (1992) nicht den in ICRP No. 60 ermittelten Vergleichswert von 2,47:1 für nicht tödliche zu tödlichen Krebserkrankungen sondern das durch das BEIR V-Komitee ermittelte Verhältnis 4:1.

Im übrigen wird die Schadenerwartung so angesetzt, wie sie sich nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft darstellt. Die Annahmen durch ICRP kann man ausgehend vom Vergleich der Gesamt-Krebsmortalitätsaufgrund von deren Empfehlung No. 60 auf grob 1/6 davon berechnen. Gegenüber den Abschätzungen aus Hiroshima/Nagasaki-Daten im Gutachten des Otto Hug Strahleninstituts Kap. VIII (1991) werden die diesbezüglichen Daten entsprechend der vorangegangenen Diskussion über den Qualitätsfaktor hochenergetischer Gammastrahlung um den Faktor 2 erhöht (Schmitz-Feuerhake 1992).

Die Schadenserwartungen gelten, genau genommen, nur für eine Exposition durch locker ionisierende Strahlung und ohne Tritium. Für Tritium und Alphaemissionen können sie wesentlich größer sein (Kuni 1992, S. 72).

Tab.8.3-2: Zu erwartende Schadensfolgen bei Auslegungsstör-
fällen für locker ionisierende Strahlung ohne Tritium

Wirkungen	Schadensfaktor Fälle/10 ⁴ Sv	Kollektiv- dosis für 1 Fall in mSv	Verdopp- lungs- dosis mSv	zusätzl. bzw. erh. Individualrisiko 1)		Quelle	Bemerkungen
				absolut	relativ		
stochastisch, Krebs: a) Gesamtbevölkerung allg. Krebsmortalität allg. Krebsmorbidität	3.000 (500) ² 12.000 (1740)	3.300 830	1.300 325	1,5 % 4,5 %	0,04 fach 0,16 fach	Atombomb. Überl. s. auch O. Hug '91	vgl. Exkurs Kap. 8.3.1
b) Kinder < 10 J allg. Krebsmortalität	12.000	830				"	Faktor 4 geg. Erw. angesetzt, nach RERF
c) Embryonen erste 3 Monate ges. Schwangerschaft	3.900 1.300	2.600 770	1,0 3,3	2,0 % 0,7 %	50 fach 15 fach	Oxford- Survey (Gilman'89)	
stochastisch, teratogen: Expos. 8.-15. Woche Schwachsinn Intelligenzminderung	8.600 40-60 IQ-Pkte.	1.160		4,3 %		Atombomb. Überl. (Otake'84)	Spontanraten nicht be- kannt
sonstige							zu erwarten; Schadensfak- tor unbekannt
stochastisch, genetisch: dominante Erkrankungen	6 - 17			(3-8)10 ⁻⁵	0,05- 0,25- fach	Ehling'89	
nicht stochastisch: Katarakte u. sonstige Immunschwäche bei Kindern Fehlbildungen bei Embryo- nen							Schadensfak- toren nicht bekannt

1) nach dem gegenwärtigen Stand der Erkenntnis und sofern der Dosisgrenzwert ausgenutzt wird.

2) Werte in Klammern nach ICRP No. 60

Quelle: eigener Entwurf in Anlehnung an verschiedene Autoren

2. *Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?*

Der räumliche Wirkungsbereich richtet sich ebenfalls nach Art der Freisetzung:

- a./b. Bei Normalbetrieb gilt der 5 km-Radius um die Anlage und die entsprechende Betroffenzahl (das sind ca. 20.000 Einwohner und 32.000 Beschäftigte)
- c. der räumliche Wirkungsbereich beschränkt sich auf den Ort des Stör- bzw. Unfalls und einem 5 km-Radius um diesen. Potentiell kann jeder Punkt der Gesamtuntersuchungsbereiches betroffen werden.

3. *Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?*

Wechselwirkungen zu anderen Umweltbereichen ergeben sich zwangsläufig über die Nahrungsketten und die entsprechenden Pfade über Boden, Wasser, Tiere und Pflanzen (vgl. Abb. 8.3-1 und 8.3-2).

4. *Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?*

Die radiologische Grundbelastung natürlichen Ursprungs wird (s. Kap. 5.3.1 und 5.3.2) im wesentlichen durch zusätzliche Radonbelastung (zu der keine Messungen vorliegen) über die Abwetter aus dem Grubengebäude verstärkt. Die künstliche Vorbelastung beschränkt sich auf Immissionen in Folge der Tschernobyl-Katastrophe und der oberirdischen Atomwaffentests.

5. *Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?*

Der Einbau einer Bedarfsfilteranlage zur Minderung von Emissionsspitzen (z.B. bei Störfällen) erscheint nicht ausgeschlossen (TÜV 1992). Dazu sind weitere Untersuchungen des Antragstellers erforderlich.

6. *Welche Restbelastungen bleiben bestehen?*

./.

II. Wirkungen über den Wasserpfad

Radioaktiv kontaminiertes Abwasser setzt sich aus freigemessenem Grubenwasser und freigemessenem, biologisch geklärtem Schmutzwasser aus dem Kontrollbereich zusammen. Dieses wird über Druckrohrleitungen bei Üfingen in die Aue eingeleitet. Insgesamt beträgt die Einleitungsmenge 14.000 m³/a (10.000 m³/a Grubenwasser und 4.000 m³/a Schmutzwasser (vgl. Abb. 3.4-2). Während des bestimmungsgemäßen Betrieb gelten die folgenden Antragswerte für die Aktivitätsableitung: H3:

7,4·10¹² Bq/a; Radionuklidgemisch: 7,4·10⁸ Bq/a. Es ist derzeit keine akute somatische Gefährdung der Gesundheit des Menschen zu erwarten. Stochastische Wirkungen sind bei gleichbleibend schlechter Qualität des Auewassers aus heutiger Sicht vernachlässigbar. Aus diesem Grund wird dieser Punkt als entscheidungserheblich eingestuft.

Von dieser Klassifikation sind Langzeitwirkungen ausdrücklich ausgenommen, den bei einer potentiellen Verbesserung der Wasserqualität der Aue und einer damit verbundenen Nutzung als Trink- bzw. Brauchwasser sind prinzipiell Beeinträchtigungen des Menschen vorstellbar. Dieser Wirkpfad würde mit der Betriebsdauer der Anlage an Gewicht gewinnen. Da sich jedoch die Entwicklung derzeit nicht belastbar abschätzen läßt, wird dieser Punkt als nicht entscheidungserheblich eingestuft.

III. Haufwerk

Dem Gutachter liegen keine detaillierten Angaben über Art und Menge des Haufwerkes sowie über die vorgesehenen Entsorgungswege vor. Darüberhinaus ist die Exhalationsrate des zu Tage gefördertem Materials ungeklärt und es fehlen Angaben über Gesamtvolumen, Oberfläche und Körnigkeit. Aus diesem Grunde sieht sich der Gutachter nicht in der Lage, eine Wirkungsanalyse und eine Bewertung durchzuführen. Er wertet die fehlenden Angaben als Kenntnislücke.

B. Bewertung von I und II

Zur Bewertung der Wirkung ionisierender Strahlen auf den Menschen kann das Gesetz über die friedliche Nutzung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (AtG) Wertmaßstäbe liefern.

Hier findet sich in § 1 Nr. 2 AtG ein schutzgutbezogener Maßstab:

Zweck des Gesetzes ist es, "Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkungen ionisierender Strahlen zu schützen..." (§ 1 Abs. 1 Nr. 2 AtG)

Wie ein solcher Schutz auszusehen hat, wird z.B. durch das Gebot der Schadensvorsorge definiert, wie es in § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG festgelegt ist. Hiernach darf die Genehmigung nur erteilt werden wenn "die nach dem Stand von Wissenschaft und

Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage betroffen ist" (§ 7 Absatz 2 Nr.3 AtG).

Das atomrechtliche Vorsorgegebot des § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG, das sowohl für die Genehmigung von Kernkraftwerken als auch für die Planfeststellung bei Zwischen- und Endlagern für radioaktiven Abfall aufgrund §§ 9b Abs. 4, 9a Abs. 3 AtG gilt, verlangt eine am Stand von Wissenschaft und Technik orientierte Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb einer Kernanlage. Hiernach sind Gefahrenabwehr und Risikovorsorge miteinander verknüpft. Nach Auffassung des Bundesverwaltungsgerichtes ist es den für die Zulassung zuständigen Behörden aufgrund § 7 Abs. 2 Nr. 3 verwehrt, exakt bis an die Gefahrengrenze zu gehen; Gefahrenrisiken müssen praktisch ausgeschlossen sein, wenn dem Vorsorgeprinzip Genüge getan sein soll.

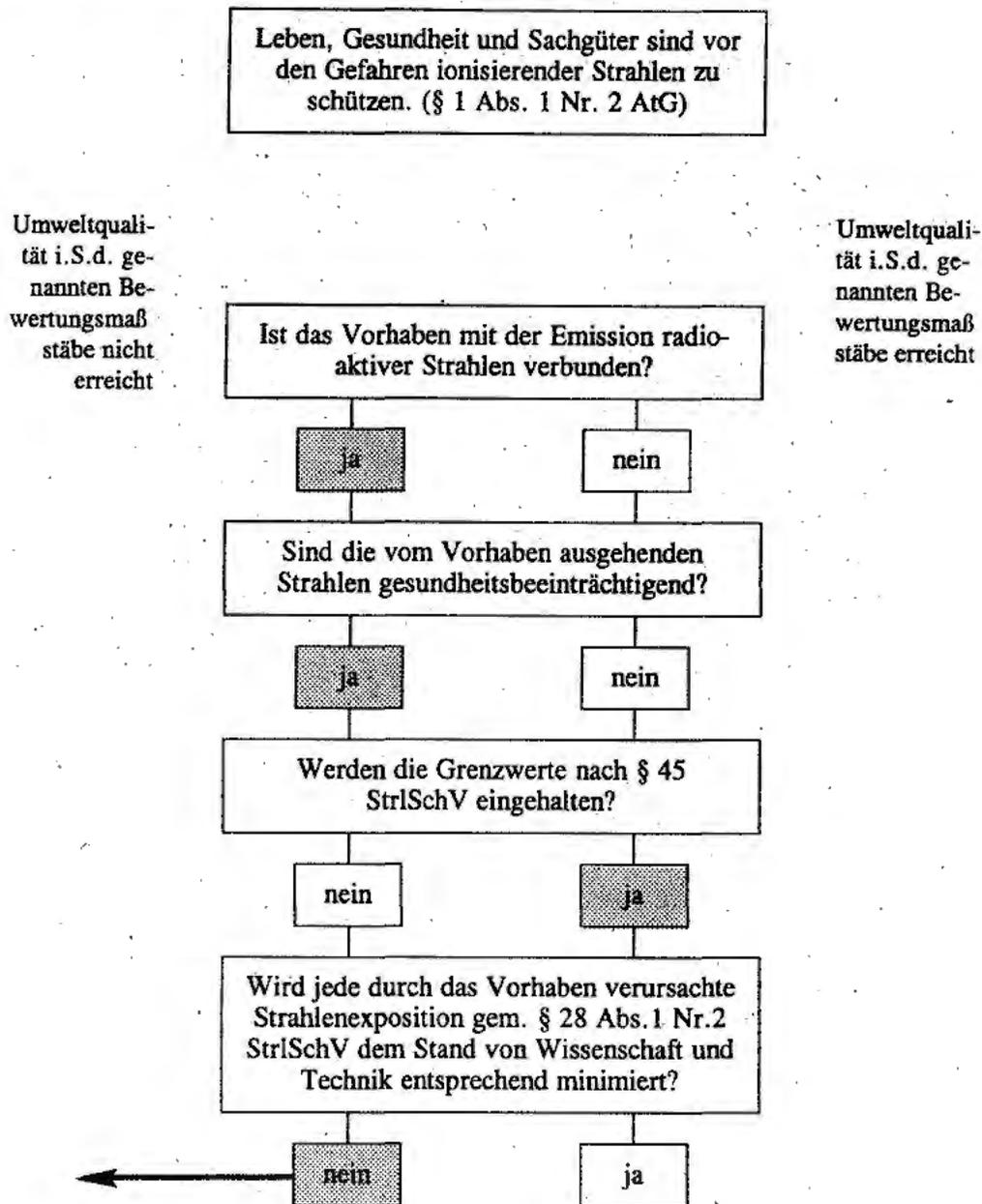
Der Begriff "Stand von Wissenschaft und Technik" wird im allgemeinen so interpretiert, daß diejenige Vorsorge gegen Schäden getroffen werden muß, die nach neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen für erforderlich gehalten wird; fehlt es an technischen Möglichkeiten, diese Anforderungen umzusetzen, kann die Zulassung nicht erteilt werden.

Abstrakt generelle Umweltstandards in Form von immissionsbezogenen Grenzwerten gibt es auf der Basis des § 45 StrlSchV.

Darüberhinaus gilt nach § 28 StrlSchV ebenfalls ein Minimierungsgebot: "Wer eine Tätigkeit nach § 1 dieser Verordnung ausübt oder plant, ist verpflichtet,

1. Jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt vermeiden
2. Jede Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles auch unterhalb der in dieser Verordnung festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten"

Unter Berücksichtigung der genannten Wertmaßstäbe und ausgehend von § 1 Abs. 1 Nr. 2 AtG, ergibt sich folgende Bewertung:



Nachdem die grundsätzliche Beeinträchtigung des Schutzgutes "Mensch" festgestellt worden ist, stellt sich zunächst die Frage, ob die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung eingehalten worden sind.

Stand von Wissenschaft und Technik ist in diesem Zusammenhang, daß von einer Wirkung radioaktiver Strahlung auch unterhalb der Grenzwerte ausgegangen werden muß. Deshalb wird in einem weiteren Schritt überprüft, ob die Freisetzung von

Radioaktivität durch das Vorhaben dem Minimierungsgebot der Strahlenschutzverordnung folgt, was auf Grund der Analyse der beantragten Anlagentechnik verneint werden muß. Die Bewertung schließt mit dem Gesamturteil "Umweltqualität i.S.d. Bewertungsmaßstabes nicht erreicht" ab.

Exkurs zum Hintergrund der Bewertung:

Als Wirkungen von Radioaktivität auf den Menschen, die auch im Dosisbereich des bestimmungsgemäßen Betriebes kerntechnischer Anlagen oder bei Auslegungstörfällen berücksichtigt werden, sind bekannt: genetische Effekte, also Gesundheitsschäden bei den Nachkommen der Exponierten, Krebserkrankungen bei den Bestrahlten selbst (einschließlich einer Reihe "gutartiger Tumore", die also nicht metastasieren, im Einzelfall aber, z.B. bei Hirntumoren, dramatische Folgen haben könnten) und teratogene Effekte, d.h. Krebserkrankungen, Funktionsstörungen und Mißbildungen bei Kindern, die im Mutterleib bestrahlt wurden, sowie Beeinträchtigungen der Frucht, die sich in Aborten, Frühgeburten und frühkindlichem Tod zeigen. Diese Art von Schäden wird unter der Klasse der "stochastischen" Effekte betrachtet mit der Einschränkung, daß für eine Reihe teratogener Schäden angenommen wird, daß sie erst oberhalb einer gewissen Dosischwelle auftreten können (SSK 1989).

Stochastische Schäden sind dadurch gekennzeichnet, daß eine untere Dosischwelle der Wirksamkeit nicht besteht, daß nicht jedes Individuum einer bestrahlten Population geschädigt wird und die Rate der geschädigten Individuen von der Dosis abhängt (vgl. ICRP No. 41, 84).

Ob die Klasse der stochastischen Schäden mit den genannten Effekten vollständig beschrieben ist, ist offen, da noch andere Wirkungen wie Fertilitätsstörungen und weibliche Zyklusstörungen bei relativ niedriger Dosis beschrieben worden sind, ohne daß Wirkungskurven bekannt sind. Ferner wird bei zahlreichen Kindern in den durch den Tschernobyl-Unfall hochbelasteten Gegenden eine Klasse von Störungen gefunden, die auf eine allgemeine Immunschwächung zurückgeführt werden ("Tschernobyl-Aids"). Diese sehr auffällige Folge einer chronischen Niederdosisbestrahlung war vorher in keiner Weise prognostiziert worden.

Die mangelnde Wirkungsschwelle bei stochastischen Schäden bedeutet, daß auch eine sehr kleine Dosis reale und konkrete Schäden induziert, wenn das bestrahlte Kollektiv entsprechend groß ist. Dosisgrenzwerte lassen daher eine zusätzliche Todes- und Schadensrate zu. ICRP hat deshalb wie auch andere Gremien, das United Nations Scientific Committee of the Effects of Atomic Radiation

(UNSCEAR) und das Komitee der US-amerikanischen Academy of Sciences BEIR (Biological Effects of Ionizing Radiation), quantitative Angaben zum strahleninduzierten Krebsrisiko und zu genetischen Folgen bei niedriger Dosis abgeleitet, um die Zumutbarkeit der empfohlenen Grenzwerte zu begründen.

Diese aus verschiedenen Befunden abgeschätzten Schadensraten sind von der ICRP und der Deutschen Strahlenschutzkommission stets so diskutiert worden, als stellten sie eine absolut sichere Obergrenze dar und würden sich bei sehr niedriger Dosis unter Berücksichtigung diverser wissenschaftlicher Hypothesen und bei weiterer Erfahrung sicherlich als übertrieben hoch herausstellen. Im Gegensatz dazu mußten jedoch die Schadensfaktoren, jedenfalls bezüglich des Krebsrisikos, mehrfach erheblich angehoben werden (Schmitz-Feuerhake 1977, 1981; Scholz 1989; Schmidt 1990; Morgan 1993 (in Vorbereitung))

In Tabelle 8.3-3 sind Angaben zur strahleninduzierten Krebsmortalität für niedrige Dosis und Dosisleistung aus neuerer Zeit im Vergleich zur ICRP-Abschätzung von 1977 enthalten. Auf letzterer beruhte sehr maßgeblich die von der ICRP entwickelte Zumutbarkeitsgrenze für Arbeitnehmer und der Dosisgrenzwert von 50 mSv pro Jahr.

Tab. 8.3-3: Angaben über die strahleninduzierte Krebsmortalität

Autoren	Krebstote 10^{-4} Pers. Sv	Datenbasis
ICRP No. 26, 1977	100	Schätzung, versch. Kollektive
RERF 9-87 ^{*)}	1.800 ($RBM_{\text{Neutr.}}=5$)	Japan. Überlebende
RERF 12-87 ^{*)}	1.600 ($RBM_{\text{Neutr.}}=5$)	Japan. Überlebende
RERF 5-88 ^{*)}	1.300 ($RBM_{\text{Neutr.}}=10$)	Japan. Überlebende
UNSCEAR 1988	40-550	Schätzung, versch. Kollektive
BEIR V 1990	790	Schätzung, versch. Kollektive
ICRP No. 60 1990	500	Schätzung, versch. Kollektive
*) Hiroshima/Nagasaki		

Quelle: eigener Entwurf in Anlehnung an verschiedene Autoren

Die Erhöhung der Raten ist die Folge einer Dosisrevision für die Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki und die weitere Beobachtung der Schadensfolgen in diesem Kollektiv. Obwohl die Notwendigkeit der Revision dieser Daten bereits 1980 in Publikationen begründet worden war (Loewe 1980), benötigte die ICRP 10 Jahre Zeit, um ihre Risikofaktoren und Grenzwertempfehlungen den neuen Erkenntnissen anzupassen, ohne daß dieser Anpassungsprozeß inzwischen als abgeschlossen angesehen werden kann.

Die Schadensfaktoren in Tabelle 8.3-3 werden von locker ionisierender Strahlung abgeleitet, da man nur diese für den Strahlenschutz der Bevölkerung bei kerntechnischen Anlagen und an Arbeitsplätzen für relevant ansieht. Das eigentlich wichtigste Ergebnis der Dosisrevision war, daß man in den japanischen Befunden Dosiswirkungskurven einer locker ionisierenden Strahlung vor sich hat und Niedrigdosiseffekte nicht - wie früher angenommen - auf die Wirkung von Neutronen zurückzuführen sind. Diese Dosiswirkungskurven stellen sich als linear und ohne erkennbare Schwelle dar.

Im Gutachten für die Stadt Hamburg "Zur 'schadlosen' Verwertung von abgebrannten Kernbrennstoffen im Ausland" (Otto Hug Strahleninstitut, 1991) wurde abgeleitet, daß sich aus den japanischen Daten für die Gesamtkrebsmortalität ein Wert von ca. $1.500 \cdot 10^{-4} \text{ Sv}^{-1}$ ergibt, also das Dreifache der jetzigen ICRP-Schätzung. Die in Tabelle 8.3-3 genannten Gremien halten es für gesichert, daß bei niedriger Dosisleistung, wie im Fall von Umweltkontamination und an Arbeitsplätzen, geringere Schädigungen zu erwarten sind als bei hoher Dosisleistung wie im Fall der Atombombenexplosion. Dieser Effekt wird von UNSCEAR mit einem Reduktionsfaktor von 2 bis 10 bewertet, bei BEIR und ICRP mit einem Faktor 2. Eine solche Reduktion ist aber nach heutiger Erkenntnis nicht gerechtfertigt (vgl. Otto Hug Strahleninstitut, Kap. VIII; Schmidt, 1991; Breckow, 1990), insbesondere durch die ICRP selbst, die die Form der Dosiswirkungskurven für stochastische Schäden als linear-quadratisch beschreibt (ICRP 1977, 1990). Der lineare Teil herrscht im unteren Dosisbereich vor und seine Steigung wird als unabhängig von der Dosisleistung angesehen. Die molekulargenetische Interpretation dieses Bereiches ist die durch Eintreffereffekte, die statistisch unabhängig voneinander zu einer genetischen oder somatischen Mutation führen.

Im höheren Dosisbereich treten zunehmend außerdem Mutationen auf, die durch zwei Treffer induziert werden. Daher ergibt sich ein mit dem Quadrat der Dosis anwachsender Anteil von Mutationen. Dieser wird als abhängig von der Dosisleistung angesehen, in dem Sinne, daß er bei hoher Dosisleistung steiler ansteigt und bei niedriger Dosisleistung - aufgrund der wirksam werdenden Reparatureffekte zwischen beiden Treffern - geringer. Da nun offensichtlich in den japanischen Dosiseffektcurven ein solcher überproportionaler Verlauf nicht erreicht wird, muß man in erster Linie auf Eintreffereffekte und damit Fehlen eines Einflusses der Dosisleistung schließen.

Somit bleibt unerfindlich, womit die ICRP den Reduktionsfaktor 2 begründen will (vgl. Otto Hug Strahleninstitut, Kap. VIII, 1991). Verzichtet man auf diesen, bleibt dennoch ein Drittel Schwund der abgeschätzten Effekte gegenüber den Hiroshima/Nagasaki-Daten. Auch diesbezüglich kann der ICRP nicht gefolgt werden, da eine plausible Begründung für diese Verringerung nicht geliefert wird. Bei allen Einschränkungen, die das Kollektiv der Atombombenüberlebenden als Vergleichspopulation für andere Strahlungssituationen haben mag, ist es eben doch das am längsten untersuchte und statistisch aussagefähigste. Zudem ist die Dosisbestimmung in gewissem Rahmen experimentell überprüft worden (Roesch, 1988) und sicherlich von größerer Präzision als die Auswertungen von medizinisch bestrahlten Kollektiven, die ebenfalls für die Abschätzung des somatischen und genetischen Risikos herangezogen werden. Anders als bei den meisten medizinisch bestrahlten Kollektiven liegen bei den japanischen Befunden - entgegen einer oft gehörten Ansicht - auch tatsächlich Daten aus dem Niederdosisbereich vor, denn die weitaus meisten der erfaßten Überlebenden waren - entsprechend dem Abstand zum Explosionszentrum - Expositionen < 500 mSv ausgesetzt.

Wenn daher aus den japanischen Daten ein Wert für die Krebsmortalität von $1.500 \cdot 10^{-4} \text{ Sv}^{-1}$ abgeleitet wird, so ist dieser keineswegs auf der sicheren Seite liegend, da die erwähnten Einschränkungen als Vergleich für andere Kollektive eher für eine Unterschätzung bei Übertragung auf diese spricht (Otto Hug Strahleninstitut, Kap. VIII, 1991). Insbesondere sind die Befunde auch mit einer überhöhten Wirkung pro Doseinheit bei geringer Exposition kompatibel (Köhnlein, 1990, Gofmann, 1989) und verschiedene Autoren halten einen inversen Dosisrateneffekt für möglich oder realistisch (Kiefer, 1989, Gofmann, 1983).

Ein Einfluß, der bisher weitgehend unbeachtet geblieben ist, ist die bekannte Abhängigkeit der Rate stochastischer Schäden vom LET der Strahlung, auch wenn es sich um locker ionisierende Quanten handelt. Effekte bei den japanischen Überlebenden sind durch ungewöhnlich harte Gamma-Energien induziert worden. 96 % der Dosis wurde durch einfallende Energien > 150 keV bewirkt und 70 % durch Energien > 500 keV (nach Rösch 1988), wo der Q-Faktor nur noch 0,5 und weniger beträgt (ICRU 1986). Für mittlere Gamma-Energien und inkorporierte Gamma- und Beta-Strahler müssen die strahleninduzierten Effekte daher um einen Faktor 2 heraufgesetzt werden, so daß ein realistischer Schadensfaktor von $3.000 \cdot 10^{-4}$ Pers.Sv resultiert (Schmitz-Feuerhake 1992).

Über genetische Effekte gibt es beim Menschen keine statistisch gesicherten Zahlen, die Ausmaß und Art der Schäden einigermaßen vollständig beschreiben. Komitees wie UNESCEAR und BEIR sowie auch die ICRP, schätzen die Verdoppelungsdosis auf 1 bis 2 Sv. Andere Autoren halten Übertragungen von Tierversuchen für eine bessere Näherung, das bevorzugte Vergleichstier ist die Maus. Ehling (1980; 1986; 1989) hat das Risiko für den Menschen nach zwei Verfahren abgeschätzt und kommt zu den Werten der Tab. 8.3-4 für eine chronische Niederdosisstrahlung:

Tab. 8.3-4: Strahleninduzierte dominante Mutationen¹⁾

Methode	Zahl der strahleninduzierten Mutationen	Zahl der spontanen Mutationen	Verhältnis der strahleninduzierten zu den spontanen Mutationen
Direkte Schätzung	6 - 17	1.800 - 2.900	1 : 100 - 500
Indirekte Schätzung	15	1.500	1: 100

1) bei einer angenommenen Strahlenexposition von insgesamt 0,01 Sv mit geringer Dosisleistung auf 1 Mio. Lebendgeburten

Quelle: Ehling 1986

Erhebliche Diskussionen in der Fachwelt hat die Deutung des Leukämieauftretens bei Sellafield als genetischer Effekt ausgelöst (Gardner 1990). Strahleninduzierte Krebserkrankungen bei den Nachkommen sind in den o.g. Abschätzungen nicht enthalten, obwohl sie mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgelöst werden. Aus der Literatur ergibt sich, daß derartige Effekte auch nach diagnostischer Röntgenbestrahlung von Eltern beobachtet worden sind (siehe Otto Hug Strahleninstitut, Kap. VIII, 1991).

Untersuchung der Häufigkeit von Krebserkrankungen im Kindesalter in der Umgebung westdeutscher kerntechnischer Anlagen 1980 bis 1990

Im Februar 1992 wurde die Studie des Instituts für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz vorgestellt. Nach Aussage des [REDACTED]

[REDACTED] war die Untersuchung ausschließlich darauf ausgerichtet, einen Vergleich mit den englischen Befunden (Cook-Mozzaffari et al. 1987, 1989) vorzunehmen, nach denen im Umkreis von 15 km bei britischen kerntechnischen Anlagen eine Erhöhung kindlicher Tumorerkrankungen festzustellen war. Die Autoren kommen zu dem Schluß, daß diese Befunde in Westdeutschland nicht bestätigt werden konnten.

Darüberhinaus haben die Autoren aber zwei signifikante Befunde dargestellt, die akute Leukämien bei Kindern im Alter von 0 bis 4 Jahren betreffen. Bei diesen ergab sich im Umkreis < 5 km vom Standort kerntechnischer Anlagen eine dreifach signifikante Erhöhung gegenüber der gewählten Vergleichsregion, bei älteren Kernkraftwerken sogar eine siebenfache signifikante Erhöhung (vgl. Abb. 8.3-3 und Abb. 8.3-4). Da dieses genau die strahlenempfindlichste Population und den auffälligsten zu erwartenden Strahlenschaden betrifft, sowie gerade im Nahbereich die höchste Belastung durch Radioaktivität zu unterstellen ist, erhebt sich die Frage, ob sich nicht genau dadurch die Strahlenwirkung dieser Anlagen auf die benachbarten Anwohner zeigt. Die Autoren haben diesen Befund damit erklärt, daß in diesem Fall die gewählte Vergleichsregion - wahrscheinlich zufallsbedingt - besonders niedrige Inzidenzen hatte. Die Vergleichsregionen wurden ausgewählt, um einen nach dem Mainzer Kinderkrebsregister bekannten Stadt/Land-Unterschied auszugleichen.

Durch den Bezug auf Vergleichsregionen wurde aber durch die Autoren der Studie statistische Aussagekraft verschenkt. Die Vergleichsregionen wurden nämlich ebenfalls in Entfernungsbereiche untergliedert wie die Regionen um die Atomkraftwerke. Dort ergeben die Entfernungen jedoch eigentlich keinen Sinn. Es ist deshalb nicht einzusehen, warum die Vergleichsregionen nicht zusammengefaßt betrachtet werden können, da sich auf diese Weise durch die kleinen Fallzahlen bewirkte statistische Unsicherheiten glätten. Die folgenden Abbildungen entstammen dem Gutachten von H. Kuni "Niedrigstrahlung und Gesundheit der Arbeitnehmer" wo eine eigene Analyse der Daten aus der IMSD-Studie vorgenommen wird.

Abbildung 8.3-5 zeigt das Verhältnis beobachteter Krankheitsfälle zu erwarteten Krankheitsfällen an akuter Leukämie im Alter von 0 bis 14 Jahren in den verschiedenen Entfernungsklassen um die Atomkraftwerke und in den entsprechenden Entfernungsklassen der Vergleichsregionen um einen fiktiven Mittelpunkt. Berechnet man den Trend des Verhältnisses der beobachteten zu den erwarteten Krankheitsfällen in Abhängigkeit zur mittleren Entfernung zum Atomkraftwerk (also 2,5; 7,5 und 12,5 km), findet sich eine wesentlich stärkere, fast statistisch signifikante Korrelation für die Region um die Atomkraftwerke als um den fiktiven Mittelpunkt der Vergleichsregion (siehe Abb. 8.3-5). Das ist auch eine Erklärung dafür, daß die relative Häufigkeit der Fälle ebenfalls eine deutlichere Korrelation zur Entfernung von den Atomkraftwerken zeigt, wenn man als Bezugswert die Vergleichsregionen insgesamt, 0 bis 15 km verwendet, als wenn die jeweils scheinbar passende Vergleichsregion der zugehörigen Entfernung von einem fiktiven Mittelpunkt als Bezugswert dient (Abb. 8.3-6).

Auch für die soliden bösartigen Geschwülste im Kindesalter läßt sich dieser Befund zeigen. Aus dieser Betrachtung sind von der Mainzer Gruppe die soliden Tumore Neuroblastom und Nephroblastom herausgenommen worden, die eine starke genetische Komponente aufweisen. Bei den übrigen findet sich ebenfalls bei der Betrachtung der beobachteten zu den erwarteten Fälle eine stärkere Korrelation (wieder an der Grenze zur statistischen Signifikanz), wenn man die Regression gegen die Entfernung für die Regionen um die Atomkraftwerke rechnet, als in den Vergleichsregionen zur Entfernung vom fiktiven Mittelpunkt (Abb. 8.3-7).

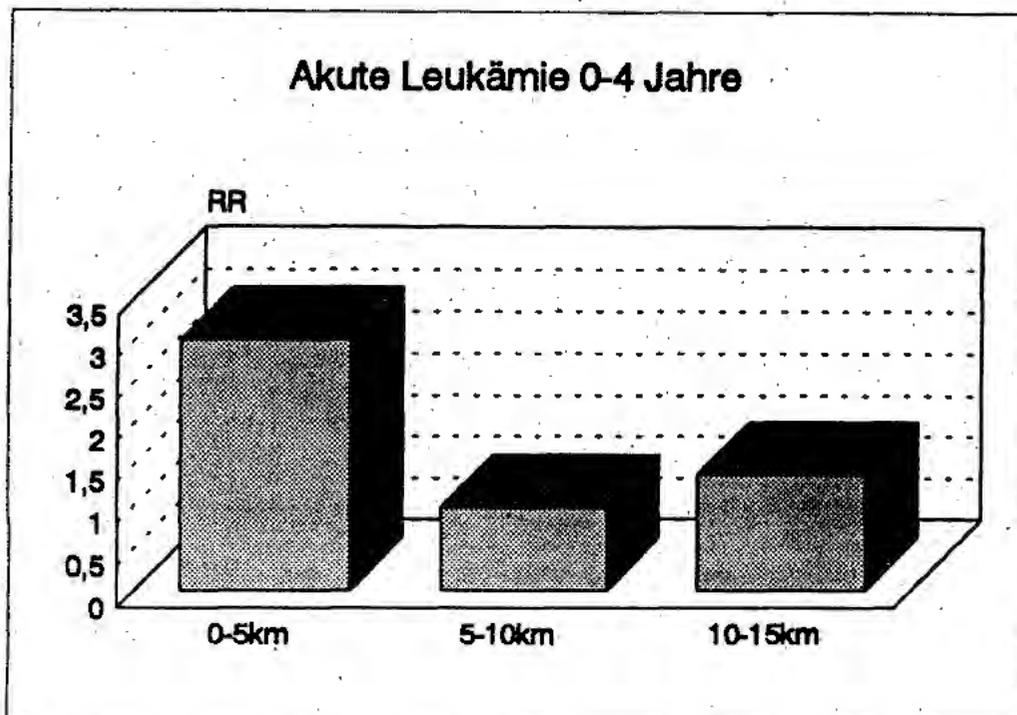
Bei der Berechnung der relativen Krankheitshäufigkeit findet sich ein deutlicher, fast signifikanter Trend, wenn man als Bezugswert die gesamte Vergleichsregion 0 bis 15 km wählt, während bei Bezug auf die jeweilige, scheinbar zuzuordnende Entfernungsklasse die Regression viel schwächer ist (siehe Abb. 8.3-8).

Die auffällige Beziehung der Leukämie und Karzinomhäufigkeit zum Abstand von der potentiellen Emissionsquelle Kernkraftwerk kann nicht als zufällig gedeutet werden. Setzt man das gefundene relative Risiko für akute Leukämie im Kindesalter in der Zone 0 bis 15 km von 1,16 an, so ergibt sich nach der in unserem "Gutachten zur potentiellen Strahlenbedingtheit der in der Elbmarsch auftretenden kindlichen Leukämie" vom März 1992 abgeleiteten Verdopplungsdosis von 19 mSv, daß eine mittlere Knochenmarksdosis der Kinder in dieser Zone von 3 mSv zugrundegelegt werden muß. Damit ergibt sich eine sehr deutliche Überschreitung der Grenzwerte für die Knochenmarksdosis der Bevölkerung. Dieses Phänomen könnte drei Ursachen haben, die derzeit offene Fragen darstellen: Entweder werden die Langzeitschäden einer chronischen Niederdosisbestrahlung immer noch deutlich unterschätzt und die im Gutachten zugrundegelegten Risikofaktoren sind zu klein. Und/Oder die Berechnungsgrundlagen der AVV zu § 45 StrlSchV, die die max. Dosis am ungünstigsten Aufpunkt in der Nähe der kerntechnischen Anlagen liefern soll, sind nicht konservativ. Es gibt Radionuklidpfade, die nicht richtig abgeschätzt werden.

Falls die Überwachung nicht funktioniert, hält der Gutachte es unter bestimmten Bedingungen zumindestens für möglich, daß es im Laufe des Betriebs zu Störfällen mit Radionuklidfreisetzungen kommt.

Bevor die geplante Anlage nach den bisherigen Kriterien genehmigt werden kann, ist dieser Sachverhalt unbedingt aufzuklären.

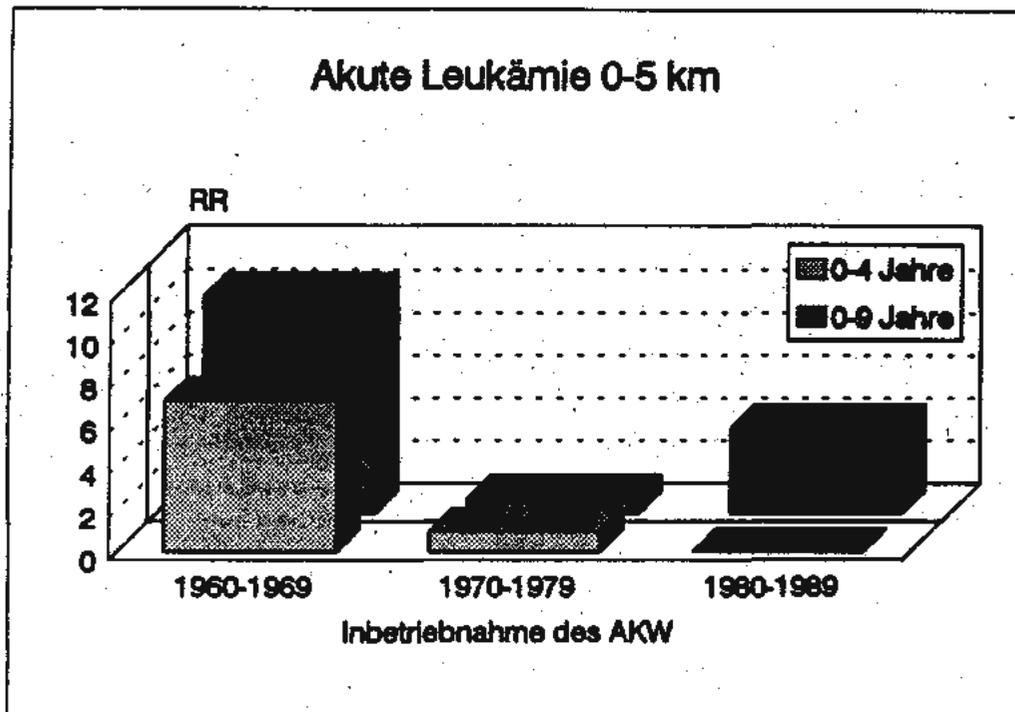
Abb. 8.3-3: Relative Häufigkeit von akuter Leukämie bei Kindern im Alter von 0 bis 4 Jahren in Abhängigkeit von der Entfernung ihres Wohnortes von einem Atomkraftwerk¹⁾



- 1) Verglichen wurde jeweils mit einer Vergleichsregion nach soziodemographischen Merkmalen. Die Erhöhung in der Zone 0 bis 5 km ist mit $p^t = 0,046$ statistisch signifikant (Keller et al. 1992)

Quelle: Kuni 1992

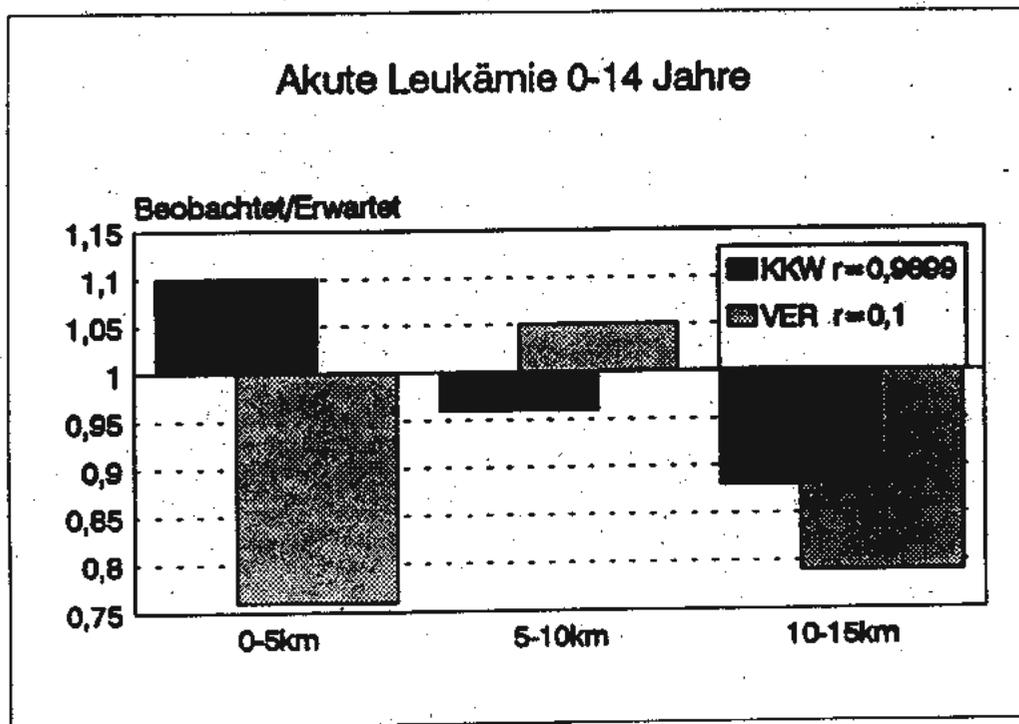
Abb. 8.3-4: Relative Häufigkeit von akuter Leukämie bei Kindern im Alter von 0 bis 4 Jahren und 0 bis 9 Jahren in einer Entfernung von 0 bis 5 km ihres Wohnortes von einem Atomkraftwerk in Abhängigkeit vom Alter der Anlage¹⁾



- 1) Vgl. wurde jeweils mit einer Vergleichsregion nach soziodemographischen Merkmalen. Die Erhöhung in der Altersstufe 0 bis 4 Jahre in der Umgebung der ältesten Anlagen ist mit $p=0,021$ statistisch signifikant (Keller et al. 1992)

Quelle: Kuni 1992

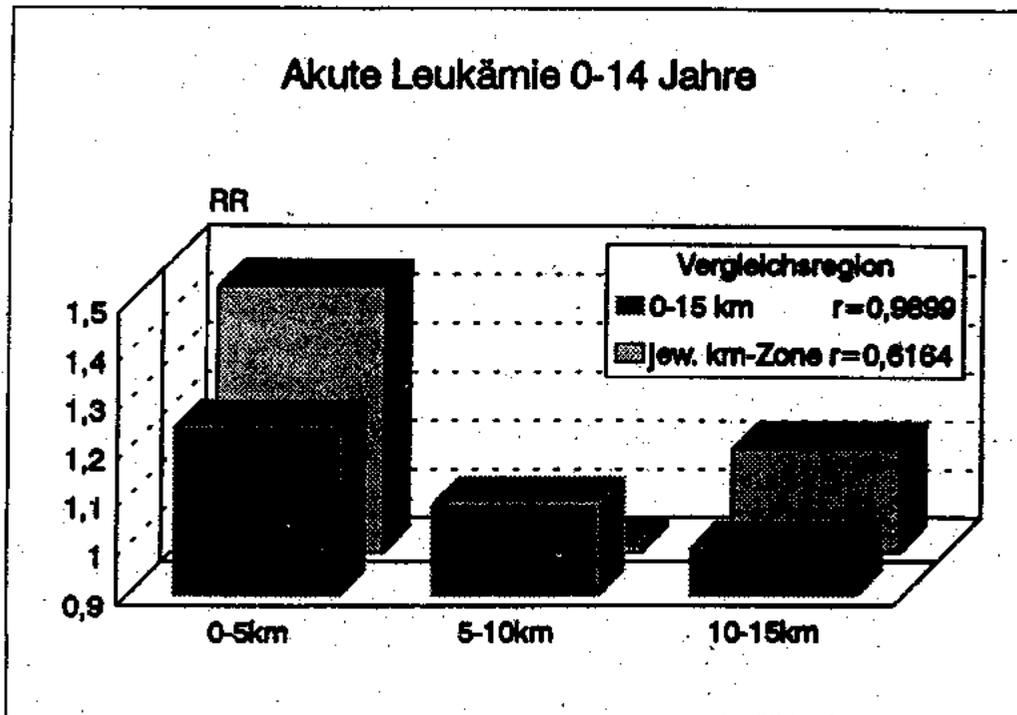
Abb. 8.3-5: Verhältnis beobachteter Krankheitsfälle zu erwarteten Krankheitsfällen an akuter Leukämie im Alter von 0 bis 14 Jahren¹⁾



- 1) In den verschiedenen Entfernungsklassen um die Atomkraftwerke und in den entsprechenden Entfernungsklassen der Vergleichsregionen um einen fiktiven Mittelpunkt. Aufgeführt ist auch der Korrelationseffizient r gegen die mittlere Entfernung jeder Klasse (Keller et al. 1992)

Quelle: Kuni 1992

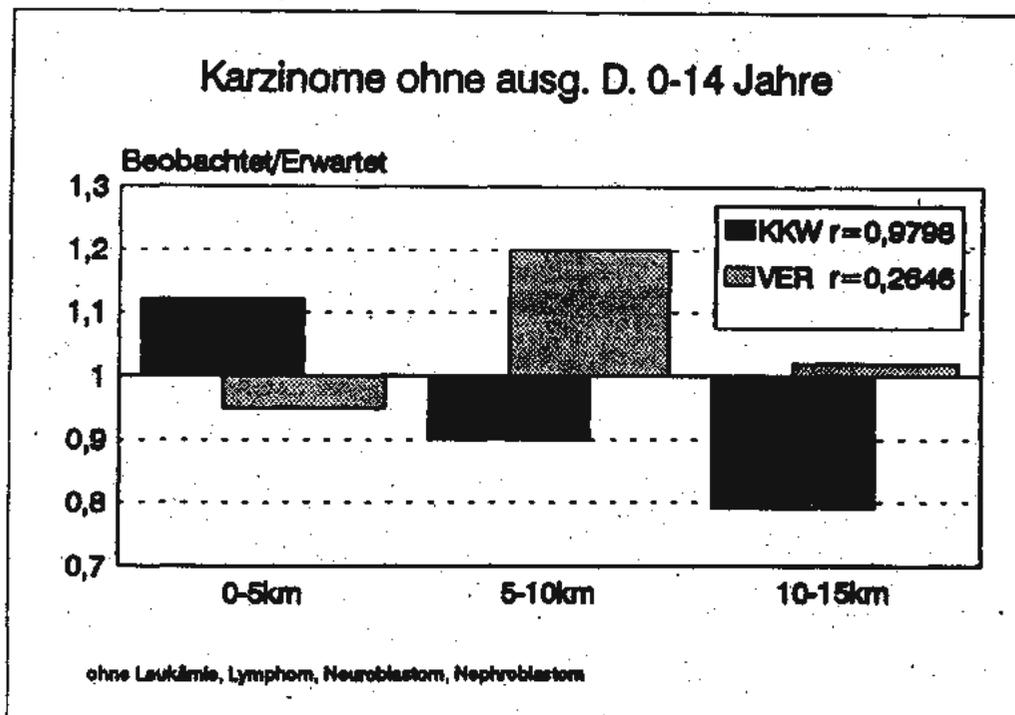
Abb. 8.3-6: Relative Häufigkeit von Krankheitsfällen an akuter Leukämie im Alter von 0 bis 14 Jahren¹⁾



1) Wie Abb. 8.3-5, jedoch relative Häufigkeit bezogen auf die Vergleichsregionen insgesamt, 0 bis 15 km, auf die jeweilige Entfernungsklasse der Vergleichsregionen

Quelle: Kuni 1992

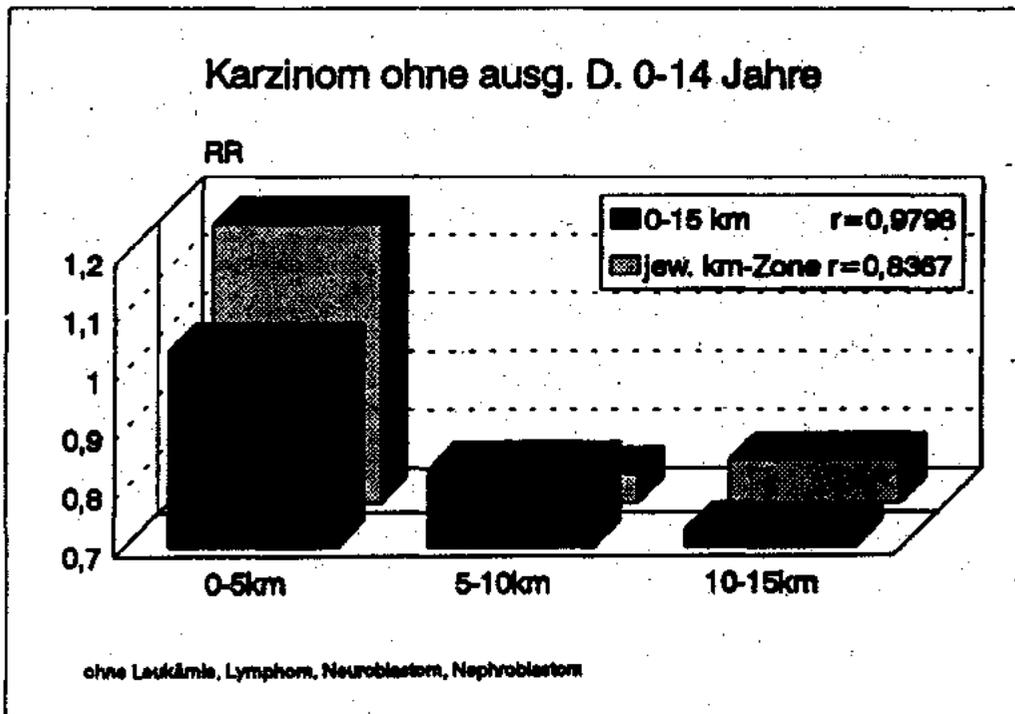
Abb. 8.3-7: Verhältnis beobachteter Krankheitsfälle zu erwarteten Krankheitsfällen an Krebserkrankungen mit ausgewählten Diagnosen¹⁾



- 1) ohne Leukämie, Lymphome, Neuroblastome und Nephroblastome im Alter von 0 bis 14 Jahren
- 2) in den entsprechenden Entfernungsklassen der Vergleichsregionen um einen fiktiven Mittelpunkt. Aufgeführt ist auch der Korrelationskoeffizient r gegen die mittlere Entfernung jeder Klasse

Quelle: Kuni 1992

Abb. 8.3-8: Relative Häufigkeit von Krankheitsfällen an Krebserkrankungen mit ausgewählten Diagnosen



- 1) Wie Abb. 8.3-7, jedoch relative Häufigkeit bezogen auf die Vergleichsregionen insgesamt, 0 bis 15 km, und auf die jeweilige Entfernungsklasse der Vergleichsregion

Quelle: Kuni 1992

8.3.1.3 Wirkungen des Haufwerks auf den Menschen (nicht radioaktive Wirkungen)

Beeinträchtigungen des Schutzgutes Mensch sind im Zusammenhang mit der Lärmbelastung durch den Transport des Haufwerks über die Schiene (vgl. Kap. 6.3) zu erwarten. Beispielsweise führt die Schienenstrecke zum Tagebau Haverlahwiese in Salzgitter-Hallendorf im Abstand von weniger als 50 m, in Salzgitter-Gebhardshagen teilweise weniger als 15 m an der Wohnbebauung entlang. Wie in Kap. 8.3.1.6 detaillierter ausgeführt, liegen dem Gutachter zu diesem Punkt keine näheren Angaben vor. Er kann also derzeit nicht beurteilen, ob die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV eingehalten werden

8.3.1.4 Wirkungen von Abfall auf den Menschen

Erhebliche Beeinträchtigungen des Schutzgutes Mensch sind vor allem in der Bauphase durch Bauabfälle und deren Transport zu erwarten.

Dem Gutachter liegen jedoch keine Angaben über Art und Menge der Bauabfälle sowie über die vorgesehenen Entsorgungswege vor. Daher ist eine raumbezogene Wirkungsanalyse zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich. Dies gilt auch für die Bewertung der Beeinträchtigung im Hinblick auf eine Erfüllung der Vorgaben des Abfallgesetzes.

8.3.1.5 Wirkungen des anfallenden Abwassers auf den Menschen (unter Ausklammerung der Radioaktivität)

Von Konrad 1 abgeleitete Abwässer in die Aue verursachen keine nennenswerten Wirkungen. Von Konrad 2 wird Abwasser (geklärtes Schmutzwasser und Grubenwasser (fossil; stark chloridbelastet, s. Tab. 6.5-2)) bei Üfingen in die Aue eingeleitet. Die Chloridbelastung steigt um 50 mg/l (Gesamtbelastung: 421 mg/l).

Gegenwärtig wird das Wasser der Aue weder als Trinkwasser noch als Beregnungswasser genutzt. Es ist nicht auszuschließen, daß es gelingt während der Betriebsdauer des Endlagers die Wasserqualität der Aue so weit zu verbessern, daß das Wasser zur Beregnung oder Trinkwassergewinnung genutzt werden könnte. Dies ist jedoch eine hypothetische Annahme. Wirkungsanalyse und Bewertung erscheinen dem Gutachter derzeit nicht sinnvoll.

8.3.1.6 Wirkungen von Lärm auf den Menschen

A. Wirkungsanalyse

1. *Wie wirkt die Emission oder Belastung auf dem Umweltbereich?*

Lärmbelastungen des Schutzgutes "Mensch" gehen von zwei Emissionsquellen aus:

- Anlagenbedingter Lärm: Dieser wird insbesondere durch den neu zu errichtenden Grubenlüfter (Schalleistungspegel 108 dB(A)) verursacht. Die Geräuschimmissionsprognose ergibt einen Schalldruckpegel am Aufpunkt von 53 dB(A). Dies hat zur Folge, daß nachts der Richtwert der TA Lärm von 45 dB(A) um 8 dB(A) überschritten wird, welches annähernd eine Verdoppelung des subjektiven Lärmempfindens bedeutet.
- Verkehrsbedingter Lärm: Verursacher des verkehrsbedingten Lärms sind während der Bauphase der Baustellenverkehr sowie die Haufwerktransporte zum Tagebau Haverlahwiese. Dem Gutachter liegen diesbezüglich keine Daten vor.

2. *Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?*

Der räumliche Wirkungsbereich umfaßt beim anlagenbedingten Lärm: ca. 1 km-Radius um die Emissionsquelle bei Schacht Konrad 2; d.h., daß die Wohnbevölkerung von Salzgitter-Bleckenstedt von diesen Lärmimmissionen betroffen ist.

3. *Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?*

./.

4. *Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?*

Zur Vorbelastungssituation sind aufgrund der dem Gutachter vorliegenden Unterlagen lediglich folgende Aussagen möglich: Laut der Immissionsprognose, die als Gutachten dem Antrag nach BImSchG (EG 49) beiliegt, überlagern die Betriebsgeräusche des Peine-Salzgitter Werkes, des VW Werkes Salzgitter und der Verkehrslärm die Betriebsgeräusche des Schachtes Konrad 1. In Salzgitter-Bleckenstedt wurden die nachstehenden Immissionswerte gemessen:

- tags: 55,7 dB(A)
- nachts: 47,1 dB(A).

5. *Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?*

Zur Minderung der Lärmemissionen ist nach Aussagen von Herstellern der Einbau von Lärmschutzkulissen im Abwetterstrom grundsätzlich möglich. Dafür wäre eine Umplanung des BW Nr. 5 (Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal) erforderlich.

6. *Welche Restbelastungen bleiben bestehen?*

Die Zusatzbelastung wird durch die o.g. Maßnahmen vermindert. Genauere Angaben über die Höhe der Restbelastung sind nicht möglich, da Aussagen zur verkehrsbedingten Lärmzusatzbelastung dem Gutachter nicht vorliegen.

B. Bewertung

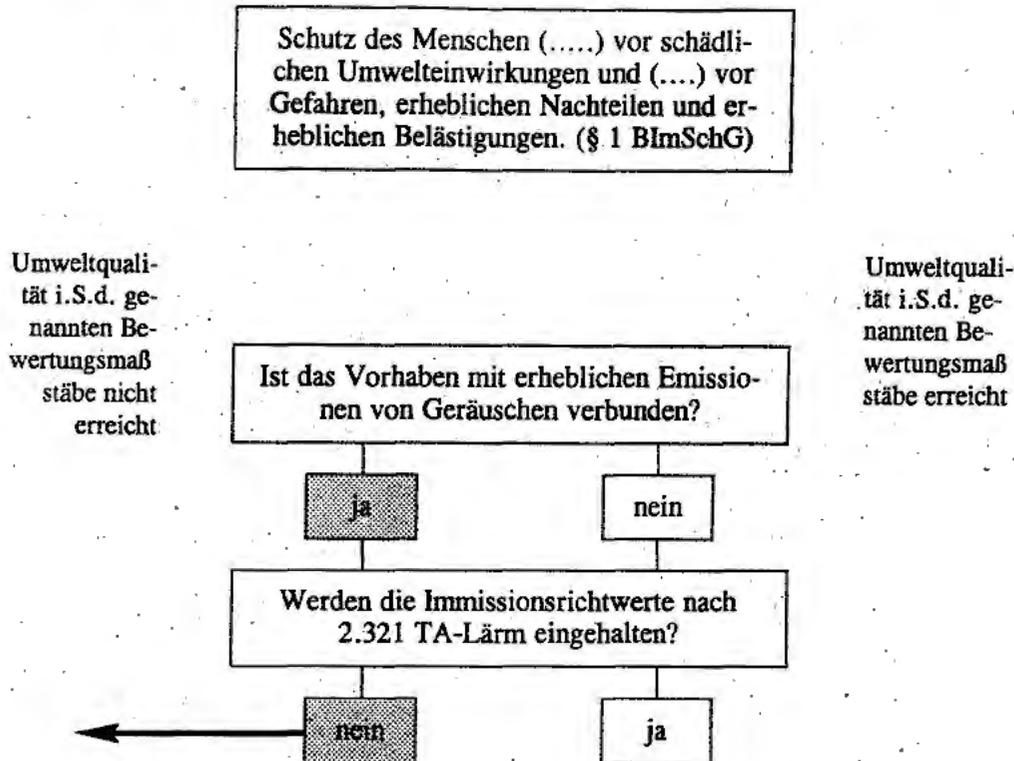
Zur Beurteilung dieses immissionsschutzrechtlichen Aspektes des geplanten Vorhabens wird das "Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umweltwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge" (BImSchG) herangezogen. Als schädliche Umweltwirkungen im Sinne dieses Gesetzes gelten nach §3 Abs.1 Nr.3 u.a. Geräusche.

§1 BImSchG legt als Gesetzeszweck fest, "Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen und ... auch vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen ... zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen".

Konkrete Immissionsrichtwerte sind in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm) enthalten. Nach 2.211 darf die Genehmigung zur Errichtung neuer Anlagen nur dann erteilt werden, wenn

- a. die dem jeweiligen Stand der Lärmbekämpfungstechnik entsprechenden Schutzmaßnahmen vorgesehen sind und
- b. die Immissionsrichtwerte nach Nr. 2.321 im gesamten Einwirkungsreich der Anlage und außerhalb der Werksgrundstücksgrenzen ohne Berücksichtigung einwirkender Fremdgeräusche nicht überschritten werden.

Die genannten Wertmaßstäbe sind die Grundlage der folgenden Bewertung:

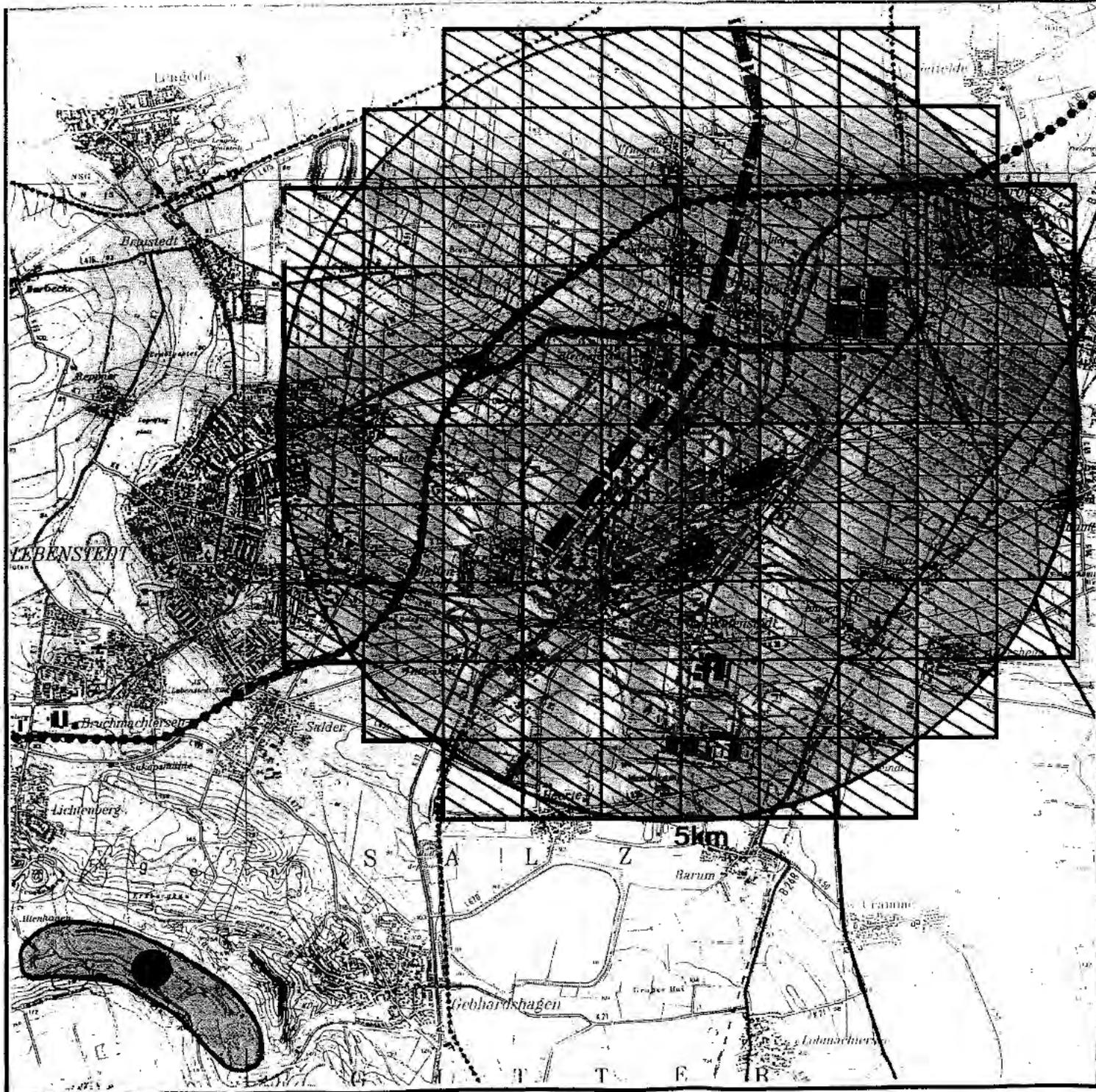


Grundlage für die Bewertungsaussage "Umweltqualität i.S.d. Bewertungsmaßstabes nicht erreicht" ist eine festgestellte Überschreitung der Richtwerte der TA-Lärm während des nächtlichen Betriebes des Diffusors.

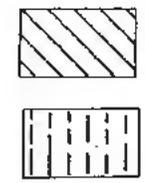
8.3.1.7 Wirkungen von Seismik/Tektonik auf den Menschen

Es sind keine Wirkungen in Bau- und Betriebsphase zu erwarten. Schiefstellungen der Wohngebäude sind höchst unwahrscheinlich, aber nicht auszuschließen (max. bis 1/4 des Minderwertabkommens). Gänzlich auszuschließen sind bautechnische Gefährdungen, die Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen haben könnten. Die Problematik ist unerheblich für das Schutzgut Mensch.

Karte 8



Wirkfaktoren



Radioaktivität

Lärm

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

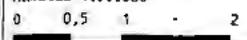
Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Beeinträchtigung des
Umweltbereichs

Mensch

Maßstab 1:50.000

Karte Nr.: 8



5
1 km



DPU

**Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure**

Karte 9

Wirkfaktoren



Radioaktivität

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: potentielle Beeinträchtigung
von Umweltbereichen
beim Eintritt von
Störfällen

Maßstab 1:200.000

Karte Nr.: 9



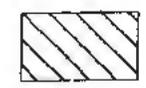
DPU

**Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure**

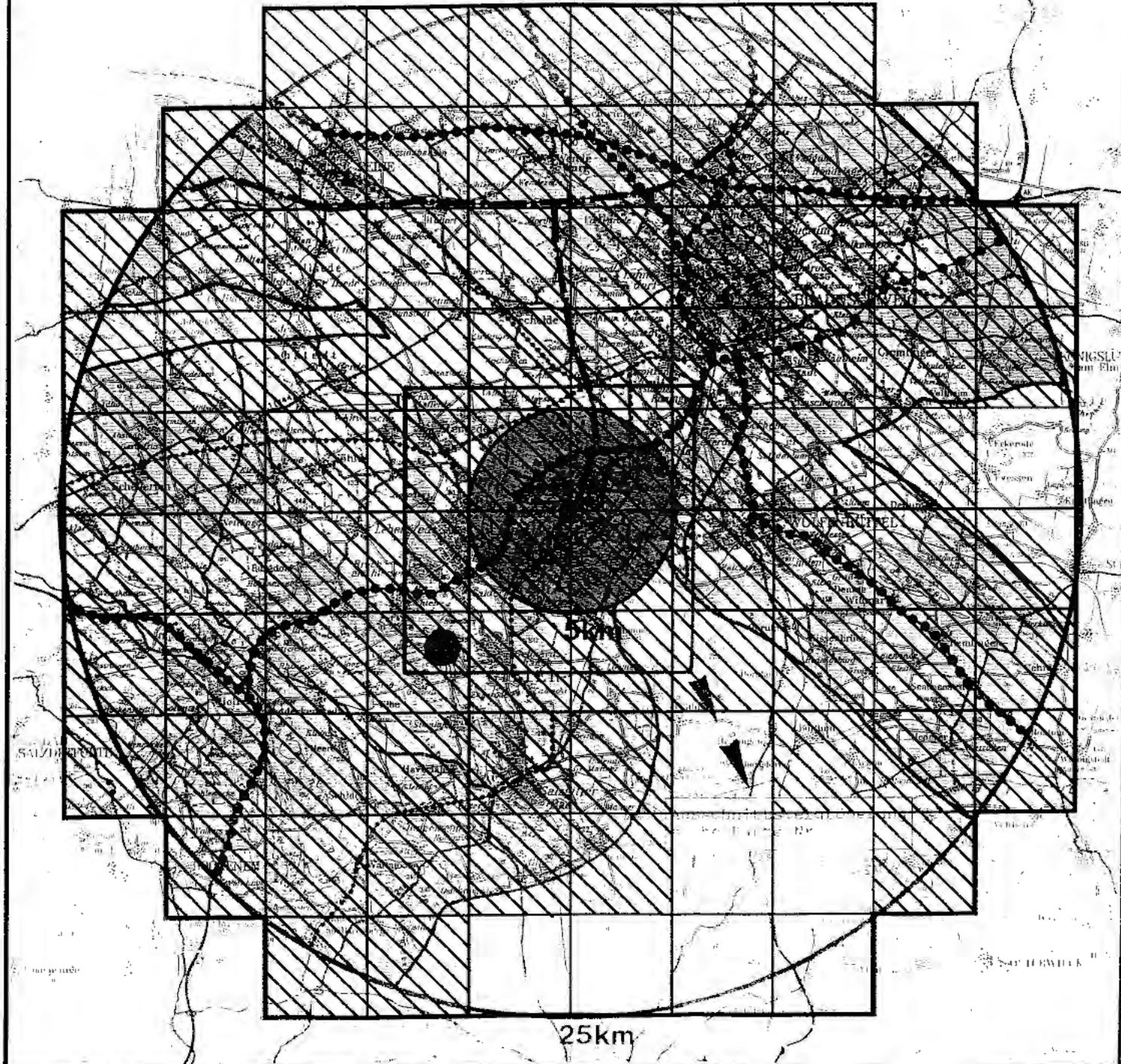
25km

Karte 9

Wirkfaktoren



Radioaktivität



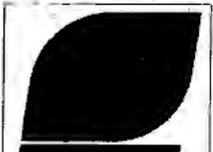
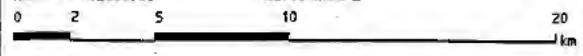
Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: potentielle Beeinträchtigung
von Umweltbereichen
beim Eintritt von
Störfällen

Maßstab 1:200.000 Karte Nr.: 9



DPU

Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure

8.3.2 Tiere und Pflanzen

Der Gutachter versteht unter dem Schutzgut "Tiere und Pflanzen" sowohl wildlebende Tiere und Pflanzen als auch Nutztiere und -pflanzen.

8.3.2.1 Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Tiere und Pflanzen

Dem Gutachter liegen keine Angaben darüber vor, wie sich die konventionellen Luftverunreinigungen des Endlagers Schacht Konrad immissionsseitig darstellen. Angesichts der geringen konventionellen Emissionen der Anlage ist der Gutachter aber auch hier der Auffassung, daß über diesen Wirkungspfad das Schutzgut "Tiere und Pflanzen" nicht meßbar beeinträchtigt wird.

8.3.2.2 Wirkungen der Radioaktivität auf Tiere und Pflanzen

Bei der Betrachtung der Wirkungen von vorhabenbedingter Radioaktivität auf Tiere und Pflanzen muß zwischen akuten Schäden und Langzeitschäden unterschieden werden. Zu den Säugetieren zählende Nutztiere zeigen dem Menschen ähnliche Reaktionen (z.B. akute Schäden, Mißbildungen bei Nachkommen, Erbschäden). Wegen der auf Grund ihrer Nutzung eingeschränkten Lebenserwartung sind Krebserkrankungen die Ausnahme. Die Reaktionen wildlebender Tiere und Pflanzen sind wegen ihrer enormen morphologischen und genetischen Unterschiede nicht pauschal beschreibbar. So kommt es vor, daß die gleiche Applikationsdosis zu unterschiedlichen Reaktionen führt. Auch spielt das Entwicklungsstadium eine entscheidende Rolle.

Auch Nutzpflanzen reagieren außerordentlich differenziert z.B. mit morphologischen Veränderungen, physiologischen Effekten aber auch Stimulationserscheinungen.

Folgt man der Theorie, daß im biotischen Bereich stochastische Schäden (z.B. als Erbschäden) auch bei kleinsten Dosen auftreten, kann man zusammenfassend eine Beeinträchtigung des Schutzgutes Tiere und Pflanzen grundsätzlich als gegeben annehmen.

Die unzureichenden wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Wirkung insbesondere von Niedrigstrahlung auf Tiere und Pflanzen lassen sich derzeit nicht soweit verdichten, daß hieraus eine entscheidungserhebliche Kenntnislücke zu qualifizieren wäre.

Exkurs zum Hintergrund der Bewertung:

Wirkung von Radioaktivität auf "Tiere und Pflanzen"

In den Kapiteln 4.2 und 5.4 wurde bereits auf einige Unterschiede zwischen den Umweltbereichen "Mensch" und "Tiere und Pflanzen" verwiesen. So wurde die Tatsache angesprochen, daß der Mensch als nur eine ökologisch, physiologisch und genetisch homogene Lebensform vielen sich zum Teil erheblich unterscheidenden Lebensformen gegenübergestellt wird. Zudem ist der Wertmaßstab zur Beurteilung von Strahlenwirkungen ein anderer. Während beim Menschen neben dem Aspekt der akuten Gefährdung die Wahrscheinlichkeit, früher oder später an Krebs zu erkranken, zentrales Problem der Beurteilung von Strahlenwirkungen ist (s. Exkurs "Wirkungen von Radioaktivität auf Menschen"), ist dies bei Tieren und Pflanzen nicht der Fall.

Bisher war es vorwiegend die Bedeutung, die Tiere und Pflanzen für die unterschiedlichen Lebensbereiche und -bedürfnisse des Menschen hatten, sei es als Nutz- oder als Schadorganismen, die das radiologische Interesse an Tieren und Pflanzen ausmachten. Diese Perspektive begründet auch die Reichhaltigkeit des zur Verfügung stehenden Datenmaterials zur Radiosensitivität lebender Organismen außer dem Menschen. Ein Interesse an ökosystemaren Zusammenhängen und einzelnen, z.B. "seltene" Arten, setzt sich zunehmend durch. Es fehlen aber bisher Erfahrungen, um zur Abschätzung der Wirkungen radioaktiver Strahlung auf Ökosysteme und Einzelorganismen umfassend Stellung zu nehmen.

Nutztiere

Viele Nutz- und Nahrungstiere, also Schafe, Schweine, Rinder, Hunde, sind Säugetiere und vergleichsweise zu anderen Tieren daher dem Menschen in ihrer Strahlenempfindlichkeit sehr ähnlich (Letale Dosis LD 50/30 zwischen ca. 2 und 10 Gy, für den Menschen 3 Gy; nach Lengfelder 1990). Daher können prinzipiell auch ähnliche Schadbilder als Folge radioaktiver Strahlung auftreten. Nichtstochastische Schäden am "eigenen Körper" bestehen in akuten Schäden und nicht-bösartigen Spätschäden sowie Mißbildungen bei den Nachkommen. An stochastischen Schäden sind auch bösartige Spätschäden (z.B. Krebsarten wie Leukämie) am eigenen Körper sowie Mißbildungen bei den Nachkommen und eine verminderte Leistung der sensorischen Funktionen theoretisch zu befürchten. Für viele Nutz- und Nahrungstiere ergibt sich im Vergleich zum Menschen aber eine eher geringe Lebenserwartung.

Bösartige Spätschäden kommen daher in der Regel nicht zum Ausbruch. Akute Strahlenschäden sind bei Ganzkörperbestrahlung für den Menschen und mit gewissen Abstrichen, wie oben angesprochen, auch für die Säuger unter den Nutz- und Nahrungstieren bei 0,2 Sv zu beobachten. Die Erreichung einer, entsprechend hohen Dosis zur Auslösung akuter Strahlenschäden bei Nutztieren kann aber nur für den ungünstigen Fall eines Unfalls entlang der Transportwege angenommen werden, wobei die Tiere sich in unmittelbarer Nähe des Unfallortes aufhalten müßten. Wie in Kap. 6.11.3 dieses Gutachtens näher ausgeführt wird, wird ein solcher Unfall als sehr unwahrscheinlich angesehen, nicht aber gänzlich ausgeschlossen.

Demgegenüber sind unter dem Gesichtspunkt, daß für stochastische Schäden offenbar keine Dosischwelle existiert, d.h. auch Niedrigdosisstrahlung mutagene Effekte zeitigt, die sich in den Folgegenerationen des strahlenexponierten Individuums manifestieren, nachteilige Langzeiteffekte absehbar (Köhnlein et al. 1990).

Bodenleben

Der Boden ist Träger elementarer Stoffumwandlungsprozesse, die von Lebewesen im und am Boden beeinflusst werden. Standardreaktionen von z.B. Bodentieren auf radioaktive Strahlen sind nicht ohne weiteres voraussagbar. Abhängigkeiten bestehen zu Dosis, Einwirkungszeit, Aufenthaltshorizont im Boden, Entwicklungsstadium der betroffenen Organismen und Reaktionen anderer Glieder der Lebensgemeinschaft (Dunger 1983).

Regenwürmer als "Standardvertreter des Bodenlebens" speichern mit der Nahrung aufgenommene Radioisotope offensichtlich nicht und tragen so allenfalls zur Verteilung im Boden bei (Edwards und Lofty 1977). Fadenwürmer, die in sehr großer Dichte den Boden bevölkern, sind äußerst radioresistent (z.B. Meyers und Dropkin 1958). Allerdings bestehen Zusammenhänge zur Anzahl der Zellen der einzelnen Arten. Mit Sr 90 ($0,7-1,3 \cdot 10^{10}$ Bq/m²) kontaminierte Böden sind Anlaß der Schädigungen im Boden lebender Tausendfüßler und Regenwürmer. Gleichzeitig können aber blattfressende, auf dem Boden lebende Insekten ihre Siedlungsdichte steigern (Krivolutskij, zit. Dunger 1983). Dieses Beispiel verdeutlicht die unterschiedliche Radiosensitivität der Komponenten des Bodenlebens.

8.3.2 Tiere und Pflanzen

Der Gutachter versteht unter dem Schutzgut "Tiere und Pflanzen" sowohl wildlebende Tiere und Pflanzen als auch Nutztiere und -pflanzen.

8.3.2.1 Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Tiere und Pflanzen

Dem Gutachter liegen keine Angaben darüber vor, wie sich die konventionellen Luftverunreinigungen des Endlagers Schacht Konrad immissionsseitig darstellen. Angesichts der geringen konventionellen Emissionen der Anlage ist der Gutachter aber auch hier der Auffassung, daß über diesen Wirkungspfad das Schutzgut "Tiere und Pflanzen" nicht meßbar beeinträchtigt wird.

8.3.2.2 Wirkungen der Radioaktivität auf Tiere und Pflanzen

Bei der Betrachtung der Wirkungen von vorhabenbedingter Radioaktivität auf Tiere und Pflanzen muß zwischen akuten Schäden und Langzeitschäden unterschieden werden. Zu den Säugetieren zählende Nutztiere zeigen dem Menschen ähnliche Reaktionen (z.B. akute Schäden, Mißbildungen bei Nachkommen, Erbschäden). Wegen der auf Grund ihrer Nutzung eingeschränkten Lebenserwartung sind Krebserkrankungen die Ausnahme. Die Reaktionen wildlebender Tiere und Pflanzen sind wegen ihrer enormen morphologischen und genetischen Unterschiede nicht pauschal beschreibbar. So kommt es vor, daß die gleiche Applikationsdosis zu unterschiedlichen Reaktionen führt. Auch spielt das Entwicklungsstadium eine entscheidende Rolle.

Auch Nutzpflanzen reagieren außerordentlich differenziert z.B. mit morphologischen Veränderungen, physiologischen Effekten aber auch Stimulationserscheinungen.

Folgt man der Theorie, daß im biotischen Bereich stochastische Schäden (z.B. als Erbschäden) auch bei kleinsten Dosen auftreten, kann man zusammenfassend eine Beeinträchtigung des Schutzgutes Tiere und Pflanzen grundsätzlich als gegeben annehmen.

Die unzureichenden wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Wirkung insbesondere von Niedrigstrahlung auf Tiere und Pflanzen lassen sich derzeit nicht soweit verdichten, daß hieraus eine entscheidungserhebliche Kenntnislücke zu qualifizieren wäre.

Exkurs zum Hintergrund der Bewertung:

Wirkung von Radioaktivität auf "Tiere und Pflanzen"

In den Kapiteln 4.2 und 5.4 wurde bereits auf einige Unterschiede zwischen den Umweltbereichen "Mensch" und "Tiere und Pflanzen" verwiesen. So wurde die Tatsache angesprochen, daß der Mensch als nur eine ökologisch, physiologisch und genetisch homogene Lebensform vielen sich zum Teil erheblich unterscheidenden Lebensformen gegenübergestellt wird. Zudem ist der Wertmaßstab zur Beurteilung von Strahlenwirkungen ein anderer. Während beim Menschen neben dem Aspekt der akuten Gefährdung die Wahrscheinlichkeit, früher oder später an Krebs zu erkranken, zentrales Problem der Beurteilung von Strahlenwirkungen ist (s. Exkurs "Wirkungen von Radioaktivität auf Menschen"), ist dies bei Tieren und Pflanzen nicht der Fall.

Bisher war es vorwiegend die Bedeutung, die Tiere und Pflanzen für die unterschiedlichen Lebensbereiche und -bedürfnisse des Menschen hatten, sei es als Nutz- oder als Schadorganismen, die das radiologische Interesse an Tieren und Pflanzen ausmachten. Diese Perspektive begründet auch die Reichhaltigkeit des zur Verfügung stehenden Datenmaterials zur Radiosensitivität lebender Organismen außer dem Menschen. Ein Interesse an ökosystemaren Zusammenhängen und einzelnen, z.B. "seltenen" Arten, setzt sich zunehmend durch. Es fehlen aber bisher Erfahrungen, um zur Abschätzung der Wirkungen radioaktiver Strahlung auf Ökosysteme und Einzelorganismen umfassend Stellung zu nehmen.

Nutztiere

Viele Nutz- und Nahrungstiere, also Schafe, Schweine, Rinder, Hunde, sind Säugetiere und vergleichsweise zu anderen Tieren daher dem Menschen in ihrer Strahlenempfindlichkeit sehr ähnlich (Letale Dosis LD 50/30 zwischen ca. 2 und 10 Gy, für den Menschen 3 Gy; nach Lengfelder 1990). Daher können prinzipiell auch ähnliche Schadbilder als Folge radioaktiver Strahlung auftreten. Nicht-stochastische Schäden am "eigenen Körper" bestehen in akuten Schäden und nicht-bösartigen Spätschäden sowie Mißbildungen bei den Nachkommen. An stochastischen Schäden sind auch bösartige Spätschäden (z.B. Krebsarten wie Leukämie) am eigenen Körper sowie Mißbildungen bei den Nachkommen und eine verminderte Leistung der sensorischen Funktionen theoretisch zu befürchten. Für viele Nutz- und Nahrungstiere ergibt sich im Vergleich zum Menschen aber eine eher geringe Lebenserwartung.

Bösartige Spätschäden kommen daher in der Regel nicht zum Ausbruch. Akute Strahlenschäden sind bei Ganzkörperbestrahlung für den Menschen und mit gewissen Abstrichen, wie oben angesprochen, auch für die Säuger unter den Nutz- und Nahrungstieren bei 0,2 Sv zu beobachten. Die Erreichung einer entsprechend hohen Dosis zur Auslösung akuter Strahlenschäden bei Nutztieren kann aber nur für den ungünstigen Fall eines Unfalls entlang der Transportwege angenommen werden, wobei die Tiere sich in unmittelbarer Nähe des Unfallortes aufhalten müßten. Wie in Kap. 6.11.3 dieses Gutachtens näher ausgeführt wird, wird ein solcher Unfall als sehr unwahrscheinlich angesehen, nicht aber gänzlich ausgeschlossen.

Demgegenüber sind unter dem Gesichtspunkt, daß für stochastische Schäden offenbar keine Dosischwelle existiert, d.h. auch Niedrigdosisstrahlung mutagene Effekte zeitigt, die sich in den Folgegenerationen des strahlenexponierten Individuums manifestieren, nachteilige Langzeiteffekte absehbar (Köhnlein et al. 1990).

Bodenleben

Der Boden ist Träger elementarer Stoffumwandlungsprozesse, die von Lebewesen im und am Boden beeinflusst werden. Standardreaktionen von z.B. Bodentieren auf radioaktive Strahlen sind nicht ohne weiteres voraussagbar. Abhängigkeiten bestehen zu Dosis, Einwirkungszeit, Aufenthaltshorizont im Boden, Entwicklungsstadium der betroffenen Organismen und Reaktionen anderer Glieder der Lebensgemeinschaft (Dunger 1983).

Regenwürmer als "Standardvertreter des Bodenlebens" speichern mit der Nahrung aufgenommene Radioisotope offensichtlich nicht und tragen so allenfalls zur Verteilung im Boden bei (Edwards und Lofty 1977). Fadenwürmer, die in sehr großer Dichte den Boden bevölkern, sind äußerst radioresistent (z.B. Meyers und Dropkin 1958). Allerdings bestehen Zusammenhänge zur Anzahl der Zellen der einzelnen Arten. Mit Sr 90 ($0,7-1,3 \cdot 10^{10}$ Bq/m²) kontaminierte Böden sind Anlaß der Schädigungen im Boden lebender Tausendfüßler und Regenwürmer. Gleichzeitig können aber blattfressende, auf dem Boden lebende Insekten ihre Siedlungsdichte steigern (Krivolutskij, zit. Dunger 1983). Dieses Beispiel verdeutlicht die unterschiedliche Radiosensitivität der Komponenten des Bodenlebens.

Schädlinge und Nützlinge

Schädlinge und Nützlinge sind vorwiegend zu den Insekten gehörig, die ca. 4/5 aller bekannten Tierarten ausmachen. Dank ihrer großen Bedeutung für Nahrungsmittelproduktion und Medizin, liegen sehr detaillierte Kenntnisse zu den einzelnen Arten der hier angesprochene Gruppe von Tieren und Pflanzen und deren Entwicklungsstadien vor. Wirkungen reichen von der Beeinflussung der Vitalität, des Reproduktionsvermögens, des Lebensalters in Abhängigkeit von Dosis und Einwirkungszeit bis zum Auftreten einer strahleninduzierten, vererbaren Teilsterilität, die in der Schädlingsbekämpfung zur Eindämmung des Populationswachstums von Schädlingen einsetzbar ist (z.B. IAEA 1974, Weiss 1977).

Zur Auslösung entsprechender Wirkungen ist durchweg vergleichsweise zu Wirbeltieren ein um ein Vielfaches höherer Dosisaufwand vonnöten (10-500 Gy).

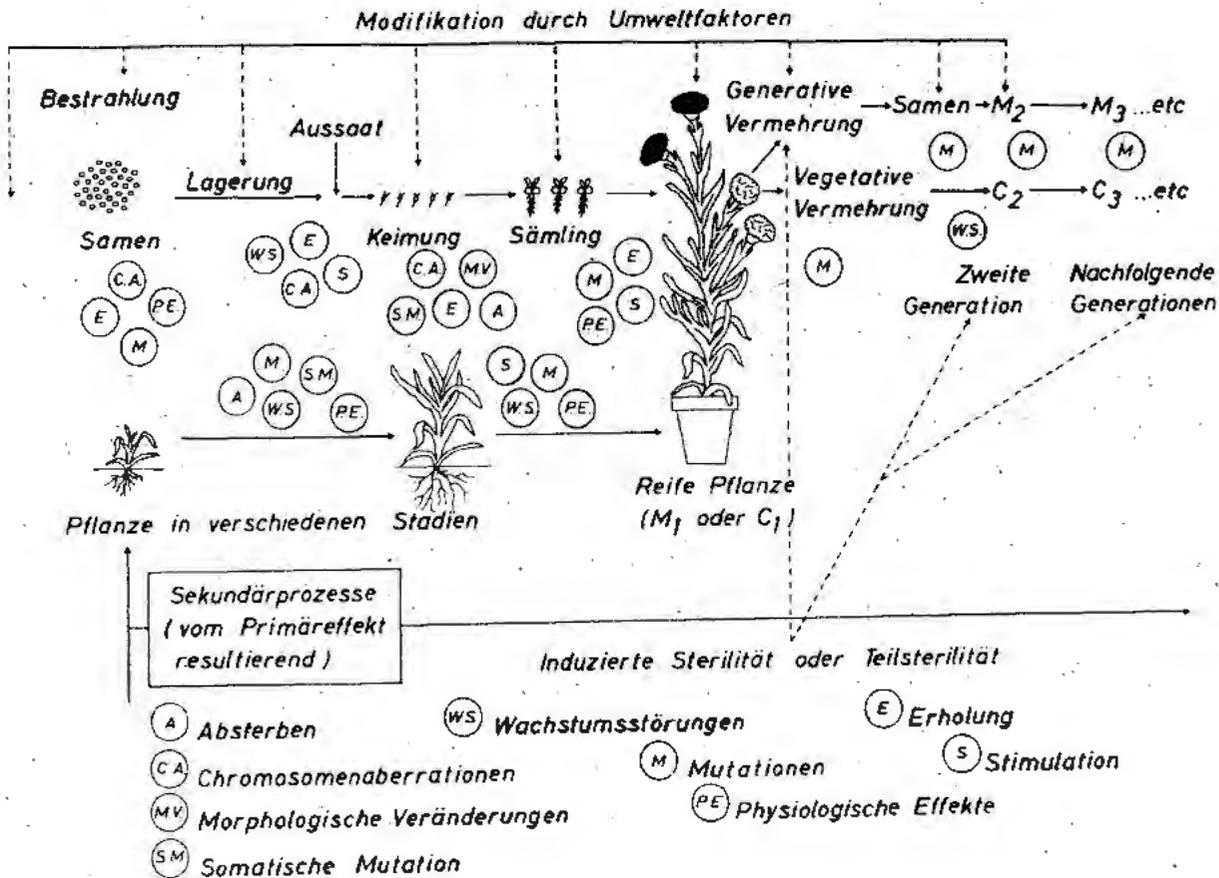
Bei einigen Schadinsekten wurde festgestellt, daß für Insekten relativ niedrige Gamma-Dosen um ca. 10 Gy in den Folgegenerationen zwar vererbare genetische Schäden auslösen, diese Defekte aber, vermutlich aufgrund von genetischen Reparaturmechanismen, später eliminiert werden können. Bedeutend für solche Mechanismen ist der Chromosomentyp der vorliegenden Art oder systematischen Einheit (Weiss 1977).

Nutz- und Nahrungspflanzen

Wegen der grundlegenden Bedeutung, die Nutz- und Nahrungspflanzen für die Existenz menschlichen und tierischen Lebens besitzen, wurde ein reichhaltiges Wissen über die biologische Strahlenwirkungen und Strahlenschäden zusammengetragen. Spezielle Kenntnisse liegen besonders für die Wirkung äußerer Bestrahlung von ganzen Pflanzen und Samen, von Getreide, Hülsen-, Hack- und Ölfrüchten, Gründlandarten, Gemüse, Gehölz- und Zierpflanzen usw. vor (Fendrik & Bors 1991). Als biologische Strahlenwirkungen werden Chromosomenaberrationen, die Auslösung von Mutationen, physiologische Effekte, morphologische Veränderungen und Stimulationserscheinungen genannt.

Die Art und Intensität der Strahlenschädigung hängt u.a. ab vom ontogenetischen (= Entwicklungs-) Stadium und physiologischen Zustand der Pflanze, der Strahlenart, der Geometrie der Bestrahlung, der Temperatur, dem Sauerstoff- und Wassergehalt im Objekt sowie möglichen Kombinationswirkungen von Strahlung und Chemikalien. Damit wirkt eine große Zahl von Einflußgrößen zusammen, die letzten Endes die Strahlensensibilität der einzelnen Pflanzen bestimmen.

Abb. 8.3-9: Schematische Darstellung der möglichen biologischen Ereignisse nach Bestrahlung von Pflanzen und Samen (nach Fendrik & Bors, 1991)



Beispielhaft soll hier die Empfindlichkeit des im Raum Salzgitter häufig angebauten Weizens (*Triticum aestivum*) und der Zuckerrübe (*Beta vulgaris*) dargestellt werden:

Beim Weizen (Sommerweizen) ist das Stadium des Ährenschiebens am empfindlichsten. Dosen von 9 Gy führten zur Ertragsreduktion von 50%. 10%-ige Ausfälle ergaben sich bereits bei 2,4 Gy (Davies 1968). Auch die Reaktion der Zuckerrübe ist stadienabhängig. Bei Jungpflanzen blieben 2,4 Gy "weitestgehend unwirksam" (Davies 1973). Diese Aussagen haben rein ertragsbezogene, also wirtschaftliche Anknüpfungspunkte. Schadwirkungen im biologischen Bereich, z.B. auf der Ebene von Zellen und physiologischen Leistungen von Pflanzenorganen ereignen sich auf Dosisniveaus, die sicherlich erheblich unterhalb der angeführten ertragsmindernden Energiedosen liegen. Durch Niedrigstrahlendosen induzierte Erbschäden sind aber bei einjährigen Kulturen nicht zu befürchten. Außerdem sind Orte der Saatgut- bzw. Pflanzenproduktion in der Regel nicht identisch mit den Orten des Anbaus, die möglicherweise strahlenbelastet sein können.

Wildlebende Pflanzen und Tiere

Die hier angesprochenen wildlebenden Tiere und Pflanzen sind jenes zahlenmäßig spektakuläre Artenübergewicht, welches verbleibt, wenn man die bisher behandelten für den Menschen aus ökonomischen Gründen bedeutsamen und gut untersuchten, vielleicht 5% aller Tier- und Pflanzenarten, vom gesamten biotischen Potential des Untersuchungsgebiets subtrahiert.

Da diese wildlebenden Tiere und Pflanzen erst in letzter Zeit als essentielle Elemente eines empfindlichen ökologischen Beziehungsnetzwerkes verstanden werden, das es zu erhalten gilt, rückt ihr Schutz vor nachteiligen Wirkungen zunehmend in den Vordergrund des Interesses. Tatsächlich ist hier die gesamte Spannweite der Lebensformen, die das Untersuchungsgebiet bevölkern, von den Viren an der Grenze zum Leben über Bakterien und Pilze über die vielleicht 10.000 Insektenarten im Raum Salzgitter bis hin zu Flechten, Moosen, höheren Pflanzen, Amphibien, Vögeln, Kleinsäugetern und größeren Wildtieren einzuordnen. Alle diese Lebewesen existieren in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung oder Altersstadien, wobei unterschiedliche Organe oder Zelltypen eine unterschiedliche Strahlensensibilität besitzen.

Zudem spielen die Temperatur der Umgebung, die Tatsache vorliegender äußerer Strahlenexposition oder Inkorporation von Radionukliden und Wechselwirkungen mit chemischen Stoffen (z.B. Hormonen im Tier- und Pflanzenkörper) für die Manifestation der Strahlenwirkungen eine Rolle, um nur einige Einflußfaktoren zu nennen. Darüber hinaus weiß man z.B. von Insekten, daß der vorliegende Chromosomentyp (z.B. mono- oder polyzentrische Chromosomen bei Fruchtfliegen bzw. Schmetterlingen und Wanzen) für das Ausmaß eintretender somatischer oder genetischer Strahlenschäden mitentscheidend ist (Weiss, 1977).

Das Fehlen von Daten zur Strahlensensibilität dieser Arten ist der Regelfall. Daher kann derzeit niemand sagen, welche Anfälligkeiten gegenüber Radioaktivität beispielsweise die im Tagebau Haverlahwiese im Untersuchungsgebiet auftretende, stark gefährdete Wechselkröte aufweist. Zudem wären hier noch vermutlich Unterscheidungen zwischen Laich, verschieden alten Larven und Männchen oder Weibchen zu treffen, abgesehen von unterschiedlichen äußeren (z.B. abiotischen) Einflußfaktoren. Spezielle radiologische Untersuchungen an Amphibien und auch Kröten wurden mit nicht-europäischen Arten durchgeführt, wobei sehr hohe experimentielle Strahlendosen verwendet wurden (z.B. Giannetti et al. 1990), die deshalb nicht auf den vorliegenden Fall übertragen werden können.

Bezog sich die bisherige Darstellung auf einzelne Arten oder Artengruppen, so gibt es auch Ansätze, Wirkungen radioaktiver Strahlung auf ganze Ökosysteme zu untersuchen.

Beispielsweise wurden unterschiedliche Raumeinheiten von Waldökosystemen (z.B. Krautschicht) in Nordamerika und im Mittelmeerraum über Jahre hin bestrahlt (Flaccus et al. 1974; Fabries et al. 1972). Die verwendeten Dosen übersteigen 0,2 Gy/d erheblich und sind zur Herstellung realistischer Bezüge im hier zur Diskussion stehenden Vorhaben auch unter Berücksichtigung von Unfällen und Störfällen nicht geeignet. Zudem wird eine Übertragbarkeit auf mitteleuropäische Verhältnisse ausgeschlossen (Fendrik & Bors 1991).

Vergleichbare Untersuchungen liegen für Grünlandgesellschaften vor (Wiesen, Weiden) allerdings unter dem Primäraspekt wirtschaftlichen Ertrags. Die empfindlichste Art ist eine vermutlich auch im Großraum Salzgitter vorkommende Weidegrasart, das Englische Raygras (*Lolium perenne*; Davies 1973). Die Grünernte wurde nach einer Bestrahlung mit 16 Gy um 50% reduziert. Ein Dosisbezug zum behandelten Vorhaben und seinen möglichen Auswirkungen ist ebenfalls auf realistischer Ebene d.h. unter Berücksichtigung vorhabensbedingt freiwerdender potentieller Strahlendosen, nicht herstellbar.

Auswirkungen von Radionukliden wurden auch hinsichtlich ihrer Anreicherung in Nahrungsketten im aquatischen Ökosystem untersucht (Benes 1981). Das Plankton besitzt eine hohe Affinität gegenüber den kurzlebigen Radionukliden. Fische und Bodenfauna nehmen die Radionuklide langsamer auf. In Oberflächengewässern ist eine maximale Anreicherung radioaktiver Stoffe bei Pilzen und Wirbellosen zu erwarten, an zweiter Stelle stehen Algen. Bei Fischen besteht eine große Variabilität in der Reaktion gegenüber Radionukliden, indem diese von der Fischart abhängt. Auch ist eine unterschiedliche spezifische Speicherung in den Organen feststellbar, die von der chemischen Zusammensetzung des Wassers beeinflusst wird. Eine Radionuklidkonzentration in Fischen kann erheblich sein, selbst dann, wenn die maximal zulässigen Konzentrationen der Radionuklide im Wasser nicht überschritten werden. Dies trifft z.B. bezüglich Cs 137 für Forellen zu, die allerdings in der Aue wegen der schlechten Gewässergüte keine Lebensmöglichkeiten finden.

Tab. 8.3-5: Anreicherungsfaktoren in Bq/kg Fisch/Bq/l Wasser für einige Radionuklide in Fischen (nach Benes 1981)

Fischart	Radionuklid					
	Mn 54	Zn 65	Sr 90	Ru 106	Cs 137	Pu 239
Pleurorectes platessa	2,6-3,7	33,3 - 55,5	0,15	0,02-0,74	0,89-1,74	0,04
Raja clavata	9,25	55,5	0,015	0,04-0,08	37	--
Salmo trutta	7,40	49,2	0,78-15,43	--	91,4-133,3	--

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß eine Selbstreinigung des Wassers zu Lasten mancher Organismen eintreten kann, die dann eine erhöhte Aktivität aufweisen und evtl. eine Gefahr für einen Organismus darstellen, der von organischer Nahrung lebt (Benes, 1981).

Schlußfolgerungen:

Diese Darstellung vermittelt einen Überblick über die unterschiedlichen Empfindlichkeiten und Reaktionsmuster tierischen und pflanzlichen Lebens gegenüber radioaktiver Strahlung. Deutlich zeigt sich die exponierte Radiosensitivität von Säugetieren ("Nutz- und Nahrungstiere") gegenüber z.B. vielen Insekten ("Schädlingen"). So wurde bei einer Bestrahlung der Rübenblattwanze, die auch im Untersuchungsgebiet erhebliche Schäden an Rübenkulturen verursacht (Lefevre 1976), noch bei einer Gamma-Bestrahlung mit 50 Gy (5.000 rad) keine Reduktion der Lebenserwartung gegenüber unbestrahlten Kontrolltieren festgestellt (Weiss 1977), während bei Säugetieren eine $LD_{50/30}$ von ca. 2 bis 10 Gy ermittelt wurde (s. Kap. 5.4). Diese experimentellen Beobachtungen legen den Schluß nahe, daß die Säugetiere unter den Tieren grundsätzlich empfindlicher gegenüber radioaktiver Strahlung reagieren, als andere Tiere und auch Pflanzen. Dies hat seine Ursache u.a. in Unterschieden des chromosomalen Inventars (monozentrische gegenüber z.B. polyzentrischen Chromosomen), ist vermutlich aber auch durch die geringere Vielfalt Veränderungen anzeigender Verhaltensparameter von "höheren" gegenüber "niederen" Lebewesen begründbar, so daß induzierte Strahlendefekte weniger leicht nachweisbar sind.

Betrachtet man die Dosisniveaus, die für Aussagen zur Radiosensitivität von Tieren und Pflanzen zur Verfügung stehen, so stellt man weiterhin fest, daß die experimentell verwendeten Dosen oft um Potenzen höher als die Dosisgrenzwerte nach § 45 StrlSchV liegen. Andererseits liegen die vorhabensbedingte Abgabe radioaktiver Stoffe und potentielle Strahlenexposition nach "Plan 4/90" (Kap. 3.4.3) formuliert als die maximalen potentiellen Strahlenexpositionen (Abwetter, Abwasser, am Zaun zur Anlage) deutlich unterhalb der Dosisgrenzwerte nach § 45 StrlSchV.

Dies bedeutet, daß mit Ausnahme des möglichen Auftretens hoher (i.e. oberhalb der Dosisgrenzwerte) Dosen in Verbindung mit Transportunfällen lediglich niedrige Strahlendosen frei werden, die deutlich unterhalb von Dosis-Schwellenwerten und etwa in der Größenordnung der natürlichen Strahlenexposition liegen.

Es ist aber davon auszugehen, daß jede, also auch eine geringe Strahlenexposition ein mögliches Strahlenrisiko beinhaltet (z.B. Fritz-Niggli 1991). Die direkte Quantifizierung dieses Strahlenrisikos in niedrigen Dosisbereichen ist mit erheblichen methodischen Schwierigkeiten verbunden. Die zu erwartenden Häufigkeiten stochastischer Schäden gegenüber der sogenannten spontanen Mutagenese (spontan = nicht auf eine eindeutige Schädigungsursache zurückführbar) sind sehr gering und können daher statistisch nur schwer nachgewiesen werden. Tierische oder pflanzliche Indikatoren zum Nachweis schädlicher Wirkungen fehlen für diese niedrigen Dosisbereiche zur Zeit noch vollends (s. Kap. 5.4).

8.3.2.3 Wirkungen des Haufwerks auf Natur und Landschaft (unter Ausklammerung der Radioaktivität). Hier: Tiere und Pflanzen

In diesem Kapitel wird die Wirkung des Haufwerks auf Natur und Landschaft bzw. im engeren Sinne auf Tiere und Pflanzen als UVP-G-Schutzgüter beschrieben.

A. Wirkungsanalyse

1. Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?

Durch den Verfüllungsvorgang werden bestehende Sekundärlebensräume und damit deren Arteninventar ausgelöscht. Dies betrifft auch Lebewesen, die das Gebiet der Haverlahwiese als Teillebensraum (Nahrungsbiotop) nutzen (z.B. Vögel des anliegenden LSG Salzgitter-Höhenzuges. Die Nahrungsquelle entfällt).

Darüberhinaus kommt es zu Störungen empfindlicher Lebewesen (z.B. brütender Tiere) durch Lärm (Schüttungen) als Streßfaktor. Beispielsweise Vögel werden vertrieben oder beim Brutgeschäft gestört.¹

2. *Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?*
- Haverlahwiese (in den Grenzen des ehemaligen Tagebaus); es fehlen jedoch genaue Angaben über die Aufschüttungsfläche.
 - 100 m Saum um den Tagebau als "additorischer Einflußbereich" (Teil des LSG Sazgitter-Höhenzug und Feldflur)
3. *Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?*
- Boden: Oberflächenbereich (gering entwickelter Boden)
 - Wasser: bestehende Feuchtbiotope auf dem Gelände des ehemaligen Tagebaus
 - Klima: Veränderung des Mikroklimas
 - Landschaft: Veränderung des Landschaftsbildes
4. *Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?*
- Vorbelastungen bestehen nicht (Bezugspunkt Status Quo)
5. *Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?*
- ./.
6. *Welche Restbelastungen bleiben bestehen?*
- ./.

B. Bewertung

Als Maßstab für eine Bewertung der Wirkung des Haufwerks auf Tiere und Pflanzen kann die Eingriffsregelung nach §8 BNatSchG bzw. §7 NNatSchG herangezogen werden:

Eingriffe in Natur und Landschaft im Sinne der genannten Gesetze "sind Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können" (§ 8 BNatSchG). Vermeidbar ist eine Beeinträchtigung, wenn sie durch eine Planungsoptimierung verhindert werden kann. Ausgleich einer Beeinträchtigung ist dagegen nur durch praktische Naturschutzmaßnahmen möglich. Ziel des Ausgleichs ist die Beseitigung aller Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder des Landschaftsbildes, und zwar im betroffenen Landschaftsraum selbst. Zwingend ist hierbei eine eindeutige Ursache-Wirkungsbeziehung zwi-

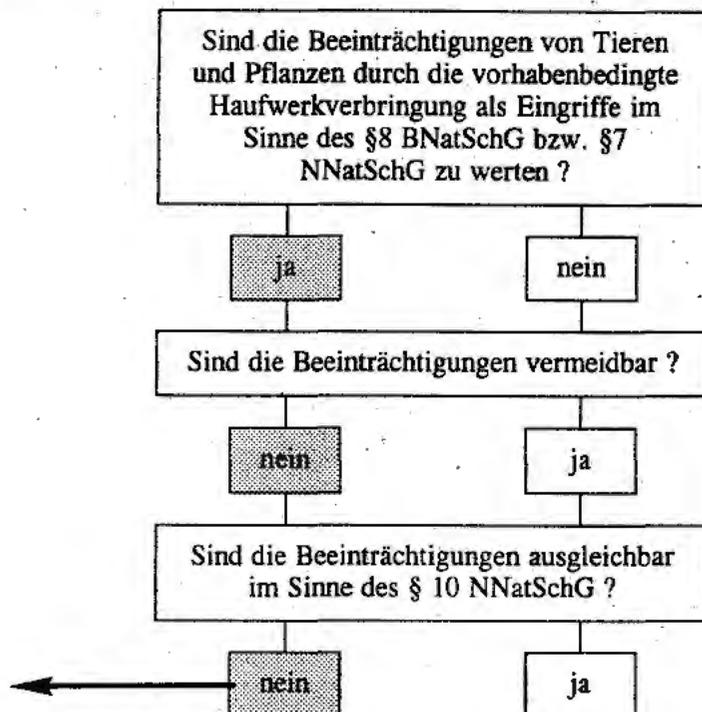
schen Ausgleichsmaßnahme und Beseitigung der konkreten Beeinträchtigung, was im Normalfall nur **Wiederherstellung** bedeuten kann. Nur eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes kann durch Neugestaltung ausgeglichen werden.

In der Praxis der Eingriffsregelung hat sich dabei das Konzept des **funktionalen Ausgleichs** durchgesetzt, welches zuläßt, daß Eingriff und Ausgleichsort nicht identisch sein müssen, die Ausgleichsleistung aber der ursprünglichen entsprechen muß.

Hieraus ergibt sich folgende Bewertung:

Eingriff nicht
ausgleichbar

Eingriff aus-
gleichbar



Der Gutachter wertet das Vorhaben als Eingriff in Natur und Landschaft gemäß § 8 BNatSchG bzw. § 7 NNatSchG. Es ist nicht Aufgabe des UVP-Gutachters aufzuzeigen, welche technischen oder organisatorischen Maßnahmen den Eingriff "Verbringung von Haufwerk auf die Haverlahwiese" vermeiden oder ausgleichen können. Der Eingriff ist unter den vorhandenen Rahmenbedingungen nicht vermeidbar. Weder der Ausgleich am Standort noch ein funktionaler Ausgleich in der Standortumgebung sind möglich. Die Bewertung lautet deshalb "Eingriff nicht ausgleichbar".

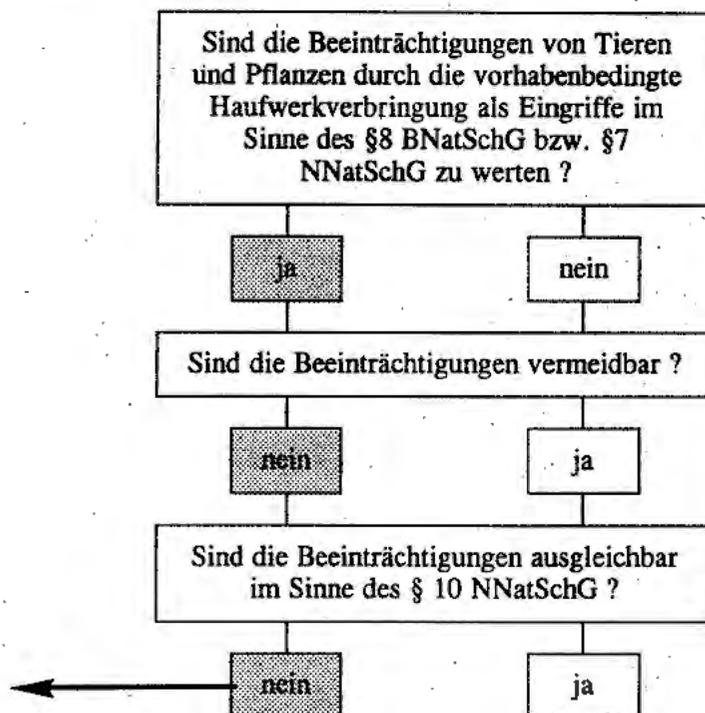
schen Ausgleichsmaßnahme und Beseitigung der konkreten Beeinträchtigung, was im Normalfall nur **Wiederherstellung** bedeuten kann. Nur eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes kann durch Neugestaltung ausgeglichen werden.

In der Praxis der Eingriffsregelung hat sich dabei das Konzept des **funktionalen Ausgleichs** durchgesetzt, welches zuläßt, daß Eingriff und Ausgleichsort nicht identisch sein müssen, die Ausgleichsleistung aber der ursprünglichen entsprechen muß.

Hieraus ergibt sich folgende Bewertung:

Eingriff nicht
ausgleichbar

Eingriff aus-
gleichbar



Der Gutachter wertet das Vorhaben als Eingriff in Natur und Landschaft gemäß § 8 BNatSchG bzw. § 7 NNatSchG. Es ist nicht Aufgabe des UVP-Gutachters aufzuzeigen, welche technischen oder organisatorischen Maßnahmen den Eingriff "Verbringung von Haufwerk auf die Haverlahwiese" vermeiden oder ausgleichen können. Der Eingriff ist unter den vorhandenen Rahmenbedingungen nicht vermeidbar. Weder der Ausgleich am Standort noch ein funktionaler Ausgleich in der Standortumgebung sind möglich. Die Bewertung lautet deshalb "Eingriff nicht ausgleichbar".

Die Bewertung berücksichtigt die Möglichkeit von Ersatzmaßnahmen ausdrücklich nicht, da solche erst vorgeschrieben sind, "wenn durch den Eingriff nicht ausgleichbare Beeinträchtigungen von Naturhaushalt oder Landschaftsbild zurück bleiben, der Eingriff aber bei Abwägung nach § 11 NNatSchG trotzdem als zulässig angesehen wird" (Meier 1987). Im Rahmen einer solchen Abwägung wird beurteilt, ob die Belange des Naturschutzes dem Rang nach vorgehen. Grundlage der Abwägung sind also andere als Umweltbelange. Die Frage nach der Möglichkeit des Ersatzes kann somit kein Maßstab für die Umweltverträglichkeitsprüfung sein.

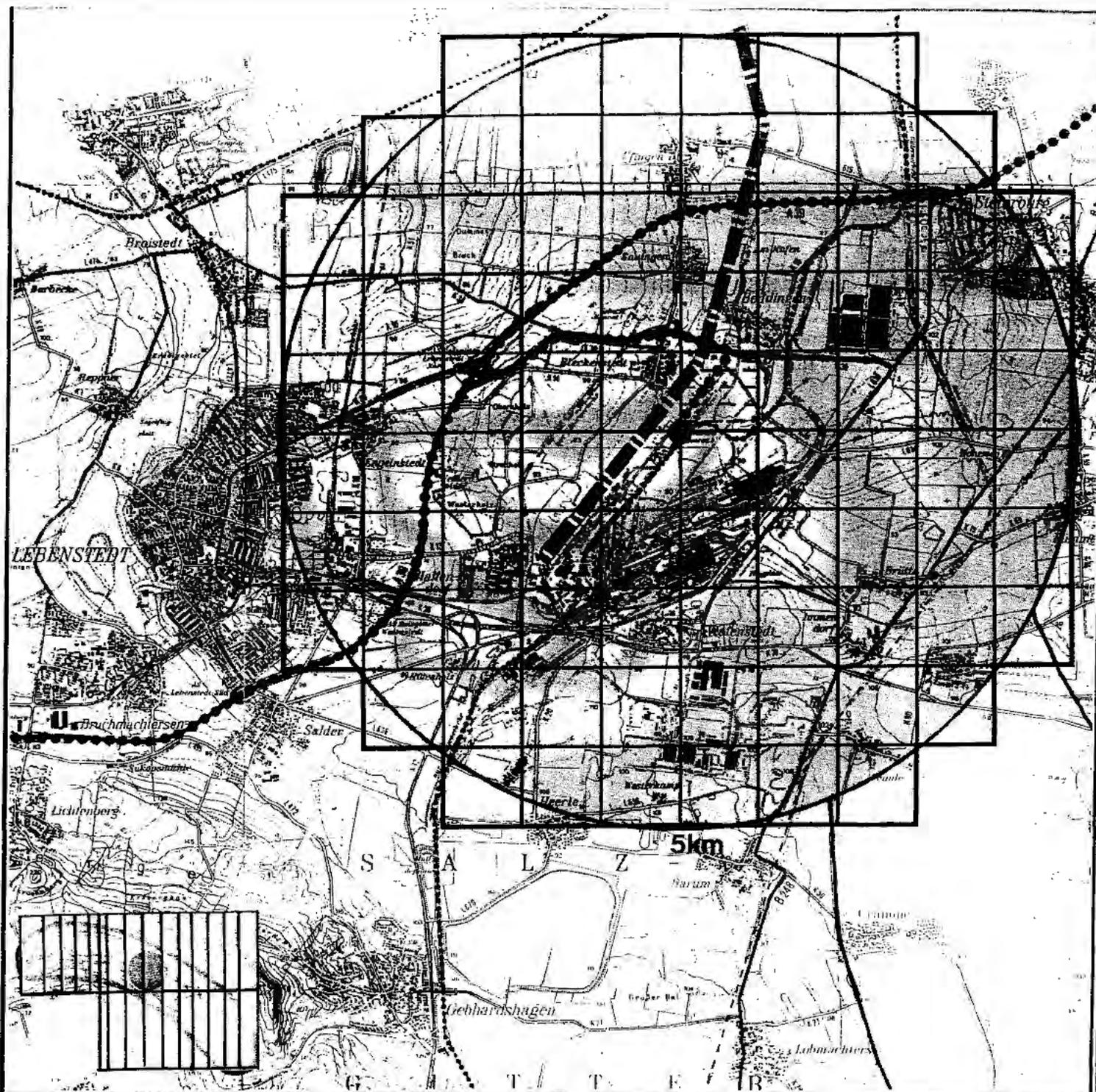
8.3.2.4 Wirkungen von Abwasser auf Tiere und Pflanzen (unter Ausklammerung der Radioaktivität)

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, daß im Abwasser enthaltene Fremdstoffe (Anorganika, Organika) schädlich oder giftig wirken auf:

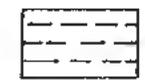
- Aquatischen Lebewesen in der Aue
- Lebewesen (Vögel; Weidetiere), die Auewasser als Trinkwasser aufnehmen
- Bodenlebewesen, wenn Auewasser für Bewässerungszwecke Verwendung findet.

Zwar ist die absehbare Versalzung des Auewassers durch Chlorid-Ionen kein entscheidender Einflußfaktor für die Verschlechterung der Lebensraumfunktion der Aue (Süßwassercharakter bleibt erhalten, da Salzgehalt je Liter unter 5 Promille, und toxische Wirkungen sind ebenfalls nicht zu erwarten). Da dem Gutachter jedoch keine Angaben darüber vorliegen, in wie weit Auewasser in Zukunft für Bewässerungs-/Beregnungszwecke genutzt werden könnte, und weil darüberhinaus auch eine floristische und faunistische Bestandsaufnahme fehlt, ist eine Wirkungsanalyse und Bewertung für diesen Sachverhalt nicht möglich. Der Gutachter wertet dies als Kenntnislücke. Grundlage dieser Einschätzung sind die in § 2 NWG dargestellten Grundsätze der Bewirtschaftung der niedersächsischen Gewässer.

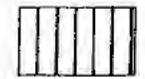
Karte 10



Wirkfaktoren



zusätzliche Wirkfaktoren
auf Natur und Landschaft



Haufwerk

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Beeinträchtigung des
Umweltbereichs

Tiere/Pflanzen

Maßstab 1:50.000

0 0,5 1 2 5 km

Karte Nr.: 10

DPU

Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure

8.3.2.5 Wirkungen von Lärm auf Tiere und Pflanzen

Die Wirkungen des anlagenbedingten und verkehrsbedingten Lärms äußert sich möglicherweise in einem Schreckverhalten von Vögeln und Wild. Eine konkretere Aussage zu diesem Punkt ist jedoch aufgrund der fehlenden floristischen und faunistischen Bestandsaufnahme sowie fehlender Angaben zum verkehrsbedingten Lärm nicht möglich (siehe § 1 BImSchG).

8.3.2.6 Wirkungen zusätzlicher Wirkfaktoren auf Natur und Landschaft. Hier: Tiere und Pflanzen

A. Wirkungsanalyse

1. Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?

Beeinträchtigungen durch Versiegelungsmaßnahmen (im Zuge von Straßenbau und Gleisbau (Anschluß an Schacht Konrad 2)) durch:

- Lebensraumzerstörung
- Biotopzerschneidung (LBP (Plan "Verkehrsanbindung" Anlage 21) z.B. Waldrand, Industriebrachfläche, Waldfläche).

2. Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?

Der räumliche Wirkungsbereich beschränkt sich auf:

- Pappelwälder innerhalb des Gleisbogens (1,8 ha)
- Industrieflächen (Randbereiche mit ökologisch wertvollen Pflanzenbeständen)
- Halbtrockenrasenflächen (minimale Flächen)

3. Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?

- Mensch:
Verlust von Flächen mit potentieller Naherholungsfunktion
- Wasser:
Änderung der Wasserverhältnisse (Abfluß, Versiegelung, Grundwasserneubildungsrate)
- Boden:
Zerstörung von Lebensraum für Bodenlebewesen bzw. Veränderung der Lebensbedingungen/Bodenprozesse
- Klima: Änderung mikroklimatischer Verhältnisse

4. *Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?*

Die Landschaft im Untersuchungsgebiet ist bereits industriell überformt.

5. *Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?*

Eine Änderung der geplanten Streckenführungen ist nicht möglich. Als beeinträchtigungsmindernde Maßnahme sind dennoch denkbar:

- Ausgleichs- und/oder Ersatzmaßnahmen
- Aufbringung von Oberboden
- Aussaat standortgerechter Gräser-/ und Wildkräutermischungen.

6. *Welche Restbelastungen bleiben bestehen?*

Die Flächenverluste durch Versiegelung und Überbauung sind nicht ausgleichbare Eingriffe in Natur und Landschaft, für die kein Ausgleich im ökologischen Sinne möglich ist.

B. Bewertung

Hieraus ergibt sich folgende Bewertung:

Als Maßstab für eine Bewertung der Wirkung zusätzlicher Wirkfaktoren auf Tiere und Pflanzen kann die Eingriffsregelung nach § 8 BNatSchG bzw. § 7 NNatSchG herangezogen werden:

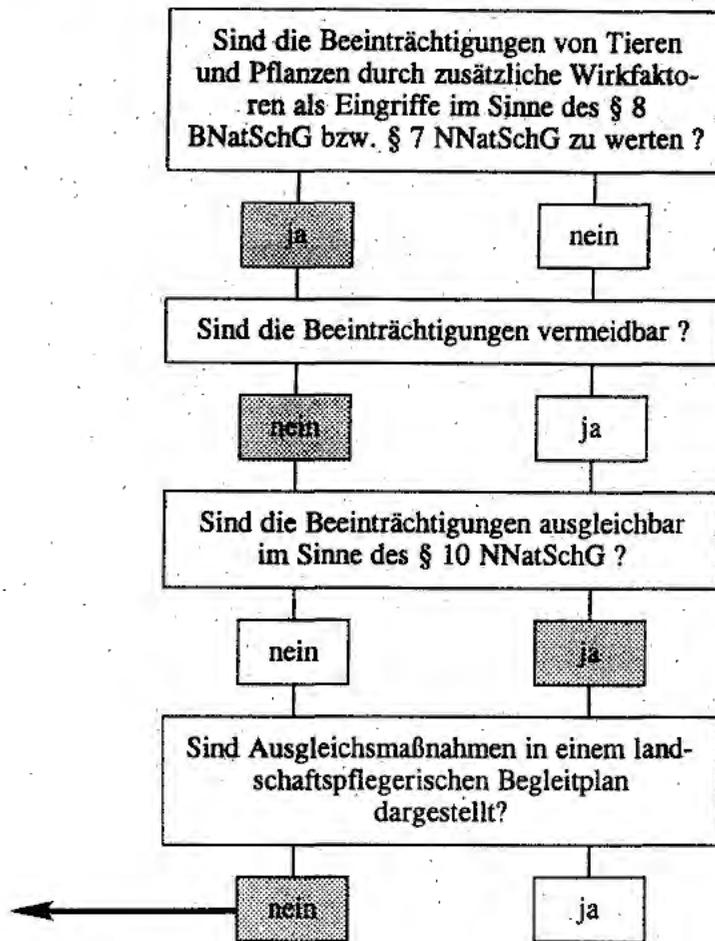
Eingriffe in Natur und Landschaft im Sinne der genannten Gesetze "sind Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können" (§ 8 BNatSchG). Vermeidbar ist eine Beeinträchtigung, wenn sie durch eine Planungsoptimierung verhindert werden kann. Ausgleich einer Beeinträchtigung ist dagegen nur durch praktische Naturschutzmaßnahmen möglich. Ziel des Ausgleichs ist die Beseitigung aller Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder des Landschaftsbildes; und zwar im betroffenen Landschaftsraum selbst. Zwingend ist hierbei eine eindeutige Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen Ausgleichsmaßnahme und Beseitigung der konkreten Beeinträchtigung, was im Normalfall nur **Wiederherstellung** bedeuten kann. Nur eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes kann durch Neugestaltung ausgeglichen werden.

In der Praxis der Eingriffsregelung hat sich dabei das Konzept des **funktionalen Ausgleichs** durchgesetzt, welches zuläßt, daß Eingriff und Ausgleichsort nicht identisch sein müssen, die Ausgleichsleistung aber der ursprünglichen entsprechen muß.

Hieraus ergibt sich folgende Bewertung:

Eingriff un-
zulässig

Eingriff
zugleich



Die Beeinträchtigung von Tieren und Pflanzen durch zusätzliche Wirkfaktoren - genauer durch Flächenversiegelung - ist als Eingriff in Natur und Landschaft im Sinne des § 8 BNatSchG bzw § 7 NNatSchG zu werten. Eine Vermeidung ist nach derzeitigem Planungsstand nicht möglich. Der Ausgleich des Eingriffes erscheint möglich, ein vollständiger landschaftspflegerischer Begleitplan fehlt.

8.3.3 Boden

8.3.3.1 Wirkungen von Luftverunreinigungen auf den Boden

In Analogie zu den Ausführungen in Kapitel 8.3.1.1 und 8.3.2.1 gilt auch hier, daß der Gutachter nicht von meßbaren Beeinträchtigungen des Schutzgutes "Boden" durch konventionelle Luftschadstoffemissionen des Endlagers Konrad ausgeht.

8.3.3.2 Wirkungen der Radioaktivität auf den Boden

Vom geplanten Vorhaben ausgehende radioaktive Emissionen können über den Luftpfad und den Wasserpfad in den Boden gelangen.

I. Luftpfad

Aerosolgebundene Aktivität gelangt über trockene und feuchte Deposition auf die Bodenoberfläche. Zum Eintrag in den Boden kann es durch Einsickern von Niederschlagswasser oder durch Bodenbearbeitung kommen. Eine Definition der direkten Wirkungen von radioaktiven Emissionen auf das Schutzgut Boden ist nur schwer möglich; fachgesetzliche Bewertungsmaßstäbe fehlen. Deshalb lassen sich keine entscheidungserheblichen Kenntnislücken qualifizieren. Für die Bewertung der Bodenkontamination ausschlaggebende Wirkungen ergeben sich jedoch indirekt aus der Gefährdung des Menschen über den Bodenpfad. Dieser Wirkpfad wurde vom Antragsteller berücksichtigt.

II. Wasserpfad

Eine Kontamination des Bodens mit radioaktiven Stoffen über den Wasserpfad kann hauptsächlich durch Beregnung mit Aue-Wasser bei Überschwemmungen oder das Aufbringen von Aue-Sediment sowie Ablagerungen im Uferbereich bei Instandhaltungsarbeiten erfolgen. Für die Bewertung der Wirkungen der Emissionen über den Wasserpfad auf den Boden gilt das gleiche wie für den Luftpfad

**8.3.3.3 Wirkungen des Haufwerkes auf Natur und Landschaft. Hier:
Boden**

I. Flächeninanspruchnahme

A. Wirkungsanalyse

1. Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?

Der Umweltbereich Boden wird durch das abzulagernde Haufwerk unter anderem über dessen Flächeninanspruchnahme beeinflusst. So ergeben sich bedingt durch Versiegelung und Verdichtung Veränderungen der chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften und Beeinträchtigungen des Lebensraumes der Bodenflora und -fauna.

2. Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?

Der Gutachter sieht zunächst den gesamten Tagebau "Haverlahwiese" als potentiellen Wirkungsbereich an, da ein genauer Schüttplan nicht vorliegt.

3. Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?

Die Beeinträchtigung des Umweltbereiches Boden führt auch zu einer Beeinträchtigung von Tieren und Pflanzen sowie der Landschaft durch Biotopzerstörung.

4. Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?

Eine Vorbelastung existiert nicht.

5. Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?

Zunächst sollte die Menge des abzulagernden Haufwerkes so gering wie möglich gehalten werden. Darüberhinaus ist es möglich, die aus der Haufwerksverbringung resultierende Belastung durch einen genauen Schüttplan zu minimieren. Hierin könnten besonders empfindliche Bereiche von einer Verschüttung ausgenommen werden.

6. Welche Restbelastungen bleiben bestehen?

Durch die dargestellten Maßnahmen wird der Eingriff nicht vollständig kompensiert. Die Beeinträchtigung bleibt grundsätzlich bestehen.

II. Sickerwasser

Eine Bodenkontamination durch Salze und Schwermetalle mit dem Sickerwasser aus den Haufwerksablagerungen hält der Gutachter für wahrscheinlich. Quantitative und qualitative Angaben über derartige Belastungen liegen ihm aber nicht vor. Der Gutachter wertet dies als Kenntnislücke.

B. Bewertung zu I

Als Maßstab für eine Bewertung der Wirkung des Haufwerks auf den Boden (durch Flächeninanspruchnahme) kann die Eingriffsregelung nach § 8 BNatSchG bzw. § 7 NNatSchG herangezogen werden:

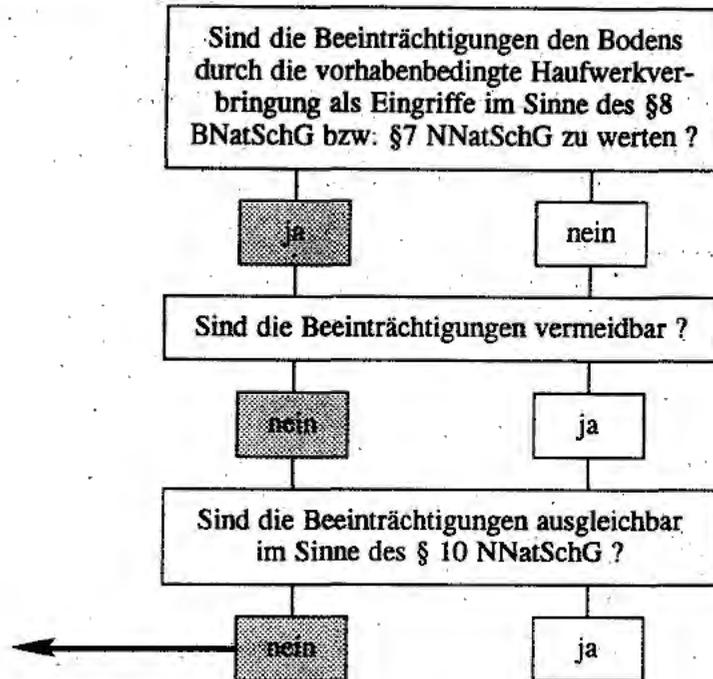
Eingriffe in Natur und Landschaft im Sinne der genannten Gesetze "sind Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können" (§ 8 BNatSchG). Vermeidbar ist eine Beeinträchtigung, wenn sie durch eine Planungsoptimierung verhindert werden kann. Ausgleich einer Beeinträchtigung ist dagegen nur durch praktische Naturschutzmaßnahmen möglich. Ziel des Ausgleichs ist die Beseitigung aller Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder des Landschaftsbildes, und zwar im betroffenen Landschaftsraum selbst. Zwingend ist hierbei eine eindeutige Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen Ausgleichsmaßnahme und Beseitigung der konkreten Beeinträchtigung, was im Normalfall nur **Wiederherstellung** bedeuten kann. Nur eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes kann durch Neugestaltung ausgeglichen werden.

In der Praxis der Eingriffsregelung hat sich dabei das Konzept des **funktionalen Ausgleichs** durchgesetzt, welches zuläßt, daß Eingriff und Ausgleichsort nicht identisch sein müssen, die Ausgleichsleistung aber der ursprünglichen entsprechen muß.

Hieraus ergibt sich folgende Bewertung:

Eingriff nicht
ausgleichbar

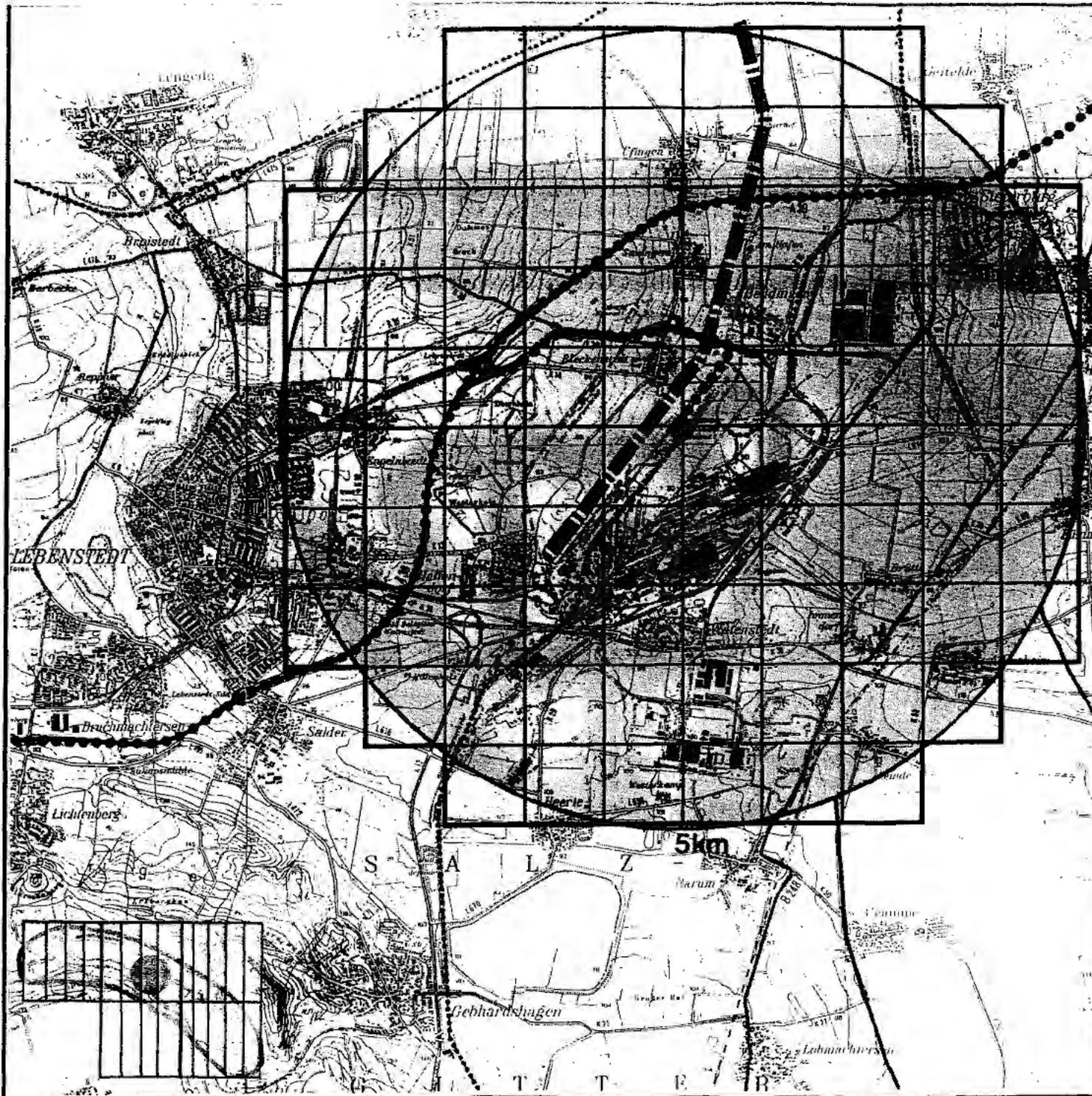
Eingriff aus-
gleichbar



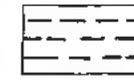
Die durch die Haufwerksverbringung verursachte Beeinträchtigung des Schutzgutes "Boden" wertet der Gutachter als nicht ausgleichbar.

Die Bewertung berücksichtigt die Möglichkeit von Ersatzmaßnahmen ausdrücklich nicht, da solche erst vorgeschrieben sind, "wenn durch den Eingriff nicht ausgleichbare Beeinträchtigungen von Naturhaushalt oder Landschaftsbild zurückbleiben, der Eingriff aber bei Abwägung nach § 11 NNatSchG trotzdem als zulässig angesehen wird" (Meier 1987). Im Rahmen einer solcher Abwägung wird beurteilt, ob die Belange des Naturschutzes dem Range nach vorgehen. Grundlage der Abwägung sind also andere als Umweltbelange. Die Frage nach der Möglichkeit des Ersatzes kann somit kein Maßstab für die Umweltverträglichkeitsprüfung sein.

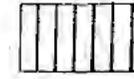
Karte 11



Wirkfaktoren



zusätzliche Wirkfaktoren
auf Natur und Landschaft



Haufwerk

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

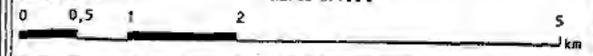
Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Beeinträchtigung des
Umweltbereichs

Boden

Maßstab 1:50.000

Karte Nr.: 11



DPU

**Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure**

8.3.3.4 Wirkungen des Abwassers auf den Boden (unter Ausklammerung der radioaktiven Wirkung)

Die maximalen Einleitungskonzentrationen (für Chloride auch -fracht) sind im Entwurf des Erlaubnisbescheides der Bezirksregierung Braunschweig (Stand: 17.09.92) spezifiziert. Eine Anreicherung von Salzen im Boden führt zu einer Beeinträchtigung des Pflanzennachwuchses insbesondere von Pflanzen mit einer geringen Salzverträglichkeit. Zur Belastung des Bodens mit Salzen und Schwermetallen könnte es durch Beregnung landwirtschaftlich genutzter Flächen mit Auewasser und Aufbringen von Aue-Sediment oder bei Überschwemmungen kommen. Allerdings ist das Auewasser gegenwärtig aufgrund seiner hohen Belastung mit organischen und anorganischen Schadstoffen zur Beregnung nicht geeignet. Es läßt sich derzeit nicht absehen, ob das Auewasser in Zukunft zur Beregnung genutzt werden könnte oder ob Überschwemmungsereignisse auftreten. Auch wenn prinzipiell eine Wirkung des Abwassers auf den Boden nicht auszuschließen ist, verzichtet der Gutachter deshalb darauf, das Fehlen von Angaben zu diesem Sachverhalt als entscheidungserhebliche Kenntnislücke zu werten.

8.3.4 Wasser

8.3.4.1 Wirkungen der Luftverunreinigungen auf das Wasser

Obwohl der Gutachter keine Kenntnis über die immissionsseitige Darstellung der von der Anlage ausgehenden konventionellen Luftschadstoffemissionen besitzt, erachtet der Gutachter diesen Wirkungspfad als nicht relevant, da angesichts der geringen Emissionen keine meßbaren Auswirkungen auf den Umweltbereich "Wasser" zu erwarten sind.

8.3.4.2 Wirkungen der Radioaktivität auf das Wasser. Hier: Oberflächengewässer und Grundwasser

I. Luftpfad

Über trockene und feuchte Deposition von aerosolgebundener Aktivität erfolgt ein Eintrag in Oberflächengewässer und das Grundwasser. Im weiteren findet eine Anreicherung von Aktivität im Sediment der Oberflächengewässer statt. Eine Definition der direkten Wirkungen von radioaktiven Immissionen auf das Schutzgut Was-

ser ist nur schwer möglich; hauptsächlich wäre wohl die aquatische Flora und Fauna betroffen. Für die Bewertung der Kontamination des Wassers ausschlaggebende Wirkungen ergeben sich jedoch indirekt aus der Gefährdung des Menschen über den Wasserpfad.

Der Gutachter betrachtet den Wirkungspfad im Sinne einer direkten Beeinträchtigung des Wassers als unerheblich.

II. Wasserpfad

Eine Kontamination des Aue-Wassers und Aue-Sediments erfolgt durch Direkteinleitung von Grubenwässern sowie von über Tage anfallenden Abwässern aus Dekontamination- und Reinigungsmaßnahmen.

Zu einer Belastung des Grundwassers könnte es durch Verregnung von Aue-Wasser, Versickerung aus der Aue und Überschwemmung kommen. Es ist jedoch prinzipiell schwierig, die zukünftige Nutzung des Auewassers zu prognostizieren. Ausschlaggebende Wirkungen ergeben sich indirekt durch die Gefährdung des Menschen über den Wasserpfad. Der Gutachter verzichtet deshalb darauf, hier eine entscheidungserhebliche Kenntnislücke zu definieren.

Die indirekte Belastung des Menschen über beide Wirkungspfade wird in der StrSchV berücksichtigt und findet so auch Eingang in die Berechnung des Antragstellers.

8.3.4.3 Wirkungen des Haufwerkes auf Natur und Landschaft. Hier: Wasser

A. Wirkungsanalyse

1. *Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?*

Es besteht die Gefahr einer Kontamination des Grundwassers und evtl. des Vorfluters durch Salze und Schwermetalle mit dem Sickerwasser aus der Haufwerkablagerung im ehemaligen Tagebau Haverlahwiese. Quantitative und qualitative Angaben über solche Emissionen liegen dem Gutachter nicht vor.

2. *Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?*

Als Wirkungsbereich gilt der ehemalige Tagebau Haverlahwiese

3. *Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?*

- Sickerwasser - Grundwasser - Trinkwasser - Mensch

4. *Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?*

Dem Gutachter liegen keine Angaben zur Vorbelastung des Grundwassers und über die Vorflutsituation vor.

5. *Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?*

Als beeinträchtigungsmindernde Maßnahmen kommt eine Sickerwasserfassung und eine Oberflächenabdichtung in Betracht.

6. *Welche Restbelastungen bleiben bestehen?*

./.

B. Bewertung

Als Maßstab für eine Bewertung der Wirkung des Haufwerks auf das Wasser kann die Eingriffsregelung nach §8 BNatSchG bzw. §7 NNatSchG herangezogen werden:

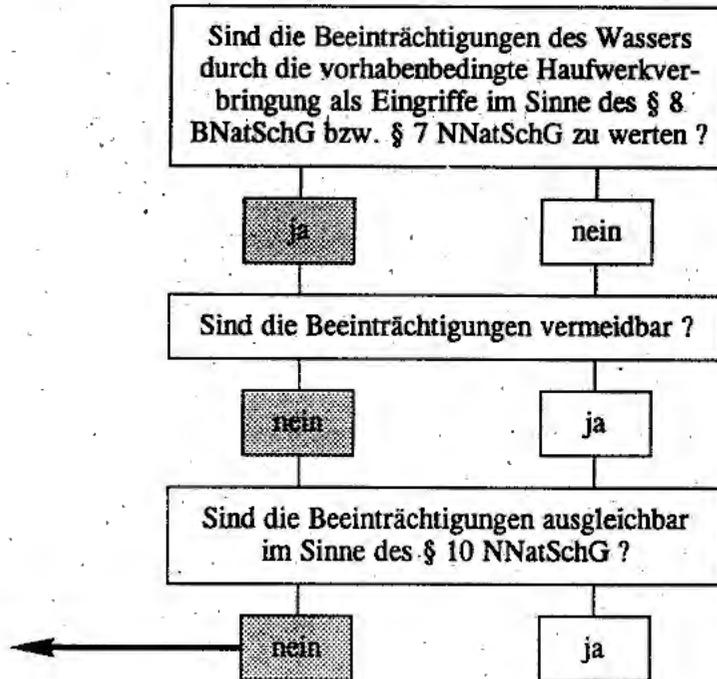
Eingriffe in Natur und Landschaft im Sinne der genannten Gesetze "sind Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können" (§ 8 BNatSchG). Vermeidbar ist eine Beeinträchtigung, wenn sie durch eine Planungsoptimierung verhindert werden kann. Ausgleich einer Beeinträchtigung ist dagegen nur durch praktische Naturschutzmaßnahmen möglich. Ziel des Ausgleichs ist die Beseitigung aller Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder des Landschaftsbildes, und zwar im betroffenen Landschaftsraum selbst. Zwingend ist hierbei eine eindeutige Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen Ausgleichsmaßnahme und Beseitigung der konkreten Beeinträchtigung, was im Normalfall nur **Wiederherstellung** bedeuten kann. Nur eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes kann durch Neugestaltung ausgeglichen werden.

In der Praxis der Eingriffsregelung hat sich dabei das Konzept des **funktionalen Ausgleichs** durchgesetzt, welches zuläßt, daß Eingriff und Ausgleichsort nicht identisch sein müssen, die Ausgleichsleistung aber der ursprünglichen entsprechen muß.

Hieraus ergibt sich folgende Bewertung:

Eingriff nicht
ausgleichbar

Eingriff aus-
gleichbar



Wegen der Einzigartigkeit der Haverlahwiese wird der vorhabensbedingte Eingriff in das Schutzgut "Wasser" als nicht ausgleichbar gewertet.

Die Bewertung berücksichtigt die Möglichkeit von Ersatzmaßnahmen ausdrücklich nicht, da solche erst vorgeschrieben sind, "wenn durch den Eingriff nicht ausgleichbare Beeinträchtigungen von Naturhaushalt oder Landschaftsbild zurückbleiben, der Eingriff aber bei Abwägung nach § 11 NNatSchG trotzdem als zulässig angesehen wird" (Meier 1987). Im Rahmen einer solcher Abwägung wird beurteilt, ob die Belange des Naturschutzes dem Range nach vorgehen. Grundlage der Abwägung sind also andere als Umweltbelange. Die Frage nach der Möglichkeit des Ersatzes kann somit kein Maßstab für die Umweltverträglichkeitsprüfung sein.

**8.3.4.4 Wirkungen des Abwassers auf das Wasser. Hier: Oberflächen-
gewässer und Grundwasser**

A. Wirkungsanalyse

1. Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?

Es kommt zu einer Belastung des Aue-Wassers und Aue-Sediments durch Direkteinleitung von Salzen und Schwermetallen. Belastung des Grundwassers durch Versickerung aus der Aue, Beregnung mit Aue-Wasser und Überschwemmung führen. Die Gewässergüte der Aue wird dadurch weiter verschlechtert, und es kann zu einer biologischen Veränderung der Ökosysteme mit irreversiblen Zustandsänderungen kommen. Die maximalen Einleitungskonzentrationen (für Chloride auch -fracht) sind im Entwurf des Erlaubnisbescheides der Bezirksregierung Braunschweig Stand 17.09.92 spezifiziert.

Folgende Ausbreitungspfade der im Abwasser enthaltenen Stoffe sind denkbar:

- a) Abwasser - Aue - (Aue-Sediment)
- b) Abwasser - Aue - Versickerung - Grundwasser
- c) Abwasser - Aue - Beregnung - Boden - Grundwasser
- d) Abwasser - Aue - Überschwemmung - Boden - Grundwasser

2. Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?

Pfad a): Flußschlauch der Aue

Pfad b - d): Grundwasser im Einflußbereich der Aue

3. Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?

Aue-Wasser - Pflanzen/Tiere

Aue-Wasser - Bodenbelastung

4. Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?

Untersuchungen zur Vorbelastung der Aue werden im Rahmen des Niedersächsischen Gewässergütemeßprogramms durchgeführt. Die Gewässergüte der Aue ist mit Klasse IV (übermäßig verschmutzt) die schlechteste in Niedersachsen.

5. Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?

Durch eine Erhöhung der Wasserführung der Aue am Punkt der Einleitung kann ein Verdünnungseffekt erreicht werden. Dazu könnte die Aue durch eine Überleitung mit Wasser aus dem Zweigkanal Salzgitter gespeist werden.

6. *Welche Restbelastungen bleiben bestehen?*

Die hohe Vorbelastung (Gewässergüte IV) bleibt bestehen. Durch die Verdünnung verringert sich die Zusatzbelastung nur unwesentlich.

B. Bewertung

Als Maßstab für die Bewertung der Wirkung des vorhabenbedingten Abwassers auf das Wasser können das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (WHG) bzw. das Niedersächsische Wassergesetz (NWG) herangezogen werden.

So gilt der Bewirtschaftungsauftrag der Wasserbehörden nach § 1a Abs. 1 WHG als medienspezifische Ausprägung des Vorsorgeprinzips.

Hiernach sind die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes so zu bewirtschaften, daß sie dem Wohl der Allgemeinheit dienen und daß jede vermeidbare Beeinträchtigung unterbleibt. (§ 1a Abs. 1 WHG)

Ist ein Vorhaben - wie im vorliegenden Fall - mit der Einleitung von Abwasser gemäß § 7a Abs. 1 WHG verbunden, so benötigt der Antragsteller hierzu eine wasserrechtliche Erlaubnis.

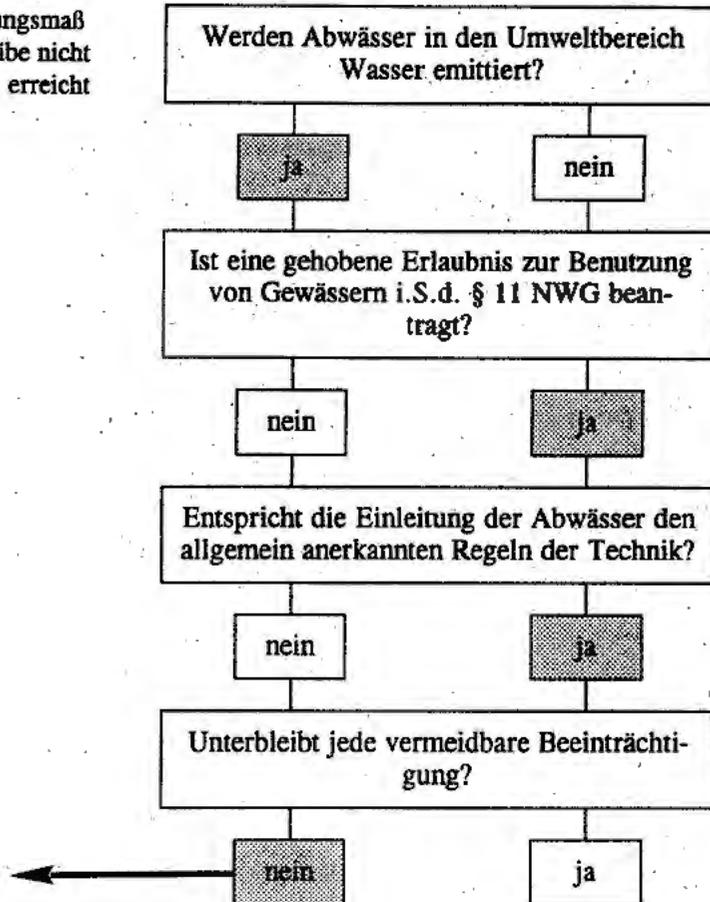
Eine solche Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser darf nur erteilt werden, wenn die Schadstofffracht des Abwassers so gering gehalten wird, wie dies ... nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik möglich ist (§ 7a Abs. 1 WHG).

Die "allgemein anerkannten Regeln der Technik" stellen eine Verweisung auf die herrschenden Anschauungen unter den Praktikern des jeweiligen Technikbereiches dar. Die Fachleute müssen der Überzeugung sein, daß mit einer technischen Regel, deren Anwendung sich in der Praxis bewährt hat, das Sicherheitsbedürfnis im konkreten Fall angemessen befriedigt wird.

Hiernach ergibt sich folgende Bewertung:

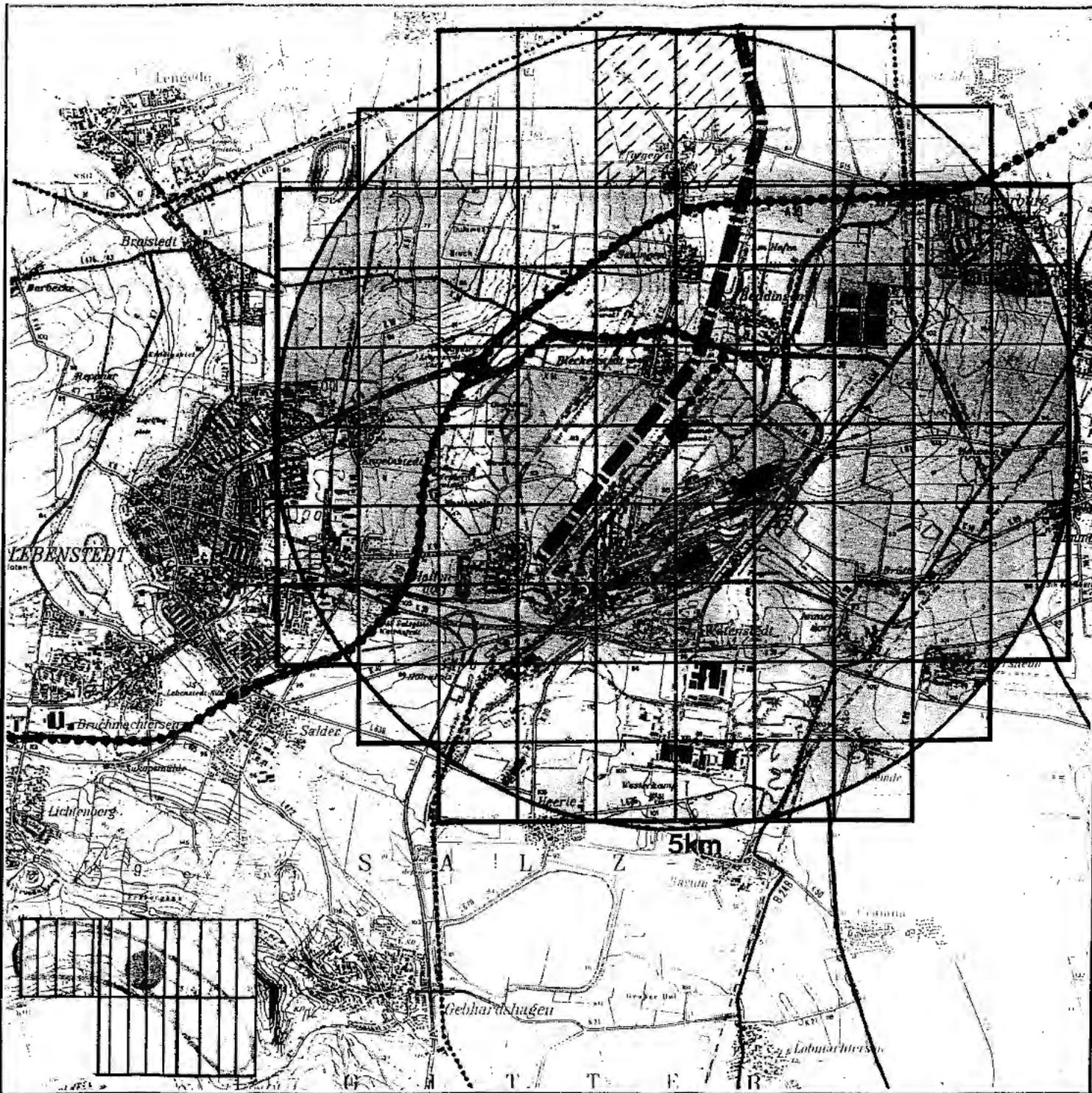
Umweltqualität i.S.d. genannten Bewertungsmaßstäbe nicht erreicht

Umweltqualität i.S.d. genannten Bewertungsmaßstäbe erreicht



Die Genehmigungsbehörde macht die Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis von bestimmten Auflagen abhängig. Der Gutachter ging deshalb bei seiner Bewertung davon aus, daß der Antrag auf Erteilung dieser Erlaubnis derzeit nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht. Die Bewertung lautet daher: Umweltqualitätsziel im Sinne des Bewertungsmaßstabes nicht erreicht.

Karte 12



Wirkfaktoren



zusätzliche Wirkfaktoren
auf Natur und Landschaft



Haufwerk



Abwasser

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Beeinträchtigung des
Umweltbereichs

Wasser

Maßstab 1:50.000

Karte Nr.: 12

0 0,5 1 2

5

km



DPU

**Deutsche
Projekt
Union GmbH**
Planer
Ingenieure

8.3.4.5 Wirkungen von Seismik/Tektonik auf das Wasser

Durch die Bildung eines Senkungstrogens über der Schachanlage kommt es zu einer Verringerung des Gefälles der Vorfluter und zu möglichen Undichtigkeiten im Zweigkanal und in Rohrleitungen. Maximale endlagerbedingte Senkungen betragen am Ende der Betriebsphase 3 - 5 cm (s. Kap. 6.8.1). Die Auswirkungen sind im Vergleich zur Senkung bedingt durch den Grubenbau (ca. 30 cm) zu vernachlässigen und werden vom Gutachter als nicht erheblich eingestuft. Aus diesem Grund erfolgt keine weitere Wirkungsanalyse und Bewertung.

8.3.5 Klima

8.3.5.1 Wirkung von Luftschadstoffen auf das Klima

Eine Wirkung von Luftschadstoffen auf das Klima ist grundsätzlich möglich. Nach Auffassung des Gutachters werden die konventionellen Schadstoffemissionen aus den beiden Schachanlagen aber nicht zu einer meßbaren Veränderung des Klimas führen. Aus diesem Grund wird auf eine Wirkungsanalyse und eine Bewertung für diesen Punkt verzichtet.

8.3.5.2 Wirkung von Haufwerk auf das Klima

Nach Einschätzung des Gutachters wird die mikroklimatische Situation im Tagebau Haverlahwië durch die Verfüllung mit Haufwerk gem. § 2 Nr. 8 NNatSchG beeinträchtigt. Über Art und Ausmaß der Beeinträchtigung kann jedoch, aufgrund fehlender Daten, keine Aussage getroffen werden; deshalb muß derzeit eine Wirkungsanalyse und Bewertung unterbleiben.

8.3.6 Luft

8.3.6.1 Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die Luft

Dem Gutachter liegen zwar Daten über die konventionellen Schadstoffemissionen des Endlagers Schacht Konrad vor; ob diese Luftverunreinigungen aber geeignet sind, schädliche Umweltwirkungen im Sinne des § 1 i.V.m. § 3 Abs.1 BImSchG

hervorzurufen, läßt sich wegen einer fehlenden immissionsseitigen Darstellung der Schadstoffemissionen nicht feststellen. Allerdings geht der Gutachter davon aus, daß es angesichts der geringfügigen konventionellen Emissionen des Endlagers nicht zu einer meßbaren Beeinträchtigung des Schutzgutes "Luft" kommt; aus diesem Grund verzichtet er auf eine weitergehende Bewertung.

8.3.6.2 Wirkungen der Radioaktivität auf die Luft

Obwohl mit einem erheblichen Transfer von Radioaktivität in die Luft zu rechnen ist, verzichtet der Gutachter an dieser Stelle auf Grund des Fehlens geeigneter Wertmaßstäbe auf dessen Analyse und Bewertung. Die Bedeutung der Luft als Transportmedium für radioaktive Stoffe wird im Zusammenhang mit der Analyse der biotischen Umweltbereiche gewürdigt.

8.3.6.3 Wirkungen vom Haufwerk auf die Luft

Die Wirkung von bei der Haufwerksverbringung entstehenden Staubemissionen auf das Schutzgut Luft kann derzeit weder analysiert noch bewertet werden, da dem Gutachter keine Informationen über den Umfang der zu erwartenden Staubemissionen vorliegen. Der Gutachter wertet dies als Kenntnislücke. Mit derselben Begründung enthält sich der Gutachter auch einer Analyse und Bewertung der Wirkungen des Haufwerks auf das Schutzgut Tiere und Pflanzen.

Luftverunreinigungen sind nach Maßgabe des § 2 Nr. 7 NNatSchG gering zu halten, um den Zielen des § 1 NNatSchG zu entsprechen.

8.3.7 Landschaft

Im folgenden wird der Begriff "Landschaft" synonym zum Begriff Landschaftsbild verwendet. Landschaftsökologische Aspekte sind unter "Tiere und Pflanzen" behandelt worden.

**8.3.7.1 Wirkungen von Haufwerk auf Natur und Landschaft. Hier:
Landschaft**

A. Wirkungsanalyse

1. Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?

Die als Erholungsgebiet definierte Landschaft im Bereich der Haverlahwiese wird ihr Erscheinungsbild total verändern: die zur Zeit bewachsene, naturhafte Landschaft wird hinsichtlich ihrer Morphologie und Vegetationsstruktur massiv überformt bzw. zerstört.

2. Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?

Der Wirkungsbereich ist durch den Sichtbereich des Tagebaus Haverlahwiese begrenzt.

3. Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?

Die Erholungsfunktion der Haverlahwiese für den Menschen wird gestört.

4. Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?

Das ursprüngliche landschaftliche Erscheinungsbild der Haverlahwiese wurde schon durch den Tagebau verändert, so daß das heutige Landschaftsbild als anthropogen überformt anzusehen ist.

5. Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?

Eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch die Haufwerkverbringung könnte folgendermaßen vermindert werden:

- der Teil des Haufwerks, das für die Verfüllung der Einlagekammern vorgesehen ist, sollte gesondert gelagert werden
- der Rest des Haufwerks sollte möglichst frühzeitig begrünt werden.

6. Welche Restbelastungen bleiben bestehen?

Schwierigkeiten bei einer Bepflanzung könnten auftreten durch:

- Senkungen im Haufwerk
- Schadstoffe im Haufwerk
- problematisches Substrat, das eine Bepflanzung erschwert.

B. Bewertung

Als Maßstab für eine Bewertung der Wirkung des Haufwerks auf die Landschaft kann die Eingriffsregelung nach § 8 BNatSchG bzw. § 7 NNatSchG herangezogen werden:

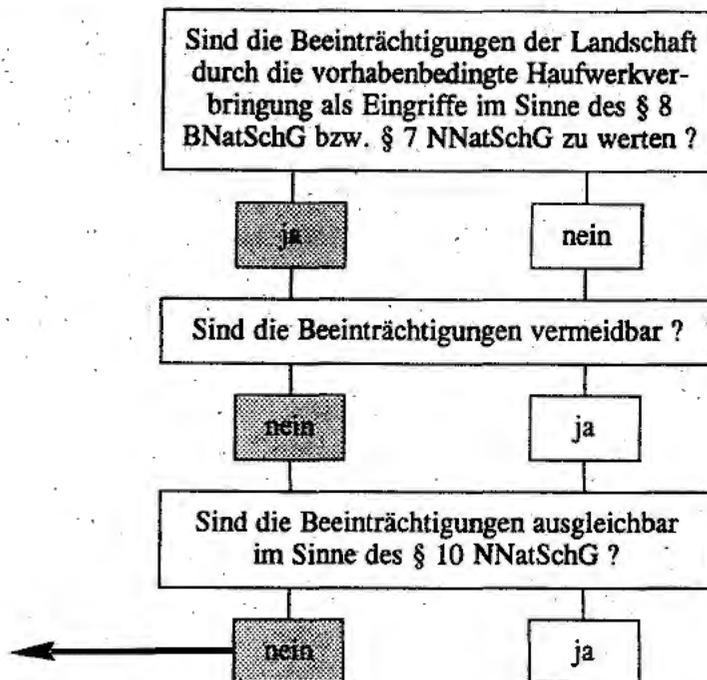
Eingriffe in Natur und Landschaft im Sinne der genannten Gesetze "sind Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können" (§ 8 BNatSchG). Vermeidbar ist eine Beeinträchtigung, wenn sie durch eine Planungsoptimierung verhindert werden kann. Ausgleich einer Beeinträchtigung ist dagegen nur durch praktische Naturschutzmaßnahmen möglich. Ziel des Ausgleichs ist die Beseitigung aller Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder des Landschaftsbildes, und zwar im betroffenen Landschaftsraum selbst. Zwingend ist hierbei eine eindeutige Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen Ausgleichsmaßnahme und Beseitigung der konkreten Beeinträchtigung, was im Normalfall nur **Wiederherstellung** bedeuten kann. Nur eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes kann durch Neugestaltung ausgeglichen werden.

In der Praxis der Eingriffsregelung hat sich dabei das Konzept des **funktionalen Ausgleichs** durchgesetzt, welches zuläßt, daß Eingriff und Ausgleichsort nicht identisch sein müssen, die Ausgleichsleistung aber der ursprünglichen entsprechen muß.

Hieraus ergibt sich folgende Bewertung:

Eingriff nicht
ausgleichbar

Eingriff aus-
gleichbar



Der mit der Haufwerksverbringung verbundene Eingriff in die Landschaft ist nach dem jetzigen Planungsstand weder vermeidbar noch ausgleichbar.

Die Bewertung berücksichtigt die Möglichkeit von Ersatzmaßnahmen ausdrücklich nicht, da solche erst vorgeschrieben sind, "wenn durch den Eingriff nicht ausgleichbare Beeinträchtigungen von Naturhaushalt oder Landschaftsbild zurückbleiben, der Eingriff aber bei Abwägung nach § 11 NNatSchG trotzdem als zulässig angesehen wird" (Meier 1987). Im Rahmen einer solcher Abwägung wird beurteilt, ob die Belange des Naturschutzes dem Range nach vorgehen. Grundlage der Abwägung sind also andere als Umweltbelange. Die Frage nach der Möglichkeit des Ersatzes kann somit kein Maßstab für die Umweltverträglichkeitsprüfung sein.

8.3.7.2 Zusätzliche Wirkfaktoren auf Natur und Landschaft

A. Wirkungsanalyse

1. *Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?*

- Beeinträchtigungen durch Versiegelungsmaßnahmen im Zuge von Straßenbau und Gleisbau (Anschluß an Schacht Konrad 2):
Die Naturnähe der durch die neuen Verkehrsanschlüsse zerschnittenen Flächen nimmt ab.
- Beeinträchtigungen durch Versiegelungsmaßnahmen im Bereich der beiden Schachtanlagen:
Das landschaftsästhetische Erscheinungsbild der Schachtanlagen wird durch zusätzliche Flächenversiegelungen verändert.

2. *Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?*

Der räumliche Wirkungsbereich beschränkt sich auf

- die gesamte Fläche nördlich von Schacht Konrad 2 bis zur Industriestraße Nord,
- das Werksgelände der beiden Schachtanlagen Konrad 1 und 2.

Eine genaue Kennzeichnung des räumlichen Wirkungsbereiches ist nicht möglich, weil keine detaillierten Angaben über Art und Umfang der zusätzlichen Versiegelungen im Bereich der Schachtanlagen vorliegen (vgl. Kap. 6.9).

3. *Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?*

- Mensch:
Verlust von Flächen mit potentieller Naherholungsfunktion
- Tiere/Pflanzen:
Lebensraumzerstörung
- Wasser:
Änderung der Wasserverhältnisse (Abfluß, Versiegelung, Grundwasserneubildungsrate)
- Boden:
Zerstörung von Lebensraum für Bodenlebewesen bzw. Veränderung der Lebensbedingungen/Bodenprozesse
- Klima:
Änderung mikroklimatischer Verhältnisse

4. *Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?*

Die Landschaft im Untersuchungsgebiet ist bereits industriell überformt.

5. *Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?*

Eine Änderung der geplanten Streckenführung ist nicht möglich.

6. *Welche Restbelastungen bleiben bestehen?*

./.

B. Bewertung

Als Maßstab für eine Bewertung der Wirkung zusätzlicher Wirkfaktoren auf die Landschaft kann die Eingriffsregelung nach §8 BNatSchG bzw. §7 NNatSchG herangezogen werden:

Eingriffe in Natur und Landschaft im Sinne der genannten Gesetze "sind Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können" (§ 8 BNatSchG). Vermeidbar ist eine Beeinträchtigung, wenn sie durch eine Planungsoptimierung verhindert werden kann. Ausgleich einer Beeinträchtigung ist dagegen nur durch praktische Naturschutzmaßnahmen möglich. Ziel des Ausgleichs ist die Beseitigung aller Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder des Landschaftsbildes, und zwar im betroffenen Landschaftsraum selbst. Zwingend ist hierbei eine eindeutige Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen Ausgleichsmaßnahme und Beseitigung der konkreten Beeinträchtigung, was im Normalfall nur **Wiederherstellung** bedeuten kann. Nur eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes kann durch Neugestaltung ausgeglichen werden.

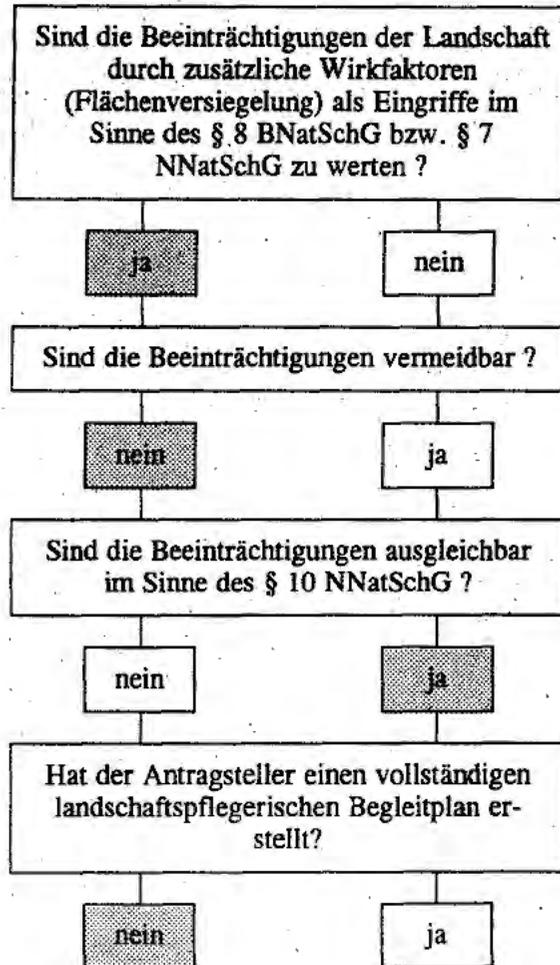
In der Praxis der Eingriffsregelung hat sich dabei das Konzept des **funktionalen Ausgleichs** durchgesetzt, welches zuläßt, daß Eingriff und Ausgleichsort nicht identisch sein müssen, die Ausgleichsleistung aber der ursprünglichen entsprechen muß.

Wird ein Eingriff ausgeglichen, ist ein Projekt genehmigungsfähig, wenn die Ausgleichsmaßnahmen in einem landschaftspflegerischen Begleitplan dargestellt sind.

Hieraus ergibt sich folgende Bewertung:

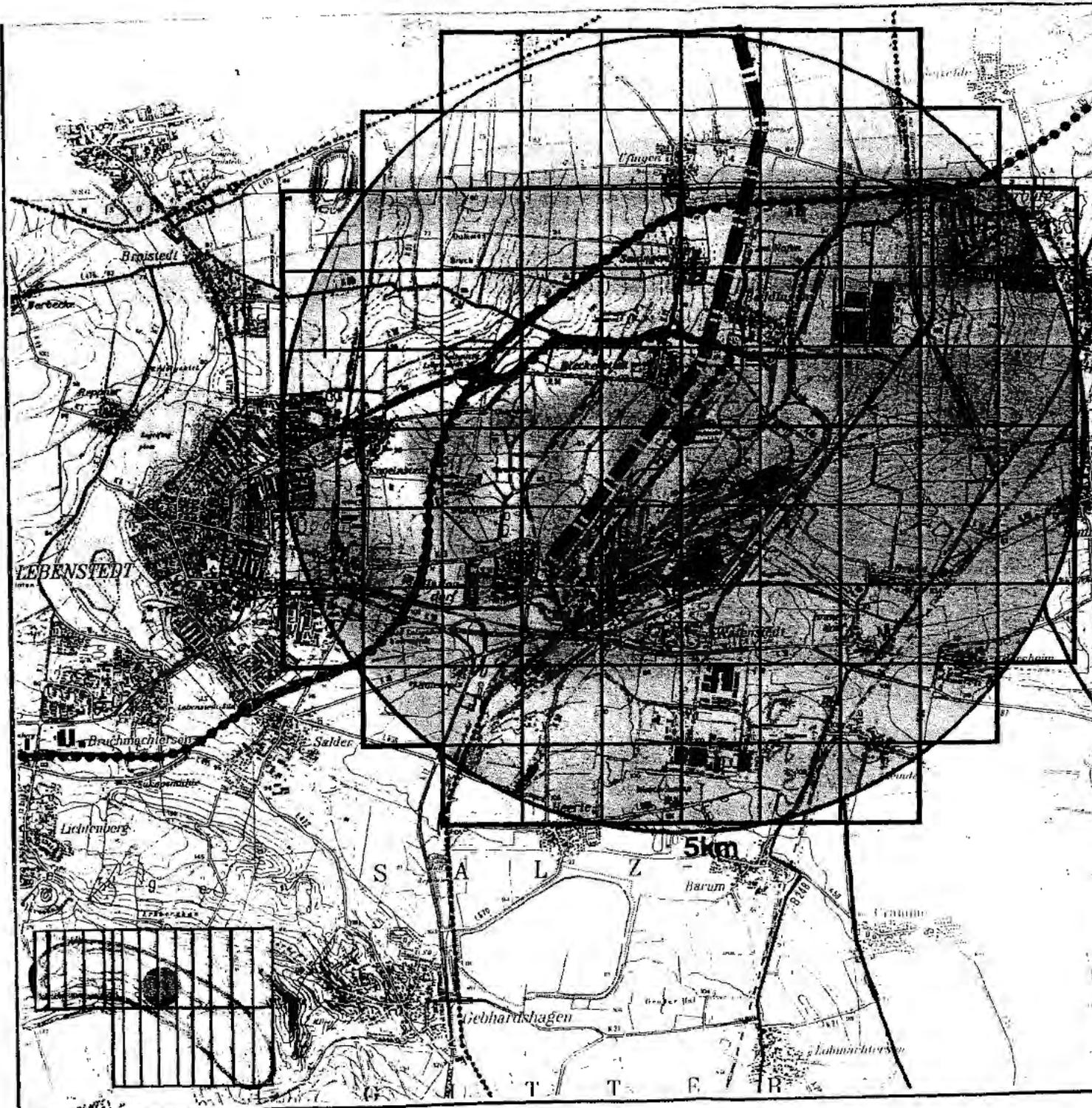
Eingriff un-
zulässig

Eingriff zu-
lässig



Die Beeinträchtigungen der Landschaft durch Versiegelungsmaßnahmen erscheinen grundsätzlich ausgleichbar. Ein alle Versiegelungsmaßnahmen umfassender landschaftspflegerischer Begleitplan fehlt jedoch.

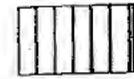
Karte 13



Wirkfaktoren



zusätzliche Wirkfaktoren
auf Natur und Landschaft



Haufwerk

Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Beeinträchtigung des
Umweltbereichs

Landschaft

Maßstab 1:50.000

Karte Nr.: 13



DPU

Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure

5
km

8.3.8 Kultur- und sonstige Sachgüter

8.3.8.1 Wirkungen von Luftschadstoffen auf Kulturgüter

Angesichts der geringen konventionellen Schadstoffemissionen aus dem Endlager Schacht Konrad hält der Gutachter diesen Punkt für vernachlässigbar und verzichtet deshalb auf eine Wirkungsanalyse und Bewertung.

8.3.9.2 Zusätzliche Wirkfaktoren auf Kulturgüter

A. Wirkungsanalyse

1. *Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?*

Die künftige Nutzung von Schacht Konrad 1 als Förderschacht für große Mengen von Haufwerk erfordert, daß eine Fördertechnologie, die dem modernen Stand der Technik entspricht, eingebaut wird. Nach Auffassung des Instituts für Denkmalpflege ist jedoch die vorhandene Fördertechnologie von unvergleichbarem denkmalpflegerischem Wert. Dazu gehören die Einseil-Köpe-Förderanlage, die Gleichstromfördermotoren und die vorhandene Armaturentechnologie. Die Modernisierung der Fördertechnologie bedeutet, daß das in seiner Gesamtheit geschützte Doppelbock-Fördergerüst (also einschließlich der Aggregate und Maschinen) in seinem Bestand als Denkmal beeinträchtigt ist.

2. *Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?*

Die Beeinträchtigung beschränkt sich auf den Standort Konrad 1.

3. *Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?*

Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen treten nicht auf.

4. *Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?*

./.

5. *Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?*

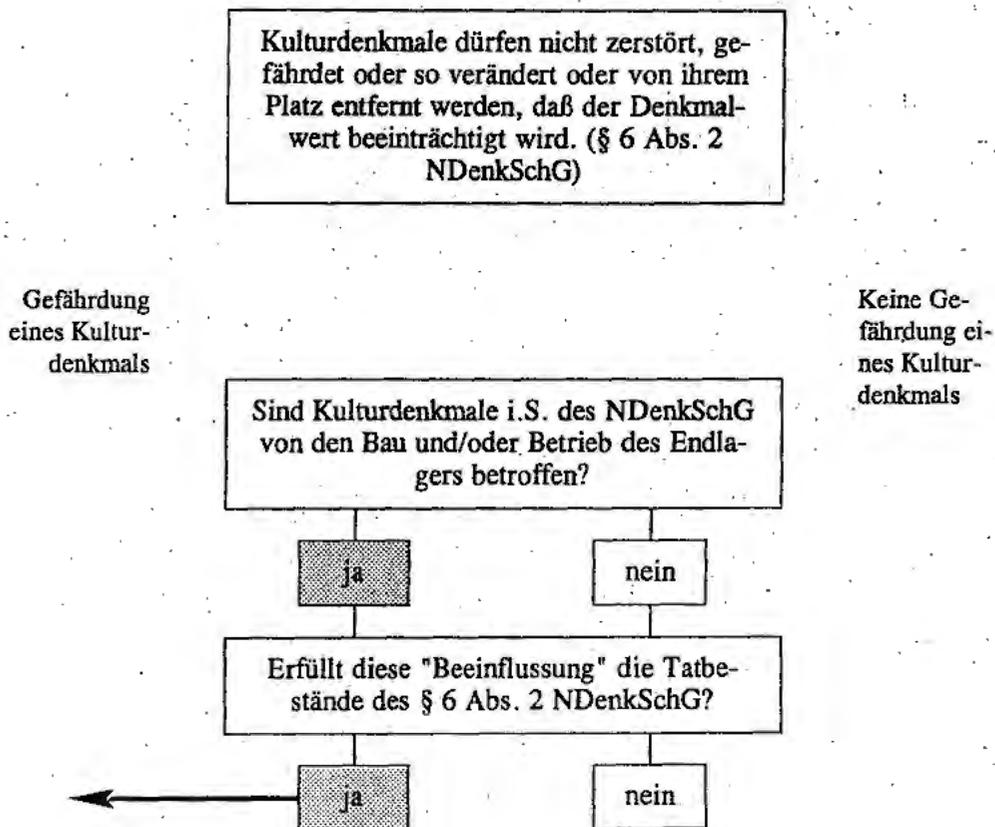
./.

6. *Welche Restbelastungen bleiben bestehen?*

./.

B. Bewertung

Eine Bewertung der vorhabenbedingten Beeinträchtigung des Kulturdenkmals "Fördertechnologie" Schacht Konrad 1 kann auf der Grundlage des Niedersächsischen Denkmalschutzgesetzes erfolgen. § 6 Abs. 2 NDenkSchG regelt den Umgang mit Kulturdenkmälern.



Die Beeinträchtigung der denkmalgeschützten Fördertechnologie ist als Gefährdung eines Kulturdenkmals zu werten.

8.3.8.3 Zusätzliche Wirkfaktoren auf sonstige Sachgüter (Erzlagerstätte)

Erzlagerstätten sind nach Pohl (1992) natürliche Anhäufungen nutzbarer Minerale und Gesteine, die nach Größe und Inhalt für eine wirtschaftliche Gewinnung in Betracht kommen können.

A. *Wirkungsanalyse*

1. *Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?*

Die Einlagerung radioaktiver Abfälle in die Grube Konrad hat zur Folge, daß die Lagerstätte für die Erzgewinnung nicht mehr genutzt werden kann.

2. *Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?*

Diese Beeinträchtigung erstreckt sich auf den gesamten Bereich der Erzlagerstätte.

3. *Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?*

Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen treten nicht auf.

4. *Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?*

./.

5. *Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?*

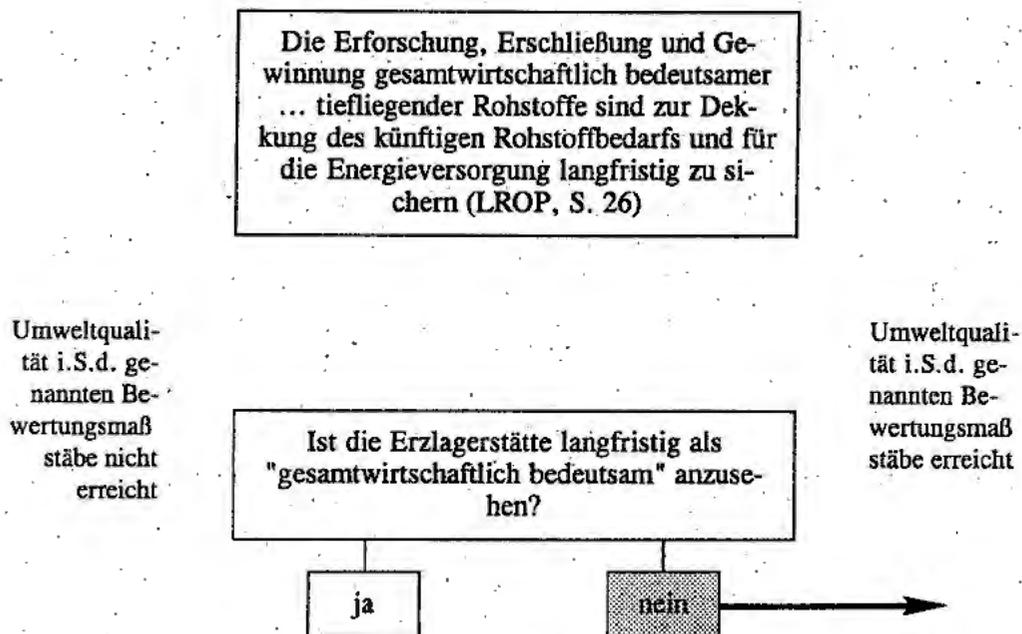
Eine Minderung der Beeinträchtigung ist durch die vorgesehene Nutzung als Endlagerstätte für radioaktiven Abfall nicht denkbar. Nur die Einstellung des Vorhabens Endlager Konrad könnte die Nutzbarkeit der Erzlagerstätte weiterhin ermöglichen.

6. *Welche Restbelastungen bleiben bestehen?*

./.

B. Bewertung:

Der Gutachter bezieht seine Bewertung auf raumspezifische Bewertungsmaßstäbe (Ziele) des Landesraumordnungsprogrammes Niedersachsen (LROP).



Da die Erzlagerstätte langfristig nicht als gesamtwirtschaftlich bedeutsam anzusehen ist, bewertet der Gutachter die Beeinträchtigung als unerheblich.

8.3.8.4 Zusätzliche Wirkfaktoren sonstige Sachgüter (Erzvorkommen)

Da die Eisenerzreserven des Gifhorner Troges derzeit nicht wirtschaftlich gewinnbar sind, handelt es sich um "Eisenerzvorkommen". Entsprechend ist es in der Naturraumpotentialkarte von Niedersachsen vermerkt.

A. *Wirkungsanalyse*

1. *Wie wirkt die Emission oder Belastung auf den Umweltbereich?*

Die Einlagerung radioaktiver Abfälle in die Grube Konrad hat zur Folge, daß eine mögliche Erschließung bzw. ein Abbau des Eisenerzvorkommens großer Teile im Gifhorner Trog aus Sicherheitsüberlegungen nicht mehr erlaubt werden wird. Damit wären diese Teile des Vorkommens faktisch nicht nutzbar.

2. *Wie weit reicht der räumliche Wirkungsbereich der Beeinträchtigung?*

Der TÜV-Hannover/Sachsen-Anhalt bereitet eine Stellungnahme zu der Frage vor, wie weit die künftige Nutzung der Erzlagerstätte eingeschränkt sein wird. Erst wenn diese Stellungnahme vorliegt, kann der räumliche Wirkungsbereich annähernd bestimmt werden.

3. *Welche Wechselwirkungen mit anderen Umweltbereichen sind denkbar?*

Die Frage nach den Wechselwirkungen entfällt.

4. *Welche Vorbelastungen durch bereits bestehende Verursacher sind bekannt?*

Die Frage nach den Vorbelastungen entfällt

5. *Welche beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen sind denkbar?*

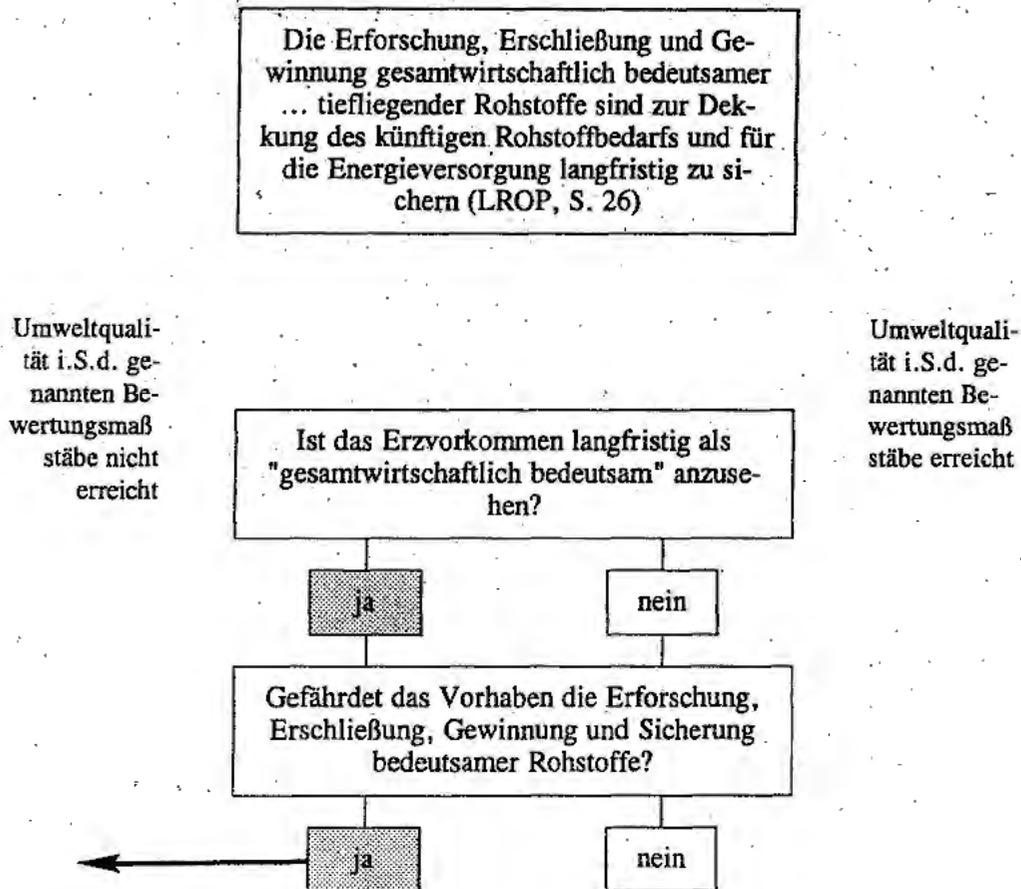
Eine Minderung der Beeinträchtigung ist durch die vorgesehene Nutzung der Grube Konrad als Endlagerstätte für radioaktiven Abfall nicht denkbar. Lediglich die Einstellung des Vorhabens Endlager Konrad kann die Option einer vollständigen Nutzung des Vorkommens offenhalten.

6. *Welche Restbelastungen bleiben bestehen?*

Die Frage nach den Restbelastungen entfällt.

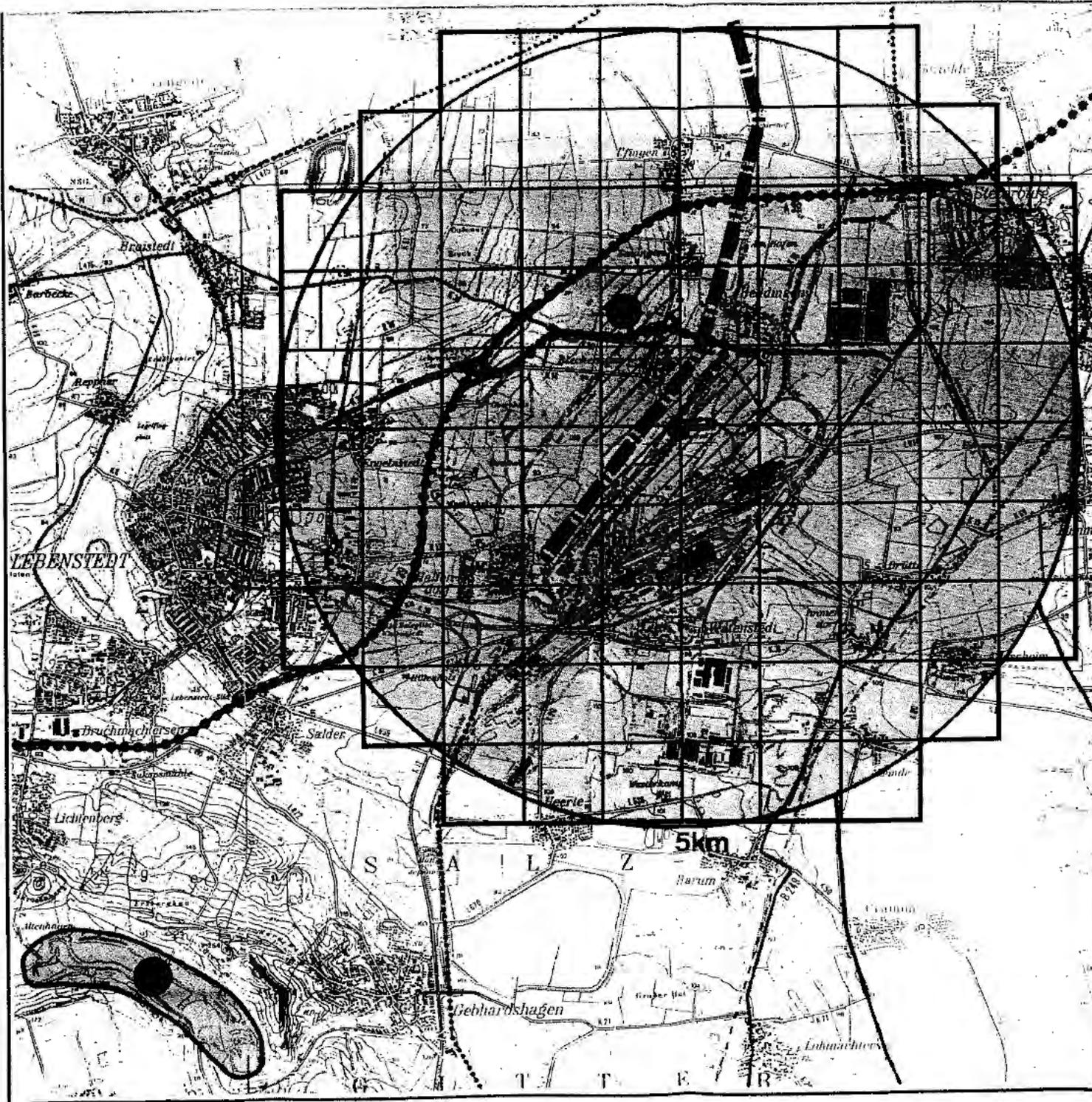
B. Bewertung

Die Bewertung der vorhabenbedingten Beeinträchtigung des Erzvorkommens erfolgt auf der Grundlage eines raumspezifischen Bewertungsmaßstabes (Ziel) des Landesraumordnungsprogrammes Niedersachsen (LROP).



Im Gegensatz zur Erzlagerstätte ist die Beeinträchtigung der Erzvorkommen als erheblich zu werten.

Karte 14



Wirkfaktoren

-  Kulturdenkmal Schacht Konrad 1 (Förderturm)
-  zusätzliche Wirkfaktoren auf Kultur- und Sachgüter (Erzlagerstätte)

Umweltverträglichkeitsgutachten	
Schacht Konrad	
Auftraggeber: Niedersächsisches Umweltministerium	
Inhalt: Beeinträchtigung des Umweltbereichs	
Kultur- und sonstige Sachgüter -Erzlagerstätte-	
Maßstab 1:50.000	Karte Nr.: 14
	

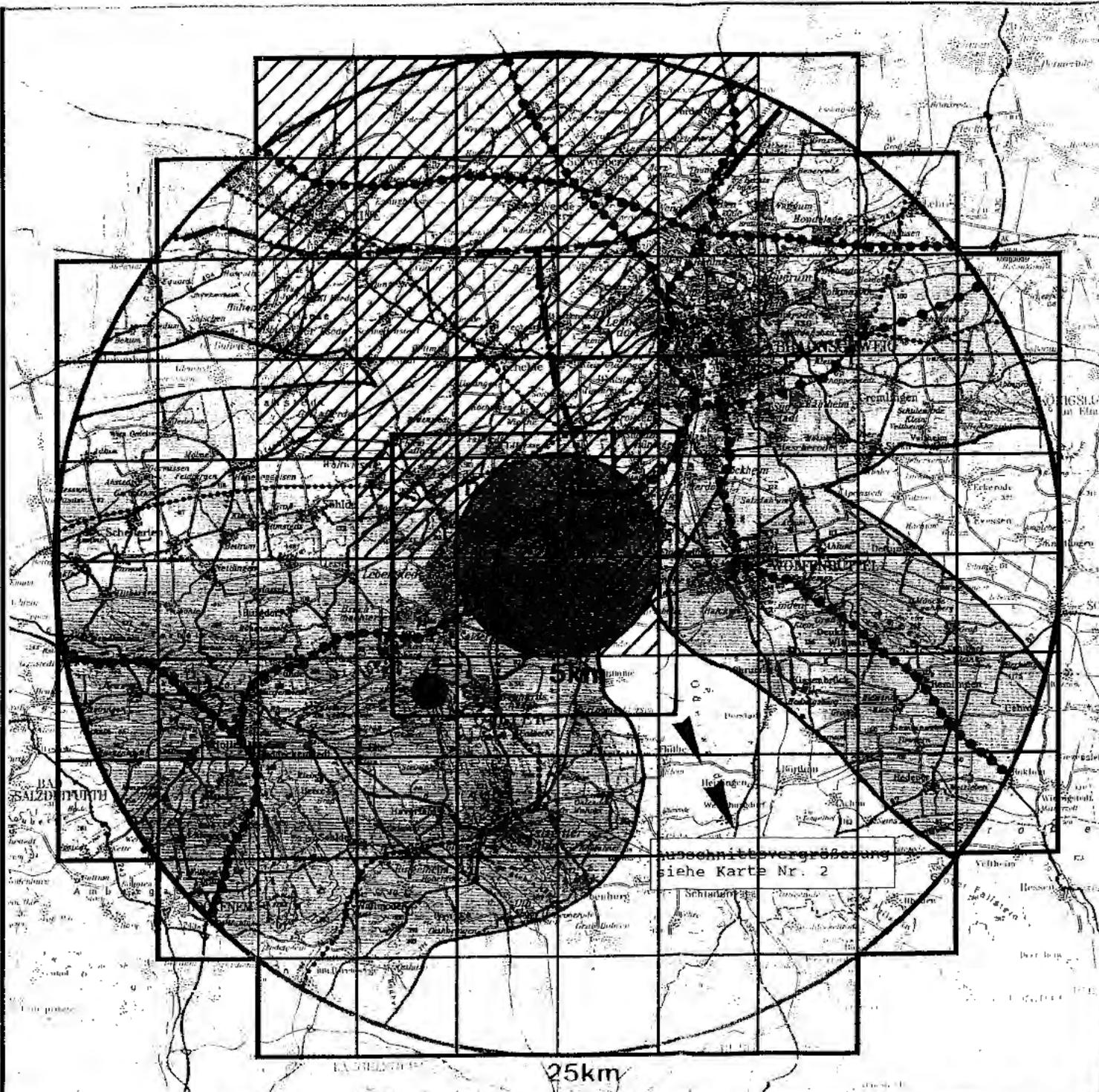


Karte 15

wirkfaktoren



zusätzliche Wirkfaktoren
auf Kultur- und Sachgüter
(Erzvorkommen)



Umweltverträglichkeitsgutachten

Schacht Konrad

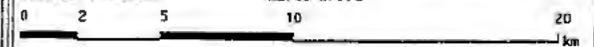
Auftraggeber: Niedersächsisches
Umweltministerium

Inhalt: Beeinträchtigung des
Umweltbereichs

Kultur- und sonstige
Sachgüter Erzvorkommen

Maßstab 1:200.000

Karte Nr. 15



DPU

**Deutsche
Projekt
Union GmbH
Planer
Ingenieure**

8.3.10 Zusammenfassung

In den Tabellen 8.3-4 bis 8.3-9 werden die wesentlichen Ergebnisse der Wirkungsanalyse und der daran anschließenden Bewertung zusammenfassend dargestellt. Es soll hier keine Saldierung der Beeinträchtigungen und auch keine aggregierte Gesamtbewertung vorgenommen werden; der Blick auf die Tabellen mag aber dabei helfen, einen Gesamteindruck von den voraussichtlichen Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt zu vermitteln. Im folgenden werden diejenigen Bewertungen kurz zusammengefaßt, die bereits zum jetzigen Zeitpunkt möglich sind.

Bei den Auswirkungen auf das "Schutzgut Mensch" stehen ganz eindeutig die Beeinträchtigungen durch Radioaktivität im Mittelpunkt. Bei den drei wesentlichen Pfaden, auf denen Radioaktivität zum Menschen gelangt - dem Luftpfad, dem Abwasserpfad und der Abgabe von Radioaktivität durch das abgelagerte Haufwerk - sind die Auswirkungen über den Luftpfad am gravierendsten. Dies gilt bereits im Normalbetrieb, insbesondere aber auch bei Störfällen und bei Transportunfällen innerhalb des 25 km-Radius um die Anlage. An dieser Stelle weist der Gutachter nochmals darauf hin, daß die Grenzwerte der StrlSchV nur bedingt als Bewertungsmaßstäbe herangezogen werden können. Es muß über die festgeschriebenen Grenzwerte hinaus minimiert werden. Bei den übrigen Emissionen, die auf den Menschen wirken, ist in erster Linie unzulässig hoher Anlagenlärm zu nennen, zumal hier bereits eine hohe Vorbelastung besteht. Bei der konventionellen Luftverunreinigung ist die Zusatzbelastung im Verhältnis zum Ist-Zustand als unerheblich einzustufen; angesichts der vermutlich hohen Vorbelastung und der Möglichkeit synergistischer Wechselwirkungen zwischen konventionellen Luftverunreinigungen und Radioaktivität erhält auch diese für sich genommen geringe Zusatzbelastung ihr Gewicht.

Beim Schutzgut "Tiere und Pflanzen" stehen derzeit die vorhabenbedingten Eingriffe in Natur und Landschaft im Mittelpunkt der Bewertung.

Als solche wurden vorhabenbedingte Veränderungen von Grundflächen und Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes klassifiziert. Auslösende Wirkfaktoren sind die Haufwerksverbringung und der Bau von Straßen und Gebäuden. Dabei erscheint der mit der Haufwerksverbringung verbundene Eingriff grundsätzlich nicht ausgleichbar, während die Versiegelungsmaßnahmen wegen eines fehlenden, alle Versiegelungsmaßnahmen umfassenden landschaftspflegerischen Begleitplanes als nicht ausgeglichen aufgefaßt werden. Der Gutachter fordert in diesem Zusammenhang eine zusätzliche floristische und faunistische Bestandaufnahme

auf den betroffenen Flächen, bzw. die Erstellung eines vollständigen landschaftspflegerischen Begleitplan.

Eine Wirkung vorhabenbedingter Radioaktivität (Niedrigdosisbereich) auf Tiere und Pflanzen ist zwar nicht auszuschließen, jedoch lassen sich die vorhandenen Forschungsergebnisse nicht soweit verdichten, daß hieraus die Forderung nach einer zusätzlichen Bestandserhebung zu rechtfertigen wäre.

Die Wirkungen der vorhabenbedingten Haufwerksverbringung auf das Schutzgut "Boden" werden vom Gutachter als nicht ausgleichbarer Eingriff in Natur und Landschaft gewertet.

Beeinträchtigungen des Schutzgutes "Boden" durch vorhabenbedingte Radioaktivität können wegen fehlender geeigneter gesetzlicher Maßstäbe nicht bewertet werden. Wohl aber wird es über den Boden zu Belastungen des Menschen kommen, die allerdings im Rahmen der Betrachtung des Schutzgutes "Menschen" gewürdigt wurde.

Auch für das Schutzgut "Wasser" gilt, daß die Auswirkungen von Radioaktivität über den Luftpfad und den Wasserpfad nur im Zusammenhang mit dem Schutzgut "Mensch" bewertet werden können. Erhebliche Auswirkungen werden außerdem durch die Ablagerung von Haufwerk auf dem Tagebau Haverlahwiese sowie durch konventionelles Abwasser, insbesondere durch die hohe Salzfracht, erwartet.

Für die Schutzgüter "Klima" und "Luft" konnte der Gutachter auf der Basis der ihm zur Verfügung stehenden Unterlagen keine erheblichen Beeinträchtigungen feststellen.

Flächenversiegelungen und Umwidmungen, die durch die Verkehrsanbindung sowie durch die Errichtung der Anlage selbst bedingt sind, führen zu erheblichen Beeinträchtigungen des Schutzgutes "Landschaft" (Landschaftsbild). Das Gleiche gilt für den Sichtbereich des Tagebaus Haverlahwiese, dessen Landschaftsbild durch das Abkippen von Haufwerk in hohem Maße beeinträchtigt wird.

Bei den "Kultur- und sonstigen Sachgütern" steht die Beeinträchtigung und des Erzvorkommens Gifhorner Trog im Mittelpunkt. Auch die Erschließung bzw! ein Abbau des Eisenerzvorkommens im gesamten Gifhorner Trog wird aus Sicherheitsüberlegungen in Zukunft erheblichen Einschränkungen unterliegen. Die mit einer Planungsrealisierung verbundenen Umarbeitungen der Förderanlage Schacht Konrad 1 gefährden diese als Kulturdenkmal.

Tab. 8.3-4: Wirkungsanalyse und Bewertung, Schutzgut Mensch

Umweltbereich	Wirkfaktor	Klassifizierung nach der Wirkungsanalyse	nur bei erheblichen Beeinträchtigungen: räumlicher Wirkungsbereich	Bewertungsmaßstäbe	Umweltqualität i.S.d. Bewertungsmaßstabes		Anmerkungen
					erreicht	nicht erreicht	
Mensch (8.3.1)	* Konv. Luftverunreinigungen (8.3.1.1)	Kenntnislücke nicht entscheidungserheblich	---				- Immissionsvorbelastungsmessung wird aufgrund synerg. Wirkungen empfohlen
	* Radioaktivität (8.3.2.2) I. Luftpfad	Erhebliche Beeinträchtigung	- Normalbetrieb 5 km-Radius um Anlage - Stör- und Unfall 5 km-Radius an Stör-/Unfallort	- AtG - StrlSchV			- Grenzwerte als UQZ problematisch (s. Kasten) - Synergismen mit Schwermetallen (Pb, Cd), die teilweise die Grenzwerte überschreiten (s. 8.4.1.1)
	II. Wasserpfad	Unerhebliche Beeinträchtigung	---				- hohe Grundbelastung der Aue (Gewässergüte IV)
	III. Haufwerk	Kenntnislücke	---				
	* Haufwerk (unter Ausklammerung der Radioaktivität) (8.3.1.3)	Unerhebliche Beeinträchtigung	---				- wird behandelt unter Lärm (als hauptsächliche Emission)
	* Abfälle (8.3.1.4) I. Bauphase	Kenntnislücke	---				
	II. Betriebsphase	Unerhebliche Beeinträchtigung	---				
	* (8.3.1.5)	Unerhebliche Beeinträchtigung	---				
	* Lärm (8.3.1.6) I. anlagenbedingt	Erhebliche Beeinträchtigung	- 1 km-Radius um die Anlage	- BImSchG - TA-Lärm		X	- hohe Vorbelastung, Grenzwertüberschreitungen nachts (47,2 dB(A) in SZ Bleckenstedt)
	II. vorhabensbedingt	Kenntnislücke	---				
* Seismik/Tektonik (8.3.1.7)	Unerhebliche Beeinträchtigung	---					

Tab. 8.3-5: Wirkungsanalyse und Bewertung, Schutzgut Tiere und Pflanzen

Umweltbereich	Wirkfaktor	Klassifizierung nach der Wirkungsanalyse	nur bei erheblichen Beeinträchtigungen: räumlicher Wirkungsbereich	Bewertungsmaßstäbe	Umweltqualität i.S.d. Bewertungsmaßstabes		Anmerkungen
					erreicht	nicht erreicht	
Tiere und Pflanzen (8.3.2)	* konv. Luftverunreinigungen (8.3.2.1)	Kenntnislücke nicht entscheidungserheblich					
	* Radioaktivität (8.3.2.2) I. Luftpfad II. Wasserpfad III. Haufwerk	Kenntnislücke kein Anhaltspunkt für eine Entscheidungserheblichkeit					
	* Haufwerk (...) (8.3.2.3)	Erhebliche Beeinträchtigung	- Tagebau Haverlahwiese + 100 m-Saum als "additor. Einflußbereich"	- BNatSchG § 8 - NNatSchG § 7		X	- nicht ausgleichbarer Eingriff in Natur und Landschaft
	* Abfall (8.3.2.4)	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	* Abwasser (8.3.2.5)	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	* Lärm (8.3.2.6)	Kenntnislücke					
	* Seismik/Tektonik	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	+ zus. Wirkfaktoren auf Natur + Landschaft	Erhebliche Beeinträchtigung		- Versiegelungsfläche	- BNatSchG § 8 - NNatSchG § 7		X

Tab. 8.3-6: Wirkungsanalyse und Bewertung, Schutzgut Boden

Umweltbereich	Wirkfaktor	Klassifizierung nach der Wirkungsanalyse	nur bei erheblichen Beeinträchtigungen: räumlicher Wirkungsbereich	Bewertungsmaßstäbe	Umweltqualität i.S.d. Bewertungsmaßstabes		Anmerkungen
					erreicht	nicht erreicht	
Boden (8.3.3)	* Konv. Luftverunreinigung (8.3.3.1)	Kenntnislücke nicht entscheidungs-erheblich					
	* Radioaktivität (8.3.3.2) I. Luftpfad	Kenntnislücke					
	II. Wasserpfad	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	* Haufwerk (8.3.3.3) I. Flächeninanspruchnahme	Erhebliche Beeinträchtigung	- Tagebau Haverlahwiese	- BNatSchG § 8 - NNatSchG § 7		X	- nicht ausgleichbarer Eingriff in Natur und Landschaft
	II. Sickerwasser	Kenntnislücke					
	* Abwasser (8.3.3.4)	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	+ zus. Wirkfaktoren auf Natur + Landschaft	Unerhebliche Beeinträchtigung					

Tab. 8.3-7: Wirkungsanalyse und Bewertung, Schutzgut Wasser

Umweltbereich	Wirkfaktor	Klassifizierung nach der Wirkungsanalyse	nur bei erheblichen Beeinträchtigungen: räumlicher Wirkungsbereich	Bewertungsmaßstäbe	Umweltqualität i.S.d. Bewertungsmaßstabes		Anmerkungen
					erreicht	nicht erreicht	
Wasser (8.3.4)	* konv. Luftverunreinigung (8.3.4.1)	Kenntnislücke nicht entscheidungs-erheblich					
	* Radioaktivität (8.3.4.2)	Unerhebliche Beeinträchtigung					- Auewasser wird nicht als Trinkwasser genutzt - Überschwemmungen unwahrscheinlich
	* Haufwerk (8.3.4.3)	Erhebliche Beeinträchtigung	- Tagebau Haverlahwiese	- BNatSchG § 8 - NNatSchG § 7		X	
	* Abwasser (8.3.4.4)	Erhebliche Beeinträchtigung		- WHG § 7a		X	- wasserrechtliche Erlaubnis beantragt, aber noch nicht erhalten (Auflagen)
	* Seismik/Tektonik	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	+ zus. Wirkfaktoren auf Natur + Landschaft	Unerhebliche Beeinträchtigung					
Klima (8.3.5)	* konv. Luftverunreinigung (8.3.5.1)	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	* Radioaktivität (8.3.5.2)	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	* Haufwerk (8.3.5.3)			- BNatSchG § 8 - NNatSchG § 7		X	

Tab. 8.3-8: Wirkungsanalyse und Bewertung, Schutzgut Klima/Luft/Landschaft/Kultur- und sonstige Sachgüter

Umweltbereich	Wirkfaktor	Klassifizierung nach der Wirkungsanalyse	nur bei erheblichen Beeinträchtigungen: räumlicher Wirkungsbereich	Bewertungsmaßstäbe	Umweltqualität i.S.d. Bewertungsmaßstabes		Anmerkungen
					erreicht	nicht erreicht	
Luft (8.3.5)	* konv. Luftverunreinigung	Kenntnislücke, nicht entscheidungserhebl.					
	* Radioaktivität (siehe Mensch)	---					
	* Haufwerk	Kenntnislücke					
Landschaft (8.3.7)	* konv. Luftverunreinigung	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	* Radioaktivität	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	* Haufwerk	Erhebliche Beeinträchtigung	- Tagebau Haverlahwiese	- BNatSchG § 8 - NNatSchG § 7		X	- nicht ausgleichbarer Eingriff in Natur und Landschaft
	+ zusätzl. Wirkfaktoren auf Natur + Landschaft	Erhebliche Beeinträchtigung	- Gebiet der Erschließungsmaßnahmen	- BNatSchG § 8 - NNatSchG § 7		X	- kein landschaftspflegerischer Begleitplan erstellt
Kultur- und Sachgüter (8.3.8)	* konv. Luftverunreinigung	Unerhebliche Beeinträchtigung					
	+ zusätzl. Wirkfaktoren auf Kulturgüter (Denkmalschutz)	Erhebliche Beeinträchtigung	- Förderanlage Schacht Konrad 1	- NDenkSchG § 6 Abs. 2		X	
	+ zusätzl. Wirkfaktoren auf Kulturgüter (Erzlagerstätte)	Unerhebliche Beeinträchtigung	- Erzlagerstätte	- LROP	X		
	+ zusätzl. Wirkfaktoren auf Kulturgüter (Erzvorkommen)	Erhebliche Beeinträchtigung	- Erzlagerstätte (Gifhorner Trog)	- LROP		X	

8.4 Wirkungsanalyse und Bewertung (Nachbetriebsphase)

Nach den Vorgaben des UVPG müßte nach der Wirkungsanalyse der in der Bau- und Betriebsphase auftretenden Beeinträchtigungen der Schutzgüter der Umwelt in vergleichbarer Methodik eine Analyse der Wirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter in der Nachbetriebsphase vorgenommen werden.

In Kapitel 7 des Gutachtens wurde der Weg der Radionuklidenausbreitung in der Nachbetriebsphase von den eingelagerten Gebinden bis hin zu ihrem Wiedereintritt in die Biosphäre verfolgt. Damit sind die Wirkfaktoren, von denen auf lange Sicht Beeinträchtigungen der Schutzgüter der Umwelt ausgehen können, identifiziert. Eine vollständige Wirkungsanalyse erfordert jedoch, daß die Wirkfaktoren dem Ist-Zustand der Umwelt gegenübergestellt werden. Für die Bau- und Betriebsphase geschah dies, indem die Angaben zum Gebietssteckbrief (Kap. 5) mit den Wirkfaktoren (Kap. 6) verschnitten wurden. Die Ergebnisse wurden im vorangehenden Abschnitt 8.4 dargestellt. Für die Nachbetriebsphase kann nicht das gleiche methodische Vorgehen angewandt werden. Denn wir haben hier die Besonderheit, daß zwar Angaben über die Wirkfaktoren vorliegen, der Zustand der Schutzgüter der Umwelt zu dem Zeitpunkt, zu dem diese Wirkungen voraussichtlich auftreten werden, aber nicht bekannt ist. Denn zu betrachten wäre hier ja der Zustand der Umwelt zum Zeitpunkt des Wiedereintritts der Radionuklide in die Biosphäre, also in Hunderttausenden von Jahren. Gewöhnlich wird in Umweltverträglichkeitsprüfungen auch bei längerfristigen Wirkungen der Zustand vor Baubeginn des Vorhabens betrachtet. Gegebenenfalls können auch einzelne Parameter in ihrer zukünftigen Entwicklung prognostiziert werden.

Ein solches Vorgehen ist in unserem Fall nicht möglich. Der Zustand aller Schutzgüter der Umwelt zum Zeitpunkt des Wiedereintritts der Radionuklide in die Biosphäre wird sich so grundlegend vom Ist-Zustand 1992 unterscheiden, daß es sinnlos wäre, den jetzt vorgefundenen Ist-Zustand zum Ausgangspunkt einer Wirkungsanalyse zu machen. Es gibt keine Anhaltspunkte dafür, welche menschlichen Siedlungen in unserem Untersuchungsgebiet dann existieren werden, wie die Siedlungsdichte sein wird, welche Wirtschaftsstrukturen herrschen werden, welche Flora, welche Fauna zu dem Zeitpunkt im Untersuchungsgebiet anzutreffen sein wird oder welche Flüsse und Bachläufe das Gebiet durchziehen werden. Um einen Ausweg aus dieser methodischen Schwierigkeit zu finden, erwog der Gutachter, alternative Szenarien für denkbare Zustände der Umwelt zum Zeitpunkt des Wiedereintritts der

Radionuklide in die Biosphäre zu entwickeln. Dies hätte den Vorteil, daß alle Schritte der Wirkungsanalyse durchgeführt werden könnten und in Ergänzung zur Wirkungsanalyse Bau- und Betriebsphase eine vollständige Wirkungsanalyse für die Nachbetriebsphase vorgelegt werden könnte. Doch die Probleme auch dieser Vorgehensweise liegen auf der Hand:

Anders als bei der Szenarioentwicklung für einen begrenzten, historisch überschaubaren Zeitraum, fehlen dem Gutachter die Kriterien und Parameter dafür, wie ein realistisches Szenario beschaffen sein sollte. Vor allem fehlen Kriterien zur Plausibilitätsprüfung der zugrunde liegenden Annahmen.

Angesichts dieser methodischen Schwierigkeit entschied sich der Gutachter für einen anderen Weg. Er geht von der einen Grundannahme aus, daß zum Zeitpunkt des Wiedereintritts der Radionuklide in die Atmosphäre Menschen im UVP-Untersuchungsgebiet (das für diesen Betrachtungszeitraum dem hydrogeologischen Modellgebiet entspricht) leben werden.

Der Gutachter beschreibt deshalb in diesem Abschnitt lediglich die Radionuklid- ausbreitung in der Biosphäre und die Wirkungen auf den Menschen. Dabei wird der einzelne Mensch betrachtet. Es ist klar, daß die tatsächlichen Auswirkungen des Vorhabens in der Langzeitphase davon abhängig sind, wieviele Menschen zum Zeitpunkt des Wiedereintritts der Radionuklide in die Biosphäre im Untersuchungsgebiet siedeln. Genauso sind natürlich alle anderen Auswirkungen auf Schutzgüter davon abhängig, wie diese dann beschaffen sein werden. Da zu diesen Fragen keine Annahmen getroffen werden sollen, fehlt der Wirkungsanalyse der letzte Schritt. Um es noch einmal ganz deutlich zu sagen: Die Wirkungsanalyse schließt ab mit der Darstellung der Auswirkungen von Radionukliden auf Referenzpersonen.

Auch wenn die Wirkungsanalyse an diesem Punkt abbrechen muß, so ist die Genehmigungsbehörde nicht von der Pflicht entbunden, im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung eine Bewertung der zu erwartenden Auswirkungen des Vorhabens in der Langzeitphase vorzunehmen. Fehlende Kenntnisse und fehlende Prognostizierbarkeit können jedoch nicht dazu führen, daß die Auswirkungen des Vorhabens in der Langzeitphase in der Gesamtbewertung ein geringeres Gewicht erhalten als jene während der Betriebsphase. Methodisch sind die beiden Bewertungen für die Bau- und Betriebsphase und die Langzeitphase nicht kompatibel und können es aus den erwähnten Gründen auch nicht sein. Gleichwohl müssen die Er-

kenntnisse über die Auswirkungen in der Langzeitphase in angemessener Weise in die Gesamtbewertung eingehen.

8.4.1 Radionuklidausbreitung in der Biosphäre und Wirkungen auf den Menschen

Die radioaktive Kontamination des quartären Grundwassers durch die Ausbreitung der Radionuklide in der Geosphäre führt zu einer Ausbreitung der Nuklide in der Biosphäre und verursacht damit eine Strahlenexposition der Bevölkerung zukünftiger Generationen. Aus den maximalen Konzentrationswerten der Radionuklide im oberflächennahen Grundwasser, welche unter Anwendung der Programme für die Radionuklidausbreitung im Deckgebirge berechnet wurden, wurden Strahlenexpositionen bestimmt.

Die Ergebnisse in EU 076.1 (Kap. 6 und Kap. 7.4.3) wurden auf der Basis des damaligen Standes der Modellrechnungen zur Radionuklidausbreitung im Deckgebirge und der damals geltenden Strahlenschutzverordnung berechnet. Berücksichtigt wurden die Ausbreitungswege Szenario Ia (Unterkreide) und Ib (Oxford). Da bei Szenario Ic (Cornbrash) geringere Nuklidkonzentrationen im quartären Grundwasser auftraten, wurden über die Strahlenexpositionen für diesen Ausbreitungsweg keine Angaben gemacht. EU 276 und 277 enthalten die Ergebnisse auf dem Stand der Strahlenschutzverordnung vom 01.07.1988 basierend auf den Ergebnissen der Modellrechnungen in EU 76.1. Die genannten Ergebnisse sind mittlerweile überholt. In EU 353 wurden die Ergebnisse der neueren Modellrechnungen, die in EU 396 zusammengefaßt sind, und der Stand der Strahlenschutzverordnung von 1989 berücksichtigt, so daß diese Ergebnisse als aktuell zu betrachten sind. EU 414 enthält die Ergebnisse zur Strahlenexposition, die sich aus der Nuklidausbreitung über Tiefbohrungen und Schächte ergeben.

Nach EU 353 wurden folgende Expositionspfade berücksichtigt:

1. Ingestion von radioaktiv-kontaminiertem Trinkwasser
2. Ingestion von Pflanzen, die mit radioaktiv-kontaminiertem Grundwasser beregnet wurden
3. Ingestion von Milch und Fleisch von Tieren, die mit radioaktiv-kontaminiertem Wasser getränkt wurden

4. Ingestion von Milch und Fleisch von Tieren, deren Futter mit radioaktiv-kontaminiertem Wasser beregnet wurde
5. Ingestion von Fisch, der aus grundwassergespeisten Gewässern stammt
6. Externe Exposition durch Aufenthalt auf mit radioaktiv-kontaminiertem Wasser beregneten Flächen.

Zu 1.:

Es wird angenommen, daß das Trinkwasser direkt aus dem Grundwasser entnommen und ohne Aufbereitung verwendet wird.

Zu 2.:

Es wird zwischen Weidegras, Blattgemüse und sonstigen pflanzlichen Produkten unterschieden. Die Kontamination der Pflanzen ergibt sich durch die Beregnung (künstliche Bewässerung) und erfolgt durch Aufnahme über das Blattwerk und das Wurzelwerk.

Blattwerk

Die Aufnahme über das Blattwerk wird unter Berücksichtigung der Beregnungsrate, der Wachstumszeit der Pflanzen, der anteiligen Nuklidablagerung auf den Pflanzen, des Ernteertrages, der Abwitterungsrate und der Rate des radioaktiven Zerfalls berechnet.

Wurzelwerk

"Die Radionuklidaufnahme durch das Wurzelwerk wird ... aus der Kontamination des Bodens und der nuklidspezifischen Transferfaktoren Boden-Pflanze berechnet. Die Aktivität des Bodens ergibt sich aus der jährlichen Aktivitätszufuhr mit dem Beregnungswasser einerseits und der Aktivitätsabnahme durch radioaktiven Zerfall und Auswaschung der Radionuklide in tiefere Bodenschichten andererseits" (EU 353).

Bei der Berechnung der Strahlenexposition durch die Radionuklide der vier Zerfallsketten ist die Entstehung von Tochternukliden im Boden zu berücksichtigen. Für die jeweiligen Mutternuklide wird eine Akkumulationszeit im Boden von 10^5 Jahren angenommen. Dies entspricht in etwa der Peakbreite der auftretenden Aktivitätskonzentrationsmaxima im Grundwasser.

Zu 3. und 4.:

Durch die mit dem Tränkwasser und dem Futter aufgenommene Aktivität ergibt sich eine entsprechende Belastung für tierische Nahrungsmittel (Milch und Fleisch). Die Aktivitätskonzentrationen der Nahrungsmittel ergeben sich als Produkt der

Aktivitätskonzentrationen des Tränkwassers bzw. -futters und der elementspezifischen Transferfaktoren für Futter/Milch bzw. Futter/Fleisch unter Berücksichtigung der täglich aufgenommenen Futter- und Tränkwassermenge.

Zu 5.:

Es wird angenommen, daß der gesamte verzehrte Fisch "in Grundwasser gespeisten Teichen erzeugt wird, deren Wasser die gleiche Kontamination aufweist wie das Grundwasser" (EU 353). Die Aktivitätskonzentrationen im Fisch werden unter Berücksichtigung der elementspezifischen Konzentrationsfaktoren Wasser/Fisch berechnet.

Zur Berechnung der Strahlenexposition durch C 14 wird nach EU 76.1 konservativ angenommen, daß dieses als $^{14}\text{CO}_2$ im Wasser vorliegt. Durch die Photosynthese gelangt CO_2 in den Stoffwechsel von Pflanzen und durch deren Verfütterung in den Stoffwechsel von Tieren. Es wird angenommen, daß der Isotopeneffekt von C 14 gegenüber C 12 dabei zu vernachlässigen ist. Die Aufnahme von $^{14}\text{CO}_2$ durch Tränkwasser wird nicht berücksichtigt, da CO_2 von tierischen Organismen nicht zu organischen Kohlenstoffverbindungen umgesetzt werden kann.

Die Strahlenexpositionen, die sich aufgrund der in Pkt. 1 bis 5 erwähnten Sachverhalte ergeben, werden aus den Aktivitätskonzentrationen der zugeführten Nahrung unter Berücksichtigung der in der Strahlenschutzverordnung angenommenen Verzehr rates und den Ingestionsdosisfaktoren, welche radionuklid- und organspezifisch sind, für Erwachsene und Kleinkinder (Kinder bis zu 1 Jahr) berechnet.

Zusätzlich ergibt sich eine Belastung, die durch den Aufenthalt auf mit radioaktivkontaminiertem Wasser beregneten Flächen verursacht wird. Diese wird aus den Aktivitätskonzentrationen im Boden, der Dichte des Bodens, der jährlichen Aufenthaltszeit auf den genannten Flächen und den nuklidspezifischen Dosisleistungsfaktoren für Bodenstrahlung unter Berücksichtigung der Selbstabschirmung des Bodens berechnet.

Unter Berücksichtigung der o.g. Expositionspfade wurden nuklidspezifische Strahlenexpositionen für eine Reihe von Organen berechnet. Mittels der in der Strahlenschutzverordnung angegebenen Wichtungsfaktoren für einzelne Organe wurden aus diesen Werten nuklidspezifische effektive Äquivalenzdosen bestimmt.

Ergebnisse:EU 353

In EU 353 sind die Strahlenexpositionen, die sich aus einer Nuklid- ausbreitung im Deckgebirge über die Wege "Unterkreide" (Szenario Ia) und "Oxford" (Szenario Ib) ergeben, zusammengefaßt. Die am höchsten belasteten Organe sind Schilddrüse und Knochen. Die Belastung der Schilddrüse wird hauptsächlich durch I 129, die der Knochen durch Ra 226 hervorgerufen. In Tab. 8.5-1 sind die Werte für die wichtigsten Belastungen zusammengefaßt. Als wichtigster Expositionspfad wird die Berechnung genannt.

Tab. 8.5-1: Strahlenexposition, die sich aus der Radionuklid- ausbreitung im Deckgebirge ergibt

Angaben in Sv/a	Unterkreide		Oxford		
Organ/Nuklid	Erwachsene	Kinder	Erwachsene	Kleinkinder	Grenzwert
Schilddrüse I 129	$9 \cdot 10^{-5}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$
Knochenoberfläche Ra 226	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$18 \cdot 10^{-4}$
U 234	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-5}$	
U 238	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$7,3 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	
Pb 210	$5,2 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$6,4 \cdot 10^{-5}$	
Leber Pb 210	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$6,8 \cdot 10^{-6}$	$4,4 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$

Quelle: eigene Zusammenstellung

EU 414

EU 414 enthält die Ergebnisse zur Berechnung der Strahlenexpositionen, die sich aus der Nuklid- ausbreitung über Tiefbohrungen und Schächte ergeben. Die Berechnungen wurden für die Referenzfälle "Tiefbohrung" (R 34) und "Schachtverschluß" (R 35) sowie jeweils einen Variationsfall (R 16 als Variationsfall zu R 34 und R 38 als Variationsfall zu R 35) durchgeführt. Die Angaben über die Aktivitätskonzentration im quartären Grundwasser wurden EU 339 entnommen. Laut pers. Mitteilung von seiten des TÜV ist Rechenfall 38 nicht mehr aktuell, so daß die Resultate dieses Rechenfalles hier nicht diskutiert werden. Wie in EU 353 wurden nuklid- und organspezifische Strahlenexpositionen sowie nuklidspezifische effektive Äquivalenzdosen berechnet. Zur Verdeutlichung der Ergebnisse wurden darüberhinaus für jedes Organ die Summe über alle Radionuklide gebildet. Nicht berücksichtigt dabei wur-

den die unterschiedlichen Zeitpunkte des Auftretens der einzelnen Konzentrationsmaxima im quartären Grundwasser. Da jedoch "der größte Anteil an der Strahlenexposition für ein einzelnes Organ meistens nur durch ein Radionuklid verursacht wird, ... erlaubte das genannte Verfahren eine gute Abschätzung der ermittelten Resultate" (EU 414).

Bei den Referenzfällen "Tiefbohrungen" und "Schachtverschluß" treten keine Überschreitungen der in der Strahlenschutzverordnung angegebenen Grenzwerte auf. Für den Referenzfall "Schachtverschluß" (R 35) liegen die nuklidspezifischen Werte für die Strahlenexpositionen deutlich unterhalb der zulässigen Grenzwerte. Allerdings tritt das Konzentrationsmaximum für I 129, Cl 36 und Ca 41 erheblich früher auf als bei den Ausbreitungsszenarien "Unterkreide" und "Oxford" (s. Abb. 7.2, 7.3 und 7.4).

Noch niedrigere Werte für die Strahlenexpositionen werden für den Referenzfall "Tiefbohrungen" (R 34) angegeben.

Wie bei der Radionuklidenausbreitung über den Weg Unterkreide und Oxford wurden auch bei der Ausbreitung über Tiefbohrungen und Schachtverschluß die stärksten Belastungen durch Ra 226 und I 129 verursacht. Die höchsten Werte traten dabei bei der Strahlenexposition von Kleinkindern im Referenzfall "Schachtverschluß" auf: $1,55 \cdot 10^{-5}$ Sv/a Strahlenexposition der Schilddrüse durch I 129 und $5,58 \cdot 10^{-6}$ Sv/a Strahlenexposition der Knochenoberfläche durch Ra 226.

Im Variationsfall R 16 zum Referenzfall "Tiefbohrungen" kommt es zu erheblichen Überschreitungen der Grenzwerte. Tab. 8.5-2 a und b zeigt die über alle Nuklide addierten Expositionen für einzelne Organe. Dabei werden die Grenzwertüberschreitungen zum größten Teil durch die Belastungen eines Organs durch nur ein Nuklid verursacht. Beispiel: Belastung der Knochenoberfläche durch Ra 226 ($3,72 \cdot 10^{-3}$ Sv/a), des roten Knochenmarks durch Ra 226 ($3,3 \cdot 10^{-4}$ Sv/a) und der Schilddrüse durch I 129 ($4,69 \cdot 10^{-3}$ Sv/a). Die angegebenen Werte gelten für Erwachsene. Für Kleinkinder wurden ähnliche Resultate gefunden. Von den Spalt- und Aktivierungsprodukten, welche als erste das quartäre Grundwasser erreichen, ist neben I 129 Se 79 von Bedeutung, insbesondere für die Strahlenexposition von Kleinkindern (effektive Äquivalentdosis für Erwachsene; $2,22 \cdot 10^{-5}$ Sv/a bzw. für Kleinkinder $6,35 \cdot 10^{-5}$ Sv/a; Grenzwert: $3 \cdot 10^{-4}$ Sv/a).

Stellungnahme des TÜV:

Gegen die Vorgehensweise des Antragstellers, wie im Plan des Antragstellers und in EU 277 dargelegt, wurden von Seiten des TÜV keine Einwände erhoben. Die Dosisberechnungen des Antragstellers wurden nachvollzogen. Die Resultate entsprechen von geringen Abweichungen abgesehen denen des Antragstellers.

Der Gutachter:

Über folgende in den Unterlagen beschriebene Sachverhalte besteht Unklarheit:

1. Für die Anreicherung der Nuklide im Boden infolge Beregnung wurde eine Akkumulationszeit von 10^5 Jahre angenommen, die laut Unterlagen der Peakbreite der Aktivitätskonzentrationsmaxima im Grundwasser entspricht. Der Begriff "Peakbreite" wurde nicht näher definiert. Versteht man darunter - wie allgemein üblich - die Halbwertsbreite des Aktivitätskonzentrationspeaks, so ist der Zeitraum von 10^5 Jahren zu niedrig angesetzt, da die entsprechenden Werte für die Aktivitätskonzentrationspeaks der Aktiniden im Fall der Ausbreitung über die Unterkreide in der Größenordnung 10^7 Jahre und im Fall der Ausbreitung über das Oxford in der Größenordnung 10^6 Jahre liegen (ersichtlich aus den Tabellen in EU 396).
2. Nicht nachvollziehbar ist, inwieweit bei der Berechnung der nuklidspezifischen Strahlenexpositionen für einzelne Organe die Entstehung von Tochternukliden der vier Zerfallsreihen im Boden berücksichtigt wurde. So wird z.B. für Ra 226 eine effektive Äquivalentdosis für Kleinkinder von $1,2 \cdot 10^{-6}$ Sv/a (Unterkreide) bzw. $2,7 \cdot 10^{-5}$ Sv/a (Oxford) angegeben. Andererseits tritt Ra 226 als Tochternuklid in der Zerfallsreihe von U 234 auf, woraus sich eine effektive Äquivalentdosis für Kleinkinder von $5,7 \cdot 10^{-7}$ bzw. $1,3 \cdot 10^{-7}$ Sv/a ergibt, die nach Ansicht des Gutachters zu der o.g. effektiven Äquivalentdosis zu addieren ist. Infolge dessen ist der in Tab. 8.5-1 angegebene Wert für die Strahlenexposition der Knochenoberfläche zu niedrig, da hier Ra 226 als Tochternuklid von U 234 nicht berücksichtigt wurde.
3. Aus den Angaben in EU 414 geht nicht hervor, inwieweit die Bildung von Tochternukliden im Boden bei der Berechnung der Strahlenexposition aufgrund der Nuklid Ausbreitung über Tiefbohrungen und Schächte berücksichtigt wurden.

Bei der Berechnung der Strahlenexpositionen wurde eine Ausbreitung der Nuklide in der Biosphäre über die Pfade Trinkwasser, Beregnungswasser-Pflanze, Beregnungswasser-Pflanze-Fleisch/Milch, Wasser-Fisch sowie Aufenthalt auf kontaminierten Fläche berücksichtigt. Nicht berücksichtigt wurden eine mögliche Strahlenexpositionen des Menschen durch Inhalation von Stäuben aus kontaminierten Böden und von gasförmigen Nukliden (Wiborg 1992).

So entsteht beim Zerfall von Ra 226, einem Tochternuklid in der Zerfallsreihe von U 238, gasförmiges Rn 222 mit einer Halbwertszeit von 3,8 Tagen. Eine gesundheitliche Gefährdung ist bereits aufgrund der natürlichen Radonbelastung gegeben. Einerseits wird Radon durch Diffusion und Konvektion aus dem Boden freigesetzt und je nach Windverhältnissen in höhere Luftschichten verteilt. Durch Regen findet eine Auswaschung und damit ein Transport zur Erdoberfläche statt. Andererseits dringt Radon aus dem Boden durch Risse und Undichtigkeiten im Fundament und im Kellerbereich in Gebäude ein, woraus eine erhöhte Radonkonzentration in geschlossenen Räumen resultiert (Lengfelder 1990). Die Zahl der jährlichen Todesfälle durch Lungenkrebs infolge Radonbelastung in den USA wird auf 5.000 bis 20.000 geschätzt (Kerr 1988). Es sollte daher geklärt werden, in welchem Maße die Akkumulation von Nukliden der Zerfallsreihe von U 238 im Boden zu einer Radonbelastung führen wird.

Auf der Basis der in den Unterlagen angegebenen Daten wertet der Gutachter die Ausbreitung der Radionuklide in der Biosphäre wie folgt:

Bei den Ausbreitungspfaden über Urterkreide und Oxford treten Grenzüberschreitungen nach der heute geltenden Strahlenschutzverordnung nicht auf. Einige Werte reichen jedoch recht nah an die Grenzwerte heran (Belastung der Schilddrüse durch I 129 und Belastung der Knochenoberfläche durch Ra 226).

Grundlage der Berechnungen der Strahlenexpositionen sind die maximalen Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide im oberflächennahen Grundwasser. Da diese Werte durch Modellrechnungen mit bezug auf große Zeiträume berechnet wurden, sind die Ergebnisse naturgemäß mit einer gewissen Unsicherheit behaftet (s. Kap. 7.8). Ferner ist die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß die Grenzwerte der heute geltenden StrlSchV zu hoch liegen und später noch einmal korrigiert werden (s. Kap. 3.4.3.5). Eine weitere Unsicherheit besteht weiterhin darin, daß die in der StrlSchV unterstellten Ernährungs- und Lebensgewohnheiten auf heutige Verhältnisse zugeschnitten sind. Inwieweit sich diese in der Zukunft ändern werden, entzieht sich unserer Beurteilung. Gleiches gilt für die Methoden der Landwirtschaft, z.B. die Bewässerung, die wiederum klimaabhängig ist. Vor diesem Hintergrund sind die Strahlenexpositionen für die Nuklide I 129 und Ra 226 als kritisch zu betrachten.

Hinsichtlich der Relevanz der Rechenfälle zur Radionuklidenausbreitung über Tiefbohrungen und den Schacht "Konrad 1" liegt eine abschließende Stellungnahme zum

jetzigen Zeitpunkt noch nicht vor (s. Kap. 7.3.1.4, 7.3.3.3). Eine Bewertung der Strahlenexpositionen, die durch diese Ausbreitungspfade verursacht werden, kann daher zur Zeit nur unter Vorbehalt erfolgen:

Die Strahlenexpositionen, die auf der Grundlage der Referenzfälle berechnet wurden, liegen deutlich unterhalb der Grenzwerte. Im Variationsfall R 16 zum Referenzfall Tiefbohrungen kommt es jedoch zu erheblichen Überschreitungen der Grenzwerte. Dieser Rechenfall wird vom Gutachter vorerst als relevant im Sinne einer konservativen Grenzwertbetrachtung bewertet (s. Kap. 7.3.1.4, Kap. 7.3.3.3). Aufgrund der fehlenden Quantifizierung der Unsicherheiten, mit welcher die Modellberechnungen behaftet sind, kann keine Aussage darüber getroffen werden, wie hoch die Wahrscheinlichkeit dieses Rechenfalls ist. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, daß die Radionuklidausbreitung über Tiefbohrungen zu einer Strahlenexposition des Menschen führt, die aus heutiger Sicht als gesundheitliche Gefährdung zu betrachten ist. Darüberhinaus treten Aktivitätskonzentrationsmaxima in diesem Fall erheblich früher auf als bei der Ausbreitung über Unterkreide und Oxford.

Keine Angaben zur Strahlenexposition werden über die Variationsfälle R 47 (Tiefbohrung) und R 49 (Schachtverschluß) gemacht. Die Aktivitätskonzentrationsmaxima für I 129 und Ra 226 im Rechenfall 47 für den Austrittsort mit der ungünstigsten Exposition sind ca. um den Faktor 2 niedriger als die entsprechenden Werte für den Referenzfall R 34 (s. Kap. 7.3.1.4, 7.3.3.3), d.h. auch die Werte für die Strahlenexpositionen werden um diesen Faktor niedriger liegen. Im Rechenfall 49 liegen die maximalen Aktivitätskonzentrationen wesentlich niedriger als im entsprechenden Referenzfall R 35 (s. Kap. 7.3.3.4). Eine Gefährdung infolge der Ausbreitung über den Schacht "Konrad 1" ist daher nicht zu erwarten.

Tab. 8.5-2a: Summierte Strahlenexposition für Erwachsene im Rechenfall 16

Organ	A	B	C	C
Blase	7.94E-05	9.00E-04	8.82E+00	8.82
Brust	8.00E-05	9.00E-04	8.89E+00	8.89
Oberer Dickdarm	1.04E-04	9.00E-04	1.16E+01	11.59
Unterer Dickdarm	1.59E-04	9.00E-04	1.77E+01	17.66
Dünndarm	8.40E-05	9.00E-04	9.33E+00	9.33
Gehirn	7.94E-05	9.00E-04	8.82E+00	8.82
Haut	8.00E-05	1.80E-03	4.45E+00	4.45
Hoden	8.10E-05	3.00E-04	2.70E+01	27.01
Knochenoberfläche	6.10E-03	1.80E-03	3.39E+02	338.78
Leber	3.63E-04	9.00E-04	4.03E+01	40.28
Lunge	7.94E-05	9.00E-04	8.83E+00	8.83
Magen	9.31E-05	9.00E-04	1.03E+01	10.34
Milz	1.17E-04	9.00E-04	1.30E+01	12.97
Nebennieren	7.93E-05	9.00E-04	8.81E+00	8.81
Nieren	4.91E-04	9.00E-04	5.46E+01	54.59
Ovarien	8.11E-05	3.00E-04	2.70E+01	27.03
Pankreas	1.07E-04	9.00E-04	1.19E+01	11.90
Rotes Knochenmark	5.27E-04	3.00E-04	1.76E+02	175.60
Schilddrüse	4.77E-03	9.00E-04	5.30E+02	529.91
Thymus	7.98E-05	9.00E-04	8.87E+00	8.87
Uterus	7.94E-05	3.00E-04	2.65E+01	26.45
Eff. Äquivalentdosis	5.15E-04	3.00E-04	1.72E+02	171.61

- A: Über alle Radionuklide summierte Strahlenexposition in Sv/a. Zugrunde gelegt wird die maximale Strahlenexposition für jedes betrachtete Radionuklid, ohne Berücksichtigung der verschiedenen Zeitpunkte für das Auftreten des jeweiligen Maximums.
- B: Grenzwert der Strahlenexposition in Sv/a nach § 45 StrlSchV
- C: Prozentualer Anteil der summierten Strahlenexposition am Grenzwert

Quelle: Tab. 14 in EU 414

Tab. 8.5-2b: Summierte Strahlenexposition für Kleinkinder im Rechenfall 16

Organ	A	B	C	C
Blase	1.05E-04	9.00E-04	1.17E+01	11.66
Brust	1.06E-04	9.00E-04	1.18E+01	11.77
Oberer Dickdarm	1.31E-04	9.00E-04	1.46E+01	14.58
Unterer Dickdarm	1.89E-04	9.00E-04	2.10E+01	20.95
Dünndarm	1.09E-04	9.00E-04	1.21E+01	12.13
Gehirn	3.48E-05	9.00E-04	3.87E+00	3.87
Haut	1.06E-04	1.80E-03	5.88E+00	5.88
Hoden	1.08E-04	3.00E-04	3.61E+01	36.14
Knochenoberfläche	5.59E-03	1.80E-03	3.11E+02	310.65
Leber	3.53E-04	9.00E-04	3.92E+01	39.21
Lunge	1.06E-04	9.00E-04	1.17E+01	11.72
Magen	1.19E-04	9.00E-04	1.33E+01	13.25
Milz	2.06E-04	9.00E-04	2.29E+01	22.86
Nebennieren	1.11E-04	9.00E-04	1.23E+01	12.31
Nieren	5.36E-04	9.00E-04	5.95E+01	59.53
Ovarien	1.07E-04	3.00E-04	3.56E+01	35.62
Pankreas	2.37E-04	9.00E-04	2.63E+01	26.33
Rotes Knochenmark	6.99E-04	3.00E-04	2.33E+02	232.96
Schilddrüse	3.59E-03	9.00E-04	3.98E+02	398.43
Thymus	1.13E-04	9.00E-04	1.25E+01	12.51
Uterus	1.06E-04	3.00E-04	3.52E+01	35.21
Eff. Äquivalentdosis	5.20E-04	3.00E-04	1.73E+02	173.19

- A: Über alle Radionuklide summierte Strahlenexposition in Sv/a. Zugrunde gelegt wird die maximale Strahlenexposition für jedes betrachtete Radionuklid, ohne Berücksichtigung der verschiedenen Zeitpunkte für das Auftreten der jeweiligen Maxima.
- B: Grenzwert der Strahlenexposition in Sv/a nach § 45 StrlSchV
- C: Prozentualer Anteil der summierten Strahlenexposition am Grenzwert

Quelle: Tab. 18 in EU 414

8.4.2 Ausbreitung chemotoxischer Stoffe in der Biosphäre

Wie in Kap. 7.3.5 dargelegt, weisen die endzulagernden Abfälle neben ihrer Radioaktivität eine gewisse Chemotoxizität auf. Organische chemotoxische Stoffe stellen aufgrund chemischer und u.U. auch radiolytischer Abbaureaktionen ein vernachlässigbares Gefährdungspotential aus. Ebenso kann bei der Ausbreitung der anorganischen chemotoxischen Stoffe im oberflächennahen Grundwasser ein Überschreiten der heute geltenden Grenzwerte für Trinkwasser ausgeschlossen werden.

8.4.3 Bewertung

Eine vollständige Wirkungsanalyse des Vorhabens in der Nachbetriebsphase ist aufgrund der Länge des betrachteten Zeitraumes nicht möglich. Die Analyse beschränkt sich daher auf die Auswirkungen der Strahlenexpositionen auf den Menschen, welche durch die Ausbreitung der radioaktiven Abfälle aus dem Endlager in die Geosphäre und den Transport in oberflächennahe Schichten verursacht werden.

Als zeitliche Grenze der Nachbetriebsphase betrachtet der Gutachter den Zeitpunkt, zu dem die Ausbreitung von Radionukliden in der Biosphäre weitgehend abgeklungen ist oder mindestens das Maximum der Strahlenexpositionen erfaßt wird. Der Gutachter geht davon aus, daß das Untersuchungsgebiet in diesem Zeitraum bewohnt sein wird. Eine Prognose über die Siedlungsdichte zu stellen, hält der Gutachter nicht für sinnvoll, andererseits ist eine Dichte auf dem heutigen Stand nicht auszuschließen. Die Bevölkerungsdichte könnte aber auch wesentlich höher liegen.

Grundlage für die Bewertung des Wirkungsfaktors Strahlenexposition auf das Schutzgut Mensch stellen die Modellrechnungen zur Radionuklidausbreitung in der Geosphäre (Kap. 7.3) sowie die sich daran anschließenden Berechnungen des Antragstellers auf der Basis der StrlSchV (Stand 1989) dar. Eine Radionuklidausbreitung ist über natürliche Grundwasserwege und vom Menschen geschaffene Pfade (Tiefbohrungen und Schächte) möglich. Zur Berechnung der Strahlenexpositionen infolge der Kontamination des oberflächennahen Grundwassers werden Referenzmenschen betrachtet, deren unterstellte Ernährungs- und Lebensgewohnheiten auf heutige Verhältnisse zugeschnitten sind. Eine Prognose darüber, inwieweit sich die Physis und die genannten Gewohnheiten des Menschen ändern werden, kann nicht gegeben werden.

Unter den beschriebenen Voraussetzungen läßt sich prognostizieren, daß bei einer Ausbreitung über natürliche Grundwasserwege Strahlenbelastungen des Menschen erreicht werden, die nahe an die Grenzwerte der heute geltenden StrlSchV heranreichen (siehe Tab. 8.5-1). Die Ergebnisse der Modellrechnungen zur Ausbreitung über die natürlichen Grundwasserwege sind in Anbetracht der großen Zeiträume mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Der Antragsteller hat nicht alle Ausbreitungsmöglichkeiten betrachtet, sondern einige ausgewählte Strömungswege, deren Laufzeiten stets ca. 300.000 Jahre betragen. Die mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit auftretenden Wege mit kürzeren Laufzeiten, welche ein anderes Szenario der Kontamination des oberflächennahen Grundwassers liefern würden, wurden nicht berücksichtigt. Beachtet man außerdem die Möglichkeit, daß die Grenzwerte der heute geltenden StrlSchV zu hoch liegen und in der Zukunft nach unten korrigiert werden, so ist auf jeden Fall mit einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit zu rechnen.

Bei der Ausbreitung über künstlich geschaffene Pfade kommt es bei der Betrachtung pessimistischerer Rechenfälle (dies betrifft die Nuklidausbreitung über Tiefbohrungen, siehe Rechenfall 16 in Kap. 7.3.3.3) zu erheblichen Überschreitungen der heute geltenden Grenzwerte (siehe Tab. 8.5-2). Dieser Rechenfall wird vom Gutachter als relevant betrachtet im Sinne einer konservativen Grenzwertbetrachtung. Da die Wahrscheinlichkeit dieses ungünstigen Szenarios unbekannt ist, kann eine erhebliche Gefährdung des Menschen durch den Ausbreitungspfad Tiefbohrungen nicht ausgeschlossen werden.

Es hat sich also gezeigt, daß die Modellrechnungen - bei Betrachtung des gesamten Zeitraumes der Nuklidausbreitung in der Biosphäre - keine Sicherheitsgarantie abgeben. Vielmehr ist mit erheblichen Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit durch die Strahlenbelastung zu rechnen.

9. Maßnahmen des Antragstellers zur Sicherung der Umweltverträglichkeit

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für die Errichtung des Endlagers für radioaktive Abfälle "Konrad", ist nach § 6 Abs. 3 Satz 1 Nr. 3 UVPG vom Antragsteller eine Beschreibung der Maßnahmen vorzulegen, "mit denen erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt vermieden, vermindert oder soweit wie möglich ausgeglichen werden sowie der Ersatzmaßnahmen bei nicht ausgleichbaren, aber vorrangigen Eingriffen in Natur und Landschaft".

Solche Maßnahmen können entweder an der Emissionsquelle ansetzen oder sie können immissionsbezogen sein, d.h. sie zielen darauf ab, Schutz vor den zu erwartenden Auswirkungen des Vorhabens zu bieten. Im vorangegangenen Kapitel wurden die Beeinträchtigungen der Umwelt, die durch das Vorhaben ausgelöst werden, beschrieben und in ihrem räumlichen Wirkungsbereich charakterisiert. Es stellt sich nun die Frage, ob der Antragsteller wirksame Maßnahmen vorgesehen hat, mit denen diese Auswirkungen vermieden oder vermindert werden können. Daher werden in diesem Kapitel zunächst die Maßnahmen des Antragstellers zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Umwelt vorgestellt. Anschließend bewertet der Gutachter, in wie weit diese Maßnahmen geeignet sind, tatsächlich Auswirkungen auf die Schutzgüter zu minimieren.

Im folgenden werden die vom Antragsteller aufgeführten Maßnahmen zunächst in seiner eigenen Systematik vorgestellt und anschließend den einzelnen Schutzgütern nach § 2 UVPG zugeordnet. Die Mehrzahl der Maßnahmen sind solche der Vermeidung bzw. Verminderung von Beeinträchtigungen der Schutzgüter. Nur im Zusammenhang mit Eingriffen in Natur und Landschaft werden Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen benannt.

Beeinträchtigungen für Menschen können sich, je nach räumlicher Nähe der Menschen zum Endlager und der Involvierung in den Betriebsablauf des Endlagers auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen ergeben. So erscheint es sinnvoll, zwischen Maßnahmen zum Schutz der obertätig Beschäftigten, untertätig Beschäftigten und der Wohnbevölkerung zu unterscheiden.

Sachverhaltsdarstellung:

In Kapitel 4 der "Allgemein verständlichen Zusammenfassung zum Plan Konrad" (BfS 1990), benennt der Antragsteller Maßnahmen, die seines Erachtens der Umweltvorsorge und Kompensation nach § 6 Abs. 3 Satz 1 Nr. 3 UVPG gerecht werden. Zu den folgenden Themen werden Einzelmaßnahmen beschrieben:

- Abfälle/Haufwerk
- Verringerung der Ableitung von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser
- Verminderung der Aktivitätsabgabe mit den Abwettern
- Reduzierung der potentiellen Strahlenexposition am Zaun der Anlage aufgrund der Strahlenfelder
- Begrenzung und Vermeidung von Störfallauswirkungen
- Luftverunreinigungen/Lärm
- Ableitung konventioneller Schadstoffe mit dem Abwasser
- Eingriffe in Natur und Landschaft.

Der Antragsteller stellt Maßnahmen zur Minimierung des Aufkommens radioaktiver Abfälle dar. Dazu gehören die Auswahl spezieller Dekontaminationsverfahren, die Getrenntsammlung von Abfällen mit der Möglichkeit des Freimessens zur Wiederverwendung und das prinzipielle Bestreben, verwendete Stoffe wieder zu gebrauchen (z.B. Grubenwasser zur Fahrbahnpflege und Staubminimierung). Dieses Maßnahmenbündel dient der Vermeidung bzw. Verminderung erheblicher Beeinträchtigungen der Schutzgüter Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft und Landschaft.

Die Auslegungsmaßnahmen zur Begrenzung und Vermeidung von Störfallauswirkungen beziehen sich räumlich auf zwei verschiedene potentielle Störfallfelder, nämlich auf den übertägigen und den untertägigen Teil der Anlage. Eine Umweltrelevanz ergibt sich aus der möglichen Freisetzung radioaktiver Stoffe. Grundsätzlich sind die Umweltmedien Mensch, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser und Luft betroffen.

Der Antragsteller unterscheidet nach Störfällen der Klasse 1 und 2 (zur Definition siehe Kap. 6.11 dieses Gutachtens). Darüberhinaus ist nach Störfällen mit thermischer oder mechanischer Einwirkung auf die Abfallbinde differenzierbar. Auf Maßnahmen der Vermeidung und Verminderung (Begrenzung) von erheblichen

Beeinträchtigungen der Umwelt als Folge von Störfällen wird vom Antragsteller detailliert in den Tabellen 3.5.2/1 (Plan Konrad 4/90) "Auslegungsstörfälle der Klasse 1, die in ihren radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallgebinde begrenzt werden" und Tabelle 3.5.2/2 (Plan Konrad 4/90) "Auslegungsstörfälle der Klasse 2, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebänden vermieden werden", eingegangen (siehe dazu auch Kap. 6.11 dieses Gutachtens). Die Maßnahmen betreffen solche am Störfallort, also z.B. solche des Brandschutzes und Explosionsschutzes, aber auch der Prophylaxe (Handhabung und Lagerung von Sprengmitteln nicht im Kontrollbereich; Verkehrsführung und Verkehrsregelung entsprechend ausgerichtet).

Der Gutachter:

Zunächst ist ein Wort zur Systematik, in der der Antragsteller seine Maßnahmen zur Minderung der Umweltbeeinträchtigungen darstellt, notwendig. Der Antragsteller geht ausschließlich emissionsbezogen vor. Um aber der Zielsetzung des UVPG gerecht zu werden, müßte auch der Bezug zu den Schutzgütern der Umwelt hergestellt werden. Erst dann läßt sich beurteilen, ob die Maßnahmen tatsächlich geeignet sind, erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt zu vermeiden. Der Gutachter unternimmt deshalb im folgenden den Versuch, die Maßnahmen des Antragstellers den einzelnen Schutzgütern der Umwelt zuzuordnen.

9.1 Maßnahmen der Vermeidung/Verminderung nach Schutzgütern

Sachverhaltsdarstellung:

Mensch

Maßnahmen zum Schutz der übertägig Beschäftigten

- Strahlende Abfälle werden gesammelt und entsorgt. Die gesundheitliche Beeinträchtigung übertägig Beschäftigter wird dadurch zumindest eingeschränkt.
- Eine Reduzierung der in der Nähe der alten, bereits abgeworfenen Feldesteile der früheren Erzgewinnung auftretenden Radonkonzentrationen wird durch Abdämmen der Feldesteile erzielt. Der Radongehalt der Wetter wird dadurch geringer. Diese Maßnahme dient auch dem Schutz übertägig Beschäftigter.
- Die Verweilzeit von Gebinden auf dem Freigelände an "Konrad 2" wird minimiert (mittlere Verweilzeit der Transporteinheiten je Schicht ca.

2,3 h). Dadurch wird auch die Strahlenexposition für übertägig Arbeitende gesenkt.

- Störfälle; siehe oben.
- Freimessung radioaktiver Abfälle; siehe oben.

Maßnahmen zum Schutz der untertägig Beschäftigten

- Strahlende Abfälle werden gesammelt und entsorgt. Die gesundheitliche Beeinträchtigung untertägig Beschäftigter wird dadurch vermieden bzw. vermindert.
- Eine Maßnahme zum Schutz untertägig Beschäftigter zur Begrenzung der Freisetzung radioaktiver Stoffe aus Einlagerungskammern mit Abfallgebinden ist das abschnittsweise Versetzen der Einlagerungskammern mit Pumpversatz. Um dichten Einschluß zu erreichen, wird zusätzlich mit einem aus Pumpversatz bestehenden Kammerverschluß gearbeitet.
- Dem Schutz der untertägig Beschäftigten vor "besonderen Abfällen" dient eine Einlagerungskammer mit einem Kammerabschlußbauwerk zur Abdichtung gegen das betriebene Grubengebäude.
- Störfälle; siehe oben.
- Freimessung radioaktiver Abfälle; siehe oben.

Maßnahmen zum Schutz der Wohnbevölkerung

- Die Entsorgung von Abfällen im Sinne des AbfG erfolgt ordnungsgemäß durch die nach § 3 AbfG zuständige Körperschaft des Öffentlichen Rechts. Schließt diese bestimmte Abfälle von der Entsorgung aus, erfolgt die Entsorgung durch Entsorgungsunternehmen. Durch diese Maßnahme der ordnungsgemäßen Entsorgung kann die Wohnbevölkerung vor gesundheitlichen Gefahren bewahrt werden.
- Abfälle, die z.B. wegen ihres Gehalts an toxischen Stoffen oder wegen ihrer Eigenschaften radioaktive Strahlung zu emittieren, von der Entsorgung durch die zuständige Körperschaft des Öffentlichen Rechts ausgeschlossen sind, werden von entsprechenden Entsorgungsunternehmen entsorgt. Dies ist eine Maßnahme, die auch den Schutz der Wohnbevölkerung gewährleistet.
- Die Ableitung von Abwasser aus den Kontrollbereichen erfolgt nur bei Unterschreitung der Grenzwerte. Bei Grenzwertüberschreitung erfolgt Behandlung und Entsorgung wie für "radioaktive Betriebsabfälle" (Konditionierung, Endlagerung). Die Kontamination der Wohnbevölkerung (z.B. spielender Kinder) mit radioaktiven Stoffen über ein Maß hinaus, wie es durch eine Grenzwertüberschreitung des anfallenden Abwassers zu erwarten wäre, wird im Normalbetrieb der Anlage ausgeschlossen.

- Die Abgabemengen von Grubenwässern werden reduziert, indem nach Möglichkeit eine Verwendung unter Tage erfolgt.
- Die Verweilzeit von Gebinden auf dem Freigelände an "Konrad 2" wird minimiert (mittlere Verweilzeit der Transporteinheiten je Schicht ca. 2,3 h). Bis zu 60 cm dicke Betonabschirmungen und entsprechend dicke Gebäudewände sowie die zuvor genannte Maßnahme reduzieren die potentielle Strahlenexposition am Zaun der Anlage aufgrund der Strahlenfelder.
- Aktive bzw. passive Maßnahmen werden ergriffen, um die Schallemissionen des Hauptgrubenlüfters am Diffusoraustritt auf 100 dB zu begrenzen und so die Belästigung der Wohnbevölkerung in der Nachbarschaft der Anlage Konrad 2 unterhalb der Emissionsrichtwerte nach TA-Lärm einzustellen.
- Störfälle; siehe oben.
- Freimessung radioaktiver Abfälle; siehe oben.

Tiere und Pflanzen

- Asche und Schlacke aus den Heizzentralen Konrad 1 und 2 werden von der Stadt Salzgitter ordnungsgemäß entsorgt. Die Entsorgung von Abfällen im Sinne des AbfG erfolgt ordnungsgemäß durch die nach § 3 AbfG zuständige Körperschaft des Öffentlichen Rechts. Schließt diese bestimmte Abfälle von der Entsorgung aus, erfolgt die Entsorgung durch Entsorgungsunternehmen. Durch eine derart erfolgende ordnungsgemäße Abfallbeseitigung wird eine Beeinträchtigung von Tieren, Pflanzen und ihren Lebensräumen vermieden bzw. vermindert.
- Die Entsorgung von Abfällen, wozu im weitesten Sinne auch das in Konrad 2 anfallende Haufwerk zu rechnen ist, ist allgemein als positive Maßnahme anzusehen, da flächenintensive und dadurch natürliche Strukturen stark beanspruchende Entsorgungskonzepte vermieden werden können. Die "Haufwerkentsorgung" am vom Antragsteller bezeichneten Ort, der "Haverlahwiese", besitzt jedoch wegen des ökologischen Werts der Deponierungsfläche einen negativen Sekundäreffekt auf die Schutzgüter "Tiere" und "Pflanzen".
- Die Ableitung von Abwasser aus den Kontrollbereichen erfolgt nur bei Unterschreitung der Grenzwerte. Bei Grenzwertüberschreitung erfolgt die Behandlung und Entsorgung wie für "radioaktive Betriebsabfälle" (Konditionierung, Endlagerung). Die Kontamination wassergebundener Organismen mit radioaktiven Stoffen über ein Niveau hinaus, wie es durch eine Grenzwertüberschreitung des anfallenden Abwasser bedingt sein würde, wird verhindert. Grundsätzlich besteht aber die Möglichkeit der Anreicherung radioaktiver Stoffe in der Nahrungskette.
- Störfälle; siehe oben.
- Freimessung radioaktiver Abfälle; siehe oben.
- Zur Vermeidung oder Verminderung von Eingriffen in Natur und Landschaft führt der Antragsteller verschiedene Maßnahmen auf, die

primär Tiere, Pflanzen, sowie deren Lebensräume schonen und im Zusammenhang mit dem Vorhaben der Straßen- und Schienenanbindung bei Konrad 2 gemacht werden (Verpflichtung nach §§ 7-12 NNatG).

- Alle Arbeitsstreifen so schmal wie möglich halten.
- Weitestgehende Schonung von Gehölzen, auch im Wurzelbereich.
- Anlage von Baubetriebsplätzen, Lagerplätzen usw. nicht auf ruderalen Standorten und keineswegs in Bereichen, die für den Naturschutz besonders wertvoll sind.

Boden

- Asche und Schlacke aus den Heizzentralen Konrad 1 und 2 werden von der Stadt Salzgitter ordnungsgemäß entsorgt. Die Entsorgung von Abfällen im Sinne des AbfG erfolgt ordnungsgemäß durch die nach § 3 AbfG zuständige Körperschaft des Öffentlichen Rechts. Schließt diese bestimmte Abfälle von der Entsorgung aus, erfolgt die Entsorgung durch Entsorgungsunternehmen. Die Kontamination des Bodens durch unsachgemäße Ausbringung der Reststoffe, z.B. mit Schwermetallen, wird dadurch verhindert oder zumindest eingeschränkt.
- Das anfallende Haufwerk wird zum Versetzen untertägiger Hohlräume und für den untertägigen Straßenbau verwertet. Damit unterbleibt die Ausschöpfung oberirdischer Ressourcen für die genannten Zwecke.
- Die Ableitung von Abwasser aus den Kontrollbereichen erfolgt nur bei Unterschreitung der Grenzwerte. Bei Grenzwertüberschreitung erfolgt eine Behandlung und Entsorgung wie für "radioaktive Betriebsabfälle" (Konditionierung, Endlagerung). Die Kontamination agrarisch genutzten Bodens sowie der angebauten Feldfrüchte mit radioaktiven Stoffen über ein Niveau hinaus, wie es durch eine Grenzwertüberschreitung des anfallenden Abwassers bedingt wäre, kommt nicht zustande. Prinzipiell besteht die Möglichkeit der Bodenkontamination durch Beregnungswasser aus dem Vorfluter. Auch ist eine Kontamination durch Überschwemmungswasser denkbar.
- Die Abgabemengen von Grubenwässern werden reduziert, indem nach Möglichkeit eine Verwendung unter Tage erfolgt. Diese schränkt die Kontamination des Bodens mit radioaktiven Stoffen ein.
- Als Maßnahme des Bodenschutzes lagert der Öltank für die Ölversorgung der Heizzentralen Konrad 1 und 2 in einer Stahlbetonwanne (Konrad 1) oder er ist doppelwandig und mit Grenzwertgeber und Leckanzeige (Konrad 2) ausgestattet.
- Störfälle; siehe oben.
- Freimessung radioaktiver Abfälle; siehe oben.

Wasser

- Asche und Schlacke aus den Heizzentralen Konrad 1 und 2 werden von der Stadt Salzgitter ordnungsgemäß entsorgt. Die Entsorgung von Abfällen im Sinne des AbfG erfolgt ordnungsgemäß durch die nach § 3 AbfG zuständige Körperschaft des Öffentlichen Rechts. Schließt diese bestimmte Abfälle von der Entsorgung aus, erfolgt die Entsorgung durch Entsorgungsunternehmen. Ein Einsickern von Schadstoffen aus Schlacke-/Ascheprodukten in das Wasser oder aus anderen Abfällen wird vermindert oder vermieden. Die ordnungsgemäße Abfallentsorgung vermeidet erhebliche Beeinträchtigungen der Oberflächengewässer oder des Grundwassers mit Schadstoffen aus Asche und Abfällen.
- Die Ableitung von Abwassern aus dem Kontrollbereich erfolgt nur bei Unterschreitung der Grenzwerte. Bei Grenzwertüberschreitung erfolgt eine Behandlung und Entsorgung wie für "radioaktive Betriebsabfälle" (Konditionierung, Endlagerung). Eine Kontamination des Schutzgutes "Wasser" über die gesetzlich festgelegten Grenzwerte hinaus wird vermieden.
- Die Verwendung freigemessener Grubenwässer zur Fahrbahnpflege und Staubminimierung ist als spezifische Maßnahme zur Verminderung der Belastung des Schutzgutes "Wasser" mit radioaktiven Stoffen aufzufassen.
- Die Verschmutzung des Grundwassers und der Oberflächengewässer wird durch die folgende Maßnahme vermieden: Der Öltank für die Ölversorgung der Heizzentralen Konrad 1 und 2 lagert in einer Stahlbetonwanne (Konrad 1) oder er ist doppelwandig und mit Grenzwertgeber und Leckanzeige (Konrad 2) ausgestattet.
- Die Waschanlage Konrad 2 arbeitet im geschlossenen Kreislauf. Destillatwasser wird dem Kreislauf kontrolliert entnommen. Eine Belastung des Wassers durch die Wäscherei wird somit vermieden.
- Von Anlage Konrad 1 und 2 anfallendes Schmutzwasser wird biologisch gereinigt. Damit wird die Ableitung von konventionellen Schadstoffen mit dem Abwasser zumindest vermindert.
- Störfälle; siehe oben.
- Freimessung radioaktiver Abfälle; siehe oben.

Luft

- Die ordnungsgemäße Entsorgung von Asche, Schlacke und Abfällen ist eine Maßnahme zur Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen der Luft mit Schadstoffen (z.B. Stäube) aus diesen Abfällen.
- Eine Reduzierung der in der Nähe der alten bereits abgeworfenen Feldesteile der früheren Erzgewinnung auftretenden Radonkonzentrationen wird durch Abdämmen der Feldesteile erzielt. Der Radongehalt der Wetter wird dadurch geringer. Die Belastung der Außenluft mit Radon wird dadurch reduziert.

- Die Verschmutzung der Luft wird beim Betrieb der Heizzentralen Konrad 1 und 2 durch den Einsatz schwefelarmer Brennstoffe und durch die Auslegung der Heizzentralen in moderner Technologie so gering wie möglich gehalten.
- Störfälle; siehe oben.
- Freimessung radioaktiver Abfälle; siehe oben.

Landschaft

- Abgelagertes Haufwerk soll wiederverwendet werden. Teile der Ablagerungen stehen nach Abschluß der Endlagerung wieder zum Versetzen von Hohlräumen unter Tage zur Verfügung und verschwinden daher aus dem Landschaftsbild. Anfallendes Haufwerk wird teilweise auch unterirdisch genutzt (Hohlraumverfüllung, untertägiger Straßenbau). Dies trägt zur Minimierung der landschaftsästhetischen Belastung am oberirdischen Verfüllungsort bei.
- Eine ordnungsgemäße Abfallentsorgung dient dem Landschaftsschutz.

Kultur- und Sachgüter

Der Antragsteller benennt keine Maßnahmen nach § 6 Abs. 3 UVPG.

Der Gutachter:

Es fällt auf, daß alle beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen, die der Antragsteller aufführt, bereits Teil des in Kapitel 3 dieses Gutachtens dargestellten Anlagenkonzeptes sind. Dieses war Ausgangspunkt für die vom Gutachter in Kapitel 8.4 vorgenommene Wirkungsanalyse. Insofern bildet die Auseinandersetzung mit den beeinträchtigungsmindernden Maßnahmen des Antragstellers auch keinerlei Ansatzpunkt für Korrekturen oder Modifikationen der Wirkungsanalyse und der anschließenden Bewertung.

Der Antragsteller ist damit seiner gesetzlichen Verpflichtung nach § 6 Abs. 3 Satz 1 UVPG, Maßnahmen zu benennen, mit denen "erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt vermieden, vermindert oder soweit wie möglich ausgeglichen werden" nicht nachgekommen.

Zweifelsohne sind die vom Antragsteller vorgeschlagenen Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Beeinträchtigungen der Umwelt dazu angelegt, vorrangig dem Menschen Schutz vor Nachteilen und Gefahren angedeihen zu lassen.

Bei Durchsicht der vom Antragsteller benannten Maßnahmen stellt der Gutachter fest, daß einige Maßnahmen als praktische Umsetzung von Auflagen anzusehen

sind, die in den verschiedenen, für den Betrieb der Anlage anzuwendenden Fachgesetzen enthalten sind. Zudem weist § 9a AtG "Verwertung radioaktiver Reststoffe und Beseitigung radioaktiver Abfälle" z.B. auf die Notwendigkeit zur Beseitigung solcher Abfälle ("... sind ... geordnet zu beseitigen") hin. Ebenfalls ist die Entsorgung von Abfällen, die im Geltungsbereich des Gesetzes über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (AbfG) liegen, "im Grundsatz" (§ 2 AbfG) geregelt. § 3 AbfG beschreibt die "Verpflichtung zur Entsorgung" usw..

Das UVPG gibt keine Entscheidungshilfe, ob entsprechende Grundsatzverpflichtungen wie hier zur Sicherung des betrieblichen Ablaufs im Vorhaben "Konrad" und damit auch des Wohls der Allgemeinheit (vgl. UVPVwV 1992) als Beeinträchtigung der Umwelt vermeidende/vermindernde Maßnahmen gemäß § 6 Abs. 3 UVPG anzusehen sind. Es bleibt also dem Antragsteller unbenommen, z.B. auch solche Maßnahmen, zu denen er ohnehin verpflichtet ist oder die als Arbeitsschritte unerläßlicher Bestandteil des geregelten Betriebsablaufs sind, nochmals ausdrücklich als Maßnahmen der Vermeidung/Verminderung nach UVPG aufzuführen.

Dies wird vom Antragsteller z.B. im Falle der Konditionierung radioaktiver Abfälle getan. Die Konditionierung steht als notwendiger Arbeitsschritt vor der späteren Endlagerung. Die Abfälle werden unterschiedlichen physikalischen und chemischen Prozessen unterworfen (z.B. Eindampfen, Veraschen, Kompaktieren usw.) und dann endgelagert.

Da die Abfallkonditionierung aber zum Teil extern und durch Dritte durchgeführt werden soll, was die Verladung und den Transport der Abfälle über Land voraussetzt, ergibt sich ein Gefährdungspotential für Transportarbeiter und Wohnbevölkerung. Auch die Schutzgüter Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser und Luft sind, besonders bei Unfällen, betroffen, so daß mit dem Prozeß der Konditionierung durchaus Arbeitsschritte verbunden sind, die Beeinträchtigungen der Schutzgüter überhaupt erst nach sich ziehen und nicht vermeiden helfen.

Weiterhin stellt der Gutachter fest, daß die vom Antragsteller benannten Maßnahmen sehr unterschiedlichen Hierarchieniveaus zuzuordnen sind (z.B. die allgemeine Maßnahme "Ordnungsgemäße Abfallentsorgung" im Vergleich zur speziellen Maßnahme "Öltanklagerung in Stahlbetonwanne zum Gewässerschutz", vgl. oben unter "Wasser"). Dies erschwert einen Vergleich der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Beeinträchtigungen vermeidenden/vermindernden Wirkungen.

Einige vom Antragsteller dargestellten Maßnahmen tragen den Charakter allgemeiner Meßmethoden (eher als Maßnahmen wie z.B. die Freimessung von Abfällen und Abwässern) und beziehen sich auf fast alle Umweltbereiche in ähnlicher Konsequenz (siehe "Maßnahmen zur Minimierung des Aufkommens radioaktiver Abfälle"), indem sie die Kontamination der Umweltschutzgüter mit radioaktiven Stoffen zu vermindern suchen. Letzteres trifft auch für Maßnahmen bei Störfällen zu, die alle daraufhin angelegt sind, Beeinträchtigungen der untertägig und übertägig Arbeitenden, der Wohnbevölkerung, von Tieren und Pflanzen und der Umweltmedien mit radioaktiven Stoffen zu verhindern.

Außerdem sei an dieser Stelle ein Defizit im Vorgehen des Antragstellers hervorgehoben:

- Die Richt- und Planungswerte seitens des Antragstellers für die Exposition des Personals sowie die Auslegung von Strahlenschutzmaßnahmen orientieren sich an existierenden Grenzwerten des § 54 StrlSchV. Dies steht im Widerspruch zu den Forderungen des § 28 StrlSchV, in dem eine Minimierung der Strahlenexposition gefordert wird. Zu dieser Auffassung gelangte auch der TÜV Hannover in seinem Zwischenbericht (TÜV 1990, S. 499).

9.2 Ausgleichsmaßnahmen

Sachverhaltsdarstellung:

Allein zum Thema "Eingriffe in Natur und Landschaft" werden vom Antragsteller Ausgleichsmaßnahmen im Sinne von § 6 UVPG angeführt, die die Verkehrsanbindung von "Konrad 2" betreffen und die ausführlich in einer Maßnahmenkartei beschrieben werden (BfS: Verkehrsanbindung "Schacht Konrad 2", Stand 4/90). Das Maßnahmenbündel bezieht sich auf insgesamt drei verschiedene Eingriffsabschnitte im Planungsraum.

Eingriffsabschnitt A betrifft den Gleisneubau zwischen Baustation 0,0 und Baustation 0,7 bei einer Anlagenbreite von 13 m. Die folgenden Maßnahmenziele bzw. Maßnahmenbeschreibungen werden aufgeführt:

- Teilausgleich des Waldverlustes durch Aufforstung eines Abschnittes der alten Gleisstrecke:

Aufnahme des alten Gleises zwischen km 0,4 und km 0,6. Aufnahme des Gleisunterbaus, Tiefenlockerung des Bodens, Aufbringung von Oberboden und Aufforstung der Fläche (ca.

1.690 m²) mit Esche und Bergahorn. Zwischen km 0,6 und 1,0 genügt eine Aufnahme der Gleise, die Fläche bleibt der Sukzession überlassen. Jährliche Mahd der Aufforstungsfläche im Juli über fünf Jahre zum Schutz des Jungwuchses, Wildschutzzaun.

- Biologisch wirksame Verbindung der Waldbiotope durch Gehölzstreifen, dadurch gleichzeitig Eingrünung des Betriebsgeländes und Verbesserung des Landschaftsbildes.

Aufforstung von 3.200 m² Ackerrestfläche mit niedrigwüchsigen Baum- und Straucharten in den Mengenverhältnissen:

Feld-Ahorn	30 %
Weißdorn	10 %
Vogelbeere	10 %
Hasel	20 %
Kornelkirsche	10 %
Schlehe	20 %

ebenso, Fläche 1.200 m².

Eingriffsabschnitt B betrifft den Neubau der Gleisstrecke zwischen Baustation 0,0 (AB) und Baustation 0,7 (AB).

- Teilausgleich des Waldverlustes:

Aufforstung insgesamt von 12.500 m² Ackerrestfläche, davon 500 m² Ruderalflur, mit standortgerechten Mischwaldarten im Verhältnis:

Esche	60 %
Buche	15 %
Berg-Ahorn	10 %
Stiel-Eiche	10 %
Kiefer	5 %

Das Baumartenverhältnis wird sich im Laufe der Zeit zugunsten der Buche und zulasten der Esche verschieben. Pflanzung in Reihen im Raster 1,0 x 1,5 m. Jährliche Mahd der Aufforstungsfläche im Juli über fünf Jahre zum Schutz des Jungwuchses; Wildschutzzaun.

- Bildung eines naturnahen Waldschutzmantels:

Strauchpflanzung auf einem 10 m breiten Streifen entlang des Gleisinnenbogens zur Bildung eines Waldsaumes:

Schlehdorn	20 %
Weißdorn	20 %
Hasel	20 %
Pfaffenhütchen	20 %
Holunder	20 %

- Gestaltung und Anreicherung der Gleisschneise durch einen Gebüschsaum:

Rodung der Pappeln auf einer Breite von 5 m beidseitig der Gleisnebenanlagen, Pflanzung von Sträuchern entlang des Gleisinnenbogens und am Nordrand des Gehölzrestes, Anlage einer unbefestigten Durchfahrt entlang des Gleisaußenbogens.

Eingriffsabschnitt C betrifft die Straßenanschließung von "Schacht Konrad 2" durch den Neubau einer Zufahrtsstraße und die Anbindung an die Industriestraße Nord über eine Rampe und eine einfache Schleife.

- Bodenschutz durch Fortfall der ackerbaulichen Nutzung auf den verbleibenden Ackerrestflächen (8 Teilflächen, ca. 42.200 m²), Entwicklung eines blüten- und artenreichen Wiesenbiotops bei minimalem Düngungsaufwand:

Nach entsprechender Feldvorbereitung, Aussaat einer standortgerechten Gräser-Wildkräutermischung (Glatthafer-Fettwiese).

Schaffung externen Grünlands, 1- bis 2-fache Mahd jährlich, die erste nicht vor Mitte Juni. Minimale Düngung, um P- und N-Verluste auszugleichen.

- Der Verlust eines für den Naturschutz sehr wertvollen Waldrandes ist im ökologischen Sinne weder ausgleich- noch ersetzbar. Für die Ausgleichbarkeit im juristischen Sinne ist es erforderlich, neue Waldrandbereiche zu entwickeln und den Altholz- und Totholzanteil im Gebiet zu erhalten:

Keine Abfuhr der gefällten Altbäume, statt dessen deren natürliche Verrottung in dem zu erhaltenden Restwäldchen innerhalb des Gleisbogens.

Bestanderhaltung von Pappeln über deren Umtriebszeit hinaus.

- Neue Baumpflanzungen auf dem Betriebsgelände:

Pflanzung von Schwarzpappeln nach Tiefenlockerung des Bodens und Aufbringung von Oberboden.

- Landschaftsgerechte Begrünung der Böschungen und der Schleifeninnenfläche mit Gräser/Wildkräutermischung und Gehölzen:

Verwendung von Baumschulware in der Zusammensetzung

Acer campestre	40 %
Robinia pseudoacacia	40 %
Rosa canina	10 %
Salix viminalis	5 %
Hippophae rhamnoides	5 %

- Verbindung mit der Gefährdung eines artenreichen ruderalen Saumes auf dem Betriebsgelände durch Baubetrieb:

Abgrenzung der Baumreihen und des Unterwuchses durch einen niedrigen Holzzaun mit nur einfacher Querlatte (die Vegetation ist schattenempfindlich) gegen den Baubetrieb.

Maßnahmen betreffend die Pflanzen auf den bestehenden Industrieflächen von Schacht "Konrad 1" und "Konrad 2":

Schacht Konrad 1: Die vorhandenen Grünflächen werden, soweit erforderlich, ergänzt.

Schacht Konrad 2: Verbleibende Freiflächen werden begrünt.

Die Stadt Salzgitter übermittelte in einem Schreiben an das NMU vom 22. September 1992 eine vorläufige Stellungnahme zu den aktuellen Antragsunterlagen zum Endlager Konrad als Teil der Behördenbeteiligung nach § 9 b Abs. 5 AtG i.V.m. § 73 Abs. 2 VwVfG. Darin war eine Teilstellungnahme der Unteren Naturschutzbehörde (UNB Salzgitter) enthalten.

Von dieser wird die ursprüngliche Stellungnahme zu den Tagesanlagen der Schächte "Konrad 1" und "Konrad 2", daß es sich bei den Tagesanlagen weder um eine erhebliche Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes noch um eine erhebliche Beeinträchtigung des Landschaftsbild handele, widerrufen. Dies geschieht mit Verweis auf eine erhebliche Änderung der Planungen für beide Tagesanlagen. Daher komme nunmehr die Eingriffsregelung nach NNatG zur Anwendung.

Durch neu hinzukommende "massive Flächenversiegelungen" seien auch die vage formulierten Kompensationsmaßnahmen als Handlungsgrundlage nicht beurteilungsfähig.

Die UNB Salzgitter fordert daher die Aufnahme der folgenden Nebenbestimmungen in den Planfeststellungsbeschluß:

1. Für die Tagesanlagen Schacht "Konrad 1" und "Konrad 2" ist jeweils ein landschaftspflegerischer Begleitplan aufzustellen.
2. Die verlorengehenden Werte und Funktionen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes sind in einer Bilanz darzustellen.
3. Das Defizit der Werte und Funktionen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes ist durch geeignete landschaftspflegerische Maßnahmen wiederherzustellen.
4. Die landschaftspflegerischen Maßnahmen sind detailliert in einem Maßnahmenkatalog aufzuführen und spätestens ein Jahr nach Fertigstellung der oberirdischen Baumaßnahmen durchzuführen.

5. Die Durchführung der landschaftspflegerischen Maßnahmen ist der unteren Naturschutzbehörde der Stadt Salzgitter unverzüglich anzuzeigen und in einem Abnahmetermin bestätigen zu lassen.
6. Mit der Planbearbeitung ist ein qualifiziertes Büro zu beauftragen.

Darüberhinaus fordert die UNB die Einlagerung "aller radioaktiven Wässer und radioaktiven Sedimente, die den derzeitigen Wert der natürlichen Radioaktivität der Umgebung erhöhen" und die plangemäß der Aue zugeleitet werden sollen.

Der Gutachter:

Bei der Darstellung kompensatorischer Maßnahmen in Verbindung mit Eingriffen in Natur und Landschaft und im Zuge der Verkehrsanbindung von "Konrad 2", differenziert der Antragsteller nicht zwischen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. Dies ist nach § 6 Abs. 3 Nr. 3 UVPG zu fordern. Nach § 12 NNatG werden Ersatzmaßnahmen dann notwendig, wenn ein Ausgleich nicht möglich ist. Der Antragsteller kommt in Anlage 22 zu "BfS: Verkehrsanbindung Endlager "Konrad 2", Beschreibung landschaftspflegerischer Ausgleichsmaßnahmen" zu dem Schluß, der Verlust des alten, gewachsenen Waldrandes eines ökologisch hochwertigen Pappelwäldchens sei nicht ausgleichbar. Also besteht für den Antragsteller die Pflicht, die angeführten kompensatorischen Maßnahmen (hier: Ausgleichsmaßnahmen) als Ersatzmaßnahmen zu kennzeichnen, auch wenn weder Ausgleich noch Ersatz vom Antragsteller im ökologischen Sinne für möglich gehalten werden.

Betrachtet man darüberhinaus das vom Antragsteller angeführte "Maßnahmenbündel" von Ausgleichsmaßnahmen, so ist das Wertsystem schwer faßbar, nach dem die flächengebundene Zuweisung ökologischer Qualität erfolgt und das Grundlage für die spätere Überlegung zur Ermittlung von Umfang und Art von Kompensationsmaßnahmen gemäß §§ 10 und 12 NNatG ist. Der Vorschlag von Maßnahmen erscheint so willkürlich.

Der Gutachter stimmt der UNB Salzgitter zu, daß der Tatbestand des Eingriffs nach § 7 NNatG, begründbar durch Änderung der Planung der Tagesanlagen zu "Konrad 1" und "Konrad 2" nach 1984 und damit einhergehendem zusätzlichem Versiegelungsbedarf von Flächen, besteht. Der Gutachter hält in Übereinstimmung mit der UNB Salzgitter die bisher vom Antragsteller benannten Kompensationsmaßnahmen (Plan 4/90, Kap. 3.2.4.1) für nicht ausreichend und in der Darstellung unklar. Der Gutachter stimmt der Aufnahme der von der UNB Salzgitter aufgestellten Nebenbestimmungen in den Planfeststellungsbeschluß zu. Er unterstützt die Forderung nach Transparenz in Form einer Bilanzierung verlorengangener Werte und Funktionen

der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes und einer detaillierten Darstellung landschaftspflegerischer Maßnahmen im Rahmen eines Landschaftspflegerischen Begleitplans.

10. Ausblick

10.1 Gesamtbewertung

Den Abschluß einer jeden Umweltverträglichkeitsprüfung bildet die Einschätzung der absoluten Umweltverträglichkeit einer Anlage. Ein Vorhaben wird dann als nicht-umweltverträglich eingestuft, wenn bestimmte nicht-kompensierbare Umweltqualitäten durch das Vorhaben zerstört werden. In der fachwissenschaftlichen Diskussion und unter den Kommentatoren zum UVPG besteht allgemein Einigkeit darüber, daß eine quantitative Gesamtbewertung im Sinne einer Saldierung mangels geeigneter Theoriemodelle derzeit nicht möglich ist. Folgerichtig fordert der Gesetzgeber lediglich eine qualitativ abwägende Gesamtbewertung der Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umweltbereiche. Diese Abwägung darf außerökologische Belange nicht berücksichtigen. Im Rahmen dieses Gutachtens sind bislang folgende Teilbewertungen vorgenommen worden:

- Bewertung einzelner Beeinträchtigungen
- Bewertung einzelner Umweltbereiche
- Bewertung einzelner Betriebsphasen.

Eine Addition der Teilbewertungen soll aus den schon genannten Gründen vermieden werden. Als Maßstab für die medienübergreifende Gesamtbewertung nennt der Referentenentwurf zur UVPVwV vom 19. Juni 1991 den Begriff des "Wohls der Allgemeinheit". § 9 Abs. 4 Satz 2 Nr. 1 AtG führt aus, daß die Planfeststellung zu versagen ist, wenn "von der Errichtung oder dem Betrieb der geplanten Anlage Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit zu erwarten sind, die durch inhaltliche Beschränkungen und Auflagen nicht verhindert werden können oder wenn sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften, insbesondere im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit, der Errichtung oder dem Betrieb der Anlage entgegenstehen" (§ 9 b Abs. 4 Satz 2 Nr. 2 AtG). Ein Vorhaben gilt als umweltverträglich, wenn von ihm keine erheblichen Beeinträchtigungen der im UVPG genannten Schutzgüter (Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Klima, Luft, Landschaft, Kultur- und sonstige Sachgüter) ausgehen.

Das Allgemeinwohl bestimmt sich rechtlich aus der Verfassung und der Gesamtheit der Gesetzesziele. "In der Verbindlichkeit dahinter rangieren untergesetzliche Vorschriften wie Verordnungen, Verwaltungsvorschriften und Erlasse, Urteile, politische und planerische Programme etc. Diese konkretisierten schrittweise die zu be-

rücksichtigenden Belange, die in den Gesetzen als unbestimmte Rechtsbegriffe enthalten sind" (Fürst 1992).

Der Gutachter sieht sich derzeit nicht in der Lage, eine absolute Bewertung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens Endlager Schacht Konrad vorzunehmen. Hierfür sind u.a. drei Umstände verantwortlich:

- im Verlauf seiner Arbeit hat der Gutachter nicht aufgeklärte entscheidungserhebliche Sachverhalte identifiziert, deren Klärung Voraussetzung für eine abschließende Bewertung ist.
- derzeit liegen lediglich Zwischenberichte der anderen für die Planfeststellungsbehörde tätigen Gutachter (TÜV, NfB, OBA) vor. Der Bearbeitungsstand dieser Zwischenberichte ist veraltet. Endberichte sind erst nach Abschluß des Erörterungstermins zu erwarten.
- die Ergebnisse des Erörterungstermins sollten in die gutachterliche Gesamtbewertung einfließen.

Auf der Grundlage des derzeitigen Arbeitsstandes kann der Gutachter deshalb lediglich eine Tendenz-Bewertung vornehmen.

Eine Reihe der Beeinträchtigungen der Schutzgüter der Umwelt, die während der Bau- und Betriebsphase des Endlagers auftreten werden, hat der Gutachter als in ihrer Wirkung äußerst gravierend beurteilt. Dies gilt insbesondere für die Wirkungen der Radioaktivität auf den Menschen. Bei der Bewertung der Auswirkungen der Radioaktivität auf Tiere und Pflanzen kam der Gutachter zu keinem abschließenden Urteil, weil hier wesentliche Daten der Bestandsaufnahme fehlen. Außerdem identifizierte der Gutachter eine Reihe von erheblichen Beeinträchtigungen der Schutzgüter der Umwelt durch nicht-radioaktive Wirkfaktoren. Doch auch hier blieb die Bewertung in weiten Teilen unvollständig, weil grundlegende entscheidungserhebliche Sachverhalte bisher nicht aufgeklärt werden konnten.

Neben der Bau- und Betriebsphase sind die Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter der Umwelt in der Nachbetriebsphase in die Gesamtbewertung einzubeziehen. Angesichts des langen Zeitraumes, innerhalb dessen nach Wiedereintritt der Radionuklide in die Biosphäre Gesundheitsschäden und genetische Schäden bei den dann lebenden Menschen aufgrund von radioaktiver Strahlung zu erwarten sind, muß dieser Teil der Auswirkungen in der Gesamtwürdigung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens ein besonderes Gewicht haben. Es wurde ausführlich dargestellt, daß alle Aussagen über zu erwartende Auswirkungen in der Nachbetriebsphase mit

erheblichen Unsicherheiten behaftet sind. Dies betrifft insbesondere die Modelle zur Prognostizierung des Langzeitausbreitungsweges von Radionukliden.

Schwächen des jetzt vorgelegten Anlagenkonzeptes und der zu seiner Stützung herangezogenen Begründungen wurden im Verlaufe der Begutachtung an zahlreichen Stellen herausgestellt. Gleichwohl kann und soll angesichts der Vielzahl nicht aufgeklärter entscheidungserheblicher Sachverhalte die Gesamtbewertung des Vorhabens aus UVP-Sicht nicht vorweggenommen werden. Dies muß durch die Genehmigungsbehörde zu einem späteren Zeitpunkt, möglichst wiederum unterstützt durch den Gutachter DPU, nachgeholt werden. In Kap. 8.1 wurde bereits skizziert, wie die übergreifende Bewertung methodisch aufgebaut sein wird.

Der Gutachter gibt außerdem grundsätzlich folgendes zu bedenken:

Jede Bewertung komplexer Vorhaben fällt methodisch und inhaltlich dann leichter, wenn sie nicht alleine in einer absoluten Bewertung besteht, sondern von einer relativen, vergleichenden Bewertung ergänzt wird. Damit soll die Bedeutung der absoluten Bewertung für das Vorhaben nicht in Frage gestellt werden, doch ist eine zusätzliche relative Bewertung auf jeden Fall hilfreich. Wie bereits mehrfach erwähnt, sind die Voraussetzungen für eine solche relative Bewertung derzeit nicht gegeben, da im Vorfeld der Planung für das Vorhaben Konrad keine grundsätzliche Prüfung von Standortalternativen und technischen Varianten stattgefunden hat. Zum jetzigen Zeitpunkt wäre es lediglich möglich, das vom Antragsteller vorgelegte Anlagenkonzept der Beibehaltung der derzeitigen Situation gegenüberzustellen (Null-Variante). Doch bekanntlich ist auch die Fortführung bestehender oder die Einrichtung neuer Zwischenlager mit erheblichem Risiko verbunden. Eine relative Bewertung, die lediglich das jetzt vorgelegte Anlagenkonzept den nach dem jetzigen Stand der Technik betriebenen Zwischenlagern und deren Beibehaltung gegenüberstellen würde, wäre höchst unbefriedigend.

Der Bedarf an einem Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung wird vom Gutachter nicht in Frage gestellt, obwohl es noch große Unsicherheiten in bezug auf das erforderliche Einlagerungsvolumen gibt. Auch bei einem geplanten Ausstieg aus der Kernenergie muß der vorhandene Atom-müll, einschließlich des durch den Abbruch der bestehenden Kernkraftwerke anfallenden radioaktiven Bauschutts, sicher endgelagert werden.

In Kapitel 2 kam der Gutachter zu der Feststellung, daß im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens Konrad eine Alternativenprüfung fachrechtlich zwar nicht zwingend, jedoch fachlich sinnvoll sei. Der Gutachter legte daher bereits im Juni 1992 dem NMU ein Arbeitspapier zum Thema "Alternativen der Endlagerung radioaktiver Abfälle" vor, in dem eine bewertende Kurzübersicht über den internationalen Diskussionsstand zu dieser Frage gegeben wurde. Würde man das Bergwerk Konrad in eine vergleichende Alternativenprüfung einbeziehen, so sprächen sicher gute Argumente für Konrad, wie beispielsweise die hohe Trockenheit der Lagerstätte und die langjährigen bergmännischen Erfahrungen mit dem Gebirge durch den jahrzehntelangen Erzabbau. Eine solche Alternativenprüfung hat jedoch nie stattgefunden.

Angesichts der großen Zahl von Schwachpunkten, die das jetzt vorliegende Anlagenkonzept für das Endlager Schacht Konrad trotz grundsätzlicher Eignung aus der Sicht des Gutachters aufweist, schlägt der Gutachter vor, in nächster Zeit Modifikationen des Anlagenkonzeptes zu entwickeln, die in eine relative Bewertung der Umweltverträglichkeit einzubeziehen wären. Der Gutachter hebt hier bewußt auf Modifikationen des Anlagenkonzeptes ab, nicht auf grundsätzliche Alternativen. Die Realisierung grundsätzlicher Alternativen erfordert einen weitaus längeren Vorlauf an Planungszeit, der angesichts des bestehenden Entsorgungsdrucks auch aus Sicht des Gutachters nicht zur Verfügung steht. Es sollte dagegen schwerpunktmäßig über realistische Möglichkeiten, das Bergwerk Schacht Konrad für ein modifiziertes oder im Planungsansatz geändertes Endlagerkonzept zu nutzen, nachgedacht werden.

10.2 Aufgaben für die nächsten Monate

Aus dem bisher Gesagten ist hinlänglich deutlich geworden, aus welchen Gründen eine medienübergreifende Gesamtbewertung des Vorhabens Endlager Schacht Konrad zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht zu verantworten ist. Deshalb stellt der hiermit vorgelegte Endbericht nur einen Zwischenschritt auf dem Wege der Vorbereitung einer zusammenfassenden Darstellung und einer Bewertung der Umweltverträglichkeit nach §§ 11 und 12 UVPG dar.

Die medienübergreifende Bewertung kann dann durchgeführt werden, wenn die Endberichte der für das Niedersächsische Umweltministerium tätigen Fachgutachter, die vollständige Niederschrift des Erörterungstermins sowie

Erkenntnisse zu den bisher nicht aufgeklärten entscheidungserheblichen Sachverhalten vorliegen (vgl. die tabellarischen Übersichten der nicht aufgeklärten entscheidungserheblichen Sachverhalte am Ende der Kap. 3, 5, 6 und 7). Dies wird voraussichtlich erst in sechs Monaten der Fall sein. Gleichwohl sollten die kommenden Monate im Sinne einer zügigen Fortführung des Verfahrens sinnvoll genutzt werden. Aus Sicht des UVP-Gutachters stellen sich für die nächsten Monate insbesondere folgende Aufgaben:

1. Die Genehmigungsbehörde sollte unverzüglich den Antragsteller, das Bundesamt für Strahlenschutz, in die Pflicht nehmen, den Teil der im Umweltverträglichkeitsgutachten identifizierten Kenntnislücken aufzufüllen, zu denen der Antragsteller Auskunft geben kann.
2. Weitere nicht aufgeklärte entscheidungserhebliche Sachverhalte (insbesondere solche, die zur besseren Beschreibung des Ist-Zustandes der Schutzgüter der Umwelt beitragen) sollten im Rahmen der Amtsermittlungspflicht der Genehmigungsbehörde aufgeklärt werden. Dies sollte unter Federführung eines fachlich kompetenten Referates im Umweltministerium geschehen.

Da die zu beschaffenden Informationen für das Umweltverträglichkeitsgutachten benötigt werden, erscheint es sinnvoll, den Gutachter DPU in diese Aufgabe einzubinden.

Im Januar 1993 hat der Gutachter in zwei gesondert vorgelegten Arbeitspapieren Vorschläge für Modifikationen des Planes und weitere Empfehlungen vorgelegt, die Diskussionsanstoß für die weitere Bewertung der vorliegenden Planunterlagen durch die Genehmigungsbehörde sein sollen.

1. Die DPU hat in diesem Endbericht des Umweltverträglichkeitsgutachtens bereits eine Vielzahl von Beeinträchtigungen der Schutzgüter der Umwelt, die während der Bau- und Betriebsphase eintreten werden, dargestellt und - soweit dies beim jetzigen Kenntnisstand möglich ist - auch bewertet. Es läßt sich absehen, daß auch in der abschließenden Bewertung das hohe Risiko von Transportunfällen auf den rund um Schacht Konrad gebündelten Anlieferungsstrecken ein entscheidendes Argument gegen das Endlager an diesem Standort sein wird. Die Region ist dicht besiedelt, und für die Anlieferung von Gebinden werden einige der am höchsten belasteten Transporttrassen in der Bundesrepublik genutzt werden. Es sollte in den nächsten Monaten geprüft werden, ob es verkehrstechnisch machbare Varianten für eine Verkehrswegewahl oder andere Regelungen gibt, durch die die Transportrisiken radioaktiver Abfälle soweit wie möglich minimiert werden können. Dies gilt sowohl für den unfallfreien Transport als auch für mögliche Unfälle. Um eine Anregung zu geben, in welche Richtung die Überlegungen gehen sollten, hat die DPU dem Niedersächsischen Umweltministerium ein Arbeitspapier mit dem Titel "Analyse der Gefahrenmomente bei der Gebindeanlieferung im näheren Umkreis der Anlage Schacht Konrad" vorgelegt. Durch weitere Untersuchungen soll insbesondere geprüft werden, ob die Transportrisiken radioaktiver Ab-

fälle durch verbindliche Regelungen/Festsetzungen des Planfeststellungsbeschlusses minimiert werden können.

2. Ein anderes zentrales Problem im gegenwärtig vorliegenden Plan sind die großen Unsicherheiten, die bei der Modellierung der Langzeitausbreitungswege der Radionuklide bestehen. Angesichts der zahlreichen ungeklärten Fragen ist es angebracht, jetzt Varianten zu entwickeln, die es vermeiden das hohe Risiko der Nachbetriebsphase durch eine nicht-rückholbare technische Auslegung des Endlagers zu zementieren. Zum Einstieg in diese Variantendiskussion hat die DPU dem Niedersächsischen Umweltministerium ein weiteres kurzes Arbeitspapier vorgelegt. Die von der DPU favorisierte Variante sieht eine Trennung der einzulagernden Gebinde entsprechend ihrem Nuklidinventar vor. Gebinde mit langzeitrelevanten Nukliden müßten von solchen, in denen lediglich Radionuklide in relativ kurzer Halbwertszeit enthalten sind, getrennt werden. Die Gebinde mit kürzerlebigen Nukliden könnten nach dem jetzigen Endlagerkonzept in Schacht Konrad eingelagert werden; für die Gebinde, in denen langzeitrelevante Nuklide (insbesondere I 129 und Se 79), enthalten sind, müßten zunächst rückholbar eingelagert werden, bis eine umweltverträgliche Endlagertechnik entwickelt worden ist. Nach Auffassung des Gutachters sollte es möglich sein, in den nächsten Monaten die angedeuteten Varianten für das Endlager Konrad wenigstens in groben Zügen zu skizzieren, so daß die technische Machbarkeit beurteilt werden kann und solche Varianten auch in eine relative Bewertung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens einbezogen werden können.

**VERZEICHNIS DER ERGÄNZENDEN ARBEITSPAPIERE, DIE
DPU DEM NMU IM LAUFE DER BEGUTACHTUNG EIN-
GEREICHT HAT**

1. Alternativen der Endlagerung radioaktiver Abfälle, 19 Seiten, Juni 1992
2. Stellungnahme zu den Einwendungen mit UVP-Bezug im Planfeststellungsverfahren für das Endlager Schacht Konrad, 34 Seiten, August 1992
3. Variantendiskussion zum Endlager Schacht Konrad, 9 Seiten, Januar 1993
4. Analyse der Gefahrenmomente bei der Gebindeanlieferung im näheren Umkreis der Anlage, 31 Seiten, Januar 1993

ZUSÄTZLICH VERWENDETE LITERATUR

AbfG:

Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen vom 7. Juni 1973, i.d.F. d. Bek. vom 27. August 1986, zul. geänd. d. G. vom 26. Juni 1992

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung (StrSchV)

AtG (Atomgesetz):

Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 15. Juli 1985, zuletzt geändert am 14. März 1990

BAnz (Bundesanzeiger):

Bekanntmachung der Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, die nicht an eine Landessammelstelle abgeliefert werden. Bundesanzeiger 41 Nr.63a, S.3 - 12

Barthelemeß, A.:

Stellungnahme zum Fragenkatalog "Strahlenrisiko" der Enquete Kommission "Zukünftige Kernenergie-Politik" des Deutschen Bundestages. Deutscher Bundestag, 8. Wahlperiode, Drucksache 8/Anlage 7/4341 vom 27.06.1980.

BBergG:

Bundesberggesetz vom 13.08.1980.

BEIR (Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations):

Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. National Academy Press, Washington D.C.

Benes, J.:

Radioaktive Kontamination der Biosphäre. Jena, 1981

Beral, V., P. Fraser, L. Carpenter, M. Booth, A. Brown u. G. Rose:

Mortality of employees of the Atomic Weapons Establishment, 1951 - 1982.

In: Brit. Med. J.297, 1988, S. 757-770

Bergbehörde:

Zwischenbericht zum Planfeststellungsverfahren Konrad, Mai 1990.

Bezirksregierung Braunschweig:

Entwurf der überarbeiteten Einleitungserlaubnis gemäß §11 NWG.
Braunschweig 1992

Bielenberg; Erbguth; Sötter:

Raumordnungs- und Landesplanungsrecht des Bundes und der Länder.
Kommentar und Textsammlung. Bielefeld 1979

BImSchV:

Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 24.07.1985, zuletzt geändert am 28.08.1991

Blab, J.:

Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien. Greven 1986

Blum, A.:

Die Strahlenschutzverordnung im Lichte neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse. Diss. Marburg 1986

Blum, A. u. H. Kuni:

Bericht zum BMFT-Projekt KWA 3309 A7 "Arbeitsbedingungen in nuklearen Wiederaufarbeitungsanlagen", Projektabschnitt II, Medizin.
Marburg 1985

BMI (Bundesministerium des Innern):

Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk. Rundschreiben. Bonn 1983.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit):

Umweltpolitik, Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung - Jahresbericht 1988,1992

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit):

1. Bericht des Arbeitskreises auf Staatssekretärschicht zur Entsorgung der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland, vom 12. September 1990

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit):

Entwurf zu einer Bewertung des Entsorgungsberichtes der Staatssekretäre, Stand 26. Mai 1992

Boigk, H.:

Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland.- Euke, 1981

Bonka, H.:

Production and emission of Tritium from nuclear facilities and the resulting problems. In: Behaviour of Tritium in the Environment, IAEA Proceed. Series 232, Wien 1979, S. 105-123

Bonka, H.:

Strahlenexposition durch radioaktive Emissionen an kerntechnischen Anlagen im Normalbetrieb. Köln 1982

Brennecke, P. u. J. Schumacher:

Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland - Abfallerhebung für das Jahr 1989.

In: Bundesamt für Strahlenschutz ET-1/90. Braunschweig 1990

Bulgakow, A.O.:

Entwicklung der Gesundheitssituation in der Ukraine nach dem Tschernobyl-Unfall. 1. Int. Konf. Ges. f. Strahlenschutz "Neue Bewertung des Strahlenrisikos", Kiel 28.2.-1.3.1992, im Druck

Bundesminister für Verkehr:

Rundschreiben 8/1983

Bundesverwaltungsgericht:

Urteil 4C36.85 vom 16.03.1989

BVOS (Bergverordnung für Schacht-und Schrägförderanlagen) vom 01.09.1977

(Nds. MBl. Nr. 45/1977, S. 1239), geändert durch Verordnung vom 10.12.1979 (Nds. MBl. Nr. 62/1979, S. 2036)

CEC (Commission of the European Communities):

Methodology for Evaluating the Radiological Consequences of Radioactive Effluents Released in Normal Operations. Joint Report by the National Radiological Protection Board, Harwell, Didcot, United Kingdom, and the Commissariat à l'Énergie Atomique, Département de Protection, CEN, Fontenay-aux-Roses, France, Doc. No. V/3865/1/79, July 1979 (2nd Impression, Dec. 1982, with corrections)

Cho, W.-J. et al.:

Uncertainty analysis of safety assessment for high-level radioactive waste repository.

In: Waste Management Jg. 12, 1992, H. 1, S. 45-54

Cole, C.R. et al.:

Lessons learned from the HYDROCOIN experience. GEOVAL-Symposium Stockholm 1987, S. 269-285

Cook-Mozzafari, P.J., F.L. Ashwood, T. Vincent, D. Forman u. M. Alderson:

Cancer increase and mortality in the vicinity of nuclear installations in England and Wales 1959-1986. HMSO 1987

Cook-Mozzafari, P.J., S. Darby, R. Doll:

Cancer near potential sites of nuclear installations. Lancet II, S. 1145-1147

Crompton, N.E.A., F. Zölzer, E. Schneider u. J. Kiefer:

Increased mutant induction by very low dose-rate gamma-irradiation. In: Naturwissenschaften 72, 439. 1985.

Csicsaky, M. (Niedersächsisches Sozialministerium, Ref. Umwelthygiene):

Kinderleukämie in der Samtgemeinde Elbmarsch, Berichtsband, Stand: Februar 1992

Curtis, S.B.:

A possible role of the inverse dose rate effect in the radon exposure problem.

In: Baverstock, K.F.; Stather, J.W. (Hrsg.): Low dose radiation. London, New York, Philadelphia 1989, S. 547-553

Das neue Wasserrecht für die betriebliche Praxis - Stand Juni 1991:

Kommentare zur Trinkwasserverordnung. Lose Blatt Sammlung, 1991.

Davies, C.R.:

Effects of gamma irradiation on growth and yields of agricultural crops. I Spring sown wheat.

In: Rad. Bot. 8, 1968, S. 17-30

Davies, C. R.:

Effects of gamma irradiation on growth and yields of agricultural crops. III Root crops, legumes and grasses.

In: Rad. Bot. 13, 1973, S. 127-136

Demuth, M.:

Leukämiemorbidity bei Kindern und Jugendlichen in der direkten Umgebung des Kernkraftwerkes Würgassen. Kassel 1989

Demuth, M.:

Leukämiemorbidity bei Kindern in der direkten Umgebung des Kernkraftwerkes Krümmel. Drage 1991

Detournay, A. u. H.D. Cheng:

Poroelastic Response of a borehole in a non-hydrostatic stress field.

In: Int. Jour. Rock Mech. Min. Sci. 25, 1988, 3, S. 171-182

Deutscher Bundestag:

Bericht der Bundesregierung zur Entsorgung der Kernkraftwerke und anderer kerntechnischer Einrichtungen. Bonn 1988

Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e.V. (Hrsg.):

Eignung von Oberflächenwasser als Rohstoff für die Trinkwasserversorgung. Technische Regeln, Arbeitsblatt W 151, Juli 1975, DVGW, Eschborn 1975

Deutsches Atomforum:

Radioaktive Abfälle - Entstehung, Behandlung, Beseitigung.

In: Analysen, Heft 24. Bonn 1989

Dunger, W.:

Tiere im Boden. Wittenberg 1983

DVGW Regelwerk:

Trinkwasserversorgung und Radioaktivität. Arbeitsblatt W 253, 1982

DWD (Deutscher Wetterdienst):

Produktkatalog der Abteilung Klimatologie des Zentralamtes des Deutschen Wetterdienstes (PROKAT). Offenbach a. M., 1988

DWD (Deutscher Wetterdienst):

Stellungnahme zu den zusammengefaßten Einwendungen Sachgebiet Nr.4100 - Planfeststellungsverfahren Schacht Konrad. Offenbach 1992

EC-7:

Eurocode 7. Geotechnik, 1990, H. 1

Edward, C.A. u. J.R. Lofly:

Biology of earthworms. London 1977

EG (Europäische Gemeinschaften):

Richtlinie des Rates vom 15.7.1980 zur Änderung der Richtlinien, mit denen die Grundnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlen festgelegt wurden. 80/836 EURATOM. Amtsblatt der EG L 246.22,1-72, 17.9.1980 (geändert Amtsblatt der EG L 265/4.27,4-156, 5.10.1984)

Ehling, U.H.:

Strahlengenetisches Risiko des Menschen.

In: Umschau 80, S. 754-759

Ehling, U.H.:

Die Abschätzung des genetischen Risikos strahlenexponierter Personen.

In: Universität Bremen, Informationen zu Energie und Umwelt, Teil A,

Nr. 25: Aktuelle Erkenntnisse zur Bewertung des Strahlenrisikos, S. 7-

33

Ehling, U.H.; Averbeck, D.; Cerutti, P.A.; Friedmann, J.; Greim, H.; Kolbye Jr.

A.C.; Mendelsohn, M.L.:

Review of the evidence for the presence or absence of thresholds in the induction of genec effects by genotoxic chemicals.

In: Mutation Res. 123 ,1983, S. 281-341.

Ehling, U.H.; Favor, J.:

Strahleninduzierte Mutation in Keimzellen der Maus.

In: Köhnlein, W. et al. (Hrsg.): Die Wirkung niedriger Strahlendosen.

Berlin-Heidelberg-New York 1989, S. 3-13

Eikmann, T.; Kloke, A.:

Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-

)Stoffe im Boden. Handbuch Bodenschutz, Kap. 3590, 1991

Erhardt, W. u. Sauer, A.:

Die Vorausberechnung von Senkung, Schiefelage und Krümmung über

dem Abbau in flacher Lagerung Bergbauwissenschaften, 8(1991), S.

415-429

EWG (Europäische Wirtschaftsgemeinschaft):

Risikobewertung erheblicher Auswirkungen von Stoffen auf Säugetiere.

EWG 87/302 Nr. L 133, B

Fabries, M.; A. Grauby u. J.L. Trochain:

Study of a mediterranean type of phytocoenose subjected to chronic
gamma radiation:

In: Rad. bot. 12, 1972, S. 125-135

Fecker, E. u. G. Reik:

Baugeologie. Stuttgart, 1987.

Fendrik, I. u. J. Bors:

Strahlenschäden an Pflanzen (Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd. 1,

6. Lieferung). Berlin 1991

Flaccus, E.; T.V. Armentano u. M. Archer:

Effects of chronic gamma radiation on the composition of the herb
community of an oak-pine forest.

In: Rad. Bot. 14, 1974, s. 263-271

Flodin, U., M. Fredriksson, O. Axelson, B. Persson u. L. Hardell.:

Background radiation, electrical work and some other exposures asso-
ciated with acute myeloid leukaemia in a case-referent study.

In: Arch. Environm. Health 41, 1986, S. 77-83

Fritz-Niggli, H.:

Strahlengefährdung / Strahlenschutz. Bern 1991

Fürst, D., R. Knebel u. G. Ratzbor:

Erstellung eines Leitfadens zu Umweltqualitätszielen und -standards als Bewertungsgrundlage für Tiere, Pflanzen und Wasser im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung in Niedersachsen. Institut für Landesplanung und Raumforschung der Universität Hannover

Gardner, M.J., M.P. Snee, A.J. Hall, A.J. Powell, S. Downes, u. J.D. Terrell:

Results of a case-control study of leukaemia and lymphoma among young people near Sellafield nuclear plant in West Cumbria.

In: Brit. Med. J. 300,1990, S. 423-429

Giannetti, M., A. Trux, B. Giannetti u. Z. Zubrzycki:

Xenopus laevis South Africa clawed toad - a potential indicator for radioactive contamination in ecological systems?

In: Biology and physiology of amphibians, Stuttgart 1990

Gofman, J. W.:

Radiation and human health. Pantheon Books, updated and abridged edition, 1983

Gofman, J.W.:

Das Krebsrisiko unter den Überlebenden der Atombombenabwürfe auf Grund der "alten" und "neuen" Dosimetrieberechnungen. In Köhnlein, W. et al. (Hrsg.) "Die Wirkung niedriger Strahlendosen", Berlin-Heidelberg-New York 1989, S. 57-73

Golder Associates:

Discrete Fracture Modelling for the Stripe Site Characterization and Validation Drift Inflow Predictions. Golder Associates Report, 1991(a)

Golder Associates:

User Documentation FRACMAN. Golder Associates User Documentation, 1991(b)

Greinacher, J. u. G. Piepenbreier:

Langzeitsicherung unterirdisch einzulagernder Abfälle mit mineralischen Abdichtungsmaterialien. Tunnelbau 1993, Glückauf GmbH Essen 1992, S. 277-294

Griffith, T.P. A. Pirie u. J. Vaughan:

Possible cataractogenic effect of radionuclides deposited within the eye from the blood stream.

In: Brit. J. Ophthalmology 69, 1985, S. 219-227

GRS (Gesellschaft für Reaktorsicherheit):

Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transportes radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad. Köln, 1991.

Gruppe Ökologie:

Gutachterliche Stellungnahme zu Gefahren durch den Transport radioaktiver Abfälle zum geplanten Endlager Konrad für das Gebiet der Stadt Braunschweig. Hannover 1991

GSF (Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung):

Abschlußbericht: Eignungsprüfung der Schachanlage Konrad für die Endlagerung radioaktiver Abfälle, Band 1. München 1982

Haberer, Klaus:

Umweltradioaktivität und Trinkwasserversorgung. München 1989

Harle, N.:

Tritium Fact Sheet. Sittard (Niederlande) 1986

Heilbrock, G. u. S. Demmert:

Auswirkungen von Schwankungen der Durchlässigkeit von mineralischen Abdichtungen.

In: 20 Jahre Grundbau und Bodentechnik an der Ruhruniversität Bochum, H. 20, Dez. 1992, S. 321-337

Henshaw, D.L., J.P. Eatough u. R.B. Richardson:

Radon as a causative factor in induction of myeloid leukaemia and other cancers.

In: Lancet (1990) April 28, S. 1008-1012

Hirsch, H.:

Identifizierung von Schwachstellen der GRS-Transportstudie Konrad. (Beirat für Fragen des Kernenergieausstiegs). Hannover 1992

Hoffmann, B.:

Einsatz hydraulischer Modelle bei der Lösung hydrogeologischer Modelle. - Niedersächsische Akademie der Geowissenschaften. Veröffentlichungen, Heft 7: S.66ff. Hannover 1991

Hoffmann, W., H. Kuni, S. Artmann, A. Bahr, A. Götz, C. Herrwerth, I. Schmitz-Feuerhake u. F. Schubert:

Leukämiefälle in Birkenfeld und Umgebung: eine erste Bestandsaufnahme.

In: Köhnlein, W. et al. (Hrsg.): Niedrigdosisstrahlung und Gesundheit. Medizinische, rechtliche und technische Aspekte mit dem Schwerpunkt Radon. Berlin-Heidelberg-New York 1990, S. 175-181

Höll, K.:

Wasser-Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Virologie, Biologie. Berlin-Heidelberg- New York 1979

Hübler, K.-H.:

Bodenschutz durch bessere Planungsgrundlagen? Bodenqualitätsberichte, Bodenkataster, methodische Überlegungen und praktische Möglichkeiten.

Seminare, Symposien, Arbeitspapiere der BfLR, Heft 21, Bonn, 1986

Huntemann, E.-M.:

Recht der unterirdischen Endlagerung radioaktiver Abfälle. In: Studien zum internationalen Wirtschaftsrecht und Atomenergierecht, Band 76. München 1989

Hutzinger O.:

PCDD und PCDF: Gefahr für Mensch und Umwelt.

In: Chemie in unserer Zeit 165, 1986

IAEA (International Atomic Energy Agency) / WHO (World Health Organization):

Nuclear power and the environment. Wien 1972

IAEA (International Atomic Energy Agency):

The sterility principle in insect control. Wien 1974

ICRP (International Commission on Radiological Protection) No. 26:

Recommendations of ICRP. ICRP Publ. No. 26, Annals of the ICRP 1(3). Pergamon Press, Oxford 1977.

ICRP (International Commission on Radiological Protection) Nr. 26:

Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission.
Publ. Nr. 26, 1977. Stuttgart 1978

ICRP (International Commission on Radiological Protection) No. 41:

Nonstochastic effects of ionizing radiation.
In: Ann. ICRP 14, 1984

ICRP (International Commission on Radiological Protection) No. 60:

Recommendations of ICRP. ICRP Publ. No. 60, Annals of the ICRP 21 (1-3). Pergamon Press, Oxford 1990

ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements):

The Quality Factor in Radiation Protection. Report of a Joint Task Group of the ICRP and ICRU to the ICRP and ICRU, ICRU-Report 40, 1986

Kana, D.D. u.a.

Critical assessment of seismic and geomechanics literature related to high-level nuclear waste underground repository. Report NUREG/CR-5440, CNWRA89-001, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, 1991, 156 S.

Kazakow, V.S.:

Dynamik der Krankheitsfälle in der Republik Belorußland nach dem Reaktorunfall. 1. Int. Konf. Ges. f. Strahlenschutz "Neue Bewertung des Strahlenrisikos", Kiel 28.2.-1.3.1992, im Druck

Keller, B., C. Haaf, P. Kaatsch u. J. Michaelis :

Untersuchung der Häufigkeit von Krebserkrankungen im Kindesalter in der Umgebung westdeutscher kerntechnischer Anlagen 1980 - 1990. Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz, IMSD-Technischer Bericht. Mainz 1992

Kendall, G.M., C.R. Muirhead, B.H. MacGibbon, J.A. O'Hagan, A.J. Conquest, A.A. Goodill, B.K. Butland, T.P. Fell, D.A. Jackson, M.A. Webb, R.G.E. Haylock, J.M. Thomas u. T.J. Silk:

Mortality and occupational exposure to radiation: first analysis of the National Registry for Radiation Workers.

In: Brit. Med. J.304, 1992, S. 220-225

Kerr, K.A.:

Indoor radon: the deadliest pollutant.

In: Science 240, 1988, S. 606

Kiefer, J., T. Kranert, F. Koenig u. U. Stoll:

Der Zeitfaktor bei der strahleninduzierten Mutationsauslösung.

In: Köhnlein, W. et al. (Hrsg.): Die Wirkung niedriger Strahlendosen.

Berlin-Heidelberg-New York 1989, S. 23-33

Kl'utschenowitsch, V.I.:

Strahlenbelastung und Veränderungen der Gesundheitssituation nach dem Tschernobyl-Unfall im Oblast Gomel. 1. Int. Konf. Ges. f. Strahlenschutz "Neue Bewertung des Strahlenrisikos", Kiel 28.2.-1.3.1992, im Druck

Köhnlein, W.:

Die neueste Krebsstatistik der Hiroshima/Nagasaki-Überlebenden: Erhöhtes Strahlenrisiko bei Dosen unterhalb 50 cGy (rad), Konsequenzen für den Strahlenschutz.

In: Berichte des Otto Hug Strahleninstitutes Nr. 4, 1991, S. 36-53

Köhnlein, W., H. Kuni u. I. Schmitz-Feuerhake:

Niedrigdosisstrahlung und Gesundheit. Berlin 1990

Konietzky, H.:

Geomechanische Interpretation seismischer Signale im Rahmen der seismischen Überwachung eines Bergwerkes, Dissertation, Bergakademie Freiberg, 1989

König, W.:

Untersuchung und Bewertung von Kulturböden bei der Gefährdungsabschätzung von Altlasten.

In: Gewässerschutz-Wasser-Abwasser 105, 1988, S. 31-54

Krebs, A.:

Strahlenbiologie. Berlin 1968

Kröger, W.:

Experience in the Use of PSC for the Design Assessment of Advanced Next Generation Nuclear Power. IAEA Technical Committee Meeting on the Use of Probabilistic Safety Criteria (PSC). Vienna, 11.-15. April 1988

KTA 1508:

Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre, i.d.F. 9/88

Kuni, H.:

Äquivalentdosis bei der Alpha- und Neutronenstrahlung. In: Wendhausen, H.; Lengfelder, E. (Hrsg.): "Neue Bewertung des Strahlenrisikos" 1. Int. Konf. Ges. f. Strahlenschutz, Kiel, 28.2.-1.3.92. (Im Druck) (a)

Kuni, H.:

Niedrigstrahlung und Gesundheit der Arbeitnehmer. Expertise mit besonderer Berücksichtigung der Arbeitsbedingungen in der Anlage Schacht Konrad. Marburg 1992 (b)

Küppers, C.:

Graubereich und Regelungslücken im Strahlenschutzrecht.

In: Köhnlein, W. et al. (Hrsg.): Niedrigdosisstrahlung und Gesundheit. Berlin-Heidelberg-New York 1990, S. 249-264

LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall):

Arbeitsgruppe "Ablagerungen und Altlasten": Erfassung,
Gefahrenbeurteilung und Sanierung von Altlasten.
Informationsschrift 1989

Lajtai, E.Z. et al.:

The effect of water on the time-dependent deformation and fracture of
granite.
In: Int. Jour. Rock Mech. Min. Sci. 24, 1987, 4, S. 247-255

Landkreis Gifhorn:

Regionales Raumordnungsprogramm 1985. Gifhorn 1986

Landkreis Peine:

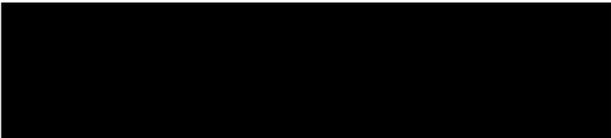
Endlager Konrad: eine Bewertung der Planfeststellungsunterlagen aus
ökologischer und ökotoxikologischer Sicht (bearbeitet vom Labor für
Geoanalytik). Amt für Umweltschutz und Regionalplanung, Peine 1991

Lengfelder, E.:

Strahlenwirkung - Strahlenrisiko. Landsberg 1990

Levèvre, M.:

Untersuchungen über die Wirkung von Insektenwachstumsregulatoren
(IWR) auf die Rübenblattwanze *Piesma quadratum* FIEB. Dissertation
im Fachbereich Angewandte Biologie, Institut für Phytopathologie,
Universität Gießen 1976.


Leydecker, G.:

Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten
für die Jahre 1000 - 1981.
In: Geologisches Jahrbuch, Reihe E, Heft 36, 1986, (Aktualisierte Fas-
sung von 1992), 1992a

Loewe, W.E. u. E. Mendelsohn:

Revised dose estimates at Hiroshima and Nagasaki.
In: Health Phys. 31, 1981, S. 663-666

Luckey, T.D.:

Hormesis with ionizing radiation. CRC Press, Boca Raton, Florida
1980

Mangold, D.C. u. C.F. Tsang:

A summary of subsurface hydrological and hydrochemical models.
In: Review of Geophysics 29, 1991, H. 1, S. 51-79

Marinowa, G. et al.:

Radioimmunologischno opredelianie na estradiol; progesteron v krvta
pri rentgenovi laborantski s menstrualni smushteniia. Akush. Ginekol.
(Sofia) 16 (5), S. 371-374, 1977. S. auch Kongreßbericht Medical Tri-
bune v. 27.9.1974, Nr. 39 "Häufige Zyklusanomalien bei strahlenex-
ponierten Frauen", S. 35

McCombine et al.:

Sicherheitsanalysen der Entsorgung radioaktiver Abfälle.
In: NAGRA INFORMIERT 12, 1990, H. 1, S. 20-30

Meyer, H.:

Aspekte des neuen Sicherheitskonzeptes des Bauwesens für die Geo-
technik
In: Zeitschrift für Angewandte Geologie 38, 1992, H. 1, S. 16-20

Meyers, R.F. u. V.H. Dropkin:

Effects of x-rays and gamma-irradiation in soil and plant-parasitic ne-
matodes.
In: Radiation Res. 9, 1958, 158

Michel, C. u. H. Fritz-Niggli:

Radiation damage in mouse embryos exposed to 1 rad X-rays or nega-
tive pions.
In: Fortschr. Röntgenstr. 127, 1977, S. 276-280

Michel, C.:

Combined effectes of irradiation and chemicals on CNS development.
In: Riklis, E. (Hrsg.): Frontiers in Radiation Biology. Proceed. 21st
Meeting Europ. Soc. Radiat. Biol., Tel Aviv, Oct. 1988

Michel, C.:

Strahlenbedingte Entwicklungsstörungen im niedrigen Dosisbereich. In Köhnlein, W., H. Traut, M. Fischer (Hrsg.): Die Wirkung niedriger Strahlendosen. Berlin-Heidelberg-New York 1989, S. 127-134

Mine, M., Y. Okumura, M. Ichimaru, T. Nakamura u. S. Kondo:

Apparently beneficial effect of low to intermediate doses of A-bomb radiation on human life span.

In: Int. J. Radiat. Biol. 58, S. 1035 - 1043. 1990

Monsees, J.E. u. J.L. Merritt:

Seismic modelling and design of underground structures. Numerical Methods Geomechanics, A.A. Balkema, Rotterdam, 1988, vol.3, S. 1833-1842

Morgan, K.Z.:

Wünschenswerte Veränderungen in der Art und Weise wie Internationale Strahlenschutzempfehlungen verfaßt werden. Berichte des Otto Hug Strahleninstitutes, in Vorbereitung

Muller, H.:

Über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Erbmasse.

In: Strahlentherapie 55, 1986, S. 207-224

Münnich, K.O. u. I. Levin:

Messungen des Tritium- und Radiokohlenstoffgehaltes in geschädigten und ungeschädigten Bäumen. In: Beirat Umweltforschung des Landes Baden- Württemberg, BULBW-Bericht 1, Forum "Einfluß radioaktiver Stoffe auf das Schadstoffpotential der Atmosphäre und auf die Aktivitätsbelastung von Pflanzen", Stuttgart 07.11.1986

Murphy, C.E., C.W. Sweet u. R.D. Fallon:

Tritium transport around nuclear facilities. In: Nuclear Safety 23 (1982), S. 677-685

NAGRA (Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle):

Bulletin der NAGRA, Nummer 1 und 2. Baden (Schweiz) 1988

NDenkSchG:

Niedersächsisches Denkmalschutzgesetz

Niedersächsisches Innenministerium:

Landesraumordnungsbericht Teil II. Hannover 1982

Niedersächsisches Innenministerium:

Raumordnungsbericht Niedersachsen 1988. Hannover 1989

Niedersächsisches Innenministerium:

Integration ökologischer Sachverhalte in niedersächsische Raumordnungsprogramme. Hannover 1989

Niedersächsisches Landesverwaltungsamt:

Erfassung der für den Naturschutz wertvollen Bereiche in Niedersachsen (Biotopkartierungen). Hannover, 1982.

Niedersächsisches Landesverwaltungsamt:

Rote Liste der in Niedersachsen gefährdeten Gefäßpflanzen. Hannover 1983.

Niedersächsisches Landesverwaltungsamt:

Rote Liste der in Niedersachsen gefährdeten Vögel. Hannover 1984.

Niedersächsisches Landesverwaltungsamt:

Rote Liste der in Niedersachsen gefährdeten Libellen. Hannover 1986.

Niedersächsisches Landesverwaltungsamt:

Rote Liste der in Niedersachsen gefährdeten Groß-Schmetterlinge.
Hannover 1988.

Niedersächsisches Landesverwaltungsamt:

Rote Liste der in Niedersachsen gefährdeten Lurche und Kriechtiere.
Hannover 1989

Niedersächsisches Landesverwaltungsamt:

Begründung zur Denkmaleigenschaft der Schachtanlage. Braunschweig,
Schreiben vom 29.09.1992

NLFB (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung):

Geowissenschaftliche Begutachtung der Antragsunterlagen im Hinblick auf die sicherheitstechnische Realisierbarkeit für ein "Endlager für radioaktive Abfälle in der Schachtanlage Konrad" - Zwischenbericht.
Hannover 1990

NLFB (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung):

Hydrogeologische Vorgaben für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit (Modellgebiet Grube Konrad) Stand: 05.10.1990

NLWA (Niedersächsisches Landesamt für Wasser und Abfall):

Gewässergütekartierung.

NMU (Niedersächsisches Umweltministerium):

Lufthygienisches Überwachungssystem Niedersachsen - Jahresbericht 1990. Hannover 1991

NNatSchG (Niedersächsisches Naturschutzgesetz) vom 02.07.1990.

Nussbaum, R.H.:

Zunahme des Strahlenrisikos bei niedrigen Dosen: Übereinstimmung zwischen bisher als unvereinbar bezeichneten Studien.

In: Köhnlein, W. et al. (Hrsg.): Die Wirkung niedriger Strahlendosen. Berlin-Heidelberg-New York 1989, S. 75-89

Oberbergamt:

Zwischenbericht der Bergbehörde zum Planfeststellungsverfahren "Konrad" (Stand der Begutachtung 2/90 auf der Grundlage des Plans, Stand 3/89). Clausthal-Zellerfeld 1990

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD):

The international HYDROCOIN project - level 1 + 2 + 3 + summary. OECD Paris 1992, 4 Bände

Otake, M. u. W.J. Schull:

In utero exposure to A-bomb radiation and mental retardation; a reassessment.

In: Brit. J. Radiol. 57, 1984, S. 409-414

Otake, M. u. W.J. Schull:

Radiation cataract.

In: J. Radiat. Res. Suppl. "A review of forty-five years study of Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors" 1991, S. 283-293

Otto-Hug-Strahleninstitut:

Strahlenexposition und -risiko sowie Sicherheit bei der sog.

"schadlosen Verwertung" von bestrahlten Brennelementen im Ausland.

Gutachten erstellt im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg.

Bonn 1990 (i.d.F. von Juli 1991).

Philipp, W.:

Zechstein und Buntsandstein in Tiefenbohrungen zwischen Harz und Lüneburger Heide.

In: Geol. Jb., Hannover 77 (1960), S. 711-740

Prinz, H.:

Abriß der Ingenieurgeologie. Stuttgart, 1991.

Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung (PSE)

Abschlußbericht, Fachbände 15, 16, 18, 19. Projektleitung PSE (Hrsg.). Berlin 1985

Radulian, M. u. C.F. Trifu:

Scaling relationship for the near-field P-SV ground motion.

In: Pageophy, 125, 1987, H. 1, S. 19-40

RERF TR 9-87 :

Preston, D.L., D.A. Pierce; The effect of changes in dosimetry on cancer mortality risk estimates in the atomic bomb survivors. Radiation Effects Res. Foundation, Hiroshima, Technical Report 1988

RERF TR 5-88 :

Shimizu, Y., H. Kato, W. Schull; Life Span Study Report 11. Part 2. Cancer mortality in the years 1950-85 based on the recently revised doses (DS86). Radiation Effects Res. Foundation, Hiroshima, Technical Report 1989

Roll, A.:

Der Salzstock in Mölme und seine Umgebung.

In: Beih. Geol. Jb., Hannover 117, 1971, S. 109

Roman, E., V. Beral, L. Carpenter, A. Watson, C. Barton, H. Ryder u. D. Lynn
Aston:

Childhood leukaemia in the West Berkshire and Basingstoke and North
Hampshire district health authorities in relation to nuclear establish-
ments in the vicinity.

In: Brit. Med. J 294 (1987), S. 597-602

Roßnagel, A.:

Niedrigdosisstrahlung und das Grundrecht auf Leben und körperliche
Unversehrtheit.

In: Köhnlein, W. et al. (Hrsg.): Niedrigdosisstrahlung und Gesundheit.
Berlin-Heidelberg-New York 1990, S. 217-224

Saito, M., M.R. Ishida, C. Streffer u. M. Molls:

Estimation of absorbed dose in cell nuclei due to DNA-bound ^3H .

In: Helth Phys. 48, 1985, S. 465-473

Sauer, G.W.:

Atomrechtsetzung seit Tschernobyl.

In: Köhnlein, W. et al. (Hrsg.): Niedrigdosisstrahlung und Gesundheit.
Berlin-Heidelberg-New York 1990, S. 225-248

Schemel, H.-J.:

Thesen zur Glaubwürdigkeit von UVP-Gutachten. In: UVP-report 2/92,
S. 60-63

Schenk, V. u. Z. Schenkova:

Seismic hazard assessment for central europe version 1989. Procee-
dings 4th Int. Symp. Analysis of Seismicity and Seismic Risk,
Czechoslovakia, 1989, S.494-503

Schmidt, M.:

Die neuen Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission
- Rückschritt im Strahlen- und Arbeitsschutz. Otto Hug Strahleninstitut
Nr.2, 1990, S. 23-40

Schmidt-Thomé, P.:

Lehrbuch der Allgemeinen Geologie. Band 2 Tektonik. Stuttgart 1972.

Schmitz-Feuerhake, I.:

Das Strahlenrisiko. Beantwortung eines Fragenkatalogs für die Enquete-Kommission "Zukünftige Kernenergie-Politik" des Deutschen Bundestages. Universität Bremen, Information zu Energie und Umwelt Teil A, Nr. 13, 1981

Schmitz-Feuerhake, I.:

Risikofaktoren für strahleninduzierte Krebserkrankungen im Niedrigdosisbereich.

In: Köhnlein, W. et al. (Hrsg.): Die Wirkung niedriger Strahlendosen. Berlin-Heidelberg-New York 1989, S. 53-73

Schmitz-Feuerhake, I.:

Die unterschätzten Risiken durch Strahlenbelastung.

In: Urbanes Leben - Eine Auswahl von Aufsätzen - Beiträge zum Jahrestreffen der Int. Ass. der Krebsregister (IACR), Hamburg, 13.-15. August 1990, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde f. Arbeit, Gesundheit und Soziales 1992, S. 58-63 (a)

Schmitz-Feuerhake, I.:

Unterschätzt ICRP die Wirkung kleiner Dosen? Eingeladener Vortrag auf dem Röntgenkongreß in Wiesbaden, Mai 1992 (b)

Schmitz-Feuerhake, I.:

Bericht über die Ergebnisse der biologischen Dosimetrie an fünf Erwachsenen aus der Samtgemeinde Elbmarsch an das Ministerium für Natur, Umwelt und Landesentwicklung des Landes Schleswig-Holstein und an das Niedersächsische Sozialministerium vom 23.07.1992 (c)

Schmitz-Feuerhake, I., K. Bätjer u. E. Muschol:

Abschätzungen zum somatischen Strahlenrisiko und die Empfehlungen der ICRP-Publikation Nr. 26 (1977).

In: Fortschr. Röntgenstr. 131, 1979, S. 84-89

Schmitz-Feuerhake, I. u. H. Ziggel:

Bewertung der Studie des IMSD "Untersuchung der Häufigkeit von Krebserkrankungen im Kindesalter in der Umgebung westdeutscher kerntechnischer Anlagen 1980-1990". Beratungsauftrag für das Niedersächsische Umweltministerium, 1992

Schmitz-Feuerhake, I. u. H. Ziggel:

Gutachten zur potentiellen Strahlenbedingtheit der in der Elbmarsch aufgetretenen kindlichen und jugendlichen Leukämien. Erstellt für das Niedersächsische Sozialministerium im März 1992 (a)

Schmitz-Feuerhake, I. u. H. Ziggel:

Bewertung der Studie des IMSD "Untersuchung der Häufigkeit von Krebserkrankungen im Kindesalter in der Umgebung westdeutscher kerntechnischer Anlagen 1980-1990". Beratungsauftrag für das Niedersächsische Umweltministerium, 1992 (b)

Scholz, R. u. E. Lengfelder:

Strahlenschutz in der Bundesrepublik Deutschland: Das 30-Millirem-Konzept. Berichte Otto Hug Strahleninstitut, Nr. 1, Bonn 1989

Schreiber, D.:

Meteorologie - Klimatologie. Bochum 1982

Schröder, H.:

Chromosomenaberrationsanalyse in peripheren Lymphozyten chronisch radonexponiert lebender Personen. Diplomarbeit Universität Bremen, Studiengang Biologie, 1991

Schubert, P.:

Die Ungewißheit bei der Standsicherheitsanalyse von Felsbauwerken. In: Felsbau 10, 1992, Nr. 4, S. 191-195

Schüttelkopf, H.:

Verhalten langlebiger Radionuklide in der Atmosphäre. Fachtagung Radioökologie, Deutsches Atomforum, Bonn 2.-7.10.1979

Sharma, S. u. R. Judd:

Underground opening damage from earthquakes.

In: Engineering Geology 30, 1991, S. 263-276

SKB:

Description of the transport mechanisms and pathways in the far fields of a KBS-3 type repository. SKB Technical Report 92-09, 1992, 53 S.

SKI:

A review of the uncertainties in the assesment of radiological consequences of spent nuclear fuel disposal. SKI Report 92:18, Stockholm 1992, 110 S.

Soos, P. von:

Die Rolle des Baugrunds bei Anwendung der neuen Sicherheitstheorie im Grundbau.

In: Geotechnik 13, 1990, S. 82-91

Sparrow, A.H. u. P.J. Botting:

Comparison of the effects of simulated fallout decay and constant exposure-rate gamma-ray treatments on the survival of yield of wheat and oats.

In: Rad. Bot. 11, 1971, S. 405-410

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen):

Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen:

"Abfallwirtschaft", 1990

Stadt Salzgitter:

Flächennutzungsplan der Stadt Salzgitter - Erläuterungsbericht zum Flächennutzungsplan (Kurzfassung). Salzgitter 1989

Stadt Salzgitter:

Gutachterliche Stellungnahme gemäß § 14 Niedersächsisches Naturschutzgesetz zur Verkehrsanbindung des Schachtes Konrad 2. Schreiben vom 30.01.1989 an PTB.

Stadt Salzgitter:

Strukturdaten der Bevölkerung - Salzgitter in Zahlen (Nr.88). Salzgitter
1992

Stadt Ulm:

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Amtsblatt
für Berlin, 40, 1990, Nr.65, 2464-2469

Strahlenschutzkommission:

Wirkungen nach pränataler Bestrahlung. Veröffentlichung der Strahlen-
schutzkommission Band 2. Stuttgart, New York 1989

Strahlenschutzkommission:

Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung der Kollektivdosis. Bun-
desanzeiger Nr. 126 a vom 12.7.1985

Strahlenschutzverordnung (StrlSchV):

Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen
(Strahlenschutzverordnung) vom 30. Juni 1989, zuletzt geändert am 23.
September 1990

Streffer, C. u. W.U. Müller:

Radiation risk from combined exposure to ionizing radiations and che-
micals.

In: Adv. Radiat. Biol. Vol. II, Academic Press 1984, S. 173-210

TA-Lärm:

Allgemeine Verwaltungsvorschrift über genehmigungsbedürftige Anla-
gen nach § 16 der Gewerbeordnung - GewO (Technische Anleitung
zum Schutz gegen Lärm)

TA-Luft:

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutz-
gesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom
27.02.1986, berichtigt am 04.04.1986.

TAS:

Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen vom
Dezember 1978, zuletzt geändert durch Nachtrag vom Dezember 1987

TAS:

Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen vom
Dezember 1978, zuletzt geändert durch Nachtrag vom Dezember 1987

Traut, H.:

Neue Ergebnisse zur Linearität der Dosis/Wirkung-Beziehung strahleninduzierter Mutationen.

In: Naturwiss. 75, 1988, S. 375-379

Trifu, C.-I. u. M. Radulian:

Predicted near-field ground motion for dynamic stress drop models.

In: Pageophy 123, 1985, S. 173-198

Trifu, C.-I. u. M. Radulian:

Sacling laws of the near field SH ground motion.

In: Acta Geophysica Polonica 34, 1986, S. 185-199

Trinkwasserverordnung:

Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe vom 22.5.1986, Bundesgesetzblatt 1986, Teil 1, Nr. 22, S. 760-773

TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.:

Stellungnahme zu der Realisierungsmöglichkeit einer Filteranlage für die Grubenwetter der Schachtanlage Konrad. Hannover 1992

TÜV Hannover:

Immissions-Vorbelastungsmessungen im Beurteilungsgebiet der Müllpyrolyseanlage Salzgitter (Zwischenbericht). Hannover 1988

TÜV Hannover:

Endlager Konrad - Zwischenbericht zur Begutachtung. Hannover 1990.

UBA (Umweltbundesamt):

Jahresbericht 1988, Berlin 1989, S.45f.

Ulrich, R.L.:

Interactions of radiation and chemical carcinogens.

In: Slaga, T.L. (Hrsg.): Carcinogenesis Vol. 5, Modifiers of Chemical Carcinogenesis. New York 1980, S. 169-184

UNSCEAR:

United Nations "Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation", Report to the General Assembly, Washington D.C., 1988

Urquhart, J.:

Children of the British bomb-signposts to further research. 1. Int. Konf. Ges. f. Strahlenschutz "Neue Bewertung des Strahlenrisikos", Kiel 28.2.-1.3.1992, im Druck

Urquhart, J.D., R.J. Black, M.J. Muirhead, L. Sharp, M. Maxwell, O.B. Eden u.

D.A. Jones:

Case-control study of leukemia and non-Hodgkin's lymphoma in children in Caithness near the Dounreay nuclear installation.

In: Brit. Med. J. 302, 1991, S. 687-692

UVPG (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz):

Gesetz zur Umsetzung der Richtlinien des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (UVPG) vom 12. Februar 1990

UVPVwV :

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPVwV) (Referentenentwurf) vom 19. Juni 1991

Valliappau, S. u. K.K. Aug:

Numerical modelling of tunnel blasing. Numerical Methods Geomechanics, A.A Balkema, Rotterdam, 1988, vol.1, 1988, S. 145-154

van Lidth de Jeude:

Leidraad Bodemsanering, Deel II, Afl. 4, 's-Gravenhagen, 1988

Ward, D. S. et al.:

Verification and field comparison of the Sandia Waste-Isolation Flow and Transport Model (SWIFT). Sandia National Laboratories 1984, 150 S.

Warnecke, E. u. A. Hollmann:

Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland - Abfallerhebung für das Jahr 1989.

In: Bundesamt für Strahlenschutz ET-11/91. Braunschweig 1991

Weiss, M.:

Strahlenbiologische, histologische und fortpflanzungsbiologische Untersuchungen an der Rübenblattwanze im Hinblick auf die Anwendbarkeit einiger Selbstvernichtungsverfahren. Dissertation, Fachbereich Angewandte Biologie, Universität Gießen, 1977

WHG:

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz) i.d.F.d.Bek. vom 23. September 1986

Wiborg, M. et al.:

A review of the uncertainties in the assessment of radiological consequences of spent nuclear fuel disposal. Stockholm 1992

Wieland, R.:

Ein Verfahren zur Senkungsvorausberechnung über Abbauen in flachgelagerten Flözen auch unter Berücksichtigung der Besonderheiten eines durchbauten Gebirgskörpers Dissertation, RWTH Aachen, 1984

Wing, S., C.M. Shy, J.L. Wood, S. Wolf, D.L. Cragle, u. E.L. Frome:

Mortality among workers at Oak Ridge National Laboratory.

In: J. Am. Med. Ass. 265, 1991, S.1397-1402

Winter, G.:

Grenzwerte - Umweltrechtliche Studien, Bd.1, Düsseldorf 1986

Wolkow, A.:

Späte Tschernobyl-Folgen, Unfruchtbarkeit und Fehlgeburten in Weißrußland, nach Zeitungsmeldung Weser Kurier, 7.11.1992

Wriedt, H.:

Zusammenwirken von Radioaktivität und chemischen Schadstoffen. Informationsreihe Gesundheit und Umwelt Nr. 1 (Behörde f. Arbeit, Gesundheit und Soziales der Freien und Hansestadt Hamburg). Hamburg 1989

LISTE DER VERWENDETEN ANTRAGSUNTERLAGEN

- BfS (Bundesamt für Strahlenschutz): Plan Endlager für radioaktive Abfälle, Stand 9/86 in der Fassung 4/90. Braunschweig 1990
- BfS (Bundesamt für Strahlenschutz): Kurzfassung Plan Endlager für radioaktive Abfälle, Stand 9/86 in der Fassung 4/90. Braunschweig 1990
- BfS (Bundesamt für Strahlenschutz): Abwasserentsorgung Schacht Konrad während Errichtung und Betrieb als Endlager für radioaktive Abfälle, Stand 4/90. Braunschweig 1990
- BfS (Bundesamt für Strahlenschutz): Planunterlagen - Auszug aus ergänzenden Unterlagen auf Grundlage NBauO und BauVorlVO, Stand 4/90. Braunschweig 1990
- BfS (Bundesamt für Strahlenschutz): Verkehrsanbindung Schacht Konrad 2, Stand 4/90. Salzgitter 1990

LISTE DER VERWENDETEN ERLÄUTERNDEN UNTERLAGEN (EU)

- EU000.05 Gutachten über die Standfestigkeit der Schächte Konrad 1 und Konrad 2 im Hinblick auf die weitere Verwendung für die Erz- und Materialförderung, Seilfahrt und Wetterführung
- EU000.13 Lagepläne Linien gleicher Mächtigkeit des unteren Lagers, 28% Fe, Mittl. Korallenoolith
- EU001.06 Systemanalyse Konrad, Teil 2: Anforderungen an Abfallprodukte, Behälterigenschaften und Ableitung von Aktivitätsgrenzwerten und Aktivitätsbegrenzungskriterien für im Endlager Konrad endzulagernde Abfallgebinde
- EU001.07 Strahlenschutzkonzeption für ein Endlagerbergwerk mit Erläuterungen am Beispiel der Planungen für das Endlager Konrad
- EU006.02 Auswertung der experimentellen Untersuchungen zur Aerosolausbreitung und Abscheidung in untertägigen Strecken und im Abwetter-schacht, GRS-A-1108
- EU008.03 Quartärstratigraphie und Kiesanalyse
- EU010.20 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Bestimmung störfallbedingter Aktivitätsfreisetzung
- EU015.01 Grundwasserhöhengleichenpläne: Langfristige Grundwasserbeobachtungen Teil 1: Text und Anlagen 1-5 Teil 2: Anlagen 6-11
- EU015.02 Grundwasserhöhengleichenpläne: Kurzfristige Grundwasserbeobachtungen

- EU015.03 Analysen quartären Grundwassers: Temperatur- und elektrische Leitfähigkeitsmessungen im oberflächennahen Grundwasser in halbjährlichen Abständen
- EU018.01 Abflüsse, oberirdische Einzugsgebiete, Abflußverhältnisse der Vorfluter
- EU019.00 Abflüsse oberirdischer Einzugsgebiete: Dokumentation
- EU022.00 Auswertung der Seismogramme der als nicht künstlich erkennbaren Ereignisse und Bestimmung der seismischen Daten
- EU024.00 Schachtförderanlage Konrad 2: Vorsorgemaßnahmen
- EU025.01 Abflüsse, oberirdische Einzugsgebiete: Wasserbilanz des Zweigkanals Salzgitter
- EU025.02 Abflüsse, oberirdische Einzugsgebiete: Darstellung der oberirdischen Wasserscheiden
- EU025.04 Pumpmenge Wasserwerk Hütte, Wassergewinnung und Wasserabgabemengen
- EU026.00 Bericht über das Abteufen der Untersuchungsbohrung K 101
- EU027.00 Hydrogeologie Konrad: Hydraulische Testarbeiten in der Bohrung K 101, Tgb.Nr.11586/85
- EU029.00 Abflüsse, oberirdische Einzugsgebiete: Wasserabgabemengen in die Vorfluter
- EU032.01 Probenuntersuchung Tiefbohrung K101 Ermittlung von Gesteinsparametern an Bohrkernen
- EU036.01 Daten radioaktiver Abfälle für Sicherheitsanalysen zum Endlager Konrad unter Berücksichtigung von Berechnungen der Ortsdosisleistung von Abfallgebinden, PTB-SE-IB-3
- EU036.02 Untersuchung zur Erweiterung des Nuklidspektrums in radioaktiven Abfällen aus Kernkraftwerken
- EU036.04 Verarbeitung von radioaktiven Sonderabfällen aus dem Bereich der Landessammelstellen. (Strategiegespräch BMFT vom 24./25.08.1983
- EU036.05 Experimentelle Untersuchungen zur untertägigen Aerosolausbreitung in der Grube Konrad. Endbericht
- EU036.06 Ergänzende Untersuchung zum untertägigen Ausbreitungsverhalten von Aerosolen unter besonderer Berücksichtigung des Abwetterschächtes und großer Partikel (Endbericht)
- EU036.14 Lastannahme Erdbeben: Abschätzung seismischer Einwirkungen bei angenommenen Erdbeben im Nahbereich des Standortes Konrad

- EU036.15 Swift Manual, Version 3.82: "Simulator for waste injection flow and transport"
- EU036.16 Emos Manual, Version 2.1: Programmpaket zur Modellierung der Radionuklidfreisetzung aus Endlagern für angenommene Szenarien
- EU036.22 Beweissicherung: Radioaktivität in Grubenwässern; Auswertung und Dokumentation
- EU036.23 Messungen der Radon- und Thoron-Aktivitätskonzentration in den Grubenwettern - a. Versuchsdurchführung und Ergebnisdokumentation
- EU038.01 Konzeptplanung: Feste radioaktive Betriebsabfälle
- EU038.02 Konzeptplanung: Kontaminierte Flüssigkeiten
- EU039.01 Felsmechanische Gesteinsparameter: Auswertung der felsmechanischen Laboruntersuchungen
- EU044.00 Felsmechanische Parameter: Durchführung begleitender petrophysikalischer Laboruntersuchungen
- EU047.01 Vergleich internationaler Kriterien zur Endlagerung radioaktiver Abfälle. (Juli 85), GRS-A-1121
- EU047.02 Endlagerung radioaktiver Abfälle. Übersicht über technische Konzepte im internationalen Bereich (Feb.86) GRS-A-1191
- EU050.00 Analyse quartären Grundwassers: Radionuklidbestimmung an Wasserproben
- EU052.04 Spannungsmessungen auf der Schachanlage Konrad, 1200m Sohle Süd, Archiv-Nr. 99426
- EU052.06 Parameterstudien zur Grundwasserbewegung auf einen Modellschnitt vom Salzgitter Höhenzug zum Salzstock Calberlah; Hydraulische Höhen, Fließwege, Fließzeiten, Archiv-Nr. 98994
- EU052.10 Durchströmungsversuche auf der Schachanlage Konrad, Schacht 2, Teufe (585m, 595m, 610m Sohle), Sept.-Okt. 1082, Archiv-Nr. 99421
- EU052.20 Durchströmungsversuche auf der Schachanlage Konrad (1200 m Sohle Süd), Archiv-Nr. 98172
- EU052.40 Spannungsmessungen auf der Schachanlage Konrad, 1200m Sohle Süd, Archiv-Nr. 98292
- EU052.50 Zur Abschätzung der Durchlässigkeit des Oxford im Bereich der Grube Konrad, Archiv-Nr. 99426
- EU052.70 Berechnungen zur Standsicherheit geplanter untertägiger Hohlräume, Schachanlage Konrad
- EU053.01 Durchlässigkeitsbeiwerte, Teil 1 Stand 1983/84

- EU053.02 Durchlässigkeitsbeiwerte, Teil 2 Stand 1985
- EU053.03 Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung im oberflächennahen Grundwasser, Stand 1983/84
- EU055.00 Hydrogeologie im Gebiet der Grube Konrad. Grundlagen der Modellrechnung zur Langzeitsicherheit. Archiv-Nr. 99131
- EU059.00 Durchführung petrophysikalischer Laboruntersuchungen, Mitarbeit am geowissenschaftlichen Erkundungsprogramm
- EU063.01 Ergebnisse der festigkeitsmechanischen Laboruntersuchungen an Proben aus den Schachtwiderlagerbohrungen im Schacht Konrad 2, Archiv-Nr. 99467/II
- EU063.02 Hydrogeologie Konrad, Untersuchungen an einer wasserführenden Kluft im Ort 300 der Grube Konrad, Archiv-Nr. 99416
- EU063.03 Bohrung Konrad 101, Teil I : Geologischer Bericht Teil II: Schichtenverzeichnis
- EU063.03 Mineralogische und geochemische Untersuchungen an Gesteinsproben der Bohrung Konrad 101 (einschließlich der Anlagen 5 und 6 im Extraband), Nachtrag
- EU072.02 Systemanalyse Konrad, Teil 2: Zur Kritikalitätssicherheit im Endlager Konrad , GRS-A-1049
- EU072.03 Systemanalyse Konrad, Teil 2: Zur Kritikalitätssicherheit im Endlager Konrad bei inhomogener Spaltstoffverteilung, GRS-A-1148
- EU072.04 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Strahlenfelder von Abfallgebinden, Pufferhalle, GRS-A-1202
- EU072.06 Systemanalyse Konrad, Teil 2: Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen für das Betriebspersonal der Schachanlage Konrad, GRS-A-1130
- EU075.03 Felsmechanische Gesteinsparameter: Durchführung felsmechanischer Laboruntersuchungen (Bestimmung einaxialer /biaxialer festigkeitsmechan. Gesteinsparameter)
- EU075.04 Felsmechanische Gesteinsparameter: Auswertung der felsmechanischen Laboruntersuchung (Nachtrag)
- EU076.01 Langzeitsicherheitsanalyse des Endlagers Konrad: Radionuklidenausbreitung in der Nachbetriebsphase Anlage: Listen der Eingabedaten für die Modellrechnung zur Grundwasserbewegung (SWIFT)
- EU078.08 Dosisleistung durch Direktstrahlung und Skyshine außerhalb des Betriebsgeländes der Schachanlage Konrad, ET-IB-38
- EU081.01 Ergebnisse der festigkeitsmechanischen Laboruntersuchungen an Gesteinsproben aus dem Hangend- und Liegendbereich der Grube Konrad Archiv-Nr. 99467/I

- EU081.02 Berechnung zum Beanspruchungszustand des Deckgebirges und gruben-naher Bereiche
- EU081.04 Seismische Lastannahme für unter Tage (Ableitung der Bewegungsgrößen) Archiv-Nr. 99586
- EU081.05 Untersuchungen zur Festigkeit und Verformbarkeit von Tonmergel- und Tonsteinprüfkörpern aus der Bohrung Konrad 101, Archiv-Nr. 98650
- EU084.00 Eingangskontrolle Abfallbinde, Sondermaßnahmen
- EU085.01 Seismische Daten, Auswertung der Seismogramme der als nicht künstlich erkennbaren Ereignisse und Bestimmung der seismischen Daten
- EU086.00 Testrechnungen zur Übertragung der geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet Konrad in das Modell
- EU093.04 Auswirkung bergbaulicher Maßnahmen auf den übertägigen Senkungstrog der Grube Konrad, Archiv-Nr.99 446
- EU093.05 Temperaturmessungen in der Bohrung Konrad 101, Archiv-Nr. 99 127
- EU094.00 Gasanalyse der Grubenwetter
- EU096.01 Gutachten über Abbauwirkungen im Deckgebirge der Schachanlage Konrad,(ohne Anlage 27, Computerausdruck)
- EU097.00 Felsmechanische Gesteinsparameter in Erkundungsstrecken: Proben-nahme u.Durchführung felsmechanischer Laboruntersuchungen
- EU099.01 Bestimmung felsmechanischer Gesteinsparameter
- EU099.02 Ergebnisse von festigkeitsmechanischen Laboruntersuchungen an Ge-steinsproben aus dem Oxford und Kimmeridge des Nahbereichs der Grube Konrad, Archiv-Nr. 99467/III
- EU099.03 Bestimmung felsmechanischer Gesteinsparameter an Kernen aus Erkun-dungs- und Meßbohrungen der Schachanlage Konrad
- EU102.00 Parameterstudien zum Einfluß von Anregungsart, Hohlraumgeometrie, Auflockerungszone und Ankerung auf die Wechselwirkungen zwischen seismischen Wellen und untertägigen Hohlräumen, Archiv-Nr. 100 437
- EU103.00 Ergebnisse festigkeitsmechanischer Laboruntersuchungen an Gestein-sproben aus den Schachtwiderlagerbohrungen im Schacht Konrad I Ar-chiv-Nr. 99467/IV
- EU104.00 Grundwasserstandsdaten von Beobachtungs- u. Referenzmeßstellen während der Kurzzeitpumpversuche in den Meßstellen des I und II Bau-abschnitts
- EU105.00 Auswertung der Seismogramme der als nicht künstlich erkennbaren Er-eignisse und Bestimmung der seismischen Daten. Seismische Daten-sammlung 1979-1982

- EU106.00 Vermerk zur Begutachtung des NLFb: 1. Aufnahme weiterer Erdbeben in die Liste Erdbeben im Umkreis von ca. 200 km um den Standort Konrad 2. Basaltvorkommen im Bereich des Salzstocks Rolfsbüttel-Wendeburg
- EU107.02 Systemanalyse Konrad, Teil 2: Anomaler Betrieb (Ausfälle der Stromversorgung, Ausfälle der Bewetterung) GRS-A-1023
- EU111.00 Durchströmungsversuche auf der Schachtanlage Konrad, Schacht 1, Ort 300, Archiv-Nr. 100295
- EU113.02 Endlager Konrad: Aktivitätsfluß, Medienentsorgung, Strahlenschutzmaßnahmen, Strahlenexposition, Strahlenquellen und -abschirmung, Ableitung radioaktiver Stoffe, Betriebsablauf, Langzeitsicherheit
- EU113.04 Ableitung von Sorptionsdaten aus experimentalen Untersuchungen - Schachtanlage Konrad, PTB-SE-IB-7
- EU114.00 Analyse quartären Grundwassers: Auswertung und Interpretation der Meß- und Analysenergebnisse quartären Grundwassers
- EU117.00 Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (vorläufige Endlagerungsbedingungen Stand April 1990 in der Fassung Juli 1991) - Schachtanlage Konrad -
- EU120.00 Probenuntersuchungen an Lagerbegrenzungsbohrungen der Schachtanlage Konrad
- EU124.02 Aktivitätsfreisetzung aus Abfallbinden als Funktion der Zeit, einschl. Anhang I-IV
- EU132.00 Systemanalyse Konrad, Teil 2: Signifikanz einer Modellkurve "800°C/1h" für den Temperatur-Zeit-Verlauf hinsichtlich der Auswirkungen eines Transportfahrzeugbrandes unter Tage
- EU135.01 Analysen quartären Grundwassers, Sanierung von 13 Grundwassermeßstellen
- EU135.02 Grundwasserhöhengleichenpläne, Sanierung von 4 Grundwassermeßstellen
- EU138.00 Nuklidmigration (Np, Pu, Am, Tc) im Deckgebirge des Endlagerortes Konrad, RCM 03585
- EU139.02 Bestimmung des Sorptions-/Desorptionsverhaltens ausgewählter Radionuklide (U, Th, Ra u.a.) an repräsentativen Gesteinen für den Standort Schachtanlage Konrad (Untersuchungsprogramm II)
- EU139.03 Anlage zu den Konradberichten von Dezember 84 und Dezember 85: Sorptions-/Desorptionsverhaltens ausgewählter Radionuklide (U, Th, Ra u.a.) an repräsentativen Gesteinen für den Standort Schachtanlage Konrad
- EU145.01 Tagesanlagen Schacht Konrad 1: Feuerlöscheinrichtungen

- EU145.02 Tagesanlagen Schacht Konrad 2 Feuerlöscheinrichtungen
- EU146.00 Hydrogeologie im Gebiet der Grube Konrad, Erläuternde Stellungnahmen, Stand Juni 1987, zu Nachforderungen des NLFB (Schreiben des NLFB vom 9.4.87), Archiv-Nr. 101 314
- EU149.00 Vermerk zu Kapitel 3.1.9.3 - Seismische Verhältnisse und Lastannahmen (Bodenverstärkung)
- EU151.00 Fließrichtungs- und Fließgeschwindigkeitsbestimmung im oberflächennahen Grundwasser, II. Bauabschnitt 1985
- EU155.00 Grundwasserhöhengleichenpläne: Aktualisierung der Grundwasser-Höhengleichenpläne
- EU156.00 Messungen der seismischen Bodenunruhe im Umfeld der Grube Konrad zum Auffinden eines geeigneten Seismometerstandortes
- EU173.00 Technische Beschreibung des Sonderbehandlungsraumes, der Einbauten, Geräte und Betriebsabläufe
- EU176.00 Bericht über die Auswirkungen der Bodenbewegungen aus dem Bergwerk Konrad auf empfindliche Bauwerke
- EU178.00 Bericht über die untertägige Erkundung: Teil I - Geologischer Bericht
Teil II - Anlagenband Archiv Nr. 100586
- EU179.00 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Analyse der Ereignisse Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwellen auf die Schachanlage Konrad (radiologisch-konventioneller Risikovergleich), GRS-A-1401
- EU181.00 Ermittlung von Gesteinsparametern aus der "Cornbrash"- Bohrung
- EU182.00 Seismische Daten: Auswertung der Seismogramme der als nicht künstlich erkennbaren Ereignisse und Bestimmung der seismischen Daten, Datensammlung 1985
- EU183.00 Strahlenexposition der auf der Schachanlage Konrad unter Tage Beschäftigten durch natürlich vorkommende Radioaktivität im Gestein, PTB-SE-IB-27
- EU189.00 Durchströmungsversuche auf der Schachanlage Konrad, Schacht 2, 3. Sohle, Bohrung 3/149, 3/150, Teufe -893,44m (Cornbrash), Arch.-Nr. 103 395
- EU192.00 Zusätzliche Aspekte zum Nachweis der Kritikalitätssicherheit des geplanten Endlagers Schacht Konrad, PTB-SE-UB-39
- EU193.00 Modellrechnungen zur Grundwasserbewegung mit dem Programm SWIFT für ein alternatives hydrogeologisches Modell für das Endlager Konrad
- EU194.00 Sondermessungen zur Feststellung der Staubkonzentration im Wetterkanal des ausziehenden Wetterschachtes Konrad 2

- EU197.00 Grundlagen der Modellrechnungen für ein alternatives hydrogeologisches Modell zur Langzeitsicherheit, Archiv-Nr. 105265
- EU199.00 Hydraulische Kennwerte im Gebiet der Grube Konrad, Archiv-Nr. 103690
- EU200.00 Isotopenuntersuchung an tiefen Grundwässern aus der Schachanlage Konrad
- EU201.03 Abschätzung der mittleren Abstände von Trennflächen für Kluftwasserleiter im Gebiet der Schachanlage Konrad, Archiv Nr.103968
- EU202.00 Schachanlage Konrad: Gefügestatistische Untersuchungen Archiv-Nr. 103458
- EU203.00 Modellrechnung zur Grundwasserbewegung: Beschreibung des Programms SAPT zur Stromlinienberechnungen
- EU206.00 Grundwasserrechnungen mit veränderter Geologie für das Gebiet Konrad
- EU207.00 Abfallbindespektrum im Endlager Konrad - Statistische Aktivitätsverteilung - PTB-SE-IB-42
- EU208.00 Systembeschreibung Einlagerungssystem, Band 1 und 2
- EU210.00 Modellrechnungen zur Grundwasserbewegung mit dem Programm FEN 301 für ein alternatives geologisches
- EU212.00 Gutachten zur Grundwasserbilanz für den Salzgitter Höhenzug
- EU213.00 Einfluß hochsaliner Porenwässer auf die Grundwasserströmung, Archiv-Nr. 103 758
- EU216.10 Ableitung hydraulischer Kennwerte für das hydrogeologische Modellgebiet Konrad, Archiv-Nr. 103 975
- EU216.20 Repräsentative hydraulische Parameter für den Bereich der Grube Konrad
- EU218.00 Thermophysikalische Eigenschaften von Gesteinen aus dem Einlagerungshorizont der Schachanlage Konrad
- EU219.00 Stellungnahme zur Standfestigkeit des Schachtes 2 im Bereich des Schachtsohle, Ergänzungsgutachten "Cornbrash", 4522-83-0883-035
- EU222.00 Mögliche chemische Reaktionen radioaktiver Abfälle aus dem Betrieb von Kernkraftwerken
- EU228.00 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Ermittlung und Klassifizierung von Störfällen
- EU230.00 Stellungnahme zu HY 50/2: Änderung von Gebirgsdurchlässigkeiten infolge Salzauflösung durch nichtgesättigtes Wasser

- EU232.00 Revision von Tiefbohrungen, 1 Nachtragsband, Arch.-Nr.100547/8
- EU232.00 Revision von Tiefbohrungen, Band 1 bis 7, (1 Anlagenband) Archiv-Nr. 100547/1-7
- EU237.00 FEN301: A three dimensional modell for groundwater flow simulation technical report 86-49
- EU238.00 Systemanalyse Konrad, Teil3: Anlagenbewertung des geplanten Endlagers Konrad
- EU239.00 Dokumentation, Interpretation und Bewertung von geomechanischen und geodätischen Messungen auf der Schachtanlage Konrad, Berichtszeitraum: Januar bis Dezember 1986 Archiv.-Nr. 103 814
- EU240.00 Produktkontrolle radioaktiver Abfälle (ET-18-45)
- EU242.00 Sprengstoffwesen, (Antrag auf Erstellung einer Erlaubnis nach §7 des Sprengstoffgesetzes)
- EU244.00 Abbaueinwirkungen im Deckgebirge über der Grube Konrad
- EU247.00 Hydrogeologie im Gebiet der Grube Konrad, Erläuternde Stellungnahmen zu den Nachforderungen des NlFB (HY 33, 40, 46.2), Archiv-Nr. 104 423
- EU248.00 Hydrogeologie im Gebiet der Grube Konrad: Hydrochemie der Tiefenwässer aus der Grube Konrad, Stellungnahme zu Nachforderungen des NlFB, (HY 16, 17, 18), Archiv-Nr. 104 422
- EU250.00 Brandschutz unter Tage II
- EU251.00 Plausibilitätsbetrachtung zur Chemotoxizität radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, PTB-SE-IB-45
- EU252.00 ELAN-Auswertungen der Bohrungen Rühme 68-71 und Konrad 101
- EU254.00 Bewertung des möglichen Einflusses mikrobiologischer Vorgänge im geplanten Endlager Schachtanlage Konrad auf die Freisetzung und Ausbreitung von Radionukliden, PTB-SE-IB-47
- EU257.00 Fernerkundung im Bereich der Schachtanlage Konrad (Gebiet des hydrogeologischen Modells)
- EU260.00 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Freisetzung radioaktiver Stoffe aus Abfallgebinden im bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachtanlage Konrad
- EU261.00 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Ableitung von Aktivitätsgrenzwerten für die betriebliche Praxis der Einlagerung radioaktiver Abfälle. GRS-A-1452 (Januar 1991)
- EU262.00 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Grundlagen der Ableitung von Aktivitätsbegrenzungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachtanlage Konrad. GRS-A-1522 (Mai 1990)

- EU266.00 Kammerabschlußbauwerk Konzept- und Systembeschreibung
- EU268.00 Der Versatz und das Resthohlraumvolumen im Endlager Konrad
- EU269.00 Stellungnahme zu den offenen Fragen der GRS zum Problemkreis Geosphärentransport, 1282/MS/RS
- EU273.00 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Gasbildung im Endlager Konrad während der Betriebsphase
- EU275.00 Stellungnahme zu GEO 16: Mächtigkeit und Verbreitung des Dogger- β -Sandstein im Modellgebiet
- EU276.00 Berechnung der Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase des Endlagers Konrad nach der allgemeinen Berechnungsgrundlage (Richtlinie zu §45 StrSchV)
- EU277.00 Berechnung der Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase des Endlagers Konrad nach dem Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (Stand: 1.7.1988)
- EU278.00 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Brandschutzmemorandum, GRS-A-1520
- EU279.00 Planung Grubengebäude
- EU281.00 Auslegungsanforderungen Planfeststellungsverfahren Konrad Strahlenschutz
- EU282.00 Entwurfsplanung Strahlenschutz als begleitende Planunterlage
- EU283.00 Stellungnahme des BfS (Radiologischer Teil) zu Fragen des TÜV laut Schreiben vom 30.03.87, Auslegungsanforderungen - Nicht den Endlagerbedingungen genügende Abfallbinde (ET-IB-43)
- EU284.00 Bewetterung
- EU285.00 Particle tracking, Advektiver Transport im Grundwasser. Theorie und Codebeschreibung des Programms TRACK
- EU290.00 Stellungnahme zur Frage der Auswirkungen bergbaulicher Tätigkeiten auf das Deckgebirge der Schachtanlage Konrad
- EU295.00 Hydrogeologische Bewertung von Logauswertungen der Bohrungen Konrad 101 und Röhme 68,69,70,71
- EU297.00 Betreiber-Meßprogramm für die radiologische Umgebungsüberwachung
- EU298.00 Kammerabschlußbauwerk Modell 2, Standsicherheitsnachweis für Strecken im Bereich der Kammerabschlußbauwerke
- EU300.00 Ermittlung von betrieblichen Erwartungswerten u. bewertender Vergleich mit den Antragswerten für bestimmungsgemäße Ableitung radioaktiver Stoffe, Bewert. des Verfahrens zur Ermittlung der Werte der einlagerb. Radioaktivität. ET-IB-29

- EU301.00 Herkunft der Tiefengrundwässer in der Schachanlage Konrad aufgrund hydrochemischer und isotopenhydrologischer Untersuchungen
- EU307.00 Geologische und geotechnische Untersuchungen im Versuchsfeld 5/1 der Schachanlage Konrad, (Sachstandsbericht), Archiv-Nr.105842
- EU309.00 Modellrechnungen mit dem Programm FEM 301 für ein alternatives für ein alternatives geologisches/hydrogeologisches Modell
- EU312.00 Hydrologie im Gebiet der Grube Konrad: Zur Genese der Tiefenwässer der Grube Konrad
- EU316.00 Rahmenbeschreibung für das Zechenbuch/Betriebshandbuch
- EU317.00 Strahlenchemischer Aufbau oder Abbau chemotoxischer Stoffe in radioaktiven Abfällen
- EU318.00 Chemischer Aufbau toxischer Stoffe in radioaktiven Abfällen
- EU321.00 Schachanlage Konrad, Modellrechnungen zur Gasausbreitung im Gebirge
- EU322.00 Dokumentation, Interpretation und Bewertung von geomechanischen und geodätischen Messungen auf der Schachanlage Konrad. (Berichtszeitraum: 1987-1988) Arch.-Nr. 105 105
- EU323.00 Brandschutzmaßnahmen an Dieselfahrzeugen unter Tage; Transportwagen und Stapelfahrzeug für das geplante Endlager Konrad (ET-IB-16)
- EU324.00 Auslegungsforderungen für die baulichen und maschinentechn. Anlagen einschl. Lüftung und Bewetterung sowie an die Handhabungs- und Transportmittel im Endlager Konrad aus den Ergebnissen der Störfallanalysen (ET-IB-3)
- EU325.00 Einsatz von betrieblichen Filtern im geplanten Endlager Konrad zur Minimierung der Auswirkungen von Störfällen unter Berücksichtigung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit (ET-IB-2)
- EU327.00 Aktivität sicherheitstechnisch relevanter Radionuklide am Ende der Betriebsphase des Endlagers Konrad und zeitliche Entwicklung der Aktivität und der Masse von Radionukliden in der Nachbetriebsphase
- EU332.00 Vermerk: Modellrechnungen zur Grundwasserbewegung mit dem Programm SWIFT für eine neue Modellvariante
- EU336.00 Endlager Konrad, Analyse des normalbetrieblichen und störungsbedingten Aktivitätsflusses auf der Basis der technischen Merkmale von Kammerabschlußbauwerken (PTB-SE-IB-56/Rev.01)
- EU338.00 Stellungnahme zur Auswirkung des Salinars im Mittleren Muschelkalk auf die Tiefenwasserhydraulik im Gebiet der Schachanlage Konrad
- EU339.00 Einfluß der bestehenden Tiefenbohrungen und des Schachtverschlusses: Modellierung der Radionuklidausbreitung

- EU341.00 Radionuklidfreisetzung aus dem Grubengebäude Schichtenmodell Konrad, Plan 03/89
- EU342.00 Kritikalitätssicherheit in der Nachbetriebsphase des Endlagers Konrad unter Berücksichtigung der Gesamtaktivität relevanter Radionuklide am Ende der Nachbetriebsphase
- EU343.00 Erläuternde Unterlagen zur chemischen Wechselwirkung und Chemotoxizität. Hier: Stellungnahme zur sicherheitstechnischen Begutachtung
- EU351.00 Der Gebirgsschlag am 13.03.1989 im Kalibergbaurevier des Werratal auf dem Gebiet der DDR und seine Auswirkungen am Standort des geplanten Endlagers Konrad
- EU352.00 Komponentenbeschreibung Transportpalette mit integriertem Schutz für zylindrische Abfallgebinde
- EU353.00 Berechnung der Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase des Endlagers Konrad nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift
- EU355.00 Auswertung der Raumlagemessungen zur Bestimmung der Gebirgsbewegungen bei der Auffahrung des Versuchsfeldes 5/1
- EU362.00 Systembeschreibung Eigenwasserversorgung unter Tage RAM
- EU363.00 Systembeschreibung Grubenwasserversorgung RBB, RJB
- EU366.00 Auswirkungen des veränderten Abfallspektrums aufgrund des Wegfalls der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf auf die Aussagen zur statistischen Aktivitätsverteilung im geplanten Endlager Konrad (BfS-ET-IB-27)
- EU371.00 Systemanalyse Konrad, Teil3: Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage bei Störfällen u.B. der Berechnungsverfahren der AVV zu §45 StrlSchV und Ableitung von Aktivitätsgrenzwerten für 96 Einzelnuklide
- EU373.00 Radionuklidfreisetzung aus dem Grubengebäude für eine Durchströmungsrate von 735 m³/a
- EU376.00 Potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus dem gepl. Endlager Konrad im best.gemäßen Betrieb auf der Basis der Allgem. Verwaltungsvorschrift zu §45 StrSchVO.
- EU 377.00 Stellungnahme des Ing.-Büro Prof. W. Wittke zum Schreiben des NMU Az. 402-40326/03-17/2.10.3 vom 8.3.90 (KAB Modell 2)
- EU378.00 Radionuklidkonzentration im Oxford, Schichtenmodell Konrad, Plan Konrad 3/89, 4/90
- EU380.00 Systembeschreibung Sanitärtechnische Anlagen, Umladeanlage Konrad 2
- EU381.00 Systembeschreibung Sprühwasserlöschanlage Konrad 2

- EU382.00 Systembeschreibung Wärme- und Kältetechnische Anlagen, Verladehalle Konrad 2
- EU387.00 Vollversatz in Einlagerungskammern, Zusammenfassender Kurzbericht
- EU388.00 Administrative Maßnahmen zur Vermeidung von Störfällen und zur Verringerung möglicher Störfallauswirkungen im geplanten Endlager Konrad
- EU390.00 Versatzsystem, Systembeschreibung Schleuderversatz
- EU393.00 Realisierbarkeit einer Filteranlage für die Grubenabwetter
- EU396.00 Radionuklidausbreitung im Deckgebirge für das Schichtenmodell Konrad
- EU404.00 Versatzsystem Systembeschreibung Pumpversatz
- EU411.00 Stellungnahme des BfS zu Hinweisen des TÜV 6/90 (Strahlenschutz) - nicht in anderen Erläuternden Unterlagen enthaltene Hinweise-
- EU413.00 Komponentenbeschreibung Versatzwand
- EU414.00 Zur Langzeitsicherheit des Endlagers Konrad: Potentielle Strahlenexposition für eine Radionuklidausbreitung über bestehende Tiefbohrungen und die Schächte (ET-IB-42)
- EU417.00 Zur Salinität der Tiefenwässer Norddeutschlands
- EU418.00 Geologische und geotechnische Untersuchungen im Versuchsfeld 5/1 der Schachanlage Konrad
- EU420.00 Systembeschreibung Abwasserentsorgung, Außenanlagen und Abwasserableitung von der Anlage Konrad 2
- EU421.00 Hohlraumausnutzung der Einlagerungskammer bei verschiedenen Gebindetypen
- EU422.00 Systembeschreibung Sammlung und Entsorgung von Betriebsabfällen aus dem Kontrollbereich
- EU424.00 Ergebnisse des Untersuchungsprogramm im Bereich der Unterkreide (343m-Sohle), Teil AI
- EU430.00 Fachsitzung zur Langzeitsicherheit des Endlagers am 29.1.91, hier: Modellrechnung zur Gasausbreitung im Gebirge (EU 321)
- EU434.00 Darstellung der Verfüllzustände von ausgewählten Tiefbohrungen im Nahbereich des hydrogeologischen Modellgebietes Konrad (Archiv-Nr. 108 445)
- EU437.00 Endlager Konrad: Schachtverfüllung/Alte Bohrungen. Bericht Teil E, Nachweis der Dichtigkeit aller Bohrungen

- EU438.00 Endlager Konrad: Schachtverfüllung/Alte Bohrungen. Bericht Teil D, Nachweis der Machbarkeit der Schachtverfüllung (Mineralische Abdichtung und Stützsäule)
- EU445.00 Stellungnahme des BfS zum Statusbericht des TÜV-Hannover August 1991, Kapitel 2.7 Kritikalitätssicherheit
- EU449.00 Sedimentationsverhalten und Durchlässigkeit von Bohrspülungen
- EU450.00 Mineralogisch-petrographische Untersuchungen der Horizontalbohrungen Konrad B10 und B11 im Schacht Konrad 2
- EU451.00 Mineralogisch-petrographische Untersuchungen an Gesteinen aus dem Bereich der Untersuchungsstrecke 343m-Sohle (Alb) der Schachanlage Konrad 2
- EU452.00 Mineralogisch-petrographische Untersuchungen an Gesteinen aus dem Bereich der Untersuchungsstrecke 541m-Sohle (Bareme) der Schachanlage Konrad 2
- EU454.00 Schachtverfüllung/Alte Bohrungen, Bericht Teil A II, Ergebnisse des Untersuchungsprogrammes im Bereich der Unterkreide (541m-Sohle)
- EU455.00 Einfluß der alten Tiefenbohrungen, Rechenfall R47
- EU457.00 Vereinfachte Überprüfung der Einhaltung von Aktivitätsbegrenzungen für das Endlager Konrad einlagerbare Abfallgebinde auf der Basis der Neufassung der Strahlenschutzverordnung (ET-IB-05, Rev.01)
- EU458.00 Zuordnung der Anlagen der Wasserver- und -entsorgung zu Erläuternden Unterlagen
- EU460.00 Fortschreibung der Ergebnisse des Untersuchungsprogramms im Bereich der Unterkreide (343m-Sohle). Bericht Teil AI (Ergänzung)
- EU461.00 Stellungnahme zum Arbeitsbericht Nr. 1 von Prof. Matau über Modellversuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit einer durch Nachsedimentation verschlossenen Bohrung
- EU462.00 Stellungnahme des BfS zur Langzeitsicherheit Konrad - Gasausbreitung im Gebirge
- EU463.00 Einfluß des Schachtverschlusses, Rechenfall R49
- EU464.00 Stellungnahme zum Sachstandsbericht des NLFb 3/91

LISTE DER VERWENDETEN ERGÄNZENDEN UNTERLAGEN (EG)

- EG022.01 Planunterlagen Tagesanlagen Schacht Konrad 2. Grundstücks- und Gebäudeentwässerung (Band 1)

- EG022.02 Planunterlagen Tagesanlagen Schacht Konrad 2. Grundstücks- und Gebäudeentwässerung (Band 2)
- EG025.00 Tagesanlagen Schacht 1. Verwaltungs- und Sozialgebäude
- EG026.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 2. Wachgebäude
- EG027.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 2. Lokschuppen/ Lager und Werkstatt/ Friktionswinde/ Ersatzfördermittel/ Gabelstapler und Garage
- EG028.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 2. PKW - Unterstellhalle
- EG029.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 1. Wachgebäude
- EG030.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 1. Heizzentrale mit Kohlebunker
- EG031.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 1. Werkstatt mit Schaltheis
- EG032.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 2. Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal
- EG033.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 2. Grubenwasser - Übergabestation
- EG039.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 1. Schachthalle einschließlich Anbauten
- EG040.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 1. Fördermaschinengebäude Nord
- EG041.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 1. Fördermaschinegebäude Süd
- EG042.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 2. Förderturm mit Schachthalle
- EG043.01 Tagesanlagen Schacht Konrad 2. Umladeanlage (Band 1)
- EG043.02 Tagesanlagen Schacht Konrad 2. Umladeanlage (Band 2)
- EG044.00 Grundstücks- und Gebäudeentwässerung
- EG045.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 1. Materialwirtschaft
- EG046.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 1. Baugrundstück und Außenanlagen (Ordner 1.00)
- EG047.00 Tagesanlagen Schacht Konrad 2. Baugrundstück und Außenanlagen (Ordner 2.00)
- EG048.00 Antrag nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz Konrad 1
- EG049.00 Antrag nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz Konrad 2
- EG062.00 Abwasserentsorgung Schacht Konrad 1 während der Errichtung und Betrieb als Endlager für radioaktive Abfälle (Antrag nach NWG)
- EG063.00 Abwasserentsorgung Schacht Konrad 2 während der Errichtung und Betrieb als Endlager für radioaktive Abfälle (Antrag nach NWG)