



---

Gesellschaft für  
Reaktorsicherheit (GRS) mbH

---

Sicherheitsanalyse  
des Endlagers für radioaktive Abfälle  
Morsleben (ERAM)

Eine Studie der Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH  
und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

---

GRS-79 (März 1991)  
ISBN 3 - 923875 - 29 - 0

**Anmerkung:**

Die Studie wurde im Auftrag des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) erstellt.

**Projektleiter:**

B. Baltes (GRS)  
M. Langer (BGR)

**Projektkoordination:**

U. Holzhauer (GRS)  
G.-H. Stork (BGR)

**Autoren des Berichtes:**

E. Beise, H. Biesold, D. Gründler, P. Handge, F. Lange, J. Larue, H. Mielke,  
W. Müller, F. Peiffer, W. Pfeffer, W. Wurtinger (GRS)

W. Jaritz, D. Meister, H. Schnier (BGR)

**Deskriptoren:**

Entsorgung, Evaluierung, Prüfung

## KURZFASSUNG

### **1. EINLEITUNG**

Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) hat die Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mit dem 1.8.1990 beauftragt, eine Sicherheitsanalyse für das "Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)" durchzuführen mit dem Ziel, zu prüfen, ob die Sicherheit der Beschäftigten und der Umwelt beim Betrieb der Anlage gegeben ist.

Die Sicherheitsanalyse gliedert sich in folgende Aufgabenschwerpunkte:

- Aufnahme des Anlagenstatus
- Bewertung der betrieblichen Sicherheit und Kontrolle
- Geologische Standortbewertung
- Bewertung der Langzeitsicherheit

Maßstäbe für die Bewertung sind:

- die gesetzlichen Grundlagen ( AtG, StrlSchV, Bundesberggesetz )
- die Ausführungsvorschriften (z.B. bergbauliche, technische Regeln, Sicherheitskriterien )

Weiterhin werden zum Vergleich die vorläufigen Endlagerungsbedingungen für das Endlager Konrad sowie die in den verschiedenen Ländern geltenden Endlagerungsbedingungen der oberflächennahen Endlagerung radioaktiver Stoffe herangezogen.

Der Kurzbericht der Sicherheitsanalyse bezieht sich auf folgende Arbeitspunkte:

- Eingelagerte radioaktive Abfälle und Inventare
- Betriebsabläufe
- Störfälle
- Strahlenexposition der Bevölkerung und Umgebung
- Strahlenexposition des Betriebspersonals
- Geologische Standortbewertung
- Sicherheit in der Nachbetriebsphase

Aufgrund der bisher durchgeführten Bestandsaufnahme und Analyse ergibt sich folgender Sachverhalt:

## 2. EINGELAGERTE RADIOAKTIVE ABFÄLLE

Im Endlager Morsleben werden schwach - und mittelradioaktive Abfälle endgelagert, deren Aktivität im wesentlichen aus Beta/Gamma-Strahlern besteht. Der Gehalt an Alpha-Strahlern ist in der Regel für alle Abfälle auf kleiner oder gleich  $0,4 \text{ GBq/m}^3$  Abfallvolumen begrenzt. Über die bislang eingelagerten Abfälle liegen Angaben im Sicherheitsbericht vor, die auf der Dokumentation des Endlagers beruhen. Darüber hinaus wurde vom Staatlichen Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (SAAS) regelmäßig für das Gebiet der DDR der Status des Aufkommens sowie der Zwischen- und Endlagerung von Abfällen erhoben und in Jahresberichten zusammengestellt.

Die Abfälle werden nach den Kategorien "Feste Abfälle", "Flüssige Abfälle" und "Umschlossene Strahlenquellen" klassifiziert. Eine vierte Kategorie "Sonderabfälle" wird nur eingelagert, wenn zuvor eine Konditionierung stattgefunden hat, die derartige Abfälle in eine der drei zuvor genannten Kategorien überführt.

Als Abfallverursacher werden die Kernkraftwerke (KKW) und der gesamte übrige Bereich der Anwendung und Produktion von Radionukliden (APR) unterschieden. In den letzten Jahren waren die Kernkraftwerke der eindeutig dominierende Abfalllieferant.

Aufbauend auf der beschriebenen Datenbasis wurde eine Abfallcharakterisierung mit folgendem Ergebnis durchgeführt.

### Inventar

Bis Ende 1989 wurden ca.  $14\,000 \text{ m}^3$  schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von ca.  $350 \text{ TBq}$  eingelagert. Der Anteil an Alpha-Strahlern beträgt etwa das  $10^{-4}$ -fache der Gesamtaktivität. Ca. 40 % dieses Abfallvolumens entfällt auf feste Abfälle, der Rest betrifft flüssige Abfälle. Die eingelagerten Strahlenquellen haben einen Anteil von ca. 1 % an der Gesamtaktivität und fallen volumenmäßig nicht ins Gewicht. Der Aktivitätsanteil der festen Abfälle beträgt ca. 70 % der eingelagerten Gesamtaktivität.

Die bisher eingelagerten Abfälle und die bei einem kontinuierlichen Weiterbetrieb der Anlage im bisherigen Umfang prognostizierten Abfälle und Inventare für das Jahr 2000 sind sowohl hinsichtlich der Aktivität (Gesamtaktivität:  $1,6 \text{ PBq}$ ) als auch des Volumens (ca.  $33\,000 \text{ m}^3$ ) im Vergleich zu anderen bestehenden oder geplanten Endlagern gering. So wird beispielsweise für das Endlager Konrad ein Abfallvolumen von rund  $600\,000 \text{ m}^3$  und ein Aktivitätsinventar an Alpha-Strahlern von max.  $150 \text{ PBq}$  sowie an Beta/Gamma-Strahlern von max.  $5000 \text{ PBq}$  vorgesehen. In der Asse lagern derzeit ca.  $1,25 \text{ PBq}$  an Beta/Gamma-Strahlern sowie  $88 \text{ TBq}$  an Alpha-Strahlern. Abfälle mit ähnlichen

Aktivitätskonzentrationen wie im ERAM, z.T. jedoch höheren Gehalten an Alpha-Strahlern, werden im Ausland (z.B. Frankreich, Centre de la Manche ca. 40 GBq/m<sup>3</sup>) oberflächennah endgelagert.

In der Grube Marie werden chemotoxische Sonderabfälle in sonderbewetterten Feldesteilen gelagert. Eine Sicherheitsbewertung für diese Sonderabfallagerung ist nicht Gegenstand der Sicherheitsanalyse Morsleben.<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Im Falle eines Zutritts von Wässern zu diesen chemotoxischen Abfällen kann es zur Bildung toxischer Gase und damit eventuell auch zu einer Beeinträchtigung des Betriebes des ERAM kommen. Ein solcher Zutritt von Wässern zur Grube Marie ist zwar unwahrscheinlich (siehe Kapitel 7), gleichwohl sollten die chemotoxischen Abfälle vorsorglich ausgelagert werden.

### 3. BETRIEBSABLÄUFE

Die radioaktiven Abfälle wurden bis Oktober 1990 obertägig in wiederverwendbaren Transportbehältern in fester und flüssiger Form angeliefert und untertage mit unterschiedlichen Einlagerungstechniken endgelagert. Feste Abfälle wurden in ca. 500 m Tiefe in Abbauen z.T. ohne Behälter und unkonditioniert verürzt sowie in Fässern gestapelt. Flüssige Abfälle wurden durch Versprühen auf Braunkohlefilterasche in situ verfestigt.

Auf der Basis der ausgewerteten verfügbaren Unterlagen und der vor Ort durchgeführten Begehungen läßt sich das Ergebnis der bisher durchgeführten Sicherheitsbewertung für die Betriebsabläufe wie folgt zusammenfassen:

#### Transporte

Abfalltransporte zum Endlager erfolgen mit Großcontainern, in denen die Abfälle entweder in wiederverwendbaren Behältern oder bei niedrigaktiven festen Abfällen auch in 200-l-Fässern vorliegen. Die bisher gültigen Transportvorschriften entsprechen dem internationalen Standard, da sie auf den IAEO-Regelungen für die sichere Beförderung von radioaktivem Material basieren. Darüber hinaus sind eingehende Analysen zur Sicherheit beim bestimmungsgemäßen Transport und zum Unfallrisiko durchgeführt und im Sicherheitsbericht dokumentiert worden, die internationalem Vorgehen entsprechen und nachvollziehbar sind.

#### Übertägige Anlagen und Schacht

Die übertägigen Einrichtungen, der Schacht Bartensleben und die Schachtförderanlage sind aufgrund ihrer baulichen Substanz und ihrer technischen Ausführung grundsätzlich geeignet, die an sie zu stellenden Anforderungen zu erfüllen.

Jedoch werden folgende Nachrüstmaßnahmen für erforderlich gehalten:

- *Einbau einer Schachtsperre* <sup>1)</sup>
- *Materialprüfung des Förderkorbaufhängeblechs* <sup>1)</sup>
- *Prüfung der Haupttrageglieder des Förderkorbes* <sup>1)</sup>
- *Elektrischer Teil der Schachtförderanlage (z.B. Einbau von Schachtmagnetschalter, Schachtsignalanlage)*
- *Verfüllung der Hohlräume hinter dem Schachtausbau* <sup>1)</sup>
- *Einbau eines Gegengewichts herkömmlicher Konstruktion* <sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Maßnahme ist bereits eingeleitet.

- *Nachrüstung des Brandschutzes entsprechend den einschlägigen Vorschriften (bauliche, melde- und löschtechnische sowie organisatorische Verbesserungen)* <sup>1)</sup>

Diese Maßnahmen sollten kurzfristig eingeleitet werden; sie können während des Betriebes durchgeführt werden.

### **Einlagerungstechnik**

Die untertage eingesetzte Einlagerungs- und Sicherheitstechnik entspricht zum größten Teil nicht dem derzeitigen Stand von Wissenschaft und Technik. Für die einzelnen Einlagerungstechniken gilt:

#### **IN-SITU-VERFESTIGUNG:**

Die technische Ausführung der In-situ-Verfestigung ist unzureichend. Der bisherige Betrieb hat zu nicht verfestigten kontaminierten Laugen unterhalb der Einlagerungsorte geführt.

*Die In-situ-Verfestigung sollte eingestellt werden. Die noch nicht verfestigten kontaminierten Laugen unterhalb der Einlagerungsorte stellen zwar keine Beeinträchtigung der Sicherheit und des Betriebes dar, gleichwohl sollten sie endlagergerecht konditioniert werden.* <sup>2)</sup>

#### **STAPELTECHNIK:**

Die Stapelung von in Behältern verpackten Abfällen ist eine bewährte und einfach durchzuführende Technik.

*Aus Gründen der Verbesserung des Strahlenschutzes und der Minimierung der Freisetzung radioaktiver Stoffe sollten jedoch standardisierte Behälter und bei Bedarf auch verlorene Abschirmungen zur Anwendung kommen.* <sup>1)</sup>

*Aus Gründen des Brandschutzes sind in Abhängigkeit von der Brennbarkeit der eingelagerten Abfälle in regelmäßigen Abständen die Stapelabschnitte (bei brennbaren Abfällen nach ca. 20 Fässern) mit Salzgrus zu versetzen.* <sup>1)</sup>

#### **VERSTURZTECHNIK:**

Die Versturztechnik eignet sich prinzipiell für einen sicheren Einlagerungsbetrieb. Die bisherige Praxis des Versturzes behälterloser, brennbarer und unkonditionierter Abfälle führt zu einer undefinierten Vermischung der Abfälle.

<sup>1)</sup> Maßnahme ist bereits eingeleitet.

<sup>2)</sup> Die In-situ-Verfestigung ist bereits eingestellt, ein Konzept zur Verfestigung der Laugen ist in Bearbeitung.

*Der Versturz behälterloser, brennbarer und unkonditionierter Abfälle ist einzustellen. Die behälterlos verstürzten Abfälle sind im Hinblick auf eventuelle Brandgefahren und den Explosionsschutz sicher zu lagern.<sup>1)</sup>*

#### PRODUKTKONTROLLE:

*Zur Verbesserung der bisherigen Kontrollmaßnahmen ist eine Produktkontrolle durchzuführen, die die für die Schachanlage Konrad entwickelten Grundsätze berücksichtigt.<sup>2)</sup>*

#### **Anlagen und technische Einrichtungen untertage**

Die untertägigen Strecken befinden sich weitgehend in einem guten Zustand. Die Hebezeuge sowie deren Aufhängung sind ausreichend dimensioniert.

Die untertägigen Transportmittel und Handhabungseinrichtungen sind prinzipiell geeignet, sind jedoch im Hinblick auf Brand- und Strahlenschutz-ausrüstung verbesserungswürdig.

*Der Einsatz moderner Einlagerungsfahrzeuge und Faßmanipulatoren sollte vorgesehen werden.*

#### **Brand- und Explosionsschutz**

Für den gesamten Einlagerungsbereich untertage besteht ein Nachrüstbedarf bei den Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen. Dies betrifft insbesondere die Nachrüstung aktiver Branderkennungs- und Brandbekämpfungsmaßnahmen im Westfeld und im Abbau 1 sowie das Versetzen der im Westfeld eingelagerten Fässer.

*Die Nachrüstmaßnahmen zum Brandschutz sind unverzüglich durchzuführen und das Einbringen des Versatzes im Westfeld ist unverzüglich einzuleiten. Befüllte Kammern sind zu verschließen und beladene Feldesteile zu versetzen.<sup>3)</sup>*

Der Nachrüstbedarf beim Brand- und Explosionsschutz besteht unabhängig davon, ob die Anlage betrieben wird oder stillsteht. Die Durchführung der Nachrüstmaßnahmen ist während des Einlagerungsbetriebes möglich.

---

<sup>1)</sup> Nach Angabe des ERAM sind die Maßnahmen bereits durchgeführt.

<sup>2)</sup> Maßnahme ist bereits eingeleitet.

<sup>3)</sup> Nach Mitteilung des ERAM sind die Nachrüstmaßnahmen zum Brandschutz durchgeführt und das Einbringen des Versatzes ist eingeleitet.

#### 4. STÖRFALLANALYSEN

Aus den vorliegenden Betriebserfahrungen des Endlagers Morsleben ergeben sich keine Hinweise für eine besondere Störfallanfälligkeit. Seit der Inbetriebnahme 1978 sind zwar Betriebsstörungen aufgetreten, jedoch keine Störfälle mit radiologischen Auswirkungen.

Im Sicherheitsbericht des Endlagers Morsleben werden in einer Störfallanalyse unerwünschte Ereignisabläufe untersucht. Diese Störfallanalyse entspricht weder hinsichtlich der Störfallauswahl noch der Berechnung der radiologischen Auswirkungen bundesdeutscher Genehmigungspraxis. Aus diesem Grunde ist von der GRS eine Störfallanalyse auf der Basis abdeckender realistischer Abschätzungen durchgeführt worden, um beurteilen zu können, ob der Betrieb der Anlage derzeit eine Gefährdung darstellt und ob im Falle des Vorliegens einer Gefährdung der Betrieb sofort einzustellen wäre.

Die betrachteten Störfälle werden eingeteilt in:

- Ereignisse, die radiologisch relevant sind und in ihren radiologischen Auswirkungen untersucht werden oder
- Ereignisse, die mit hinreichender Sicherheit durch die Auslegung, ggf. durch Nachrüstmaßnahmen vermieden werden.

Folgende Auslegungstörfälle wurden im Rahmen der GRS Störfallanalyse betrachtet:

- a) Ereignisse, die als radiologisch relevant eingeschätzt werden, so daß ihre radiologischen Auswirkungen zu berechnen sind

Übertage und im Bereich der Schachtförderanlage

- Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung
- Absturz von Lasten auf Abfallgebinde
- Brandereignisse

Untertage

- Brand
- Löserfall

- b) Ereignisse, die durch Nachrüstmaßnahmen vermieden werden, wobei technische oder administrative Maßnahmen erforderlich sein können.

Übertage und im Bereich der Schachtförderanlage

- Förderkorbabsturz
- Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Fördermittels

**Untertage**

- Brand im Abbau 1
- Brand im Westfeld

Bei der Durchführung der Analyse wurde unterstellt, daß insbesondere die Nachrüstmaßnahmen zum Brandschutz im Abbau 1 und im Westfeld erfolgt sind. Danach tritt kein Störfall auf, der nicht beherrschbar ist bzw. der zu einer Überschreitung von Störfallplanungsgrenzwerten nach § 28.3 der StrlSchV führt.

## 5. STRAHLENEXPOSITION DER BEVÖLKERUNG UND UMGEBUNG IM BESTIMMUNGSGEMÄßEN BETRIEB

Eine Bewertung der vom ERAM angegebenen Ableitungen mit den Abwettern und dem Abwasser (Zeitraum 1.1.1987 bis 31.7.1990) hat gezeigt, daß die Dosisgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt eingehalten werden. Von daher ergibt sich derzeit keine unzulässige Strahleneinwirkung aus dem Betrieb der Anlage. Für das ERAM wurden für die Ableitungen mit den Abwettern Grenzwerte für die Konzentration radioaktiver Stoffe in den Abwettern als Jahresdurchschnittswerte genehmigt, jedoch keine Begrenzung der jährlichen Ableitungsmengen.

*Für die jährlichen Ableitungen der einzelnen Nuklide bzw. Nuklidgruppen sind Grenzwerte zu bestimmen. Für C 14 ist dabei ein Wert von  $\leq 37$  GBq und für langlebige aerosolgebundene Aktivitäten ein Wert von  $\leq 1,1$  GBq festzulegen.*

Die bisherigen Erfahrungswerte über die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern des Endlagers Morsleben zeigen, daß die hier vorgeschlagenen Grenzwerte der jährlichen Ableitungen eingehalten werden können.

Die Umgebungsüberwachung wird mit z.T. veralteter Meßtechnik durchgeführt; nuklidspezifische Analysen konnten bislang nur auf radiochemischem Wege durchgeführt werden.

*Die Umgebungsüberwachung ist zu erweitern und auf moderne Analytik, die eine nuklidspezifische Analyse ermöglicht, umzustellen und an die Anforderungen der Richtlinien zur Umgebungsüberwachung anzupassen.*

## 6. STRAHLENEXPOSITION FÜR DAS PERSONAL

Die Sicherheitsbewertung ergab, daß im bestimmungsgemäßen Betrieb die Dosisgrenzwerte der StrlSchV für beruflich strahlenexponierte Personen erheblich unterschritten werden. Allerdings entspricht das eingesetzte betriebseigene Dosimetrie-System für das Personal nicht dem Stand der Technik.

*Das betriebseigene Dosimetrie-System ist an den Stand der Technik anzupassen. Darüber hinaus sind Schritte zu ergreifen, das noch vorhandene Potential zur Dosisminimierung zu nutzen.*

## 7. GEOLOGISCHE STANDORTBEWERTUNG

Die vorläufige Überprüfung der Standortsituation auf mögliche Gefährdungen beruht auf der Sichtung und Bewertung vorgelegter Unterlagen sowie auf der Auswertung der anlässlich von Befahrungen der Anlage erzielten Erkenntnisse. Eingehende Untersuchungen zu geowissenschaftlichen Fragen, z.B. zur Geologie, Hydrogeologie, Langzeitprognose, Gebirgsmechanik konnten im Rahmen der bisherigen Untersuchungen aus Zeitgründen noch nicht durchgeführt werden.

Das Ergebnis der hier durchgeführten Untersuchungen läßt sich wie folgt zusammenfassen:

Eine Gefährdung der Stabilität des Grubengebäudes Bartensleben/Marie ist gegenwärtig nicht erkennbar. Die Standortregion weist eine geringe Seismizität auf. Die festgestellten Tropfstellen und Laugenzuflüsse sind seit ca. 80 Jahren weitgehend gleich geblieben. Unter Beachtung dieser Tatsachen und aufgrund einer geowissenschaftlichen Einschätzung ist eine Zunahme der Laugenzuflüsse, die derzeit zu einer Beeinträchtigung der Stabilität der Grube führen könnte, nicht zu besorgen. Ad-hoc-Baumaßnahmen sind nicht erforderlich.

Zur Verbesserung des derzeitigen Kenntnisstandes im Sinne der Erfordernisse, die sich bei der Durchführung eines aktuellen Planfeststellungsverfahrens stellen, sind jedoch eingehendere geowissenschaftliche Untersuchungen notwendig.

Darüber hinaus muß im Zusammenhang mit der Erarbeitung eines Stilllegungskonzeptes für die Anlage auch eine Zunahme der Laugenzuflüsse, die während der Betriebszeit zwar unwahrscheinlich ist, aber für die Nachbetriebsphase nicht ausgeschlossen werden kann, mit in Betracht gezogen werden. Dazu muß umgehend ein geotechnisches Konzept zur Beherrschung der Laugenzutritte und zur Sicherung der gebirgsmechanischen Stabilität der Einlagerungshohlräume erarbeitet werden. Die aus diesem Konzept resultierenden geotechnischen Maßnahmen, die nach dem derzeitigen Kenntnisstand durchführbar sind, sollten vorsorglich bereits während der Betriebsphase eingeleitet und umgesetzt werden.

Folgende geowissenschaftlichen Untersuchungen und Maßnahmen sind erforderlich:

- *Auswertung aller Bohrungen (besonders der z.Zt. laufenden) und der vorhandenen reflexionsseismischen Messungen auch auf niedersächsischem Gebiet und ggf. weitere Bohrungen und neue Seismik*
- *Erstellung eines seismologischen Standortgutachtens*

- *Wöchentliche Überwachung der Lösungszutritte mit sorgfältiger Probennahme und Analyse*
- *Erkundungsmaßnahmen im Bereich der Lösungszutritte*
- *Erstellung einer ausreichend fundierten hydrogeologischen Standortbeschreibung*
- *Erarbeitung eines hydrogeologischen Modells*
- *Erarbeitung eines umfassenden Stabilitätsnachweises für das Gesamtsystem Bartensleben/Marie Bestandsaufnahme des Grubengebäudes mit seinem geologischen Umfeld, Spannungszustand, Konvergenzen, Standsicherheit, Wegsamkeiten)*
- *Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes zur Beherrschung von Laugenzuflüssen*
- *Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes zur Reduzierung des Hohlraumvolumens der Grube*
- *Erarbeitung eines Stilllegungskonzeptes*

## 8. SICHERHEIT IN DER NACHBETRIEBSPHASE

Im Sicherheitsbericht des ERAM wird bzgl. der Langzeitsicherheit von der Arbeitshypothese der Flutung der Grube mit Magnesiumchloridlauge ausgegangen. Dabei wird die Grube als standsicher angenommen.

Das im Sicherheitsbericht vorgestellte Stilllegungskonzept ist mit bundesdeutschen Regeln und Richtlinien nicht kompatibel. Es muß unverzüglich mit der Erarbeitung eines geeigneten Stilllegungskonzeptes begonnen werden. Dies ist bei Beachtung der Überwachungsmaßnahmen (Kap. 7) bei laufendem Betrieb der Anlage möglich.

Den im Sicherheitsbericht vorgestellten Analysen liegt ein hydrogeologisches Standortmodell zugrunde, welches der geologische Gutachter als nicht belastbar bewertet. Nach seiner Einschätzung reicht der derzeitige Kenntnisstand der hydrogeologischen Standortsituation für eine realitätsnahe, standortbezogene hydrogeologische Betrachtung der Geosphäre nicht aus. Um jedoch zu einer Sicherheitseinschätzung zu gelangen, sind eigene Analysen zur Sicherheit der Nachbetriebsphase durchgeführt worden, die das Freisetzungs- und Transportverhalten von Radionukliden im Grubengebäude und in der Biosphäre berücksichtigen, jedoch keinen Kredit von Transport- und Retardationsvorgängen in der Geosphäre nehmen. In den Analysen wird von einem Versatzkonzept ausgegangen, das die Standsicherheit des Grubengebäudes für den Betrachtungszeitraum gewährleistet. Die Berechnung der Strahlenexposition basiert auf der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu §45 StrlSchV.

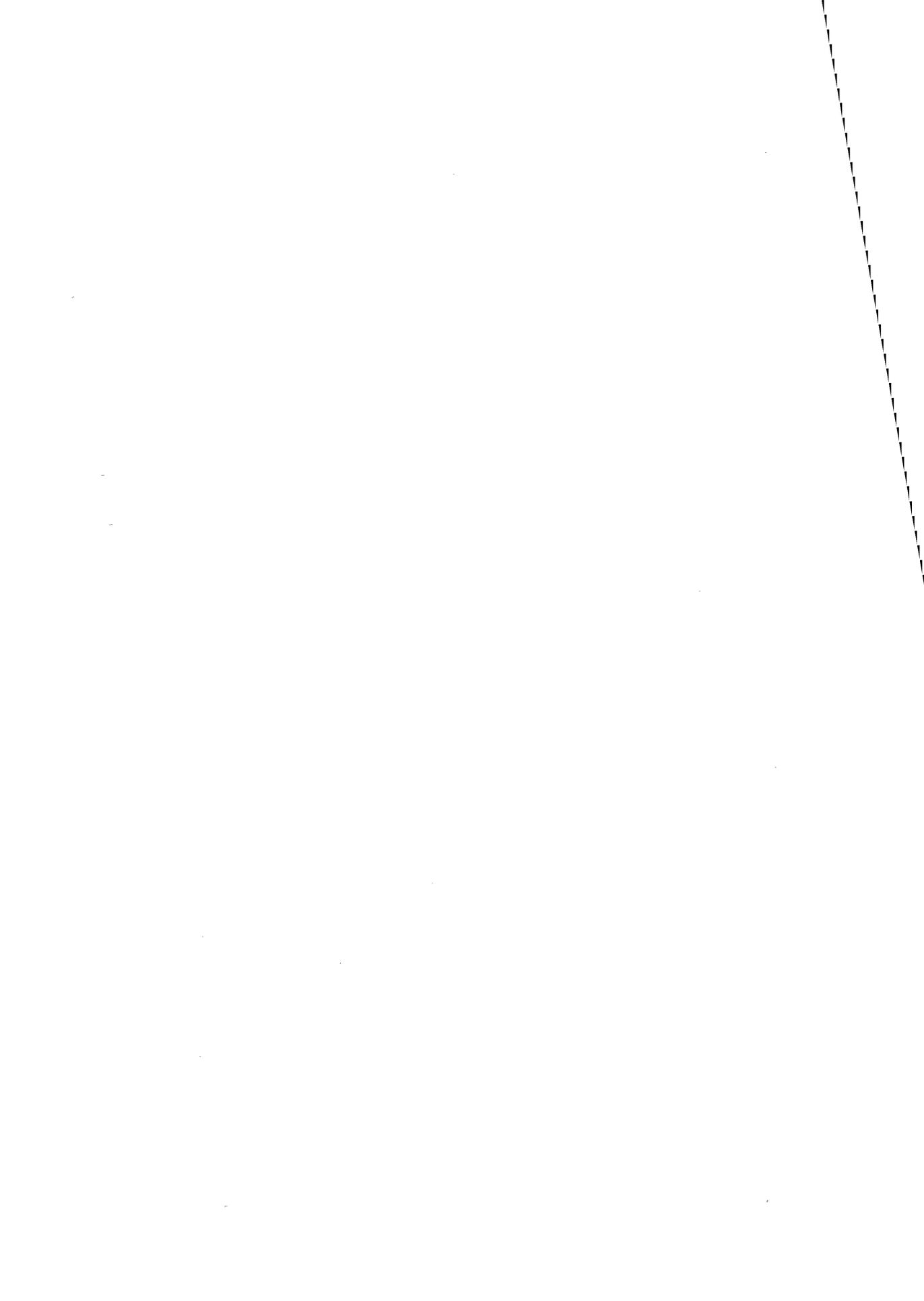
Die Analysen ergeben, daß sowohl für das bisher eingelagerte Aktivitätsinventar (siehe Punkt 2) als auch für einen kontinuierlichen Weiterbetrieb der Anlage im bisherigen Umfang keine Überschreitung der Dosisgrenzwerte nach §45 StrlSchV infolge Aktivitätsfreisetzung in das Grund- und Oberflächenwasser in der Umgebung der Anlage zu erwarten ist.

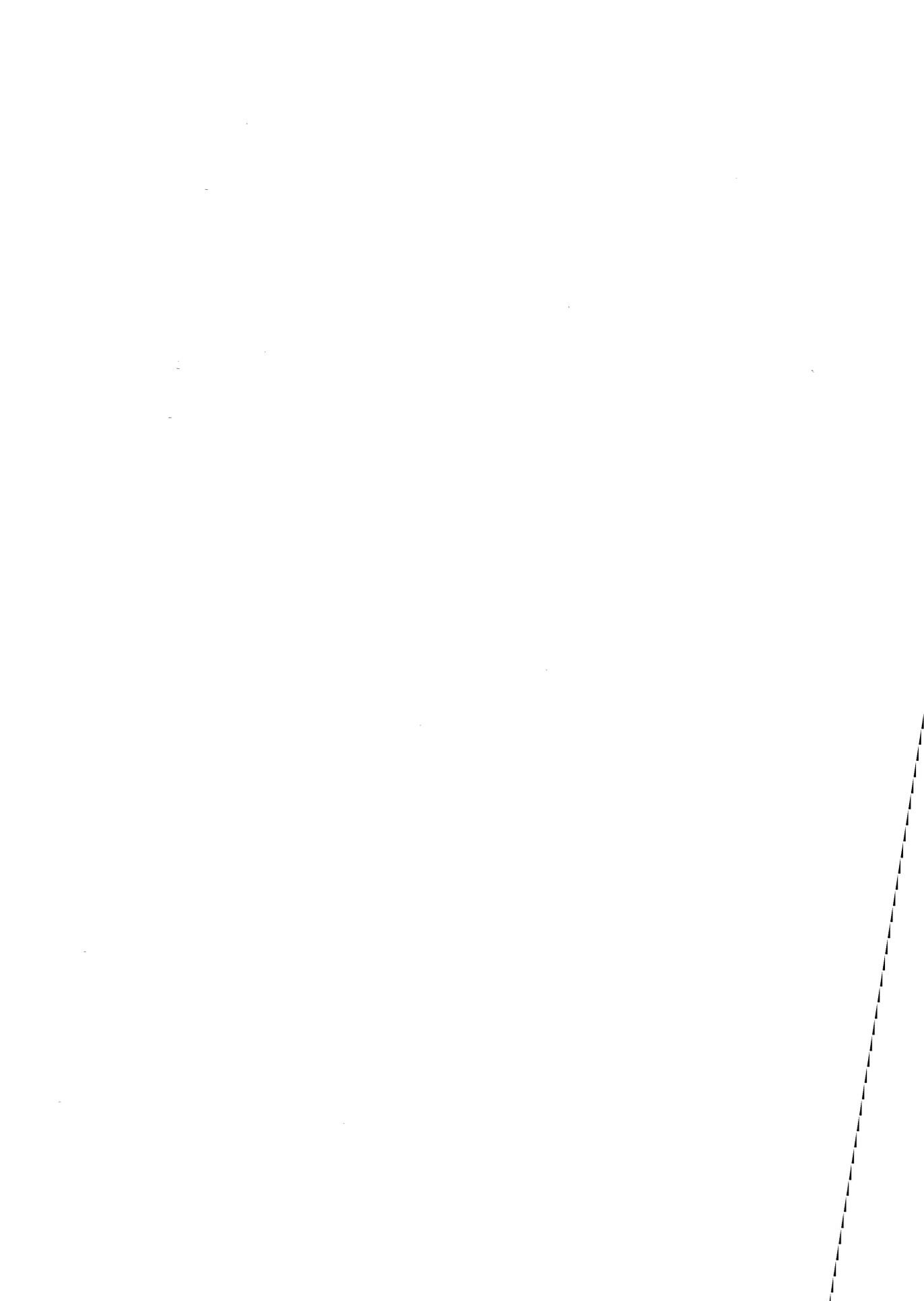
Für eine vertiefende Untersuchung der Sicherheit in der Nachbetriebsphase sind unter Berücksichtigung der Maßnahmen in Kap.7 folgende weitere Maßnahmen erforderlich:

- *Langzeitsicherheitsanalysen auf der Grundlage der Interpretation der geologischen Standortbewertung sowie des Stilllegungskonzeptes*
- *Erarbeitung eines radioökologischen Standortgutachtens*
- *Festlegung des einzulagernden Aktivitätsinventars*

## **9. ZUSAMMENFASSUNG**

Die derzeitige Bestandsaufnahme der Situation des ERAM und die sicherheitsanalytische Bewertung im Rahmen der Sicherheitsanalyse Morsleben zeigen, daß keine Gefährdungen bestehen, die derzeit eine Einstellung des Betriebes erforderlich machen würden. Es sind jedoch Nachrüstmaßnahmen identifiziert worden, die z.T. unverzüglich einzuleiten sind, so z.B. zum Brandschutz untertage. Diese Nachrüstungen hängen nicht vom Betriebszustand der Anlage ab und können während des Betriebs durchgeführt werden.





## SUMMARY

### **1. INTRODUCTION**

The German Federal Minister for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) commissioned the Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) on August 1, 1990 to perform a safety analysis of the "Morsleben Radioactive Waste Repository (ERAM)" and, in this way, investigate whether the safety of the personnel and of the environment was guaranteed in the operation of that facility.

The safety analysis is broken down into these main activities:

- Assessment of plant status.
- Evaluation of safety in operation and inspection.
- Geological site evaluation.
- Evaluation of long-term safety.

These are the criteria used in making the assessment:

- The pertinent laws and regulations (German Atomic Energy Act; Radiation Protection Ordinance; Federal Mining Act).
- Regulatory instructions (e.g., mining codes; technical codes; safety criteria).

In addition, the comparison is based on the provisional repository storage conditions for the Konrad repository and on the repository storage criteria applying to the shallow land burial of radioactive materials in a number of countries.

This summary of the safety analysis covers these areas:

- Radioactive waste emplacement and inventory
- Steps in operation
- Accidents
- Radiation exposure of the public and the environment
- Radiation exposure of the operating personnel
- Geological site evaluation
- Safety in the post-operational phase.

\_\_\_\_\_

The investigation of the current status and the analysis conducted so far have shown the situation to be as outlined below.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 2. RADIOACTIVE WASTE EMPLACED

The Morsleben repository contains low and medium-level radioactive wastes whose activity is made up chiefly of Beta/Gamma-emitters. As a rule, the content of Alpha-emitters is limited to 0.4 GBq/m<sup>3</sup> of waste volume or less for all kinds of waste. The waste emplaced so far has been recorded in the safety report, the data being based on the documentation of the repository. In addition, the State Office of Atomic Safety and Radiation Protection (SAAS) has regularly determined the status of waste arisings for intermediate and final storage on the territory of the German Democratic Republic and compiled the data in annual reports.

The waste is classified in the categories of "solid waste", "liquid waste," and "sealed radiation sources." Waste of a fourth category, "special waste," is emplaced only after having been conditioned, i.e., converted into waste of one of the three categories listed above.

With respect to the sources of waste, a distinction is made between nuclear power plants and all other areas of radionuclide use and production. Over the past few years, nuclear power plants have been the main source of waste by far.

The database outlined above was used for waste characterization as follows:

### **Inventory**

By the end of 1989, a total of some 14,000 m<sup>3</sup> of low and medium-level waste, with an aggregate activity of approx. 350 TBq, had been emplaced. The fraction of Alpha-emitters is roughly 10<sup>-4</sup> times the total activity. Some 40 % of this waste volume is made up of solid waste, the balance being liquid waste. The emitters emplaced contribute roughly 1 % to the total activity and are insignificant in terms of volume. The share of activity of the solid waste is some 70 % of the total activity emplaced.

The waste emplaced so far, and the waste arisings and inventories forecast for the year 2000 on the basis that operation of the facility is continued on the present scale, are small compared to other existing or planned repositories with respect to their activity (total activity, 1.6 PBq) as well as their volume (approx. 33,000 m<sup>3</sup>). The Konrad repository, for instance, is being planned for a waste volume of approx. 600,000 m<sup>3</sup> and a maximum activity inventory of Alpha-emitters of 150 PBq and of Beta/Gamma-emitters of, at most, 5000 PBq. The Asse repository at present contains some 1.25 PBq of

Beta/Gamma-emitters and 88 TBq of Alpha-emitters. Waste with activity concentrations similar to those in ERAM, but with higher contents of Alpha-emitters in some instances, is stored permanently on shallow land burial sites in some countries outside of Germany (e.g., France, Centre de la Manche, approx. 40 GBq/m<sup>3</sup>).

In the Marie mine, an intermediate storage site, toxic chemical waste is emplaced in repository fields with special ventilation systems. Evaluating the safety of this special waste storage site is not a subject of the Morsleben safety analysis.<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Should water penetrate to these toxic chemical wastes, toxic gases might evolve and, as a consequence, impair the operation of ERAM. Although the access of water to the Marie mine is unlikely (cf. Section 7), the toxic chemical waste nevertheless should be removed to some other storage site as a matter of precaution.

### 3. STEPS IN OPERATION

Until October 1990, the solid and liquid radioactive wastes were delivered above ground in reusable shipping casks and stored below ground by various emplacement techniques. Solid waste was dumped into excavated chambers at some 500 m depth, partly without containers and unconditioned, partly stacked in drums. Liquid waste was solidified in situ by being sprayed on lignite filter ashes.

On the basis of the evaluation of the available documents and the site inspections performed, the result of the safety evaluation can be summarized as follows, as far as the steps in operation are concerned:

#### Transports

Waste is transported to the repository in large containers holding the waste either in reusable casks or, in the case of low-level solid waste, also in 200 l drums. The transport regulations in force so far correspond to the international standard, since they are based on the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials. Moreover, detailed analyses of the safety of normal transports and of the accident risk have been performed and documented in the safety report, all of which correspond to international procedures and can be reconstructed.

#### Surface Installations and Shaft

The surface installations, the Bartensleben shaft, and the shaft hoisting equipment are in a structural condition and of an engineering design which make them suitable, in principle, for meeting the criteria imposed upon them.

However, the following backfitting measures are considered to be necessary:

- *Installation of a shaft barrier.<sup>1)</sup>*
- *Materials test of the cage suspension plate.<sup>1)</sup>*
- *Inspection of the main load bearing parts of the cage.<sup>1)</sup>*
- *Electrical part of the shaft hoisting equipment (e.g., installation of a shaft contactor, shaft signaling system).*
- *Backfilling the excavations behind the casing.<sup>1)</sup>*
- *Installation of a counterweight of the usual design.<sup>1)</sup>*

---

<sup>1)</sup> This measure has already been initiated.

- *Backfitting fire protection systems in accordance with the applicable rules and regulations (improvements in the building structure, in technical signaling and fire fighting systems, and in the administrative organization).<sup>1)</sup>*

These measures should be initiated at short notice; they can be taken while the plant is in operation.

### **Emplacement Technique**

The emplacement techniques and technical safety systems used below ground in most respects do not represent the current state of the art. The emplacement techniques employed can be commented upon as follows:

#### **IN SITU SOLIDIFICATION:**

The technical execution of the in situ solidification step is insufficient. Operation so far has given rise to unsolidified contaminated leachates below the emplacement sites.

*In situ solidification should be discontinued. The leachates not yet solidified below the emplacement sites, although not representing a threat to safety and operation, nevertheless should be conditioned in such a way as to meet repository conditions.<sup>2)</sup>*

#### **STACKING TECHNIQUE:**

Stacking waste packaged in containers is a proven technique easy to execute.

*To improve radiation protection and to minimize releases of radioactive substances, standardized containers and, if necessary, even lost shieldings should be used.<sup>1)</sup>*

*For fire protection purposes and dependent on the combustibility of the waste emplaced, the stacking sections should be backfilled with crushed salt at regular intervals (in the case of burnable waste after some 20 drums).<sup>1)</sup>*

---

<sup>1)</sup> This measure has already been initiated.

<sup>2)</sup> In situ solidification has already been stopped; a concept for leachate solidification is being developed.

#### DUMPING TECHNIQUE:

In principle, dumping is a technique permitting safe emplacement operations. The practice so far of dumping burnable and unconditioned waste without the use of containers gives rise to indiscriminate mixing of the waste.

*Dumping with burnable and unconditioned waste without using containers must be stopped. The waste dumped without containers must be stored safely so as to prevent possible fire and explosion hazards.<sup>1)</sup>*

#### QUALITY CONTROL:

*As an improvement over the inspection procedures so far, the waste package quality control must be carried out in a way taking into account the principles developed for the Konrad repository.<sup>2)</sup>*

#### **Underground Facilities and Technical Installations**

The underground drifts are mostly in a good condition. The hoisting gear and its suspension systems are of sufficient dimensions.

The underground haulage and handling facilities are suitable in principle, but should be improved with respect to fire protection and radiation protection features.

*The use of modern emplacement vehicles and drum manipulators should be provided for.*

#### **Fire and Explosion Protection**

The entire underground emplacement area is in need of backfitting fire protection and explosion protection systems. This applies in particular to the backfitting of active fire detection and fire fighting systems in the "Western field" and in "Mining Area 1" and to moving the drums emplaced in the "Western field".

---

<sup>1)</sup> According to ERAM, these measures have already been taken.

<sup>2)</sup> This measure has already been initiated.

*The backfitting measures for fire protection purposes must be taken without delay, and backfilling the "Western field" must be started immediately. Chambers which have been filled up must be closed, and filled-up parts of the field be backfilled.<sup>1)</sup>*

The need for backfitting measures in the interest of fire protection and explosion protection exists irrespective of whether the facility is in operation or not. The backfitting measures can be taken with the plant in emplacement operation.

---

<sup>1)</sup> According to a communication from ERAM, the backfitting measures for fire protection have been completed and backfilling has been started.

#### 4. ACCIDENT ANALYSES

The operating experience accumulated with the Morsleben repository has not so far provided any indications of a special susceptibility to defects. Despite a few breakdowns since the plant was commissioned in 1978, there have been no accidents with radiological consequences.

The safety report of the Morsleben repository includes an accident analysis in which undesirable event sequences are examined. That accident analysis does not correspond to regulatory practice in the Federal Republic of Germany either in the selection of accidents considered or in the calculation of their radiological consequences. For this reason, GRS performed an accident analysis on the basis of proper realistic estimates in order to assess whether the operation of the facility at present constitutes a hazard and, in the case of existing such a hazard, operation would have to be discontinued immediately.

The accidents considered are classified as

- events of radiological relevance, whose radiological consequences are studied, or
- events avoided with sufficient reliability by the design and, if necessary, by backfitting measures.

The following design basis accidents are considered in the GRS accident analysis:

(a) Events judged to be radiologically relevant, with the resultant need to calculate their radiological consequences.

On the surface and in the area of the shaft hoisting system

- Waste packages crashing while being handled
- Loads crashing on top of waste packages
- Fires

Below ground

- Fire
- Loosening case

(b) Events avoided by backfitting measures, which may require technical or administrative measures

---

On the surface and in the area of the shaft hoisting system

- Crash of the cage
- Waste packages crashing while the hoisting gear is being loaded

Below ground

- Fire in "Mining Area 1"
- Fire in the "Western field"

---

In the analysis, in particular the backfitting measures for fire protection purposes in "Mining Area 1" and in the "Western field" were assumed to have been taken. Accordingly, no accident will occur which cannot be coped with or which would cause the accident planning limits under Section 28.3 of the German Radiation Protection Ordinance to be exceeded.

---

## 5. RADIATION EXPOSURE OF THE PUBLIC AND THE ENVIRONMENT DURING NORMAL OPERATION

An evaluation of the releases with the gaseous and liquid effluents as indicated by ERAM (over the period between January 1, 1987 and July 31, 1990) has shown that the dose limits as set out in the Radiation Protection Ordinance for the protection of the public and of the environment are observed. So, there are no unpermissible radiation effects resulting from the operation of the facility. For ERAM, limits had been permitted for the concentration of radioactive substances in releases of gaseous effluents. These limits had been indicated in the form of annual averages, whereas no limits for the annual release volume were expressed.

*Limits must be determined for the annual releases of individual nuclides and groups of nuclides, respectively. For C-14 a level of  $\leq 37$  GBq and for longlived activities bound to aerosols, a level of  $\leq 1.1$  GBq must be defined.*

The releases of radioactive substances with gaseous effluent of the Morsleben repository experienced up to now have shown that the limits of annual releases proposed here can be met.

Environmental monitoring is being conducted in part with outdated measuring equipment; nuclide analyses have so far been performed only by radiochemical means.

*Environmental monitoring must be expanded, switched to modern analytical techniques allowing nuclide analyses to be conducted, and must be adapted to the environmental monitoring requirements.*

## 6. RADIATION EXPOSURE OF THE PERSONNEL

The safety evaluation showed that during normal operation persons occupationally exposed to radiation received a dose which was considerably lower than the dose limits set forth in the Radiation Protection Ordinance. However, the in-plant personnel dosimetry system does not correspond to the present state of the art.

*The in-plant dosimetry system must be adapted to the state of the art. In addition, steps must be taken to make use of the still existing potential for dose minimization.*

## 7. GEOLOGICAL SITE EVALUATION

The preliminary site examination for possible acute hazards is based on screening and evaluating the documents submitted and on evaluating the findings made in the course of plant inspections. Detailed investigations concerning geoscientific problems as, e.g. geology, hydrology, long-term forecasts, rock mechanics, could - for lack of time - not yet be performed in the framework of the ongoing studies.

The results of the studies performed so far can be summarized as follows:

At present, no hazard to the stability of the Bartensleben/Marie underground mine structures can be recognized. The site region is characterized by low seismicity. The trickling points and influxes of brine have been more or less unchanged over the past eighty years or so. In view of these facts, and in the light of geoscientific assessment, no increase is expected in the influx of brine such that the stability of the mine could be jeopardized at the present time. No ad hoc structural measures are required.

However, more detailed geoscientific studies are necessary for further improving the present state of knowledge in order to satisfy the requirements associated with a current overall zoning procedure.

Moreover, in connection with a concept of decommissioning the facility, an increase in the influx of brine must be considered which, though unlikely during the operating life of the facility, cannot be excluded for the postoperational phase. For this purpose, a geotechnical concept has to be elaborated immediately on how to cope with brine influxes and to protect the mechanical stability of the emplacement cavities.

The geotechnical measures resulting from that concept, which can be implemented at the present state of knowledge, should be initiated and put into effect as a matter of precaution already while the facility is still in operation.

Here is a list of the necessary geoscientific investigations and measures:

- *Evaluation of all boreholes (especially those being sunk at the present time)*
- *and of the existing seismic reflection measurements also on the territory of Lower Saxony; if necessary, further borholes must be sunk and seismic studies be conducted*
- *Writing a seismological expert opinion on the site*
- *Weekly surveillance of leachate influxes, with careful sampling and analysis*
- *Exploring the areas of leachate influx*

- *Composing a hydrogeological site description on a sufficient factual base*
- *Hydrogeological modelling*
- *Demonstrating, on a comprehensive basis, the stability of the entire Bartensleben/Marie system (determining the status of the underground structure of the mine and its geological environment, stress conditions, convergences, stability, roadways)*
- *Drafting a concept of measures to cope with brine influx*
- *Establishing a concept of measures to reduce the cavity volume of the mine*
- *Elaborating a concept of decommissioning the facility.*

## 8. SAFETY IN THE POST-OPERATIONAL PHASE

In the ERAM safety report, the aspect of long-term safety is treated on the basis of the mine being flooded with magnesium chloride brine as working hypothesis. The mine is assumed to be stable under that condition.

The decommissioning concept outlined in the safety report is incompatible with Federal German codes and regulations. Work on a suitable decommissioning concept must be started immediately. This is possible even while the plant is in operation, provided the required surveillance measures are observed (Sec.7).

The analyses outlined in the safety report are based on a hydrogeological site model, which the geological expert consultant considers to be insufficient. In his assessment, the present state of knowledge concerning the hydrogeological situation on site does not allow a realistic site-related hydrogeological assessment of the geosphere to be conducted. However, in order to arrive at a safety estimate, analyses have been performed of the safety of the post-operational phase, in which the release and transport behavior or radionuclides in the underground structure of the mine and in the biosphere is taken into account, while no credit is taken of transport and retardation processes in the geosphere. The analyses are based on a backfill concept which ensures the stability of the underground structure of the mine for the period under consideration. The exposure dose is calculated on the basis of the general administrative regulations on Sec. 45 of the Radiation Protection Ordinance.

Analyses have shown that neither the activity inventory emplaced so far (see Item 2) nor the continued operation of the facility on the present scale is likely to give rise to doses higher than the dose limits under Sec. 45 of the Radiation Protection ordinance as a consequence of activity releases into the ground water and the surface water in the vicinity of the facility.

An in-depth study of safety in the post-operational phase, with the measures specified in Sec. 7 taken into account, requires the following steps to be taken:

- *Analyses of long-term safety on the basis of an interpretation of the geological site evaluation and the decommissioning concept*
- *Writing a radioecological expert opinion on the site*
- *Determining the activity inventory to be emplaced.*

## 9. CONCLUSION

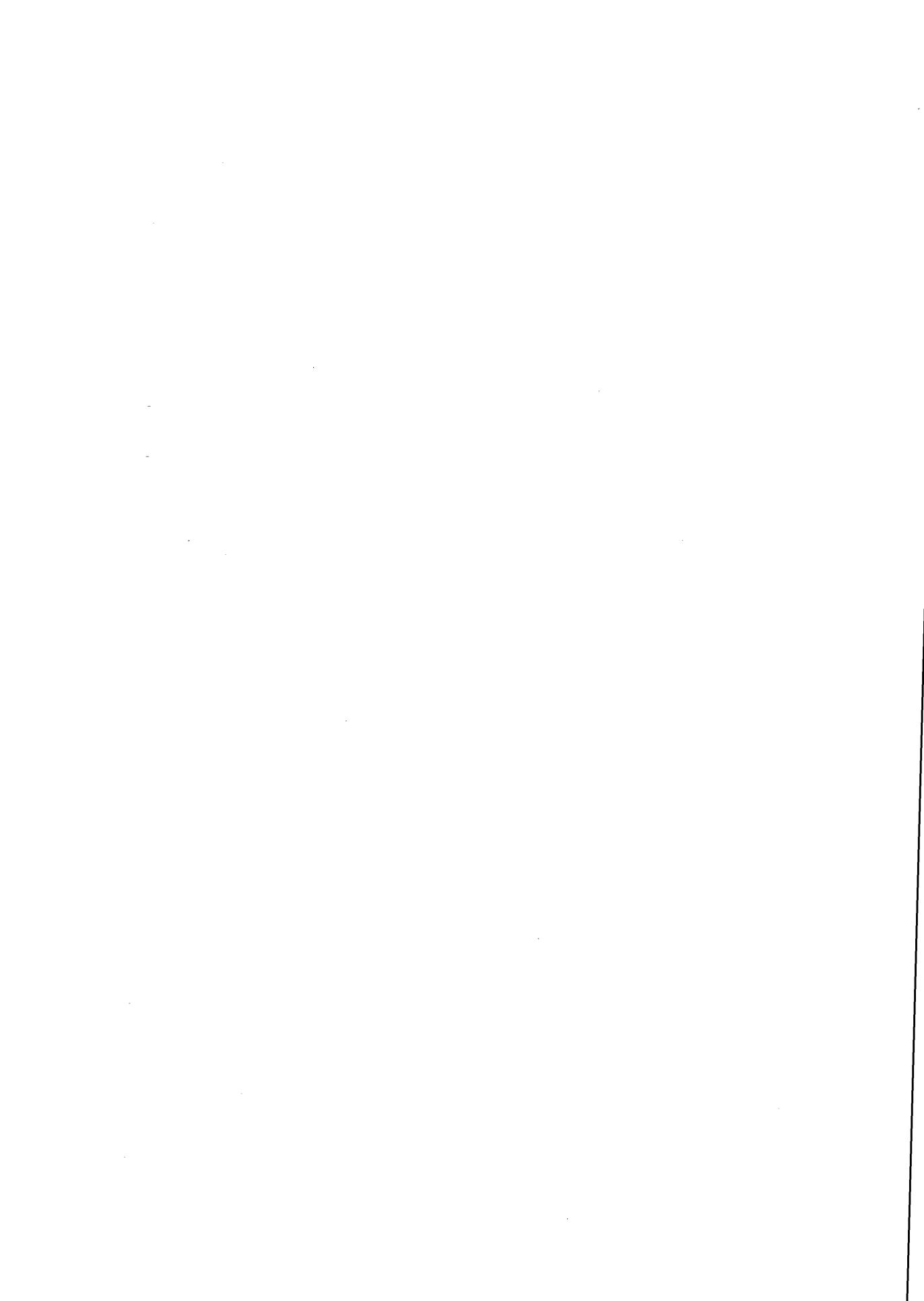
---

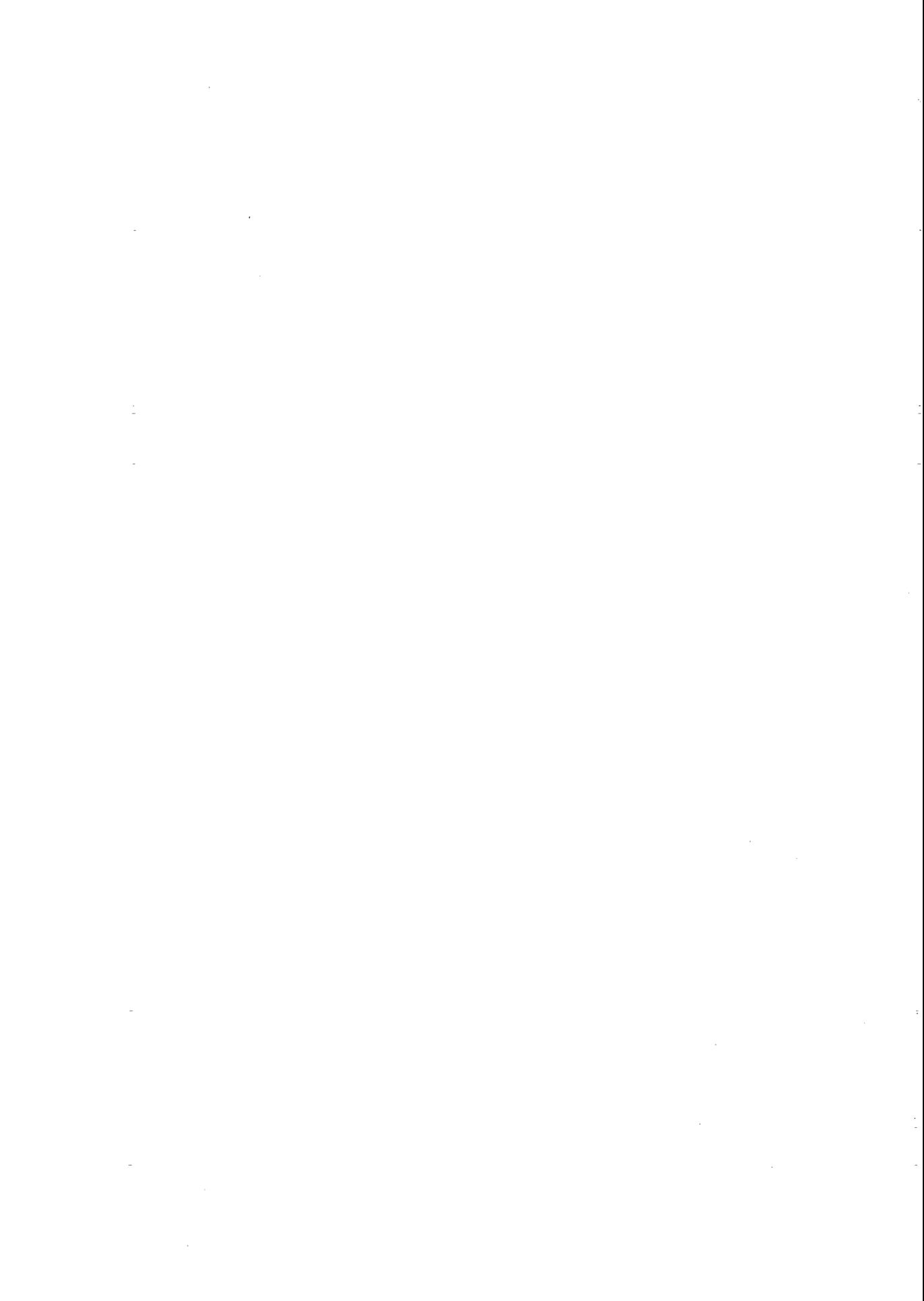
Assessments of the present status of ERAM and safety analysis evaluations within the framework of the Morsleben safety analysis show that there are no hazards which would require plant operation to be discontinued at the present time. However, backfitting measures have been identified, some of which must be initiated immediately, such as those pertaining to underground fire protection. These backfitting measures do not depend on the operating status of the plant and can be taken even while the plant is in operation.

---

---

---





## INHALT

	Seite
1. EINLEITUNG	1.-1
2. AUFNAHME DES ANLAGENSTATUS	2.1-1
2.1 Standortverhältnisse	2.1-1
2.1.1 Allgemeine Standortverhältnisse	2.1-1
2.1.2 Geologische Standortverhältnisse	2.1-4
2.1.3 Hydrogeologische Standortverhältnisse	2.1-4
2.1.4 Benachbarte Anlagen	2.1-6
2.2 Bauanlagen	2.2-1
2.2.1 Übertägige Bauanlagen	2.2-1
2.2.2 Untertägige Bauanlagen	2.2-1
2.3 Technische Anlagen	2.3-1
2.3.1 Übertägige technische Anlagen	2.3-1
2.3.2 Schachtförderanlage	2.3-1
2.3.3 Untertägige technische Anlagen	2.3-2
2.4 Grubengebäude	2.4-1
2.5 Eingelagerte radioaktive Abfälle	2.5-1
2.6 Vorhandene Überwachungseinrichtungen und Leittechnik	2.6-1
2.6.1 Zentrale Warte	2.6-1
2.6.2 Ortsdosisüberwachung (über- und untertage)	2.6-1
2.6.3 Kontaminationsüberwachung	2.6-2
2.6.4 Personendosimetrie	2.6-3
2.7 Betriebsablauf und Organisation	2.7-1
2.7.1 Antransport der Abfälle	2.7-1
2.7.2 Eingangskontrolle der Abfälle	2.7-2
2.7.3 Einbringen der Abfälle	2.7-2
2.7.4 Umgebungsüberwachung	2.7-3

	Seite
<b>3. SICHERHEITSBEWERTUNG</b>	<b>3.1-1</b>
3.1 Geologische Standortbewertung	3.1-1
3.1.1 Geologie	3.1-1
3.1.2 Hydrogeologie	3.1-17
3.1.3 Langzeitprognosen	3.1-21
3.1.4 Gebirgsmechanik	3.1-23
3.1.4.1 Das Grubengebäude Bartensleben/Marie unter Berücksichtigung der geologischen Situation	3.1-24
3.1.4.2 Gebirgsmechanische Analyse der Standortverhältnisse in der Grube Bartensleben/Marie	3.1-27
3.1.4.3 Zusammenfassende gebirgsmechanische Bewertung der Grube Bartensleben/Marie unter Berücksichtigung sicherheitsrelevanter Faktoren	3.1-31
3.2 Bewertung der betrieblichen Sicherheit im bestimmungsgemäßen Betrieb	3.2-1
3.2.1 Betrieb	3.2-1
3.2.1.1 Bauliche Anlagen	3.2-1
3.2.1.2 Grubengebäude	3.2-2
3.2.2 Technische Anlagen	3.2-4
3.2.2.1 Schachtförderanlage	3.2-4
3.2.2.2 Transport- und Handhabungseinrichtungen	3.2-9
3.2.3 Anlieferung, Eingangskontrolle und Pufferung der Abfälle	3.2-11
3.2.4 Einbringen fester Abfälle	3.2-12
3.2.4.1 Versturztechnik	3.2-12
3.2.4.2 Stapeltechnik	3.2-13
3.2.4.3 Sonstige Einlagerung	3.2-14
3.2.5 Einbringen flüssiger Abfälle	3.2-14
3.2.6 Einbringen von Strahlenquellen	3.2-15
3.2.7 Brand- und Explosionsschutz	3.2-16
3.2.7.1 Brand- und Explosionsschutz untertage	3.2-16
3.2.7.2 Brandschutz übertage	3.2-24
3.2.8 Radioaktive Abfälle	3.2-27
3.2.8.1 Aktivitätsinventar	3.2-33

	Seite
3.2.8.2 Gasbildung	3.2-48
3.2.9 Kritikalitätssicherheit	3.2-51
3.2.10 Schutz gegen Kontamination	3.2-51
3.2.10.1 Schutz gegen Kontamination übertage	3.2-51
3.2.10.2 Schutz gegen Kontamination untertage	3.2-53
3.2.11 Leittechnik, Kommunikation	3.2-54
3.2.12 Betrieblicher Strahlenschutz	3.2-54
3.2.12.1 Ortsdosisüberwachung über- und untertage	3.2-54
3.2.12.2 Kontaminationsüberwachung	3.2-55
3.2.12.3 Personendosimetrie	3.2-56
3.2.13 Ableitung radioaktiver Stoffe	3.2-57
3.2.13.1 Überwachung	3.2-57
3.2.13.2 Ableitungswerte und potentielle Strahlenexposition	3.2-59
3.2.14 Umgebungsüberwachung	3.2-65
3.2.15 Anlagenbetrieb	3.2-66
3.2.15.1 Betriebshandbuch	3.2-66
3.2.15.2 Dokumentation der eingelagerten Abfälle	3.2-67
3.2.15.3 Betriebliche Überwachung der Sicherheit	3.2-69
3.2.16 Betriebserfahrungen	3.2-70
3.2.16.1 Annahmebedingungen	3.2-70
3.2.16.2 Besondere Vorkommnisse	3.2-71
3.2.16.3 Erkenntnisse aus der behördlichen Aufsicht	3.2-73
3.2.16.4 Radiologischer Arbeitsschutz, Projektierung und Betriebserfahrungen	3.2-75
3.3 Störfallanalyse für die Betriebsphase	3.3-1
3.3.1 Methodik	3.3-1
3.3.2 Störfallidentifikation	3.3-1
3.3.3 Quelltermbestimmung	3.3-8
3.3.4 Resultierende Strahlenexposition	3.3-15
3.3.5 Einwirkungen von außen	3.3-17
3.4 Langzeitsicherheit	3.4-1
3.4.1 Stilllegungskonzept	3.4-1

	Seite
3.4.2 Szenarienanalyse	3.4-1
3.4.3 Modellrechnungen	3.4-2
3.4.4 Potentielle Strahlenbelastung durch Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Biosphäre	3.4-6
4. EMPFEHLUNGEN	4.-1
5. UNTERLAGEN	5.-1
6. REGELN UND RICHTLINIEN	6.-1
7. LITERATUR	7.-1

## 1. EINLEITUNG

Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) hat am 1.8.1990 die Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mit der Durchführung einer Sicherheitsanalyse für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) beauftragt.

Die Analyse hat zu untersuchen, ob sowohl während der Betriebsphase als auch in der Nachbetriebsphase des Endlagers die Sicherheit von Mensch und Umwelt dahingehend gewährleistet ist, daß sich hieraus keine Gefährdungen für Beschäftigte oder die Allgemeinheit ergeben.

Die sicherheitstechnische Analyse des Endlagers stützt sich vornehmlich auf eine Bestandsaufnahme unter Berücksichtigung vorhandener Sicherheitsuntersuchungen und Betriebserfahrungen, die durch die GRS und weitere Fachleute durchgeführt wurde.

Die Sicherheitsanalyse Morsleben umfaßt folgende Aufgabenschwerpunkte:

- Aufnahme des Anlagenstatus,
- Geologische Standortbewertung,
- Bewertung der betrieblichen Sicherheit (Betriebsphase),
- Bewertung der betrieblichen Kontrolle und
- Bewertung der Langzeitsicherheit.

Konkrete Arbeitsthemen sind die Bestandsaufnahme und sicherheitstechnische Bewertung der gegenwärtigen Gesamtsituation des Endlagers unter Zugrundelegung des "Sicherheitsberichtes des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben 1989", weiterer zugänglicher Unterlagen, der Betriebserfahrung des ERAM sowie von Begehungen der Anlage vor Ort.

Maßstäbe für die Bewertung sind:

- die gesetzlichen Grundlagen (AtG, StrlSchV, Bundesberggesetz) und
- die Ausführungsvorschriften (z.B. bergbauliche und technische Regeln, Sicherheitskriterien).

Ziel der Sicherheitsanalyse ist vorrangig die Bewertung, ob derzeit aus dem Betrieb der Anlage eine Gefährdung zu erwarten ist. Daher beschränkt sich die Bewertung auf sicherheitstechnische Schwerpunkte und entspricht im Umfang nicht einer Sicherheitsanalyse eines aktuellen Planfeststellungsverfahrens.

Die Sicherheitsanalyse bearbeitet nicht die Fragestellungen, die sich aus den Vorschriften des Bundesimmissionsschutzgesetzes und den Anforderungen der Anlagensicherung und der Spaltstoffflußkontrolle ergeben.

Die GRS hat zur Bearbeitung eines Aufgabenschwerpunktes sowie spezieller Sicherheitsfragen weitere Fachleute und Organisationen eingeschaltet:

- die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Hannover, zur Bearbeitung des Aufgabenschwerpunktes "Geologische Standortbewertung",
- die Deutsche Montan Technologie (DMT) Bochum, zu den Fragen
  - des Brand- und Explosionsschutzes,
  - der Bewertung der Schachtförderanlage Bartensleben,
  - des Schachtausbaues "Schacht Bartensleben",
  - der Standsicherheit der Grubenbaue,
- das Institut für Bergbausicherheit (IfB) Leipzig, zu Fragen der Standsicherheit und Konvergenz der Grube und
- das ehemalige Staatliche Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (SAAS) Berlin, zur Bereitstellung von Unterlagen und Zuarbeit bei der Erstellung des Anlagenstatus.

Der Beitrag der BGR findet sich im Kapitel 3.1 geschlossen wieder, die Beiträge der DMT und des IfB sind in die Kapitel 3.2 bzw. 3.4 dieses Berichtes eingearbeitet worden.

Der vorliegende Bericht enthält im Kap. 2 eine zusammenfassende Beschreibung des Standortes und der Anlage - auf der Basis der vorgelegten Unterlagen und Begehungen vor Ort - und in Kap. 3 die Sicherheitsanalyse.

## 2. AUFNAHME DES ANLAGENSTATUS

### 2.1 Standortverhältnisse

#### 2.1.1 Allgemeine Standortverhältnisse

Zum Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben gehören die Schachtanlagen Bartensleben und Marie im Kreis Haldensleben im Land Sachsen-Anhalt. Die Schachtanlage Bartensleben befindet sich am Rande der Ortslage Morsleben (Abb. 2.1-1). Die allgemeinen Standortverhältnisse stellen sich nach /U-ERA 90/ wie folgt dar.

Die geographischen Koordinaten der obertägigen Anlagen des im Allertal gelegenen Endlagers sind:

- Schacht Bartensleben:	11° 06' 08"	östliche Länge
	52° 13' 30"	nördliche Breite
- Schacht Marie:	11° 05' 32"	östliche Länge
	52° 14' 17"	nördliche Breite.

Die Geländehöhe am Standort beträgt etwa 133 m üNN (Schacht Bartensleben) und 127 m üNN (Schacht Marie). Das benachbarte Gelände ist hügelig. Der Lappwald, der das Allertal im Südwesten begrenzt, erreicht in ca. 3,5 km Entfernung vom Standort mit 190 m üNN seine Kammlage. Nach Nordosten wird das Allertal durch eine Hügelkette der Magdeburger Börde mit Höhen zwischen 140-170 m üNN begrenzt.

In der näheren Umgebung des Standortes auf dem Gebiet des Landes Sachsen-Anhalt - in einer Entfernung bis zu 5 km vom Schacht Bartensleben - liegen einige kleinere Ortschaften mit Einwohnerzahlen zwischen 250 und 850. Nächstgelegener Ort - Entfernung 0,5 km - ist Morsleben mit 490 Einwohnern. Die Bevölkerungsdichte in diesem Gebiet des Landes Sachsen-Anhalt beträgt 50 Einwohner pro km<sup>2</sup>.

Im 30-km-Umkreis liegen die Städte Helmstedt (25 500 Einwohner) und Haldensleben (20 400 Einwohner). In einer Entfernung bis zu 50 km vom Standort liegen folgende Städte mit mehr als 100 000 Einwohnern: Magdeburg 290 000, Braunschweig 247 800, Wolfsburg 122 000 und Salzgitter 105 000.

Das Gebiet um das Endlager wird vorwiegend landwirtschaftlich genutzt, überwiegend als Ackerland und nur zu 11 % für die Weidewirtschaft. Am Ackerbau ist der Getreideanbau mit über 50 % beteiligt. Die fischereiwirtschaftliche Nut-

## 2.1 - 2

zung der anliegenden Gewässer (Aller, mehrere Speicher) ist nicht von Bedeutung.

Fast die gesamte Fläche des Nahbereiches wird vom Landschaftsschutzgebiet Lappwald eingenommen. Außerdem liegen im Nahbereich des Endlagers zwei Naturschutzgebiete.

Die Ost-West-Autobahn (A 2) verläuft südlich vom Standort des Endlagers. Vom Schacht Bartensleben ist der nächste Anschluß (Marienborn) ca. 2 km entfernt. Ebenfalls südlich vom Standort verläuft die B 1. Weitere verkehrstechnische Anbindungen sind der Bahnhof Marienborn in ca. 3 km Entfernung und der Mittellandkanal mit Hafen in ca. 30 km Entfernung.

Der Nahbereich des Standortes gehört in bezug auf seine klimatischen und meteorologischen Verhältnisse zum nördlichen Harzvorland. Die bevorzugten Windrichtungen und die zugehörigen mittleren Häufigkeiten des Windes sind:

West	24,0 %,
Nordwest	16,0 %,
Südwest	15,5 %,
Ost	12,0 %,
Südost	10,0 %.

Die durchschnittlichen Niederschlagshöhen pro Jahr im Nahbereich des Endlagers betragen ca. 530 mm.

Die radiologische Grundbelastung am Standort wurde im Mai und September 1976 gemessen. Die Meßwerte lagen dabei unterhalb der Nachweisgrenzen bzw. im Schwankungsbereich der verwendeten Meßgeräte. Die Nachweisgrenze lag bei der Messung der Nuklidkonzentration in Biomedien und Wasser bei 43 mBq/g bzw. bei 120 mBq/g.

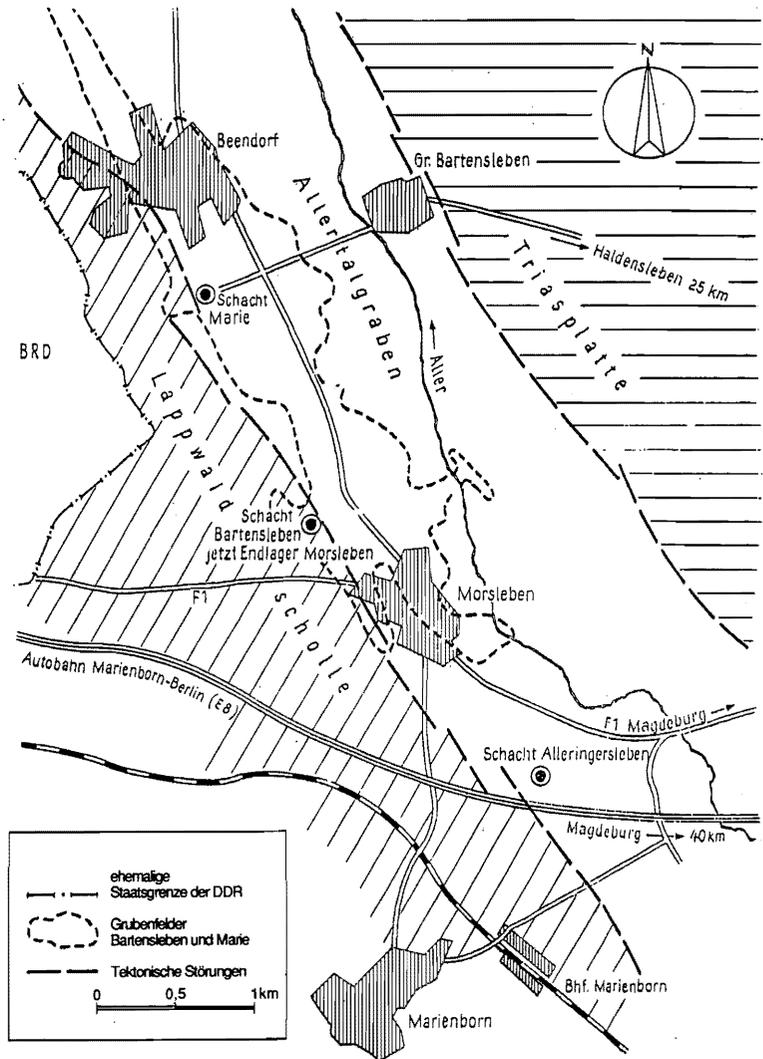


Abb. 2.1-1: Lage des ERAM /U-ERA 90/

### **2.1.2 Geologische Standortverhältnisse**

Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) liegt innerhalb einer Salzlagerstätte des Allertals (Salzstock Allertal) /U-ERA 90/. Tektonisch liegt der Salzstock in einer NW-SE streichenden Störungszone (Allertalzone) der Subherzynen Senke zwischen den Grundgebirgsaufbrüchen Harz und Flechtinger Höhenzug. Der Salzstock Allertal erstreckt sich von Wolfsburg im NW bis etwa Seehausen im SE über ca. 50 km und ist ca. 2 km breit. Die Allertalzone wird im SW von der Lappwaldmulde und im NE von der Weferlinger Triasplatte begrenzt.

Der Salzstock Allertal ist tief subrodiert, so daß nur sein tiefster Abschnitt erhalten blieb. Im Salinar des Allertal sind alle Zechsteinserien (Werra-, Staßfurt-, Leine-, Aller-Serie) vertreten. Die Gesamtmächtigkeit der salinaren Abfolge, deren Schichten aus Steinsalz, Anhydrit, Salzton und einem Kalilager bestehen, beträgt im zu betrachtenden Bereich bis zu mehreren hundert Metern. Die ursprünglich flachgelagerten Schichten des Salinars sind in der Allertalzone steil aufgerichtet und intensiv gefaltet. Sie folgen generell im Streichen dem Rand des Salzdiapirs, wobei sich in der Mitte des Salzstockes breite Sättel und Mulden ausbildeten.

Das Hutgestein (Caprock) besteht überwiegend aus Anhydrit, der teilweise in Gips umgewandelt wurde, untergeordnet ist Salzton vorhanden. Die Caprockmächtigkeiten schwanken zwischen 10 m bis 200 m. Das Subsalinar wird durch das Rotliegende gebildet.

Das Postsalinar der Allertalzone, der Lappwaldmulde sowie der Weferlinger Triasplatte setzt sich aus Gesteinen des Mesozoikums sowie des Känozoikums zusammen. In Abhängigkeit der Tiefenlage der Oberkante des Salinars erreichen die postsalinaren Schichten des Allertals z.T. mehrere hundert Meter Mächtigkeit. Im Deckgebirge oberhalb des Caprocks folgen Ton- und Schluffsteine des Keupers und Juras, Sande bzw. Sandsteine und Konglomerate der Kreide sowie geringmächtige quartärbindige bzw. sandig-kiesige Ablagerungen.

### **2.1.3 Hydrogeologische Standortverhältnisse**

Die Hydrogeologie des Standortbereiches ist gekennzeichnet durch einen ausgeprägten Grundwasserstockwerksbau /U-ERA 90/.

Der hydrogeologisch betrachtete Raum wird im SW und NE durch die Wasserscheiden des Allereinzugsgebietes, im NW bei Schwanefeld und im SE bei Osteringersleben jeweils entlang einer Linie quer zum Allertal begrenzt. Die hy-

## 2.1 - 5

drogeologisch wirksame Untergrenze dieses Raumes bilden vorwiegend die Salze des Zechsteins. Damit umfaßt der zu betrachtende Raum Teile der geologisch-hydrogeologischen Einheiten Lappwaldscholle, Allertalstörungszone und Weferlinger Scholle.

Die oberflächennahen Grundwässer sind vorwiegend ungespannte Süßwässer, die im Bereich der Allertalzone einen Anteil aufsteigender salzhaltiger Wässer aufnehmen. Sie zirkulieren in den klüftigen Zersatzgesteinen des Lappwaldes und der Weferlinger Triasplatte sowie in den quartären und kreidezeitlichen Grundwasserleitern.

Im Bereich der Lappwaldscholle und der Weferlinger Scholle vollzieht sich der Grundwasserumsatz in den tieferen Stockwerken fast ausschließlich in geklüfteten Festgesteinen des Keupers und Lias (Lappwaldmulde) bzw. des Bundsandsteins und des Muschelkalks (Weferlinger Scholle).

Hydrogeologisch bedeutsame Festgesteine (Abb. 2.1-2) in der Allertalzone sind: das Hutgestein (Caprock) und die Schichten des Muschelkalks, des Keupers und des Juras. Die Sande und Sandsteine der Oberkreide stellen hier einen wichtigen Porengrundwasserleiter dar. Die Schichtenfolge des Quartär wird gebildet aus Beckenschluff und Geschiebemergel, Sand und Kiese, die lokal Grundwasserleiter darstellen können. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind innerhalb der Allertalzone und besonders an den Übergängen zur Lappwaldscholle und zur Weferlinger Scholle sehr kompliziert und auf kurzer Distanz wechselhaft. Die Festgesteine werden hier insbesondere von zahlreichen Störungen durchsetzt, die lokal von unterschiedlicher Bedeutung und hydrogeologisch schwer einschätzbar sind.

Der Hauptvorfluter des hydrogeologisch zu betrachtenden Raumes ist die Aller mit einem mittleren jährlichen Abfluß von 0,36 m<sup>3</sup>/s (Alleringersleben) bzw. 0,54 m<sup>3</sup>/s (Schwanefeld) /U-ERA 90/. Die Grundwasserströmung ist generell von den Einzugsgebieten Lappwald und Weferlinger Scholle auf die Allertalzone als generelles Entlastungsgebiet aller Grundwässer gerichtet, wird aber lokal durch die jeweiligen Gesteins- und Kluftdurchlässigkeiten der Formationen modifiziert.

Die mit sehr steilem Einfallen weit in den Salzstock hineinreichenden klüftigen Gesteine wie Hauptanhydrit und Grauer Salzton sowie leichtlösliche Gesteine wie das Kaliföz Staßfurt streichen am Salzspiegel aus. In der Allertalzone liegt der Salzspiegel bei ca. - 130 m NN. Zusätzlich ragt der Hauptanhydrit stellenweise als steile Rippe weit in das Hutgestein hinein. Eine Wasserwegsamkeit in den Caprockgesteinen ist lokal vorhanden /U-ERA 90/.

Die obere Abbaugrenze des Grubensystems Bartensleben/Marie befindet sich ca. 30 m unterhalb des Salzspiegels. Nach /U-ERA 90/ sind in nahezu allen stratigraphischen Horizonten Tropf- und Naßstellen festgestellt worden. Eine

erhöhte Anzahl läßt sich im Kaliflöz Staßfurt beobachten. Die meisten Tropf- und Naßstellen, die im Verlaufe der bergmännischen Arbeiten angetroffen wurden, sind am Hauptanhydrit und Grauen Salztou gebunden und waren nach kurzer Zeit trockengelegt /U-ERA 90/.

Als gegenwärtig aktive Tropfstellen werden genannt:

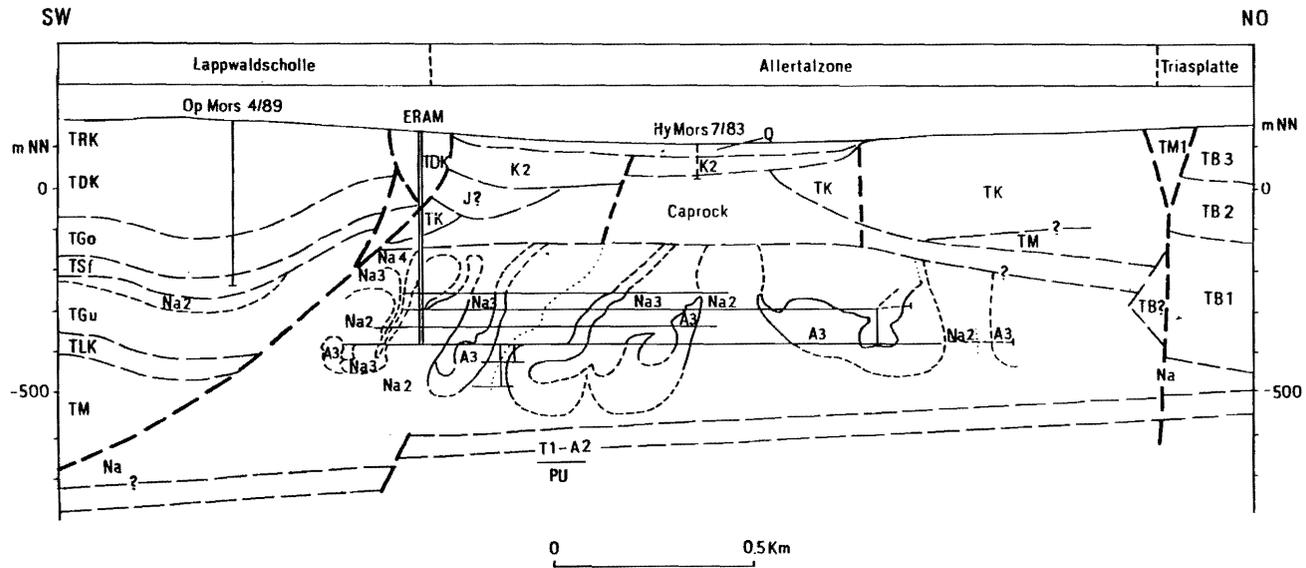
- Grubenfeld Bartensleben, 1. Sohle, Abbau 1a,
- Grubenfeld Bartensleben, 1. Sohle, Abbaustrecke 5a,
- Grubenfeld Bartensleben, 4a. Sohle,
- Grubenfeld Marie, 2a. Sohle, "Bunte Firste" und
- Grubenfeld Marie, 318 m-Sohle, "Lagerteil H".

#### **2.1.4 Benachbarte Anlagen**

Im Rahmen der Betrachtung der Salzlagerstätte, in der sich das Endlager für radioaktive Abfälle befindet, sind als benachbarte Anlagen die ehemalige Schachtanlage Walbeck und die Grube Alleringersleben zu nennen. Die Grube Alleringersleben, ein vor Erreichen der Endteufe stillgelegter Schacht, liegt 2,3 km im SE des ERAM, die Schachtanlage Walbeck, mit den ersoffenen Schächten Buchberg und Walbeck, 7,3 km im NNW. Alle Schachtanlagen stehen auf der gleichen geologischen Struktur, dem Salzstock Allertal.

Hydrogeologisch wirksam im zu betrachtenden Bereich sind Trinkwassergewinnungsanlagen im Allertal. Hier ist das Wasserwerk Beendorf mit seinen zahlreichen Brunnen in der Auflockerungszone der Lappwald- und Weferlinger Scholle bzw. in den quartären und kreidezeitlichen Grundwasserleitern zu nennen. Der Clara-Brunnen der Stadt Helmstedt liegt westlich der Wasserscheide des Allertals.

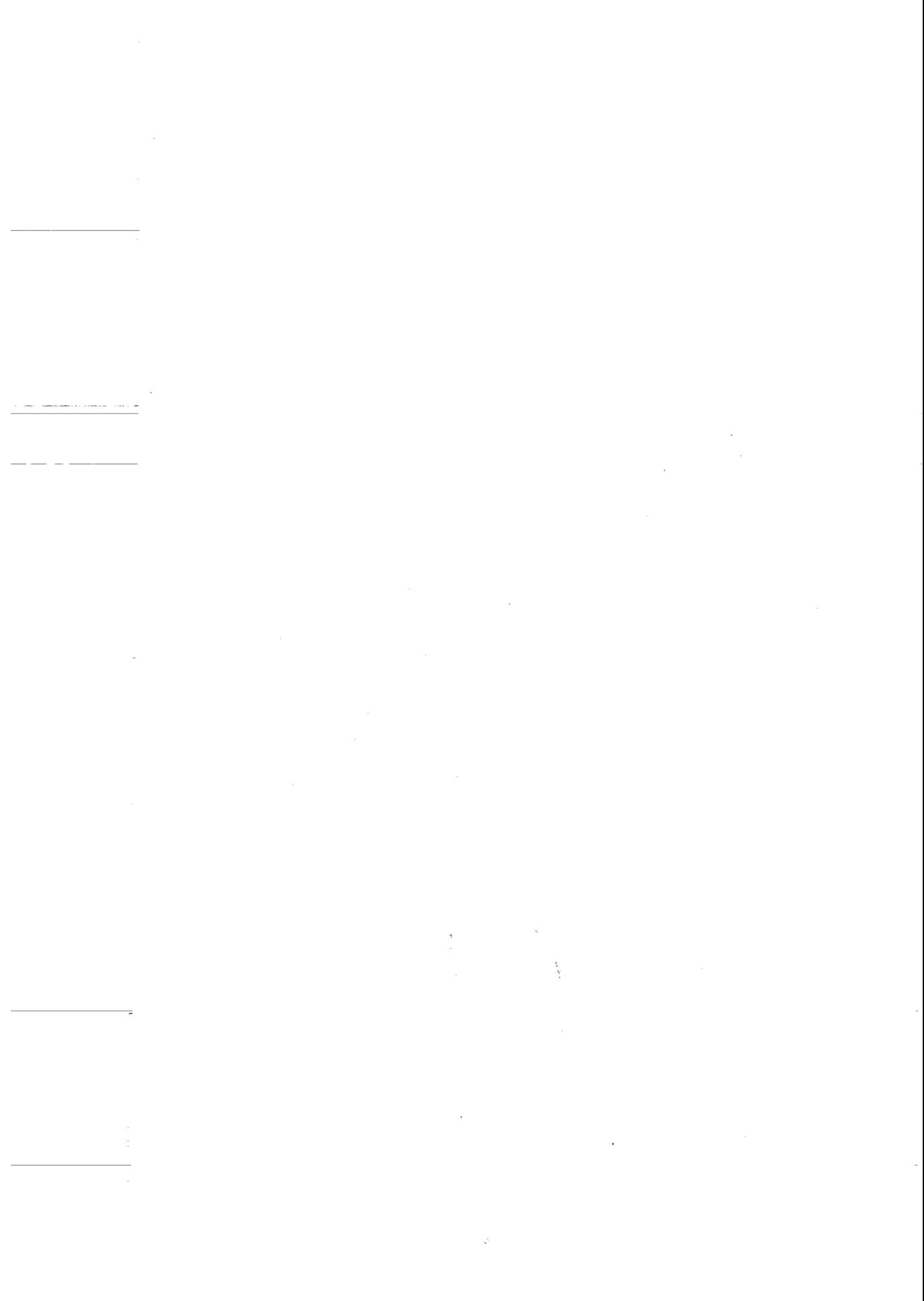
Obertägige Anlagen, z.B. der Industrie, die Einfluß auf den Standort haben, sind nicht bekannt.



**Legende**

- |                                |                                   |   |
|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| Q - Quartär                    | TGu - Unterer Gipskeuper          | Na 4 - Aller-Folge (Steinsalz, Ton)                   |
| K2 - Obere Kreide (Maastricht) | TLK - Lettenkohlenkeuper          | Na 3 - Leine-Steinsalz                                |
| TK - Keuper (allgemein)        | TM - Muschelkalk                  | A 3 - Hauptanhydrit                                   |
| TRK - Rät                      | TB 3 - Oberer Buntsandstein (Röt) | Na 2 - Staßfurt-Steinsalz                             |
| TDK - Dolomitmergel            | TB 2 - Mittlerer Buntsandstein    | T1 - A2 - Kupferschiefer bis Basalanhydrit (Subsalar) |
| TGo - Oberer Gipskeuper        | TB 1 - Unterer Buntsandstein      | PU - Rotliegendes                                     |
| TSf - Schiffsandstein          | Na - Steinsalz (allgemein)        |   |

Abb. 2.1-2: Geologischer Schnitt /U-ERA 90/



## **2.2 Bauanlagen**

### **2.2.1 Übertägige Bauanlagen**

Die für die Einlagerung radioaktiver Abfälle relevanten Anlagenteile sowie sicherheitsrelevanten Bereiche sind:

- Freilagerfläche,
- Containerhalle,
- Förderturm,
- Mehrzweckgebäude,
- Technischer Komplex (Werkstatt, Umformer und Schaltstation),
- Notfahranlage,
- Feuerwehrgebäude,
- Warte im Betriebsgebäude und
- spezielle Kanalisation.

Die Containerhalle ist eine Stahlbaukonstruktion mit Betonfertigteilen im nicht-tragenden Bereich und mit Betonkassetten im Dachbereich. Zur Seite der Freilagerfläche hin ist die Containerhalle offen, die gegenüberliegende Seite ist mit Toren und Glaselementen ausgeführt. Die Containerhalle und das Mehrzweckgebäude mit Förderturm sind durch eine gemeinsame Wand getrennt. Die Schachthalle ist von der Containerhalle durch ein Holztor getrennt. Neben der Schachthalle befindet sich die "heiße Werkstatt", die von der Containerhalle erreichbar ist.

In der Containerhalle erfolgt der Umschlag der auf LKW oder Spezialfahrzeugen angelieferten Abfall-Container auf innerbetriebliche Transportmittel. Die Freilagerfläche dient als Abstellfläche für leere Container bzw. Fahrzeuge.

### **2.2.2 Untertägige Bauanlagen**

Im Kontrollbereich der 4. Sohle befinden sich folgende sicherheitstechnisch relevante Anlagenbereiche:

- Füllort der 4. Sohle,
- Treibstofflager,
- Sprengmittellager,
- Stützpunkt der Grubenwehr und
- Werkstatt.

## 2.2 - 2

Im Bereich des Füllortes der 4. Sohle werden die Anhängfahrzeuge mit radioaktiven Abfallgebinden mittels Zugfahrzeugen vom Förderkorb in den Streckenbereich gezogen.

Das Treibstofflager befindet sich auf der 4. Sohle in unmittelbarer Schachtnähe an der Transportstrecke für radioaktive Abfälle zur Südstrecke und dem Ostquerschlag. Im Lager können max. 3 000 l Treibstoff und Öl in Fässern gelagert werden. Das Lager ist durch eine Tür verschlossen. Die Betankung der Fahrzeuge erfolgt unmittelbar vor dem Lager. In etwa 50 m Abstand von der Hauptstrecke befindet sich ein Sprengmittellager. Derzeit werden keine Sprengmittel gelagert.

Der Stützpunkt der Grubenwehr liegt an der Hauptstrecke und ist mit einem Holztor verschlossen.

In der mechanischen Werkstatt auf der 4. Sohle werden Wartungs- und Reparaturarbeiten an Fahrzeugen und sonstigen Geräten durchgeführt. Die Werkstatt ist von der Südstrecke her zugänglich.

## **2.3 Technische Anlagen**

### **2.3.1 Übertägige technische Anlagen**

Für die Handhabung, den Umschlag und den innerbetrieblichen Transport werden übertage eine Brückenkrananlage, Zugfahrzeuge und Anhänger verwendet.

Für die Entladung von Transportfahrzeugen und den Umschlag radioaktiver Abfallgebinde ist eine Zweiträgerbrückenkrananlage von 150 m Länge, 21 m Spannweite, einem Haupthub von 22 t und einem Hilfshub von 5 t Tragfähigkeit vorhanden. 50 m der Krananlage sind durch die Containerhalle umbaut, 100 m der Krananlage liegen im Bereich der Freifläche. Die Abfallgebinde werden aus den angelieferten Großcontainern gehoben (max. Höhe ca. 3 m) und auf Anhängerfahrzeuge abgesetzt.

Der Schwerlastniederplattformanhänger (SNPA) ist ein ungefederter, vollgummibereifter, ungebremster Anhänger mit einer Tragkraft von 10 t. Auf der 5 mm starken Stahlplattform sind Vorrichtungen zur Arretierung der Behälter angebracht.

Der WAP-10 ist ein luftbereifter, gebremster Anhänger mit einer Tragkraft von 10 t. Er wird für den Faßtransport und mit Aufbauten, z.B. Deckelspeicher, für den Transport des Behälters FC 50 genutzt.

Der Multicar-Hänger AW-3 SK 2002 wird zum Transport von sechs 200-l-Fässern verwendet (Tragkraft 2 t).

Als Transportfahrzeug wird übertage ein Diesel-Fahrersitz-Gabelstapler DFG 320-N-A eingesetzt, der die beladenen Anhängerfahrzeuge zum Förderkorb transportiert.

### **2.3.2 Schachtförderanlage**

Der Schacht Bartensleben wurde in den Jahren 1910 bis 1912 bis zu einer Endteufe von 526 m niedergebracht. Er ist mit Mauerwerk ausgekleidet und hat einen Durchmesser von 5,25 m. Ein Wetterscheider teilt den Schacht in zwei Trume. Die Sohlen sind in den folgenden Teufen angeschlagen:

- 1. Sohle - 385,5 m,
- 2. Sohle - 425,5 m,
- 3. Sohle - 465,7 m und
- 4. Sohle - 506,0 m.

Von 1972 bis 1977 erfolgte eine Rekonstruktion der Schachtförderanlage. Als Schachtförderanlage ist eine Turmförderanlage mit Koepe-Treibscheibe und vier Seilabhängungen installiert. Die Förderanlage wird von einem Gleichstrommotor mit 2760 kW Nennleistung angetrieben. Die Bremseinrichtung besteht aus sechs hydraulisch betätigten Scheibenbremsen. Die Betriebs-, Sicherheits- und Haltebremse sind vollständig vereinigt /U-ERA 90/.

Das Fördersystem hat eine maximale Nutzlast von 26 t und ist z.Z. auf 10 t Nutzlast ausgelegt. Der Förderkorb besitzt eine lichte Weite von 2,6 m x 3,8 m bei einer Höhe von 3,2 m und ist in zwei Etagen ausgeführt. Die Förderung der radioaktiven Abfälle zur 4. Sohle erfolgt in der unteren Etage, wobei das Anhängefahrzeug pneumatisch arretiert ist. Die größte Geschwindigkeit bei Seil- und Materialfahrt beträgt 6 m/s /U-ERA 90/.

### **2.3.3 Untertägige technische Anlagen**

Die sicherheitstechnisch relevanten untertägigen Anlagen umfassen die Transporteinrichtungen sowie die technischen Einrichtungen zur Einlagerung von festen und flüssigen Abfällen.

Für den Umschlag und Transport untertage werden ein Diesel-Zugfahrzeug und ein Diesel-Fahrersitz-Gabelstapler DFG-3202-N-A eingesetzt. Der Gabelstapler wird mit Zusatzgeräten (Faßklammergerät,) zur Stapelung von vertikal ausgerichteten 200-l-Fässern eingesetzt.

Die untertage eingesetzten Anhängefahrzeuge sind dieselben, wie bereits in Kap. 2.3.1 beschrieben.

Für die Einlagerung von Flüssigabfällen befinden sich im Südfeld folgende Anlagen:

- Abfüllstation für Flüssigabfälle,
- Tanklager für Flüssigabfälle,
- Rohrleitungen, Armaturen, Ventile, Injektionseinrichtungen und eine
- Kompressorstation.

Zur Einlagerung von Festabfällen im Abbau 1 werden folgende technische Einrichtungen verwendet:

- Krananlage zum Transport der Container (PC/FC),
- Versturzschleuse und
- Versturzeinrichtungen (Deckelspeicher, Hub- und Senkvorrichtung, Kippvorrichtung, Antriebs- und Steuer-einrichtungen).

### 2.3 - 3

Im Untertagebereich (UMF) ist eine Krananlage für den Transport und den Umschlag der Umladecontainer UC-Pb 250 vorhanden. Sie besitzt eine Tragkraft von 10 t.



## **2.4 Grubengebäude**

Das Grubengebäude Bartensleben besitzt ca. 5 Mio. m<sup>3</sup> Hohlraumvolumen in zwölf Sohlen (davon vier Hauptsohlen) mit ca. 130 Steinsalzabbauen. Die Abbaue wurden als streichende Abbaue mit Dimensionen von 30 m Höhe, 30 m Breite und bis zu 150 m Länge aufgefahren. Sämtliche Abbaue sind durch Rolllöcher, Streckenanschlüsse und Gesenke miteinander verbunden. Die 4. Sohle in 506 m Teufe dient als Transportstrecke für radioaktive Abfälle und als Beschickungsbereich für Endlagerkammern. Der Transport und die Einlagerung der radioaktiven Abfälle erfolgt in Hohlräumen, die alle von der 4. Sohle zugänglich sind.

Einlagerungsörter (Abb. 2.4-1) sind:

- Weststrecke, eine Kammer im Westfeld, Stapeltechnik,
- Nordstrecke, eine Kammer im Nordfeld, Stapeltechnik,
- Südstrecke, Abbau 1, Versturztechnik,
- Südstrecke, Abbau 2, Verfestigung flüssiger Abfälle und Versturztechnik,
- Südstrecke, Abbau 3, Verfestigung flüssiger Abfälle,
- Ostquerschlag, UMF, Versuchseinlagerung von Quellen und
- Ostquerschlag, eine Kammer 4a Sohle, Versturz von Abfällen.

Die Transportstrecken sind im Bereich von Störungen durch Anker und Netze bzw. massive Holzbauwerke (Ostquerschlag) gesichert.

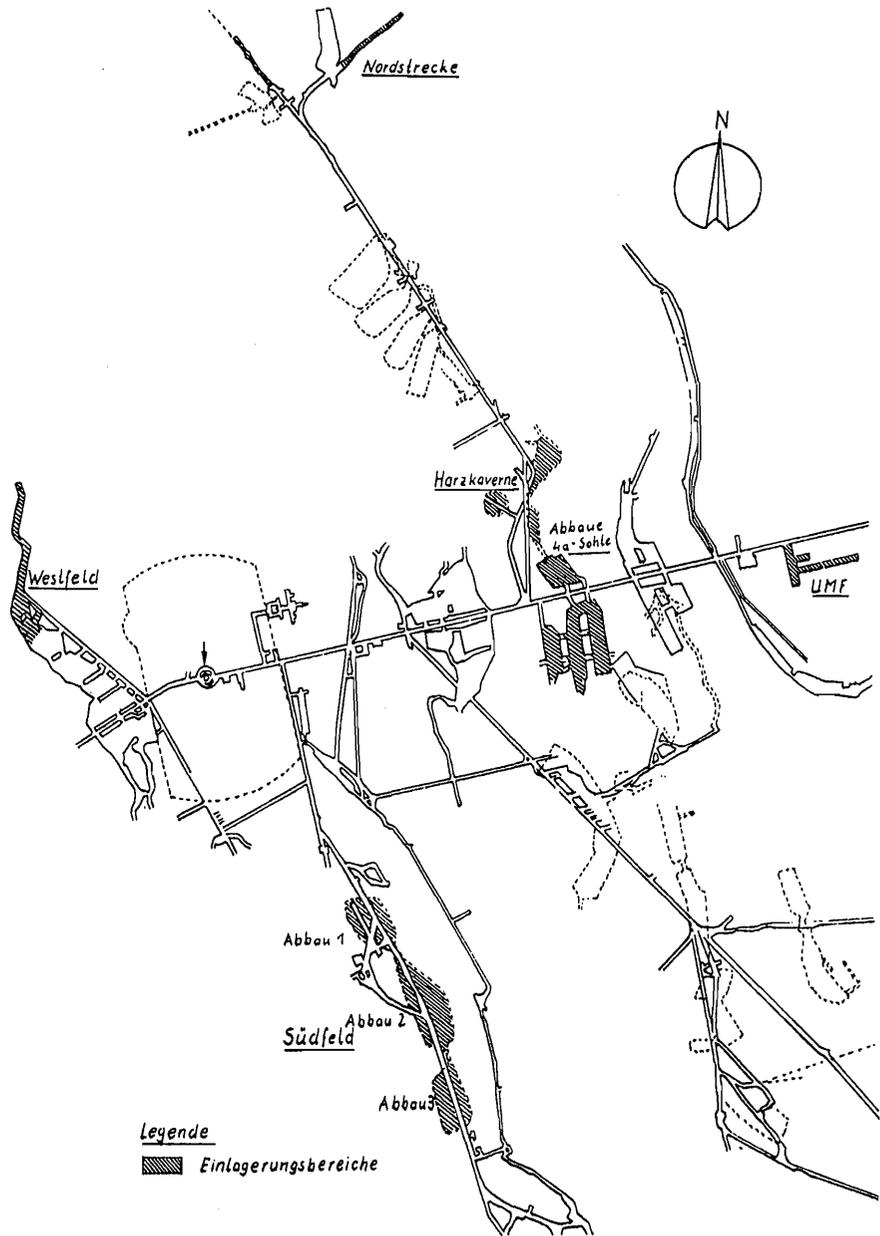


Abb. 2.4-1: Lage der Einlagerungsorter /U-ERA 90/

## **2.5 Eingelagerte radioaktive Abfälle**

Die bislang eingelagerten Abfälle werden unterschieden in

- Feste Abfälle (A1)

Hierunter fallen im wesentlichen feste, z.T. brennbare Mischabfälle und Eindampfrückstände in fester Form.

- Flüssige Abfälle (A2)

Sie fallen zum weitaus größten Teil als flüssige Eindampfrückstände an und werden mit Braunkohlefilterasche in situ verfestigt.

- Umschlossene Strahlenquellen (A3)

Hiermit werden Gamma-Strahler mit unversehrter Umhüllung bezeichnet.

Weitere Abfälle werden als Sonderabfälle in beschränktem Umfang eingelagert, müssen dazu aber in einer endlagerfähigen Form konditioniert werden.

Die oben genannten Abfälle werden entsprechend ihrer Aktivitätsbeladung weiter differenziert nach Strahlenschutzgruppen (Tab. 2.5-1). Entsprechend dem Aktivitätsinventar werden zum Transport und zur Endlagerung der Abfälle unterschiedliche Behälter eingesetzt. Für feste Abfälle kommen Fässer in Faßcontainern (FC) und sog. Primärcontainer (PC) zum Einsatz. Die FC und PC dienen lediglich zum Transport. Aus den PC werden die Abfälle in unkonditionierter Form verstürzt. Die Fässer werden gestapelt. Flüssige Abfälle werden ebenfalls in Primärcontainern angeliefert. Für Strahlenquellen werden abgeschirmte Strahlenschutzbehälter verwendet.

Bis Ende 1989 wurden nach /U-ERA 90/ rund 14 000 m<sup>3</sup> Abfälle mit einer deklarierten Gesamtaktivität von 292 TBq in Morsleben endgelagert. Die Aktivität besteht zum weit überwiegenden Teil aus Beta/Gamma-Strahlern. Alpha-Strahler sind im Abfall in der Regel nur mit einer Konzentration von < 0,4 GBq/m<sup>3</sup> zugelassen und tragen daher zur Gesamtaktivität praktisch nicht bei. Diese Werte nehmen sich im Vergleich zu anderen bestehenden oder geplanten Endlagern eher bescheiden aus. So wird beispielsweise für das Endlager Konrad ein Abfallvolumen von etwa 600 000 m<sup>3</sup> vorgesehen. Vergleichbare Abfälle mit z. T. höherem Gehalt an langlebigen Alpha-Strahlern werden im übrigen Ausland mit Ausnahme von Schweden oberflächennah endgelagert (vgl. Tab. 2.5-2).

Neben den oben aufgeführten Aktivitäten werden in einem Industrieversuch Abfälle mit einer Beta/Gamma-Gesamtaktivität von 2 600 TBq rückholbar gelagert.

**Tab. 2.5-1:** Klassifizierung der Abfälle

	A1	A2	A3
Strahlenschutzgruppe	Ortsdosisleistung [mSv/h]	Aktivitätskonzentration [GBq/m <sup>3</sup> ]	Aktivität je Quelle [GBq]
S1	0 - 2	Freigr. - 4	Freigr. - 0.2
S2	2 - 10	4 - 40	0.2 - 2
S3	10 - 100	40 - 400	2 - 20
S4	100 - 500	400 - 4 000	20 - 200
S5	500 - 1 000	4 000 - 40 000	200 - 10 <sup>6</sup>
S6	> 1 000	> 40 000	> 10 <sup>6</sup>

2.5-2: Vergleich der eingelagerten Volumina und Aktivitäten verschiedener Endlager

Endlager	Art des Endlagers	Abfallvolumen m <sup>3</sup>	Inventar an radioaktiven Stoffen in TBq	
			Beta-Gamma	Alpha
Morsleben (bisher)	Tiefenlagerung im ehem. Kalisalzbergwerk	14 000	355	0.0044 <sup>2)</sup>
Morsleben (bis 2000)	Tiefenlagerung im ehem. Kalisalzbergwerk	33 000	1 600	0.052 <sup>2)</sup>
Konrad (maximal)	Tiefenlagerung im ehem. Eisenerzbergwerk	600 000	5 000 000	150 000
Gorleben, hochaktiv schwachaktiv (geplant)	Tiefenlagerung in Salz	11 000 2 200 000	1 000 000 000	10 000 000
Asse (1987)	Tiefenlagerung in Salz	90 000	1 250	88
La Manche (bisher)	Oberflächen-Endlager	450 000 <sup>1)</sup>		
Centre de l'Aube (im Bau)	Oberflächen-Endlager	1 000 000		
Drigg (bis Ende 1988)	Oberflächen-Endlager	650 000		
SFR (genehmigt)	Tiefenlager in Granit	90 000	10 000	

<sup>1)</sup> 480 000 m<sup>3</sup> bis zur geplanten Schließung des Lagers 1992

<sup>2)</sup> berechnete  $\alpha$ -Aktivität aller Abfälle ohne singular eingelagerte Ra 226-Aktivitäten

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **2.6 Vorhandene Überwachungseinrichtungen und Leittechnik**

### **2.6.1 Zentrale Warte**

Der Durchführung des bestimmungsgemäßen Betriebes des Endlagers für radioaktive Abfälle, aber auch der Beherrschung von besonderen Vorkommnissen dient ein System von Anlagen zur Informationsübertragung, Kontrolle, Überwachung und Havariebekämpfung.

Zur kontinuierlichen Kontrolle des Betriebszustandes des Endlagers werden in der obertägigen zentralen Warte alle wichtigen Betriebsabläufe angezeigt, Störungen sowie Abweichungen von beabsichtigten Betriebsabläufen werden zusätzlich optisch und akustisch signalisiert.

Der ständig besetzten Warte stehen folgende Benachrichtigungsmöglichkeiten zur Verfügung:

- Lautsprechanlage (übertägig und in Grube Marie untertägig),
- Sirene,
- Warnschießanlage Grube Bartensleben,
- Grubenwehrrufanlage,
- innerbetriebliche Wechselsprechanlage/Funktelefon und
- Fernsprecher (Funktelefon, Fax).

Die untertägigen Einlagerungsbereiche und andere wichtige untertägige Betriebspunkte sind mit der Warte durch ein in der Schachtröhre verlegtes Fernsprechkabel verbunden (keine Redundanz).

Zu den Anlagen der Strahlenschutzüberwachung gehören Meßmittel der Personen- und Ortsdosimetrie, der Kontaminationskontrolle, der Überwachung flüssiger und gasförmiger Ableitungen, der Umgebungsüberwachung und der Eingangskontrolle. Diese Anlagen sind in Kapitel 3.2.3, 3.2.12 und 3.2.13 detailliert dargestellt.

### **2.6.2 Ortsdosisüberwachung (über- und untertage)**

Die Ortsdosisüberwachung (über- und untertage) erfolgt insbesondere durch die Erfassung der Aerosolaktivitätskonzentration sowie der Gamma-Ortsdosisleistung mittels stationärer Geber und transportabler Meßgeräte. Ziel dieser Messungen ist die Einhaltung und Unterschreitung der Strahlenschutzgrenzwerte des sicheren Betriebes /U-STA 86a/.

Die Aerosolüberwachung wird für die Gesamtabluft sowie an verschiedenen Meßorten untertage durch das Aerosolradiometer RA-12S-1M realisiert /U-VEK 89/. Diese kontinuierliche Überwachung von kurz- und langlebigen Alpha- und Beta-Aerosolkonzentrationen mit Signalisation von Schwellenwertüberschreitungen auf den Warten und vor Ort wird diskontinuierlich an verschiedenen Meßorten untertage durch stationäre Probenahme und deren Auswertung im Strahlenschutzüberwachungslabor (SSÜ) sowie durch tragbare Meßgeräte zur Erfassung von Aerosolen und Radon-Folgeprodukten ergänzt /U-VEK 89/. Durch spezielle Probensammlung und -aufbereitung sowie durch Anwendung von LSC-Meßtechnik (TRICARB 1500) wird auch der Tritium- und C 14-Nachweis realisiert. Die Richtigkeit der Messungen wird durch Funktionsprüf- und Kalibrierprogramme gesichert /U-ERA 86/.

Die Gamma-Dosisleistung  $P_{\text{Gamma}}$  wird an ausgewählten Orten des Kontrollbereichs über- und untertage durch stationär angeordnete Geber in einem Meßbereich von 10 bis 100  $\mu\text{Gy/h}$  erfaßt und in der zentralen Warte übertage zur Anzeige gebracht, wobei die Werte der Untertage-Meßgeber zusätzlich im SSÜ-Labor untertage registriert werden. Gleichzeitig erfolgt bei Überschreitung der  $P_{\text{Gamma}}$ -Werte von 25 bzw. 100  $\mu\text{Gy/h}$  eine optische und akustische Signalisation vor Ort (vgl. hierzu auch /U-VEK 89/ und /U-ERA 86/).

Zusätzlich zur stationären Überwachung von  $P_{\text{Gamma}}$  werden mit tragbaren Geräten vom Typ RK 67 und VA-J-15 Meßprogramme routinemäßig im Rahmen des Einlagerungsgeschehens durchgeführt. Durch die Funktionsprüf- und Kalibrierprogramme wird die Einsatzfähigkeit der stationären und tragbaren Meßtechnik gesichert /U-ERA 86/.

### 2.6.3 Kontaminationsüberwachung

Die Strahlenschutzgrenzwerte des sicheren Betriebes bzgl. Kontamination /U-STA 86a/ erfordern die Kontaminationskontrolle der Haut und Bekleidung des Personals sowie der Oberflächen von Anlagen und Räumen im Kontrollbereich. Die Personenkontaminationskontrolle erfolgt im Bereich der Personenschleuse mit Hilfe von Körperkontrollschranken /U-ERA 86/ sowie tragbaren Meßgeräten (RUST 2, RUST 3, UIM 2-1 eM). Zusätzlich werden Kontrollen mit tragbaren Geräten im SSÜ-Labor übertage sowie an ausgewählten Meßorten untertage, die kontaminationsgefährdet sind /U-VEK 89/, durchgeführt. Funktionsüberprüfung und Kalibrierung erfolgen entsprechend betrieblicher Festlegungen /U-ERA 86/.

Die Überwachung der Anlagenkontamination erfolgt mit tragbaren Meßgeräten /U-VEK 89, U-ERA 86/ sowie durch Wischtests mit anschließender Laborauswertung gemäß eines Routinekontrollprogramms bzw. bei Notwendigkeit. Schwerpunkte der Kontrollen sind u. a. Container und Fahrzeuge, die wieder in den öffentlichen Verkehr gelangen. Bei festgestellten abnehmbaren oder fest-

haftenden Kontaminationen werden durch das verantwortliche Personal entsprechende Maßnahmen zur Dekontamination bzw. Aussonderung und zur Ursachenklärung eingeleitet /U-ERA 90a/.

#### **2.6.4 Personendosimetrie**

Zur Überwachung der Exposition des beruflich strahlenexponierten Personals durch externe Strahlung werden Filmdosimeter eingesetzt, die gemäß /U-VEK 89/ quartalsweise ausgewertet werden. In der Praxis wird für beruflich strahlenexponiertes Personal der Kategorie A eine monatliche Auswertung vorgenommen. Dosimeter zur Überwachung der Kurzzeit-Exposition (Tages-Dosis) werden gemäß /U-VEK 89/ nur auf Anweisung getragen, so daß die Personendosimetrie sich diesbezüglich ggf. nur auf ein Dosimeter abstützt. Bei den zusätzlich zum Film getragenen Dosimetern handelt es sich um sog. KID-Kammern (Kondensator-Ionisationskammer-Dosimeter, Typ KID 2), die nicht direkt abgelesen werden können, sondern nach dem Einsatz ausgewertet werden müssen. Diese KID-Kammern werden jährlich überprüft /U-VEK 89/.

Zur Überwachung der inneren Exposition durch Inkorporation waren Personen aus den Gruppen

- inkorporationsgefährdete Personen,
- Personen, die Arbeiten in nicht ständig begehbaren Räumen ausführen, und
- Personen mit Inkorporationsverdacht nach außergewöhnlichen Ereignissen

im SAAS durch Untersuchung im Ganzkörperzähler und durch Ausscheidungsanalysen zu untersuchen. Ausscheidungsanalysen bezüglich Tritium sind im ERAM an den gleichen Personengruppen vorgeschrieben /U-VEK 89/.

-----

=====

-----

-----

-----

## **2.7 Betriebsablauf und Organisation**

### **2.7.1 Antransport der Abfälle**

Vor der Einbringung radioaktiver Abfälle ins Endlager Morsleben erfolgt der Transport auf öffentlichen Wegen vom Abfallverursacher zum Endlager. Der Transport ist dabei Bestandteil der sog. zentralen Erfassung radioaktiver Abfälle, die die Übergabe der Abfälle durch den Abfallverursacher, den sich daran anschließenden öffentlichen Transport auf Straße und Schiene und die Übernahme der radioaktiven Abfälle im Endlager umfaßt. Das bestehende Transportbehältersystem des Endlagers Morsleben beruht auf wiederverwendbaren Primärverpackungen. Dabei handelt es sich überwiegend um feste industrielle Verpackungen (FC- und PC-Baureihe) im Sinne der IAEA-Transportvorschriften, wobei die Abfälle in die Kategorie "Stoffe geringer spezifischer Aktivität-LSA II" einzuordnen sind. Für Strahlenquellen mittlerer Aktivität werden Typ-A-Container und für Stoffe hoher Aktivität Typ-B-Container eingesetzt.

Überwiegend erfolgt der Transport der radioaktiven Abfälle in Spezialcontainern Typ Gat. In diese werden entweder 200-l-Fässer eingestellt oder Verpackungen der FC- und PC-Baureihe, für die feste Stellplätze mit Verankerung vorgesehen sind. Die Anzahl der Transporte belief sich in den vergangenen Jahren auf ca. 200 pro Jahr. Der Transport von den Hauptabfallverursachern erfolgt auf folgende Art:

- Kernkraftwerke Greifswald und Rheinsberg
  - Eisenbahntransport vom Kernkraftwerk zum Containerbahnhof Magdeburg-Sudenburg
  - Umladung der Großcontainer auf Sattelzugmaschine
  - Straßentransport zum Endlager Morsleben
- ZfK Rossendorf
  - Straßentransport mit Sattelzugmaschinen vom ZfK Rossendorf zum Containerbahnhof Dresden-Neustadt
  - Umladung auf Eisenbahnwaggons
  - Eisenbahntransport zum Containerbahnhof Magdeburg-Sudenburg
  - Umladung auf Sattelzugmaschine
  - Straßentransport zum Endlager Morsleben

Für die Erfassung von radioaktiven Abfällen aus dem Bereich der Anwendung und Produktion von Radionukliden werden folgende modifizierte Fahrzeuge eingesetzt:

- LKW W50 mit Kofferaufbau und Ladekran für Faßtransport,

- Schwerlastenanhänger SMA mit Kofferaufbau zur Aufnahme von Flüssigkeitscontainern (LB 5700 oder PC 55) und
- Kleintransporter B 1000 mit Kofferaufbau zum Transport von Strahlenquellenbehältern.

### **2.7.2 Eingangskontrolle der Abfälle**

Bei der Anlieferung der Abfallgebilde in das ERAM erfolgt eine Eingangskontrolle der radioaktiven Abfälle. Es werden folgende Kontrollen durchgeführt:

- Überprüfung der Transportpapiere, Frachtbriefe, Übergabekontrolle,
- dosimetrische Eingangskontrolle der Großcontainer (Gammadosisleistung, Wischtest),
- Gammaskopische Kontrolle jeder angelieferten Flüssigkeitscharge,
- Messungen an Flüssigkeitsproben zur Bestimmung des HTO- und C 14-Gehaltes sowie
- Sichtkontrolle von A1/S1-S2 Abfällen.

Bei Verstößen gegen die Annahmebedingungen erfolgt vor der Einlagerung zunächst eine Abklärung des Sachverhaltes mit dem Abfallverursacher. Eine Rücklieferung der Abfälle an den Verursacher erfolgt nur bei gravierenden Verstößen.

### **2.7.3 Einbringen der Abfälle**

Die endzulagernden Abfallgebilde werden mittels der in Kapitel 2.3 beschriebenen Handhabungs- und Transporteinrichtungen nach untertage verbracht.

Die Endlagerung fester Abfälle der Strahlenschutzgruppe S1 und S2 erfolgt im Westfeld durch Stapelung der Abfallgebilde (200-l-Fässer, Säcke, Kartons) mittels o.g. Gabelstapler mit Zusatzeinrichtung, wobei insgesamt vier Fässer übereinander gestapelt werden. Bei entsprechender Höhe des Hohlraumes wird nach Überschichten der Faßstapel mit Salzhautwerk in einer zweiten Ebene gestapelt.

Feste radioaktive Abfälle der Gruppen A1/S1-S5 und Strahlenquellen der Gruppen A3/S1-S4 werden aus Primär- und Faßcontainern sowie Strahlenschutzbehältern über Versturzschießen im Abbau 1 verürzt. In Abhängigkeit vom Behältertyp kommen verschiedene Schießen zur Anwendung, wobei deren Beschickung mit einer Krananlage erfolgt. Die Krananlage befindet sich in einer Strecke über dem Versturzabbau und transportiert die Behälter zur Versturzanlage. Auf der Versturzanlage wird nach Abnahme des unteren Deckels der innere Topf aus dem PC nach unten bewegt, gekippt und der Abfall in die Kammer verürzt.

Die im PC angelieferten flüssigen Abfälle (Abfallart A2/S1-S2) werden in der untertägigen Abfüllstation mittels Druckluft (0,3 MPa) in das Tanklager für Eindampfrückstände (EDR) gedrückt. Das Tanklager besteht aus zwei Stahlbehältern mit jeweils 25 m<sup>3</sup>, die durch eine Mauer abgeschirmt sind. Von diesen Tanks werden die flüssigen Abfälle durch die EDR-Rohrleitung zur Durchsumpfanlage der in situ-Verfestigung gedrückt. Dort werden sie auf eine vorher aufgebraute 40-80 cm dicke Schicht aus Braunkohlenfilterasche versprüht.

Der EDR-Eintrag in die Einlagerungshohlräume erfolgt über ein steuerbares Verteilersystem mit Druckschläuchen und Sprühlanzen, die mit Sprühdüsen ausgerüstet sind. Der Eintrag der Braunkohlenfilteraschen in die Einlagerungshohlräume erfolgt über Transportschnecken und Querinjektoren. Das Mischungsverhältnis flüssiger Abfälle zu Asche beträgt 1:3.

Im Untertagefeld (UMF) werden wärmeerzeugende Abfälle der Abfallarten A1/S6 und A3/S5, die in Spezialcontainern (SC) verpackt sind, in verrohrten Sohlenbohrlöchern eingelagert. Dazu wird zunächst der Inhalt des Pb-250-Containers in der Containerhalle in den Umladecontainer UC-Pb 250 umgeladen. Der Umladecontainer dient als Transportcontainer für den wärmeerzeugenden Abfall im Endlager auf dem Weg von der Containerhalle zum UMF sowie zusammen mit dem Bohrlochverschluß als Endlagerungseinrichtung.

Der Umladecontainer wird im UMF-Bereich mittels Hebezeug (Tragkraft 10 t) vom SNPA auf den Bohrlochverschluß umgesetzt. Im Oberteil des UC-Pb 250 befindet sich ein mechanischer Greifer, der an einer von außen zu bedienenden Elektrowinde befestigt ist. Der Greifer dient zum Absenken der Spezialcontainer in das etwa 20 m tiefe Bohrloch.

#### **2.7.4 Umgebungsüberwachung**

Die Umgebungsüberwachung um die Anlage wird derzeit auf der Grundlage des vorgegebenen Meßprogramms durchgeführt. In Teilbereichen wird eine radiochemische Aufbereitung der Proben (z.B. Sr-Analysen) durchgeführt.



### **3. SICHERHEITSBEWERTUNG**

#### **3.1 Geologische Standortbewertung**

Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben liegt in einem Abschnitt des Salzstocks Allertal. Der Salzstock Allertal liegt in der Subherzynen Senke zwischen Harz und Flechtinger Höhenzug. Er ist etwa 50 km lang und 1,5 bis 2 km breit. Er erstreckt sich von Wolfsburg im NW bis etwa Seehausen im SE. Unter seinem SW-Rand verläuft eine bedeutende Störungszone. Diese trennt die Wefelinger Scholle im NE von der Lappwaldscholle im SW. Der Salzstock Allertal ist tief subrodiert, so daß nur sein tiefster Abschnitt erhalten geblieben ist.

##### **3.1.1 Geologie**

Ziel der Untersuchungen ist die Prüfung, ob bzw. wieweit die Ergebnisse der geologischen Standortuntersuchung ausreichen, um zuverlässige Aussagen über die für eine Sicherheitsbewertung notwendigen geologischen Parameter zu machen.

#### **STRATIGRAPHIE UND STRUKTURGEOLOGIE**

Die für die Bearbeitung benutzten Berichte und Veröffentlichungen werden im Literaturverzeichnis genannt. Darüber hinaus wurden die Vorträge und Diskussionsbeiträge anlässlich der 23. Fortschrittsberatung des ERA Morsleben in Garzau vom 6. bis 8.11.1990 sowie die Erkenntnisse aus einer Grubenbefahrung am 18.10.1990 und einer Befahrung von geologischen Aufschlüssen in der Umgebung des ERA Morsleben berücksichtigt. Am 11. und 12. September 1990 fand eine Befahrung des zentralen Kernlagers des ZGI in Bernau statt, wobei über Hutgesteinsausbildung mit Wissenschaftlern der Universität Greifswald diskutiert wurde.

#### **STRATIGRAPHIE**

##### **Sachstand**

Zu den nur schwer zu ermittelnden Primärmächtigkeiten des Staßfurt-Steinsalzes bzw. des gesamten Zechsteins finden sich in den Unterlagen recht unterschiedliche Angaben. Die stratigraphische Ansprache der Schichten und ihre Beschreibung konnten anhand der zur Verfügung stehenden Unterlagen naturgemäß nicht überprüft werden.

##### **Bewertung**

Diese Diskrepanzen müssen im Zuge der Überprüfung der Genese des Salzstocks Allertal ausgeräumt werden. Die Abschätzung der Primärmächtigkeit der

fließfähigen Salze ist für die Beurteilung der Genese des Hutgesteins (Residualbildung oder überwiegend Hauptanhydrit) notwendig. Auffällig sind in diesem Zusammenhang ungewöhnlich große Mengen von Hauptanhydrit im Grubenbereich (zwischen Salzspiegel und dem 500 m NN-Niveau besteht nach den Angaben im Grubensaigerriß das Salinar schätzungsweise aus 20 % Hauptanhydrit), die sicherlich aus benachbarten Bereichen angeschleppt und zusammengestaucht wurden.

Im Buntsandstein wird in /U-ZGI 87/ von einer gleichmäßigen Entwicklung ausgegangen. Die Rekonstruktion der strukturellen Entwicklung weist jedoch auf eine lückenhafte Profilentwicklung auf der SW-Scholle hin, in der stellenweise die Sollingfolge oder der Röt über tieferen Schichten des Buntsandsteins und z.T. sogar über dem Zechstein liegen. Eine Übereinstimmung mit der paläogeographischen Entwicklung an anderen Abschnitten der Allertalzone ist festzustellen.

Übereinstimmung herrscht in der Auffassung, daß die besonders große Mächtigkeit des Keupers südwestlich des Salzstocks als sekundäre Randsenke und damit als Durchbruchäquivalent des Salzstocks anzusehen ist. Die in /U-ZGI 87, S. 189/ genannten "tektonisch reduzierten Profile" werfen die Frage auf, ob es sich nicht um primär geringmächtige Ablagerungen auf dem Salzstockdach handelt, zumal das Vorhandensein "aller jüngeren Keuperglieder" ausdrücklich genannt wird.

Vom höheren Keuper an wechseln über dem Salzstock Sedimentation und Abtragung miteinander ab. Dabei dürfte die Subrosion des Salzstocks eine größere Rolle gespielt haben, als in /U-ZGI 87/ dargestellt wurde. Beispielsweise sieht die BGR die teilweise marinen Sedimente des Malm als Auffüllung einer über dem Diapir des Allertales lang ausgedehnten Subrosionssenke an. Die Umgebung war wahrscheinlich Festland, so daß das Vorkommen wahrscheinlich nicht einen Erosionsrest einer früher weitergehenden Sedimentüberdeckung darstellt.

## STRUKTURGEOLOGIE

### Sachstand

Wichtig für die Sicherheitsbewertung sind vor allem die Lage und Natur der die Salzstruktur begrenzenden tektonischen Elemente sowie die Lagerungsverhältnisse über und unter dem Zechsteinsalz. Die heutige Ausbildung des Nebengebirges und der Struktur wird aufgrund von Bohrergebnissen und seismischen Profilen dargestellt /U-ZGI 87/. Dafür standen zwei Tiefbohrungen auf der Werflinger Scholle und 2 Tiefbohrungen im Bereich der Struktur, die das Subsalar erreichten, zur Verfügung. Auf der Lappwald-Scholle im SW der Grubenbaue wurde keine Tiefbohrung abgeteuft. Das einzige reflexionsseismisch vermessene Profil, das die Grubenbaue quert, reicht nicht weit genug über die

Lappwald-Scholle, um Ergebnisse vom SW-Rand der Struktur zu bringen /U-GEO 85/. Auch im Bereich der Struktur zeigt das Profil keine eindeutigen Reflexionen. Alte Bohrungen der Gewerkschaft Burbach /L-SCH 14/ sowie die Ergebnisse reflexionsseismischer Messungen auf dem angrenzenden Gebiet von Niedersachsen /U-KOC 84, U-SEI 71/ werden in /U-ZGI 87/ nicht aufgeführt.

#### Bewertung

Der ungenügende Erkundungsgrad läßt keine eindeutige Klärung der Lagerungsverhältnisse im Bereich der Struktur zu, was auch in unterschiedlichen Darstellungen der Bearbeiter zum Ausdruck kommt /U-ZGI 87, Anlage 19 u. 21, Bl. 101; U-ZIP 87; U-ZGI 90/. So zeigen die Querschnitte durch die Struktur eine annähernd gleichmäßig von NE nach SW einfallende Zechsteinbasis, die im Bereich der Struktur keinen oder nur einen geringen Versatz aufweist. Dem widerspricht das Ergebnis des seismischen Profils /EIL 18/82; U-GEO 85/, das eine etwa horizontale Lage der Zechsteinbasis in einer Tiefe von - 350 bis - 400 m zeigt. Auf dem Gebiet von Niedersachsen reichen reflexionsseismische Profile bis zu einer Entfernung von etwa 1 km an die Grubenbaue heran /U-SEI 71/. Darin ist die schwach nach W einfallende Zechsteinbasis in einer Tiefe von -1 000 bis -1 100 m erfaßt. Konstruiert man mit diesen Befunden ein Querprofil durch die Allertalstruktur, so muß mit einem Sockelversatz unter den Grubenbauen von ca. 500 m gerechnet werden. Es wird empfohlen, den Sachverhalt durch neue reflexionsseismische Aussagen zu klären /E-3.1.1-1/.

Die Salzwanderung in die Struktur hinein kann nur im Bereich der Lappwald-Scholle mit Hilfe der Deckgebirgsmächtigkeiten rekonstruiert werden, da auf der hochliegenden Weferlinger Scholle nur noch Buntsandstein und etwas Muschelkalk erhalten ist. Das Schichtpaket Unterer und Mittlerer Buntsandstein dünnt im Bereich der Lappwald-Scholle zur Struktur hin aus, was auf eine Hochlage zur damaligen Zeit hinweist. Diese Hochlage kann tektonisch bedingt sein und/oder auf frühe Salzwanderungen zur Störung hin zurückgehen.

Gegen eine Salzwanderung spricht, daß keine primären Randsenken zu dieser Zeit erkennbar sind. Auf der Weferlinger Scholle zeigt dieses Schichtpaket eine gleichbleibende Mächtigkeit, d.h. es fanden keine Salzbewegungen statt. Der Obere Buntsandstein und der Muschelkalk besitzen auf der Lappwaldscholle keine Mächtigkeitsanomalien. Erst im Keuper bildet sich eine mächtige sekundäre Randsenke. Die Mächtigkeitszunahme beginnt etwa in einer Entfernung von 2 km von der Struktur und erreicht ihr Maximum am Strukturrand. Sie steigt in dieser Zone von 300 - 400 m Normalmächtigkeit bis auf etwa 800 m an. Während des Keupers wanderte das Salz demnach aus einem etwa 2 km breiten Streifen von SW in die Struktur. Das nichtsalinare Deckgebirge sackte dabei randlich bis auf das Rotliegende ab. Damit wurde eine weitere Salzzufuhr vom SW unmöglich, da die etwas weiter von der Struktur verbliebenen Zechsteinsalze aufgrund der entstandenen Druckgradienten nur in Richtung des Salzstocks Offleben wandern konnten, wofür auch die etwa in 2 km Entfernung

parallel verlaufende Liasmulde einen Beleg bildet. Sie stellt die primäre Randsenke von Offleben dar. Das heißt, das gesamte aus SW in die Struktur gewanderte Salz entspricht in etwa dem in einem Streifen von 2 km Breite primär vorhandenen Salz von 500 - 700 m Mächtigkeit. Das ist etwa die doppelte Menge des heute noch in der Struktur vorhandenen Salzes. Unter der Voraussetzung, daß von der NE-Scholle kein Salz zuwanderte, wofür der Internbau der Salzstruktur und das Fehlen entsprechender Strukturen in den triadischen Schichten sprechen, sind insgesamt nur etwa 400 m Salzgebirge abgelautet worden. Ungeklärt ist dabei die Entstehung der z.T. sehr hohen Hutgesteinsmächtigkeiten. Während in /U-ZGI 87/ teils Hauptanhydrit und teils Residualbildungen den Hut aufbauen, halten neuere Bearbeiter (Universität Greifswald) das Material für Hauptanhydrit. Die z.T. sehr hohe Mächtigkeit des Hutgesteins kann u.E. nur durch Anteile von (z.T. vergipstem) Hauptanhydrit und Residualbildungen aus den Steinsalzserien erklärt werden. Daher sollte eine Überprüfung der Hutgesteinsansprache vorgenommen werden /E-3.1.1-2/.

Die zur höheren Oberkreide gehörenden Walbecker Sande sind u.a. durch Abschiebungen und flache Aufschiebungen (meist im dm-Bereich) disloziert. Aufragungen von stark deformierten Schichten des tieferen Jura werden vom ZIPE als Mikrodiapire bezeichnet. Der Bericht /U-ZGI 87/ enthält kaum Informationen hierüber. Die vorliegenden Deutungen der im einzelnen komplizierten Erscheinungen mit Hilfe von Orthotektonik und Salzaufstieg können nicht überzeugen. Vielmehr muß wahrscheinlich in wesentlich größerem Umfang das Subrosionsgeschehen in die Interpretation einbezogen werden. So ist zu prüfen, ob die "Mikrodiapire" als Bereiche angesehen werden können, in denen während bzw. nach Ablagerung der Oberkreide - im Gegensatz zur Umgebung - keine oder eine wesentlich geringere Subrosion stattgefunden hat. Bei den stark schräggestellten "Mikrodiapiren" und bei den kleinen Aufschiebungen ist zu prüfen, ob sie nicht besser als Rutschungsphänomene aufgefaßt werden können, zumal sie gegen die Subrosionssenke gerichtet sind. Fraglich erscheint auch die für das präelsterzeitliche Quartär genannte tektonisch gesteuerte Absenkung um 40 - 50 m.

Die Ausführungen zum größeren strukturellen Zusammenhang beruhen teilweise auf nicht zutreffenden Vorstellungen, wie etwa der "Mittelmeer-Mjösen-Zone", i.S. von STILLE. Auch werden tektonische Ereignisse häufig nicht der geologischen Zeitskala zugeordnet, sondern mit den STILLE'schen Phasen wie altkimmerisch, subherzynisch und laramisch bezeichnet, wobei unsicher ist, wie eine solche Phase im geologischen Zeitablauf eingeordnet werden soll.

Das tiefe Abtragungsniveau und der schlechte Erkundungsgrad der Allertalstruktur lassen z.Z. verschiedene Interpretationen der Lagerungsverhältnisse zu. Nicht alle vorhandenen Unterlagen standen dem ZGI zur Verfügung oder wurden von ihm benutzt. Weitere Erkundungsmaßnahmen (Bohrungen) sind noch nicht ausgewertet. Die Auswertung aller vorhandenen Bohrergebnisse

und reflexionsseismischer Messungen, auch auf niedersächsischem Gebiet, sollen unverzüglich vorgenommen werden. /E-3.1.1-3/.

Darüber hinaus sollten eventuell zusätzliche Bohrungen zur besseren Abklärung der gesamten geologischen Situation in Betracht gezogen werden /E-3.1.1-4/.

## SEISMISCHE GEFÄHRDUNG

### Sachstand

Das "Seismische Standortgutachten für den Raum Morsleben" ist von Prof. Sponheuer, Jena, mit Datum vom 15.10.1971 angefertigt worden /U-SPO 71/. Darin wird die zu erwartende Standortintensität auf folgende Art ermittelt: Aus einer Karte der maximal beobachteten makroseismischen Erschütterungen des Territoriums der ehemaligen DDR seit dem Jahre 1400 wird die Standortintensität III (12-teilige MSK-Skala) abgelesen. Unter Berücksichtigung der örtlichen Bodenverhältnisse wird für den Übertagestandort eine Erhöhung um 1 Grad auf Intensität IV vorgenommen, für untertage bleibt es bei Intensität III. Im Gutachten gibt es keine Epizentrenkarte.

### Bewertung

Diese Vorgehensweise entspricht nicht dem damaligen Stand der Wissenschaft zur Abschätzung der möglichen seismischen Gefährdung eines Standortes. Üblicherweise betrachtete man die Erdbeben in der Umgebung und diskutierte die Möglichkeit ihres Auftretens an den dem Standort benachbarten tektonischen Störungen.

Das Gutachten von Sponheuer entspricht nicht den im Regelwerk KTA 2201 (Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen) festgelegten Vorschriften. Darin wird gefordert, daß alle bekannten Erdbeben im Umkreis von 50 km und 200 km um den Standort aufzulisten sind, mit der Maßgabe, die Möglichkeit ihres Auftretens an einer dem Standort nächstliegenden größeren tektonischen Störung abzuschätzen. Über die Bestimmung der zeitlichen Häufigkeitsverteilung der Beben werden dann Aussagen zur Stärke und den Wiederkehrperioden des Auslegungs- und des Sicherheitserdbebens abgeleitet.

Die Anwendung probabilistischer Verfahren auf die Erdbebenbetätigkeit führt zu Eintretenswahrscheinlichkeiten für Beben bestimmter Stärke an einem vorgegebenen Standort. Unter Annahme eines großräumigen Seismizitätsmodells errechnen Ahorner et al. /L-AHO 83/ für Morsleben für eine Eintrittswahrscheinlichkeit von  $10^{-4}$  (Wiederkehrperiode 10 000 Jahre) die Intensität VI, Schenk et al. /L-SCH 84/ dagegen lediglich 4,7. Zu beachten ist hierbei jedoch, daß bei diesen Rechnungen keine lokalen Besonderheiten wie Schichtenaufbau des Untergrundes oder tektonische Störungen eingehen. Diese müssen für einen konkreten Standort gesondert betrachtet werden.

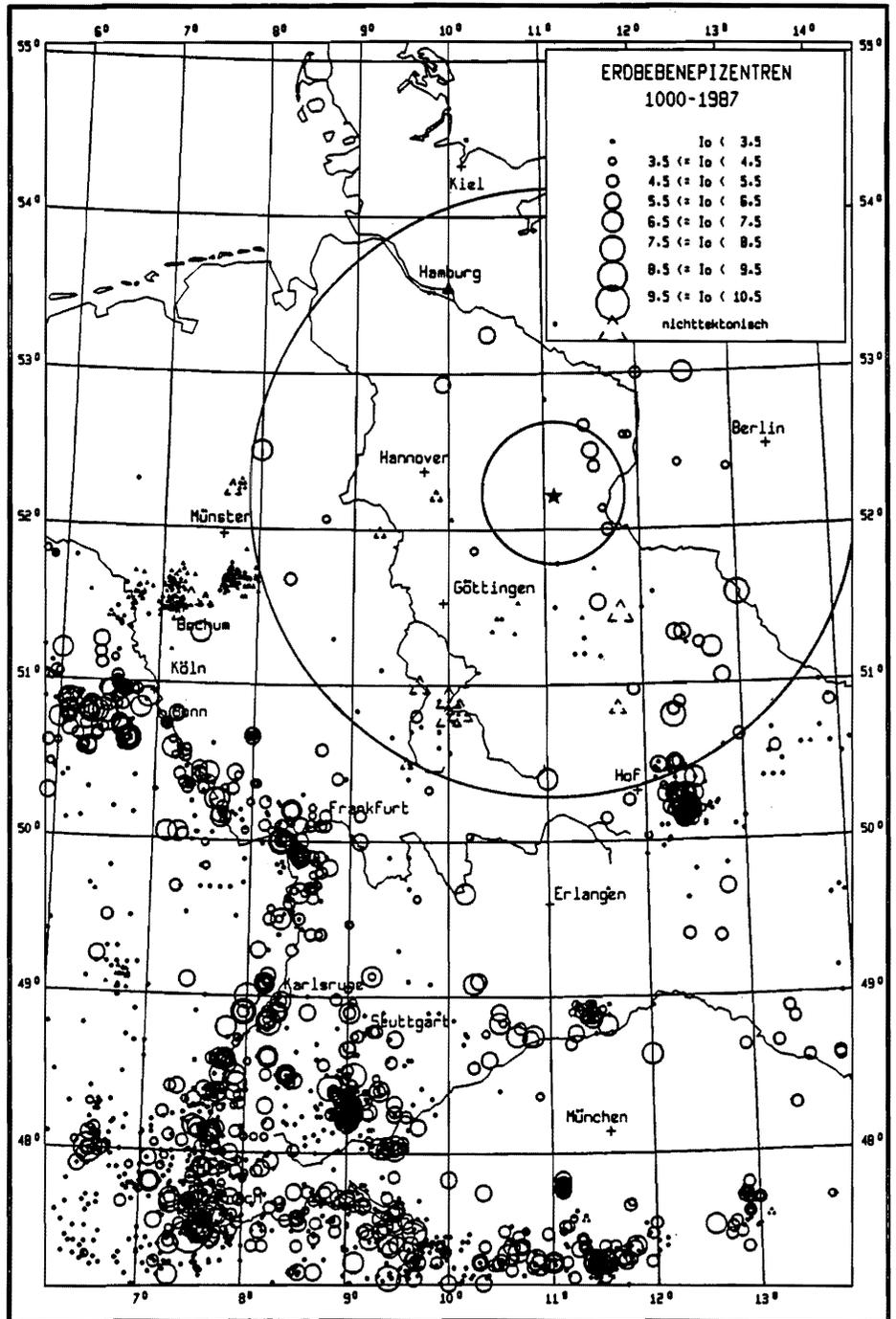
Dem Abschnitt 3.1.2.3 "Seismische und geomechanische Verhältnisse" (S. 88-93) im Sicherheitsbericht ERA Morsleben liegt das Sponheuer-Gutachten zugrunde. Darüber hinaus müssen dem Verfasser noch weitere, nicht zitierte Unterlagen zur Verfügung gestanden haben, denn die Behauptung (S. 88, 3. Absatz, 1. Satz) "Die berechneten Magnituden der beiden bisher beobachteten Beben im Gebiet der Altmark erreichten einen Wert von 2,4 Grad." kann nicht dem Sponheuer-Gutachten entstammen. Der Satz könnte durch falsches und sinnentstellendes Zitieren der Arbeit von Jubitz /U-JUB 87/ entnommen sein. Dort heißt es (S. 33, letzter Absatz): "Gut instrumentell belegte Beben ereigneten sich während der Jahre 1977 und 1984 im Gebiet der Altmark und dem östlichen Niedersachsen. Zum Beben von 1984 liegen keine makroseismischen Angaben vor. Die berechnete Magnitude von 2,4 wurden in einen Intensitätswert von 4 Grad konvertiert."

Anzumerken ist, daß das Beben vom 2.6.77 nahe Soltau die Magnitude  $ML=4,0$  und die Intensität V-VI hatte (Entfernung zu Morsleben 110 km). Das Beben vom 21.12.84 westlich Salzwedel hatte eine Magnitude von 2,6 (Entfernung zu Morsleben 70 km). Die Konvertierung in einen Intensitätswert von IV ist nicht nachvollziehbar, allenfalls III wäre annehmbar.

"Seit September 1981" /U-JUB 87/ arbeitet im Bereich der Deponie eine seismische Meßstation mit der Bezeichnung ALT. Nach /U-JUB 87, S. 34/ wurden bisher keine seismischen Ereignisse "mit Relevanz für die Bewertung der Standorticherheit registriert". In dem zweiseitigen Zwischenbericht von Wylegalla et al. /U-WYL 90/ wird als Registrierbeginn von ALT "seit 1982" angegeben. Da ALT nur aus einem einzigen Vertikalseismometer besteht und die beiden nächsten Stationen des DDR-Netzes 85 km bzw. 164 km entfernt sind, können Erdbeben aus dem Umfeld der Deponie nur dann an den für eine Ortung erforderlichen drei Stationen registriert werden, wenn ihre Magnitude größer 2,0 bis 2,5 beträgt. Schwächere seismische Ereignisse, die nur in ALT registriert wurden und folglich nicht lokalisierbar sind, werden von Wylegalla et al. /U-WYL 90/ aufgrund verschiedener Indizien als von Steinbruchsprengungen ausgehend vermutet. Einschränkend bemerken sie, daß wegen fehlender Informationen über die Durchführung von Sprengarbeiten "eine eindeutige Identifizierung dieser schwachen seismischen Ereignisse nicht möglich" ist.

Eine Erdbebenkarte fehlt im Seismischen Gutachten und auch im Sicherheitsbericht ERA Morsleben. Um diesen Mangel zu beseitigen, wurde die beiliegende Epizentrenkarte (Abb. 3.1-1) für die Jahre 1000-1987 erstellt. Wegen der Unsicherheit in der Bestimmung der Epizentren historischer Beben wurde ein Kreisbogen um den Standort mit 220 km Radius statt 200 km eingezeichnet. Die Karte und die beiden Erdbebenlisten bis 50 km Umkreis (Tab. 3.1-1) bzw. von 50 km bis 220 km (Tab. 3.1-2) machen deutlich, daß das Gebiet um Morsleben nur eine sehr geringe Erdbebentätigkeit (Erdbebenzone 0 nach KTA 2201.1) aufweist.

Es wird empfohlen, ein neues seismologisches Gutachten für den Standort Morsleben nach KTA 2201 unter besonderer Berücksichtigung der örtlichen tektonischen Situation zu erstellen, wobei die zeitlichen Aktivitäten und die Versetzungsbeträge tektonischer Elemente von Bedeutung sind. Dazu ist auch die Sichtung der Registrierungen der Station ALT und die Bewertung der dabei gefundenen seismischen Ereignisse unter Einbeziehung der Stationen KON (Schacht Konrad) und ASS (Salzbergwerk Asse) erforderlich /E-3.1.1-5/.



**Abb. 3.1-1:** Karte der Erdbebenepizentren mit Epizentralintensitäten  $I_0$  für die Jahre 1000 bis 1987. Kreisradien: 50 km und 220 km um den Standort Morsleben (H)

Tab. 3.1-1: Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 1000 bis 1987 im Umkreis von 50 km um Morsleben (52 13.5'N / 11 6.1'E).

DATUM		HERDZEIT		KOORDINATEN			TIEFE		REGION		STÄRKE						
JAH	MO	TA	ST	M	S	BREITE	LÄNGE	QE	H	Q	SR	PR	ML	INT	RS	REF	DIST
1012						52 30.	11 30.	4			NT	DR		5.5	100	S40	41.
1298						52 08.	11 37.				NT	DR		4.0		S40	37.
1562						52 24.	11 32.	4			NT	DR		4.5		S40	35.
1576	04	27	10:30			52 00.	11 40.	3			NT	DR		4.5	30	S40	46.
1908	11	06	00:26			51 47.4	11 08.4	2				DR		3.0		SP4	48.

Tab. 3.1-2: Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 1000 bis 1987 im Umkreis von 50 km bis 220 km um Morsleben (52 13.5'N/11 6.1'E).

DATUM		HERDZEIT		KOORDINATEN			TIEFE		REGION		STÄRKE						
JAH	MO	TA	ST	M	S	BREITE	LÄNGE	QE	H	Q	SR	PR	ML	INT	RS	REF	DIST
1202						52 36.	11 54.	4			NT	DR		3.5		S40	68.
1323						53 15.	10 25.				NT	ND		6.0		STW	123.
1323						51 14.	12 43.	4				DR		7.0		SAX	157.
1410	08	23	22			53 00.	12 30.		15	5	NT	DR		7.0	180	S40	128.
1412	11	28				53 00.	12 00.				NT	DR		5.0		S40	105.
1553	08	17	19:30			51 35.	13 00.				LB	DR		8.0		S40	149.
* Tote;																	
1612	10	01				52 04.	8 42.	3			NT	NW		4.0		S40	165.
1680						52 40.8	11 26.4	4			NT	DR		4.5		S40	56.
1695	04	18				50 58.	11 54.					DR		5.0		S40	150.
1711	10	25	19:15			51 20.	12 20.				LB	DR		6.0	60	S40	131.
1736	11					52 36.6	11 51.6				NT	DR		3.5		S40	67.
1767	01	20	09:30			51 41.	8 20.				NT	NW		5.0	35	S40	200.
1767	04	13	00:30			51 00.	09 42.		2		HS	HS		6.5	70	S40	167.
* Einsturzbeben;																	
1770	09	03	11:45			52 30.	08 00.				NT	ND		7.0		S40	214.
1771	08	08				53 33.	10 00.		3	1	1	NT	ND	5.0		S40	165.
* Einsturzbeben;																	
1789	05	17				52 25.	12 25.				NT	DR		4.0		S40	92.
1789	08	26	09:30			50 29.	12 08.				VG	DR		5.5	35	S40	207.
1797	01	19				51 59.	9 16.				NT	ND		5.0		HER	129.
* Einsturzbeben;																	
1847	04	07	19:30			50 24.	11 00.	4				DR		7.0	100	KA2	203.
1857	06	07	15:07			50 53.	12 22.	4				DR		5.0	75	SP1	173.

Tab. 3.1-2: Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 1000 bis 1987 im Umkreis von 50 km bis 220 km um Morsleben (52 13.5'N11 6.1'E). (Fortsetzung)

DATUM		HERDZEIT		KOORDINATEN			TIEFE REGION			STÄRKE							
JAH	MO	TA	ST	M	S	BREITE	LÄNGE	OE	H	Q	SR	PR	ML	INT	RS	REF	DIST
1866	01	27	11:40	51	16.	12 35.					LB	DR		4.5		SP1	148.
1872	03	06	16	50	48.	12 18.			15			DR		8.0	290	KA2	179.
* Verletzte; Tote; Veränd. an Quellen;																	
1875	11	23	00:45	50	30.	12 18.		2			VG	DR		5.0		SP1	209.
1876	10	31	11:50	52	23.	12 56.					NT	DR		4.0		SP1	126.
1878	11	28	02:30	50	40.	12 58.						DR		4.5	10	SP1	216.
1883	10	20	22:30	50	50.	12 18.						DR		5.0	50	SP1	176.
1888	12	26	00:12	50	30.	12 20.					VG	DR		5.0	23	SP1	210.
1893	11	12	01:50	50	28.	12 23.					VG	DR		4.0		SP1	215.
1894	05	15		51	32.	11 33.					LB	DR		6.0		SP1	83.
1896	05	16	20:50	50	30.	12 18.					VG	DR		6.0	25	SP1	209.
1903	12	15		50	50.	10 01.		2	1		HS	DR		4.0		SGM	172.
* Einsturzbeben;																	
1905	08	17		51	20.	12 25.			11		LB	DR		5.5		SP4	134.
1908	12	19		51	03.	12 49.			13		LB	DR		5.5		SP4	177.
1912	09	11	19:45	51	52.	10 16.		2				DR		3.5		SP4	70.
1926	01	28	17:57:39	50	51.	11 44.		2	1	1		DR	3.2	6.0	8	SIK	159.
* Einsturzbeben;																	
1929	09	29		53	32.8	9 49.4		1	1	1	NT	ND		4.0		HAM	170.
* Einsturzbeben;																	
1933	01	15	22:30	50	30.	9 34.		3	1		HS	HS		4.5	17	LA1	220.
* Einsturzbeben;																	
1940	05	24	19:08:58	51	28.	11 47.5		1				DR		8.0	25	SGM	97.
* Gebirgsschlag; R5= 7; R6= 4; R7= 2;																	
1953	02	22	20:16:21	50	55.	10 00.		1	1	4	HS	HS		8.0	20	SGM	164.
* Gebirgsschlag; R5= 9; R6= 5; R7= 2; Verletzte; Erdspalten;																	
1953	02	22	20:34:36	50	54.	10 00.		1			HS	HS				KA2	166.
* Gebirgsschlag; MS=4.3;																	
1958	07	08	05:02:24	50	50.	10 07.		1	1	4	HS	DR		7.5	19	SGM	169.
* Gebirgsschlag; R5= 7; R6= 4; R7= 2;																	
1961	07	29	12:52:49	50	49.	10 06.					HS	DR	3.5			BCS	171.
* Gebirgsschlag;																	
1964	06	04	22:28:22	51	59.	09 16.		1			NT	ND	3.2	4.5	15	AH4	129.
* Einsturzbeben;																	
1971	04	04	05:00:53	51	45.	11 31.		1				DR	4.6			G71	60.
* Gebirgsschlag;																	
1973	03	11	12:17:20	50	24.	12 18.						DR	3.8			G73	220.
1975	06	23	13:17:36	50	48.	10 00.		1	1	1	HS	DR	5.2	8.0	75	LEY	176.
* Gebirgsschlag; MS=5.0; R5=10;																	
1977	06	02	13:22:23	52	56.9	9 56.7		2	8	5	NT	ND	4.0	5.5	30	LSS	112.
* R5= 7;																	
1977	10	11	19:08:56	51	11.	11 34.						DR	3.0			ISC	120.
1977	11	18	15:12:33	50	40.	9 25.					HS	HS	2.6			ISC	209.
1978	03	20	15:21:43	50	42.	9 54.		3			HS	HS	2.5			GRF	189.
1978	05	26	14:23:24	50	50.	9 03.		10			HS	HS	2.7			USG	210.
1978	06	09	12:33:16	50	42.	9 54.					HS	HS	2.4			GRF	189.
1978	07	19	16:45	51	06.	9 18.		4			HS	HS	2.8			GRF	177.
1978	09	22	08:55	51	30.	12 00.		4			LB	DR	2.8			GRF	102.
1978	09	24	10:04	50	36.	12 48.		4				DR	2.2			GRF	216.

## 3.1 - 11

Tab. 3.1-2: Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 1000 bis 1987 im Umkreis von 50 km bis 220 km um Morsleben (52 13.5'N/11 6.1'E). (Fortsetzung)

DATUM		HERDZEIT			KOORDINATEN			TIEFE REGION			STÄRKE						
JAH	MO	TA	ST	M	S	BREITE	LÄNGE	QE	H	Q	SR	PR	ML	INT	RS	REF	DIST
1980	08	10	21:54:28	52	04.	10	02.		1	G	NT	ND	1.6	3.0		IFT	75.
* Ereignis in Bergbauggebiet;																	
1980	10	13	01:09:01	51	26.	10	30.		1	G		DR	3.2			BNS	97.
* Ereignis in Bergbauggebiet;																	
1981	03	20	14:42:33	51	18.	08	48.		5	G	RS	NW	2.5			BGR	189.
1981	04	08	17:52:34	51	30.	11	06.		5	G		DR	2.6			BGR	81.
1981	07	05	13:29:44	51	26.	11	23.		1	G		DR	2.5			ESC	90.
* Ereignis in Bergbauggebiet;																	
1981	07	22	11:31:13	51	18.	11	24.					DR	2.7			GRF	105.
1982	01	29	23:03:51	50	48.	9	40.		8	1	HS	HS	3.4	5.0	22	TNS	187.
1982	02	20	04:34:37	51	19.	12	26.		10	G	LB	DR	2.8			ESC	137.
1982	03	16	09:46:06	50	44.	9	43.				HS	HS	2.6			BNS	192.
1982	05	05	08:55:33	51	12.	11	24.					DR	2.7			GRF	116.
1982	05	07	23:42:06	51	20.	10	41.		1	G		DR	2.6			ESC	103.
* Ereignis in Bergbauggebiet;																	
1982	05	10	08:28:39	51	12.	11	18.					DR	2.7			GRF	115.
1982	11	05	11:08:07	50	30.	9	36.				HS	HS	2.9			LDG	219.
1982	12	01	03:55:26	51	32.	10	43.		1.	G		DR	2.7			ESC	81.
* Ereignis in Bergbauggebiet;																	
1983	4	19	15:46:23	52	13.4	9	52.8		1	1	NT	ND	1.8	5.0	3	IFT	84.
* Ereignis in Bergbauggebiet;																	
1983	7	2	3:18:47	51	26.4	10	33.6		1	G		DR	3.5			ESC	95.
* Ereignis in Bergbauggebiet;																	
1983	9	20	13:55:40	50	42.0	9	37.2		6		HS	HS	2.7			ISC	198.
1984	7	9	12:43:9	50	36.0	9	54.0				HS	HS	2.2			GRF	199.
1984	7	28	20:5:19	50	54.0	9	54.0				HS	HS	1.9			GRF	169.
1984	12	21	0:33:46	52	50.1	11	01.0		9	2	NT	ND	2.6			BGR	68.
1985	1	6	1:44:51	50	34.8	10	1.8		8		HS	HS	2.4			BNS	198.
1985	3	17	2:34:48	51	16.2	12	27.0		19		LB	DR	2.5			ISC	141.
1985	5	19	12:8:17	50	46.2	10	03.0		1	G	HS	DR	2.3			GRF	178.
* Ereignis in Bergbauggebiet;																	
1985	12	6	13:2:1	50	28.2	12	25.2		10	G	VG	CS	2.3			BGR	216.
1985	12	6	22:10:13	50	27.0	12	8.4		10		VG	CS	2.2			ISC	210.
1985	12	14	5:55:16	50	24.0	12	6.0		10		VG	CS	2.2			ISC	215.
1986	10	18	21:9:56	50	49.2	10	11.4		1	G	HS	DR	2.3			BGR	169.
* Ereignis in Bergbauggebiet;																	
1986	11	4	3:52:47	50	28.9	12	6.2		10	G	VG	DR	2.9	3.0		USG	206.
1986	12	13	6:11:32	51	21.0	10	27.6		1	G	HS	DR	2.6			BGR	107.
* Ereignis in Bergbauggebiet;																	
1987	1	23	13:34:12	51	36.6	12	7.8				NT	ND	2.4			GOR	98.
1987	6	15	19:36:57	50	27.7	12	12.6		10	G	VG	DR	2.0			USG	211.
1987	6	15	20:2:49	50	27.8	12	13.4		10	G	VG	DR	2.0			USG	211.
1987	6	20	22:21:6	50	26.4	12	15.6		10	G	VG	DR	3.0			FUR	214.
1987	6	21	1:33:55	50	30.5	12	8.2		10	G	VG	DR	2.4			USG	204.
1987	6	21	4:50:30	50	27.5	12	13.0		10	G	VG	DR	2.2			USG	211.
1987	7	8	6:53:11	53	19.8	11	9.0				NT	DR	2.3			GOR	123.

Tab. 3.1-2: Erläuterung zum Erdbebenkatalog

## DATUM

JAHR: Jahr  
 MO: Monat  
 TA: Tag

HERDZEIT (vor 1900 Ortszeit, ab 1900 GMT)

ST: Stunde  
 M: Minute  
 S: Sekunde (gerundet)

KOORDINATEN (Grad, Minuten mit Zehntelminuten)

BREITE: nördliche geographische Breite  
 LÄNGE: östliche geographische Länge

QE: Genauigkeit des Epizentrums  
 1: +1 km  
 2: +5 km  
 3: +10 km  
 4: +30 km

## TIEFE

H: Herdtiefe in km  
 Q: Genauigkeit der Herdtiefe  
 G: Herdtiefe unsicher, vom Bearbeiter fest eingesetzt  
 1 oder 4: +-2 km  
 2 oder 5: +-5 km  
 3 oder 6: +-10 km  
 (Angabe 4,5 oder 6 beruht auf makroseismischer Herdtiefenbestimmung)

## REGION

SR: seismische Region (siehe Liste der Abkürzungen)  
 PR: politische Region (siehe Liste der Abkürzungen)

## STÄRKE

ML: lokale Magnitude (nach RICHTER)  
 INT: maximal gefühlte Intensität oder Epizentralintensität;  
 Skala MSK 1964 (SPONHEUER, 1965)  
 RS: Schütterradius in km  
 REF: Referenzen (siehe eigene Liste)  
 DIST: Entfernung in km zwischen Morsleben und dem Epizentrum

## ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN

Die mit \* gekennzeichnete Kommentarzeile enthält zusätzliche, das vorausgehende Beben betreffende Informationen.  
 Folgende Kommentare bzw. Abkürzungen sind möglich:

MS: Oberflächenwellen Magnitude  
 R5,...,R8: Radius der 5,...,8. Isoleiste in km  
 Schäden: "Verletzte", "Tote", "Erdspalten", "Veränderungen an Quellen", "Erdrutsch", "Bergsturz"  
 Bebenarten: im Normalfall tektonisches Beben (ohne Kennzeichnung);  
 "Einsturzbeben", "Gebirgsschlag", "Ereignis im Bergbauegebiet"

Tab. 3.1-2: Erläuterung zum Erdbebenkatalog (Fortsetzung)

## ABKÜRZUNGEN DER SEISMISCHEN REGIONEN (SR)

HS: Hessische Senke  
 LB: Leipziger Bucht  
 NT: Norddeutsches Tiefland  
 RS: Rheinisches Schild (ohne hohes Venn)  
 VG: Vogtland

## ABKÜRZUNGEN DER POLITISCHEN REGIONEN (PR)

BY: Bayern  
 HS: Hessen  
 ND: N-Deutschland/BRD (Niedersachsen, Bremen,  
 Hamburg, Schleswig-Holstein)  
 NW: Nordrhein-Westfalen  
 CS: Tschechoslowakei  
 DR: Deutsche Demokratische Republik

 Kurzform der zwölfteiligen makroseismischen Intensitätsskala  
 MSK 1964 (Sponheuer 1965)

## Intensität Beobachtungen

---

I	Nur von Erdbebeninstrumenten registriert
II	Nur ganz vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen
III	Nur von wenigen verspürt
IV	Von vielen wahrgenommen. Geschirr und Fenster klirren
V	Hängende Gegenstände pendeln. Viele Schlafende erwachen
VI	Leichte Schäden an Gebäuden, feine Risse im Verputz
VII	Risse im Verputz, Spalten in den Wänden und Schornsteinen
VIII	Große Spalten im Mauerwerk; Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein
IX	An einigen Bauten stürzen Wände und Dächer ein. Erdrutsche
X	Einstürze von vielen Bauten. Spalten im Boden bis im Breite
XI	Viele Spalten im Boden, Erdrutsche in den Bergen
XII	Starke Veränderungen an der Erdoberfläche

## LÖSUNGS Austritte

Die für die Bearbeitung benutzten Berichte und Veröffentlichungen werden im Literaturverzeichnis genannt. Darüber hinaus wurden die Vorträge und Diskussionsbeiträge anlässlich der 23. Fortschrittsberatung des ERA Morsleben in Garzau vom 6.-8.11.1990 sowie die Erkenntnisse aus einer Grubenbefahrung am 18.10.1990 berücksichtigt. Am 11. u. 12. September 1990 fand eine Befahrung des zentralen Kernlagers des ZGI in Bernau statt, wobei über Hutgesteinsausbildung mit Wissenschaftlern der Universität Greifswald diskutiert wurde.

### Sachstand

Klüftige, starre Gesteine wie Hauptanhydrit (A3) und Grauer Salzton (T3) und leichtlösliche Gesteine wie Kaliflöz Staßfurt (K2) streichen am Salzspiegel aus und setzen sich mit sehr steilem Einfallen weit in das Salinar fort. Der Salzspiegel im Bereich des Grubengebäudes zeigt ein Relief zwischen 125 m und 206 m unter NN. Zusätzlich ragt der Hauptanhydrit stellenweise als steile Rippe weit in das Hutgestein hinein. Es ist bekannt, daß diese Gesteine aufgrund ihrer Eigenschaften intensive Klüftung (A3, T3) und sehr leichte Löslichkeit (K2) bei Kontakt sowohl mit gering mineralisierten Wässern als auch mit Salzlösungen Wegsamkeiten für Lösungen darstellen können.

Die höchstgelegenen Grubenbaue befinden sich im Lagerteil H und K des Grubenfeldes Marie. Die Abstände zum Salzspiegel werden mit ca. 43 m bzw. 34 m angegeben. Aufgrund des örtlich nicht genau bekannten Teufenverlaufs des Salzspiegels sind auch geringere Abstände nicht auszuschließen. In der Grube Marie sind auf der 318 m-Sohle im Lagerteil H von 1907 bis 1985 etwa 2 726 m<sup>3</sup> Lösung zugetreten /U-ZGI 87/.

### Bewertung

Es handelt sich um einen Abbau im Kalisalzflöz Staßfurt, das hier als Sylvinit vorliegt und damit seine Beeinflussung durch Wässer vom Salzspiegel zu erkennen gibt. Die Darstellung des Sachverhalts /U-ZGI 87, Abb. 7/ ist maßstäblich fehlerhaft und geologisch wenig plausibel.

Aus den bis jetzt vorliegenden chemischen Analysen der im Grubengebäude austretenden Salzlösungen ergeben sich wegen Unsicherheiten bei der Probennahme nur unter Einschränkungen und mit Vorbehalten Hinweise über die Art der Lösungen. Bedingt durch geringe Lösungsausstritte und teilweise wandernde Austrittsstellen erfolgte die Probennahme meist aus Lösungssammelbecken. Außerdem wurde das Element Natrium nicht bestimmt, sondern aus der Differenz zu 100 % berechnet.

### *Lösungsaustrittsstellen im Grubenfeld Marie*

#### Lager H:

Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß eine direkte Verbindung zu Lösungen im Bereich des Salzspiegels besteht und der Zufluß (besonders die Zuflußmenge) von den hydrogeologischen Gegebenheiten im Hutgestein gesteuert wird. "Wenn man SCHWANDT richtig interpretiert und den Gedanken konsequent fortsetzt, muß man diese Zuflüsse dem "offenen" System zurechnen, d.h. es bestehen Verbindungen zu hoch mineralisierten Wässern im Bereich des Salzspiegels, wodurch dieser Grubenbereich Ausgangspunkt eines potentiellen Laugeneinbruchs sein könnte" /U-ZGI 87, S. 172/.

Es ist aber auch eine graduell etwas andere Beurteilung dieser Lösungsaustrittsstelle möglich. Wenn die Zusammensetzung der analysierten Lösung der Zusammensetzung der unmittelbar aus dem Gebirge austretenden Lösungen weitgehend entspricht, dann würde dies auf eine Mg-reiche, hoch konzentrierte Lösung ähnlich den im Salzgebirge gespeicherten Metamorphoselösungen hinweisen. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß der Lösungsaustritt schon über einen sehr langen Zeitraum, aber mit geringen Lösungsmengen pro Zeiteinheit erfolgt /U-BLA 90/. Unter diesen Gesichtspunkten könnte es sich bei der jetzt austretenden Lösung um eine Metamorphoselösung handeln, die sich bei der Vertauung des hier anstehenden Flözes Staßfurt gebildet haben könnte, wobei die Lösung in einem extrem fein verzweigten und verästelten Rißsystem gespeichert sein müßte. Da bis jetzt ein Lösungsvolumen von über 2 000 m<sup>3</sup> ausgeflossen ist und die Austrittsstelle nur ca. 34 m vom Salzspiegel entfernt ist, muß damit gerechnet werden, daß Wegsamkeiten bis zum Salzspiegel mobilisiert werden können und sich dadurch ein Lösungseinbruch ergeben könnte. Trotz der bezüglich der Lösungsanalysen notwendigen Vorbehalte sei darauf hingewiesen, daß die Lösungen von Lager H den höchsten Na-Gehalt aufweisen.

Durch eine sehr sorgfältige Probennahme und Analyse muß geprüft werden, ob es sich hier um einen echten Effekt handelt. Sollte der Na-Gehalt real sein, muß dieser in kurzer zeitlicher Folge (wöchentlich) überwacht werden. Denn hier könnte sich eventuell verbunden mit einer geringen Zunahme des Na-Gehaltes ein direkter Zufluß vom Salzspiegel andeuten /E-3.1.1-6/.

#### Bunte Firste:

Sinngemäß gilt für diese Tropfstelle das über die Austrittsstelle von Lager H Gesagte. Als wesentlich günstiger ist aber hier zu bewerten, daß die austretende Lösungsmenge noch geringer und der Abstand bis zum Salzspiegel größer ist. Zur Zeit könnte es sich bei der austretenden Lösung um eine im Hauptanhydrit gespeicherte Lösung handeln. Aber auch hier kann man langfristig nicht ausschließen, daß durch das Leerlaufen des Reservoirs Wegsamkeiten bis zum Salzspiegel mobilisiert werden können. Günstig wäre es, wenn hier sicher

nachgewiesen werden könnte, daß der Hauptanhydrit nicht bis zum Salzspiegel reicht.

#### *Lösungsaustrittsstellen im Grubenfeld Bartensleben*

Bei den Lösungsaustrittsstellen, sowohl 1. Sohle Abbau 1a als auch 1. Sohle Abbaustrecke 5, ist die geologische Situation sehr ähnlich den Lösungsaustritten im Grubenfeld Marie. Die Lösungen treten auf der obersten Sohle relativ dicht unter dem Salzspiegel aus dem Hauptanhydrit oder wenige Meter vom Hauptanhydrit entfernt aus dem benachbarten Steinsalz aus. Es handelt sich wahrscheinlich in beiden Fällen um im Hauptanhydrit gespeicherte Lösungen, die allerdings nicht in diesem Gestein entstanden sein können. Durch das Ausfließen dieser Lösungen und begünstigt durch die steile Lagerung des Hauptanhydrits können Wegsamkeiten bis zum Salzspiegel mobilisiert werden und von dort Lösungen in die Grube eindringen.

#### Gesamtbewertung

Wegen der nach anfangs höheren Zuflußraten über ca. 80 Jahre weitgehend gleichbleibenden, relativ geringen Zuflußmengen sowie der mehr oder weniger konstanten chemischen Zusammensetzung und Dichte der Lösungen /U-BLA 90/ ist eine Zunahme der Zuflüsse, die derzeit zu einer Beeinträchtigung der Stabilität der Grube führen könnte, nicht zu besorgen. Dies gilt unter der Voraussetzung, daß die bekannten Lösungszutrittsstellen nicht unter Abbaueinwirkungen geraten (kein Abbau im Nahbereich!). Darüber hinaus haben die aus Produktionsbergwerken vorliegenden Erfahrungen gezeigt, daß durch technische Maßnahmen (z.B. Dammbauwerke) Lösungszutritte beherrscht werden können.

Solche technischen Maßnahmen sollten vorsorglich bereits während der Betriebsphase eingeleitet und umgesetzt werden. Das dazu gehörende Konzept muß umgehend erarbeitet werden (siehe Kap. 3.1.4).

### 3.1.2 Hydrogeologie

Gegenstand dieser Stellungnahme sind die hydrogeologisch relevanten Kapitel des "Sicherheitsberichtes ERA Morsleben (1989)" /U-ERA 90/. Die zugrunde liegenden Kenntnisse der allgemeinen hydrogeologischen Situation im weiteren Bereich des Grubenfeldes Bartensleben/Marie (Lappwaldscholle, Allertalzone, Weferlinger Scholle) gehen auf eine geowissenschaftliche Analyse des Zentralen Geologischen Institutes von 1987 /U-KÄB 87/ auf der Basis von /U-ZGI 87/ sowie auf verschiedene Fachunterlagen gleicher Provenienz /U-KÄB 86, U-KÄB 88, U-REM 85/ zurück. Die geologischen und hydrogeologischen Erkundungsmaßnahmen sind gegenwärtig noch nicht abgeschlossen, so daß die bewerteten Berichte und Unterlagen einen Zwischenstand wiedergeben. Daneben basiert diese Stellungnahme auf:

- einer untertägigen Befahrung des ERAM (Befahrung von Tropfstellen im Bereich der Grube Marie) am 18.10.90 mit einer anschließenden Besprechung,
- der Teilnahme an der 23. Fortschrittsberatung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben in Garzau vom 6.-8.11.90,
- einer Befahrung der Sandgrube Walbeck sowie weiterer Aufschlüsse (Muschelkalk bei Walbeck und Oberkreide bei Morsleben) am 27.11.90,
- einer Geländebefahrung unter hydrogeologischen Gesichtspunkten im Raum Morsleben, Beendorf, Alleringersleben am 28.11.90.

Die hieraus gewonnenen Kenntnisse genügen, um ein Bild von der generellen hydrogeologischen Situation und der Vorgehensweise bei der durchgeführten Langzeitsicherheitsanalyse zu vermitteln.

#### Sachstand

Der hydrogeologisch zu betrachtende Raum kann im SW und im NE durch die Wasserscheiden des Allereinzugsgebietes, im NW bei Schwanefeld und im SE bei Ostingersleben jeweils entlang einer Linie quer zum Allertal begrenzt werden. Der Clara-Brunnen Helmstedt liegt westlich dieses Gebietes. Die Untergrenze des Raumes bilden vorwiegend die Salze des Zechsteins. Er umfaßt damit Teile der geologisch-hydrogeologischen Einheiten Lappwaldscholle, Allertalstörungszone und Weferlinger Scholle. Im Bereich der Lappwaldscholle und der Weferlinger Scholle vollzieht sich der Grundwasserumsatz fast ausschließlich in Festgesteinen (Lappwald: Schichten des Keupers und Lias, Weferlinger Scholle: Schichten des Buntsandsteins und Muschelkalks).

Die hydrogeologisch bedeutsamen Festgesteine in der Allertalzone sind das Hutgestein, Schichten des Muschelkalks, Keupers und Juras. Die Sande und Sandsteine der Oberkreide stellen hier einen wichtigen Porengrundwasserleiter dar. Die Schichtenfolge des Quartärs besteht lokal sehr unterschiedlich aus Beckenschluff und -ton, Geschiebemergel, Sand und Kies. In der Allertalzone

liegt der Salzspiegel bei ca. -130 m NN. Das Deckgebirge über dem Salzstock ist ca. 250 m mächtig.

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind innerhalb der Allertalzone und besonders an den Übergängen zur Lappwaldscholle und zur Weferlinger Scholle sehr kompliziert und auf kurze Distanz wechselhaft. Die Festgesteine werden von zahlreichen Störungen verschiedener Länge durchzogen und haben eine lokal unterschiedliche und schwer einschätzbare hydrogeologische Bedeutung. Die Grundwasserströmung ist generell von den Einzugsgebieten Lappwald- und Weferlinger Scholle auf die Allertalzone als generelles Aufstromgebiet gerichtet, wird aber lokal durch die jeweilige Gesteins- und Kluftdurchlässigkeit der Formationen modifiziert. Hauptvorfluter ist die Aller mit einem mittleren jährlichen Abfluß von 0,54 m<sup>3</sup>/s (Schwanefeld).

#### Bewertung

Die derzeitige regionale hydrogeologische Kenntnis reicht für das Aufstellen von Prinzipmodellen, für eine Szenarienanalyse aus hydrogeologischer Sicht und für die Abgrenzung von potentiellen Einflußgebieten aus. Für eine realitätsnahe, standortbezogene hydrogeologische Betrachtung reicht der Kenntnisstand jedoch nicht aus, vor allem, weil die Aufschlußdichte zur Gewinnung geologischer und hydrogeologischer Daten über die tieferen Schichten sehr gering ist.

#### Empfehlungen

Um die regionale hydrogeologische Situation im Sinne der im Sicherheitsbericht /U-ERA 90/ angestrebten Untersuchungsgenauigkeit besser und vollständiger beschreiben zu können, sind Arbeiten für die folgenden Aufgaben zu planen und durchzuführen oder, sofern sie bereits begonnen wurden, im notwendigen Umfange abzuschließen:

- Regionale hydrogeologische Erkundung mit dem Ziel, den hydrogeologischen Aufbau in der Allertalzone und den angrenzenden Gebieten des Lappwaldes für großräumige hydraulische Modellvorstellungen ausreichend genau beschreiben zu können,
- Bestimmung der Gesteinsdurchlässigkeiten und Porositäten der in der Region vorhandenen Schichtglieder,
- Bestimmung des mittleren Grundwasserstandes (über mehrere Jahre),
- Bestimmung der hydraulischen Drucke in den tieferen Grundwasserleitern,
- Bestimmung der Grundwasser-Neubildungsraten und -Abflußraten,
- Bestimmung des aktuellen Betrages der Grundwasserströmung, besonders im Bereich der zu betrachtenden Strömungspfade,
- Bestimmung des Chemismus, der Dichte und der isotopischen Zusammensetzung des Grundwassers in allen wichtigen Grundwasserstockwerken,

- Bestimmung der petro- und hydrochemischen Zusammenhänge.

Die Erkundungsarbeiten sollen so gesteuert werden, daß die für die Sicherheitsanalyse erforderlichen Aussagen getroffen werden können. Es sind die jeweils geeignetsten Verfahren nach dem Stand von Wissenschaft und Technik anzuwenden /E-3.1.2-1/.

## HYDROGEOLOGISCHE MODELLE UND LANGZEITSICHERHEIT

### Sachstand

Für den Nachweis der Sicherheit in der Nachbetriebsphase wurde die potentielle Ausbreitung von Schadstoffen aus dem Endlager über den Wasserpfad in die Biosphäre berechnet /U-HEE 86b, U-HÄF 86, U-PET 88a/. Wichtigste Grundlagen für solche Berechnungen sind (1) Vorgaben über den geometrischen Aufbau des betrachteten Raumes, d.h. die räumliche Anordnung und Beziehung der diskretisierten hydraulischen Gesteinseigenschaften, (2) die geohydraulischen Randbedingungen sowie (3) die grundsätzliche Modellvorstellung über das auslösende Ereignis ("Szenarium").

Zu (1) und (2) ist oben ausgeführt, daß die bisherigen Kenntnisse über die Region für das Aufstellen von Prinzipmodellen ausreichen, jedoch nicht für ein genaues, standortbezogenes geohydraulisches Modell, insbesondere, weil die Kenntnisse über die tieferen Schichten in der Allertalzone bisher noch zu gering sind. Zu (3) wurde zunächst eine große Zahl denkbarer Szenarien betrachtet und daraufhin untersucht, welche von ihnen am wahrscheinlichsten auftreten oder zum größten Schaden führen könnten.

Als konservativste Szenarien /U-ERA 90, S. 143/ wurden ausgewählt:

1. konvergenzbedingter Eintritt von radionuklidbelasteter Flutungslauge aus dem unverfüllten Schacht Marie durch einen wasserdurchlässigen Schachtausbau in den obersten Grundwasserleiter (vorwiegend Sedimente der Allerniederterrasse), von dort durch den obersten Grundwasserleiter zum nächsten Vorfluter (Aller), hier Eintritt in die Biosphäre,
2. wie vorher, jedoch Eintritt in die Biosphäre durch Trinkwassernutzung aus dem obersten Grundwasserleiter und
3. wie 1., jedoch für Schacht Bartensleben.

### Bewertung

Bei der Auswahl der Szenarien werden zu betrachtende Zeiträume zwischen 1 000 und einigen 10 000 Jahren genannt. Für solche Zeiträume kann es genügen, nur die relativ schnellen Grundwasserbewegungen in den oberen Grundwasserstockwerken zu betrachten. Hierfür ist die Aussage in /U-ERA 90, S. 95/ auch ausreichend genau, daß das gegenwärtige hydrodynamische System durch das Vorhandensein stagnierender, hochkonzentrierter Salzlösungen im Bereich Salzspiegel/Caprock gekennzeichnet ist. Wenn längerfristige

Transportvorgänge betrachtet werden müßten, würde auch die langsame Bewegung tieferer, salzreicher Grundwässer betrachtet und berechnet werden müssen.

Insgesamt scheint das großräumige hydrogeologische Modell (hydrogeologische, hydraulische Daten) plausibel, jedoch möglicherweise zu realitätsfremd. Es liegen nur wenige Meßwerte zur Eingabe und Kontrolle vor. Einige wichtige Szenarien konnten aus methodischen Gründen und wegen fehlender standortbezogener Daten gar nicht berechnet werden /U-ERA 90, S. 143/.

Es ist sehr schwierig und z.T. gar nicht möglich nachzuvollziehen, wie einzelne hydrogeologische Daten Eingang in die verschiedenen Modellrechnungen gefunden haben. Z.B. werden die Szenarien und Schächte in den bei BGR unvollständig vorliegenden Berichten /U-HEE 86b, U-HÄF 86, U-PET 88a/ mit Abkürzungen wie "C1" und "A2" benannt, so daß nur aus Vergleichen mit anderen Berichtsunterlagen vermutet werden kann, was gemeint ist.

Aussagen zu einzelnen Problemen wie z.B.

- der Gefahreneinschätzung eines möglichen Laugeneinbruchs im Bereich der Tropfstelle Lager H /L-BLA 90/ oder
- den hydrogeologischen Verhältnissen im Nahbereich der Schächte und entlang der modellierten Transportpfade

sind häufig auf Analogien und Interpolationen über Entfernungen angewiesen, die den sehr komplexen geologischen Verhältnissen im Bereich der Allertalzone nicht gerecht werden. Dies gilt beispielhaft für das Gebiet nordwestlich des Schachtes Bartensleben, wo sich das 1987 gegebene hydrogeologische Bild durch neue Bohrungen und Grundwassermeßstellen deutlich geändert hat. Dieser Umstand war schon 1987 bekannt /U-KÄB 87, Anlage 20.2 quartärgeologischer Schnitt D-D'/. Der Schacht Bartensleben steht nach diesen Erkenntnissen in einem Grundwasseraufstrombereich, und Wässer, die aus dem Schacht in den Untergrund eintreten würden, würden deshalb nicht, wie im Szenarium unterstellt, unterirdisch der Aller zufließen, sondern auf kürzerem Wege in die Biosphäre gelangen. Die Ergebnisse für das Szenarium "Schacht Bartensleben" müssen deshalb als irrelevant angesehen werden. Die Berücksichtigung der tatsächlichen hydrogeologischen Situation im Nahbereich des Schachtes Bartensleben führt zwangsläufig zu einem anderen Szenarium. Als nächster Vorfluter für ausgepreßte kontaminierte Lauge kommt mit großer Wahrscheinlichkeit der nur ca. 100 m vom Schacht entfernte Salzbach in Frage. Über die Wasserdurchlässigkeit der für dieses Szenarium wichtigen Formationen (tektonisch stark beanspruchte Gesteine des Keupers, Juras und Verwitterungsbildungen) liegen jedoch noch keine Meßwerte vor.

### **3.1.3 Langzeitprognosen**

Als Basis für eine geologische Langzeitprognose einer Region müssen alle vorhandenen geologischen Unterlagen bewertet werden. Im Rahmen der Sicherheitsanalyse zum Endlager Morsleben war dies wegen der knappen zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich. Als spezifische Aussage zu zukünftigen geologischen Ereignissen lag der Bericht /U-ZIP 87/ vor, der von ZIPE und ZGI auf der Basis des G3-Berichtes /U-ZIP 85/ und G4-Berichtes /U-ZGI 87/ erstellt wurde.

#### Sachstand

Der Bericht /U-ZIP 87/ enthält stark zusammengefaßte Aussagen

- zur allgemeinen regionalen und lokalen Entwicklung des Standortes,
- zur quartärgeologischen Geschichte, die etwas ausführlicher behandelt wird,
- zu rezenten Krustenbewegungen, die aus Wiederholungsnivellements abgeleitet wurden. Für den Bereich des Endlagers Morsleben wurden hohe lokale Verformungsraten von ca. 0,5 mm/a ermittelt /U-ELL 87/, die jedoch auf Oszillationen der Erdkruste in Perioden von ca. 10 Jahren zurückgeführt werden (Langfristige Verformungen sind um eine Zehnerpotenz niedriger anzusetzen),
- zur Seismizität und
- zum früheren und gegenwärtigen Subrosionsgeschehen im engeren Standortbereich unter Berücksichtigung der rezenten Grundwasserdynamik.

Betrachtungen zu technologischen Einflußfaktoren wie Dichtheit der Schachtröhre, Lageungenauigkeit und Zustand von Altbohrungen, bergbauliche Entspannungserscheinungen bleiben ausdrücklich unberücksichtigt.

Dem Bericht /U-ZIP 87/ liegt ein technologisch vorgegebener Prognosezeitraum von 10 000 bis 50 000 Jahren zugrunde.

#### Bewertung

Die "aus der Summe dieser Bewertungen" abgeleitete Aussage, daß "sich nicht nur die geforderte Langzeitstabilität des Standortbereiches und der geologischen Barrierewirkung des suprasalinen Deckgebirges, sondern auch eine hohe Schutzgüte dieser Barriere im Hinblick auf die Radionuklidmigration bei den betrieblichen Störfallszenarien" ergibt, kann aus dem Bericht /U-ZIP 87/ und seinen Grundlagenberichten nicht nachvollzogen werden. Die Schwäche der genannten Berichte und auch der übrigen gesichteten Unterlagen /U-ERA 90, U-KÄB 90/ in bezug auf eine geologische Langzeitprognose liegt unbeschadet des Umstands, wieweit den vorliegenden Aussagen zugestimmt werden kann, im Mangel an quantitativen Angaben. Dies wird auch im Bericht

/U-ZIP 87/ erkannt und es werden in den "Weiterführenden Arbeiten" entsprechende Untersuchungen gefordert. Allerdings unterbleibt eine ausreichende Einschätzung der Aussagesicherheit der ohne die nachgeforderten quantitativen Angaben getroffenen positiven Langzeitbewertung. Auch in den anderen Berichten wird die Sicherheitsrelevanz der "Weiterführenden Arbeiten" kaum diskutiert.

Entscheidend für die Tiefe und Genauigkeit von Untersuchungen zu zukünftigen geologischen Ereignissen ist der Zeitraum, für den eine Aussage getroffen werden muß. Dieser ergibt sich aus dem radioaktiven Inventar des Endlagers unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Individualdosen.

Aufgrund einer Analyse des radioaktiven Inventars auch unter Berücksichtigung einer Fortführung der Einlagerung in bisherigem Umfang wird ein Betrachtungszeitraum von ca. 10 000 Jahren für ausreichend erachtet.

Für einen solchen Zeitraum reicht die allgemeine Kenntnis über den geologischen Bau des Norddeutschen Flachlandes aus, um eine wesentliche Änderung des geologischen Ist-Zustandes und damit eine Gefährdung des Endlagers Morsleben aufgrund zukünftiger geologischer Vorgänge ausschließen zu können. Der Ist-Zustand kann somit für Betrachtungen zu zukünftigen geologischen Ereignissen bei einem Zeitrahmen von ca. 10 000 Jahren zugrunde gelegt werden.

### 3.1.4 Gebirgsmechanik

Neben den im Literaturverzeichnis aufgeführten Berichten wurden folgende Unterlagen benutzt:

- Geologischer Übersichtsriß Maßstab 1:25000 mit Schnitt "A" ,Maßstab 1:5000,
- Geologischer Übersichtsriß Maßstab 1:25000 mit Schnitt "1" ,Maßstab 1:2000,
- Grundriß 360 m - Sohle Schacht Marie mit Geologie, Maßstab 1:5000,
- Grundriß 500 m - Sohle Schacht Marie mit Geologie, Maßstab 1:2000,
- Geologischer Schnitt Grubenfeld Marie, Maßstab 1:2000,
- Geologischer Grundriß 1.-4. Sohle Schacht Bartensleben, Maßstab 1:5000,
- Sohlengrundriß 1.-4. Sohle Schacht Bartensleben mit Geologie, Maßstab 1:2000,
- ERAM, Nivellementslinien über und unter Tage, Maßstab 1:25000,
- Spezialnivellementsnetz Morsleben über Tage, Maßstab 1:10000, mit schematischem Netzbild (ohne topographische Zuordnung),
- Übersichtsgrubenriß Schacht Bartensleben und Marie, Nivellementslinien unter Tage, Maßstab 1:5000,
- Schacht Bartensleben, Militärperspektive, Geomechanisches Festpunktnetz unter Tage, Maßstab 1:2000,
- Sohlengrundriß 1.-4. Sohle Schacht Bartensleben, Geomechanisches Festpunktnetz, Maßstab 1:2000,
- Sohlengrundriß 360 m - Sohle Schacht Marie, Geomechanisches Festpunktnetz, Maßstab 1:2000,
- Höhenverzeichnis "Großes Netz",
- Höhenverzeichnis Nivellementsnetz unter Tage und
- Ergebnisse der Konvergenz- und Querdehnungsmeßstellen.
- Parallel zur Sichtung der o.g. Unterlagen wurde ein erster Einblick in die Standortverhältnisse Morsleben aufgrund von drei Grubenbefahrungen gewonnen:
  - am 19.11.90: Befahrung der Grube Bartensleben (1. Sohle: Hauptquerschlag nach E, Abbau 1 und Abbau 7, Nordstrecke, 2. Sohle: 2. und 3. nördliche Kammerreihe sowie 4. südliche Kammerreihe)
  - am 27.11.90: Befahrung der Gruben Bartensleben und Marie [1. Sohle (Bartensleben: Abbau 1a und Abbaustrecke 5 mit Laugenaustrittsstellen), 2. Sohle (Bartensleben) Nordstrecke durch 2. nördliche Kammerreihe, vom Hauptquerschlag 2. Sohle über Verbindungsstrecke zur 360-m-Sohle der Grube Marie, Befahrung der Tropfstellen im Lager H und Befahrung der Laugenaustrittsstelle "Bunte Firste"] und

- am 4.12.90: Befahrung der 4. Sohle der Grube Bartensleben (Einlagerungsörter für die Stapeltechnik und die In-situ-Verfestigung, Befahrung der Nordstrecke mit Steinsalzabbauen 7, 5 und 3, Befahrung der UMF-Strecken und Befahrung von Großabbauen im Ostfeld)

Anlässlich der Grubenbefahrungen konnte auch in der Markscheiderei ERA Morsleben Einblick in das Reißwerk 1:1000 genommen werden. Wertvolle Informationen über den Standort Morsleben wurden aus den in Verbindung mit den Grubenbefahrungen durchgeführten Besprechungen gewonnen.

Bewertungsmaßstäbe sind neben der fachlichen Einschätzung die aus Gesetzen und Verordnungen (z.B. Niedersächsische Bergverordnung) und sonstigen Regelwerken (z.B. Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk, BMI) abzuleitenden Anforderungen.

Gegenstand der vorliegenden Bewertung ist nicht der Nachweis der Standsicherheit der Grube Bartensleben/Marie. Gegenwärtig ist das Ziel der gebirgsmechanischen Analyse die Sichtung und Bewertung der vorgelegten Unterlagen, die Auswertung der anlässlich der Grubenbefahrungen erzielten Erkenntnisse sowie das Überprüfen der Standortsituation auf mögliche Gefährdungssituationen im Vorfeld einer gebirgsmechanischen Standsicherheitsanalyse.

Aufgrund der gegebenen Termsituation einerseits und der komplexen geomechanischen Standortsituation andererseits handelt es sich bei der vorgelegten Bewertung um eine erste Einschätzung der Grubengegebenheiten. Für eine umfassende Analyse wird die sorgfältige und weiterführende Auswertung aller existierenden Unterlagen sowie die Durchführung eigener gebirgsmechanischer Untersuchungen für notwendig erachtet.

#### **3.1.4.1 Das Grubengebäude Bartensleben/Marie unter Berücksichtigung der geologischen Situation**

##### Sachstand

Die Geometrie des sich über 7 (Bartensleben) bzw. 2 (Marie) Hauptsohlen /U-BRE 75/ erstreckenden Grubengebäudes ist dem Sohlenreißwerk zu entnehmen, das zur Zeit überarbeitet wird. Fehlende Saigerrisse haben die Entwicklung von Vorstellungen über die räumliche Ausdehnung des Grubengebäudes erschwert, bzw. noch nicht in allen Bereichen ermöglicht.

Der seit ca. 1897 umgehende Bergbau diente zunächst der Kalisalz-, später der Steinsalzgewinnung. Die Kalisalzabbau sind im Firstenstoßbau als streichende Magazinbaue angelegt und meist versetzt worden. Ihre Anzahl ist nicht genau bestimmbar. Die Zahl der Steinsalzabbau, von denen ca. 25 versetzt sein sollen, wird mit ca. 306 angegeben.

Das gesamte Hohlraumvolumen beider Gruben ist sehr groß und wird mit ca. 10 bis 12 Millionen m<sup>3</sup> angegeben. Das Grubengebäude Bartensleben mit einem Hohlraumvolumen von ca. 5 bis 6 Millionen m<sup>3</sup> /U-ERA 90/ steht über mehrere Strecken und Rolllöcher mit dem Grubengebäude Marie in Verbindung; insgesamt sind 6 Verbindungen bekannt. Der Zentralteil des Grubengebäudes ist stark durchörtert. Der Durchbauungsgrad wird in den o.g. Unterlagen als hoch eingeschätzt. In der Regel schwankt das Kammervolumen der Steinsalzabbau zwischen 20 000 bis 60 000 m<sup>3</sup>. Im Bereich der 4. Sohle der Grube Bartensleben sind Abbau bis zu 45 m Höhe aufgefahren worden /U-ZGI 90a/, deren Volumen ca. 135 000 bis 145 000 m<sup>3</sup> beträgt.

Das Grubengebäude Bartensleben/Marie ist durch die beiden Schächte Bartensleben und Marie erschlossen. Im Bereich des Grubengebäudes stehen 26 Bohrungen (Tief- und Flachbohrungen), von denen 4 Altbohrungen sind. Die Teufen der Altbohrungen liegen zwischen ca. 40 m und ca. 660 m.

#### Bewertung

Es gibt Hinweise, daß sich die Zahl der Altbohrungen erhöhen kann, weil in der Anfangszeit des Bergbaus keine zuverlässige Dokumentation der Bohrungen erfolgte /U-ZGI 90/. Über die Art der Verfüllung der Altbohrungen ist wenig bekannt.

Einen weiteren Problembereich stellt die Distanz der Grubenbaue zum Salzspiegel, zum Nebengebirge und zur Zechsteinbasis dar. Aus den o.g. Unterlagen geht hervor, daß der Salzspiegel nicht einheitlich bei ca. -140 m (bezogen auf NN) angetroffen wurde. Vielmehr gibt es Hinweise auf eine reliefartige Ausbildung des Salzspiegels zwischen -125 m und -206 m im Bereich des Grubengebäudes.

Die höchst gelegenen Grubenbaue befinden sich in den Lagern H und K des Grubenfeldes Marie. Die Abstände zum Salzspiegel werden mit ca. 43 m bzw. 34 m angegeben. Aufgrund des örtlich nicht genau bekannten Teufenverlaufs des Salzspiegels sind auch geringere Abstände nicht auszuschließen. Angaben über den horizontalen Abstand der Grubenbaue zum Nebengebirge im E bzw. W liegen nicht vor. Es wird vermutet, daß z.B. der Abstand der Hartsalzabbau zur Allertalgrabenrandstörung im Dekameterbereich liegt.

Hinsichtlich des Zustandes der Abbau kann festgestellt werden, daß zumindest in den befahrenen Kammern keine nennenswerten Stoßabschalungen oder Firstfallerscheinungen erkennbar waren. Kleinere Stoßabschalungen sind lokal begrenzt gewesen und zeigten auch keine Tendenz zur Ausweitung. Auf der ersten Sohle wurden in der 1. nördlichen Kammer Risse im Stoß beobachtet, die sich aber offensichtlich nicht weiter ausbreiten. Es ist bisher nicht bekannt geworden, daß es zu einem Verbruch alter Abbaukammern gekom-

men ist. Insgesamt kann zusammenfassend festgehalten werden, daß derzeitige Anzeichen für eine Stabilitätsgefährdung befahrener Abbaue nicht zu erkennen sind.

Hinsichtlich der geologischen Situation der Grube Bartensleben/Marie sind neben der Salzspiegelproblematik folgende Faktoren herauszustellen:

- Der Abbau ist in den Anfängen des Bergbaus im Bereich Morsleben auf Kaliflözen umgegangen. Querschlägig ist das Kaliflöz Staßfurt infolge intensiver Faltung mehrfach angefahren worden und somit im Grubengebäude an vielen Lokalitäten aufgeschlossen.
- Neben dem Kaliflöz sind im Grubengebäude ebenfalls Hauptanhydrit und der Graue Salzton aufgeschlossen. Auf allen Sohlen gibt es deutliche Anzeichen für eine ausgeprägte Klüftung des Hauptanhydrits. Zum Beispiel beträgt im Bereich der 4. Sohle, Hauptquerschlag nach E, der flächenmäßige Anteil des Hauptanhydrits ca. 23 %, der des Steinsalzes ca. 63 %, der des Staßfurt Kaliflözes ca. 12 % und der des Grauen Salztones ca. 2 %.
- Hauptanhydrit und Kaliflöz Staßfurt stehen im Kontakt mit dem Salzspiegel.
- Das Hohlräumssystem der Grube Bartensleben/Marie ist nicht ausschließlich in einem Gebirgskörper aus Steinsalz erstellt worden. Vielmehr wird die Gebirgsstruktur bestimmt durch ein steifes natürliches Tragwerk, bestehend aus dem Hauptanhydrit und dazwischen liegendem Staßfurt- und Leine-Steinsalz.
- Bereits 1907 kam es im Grubenfeld Marie im Lager H zu einem unerwarteten Laugenzufluß. Bis 1910 wurden daher aufwendige Sicherungsmaßnahmen (z.B. Dammbauwerke) getroffen.

Nach /U-ZGI 83/ liegen die Zuflußmengen in Lager H bei ca. 0,03 l/min. Außer dieser Lokalität sind im Grubengebäude weitere fünf Tropf- bzw. Laugensammelstellen bekannt. Nennenswerte Variationen der Zuflußmengen sind nicht beobachtet worden. Die aktiven Tropf- und Naßstellen befinden sich an der Westflanke der sogenannten Hauptmulde. Sie sind meistens an den Hauptanhydrit und den Grauen Salzton gebunden.

### 3.1.4.2 Gebirgsmechanische Analyse der Standortverhältnisse in der Grube Bartensleben/Marie

Die durchgeführten gebirgsmechanischen Untersuchungen stützen sich auf experimentelle Arbeiten im Labor und in situ ausschließlich am Material Steinsalz /U-MEN 75, U-IFB 90/. Auch die abschätzenden Betrachtungen zur Frage der Gesamtstabilität der Grube berücksichtigen ein aus Steinsalzgebirge bestehendes Tragsystem /U-IFB 69/.

#### GEBIRGSMECHANISCHE LABORVERSUCHE

##### Sachstand

Für Festigkeits- und Verformungsuntersuchungen wurden im Feld Bartensleben insgesamt ca. 650 Salzprüfkörper gewonnen. Hiervon stammen ca. 520 aus dem UMF auf der 4. Sohle im Ostsattel des Grubenfeldes Bartensleben. Die Probenentnahme erfolgte aus orientiert gewonnenen Salzblöcken. Zu Vergleichszwecken wurden ca. 130 nichtorientierte Proben aus Kernbohrungen in der Richtstrecke der 4. Sohle zum Südfeld genommen. Beide Probenentnahmeorte stehen nach /U-IFB 74/ stratigraphisch im Staßfurtsteinsalz (Na 2).

Zur Ermittlung des Langzeitverformungsverhaltens wurde das Dehnungs-Verfestigungsgesetz von MENZEL u. SCHREINER benutzt /U-IFB 74, U-IFB 79/. Die erforderlichen Gesteinskennwerte wurden in Versuchen von 500 h - 1000 h Dauer bei niedrigen Differenzspannungen zwischen 4,9 MPa und 9,3 MPa (50-95 kp/cm<sup>2</sup>) bestimmt.

##### Bewertung

Laboruntersuchungen zur Festigkeit und zum Langzeitverhalten wurden nur an Staßfurt-Steinsalz (Na 2) durchgeführt. Die Ergebnisse stehen nicht im Widerspruch zu Befunden aus den Salzmechaniklabors der BGR. Die Kriechraten liegen an der Obergrenze der Werte, die in der BGR an Steinsalz aus dem Salzstock Gorleben ermittelt wurden.

Die bei den Festigkeitsuntersuchungen gewonnenen Ergebnisse entsprechen im wesentlichen den sonst für Steinsalz bekannten Werten (einaxiale Bruchfestigkeit  $\sigma_{BR} = 22$  MPa bei 500 MPa/h). Die Werte der dreiaxialen Festigkeiten sind in Abb. 3.1-2 dargestellt.

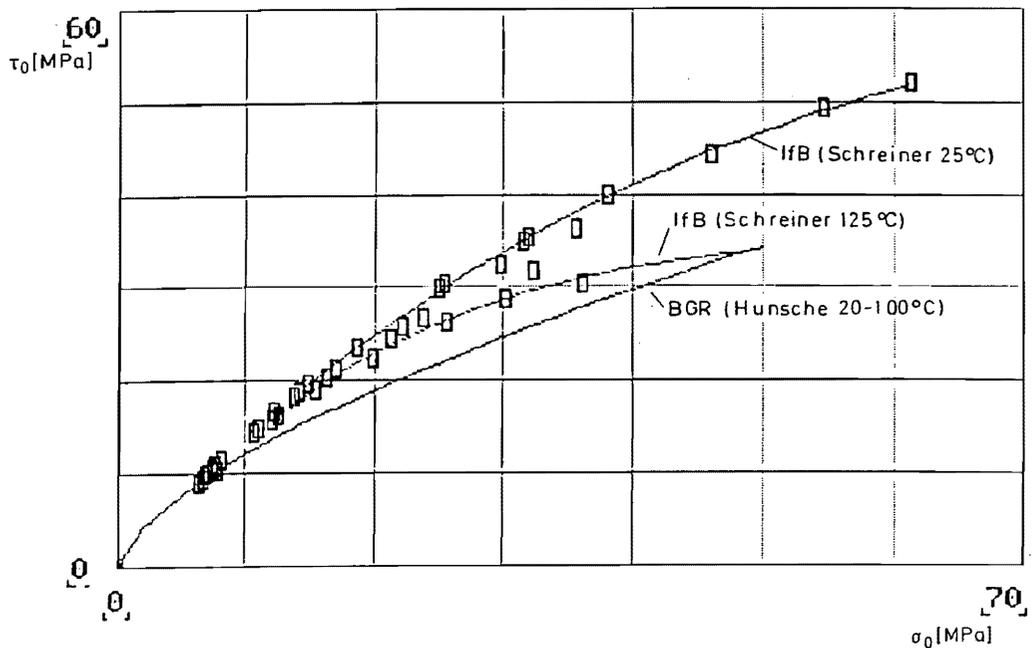
Die ermittelten Kriechraten liegen an der Obergrenze der an Proben aus dem Salzstock Gorleben gemessenen Werte. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß das Gesetz von MENZEL und SCHREINER stationäres Kriechen nicht vorsieht. Im Gegensatz zum BGR-Kriechgesetz gehen nach diesem Gesetz die Kriechraten für sehr lange Zeiten gegen Null. Ob sich hieraus im Hinblick auf die Langzeitsicherheit der Salzstockbarrieren sicherheitstechnisch re-

levante Unterschiede im Spannungsverformungsverhalten des Gebirges ergeben, kann nur mit Hilfe vergleichender Modellrechnungen überprüft werden.

## IN-SITU-MESSUNGEN

### Sachstand

In-situ-Messungen wurden auf der 1., 2. und 4. Sohle im Feld Bartensleben durchgeführt. Speziell handelt es sich hierbei um Messungen der Konvergenzen, Aufblätterungen, Stauchungen und Pfeilerquerdehnungen. Es kann zwischen Meßstellen im alten Grubenfeld (vor allem im stark durchörterten Zentralteil /U-IFB 79/) und denen im speziell aufgefahrenen Untertage-meßfeld (UMF) unterschieden werden. Bis auf zwei Ausnahmen (Stäbfurt-Hartsalz und Straßfurt-Steinsalz) registrieren die Meßstellen Verformungen im Leine-Steinsalz (NA 3).



**Abb. 3.1-2:** Festigkeitsgesetze von Schreiner und Hunsche. Ergebnisse der ein- und dreiaxialen Festigkeitsversuche des IFB an Proben aus ERA Morsleben bei 25-125° C

Mehrere Meßeinrichtungen, insbesondere in Bohrlöchern verankerte Pfeilerquerdehnungsmeßstellen, sind nicht mehr funktionstüchtig. Insgesamt wurden 61 Meßstellen eingerichtet (26 im alten Grubenfeld, 35 im Untertagemeßfeld UMF).

Die gemessenen Konvergenzen im alten Grubenfeld Bartensleben liegen unter 2 mm/a (0,01 %/a). Im 1973 neu aufgefahrenen UMF I sanken die Konvergenzen von 15 mm/a (0,6 %/a), gemessen einen Monat nach Auffahrung, auf 1,5-1,0 mm/a (0,06-0,04 %/a) nach drei Jahren ab. Bei der Auffahrung einer zweiten Meßkammer im UMF in den Jahren 1979-1980 lagen die Meßwerte in der gleichen Größenordnung /U-IFB 90, U-IFB 90a/.

Zur Bestimmung des Spannungszustandes wurden an Steinsalz aus dem UMF und im Bereich des UMF Spannungsmessungen mit unterschiedlichen Meßverfahren im Labor und in situ durchgeführt. Im einzelnen waren dies:

- Spannungsmessungen in Bohrlöchern nach dem Entlastungsverfahren,
- Spannungsmessungen in Bohrlöchern nach der Aufreißmethode und
- röntgenografische Spannungsmessungen im Labor.

Zusammengefaßt ergaben die Messungen einen quasihydrostatischen Spannungszustand im Bereich des UMF, der dem petrostatischem Druck angenähert entspricht. Mögliche Abweichungen überschreiten nicht 20 %.

### Bewertung

Die in situ gemessenen geringen Konvergenzen wurden überwiegend im Leine-Steinsalz (Na 3) ermittelt und stehen im Gegensatz zu den Laborergebnissen. Dies mag einerseits darauf beruhen, daß im Labor nur Staßfurt-Steinsalz (Na 2) untersucht wurde, kann jedoch seine Begründung auch darin finden, daß der steilstehende Hauptanhydrit (A 3) mit mindestens 20 % Anteil am Salinar innerhalb des Grubengebäudes und mehreren Durchgängen auf den einzelnen Sohlen mechanisch versteifend wirkt.

Hinsichtlich der salzmechanischen Eigenschaften ist das Grubenfeld Bartensleben unvollständig, das Grubenfeld Marie überhaupt nicht erfaßt. Für weitergehende gebirgsmechanische Modellrechnungen ist es erforderlich, die geometrischen Kennwerte des salinaren Inventars beider Felder umfassend im Labor und in situ nach BGR-Standard zu untersuchen. Hieraus kann dann eine salzmechanische Homogenbereichskartierung erfolgen, die als Grundlage für umfassende Modellrechnungen erforderlich ist.

## MARKSCHEIDERISCHE MESSUNGEN ÜBER- UND UNTERTAGE

### Sachstand

Das markscheiderische Meßprogramm /U-BRE 75/ besteht aus:

- einem untertägigen Präzisionsnivellement auf den 4 Hauptsohlen der Grube Bartensleben sowie auf der 360 m-Sohle der Grube Marie und
- einem übertägigen Präzisionsnivellement über den Abbaufeldern beider Gruben.

Die seit 1970 durchgeführten Senkungsmessungen haben ergeben, daß die Senkungen an der Tagesoberfläche ca. 2 mm/a betragen und im Mittel zeitlich konstant bleiben. Das Maximum der Senkungen befindet sich über dem stark durchörterten Zentralteil der Grube Bartensleben und dem durch Carnallitabau geprägten Südtteil der Grube Marie.

Die untertägigen Firstnivellements wurden ebenfalls 1970 zunächst auf der 2. und 4. Sohle der Grube Bartensleben begonnen. Die Firstsenkungen scheinen im Bereich der 4. Sohle mit ca. 2-3 mm/a die größten Beiträge zu erreichen.

#### Bewertung

Die Senkungen an der Tagesoberfläche und die Firstsenkungen untertage sind als gering zu bezeichnen.

### GEBIRGSMECHANISCHE STANDSICHERHEITSBERECHNUNGEN

#### Sachstand

Stabilitätsberechnungen des gesamten Grubenfeldes sind aufgrund der unregelmäßigen Anlage der Grubenbaue nicht durchgeführt worden. Lediglich für den zentralen Teil des Grubenfeldes Bartensleben wurde mit Hilfe eines Vergleichs rechnerischer Untersuchungen und untertägiger Beobachtungen eine Stabilitätsabschätzung aufgestellt. Danach waren Anzeichen für eine Stabilitätsgefährdung nicht erkennbar. Die Untersuchungen erstreckten sich im wesentlichen auf das Material Steinsalz. Der Hauptanhydritstruktur und dem Materialverhalten des Anhydrit wurde bei diesen Untersuchungen nicht Rechnung getragen. Für neu aufzufahrende Einlagerungshohlräume im Steinsalzgebirge wurden bereits 1975 die Grundlagen für eine standsichere Dimensionierung auf der Basis gebirgsmechanischer Laboruntersuchungen und gebirgsmechanischer Berechnungsmodelle erarbeitet. Ein konkreter Dimensionierungsfall kam jedoch nicht zur Ausführung.

#### Bewertung

Neuerlich nach der FE-Methode durchgeführte Konvergenzberechnungen für alte Abbaue des Grubenfeldes Bartensleben führen zu höheren Konvergenzraten als die gemessenen. Ob dieser Sachverhalt mit den angesetzten Stoffparametern zusammenhängt (im Labor wurden nur Kerne aus dem Na 2 untersucht, die Abbaukonvergenzen wurden im Na 3 gemessen) oder ob der Einfluß anderer Faktoren vorliegt (z.B. Einfluß der Hauptanhydritstruktur), bleibt zukünftigen Untersuchungen vorbehalten.

### **3.1.4.3 Zusammenfassende gebirgsmechanische Bewertung der Grube Bartensleben/ Marie unter Berücksichtigung sicherheitsrelevanter Faktoren**

Die gebirgsmechanische Bewertung ist vor dem Hintergrund einer Dauer der Nachbetriebsphase des Endlagerbergwerks von ca. 10 000 Jahren durchzuführen.

Aufgrund der gegebenen geologischen Standortsituation und der vorgegebenen Hohlraumkonfiguration ergeben sich die folgenden Rand- und Ausgangsbedingungen:

- das Gesamthohlraumvolumen mit ca. 10-12 Millionen m<sup>3</sup> ist sehr groß,
- der für neue Gruben nach der Niedersächsischen Bergverordnung festgelegte Abstand der Grubenbaue zu wasserführenden Schichten von 150 m wird deutlich unterschritten,
- der Anteil von Hauptanhydrit, Grauem Salton und Kalisalzen im Grubengebäude ist erheblich,
- die im Bereich des Grubenfeldes stehenden Tiefbohrungen stellen potentielle Wegsamkeiten für Flüssigkeiten zwischen der Biosphäre und der Grube dar.

Hinsichtlich der gegenwärtigen gebirgsmechanischen Gegebenheiten der Grube Bartensleben/Marie kann zusammenfassend festgestellt werden:

Aufgrund des visuellen Eindruckes anlässlich der Befahrung einzelner Abbaukammern im Steinsalz sowie aufgrund der bisher gemessenen geringen Konvergenzen im Grubengebäude und geringen Senkungen an der Tagesoberfläche ist eine Beeinträchtigung der Stabilität der Grube Bartensleben/Marie gegenwärtig nicht erkennbar. Diese Aussage müßte durch ein erweitertes, dem gesamten geologischen Umfeld angepaßtes gebirgsmechanisches Meßprogramm sowie durch den ebenfalls noch durchzuführenden rechnerischen Stabilitätsnachweis bestätigt werden.

Die gebirgsmechanischen Untersuchungen zur Frage der Stabilität des Grubengebäudes sind im wesentlichen auf das Steinsalzgebirge konzentriert worden. Der Einfluß versteifender geologischer Strukturen wie z.B. der Hauptanhydrit ist nicht berücksichtigt worden. Ein umfassender Stabilitätsnachweis für das Gesamtsystem Bartensleben/Marie ist nicht vorhanden. Für einen derartigen Nachweis müßten bei der Berücksichtigung des Langzeitverhaltens der Grube das Deck- und Nebengebirge sowie die Zechsteinbasis betrachtet werden:

- Erarbeitung eines umfassenden Stabilitätsnachweises für das Gesamtsystem Bartensleben/Marie (Bestandsaufnahme des Grubengebäudes und seines geologischen Umfeldes) Spannungszustand, Konvergenzen, Standsicherheit, Wegsamkeiten /E-3.1.4-1/.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Rand- und Ausgangsbedingungen sowie der Aussagen in /U-IFB 69, U-IFB 70/ kann eine Zunahme der Laugenzuflüsse, die während der Betriebsphase unwahrscheinlich ist, für die Nachbetriebsphase nicht ausgeschlossen werden. Bei dem vorhandenen großen Hohlraumvolumen käme es dann zu umfangreichen Lösungserscheinungen in dem im Grubengebäude aufgeschlossenen, carnallitisch ausgebildeten Staßfurt-Flöz sowie zu Schwächungen der Steinsalzpfeiler und -schweben, welche die gebirgsmechanische Situation soweit verändern könnten, daß die Stabilität des zentralen Teils der Grube gefährdet wäre.

---

Um die Stabilität des zentralen Teils der Grube auch in der Nachbetriebsphase gewährleisten zu können, sollten vorsorglich bereits während der Betriebsphase folgende Maßnahmen eingeleitet und umgesetzt werden:

- Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes zur Beherrschung von Laugenzuflüssen /E-3.1.4-2/,
- Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes zur Reduzierung des Hohlraumvolumens der Grube während der Betriebsphase /E-3.1.4-3/,
- Erarbeitung eines Stilllegungskonzeptes /E-3.1.4-4/.

### **3.2 Bewertung der betrieblichen Sicherheit im bestimmungsgemäßen Betrieb**

Bei der Bewertung der betrieblichen Sicherheit finden die Grundsätze Anwendung, die auch der Planung und Begutachtung der Endlagerprojekte Konrad und Gorleben in der Bundesrepublik Deutschland zugrunde gelegt werden. Dabei handelt es sich um gesetzliche Grundlagen wie Atomgesetz, Strahlenschutzverordnung, Bundesberggesetz, einschlägige Regeln und Richtlinien der Kerntechnik wie KTA-Regeln sowie sonstige berg- und baurechtliche Vorschriften.

Soweit diese Regeln und Richtlinien nicht direkt angewandt werden können, wird überprüft, ob bei den zu bewertenden Sachverhalten die für deutsche Endlager einzuhaltenden Schutzziele erreicht wurden.

#### **3.2.1 Betrieb**

##### **3.2.1.1 Bauliche Anlagen**

###### Sachstand

Eine Beschreibung der baulichen Gegebenheiten und der wesentlichen sicherheitstechnischen Auslegungsmerkmale erfolgt in Kapitel 2.2.

###### Bewertung

Die Dimensionierung der Containerhalle, der Freifläche, der Krananlage und der Schachtförderhalle ist ausreichend, um den sicheren Umschlag und Transport der radioaktiven Abfälle im übertägigen Bereich zu gewährleisten.

Bauliche Maßnahmen zur Verhinderung des Aufprallens von Transportfahrzeugen gegen die Wand der Containerhalle sind nicht vorhanden. Im Falle eines Störfalles ist daher nicht auszuschließen, daß es zu mechanischen Belastungen der Abfallgebäude durch Trümmerlasten kommt. Die Wand der Containerhalle ist durch einen Aufprallschutz zu sichern /E-3.2.1.1-1/.

Die untertägigen Strecken und Kammern, in denen der radioaktive Abfall transportiert und gehandhabt wird, sind ausreichend dimensioniert, um den Abfall sicher umzuschlagen. Die Grubenbaue des Einlagerungsbereiches sind unter betrieblichen Einlagerungsbedingungen bzw. etwaiger daraus resultierender Störungen als ausreichend standsicher einzustufen. Der bauliche Zustand der Transportstrecken im Bereich des Westfeldes, des Südfeldes und vom Füllort der 4. Sohle bis zum Abzweig in das Südfeld gewährleistet den sicheren Transport der radioaktiven Abfälle.

Im Bereich des Westfeldes, des Zentralteils und des Ostfeldes befinden sich zahlreiche zur Hauptstrecke hin geöffnete Grubenbaue, in denen teilweise erhebliche Mengen an nicht mehr benötigten brennbaren Gütern (z.B. Holz, Papplutten, Verpackungsmaterial) liegen. Diese Grubenbaue sind abzumauern, sofern auf den Strecken Transporte in die Einlagerungsbereiche erfolgen /E-3.2.1.1-2/.

Das Treibstofflager und die Betankungseinrichtung im Bereich der 4. Sohle sind aus brandschutztechnischen Gesichtspunkten in einen Bereich zu verlegen (z.B. Südostfeld), an dem keine bestimmungsgemäßen Transporte radioaktiver Abfälle vorbeiführen /E-3.2.1.1-3/.

Das Sprengmittellager und die damit zusammenhängenden Sprengmitteltransporte können mögliche Ursachen für Störfallereignisse in Zusammenhang mit radioaktiven Abfällen darstellen. Es wird empfohlen, das Sprengmittellager auf der 4. Sohle ganz aufzugeben und die Sprengmittel im Sprengmittellager auf der 1. Sohle zu lagern /E-3.2.1.1-4/.

### **3.2.1.2 Grubengebäude**

#### Sachstand

Im Bereich der 4. Sohle erfolgen Auffahrungsarbeiten und die Vorbereitung von Grubenbauen im Ostfeld sowie der Bau einer Rampe. Die Auffahrung der Grubenbaue erfolgt im wesentlichen durch konventionellen Vortrieb (Bohr- und Sprengarbeiten). Zusätzlich steht für den Vortrieb eine Teilschnittmaschine zur Verfügung. Der tägliche Sprengmittelbedarf lagert in Sprengnischen. Die Grube Bartensleben ist gemäß /U-BAB 75/ als schlagwettergefährdet eingestuft worden, wodurch entsprechende Sicherheitsmaßnahmen nach /U-AGS 88/ bei Neuauffahrungen und Erkundungsbohrungen zu beachten sind.

#### Bewertung

Ein maschineller Vortrieb mittels einer entsprechend dimensionierten Teilschnittmaschine gewährleistet eine schonende Gebirgsauffahrung. Für die notwendigen Auffahrarbeiten der 4. Sohle der Schachanlage Bartensleben wird empfohlen, diese Technik zu verwenden /E-3.2.1.2-1/. Damit könnte auch eine Beeinflussung von Rissen, Spalten und sonstigen Verbindungen im Bereich der Abbaue 1-3 des Südfeldes infolge Sprengungen verhindert werden. Die Sprengarbeiten sollten auf das Auffahren von Grubenbauen in schwer schneidbaren oder schwer zugänglichen Bereichen beschränkt werden /E-3.2.1.2-2/.

Soweit bisher feststellbar, sind Maßnahmen nach /U-AGS 88/ im wesentlichen auf die schlagwettergeschützte Auslegung von Bohrgeräten beschränkt. Es ist zu untersuchen, ob eine schlagwettergeschützte Auslegung von Transportfahr-

zeugen notwendig ist. Bis zur Klärung sollten keine Abfalltransporte an Neuaufahrungen und Erkundungsbohrungen vorbeigeführt werden (siehe Kap. 3.2.7.1).

Hinsichtlich der Standfestigkeit der Grubenbaue gibt es keine Anzeichen von Überlastung (Druckschalen). Das ist ein Hinweis darauf, daß nicht nur die einzelnen Grubenbauen, sondern das gesamte Grubengebäude standfest ist. Bezüglich einer Gefährdung durch Laugenaustritte wird auf Kap. 3.1.1 und 3.1.4 verwiesen.

Auch in Bezug auf die Sicherheit gegen Firstfall in Strecken ist die Grube in einem sicheren Zustand. Diese Sicherheit wird auf 3 Wegen erreicht:

- in besonderen Bereichen durch Firstanker und dazwischen verspannte Kunststoff-Netze,
- im Bereich einer Störung und in mehreren Durchörterungen alter Abbaue durch Holzausbau und
- im übrigen Grubengebäude durch regelmäßiges Berauben der Strecken.

Im Falle eines Brandes der Holzausbaue muß jedoch mit Verbrüchen und damit mit einer Unterbrechung der Flucht- und Wetterwege gerechnet werden. Durch das Berauben wird sichergestellt, daß höchstens einzelne Steine aus der Firste fallen können.

Lediglich bei Brand, Erdbeben oder Schlagbeanspruchung, z.B. beim Unfall eines Großgerätes, können sich im ungünstigsten Fall Platten mit Abmessungen von rund 0,2 m Dicke und Kantenlängen von rund 2 m lösen.

Die Firste der Einlagerungskammer für Fässer im Westfeld wurde vor Beginn der Einlagerung abgetrieben. Aus der Beschreibung dieser Arbeiten und aus dem Vergleich mit dem Zustand anderer alter Abbaue kann geschlossen werden, daß ein Firstfall von Platten, die die Fässer aufschlagen, in den nächsten Jahren nicht wahrscheinlich ist. Weil eine weitere Überwachung dieser Grubenbaue nicht möglich ist, kann ein derartiger Vorfall nicht ausgeschlossen werden, daher wird dieses Ereignis im Rahmen der Störfallanalysen in Kapitel 3.3 betrachtet.

## **3.2.2 Technische Anlagen**

### **3.2.2.1 Schachtförderanlage**

#### **ELEKTRISCHER TEIL**

##### Sachstand Fördermaschine

Die Fördermaschine läßt sich wie folgt charakterisieren:

- fremdbelüfteter Gleichstromfördermotor mit 4 820 kW und Umformereinspeisung,
- Umformer mit Synchronmotor,
- alle Feldspeisungen über Thyristoren,
- Drehzahlregelung mit unterlagerter Anker- und Feldstromregelung,
- die Fördermaschine wird nur mit Handbedienung gefahren.

Die Fördermaschine verfügt über einen mechanischen Fahrtregler mit Walzen-  
teufenzeiger und Steuerhebelrückführung. Die Geschwindigkeitsüberwachung  
erfolgt kontinuierlich, aber ohne Einsatzüberwachung oder zusätzliche punkt-  
weise Geschwindigkeitsüberwachung. Der Sicherheitskreis ist als Ruhestrom-  
kreis ausgeführt.

##### Bewertung Fördermaschine

Der Fördermotor ist für eine Drehzahl von 70 U/min entsprechend einer Fahr-  
geschwindigkeit von 14 m/s ausgelegt. Gefahren werden nur 6 m/s. Die z.Z.  
gefahrte Nutzlast beträgt 10 t, was einer Überlast von 5 t entspricht, da das  
Gegengewicht 5 t schwerer ist als das Fördermittel. Der Motor kann bei Nenn-  
strom etwa 26 t ziehen. Er ist also sowohl spannungs- wie strommäßig nur zu  
einem geringen Teil ausgelastet, was seiner Lebensdauer zugute kommt. Auch  
der Umformergenerator profitiert von dieser geringen Auslastung.

Die Regelung ist insofern ungewöhnlich, als eine Einbeziehung des Motorfeld-  
stromes in die Regelung bei Umformerspeisung, also bei Ankerspannungsum-  
kehr, sonst nicht üblich ist. Sicherheitstechnisch hat das keine Bedeutung.  
Auch die Steuerhebelrückführung ist bei einer geregelten Maschine ungewöhn-  
lich, wenngleich sicherheitstechnisch irrelevant.

Die fehlende Einsatzüberwachung der kontinuierlichen Geschwindigkeitsüber-  
wachung (v-Überwachung) und die nicht vorhandene zusätzliche punktweise v-  
Überwachung entsprechen nicht dem Stand der Technik, obwohl es etliche vor  
1978 in Betrieb gegangene Anlagen ohne diese Überwachungen gibt, die auch  
heute noch erlaubt sind und so betrieben werden. Dasselbe gilt auch für den

Sicherheitsstromkreis, der hinsichtlich Leitungsüberwachung nicht den neuesten TAS-Bestimmungen /U-TAS 87/ entspricht.

Der Einbau eines Schachtmagnetschalters je Trum, der sowohl für die Einsatzüberwachung der kontinuierlichen Geschwindigkeitsüberwachung als auch für eine zusätzliche punktweise v-Überwachung genutzt werden könnte, wird empfohlen /E-3.2.2.1-1/.

Die Schachtschalter sollten in der Bündigkeit von Hängebank bzw. Rasenhängebank und 4. Sohle jeweils auf ordnungsgemäße Funktion überwacht werden /E-3.2.2.1-2/.

#### Sachstand Schachtsignalanlage

Die Schachtsignalanlage ist eine 110 V Gleichspannungsanlage, mit Überwachung auf Erdschluß und Unterspannung. Sie umfaßt die Betriebsarten Einschlagsignal, Selbstfahrtsignal und Schachtsignal. In der Betriebsart "Einschlagsignal" gibt der Maschinenführer dem Anschlag, an dem das Fördermittel vorsteht, über einen Sohlenumschalter Zuteilung. Bei "Selbstfahrtsignal" erfolgt die Zuteilung über Bündigschalter. Das Signal wird über spezielle Ausführungstasten gegeben, die vom Fördermittel aus zu erreichen sind. In der Betriebsart "Schachtsignal" ist außer dem Notsignal nur die Schachthammertaste betriebsbereit.

Eine Seilfahrtankündigungs- und -quittierungseinrichtung gemäß TAS gibt es nicht. In der Betriebsart "Einschlagsignal" erfolgt die Umschaltung von dem jeweils betriebsbereit geschalteten Anschlag aus. Bei "Selbstfahrtsignal" ist immer Seilfahrt, bei "Schachtsignal" immer Güterförderung eingeschaltet.

Es gibt eine Fördermaschinensperreinrichtung. Tore, Schwingbühnen und Revisionsbühnen werden überwacht. Überbrückung ist örtlich oder durch den Maschinenführer möglich. Letztere wird registriert. Eine Rückmeldung des gesperrten Zustandes der Fördermaschine zum Anschlag gibt es nicht.

#### Bewertung Schachtsignalanlage

Die Sohlenumschaltung durch den Maschinenführer bedeutet eine Abweichung von TAS 4.6.3.2 /R-TAS 87/. Hier besteht die Gefahr, daß von einem anderen Anschlag aus Signale gegeben werden können, wenn der Maschinenführer nicht rechtzeitig auf den Anschlag umschaltet, an dem sich das Fördermittel befindet.

Die speziellen Ausführungstasten für die Selbstfahrerseilfahrt, die vom Fördermittel aus zu erreichen sind, bedeuten eine zusätzliche Sicherheit, da der Selbstfahrer das Signal erst gibt, wenn er festen Stand auf dem Fördermittel hat.

Die Schachttastenkennlampe leuchtet nur bei eingeschaltetem "Schachtsignal" auf. Das ist ein Nachteil, da die Lampe u.a. auch dazu dienen soll, im Bedarfsfalle den Maschinenführer aufzufordern, auf diese Betriebsart umzuschalten.

Die fehlende Seilfahrtankündigung ist nicht nachteilig, da nur Einkorbbetrieb möglich ist, und nur der Anschläger an dem Anschlag, wo sich das Fördermittel befindet, darüber entscheidet, ob Seilfahrt oder Güterförderung stattfinden soll.

Die fehlenden grünen Torlampen oder die nicht vorhandenen Leuchtfelder "Gesperrr" an den Anschlägen bewirken eine Unsicherheit des Bedienungspersonals bzw. der Seilfahrenden, da bei nicht ganz geschlossener Fahrbremse diese wieder geöffnet werden könnte, wenn die Sperre nicht richtig eingerastet ist. Außerdem hat der Anschläger nicht die Möglichkeit, das Versagen eines Tor Schalters zu erkennen.

Für die Schachtsignalanlage werden folgende Empfehlungen gegeben:

- Übernahme der Bündigschalter für die Signalzuteilung auch für die Betriebsart "Einschlagsignal" oder, wenn ein größerer Sohlenbereich gewünscht wird, Ersatz des Sohlenumschalters durch ein selbsttätig wirkendes Sohlenschaltwerk /E-3.2.2.1-3/.
- Umschaltung der Schachttastenkennlampe auf ständige Betriebsbereitschaft /E-3.2.2.1-4/.
- Ausrüstung der Anlage mit grünen Torlampen, die eine echte Rückmeldung des "Gesperrr"-Zustandes der Fördermaschine darstellen /E-3.2.2.1-5/.

## MECHANISCHER TEIL

### Sachstand

Die Förderanlage umfaßt:

- die Hauptseilfahrtanlage,
- die Treibscheibenfördermaschine für vier Förderseile mit gestängeloser hydraulisch betätigter Scheibenbremse (12 Bremsenlemente, Fahrgeschwindigkeit 6 m/s),
- vier Förderseile,
- zwei Unterseile,
- das Fördermittel (Grundriß 2,60 m x 3,80 m) und zwei Tragböden sowie
- das Gegengewicht (Grundriß 0,40 m x 1,908 m).

Von der Rasenhängebank (Kontrollbereich) erfolgen Seilfahrt und Materialförderung zur 2. und 4. Sohle (4. Sohle kann nur mit unterem Tragboden angefahren werden), von der Hängebank (Überwachungsbereich) Seilfahrt zur 1., 2. und 3. Sohle.

Die Fördermaschine ist im oberen Teil des Förderturms (Stahlskelettbauweise mit Ziegelausmauerung) angeordnet, 6 m darunter befinden sich Ablenkscheiben (1 Fest- und 3 Losscheiben mit gefütterten Seilrollen). Im Förderturm reicht das Führungsgerüst bis in Höhe der Prellträger. Unter anderem sind Fangstützen und eine Übertreibeisicherung im oberen Bereich des Führungsgerüsts vorhanden. Die Fangstützen sollen das Fördermittel oder Gegengewicht bei Übertreiben auffangen.

Die Übertreibeisicherungen bestehen aus zwei Rahmen, die übereinander an Polyamidseilen befestigt sind und bei einem Übertreiben nach oben bewegt werden. Der Dehnweg der Polyamidseile erbringt eine Abbremsung für Fördermittel oder Gegengewicht.

Im Schachtsumpf befindet sich eine Spurlatten-Verdickung. Die Führung des Fördermittels und des Gegengewichtes erfolgt durch schichtverleimte Holzspurlatten (Kiefer), die im Abstand von 4,0 m auf stählernen Einstrichkonsolen befestigt sind. Die Einstrichkonsolen sind auf Mauerschuhwerk im Schachtmauerwerk verlagert.

Im Bereich der Rasenhängebank und der 4. Sohle existieren Eckführungen für Fördermittel. Die Führung erfolgt flankenseitig durch Spurschuhe, stirnseitig durch federbelastete Rollen. Führungselemente des Fördermittels sind außermittig an einer Längsseite, Führungselemente des Gegengewichtes mittig an beiden Schmalseiten angeordnet. Der lichte Schachtdurchmesser beträgt 5,25 m. Eine zweite Fahrtmöglichkeit, als Fahrtenersatz, ist mit der Hilfsfahranlage (Trommelhaspel, Seilscheibe, Trommelseil, Zwischengeschirr und kübelartiges Fördermittel) betriebsbereit. Außerdem befinden sich im Schacht Rohrleitungen und Kabelhalter. Im Schachtsumpf erfolgt die Unterseilführung durch überwachte höhenbewegliche Flachseilscheiben. An den Anschlägen sind keine Sperreinrichtungen vorhanden. Am Anschlag der 4. Sohle befinden sich Schwingbühnen.

#### Bewertung

Der Förderturm einschließlich Führungsgerüst, Verlagerungen von Fördermaschine, Ablenkscheiben und Hilfseinrichtungen zum Festlegen von Fördermittel, Gegengewicht und Hilfseinrichtungen zum Seilauflegen sowie die zugehörigen Fundamente zeigen keine Besonderheiten. Gleiches gilt für die Ablenkscheiben, die Führungseinrichtungen bis zum Schachtsumpf, die Förderseile und Unterseile sowie die Zwischengeschirre, die Unterseilaufhängungen und die Abstützungen der Spurlatten im Sumpf und im Förderturm.

Abweichungen von TAS bestehen hinsichtlich der Mindestabstände zwischen Fördermittel und Gegengewicht sowie zwischen Fördermittel und Gegengewicht und festen Einbauten im Schacht und dem Schachtmauerwerk. Bei der geringen Fahrgeschwindigkeit (max. 6 m/s) und den guten Führungseigen-

schaften von Fördermittel und Gegengewicht bestehen gegen eine Weiterverwendung im Hinblick auf die geringeren Mindestabstände (Tab. 2.1.2) keine sicherheitstechnischen Bedenken.

An folgenden Einrichtungen und Teilen werden Änderungen für erforderlich gehalten:

- Schachtzugänge im Bereich von Anschlägen mit Güterförderung (z.B. beim Aufschieben des Anhängfahrzeuges mit radioaktiven Abfallgebinden) sind mit einer geeigneten Sperreinrichtung auszurüsten, die das Gleislofahrzeug sicher aufhalten kann /E-3.2.2.1-6/.
- Das Aufhängeblech des Fördermittels muß einer Materialprüfung unterzogen werden /E-3.2.2.1-7/. Durch das Abbrennen eines 220 mm dicken Bolzens zu beiden Seiten des Aufhängebleches sind Gefügeveränderungen, die durch hohe Wärmezufuhr entstanden sind, nicht auszuschließen. Dadurch könnte eine Verringerung der Dauerfestigkeit eingetreten sein.

In diesem Zusammenhang ist zu prüfen, ob das gesamte Fördermittel mit Aufhängeblech ausgewechselt werden sollte, da es schon eine Betriebszeit von 14 Jahren erreicht hat /E-3.2.2.1-8/.

- Das Gegengewicht sollte durch ein neues in herkömmlicher Konstruktion ersetzt werden /E-3.2.2.1-9/. Die vorliegende kastenartige fast allseitig geschlossene Konstruktion mit auf den Längsseiten durchgehenden Blechen und seitlich angeschraubten Winkelprofilen, die auf der freien Länge zwischen Kopf und Fuß des Gegengewichtes durch Spannschrauben zusammengehalten werden, entspricht nicht den bergbehördlichen Anforderungen (TAS 7) und dem Stand der Technik bei Hauptseilfahranlagen. Bei einem Versagen der Spannschrauben können Gewichtsplatten aus dem Gegengewicht fallen und in den Schacht stürzen.
- Außerdem sollten die Haupttragglieder des Fördermittels, des Gegengewichtes sowie alle Zwischengeschirrtteile und die Unterseilaufhängungen regelmäßig, d.h. jährlich einmal zerstörungsfrei untersucht werden. Da nicht bekannt ist, ob Untersuchungen dieser Art vorgenommen wurden, sind diese Untersuchungen erstmalig innerhalb eines Zeitraumes von etwa drei Monaten durchzuführen /E-3.2.2.1-10/.

Gegen den weiteren Betrieb der Förderanlage unter den gegenwärtigen Betriebsverhältnissen bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken. Zur Erhöhung der Sicherheit sollten jedoch die empfohlenen Maßnahmen baldmöglichst eingeleitet werden.

## SCHACHTAUSBAU

### Sachstand

Prinzipiell lassen sich Schäden am Mauerwerksausbau von Schächten im standfesten Gebirge in zwei Gruppen klassifizieren:

1. Schäden, die mit der Anwesenheit von Wasser in Zusammenhang stehen.

2. Zerstörungen, die auf Kraft- oder Bewegungsbeanspruchungen zurückzuführen sind, denen der Ausbau nicht gewachsen war.

Beide Fälle treten im Schacht Bartensleben nur geringfügig auf. Der Mauerwerksausbau ist weitgehend unzerstört, ausreichend repariert und recht gut erhalten. Dies betrifft nicht nur das äußere Erscheinungsbild, sondern wird auch durch die Standfestigkeitsuntersuchungen der siebziger Jahre zur Rekonstruktion des Schachtes bewiesen. Der Schacht zeigt keine bedeutsamen Krümmungen der Schachtachse und ist offensichtlich in der Schachtscheibenebene auch nicht durch ungleichförmige Drücke bzw. Anisotropien ovalisiert worden.

Die Ergebnisse der jüngsten Abtastbohrungen aus dem Jahre 1990 weisen aber im Salinargebirge hinter dem Schachtausbau beachtliche Hohlräume auf. Es muß angenommen werden, daß diese bereits bei der Rekonstruktion des Schachtes nicht ausreichend verfüllt wurden.

#### Bewertung

Der Schachtausbau ist nach Erkenntnis der Abtastbohrungen nicht durch Wasserlasten beansprucht. Unterstellt man, die Einwirkungen aus Wasserzuflüssen ändern sich nicht, ist der Schacht Bartensleben bei den gegebenen Wanddicken als hinreichend standsicher zu beurteilen. Gleichwohl sind die angebohrten Hohlräume hinter dem Schachtausbau zu verfüllen /E-3.2.2.1-11/.

Der Schacht wird als standsicher eingestuft. Unabhängig von der Standsicherheit des Schachtausbaus werden zusätzlich nachstehende Verbesserungen vorgeschlagen:

- Die Ausführung der Traufrinnen zur Fassung der Wässer sollte konstruktiv verbessert und gegen Korrosion im Sinne der TAS geschützt werden /E-3.2.2.1-12/.
- Die Einstrichkonsolen sollten entrostet und mit Zinkschutz versehen werden, sofern ein Feuerverzinken nicht in Frage kommt /E-3.2.2.1-13/.
- Die Aufhängung des Mauerwerkes oberhalb der 4. Sohle sollte nebst Abfangung statisch überprüft werden /E-3.2.2.1-14/.

### **3.2.2.2 Transport und Handhabungseinrichtungen**

#### Sachstand

Die in der Anlage verwendeten Transport- und Handhabungseinrichtungen sind:

- die Krananlage in der Containerhalle,
- die Krananlage im UMF,
- die Krananlage im Abbau 1,

- innerbetriebliche Zugfahrzeuge und
- Anhängefahrzeuge.

### Bewertung

Bei den Handhabungs- und Einlagerungsvorgängen der radioaktiven Abfälle im ERAM handelt es sich um einfache Hebe-, Manipulations-, Arretierungs- und Transportvorgänge, die in der Regel durch einfache maschinentechnische Komponenten bzw. Fahrzeuge realisiert werden.

Die Krananlagen in der Containerhalle, über dem Abbau 1 und dem UMF sind ausreichend dimensioniert für die zu handhabenden Lasten. Sie sind mit doppelten Hubwerksbremsen und Überlastsicherungen ausgestattet. Alle Aufhängeanker der Kranbahnen im UMF und Abbau 1 wurden Abnahmeprüfungen unterworfen. Mit der angegebenen Prüfkraft wurde eine Sicherheit der Aufhängungen von drei bis sechs gegenüber der Nennlast der Kräne ermittelt. Mehrere Nachprüfungen durch marscheiderische Nivellements haben keine Bewegung der Kranbahnen nachweisen können. Die sicherheitstechnische Auslegung der Krananlagen ist ausreichend, um einen sicheren Betriebsablauf zu gewährleisten.

Bei den Anhängefahrzeugen gibt es einen luftbereiften, gebremsten Anhänger zum Transport von Abfallfässern. Die Bremsanlage ist hier notwendig, da das Anhängefahrzeug auch in unebenen bzw. abschüssigen Bereichen fahren muß. Die Abfallbehälter sind nicht speziell arretiert. Es ist eine ausreichende Arretierungsvorrichtung für Abfallfässer auf dem Anhängefahrzeug zu installieren /E-3.2.2.2-1/.

Der SNPA 10-S ist ein ungebremster Anhänger mit Arretierungsvorrichtung zur Festsetzung der zu transportierenden Container. Der Anhänger wird überwiegend auf horizontalen ausgebauten Strecken zum Transport eingesetzt. Die Arretierungseinrichtungen sind nur für Transporte in horizontalen Strecken ausgelegt. Aus sicherheitstechnischen Gründen sollte das Anhängefahrzeug eine Bremsvorrichtung besitzen und mit ausreichenden Arretierungsvorrichtungen ausgestattet werden /E-3.2.2.2-2/.

Als übertägige und untertägige Transportfahrzeuge werden im ERAM dieselgetriebene Zugfahrzeuge eingesetzt. Die Fahrzeuge sind technisch veraltet und hinsichtlich Brandschutz, Strahlenschutz und Personenschutz verbesserungsbedürftig.

Untertage sind für den Transport und die Handhabung radioaktiver Abfälle moderne, dem Stand der Endlagertechnik entsprechende, Fahrzeuge einzusetzen /E-3.2.2.2-3/.

### **3.2.3 Anlieferung, Eingangskontrolle und Pufferung der Abfälle**

#### Sachstand

Bei der Anlieferung der Abfallgebinde an das ERAM erfolgt eine Eingangskontrolle der radioaktiven Abfälle (Kap. 2.7). Vor der Einlagerung besteht die Möglichkeit, bei betrieblichen Störungen sowie bei erhöhter Strahlenbelastung in den Einlagerungsbereichen Westfeld, Abbau 1 und Südfeld bereits an das ERAM gelieferte Abfälle in der Containerhalle zu lagern. Im Rahmen einer Begehung des Endlagers konnte festgestellt werden, daß bei 200-l-Fässern, die im Westfeld gestapelt werden sollten, von dieser Lagermöglichkeit Gebrauch gemacht wurde. Ferner lagern in der Containerhalle wärmeerzeugende Strahlenquellen, die in das UMF verbracht werden sollen. Ein besonderer Standplatz zur Lagerung und Pufferung radioaktiver Abfälle ist in der Containerhalle nicht ausgewiesen.

#### Bewertung

Bei der Eingangskontrolle werden die Abfallgebinde auf Einhaltung der Abfallanforderungen überprüft. Dies erfolgt mittels Überprüfung der Transportpapiere und dosimetrischer Kontrollen an den Behälteroberflächen sowie Wischtests. Eine notwendige stichprobenartige Kontrolle der Alphaaktivität findet bei keiner Abfallart statt. Die Sichtkontrollen an Festabfällen können Verstöße gegen die Produktanforderungen nach TGL 190-921/02 /R-VEK 85/ nur im Ausnahmefall feststellen. Bei A1/S2-S6 Abfällen ist eine Sichtkontrolle bei der Eingangsprüfung generell nicht möglich.

Allgemein ist festzustellen, daß die Eingangskontrolle im ERAM nur unzureichend in der Lage ist, Verstöße gegen die Annahmebedingungen festzustellen. Sicherheitstechnisch notwendig ist ein Produktkontrollsystem, in der die Annahmebedingungen ein integraler Baustein sind und das als wesentliche Punkte umfaßt:

- Organisation und Verantwortungsbereiche,
- Festlegung von sicherheitsbezogenen endlagerrelevanten Eigenschaften radioaktiver Abfälle,
- Festlegung von produktbezogenen Maßnahmen (z.B. Kontrollmaßnahmen, Stichprobensystem, Prüfmethode, Verfahrensqualifikation) und
- Dokumentation der Abfalldaten (z.B. nuklidspezifische Bilanzierung).

Das System der Produktkontrolle muß alle in das Endlager angelieferten Abfallarten umfassen /E-3.2.3-1/.

Mit einer Lagermöglichkeit (Pufferung) in der Containerhalle können betriebliche Störungen ausgeglichen und die notwendige Flexibilität zwischen

Anlieferungs- und Einlagerungslogistik erreicht werden. Die Pufferung ist jedoch so auszulegen, daß nur eine geringe Anzahl von Abfallgebinden in der Containerhalle gelagert werden. Die Pufferung sollte nur außerhalb des unmittelbaren Umschlagplatzes erfolgen. Dazu sind entsprechende Regelungen im Betriebshandbuch festzulegen. Die Pufferung darf nur aus betrieblichen Gründen erfolgen und nicht zur mittelfristigen Zwischenlagerung der Abfälle dienen /E-3.2.3-2/.

Aus Gründen der Vorbeugung von Betriebsstörungen im Zusammenhang mit der Pufferung radioaktiver Abfälle wird empfohlen, einen räumlich abgetrennten Bereich in der Containerhalle zu schaffen, in dem nur die radioaktiven Abfälle gelagert werden /E-3.2.3-3/. Dies ist auch angezeigt, da sich in der Containerhalle eine Vielzahl von Handhabungs-, Umschlags- und Transporteinrichtungen sowie leere Groß-, Primär- und Faßcontainer befinden.

### **3.2.4 Einbringen fester Abfälle**

#### **3.2.4.1 Versturztechnik**

##### Sachstand

Feste radioaktive Abfälle der Gruppen A1/S1-S5 und Strahlenquellen werden über Versturzanlagen in den Abbau 1 verstürzt. In Abhängigkeit vom Behältertyp werden verschiedene Schleusen für Festabfälle bzw. Strahlenquellen verwendet. Die Beschickung der Versturzanlage erfolgt mittels einer Krananlage, die sich in einer Strecke über dem Abbau 1 befindet. Auf der Versturzanlage wird nach Abnahme der unteren Deckel der Primär- und Faßcontainer, der radioaktive Abfall in einer Versturzschleuse nach unten bewegt, gekippt und in die Kammer verstürzt.

Dabei befindet sich der zu verstürzende Abfall in einem umschlossenen Behälter (z.B. Faß) oder in loser Form. Beim Aufprall der in Fässern verstürzten Abfälle kommt es zur Zerstörung bzw. Deformation der Fässer. Der verstürzte Festabfall bildet in Abbau 1 einen Schüttkegel von losem Abfall.

##### Bewertung

Die Versturztechnik eignet sich prinzipiell für einen sicheren Einlagerungsbetrieb von Festabfällen. Die bisherige Praxis des Versturzes behälterloser, brennbarer und unkonditionierter Abfälle führt zu einer undefinierten Vermischung der Abfälle. Aufgrund des brennbaren Anteils, der z.T. unspezifizierten chemischen Zusammensetzung der Abfälle und der losen Schüttung können daher chemische Reaktionen, Gasfreisetzungen, Selbstentzündungen und Brände nicht ausgeschlossen werden.

Es werden daher folgende Maßnahmen empfohlen:

1. Der bestehende Schüttkegel mit losem radioaktivem Abfall ist mit geeignetem Material (z.B. Braunkohlenfilterasche, Steinsalz) so abzudecken, daß eine Brandentstehung verhindert wird /E-3.2.4.1-1/.
2. Auf den abgedeckten Schüttkegel ist Abfall nur dann zu verstürzen, wenn gewährleistet ist, daß die Schutzfunktion der Abdeckung erhalten bleibt /E-3.2.4.1-2/.
3. Bei den künftig zu verstürzenden Abfällen sind brennbare Rohabfälle durch Konditionierung in ein nicht brennbares Abfallprodukt zu überführen und in standardisierten Fässern zu verpacken /E-3.2.4.1-3/.
4. Durch Produktkontrollmaßnahmen ist sicherzustellen, daß einzulagernde Abfälle keine chemisch besonders reaktionsfähigen Stoffe enthalten /E-3.2.4.1-4/.

### **3.2.4.2 Stapeltechnik**

#### Sachstand

In jeweils einer Kammer im Westfeld bzw. Nordfeld erfolgte die Endlagerung fester radioaktiver Abfälle der Gruppe A1/S1-S2 durch Stapelung der Abfallgebände. Die Kammer im Nordfeld ist bereits gefüllt und abgeworfen. Als Verpackung werden 200-l-Fässer, Säcke, Kartons und sonstige Behältnisse verwendet. Die Stapelung der Fässer erfolgt mittels eines mit einem Faßgreifer ausgerüsteten Gabelstaplers, wobei insgesamt 4 bis 5 Fässer übereinandergestapelt werden. Nach entsprechender Höhe des Faßstapels im Westfeld wurde der Faßstapel mit Salzhauwerk versetzt. Derzeit werden die Fässer in der zweiten Ebene über der versetzten ersten Ebene gestapelt.

Eine Begehung des Westfeldes zeigte, daß die Fässer zum Teil Deformationen, Deckelabscherungen und Korrosion aufweisen.

#### Bewertung

Die Stapeltechnik von Fässern in mehreren Ebenen ist grundsätzlich ein geeignetes Verfahren zur Endlagerung von festen Abfällen.

Bei den im Westfeld eingelagerten Abfällen ist eine Selbstzündung und ein Vollbrand der Abfälle aufgrund der derzeitigen Zusammensetzung und Lagerung nicht auszuschließen. Beim Nordfeld ist aufgrund des Versatzes damit nicht zu rechnen.

Es sind folgende Maßnahmen zur vorbeugenden Brandbekämpfung (Brandenschutzmaßnahmen siehe Kapitel 3.2.7) zu treffen:

- Der bereits vorhandene Faßstapel ist unverzüglich zu versetzen. Dies gilt auch für die Vorderfront des Stapels /E-3.2.4.2-1/.

- Alle künftig einzulagernden Abfälle sind, sofern es sich nicht um sperrige Materialien handelt, in standardisierten Fässern zu verpacken /E-3.2.4.2-2/.
- Brennbare Abfälle sind in qualifizierten Behältern zu verpacken /E-3.2.4.2-3/.
- Durch Produktkontrollmaßnahmen ist sicherzustellen, daß der Abfall keine selbstenzündlichen Materialien enthält /E-3.2.4.2-4/.
- Bei zukünftiger Einlagerung sind die Faßstapel unter betrieblichen und brand-schutztechnischen Gesichtspunkten umgehend zu versetzen /E-3.2.4.2-5/.
- Der Faßgreifer des Gabelstaplers ist so auszulegen, daß keine starken Deformationen oder Deckelabscherungen an Fässern auftreten /E-3.2.4.2-6/.

### **3.2.4.3 Sonstige Einlagerung**

#### Sachstand

Auf der 4a Sohle wurden feste Abfälle verkippt und mit Salz versetzt. Im Nordfeld werden derzeit Abfälle in Containern zwischengelagert.

#### Bewertung

Eine Bewertung des o.g. Sachstandes kann derzeit noch nicht erfolgen. Die im Nordfeld zwischengelagerten Abfälle sind ordnungsgemäß zu entsorgen /E-3.2.4.3-1/.

### **3.2.5 Einbringen flüssiger Abfälle**

#### Sachstand

Flüssige Abfälle wurden mit Braunkohlenfilteraschen in eigens vorbereiteten Unterwerksbauen (Abbau 2 und Abbau 3) in situ verfestigt. Der Abbau 3 ist bereits abgeworfen.

Anfang der 80er Jahre kam es beim Verfahren der Vermischung der flüssigen Abfälle mit Bindemittel mittels Mischschnecke zum nicht vollständigen Abbinden der Flüssigabfälle, was zum teilweisen Ablaufen der Flüssigabfälle in die unterhalb der Einlagerungsbereiche im Südfeld befindlichen Grubenteile führte. Bei der Änderung der Einlagerungstechnik erfolgt der EDR-Eintrag über ein Sprühsystem auf eine 40-80 cm dicke Schicht aus Braunkohlefilterasche (Durchsumpfung). Es kam zu weiteren Betriebsstörungen bei der Durchsumpfung. Bis Mitte 1989 sind etwa 1 200 m<sup>3</sup> Flüssigabfälle in die 5.-7. Sohle abgeflossen. Die Abflüsse dauern derzeit an, wobei eine Abnahme der Abflußmengen zu beobachten ist.

Zum Umfüllen, Lagern und Beschicken des Abbau 2 mit Flüssigabfällen ist ein System aus Kompressorstation, Entleerstation, Tanklager, EDR-Rohrleitung und Beschickungseinrichtungen vorhanden. Die betrieblichen Erfahrungen zeigen, daß es beim Betrieb der Anlagen zu einer Vielzahl von Leckagen von ra-

dioaktiven Flüssigkeiten und damit zu einer Kontamination im Bereich der o.g. Anlagen gekommen ist. Die Leckagen lagen im Bereich von wenigen Millilitern bis zu mehreren Kubikmetern. Da eine wirksame Dekontamination nur in der Entleerstation möglich ist, kam es zu unkontrolliertem Versickern der Flüssigabfälle in die Sohle bzw. in den Abbau 1.

#### Bewertung

Die In-situ-Verfestigung flüssiger Abfälle mittels Mischschnecke kann die Verfestigung von flüssigen Abfällen nicht gewährleisten. Auch die Technik der Durchsumpfung führte bei der Beschickung zu einer Vielzahl von Leckagen. Bisher ist kein Nachweis für die Verfestigung der Flüssigabfälle mit Braunkohlenfilterasche (z.B. durch Bohrproben) erbracht. Die Betriebserfahrungen zeigen, daß keine ausreichenden Sicherheiten gegenüber örtlichen Überdosierungen mit Flüssigabfällen bestehen und somit keine vollständige Verfestigung gewährleistet werden kann. Es gibt Hinweise darauf, daß bei Vorhandensein von flüssigen Anteilen in den Abbaue 1-3 ein Abfluß bisher nur aus dem Abbau 3 stattgefunden hat. Eine Gefährdung geht derzeit von den etwa 1 200 m<sup>3</sup> abgeflossenen Flüssigabfällen nicht aus.

Die Technik der In-situ-Verfestigung von Flüssigabfällen ist einzustellen. Flüssige Abfälle sind nach Verfestigung durch Stapelung oder Versturz einzulagern und die Abbaue 2 und 3 sachgerecht zu isolieren /E-3.2.5-1/. Es wird empfohlen, die 1 200 m<sup>3</sup> Flüssigabfälle auf der 5.-7. Sohle endlagergerecht zu konditionieren /E-3.2.5-2/.

### **3.2.6 Einbringen von Strahlenquellen**

#### Sachstand

Strahlenquellen werden im UMF in verrohrten Bohrlöchern endgelagert. Die Verrohrung erfolgte mit nicht spezifiziertem Werkstoff, die Bohrlochabdichtung mit Magnesiaement.

#### Bewertung

Im UMF erfolgte bisher nur eine versuchsweise Einlagerung von Strahlenquellen zur Erprobung der Einlagerungstechnologie. Aus betriebs- und sicherheitstechnischer Sicht sind keine Gesichtspunkte erkennbar, die gegen die Fortführung dieser Technik sprechen. Die versuchsweise Einlagerung muß mit qualifizierten Materialien (Rohre, Bohrlochabdichtungen) erfolgen. Vor einer Endlagerung der Quellen ist eine Prüfung der Endlagerfähigkeit durchzuführen /E-3.2.6-1/.

### **3.2.7 Brand-und Explosionsschutz**

#### **3.2.7.1 Brand- und Explosionsschutz untertage**

##### ***Brandschutz untertage***

##### **SCHACHT BARTENSLEBEN**

###### Sachstand

Der Schacht ist in Mauerwerk ausgebaut. Die Einbauten für die Befestigung der Spurlatten (Stahlkonsolen) und Kabel- und Rohrleitungsstränge (Stahltraversen) sind nicht brennbar. Ebenfalls nicht brennbar sind die beiden Luttenstränge, die einen Teil der Abwetter der Grube nach übertage führen. Die Isolierungen der Kabel und Leitungen stellen keine nennenswerten Brandlasten dar.

Die 4 Spurlattenstränge (je Korb- und Gegengewichtsführung) bestehen aus Holzleimbändern, die behandelt und imprägniert sind. Sie stellen eine potentielle Brandlast dar. Übertage kann der Schacht durch nicht brennbare Brandklappen verschlossen werden. Gemäß Anweisung 2/88 (DDR) /U-AGS 88/ über den Brandschutz im Bergbau untertage ist der Schacht in den Brandgefährdungsgrad 5<sup>1)</sup> eingestuft worden.

Am Füllort der 4. Sohle sind als Schutzabdeckung zur Schachtröhre Holzbohlen verwendet worden, die stark salzgetränkt sind. Sie stellen in Verbindung mit Öl oder mit Schmierstoffen ggf. eine Brandlast dar.

###### Bewertung

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es keine vergleichbare Einstufung in Brandgefährdungsgrade. Für Schächte im Steinkohlenbergbau werden Wasserlöschanlagen gefordert; im Kalibergbau dagegen könnte ggf. eine Laugenlöschanlage vorgeschlagen werden. Die Schachtröhre stellt insgesamt gesehen kein Brandrisiko dar.

Im Bereich des Füllortes 4. Sohle sollten die hölzernen Spurlatten durch Stahlspurlatten ersetzt werden, so daß ein möglicher Brand im Füllortbereich nicht auf die Spurlatten übergreifen kann /E-3.2.7.1-1/.

An der Schachtröhre und im Bereich der Füllörter sollten insbesondere Einrichtungen mit der Brandlast Holz durch nichtbrennbare Materialien ersetzt werden. Anstelle der genannten Holzbohlen am Füllort 4. Sohle sollten Gitterroste verwendet werden /E-3.2.7.1-2/.

---

<sup>1)</sup> Brandgefährdungsgrad 5: "Keines der vier Einstufungskriterien für Brandgefahr (Zündbereitschaft, Zündmöglichkeit, Brandausbreitung, Brandauswirkungen) nennenswert groß"

An den Schachtanschlüssen sollten die nach den Vorschriften bereits vorhandenen Handfeuerlöscher gebündelt griffbereit sein. An jedem Schachtzugang sind je zwei Handfeuerlöscher vorzuhalten /E-3.2.7.1-3/.

## STRECKE UND EINLAGERUNGSKAMMER WESTFELD

### Sachstand Strecke

In der Strecke bis zur Einlagerungskammer Westfeld sind nur sehr geringe Brandlasten vorhanden. In den alten Durchbrüchen lag stellenweise Holz. Diese Strecke ist laut Betriebsplan in den Brandgefährdungsgrad 5 - kein nennenswertes Brandrisiko - eingestuft.

### Bewertung Strecke

Die Einstufung ist gerechtfertigt. Darüber hinaus sollte das abgelagerte Holz in den alten Durchbrüchen entfernt und die Durchbrüche sollten zugemauert werden. In der Strecke sind keine brennbaren Materialien - auch nicht vorübergehend - zu lagern /E-3.2.7.1-4/.

### Sachstand Westfeld

In der Kammer werden neben 200-l-Fässern auch andere Verpackungen wie Säcke, Kartons gestapelt. Nach Angaben des Betreibers können etwa 30 % der Abfälle in den Fässern brennbare Materialien sein (Textilien, Putzwolle, Zellstoff etc.). Eine Selbstentzündung in den Fässern kann nicht ausgeschlossen werden. Die in der Kammer vorhandene Luttentour besteht teilweise aus Papplatten. Handfeuerlöscher werden in ausreichender Zahl bereitgehalten.

Eine Brandmeldeanlage oder ein CO-Meßgerät zur Früherkennung sind nicht installiert; eine Brandmeldeanlage ist jedoch geplant.

Die Kammer wird laut Betriebsplan in den Brandgefährdungsgrad 5 eingestuft.

### Bewertung Westfeld

Die Einstufung in Brandgefährdungsgrad 5 ist angesichts der Brandlast und Gefahr der Selbstentzündung nicht gerechtfertigt.

Es sind unverzüglich Maßnahmen zur Überwachung auf Anzeichen eines Brandes (Früherkennung) und zur Brandbekämpfung durchzuführen:

- Die Kammer selbst ist durch ein CO-Meßgerät und durch ein CO-Meßgerät im Luttenstrang hinter der Lüfterstation 3. Sohle sowie durch eine Brandmeldeanlage in der Kammer, jeweils mit Fernübertragung zur zentralen Warte (Dispatcher), zu überwachen /E-3.2.7.1-5/.
- Zusätzlich zu den vorhandenen Handfeuerlöschern sind zwei mobile 50-kg-Pulverlöschgeräte mit Löschpistole und ausziehbarem Schlauch bereitzuhalten. In der Einlagerungskammer im Westfeld sind weder Holz noch an-

dere brennbare Materialien zu lagern oder einzusetzen /E-3.2.7.1-6/. Auf die Notwendigkeit von Versatzmaßnahmen wurde bereits hingewiesen.

### SÜDSTRECKE, ABBAU 1, ABBAU 2 UND ABBAU 3

#### Sachstand Südstrecke

In der Südstrecke sind bis auf den Holzcontainer, der für die Aufnahme von Meßgeräten aufgestellt worden ist, nur geringe Brandlasten vorhanden. Die Südstrecke ist in den Brandgefährdungsgrad 5 eingestuft.

#### Bewertung Südstrecke

Die Einstufung ist gerechtfertigt. Der Holzcontainer sollte entfernt oder gegen einen nichtbrennbaren Behälter in der Südstrecke ausgetauscht werden. Holz und andere brennbare Materialien sind nicht - auch nicht vorübergehend - in der Strecke aufzubewahren oder zu lagern /E-3.2.7.1-7/.

#### Sachstand Abbau 1, 2 und 3

Im Abbau 1 werden nach Angabe des Betreibers u.a. auch brennbare Materialien verstürzt. Dieser Abbau wird durch eine kontinuierlich arbeitende Brandmeldeanlage (Infrahytgerät = CO-Meßgerät) mit über- und untertägiger Anzeige überwacht. Die Anlage ist gekoppelt mit der einziehseitigen Brandtür und mit den in der Abluftlutte eingebauten Brandklappen, die bei Überschreiten des Grenzwertes der CO-Konzentration automatisch geschlossen werden.

Außerdem ist der Abbau 1 mit einer Sprinkleranlage versehen, deren Wasserbedarf über eine Wasserleitung DN 80 aus dem Wasserbehälter im Südgesenk (2,5 m<sup>3</sup>) und einem Vorratsbehälter auf der 1. Sohle (7,5 m<sup>3</sup>) gespeist wird. Mittels Durchschaltung von Hand kann die drucklose Wasserleitung mit der über-tägigen Löschwasserleitung verbunden werden. Die Wasserleitung besitzt auf dem Weg vom Schacht bis zum Abbau 1 an mehreren Stellen Verbindungen aus Hochdruckschläuchen. An bestimmten Stellen sind Abzweigungen mit C-Anschluß (Hydrant) angebracht. Im Bereich des Abbaus 1 ist ein Kompressorraum eingerichtet, dessen Firste Holzverzug hat. Der Abbau 1 ist in den Brandgefährdungsgrad 3<sup>1)</sup> eingestuft.

Im Abbau 2 sind keine nennenswerten Brandlasten vorhanden.

Oberhalb Abbau 3 ist ein Holzcontainer für Meßeinrichtungen aufgebaut, sonst sind keine nennenswerten Brandlasten vorhanden.

---

<sup>1)</sup> Brandgefährdungsgrad 3: "Zwei der vier Einstufungskriterien für Brandgefahr (Zündbereitschaft, Zündmöglichkeit, Brandausbreitung, Brandauswirkungen) nennenswert groß, dabei Brandauswirkungen ggf. eher klein"

### Bewertung Abbau 1. 2. 3

Die geforderten Handfeuerlöscher sind jeweils an den erforderlichen Stellen vorhanden.

Das Früherkennungssystem, der Brandschutz und die Bekämpfungseinrichtungen sind für den bisherigen Betrieb des Abbau 1 mit radioaktiven Abfällen nicht ausreichend. Aufgrund der Brandgefährdung im Abbau 1 wird ein neues Einlagerungskonzept gefordert (Kap. 3.2.4.1). Für Abbau 1 ist für das geforderte Einlagerungskonzept ein angemessenes Brandschutzkonzept zu erarbeiten /E-3.2.7.1-8/.

Solange eine Brandentstehung im Abbau 1 praktisch nicht ausgeschlossen werden kann, sind zur Branderkennung CO-Meßgeräte im Abbau und ausziehseitig am Austragsende der Lüfterstation zur Prüfung auf Kohlenmonoxid sowie eine Brandmeldeanlage zur Prüfung auf andere Anzeichen eines Brandes zu installieren. Die Meßwerte sind nach übertage in die zentrale Warte (Dispatcher) zu übertragen /E-3.2.7.1-9/.

Die Wasserleitung untertage ist zu ertüchtigen. Es ist eine Wasserleitung DN 150 durchgehend mit entsprechenden T-Stücken, Krümmern und Paßstücken zu verlegen (keine Überbrückung durch Schläuche). Die Wasserleitung sollte an verschiedenen Stellen, z.B. Füllort 4. Sohle, Streckenkreuzungen, Werkstattbereich, mit Abzweigen und C-Anschlüssen (Hydranten) bestückt werden, so daß sie auch an diesen Stellen für die Bekämpfung von Entstehungsbränden genutzt werden kann /E-3.2.7.1-10/.

Der Holzverzug in der Firste des Kompressorraumes im Bereich Abbau 1 ist durch nichtbrennbaren Verzug zu ersetzen. Ebenfalls sollte der Holzcontainer oberhalb des Abbaus 3 ersetzt werden /E-3.2.7.1-11/.

### OSTQUERSCHLAG, NORDFELD UND UNTERTAGEMESSFELD (UMF)

#### Sachstand

Im Ostquerschlag ist in den geologisch gestörten Bereichen (ca. 15 m Länge) und am Abzweig zum Südostfeld Holzausbau eingebracht worden.

Im Nordfeld der 4a-Sohle (Harzeinlagerung) sind keine nennenswerten Brandlasten vorhanden. Im UMF sind ebenfalls keine nennenswerten Brandlasten vorhanden. Handfeuerlöscher für die Absicherung der elektrischen Geräte und Einrichtungen sind vorhanden. Alle genannten Grubenbaue sind im Betriebsplan in den Brandgefährdungsgrad 5 eingestuft.

### Bewertung

Die Einstufungen sind gerechtfertigt. Darüber hinaus sollte der Holzausbau in den Streckenstücken des Ostquerschlags und am Abzweig zum Südostfeld durch Stahlausbau und Stahlverzug ersetzt oder durch Konsolidierungsbaustoffe unbrennbar gemacht werden /E-3.2.7.1-12/.

## SPRENGMITTELLAGER UND TANKLAGER

### Sachstand

70 m östlich des Schachtes liegen nördlich des Ost-Querschlages das Sprengmittellager und das Tanklager mit Betankungsplatz. Die Abwetter des Sprengmittellagers und des Tanklager werden getrennt nicht ständig belegten Grubenbauen der 3. Sohle bzw. 1. Sohle zugeführt.

Das Sprengmittellager ist in den Brandgefährdungsgrad 3 eingestuft.

Im Tanklager ist eine Auffangwanne für 3 000 l Betriebsstoff vorhanden. Die Abschottung des Raumes erfolgt selbsttätig schließend durch Lotschnur. Tragbare Handfeuerlöcher sind vorhanden. Das Tanklager ist nach Betriebsplan in Brandgefährdungsgrad 2<sup>1)</sup> eingestuft.

### Bewertung

Das Tanklager entspricht hinsichtlich Überwachung und Brandbekämpfung nicht der Anweisung 2/88 der ehemaligen DDR /U-AGS 88/. Außerdem entspricht das derzeitige Betanken nicht den Regeln der Technik.

Das Tanklager mit Betankungsplatz sollte aus der unmittelbaren Nachbarschaft zur Transportstrecke verlegt werden (Kap. 3.2.1.1). Es kann z.B. in einem Grubennebenraum, z.B. Richtstrecke zum Südostfeld, eingerichtet werden.

Die Einstufung des Sprengmittellagers ist gerechtfertigt. Aus allgemeinen sicherheitstechnischen Gesichtspunkten und aufgrund der Tatsache, daß es sich im Kontrollbereich befindet, sollte das Sprengmittellager aufgegeben werden.

Die für Sprengarbeiten im Kontrollbereich benötigten Sprengmittel sollten bei Bedarf aus dem Sprengmittellager der 1. Sohle geholt werden. Nicht verbrauchte Restmengen können in dafür vorgesehene Aufbewahrungsnischen mit Stahlbehältern im Kontrollbereich vorübergehend eingeschlossen werden (Kap. 3.2.1.1).

---

<sup>1)</sup> Brandgefährdungsgrad 2: "Drei der vier Einstufungskriterien für Brandgefahr (nicht Brandauswirkungen) nennenswert groß oder eines der vier Einstufungskriterien für Brandgefahr nennenswert groß und Brandauswirkungen ggf. eher groß."

## WERKSTATT

### Sachstand

Die Kfz-Werkstatt ist seitlich der Südstrecke angeordnet. Eine manuelle Abschottung der Werkstatt durch Rolltore ist vorhanden. An den Kfz-Reparaturplätzen sind Handfeuerlöscher vorhanden, ebenso an den Eingängen zur Werkstatt.

Die Abluft des Schweißplatzes wird über eine Absaugung und ein Rolloch zur 3. Sohle gesondert abgewettert. In der Werkstatt und den angrenzenden Räumen sind brennbare Materialien, insbesondere Holz und Betriebsmittel, vorhanden.

Die Werkstatt ist in den Brandgefährdungsgrad 5 eingestuft.

### Bewertung

Die Einstufung ist nicht gerechtfertigt. Für die Werkstatt wäre zumindest der Brandgefährdungsgrad 4<sup>1)</sup> angebracht. Das Holz und andere brennbare Materialien sind zu entfernen und durch nichtbrennbare Materialien zu ersetzen. Das gilt auch für die Möblierung des Raumes. Zwei mobile 50-kg-Pulverlöschgeräte sind in der Werkstatt vorzuhalten. An jedem Kfz-Reparaturplatz sollten zwei Handfeuerlöscher (BUT PK 10(U), PG 12) gebündelt bereitstehen /E-3.2.7.1-13/.

Die Werkstatt ist mit einer redundant ausgelegten Brandmeldeanlage mit Fernübertragung zur zentralen Warte auszurüsten. Im Brandfall sollte die Abschottung der Werkstatt automatisch ausgelöst werden. Schweiß- und Brennarbeiten sollten nur dann durchgeführt werden, wenn über die Südstrecke kein Einlagerungstransport stattfindet /E-3.2.7.1-14/.

Die Kfz-Werkstatt liegt parallel zur Südstrecke mit Ausfahrt zur Südstrecke, so daß Kollisionen von ausfahrenden Fahrzeugen mit Transportfahrzeugen nicht ausgeschlossen werden können. Aus diesem Grunde sollte die Verkehrsregelung durch eine Ampelanlage erfolgen /E 3.2.7.1-15/.

## FAHRZEUGE

### Sachstand Fahrzeuge

Im Kontrollbereich der 4. Sohle stehen neben den in Kap. 3.2.2.2 bewerteten Fahrzeugen folgende Betriebsfahrzeuge zur Verfügung:

- 2 Fahrlader UL 2,

---

<sup>1)</sup> Brandgefährdungsgrad 4: "Eines der vier Einstufungskriterien für Brandgefahr (Zündbereitschaft, Zündmöglichkeit, Brandausbreitung, Brandauswirkungen) nennenswert groß."

- 1 Grubentransportfahrzeug,
- 1 Multicar 22
- 1 Werkstattwagen und
- 1 Geländefahrzeug.

Die Fahrzeuge sind gemäß Anordnung 2/88 mit Handfeuerlöschern ausgerüstet.

#### Bewertung Fahrzeuge

Alle Fahrzeuge im Kontrollbereich sollten den Brandschutzregelungen im OBA-Bezirk Clausthal-Zellerfeld (Fahrzeugschriften und Fahrzeugbetriebsrichtlinien) entsprechen. Die Fahrzeuge, bei denen es technisch möglich ist, sollten - unabhängig von der kW-Leistung - mit einer selbsttätigen bordfesten HRD-Feuerlöschanlage (automatische und manuelle Auslösung) ausgerüstet sein. Bei Kleinfahrzeugen ist eine Einzelbeurteilung angebracht /E-3.2.7.1-16/.

#### AUSRÜSTUNG DES BRANDSCHUTZSTÜTZPUNKTES

##### Sachstand

Der Gerätestützpunkt ist in einer Kammer des Ostquerschlages gegenüber der Stichstrecke zum Sprengmittellager eingerichtet. Die Ausrüstung besteht aus einem fahrbaren 4-Flaschen-CO<sub>2</sub>-Feuerlöschgerät (Anhängen) und einem Luftschaumrohr mit Zumischer und Schaummittel (2 x 20-kg-Kanister).

##### Bewertung

Die Ausrüstung des Brandschutzstützpunktes ist veraltet und zu ersetzen /E-3.2.7.1-17/. Der Gerätestützpunkt könnte beispielsweise mit einem fahrbaren 250-kg-Feuerlöscher als Anhängerfahrzeug und einem Löschanhänger mit Zumischer, Schaummittel und Armaturen (z.B. Kombirohr) ausgerüstet werden. Die Holztür des Gerätestützpunktes ist durch eine Stahlblechtür zu ersetzen.

#### ***Explosionsschutz untertage***

##### WESTFELD

##### Sachstand

Die Grube Bartensleben ist als schlagwettergefährdet eingestuft. Gasentwicklungen und Gasfreisetzungen aus eingelagerten Abfällen sind möglich. Kontrollmessungen, die halbjährlich in Form von Vollanalysen vorgenommen werden, haben über Jahre hinweg kein Methan und keinen Wasserstoff nachgewiesen.

Im Westfeld sind die Hohlräume seit Jahren aufgefahren und teils umfahren.

### Bewertung

Da im Westfeld keine neuen Grubenbaue vorgesehen sind, ist die Schlagwettergefährdung als gering einzustufen. Zur Verhinderung der Explosionsgefahr ist dem Westfeld jederzeit eine ausreichend große Wettermenge zuzuführen /E-3.2.7.1-18/.

Nach Abwurf der Einlagerungskammer sind alle Zugänge explosionsfest abzudämmen /E-3.2.7.1-19/.

### ABBAU 1

#### Sachstand

Nach den Vollanalysen wurde im Abbau 1 Wasserstoff nachgewiesen (0,01 Vol. %).

#### Bewertung

Zur Überwachung des Abbaus sollte eine kontinuierlich anzeigende H<sub>2</sub>-Meßeinrichtung mit Fernübertragung der Meßwerte zur zentralen Warte installiert werden /E-3.2.7.1-20/.

Nach Abwurf des Abbaus 1 ist dieser zu verfüllen und alle Zugänge sind explosionsfest abzudämmen /E-3.2.7.1-21/.

### NEUAUFFAHRUNGEN IM KONTROLLBEREICH

#### Sachstand

Auf der 4. Sohle werden zur Vorbereitung neuer Einlagerungsfelder und aus betrieblichen Gründen Neuauffahrungen durchgeführt.

#### Bewertung

Da die Grube Bartensleben als schlagwettergefährdet eingestuft ist, sind zusätzlich zu den Forderungen der Anweisung 4/88 der Bergbehörde Staßfurt im Kontrollbereich folgende Maßnahmen vorzusehen:

- in schlagwettergefährdeten Bereichen sind alle elektrischen Einrichtungen und Geräte schlagwettergeschützt auszuführen,
- Fahrzeuge sind schlagwettergeschützt auszuführen und
- in bläsergefährdeten Bereichen sind zusätzlich ortsfeste Methan-Meßgeräte mit Fernübertragung der Meßwerte zur zentralen Warte und mit automatischer Abschaltungsvorrichtung für elektrische Geräte und Einrichtungen zu installieren /E-3.2.7.1-22/.

### **3.2.7.2 Brandschutz übertage**

#### Sachstand

Für den abwehrenden und vorbeugenden Brandschutz übertage sind folgende Einrichtungen vorhanden:

- Betriebsfeuerwehr,
- Löschwasserversorgung,
- Löschwasserrückhaltung und
- Feuerlöscher.

Brandmeldeanlagen sind nicht vorhanden. Eine bauliche Trennung in Brandabschnitte liegt nicht vor. Als Brandlasten sind die radioaktiven Abfälle, Transportfahrzeuge, brennbare bauliche Einrichtungen und Betriebsmittel im Bereich der Containerhalle und Schachtförderanlage vorhanden.

#### Bewertung

Für den abwehrenden und vorbeugenden Brandschutz übertage sind, entsprechend den einschlägigen Vorschriften (Landesbauordnung, MBO, Industrieleitlinie etc.), allein im unmittelbaren Schachtbereich erhebliche bauliche, melde- und löschtechnische sowie organisatorische Verbesserungen erforderlich.

#### **BETRIEBSFEUERWEHR**

Ausrüstung und Stärke der Betriebsfeuerwehr sind ausreichend. Das Feuerwehrfahrzeug (Baujahr 1968) ist zur Zeit fahrbereit, aber veraltet. Eine Neuanschaffung ist zur Bekämpfung von Bränden im Zusammenhang mit radioaktiven Abfällen außerhalb der Containerhalle erforderlich /E-3.2.7.2-1/.

Übungen werden von der Betriebsfeuerwehr regelmäßig und in ausreichendem Maße durchgeführt. Eine Alarmierung der Betriebsfeuerwehr muß jederzeit möglich sein /E-3.2.7.2-2/.

#### **LÖSCHWASSERVERSORGUNG**

Die Löschwasserversorgung ist mit einer Durchlaßmenge von 80 m<sup>3</sup>/h und Leitungsdurchmessern von DN 80 (Einspeiseleitung) und DN 180 (Ringleitung) zu gering bemessen. Es ist eine ausreichende Bemessung der Löschwasserversorgung vorzunehmen /E-3.2.7.2-3/.

### LÖSCHWASSERENTNAHMESTELLEN

Hydranten für die äußere Löschwasserversorgung (Feuerwehr) sind in ausreichender Anzahl vorhanden; die jeweilige Hydrantenleistung ist jedoch zu überprüfen.

Am Schachtanschlag sollte ein zusätzlicher C-Wandhydrant installiert werden, ebenso sind C- und Schaumwandhydranten in der Containerhalle zu installieren /E-3.2.7.2-4/.

### LÖSCHWASSERRÜCKHALTUNG

Die Löschwasserrückhaltung ist den geforderten Löschmaßnahmen anzupassen /E-3.2.7.2-5/.

### FEUERLÖSCHER

In der Containerhalle und im Bereich der Schachtförderanlage sind Feuerlöscher in ausreichender Zahl vorzuhalten /E-3.2.7.2-6/.

### BRANDMELDEANLAGEN

Brandmeldeanlagen sind aufgrund vorhandener Brandlasten für die Containerhalle, die Schachtförderanlage und die E-Betriebsräume vorzusehen /E3.2.7.2-7/.

### BRANDABSCHNITTE

Das Schachtgebäude ist von der Containerhalle durch eine Brandwand gemäß DIN 4102 mit einer Feuerwiderstandsdauer F-90 bautechnisch abzutrennen. Hierbei sind Durchbrüche, Türen und Tore auch in der vorgenannten Feuerwiderstandsdauer auszuführen /E-3.2.7.2-8/.

Im Bereich der Containerhalle und der Turmförderanlage abzustellende Fahrzeuge sind in neu einzurichtenden separaten Fahrzeughallen, die eigene Brandabschnitte darstellen, unterzubringen /E-3.2.7.2-9/.

Alle Werkstätten im Schachtbereich sowie auf der 11-m-Bühne sollten aus dem Schachtbereich ausgelagert werden, da Brenn-, Schweiß-, Lackierarbeiten usw. eine Brand- und Explosionsgefahr darstellen /E-3.2.7.2-10/.

Der Sozialbereich (Kauen, Räume der Grubenwehr, Wäschelager, Laboratorien, Lampenstube) hat bislang keine separaten Brandabschnitte und wäre daher baulich neu zu gestalten. Ebenso entsprechen im genannten Bereich die Flucht- und Rettungswege (Notausgänge mit Antipanikschloß, Öffnungsrichtung) nicht den Anforderungen des Flucht- und Rettungsplans nach ArbStättV. Zum Teil sind gefangene Räume vorhanden.

Aus Gründen des Personenschutzes ist es erforderlich, den Sozialbereich außerhalb des Schachtbereichs neu zu errichten /E-3.2.7.2-11/.

#### **VERANTWORTLICHE PERSON**

Für den abwehrenden und vorbeugenden Brand- und Explosionsschutz unter- und übertage sollte eine verantwortliche Person (Brandsteiger, Brand- und Explosionsschutzbeauftragter) hauptamtlich bestellt werden /E-3.2.7.2-12/.

---

---

### 3.2.8 Radioaktive Abfälle

#### Sachstand

Die in Morsleben bisher eingelagerten Abfälle können zwei größeren Gruppen zugeordnet werden. Die erste Gruppe bilden die Kernkraftwerksabfälle (KKW-Abfälle), die im laufenden Betrieb der Kernkraftwerke Rheinsberg und Greifswald anfallen. Die zweite Gruppe umfaßt den gesamten restlichen Bereich der Anwendung und Produktion von Radionukliden (APR). Hauptabfallverursacher für APR-Abfälle war bisher das Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorf. Hinzu kommen eine Reihe von Abfallverursachern mittlerer Größe, wie z.B. das Zfl in Berlin-Buch und Leipzig, einzelne Universitäten und Industriebetriebe, sowie rund 1300 Stellen, die Abfälle in kleinsten Mengen abliefern /U-ERA 90/.

Die Abfälle werden unterschieden in "Feste Abfälle" (A1), "Flüssige Abfälle" (A2), "Umschlossene Strahlenquellen" (A3) und "Sonderabfälle" (A4). Für Sonderabfälle sind z.T. Konditionierungsverfahren festgelegt, die eine Überführung der Abfälle in eine endlagerfähige Form gewährleisten. Entsprechend der radiologischen Relevanz werden die einzelnen Abfallklassen (A1 - A4) noch einmal in sechs Strahlenschutzgruppen differenziert. Tabelle 3.2.8-1 gibt eine Übersicht über die Kriterien und Grenzwerte des beschriebenen Klassifizierungsschemas /U-ERA 90/.

**Tab. 3.2.8-1: Klassifizierung der Abfälle**

	A1	A2	A3
Strahlenschutzgruppe	Ortsdosisleistung [mSv/h]	Aktivitätskonzentration [GBq/m <sup>3</sup> ]	Aktivität je Quelle [GBq]
S1	0 - 2	Freigr. - 4	Freigr. - 0.2
S2	2 - 10	4 - 40	0.2 - 2
S3	10 - 100	40 - 400	2 - 20
S4	100 - 500	400 - 4 000	20 - 200
S5	500 - 1 000	4 000 - 40 000	200 - 10 <sup>6</sup>
S6	> 1 000	> 40 000	> 10 <sup>6</sup>

Bei den bislang eingelagerten "Festen Abfällen" handelt es sich im wesentlichen um

- feste, z.T. brennbare Mischabfälle und
- Eindampfrückstände (stückig,  $EDR_{st}$ )

in unverfestigter Form. In kleineren Mengen und Aktivitäten wurden weiterhin z.B. zementierte Harze, bituminierte Abfälle u.a.m. eingelagert.

Als "Flüssige Abfälle" werden zum weitaus größten Teil flüssige Eindampfrückstände ( $EDR_{fl}$ ) mit Braunkohlefilterasche in situ verfestigt. Die Abfälle liegen ausschließlich in wäßriger Form vor.

Als "Umschlossene Strahlenquellen" werden Gamma-Strahler endgelagert, deren Umhüllungen unversehrt sind. Beta-Strahler, Alpha-Strahler mit einer Aktivität  $< 1$  MBq sowie undichte Strahlenquellen werden derzeit in Zement verfestigt und den "Festen Abfällen" zugeordnet.

Bis Ende 1989 wurden rund 14 000 m<sup>3</sup> Abfälle in Morsleben endgelagert. Davon entfallen rund 40 % auf die festen, der Rest auf die flüssigen Abfälle. Die Strahlenquellen fallen volumenmäßig nicht ins Gewicht. Der Aktivitätsanteil der "Festen Abfälle" betrug ca. 70 % der Gesamtaktivität. Der Anteil an Strahlenquellen beträgt ca. 1 % der eingelagerten Aktivität.

Hauptlieferanten sind in den letzten Jahren die Kernkraftwerke. Ihr Anteil am eingelagerten Abfall machte beispielsweise im Jahr 1989 83 % des Volumens und 82 % der Aktivität aus /U-ERA 90b/.

Eine Sonderstellung nehmen die im Untertagefeld (UMF) des Endlagers Morsleben eingelagerten Strahlenquellen der Strahlenschutzgruppe S5 und feste Abfälle der Strahlenschutzgruppe S6 ein. Ihre Einlagerung erfolgte im Rahmen eines sogenannten Industrieversuchs in rückholbarer Form. Es handelt sich hierbei um die großtechnische Erprobung einer Einlagerungstechnik. Mit der Beendigung des Industrieversuchs wurde von der Genehmigungsbehörde (SAAS) am 24.10.89 eine befristete Genehmigung zum sogenannten Probebetrieb der Technologie "Transport und Endlagerung von Spezialcontainern mit radioaktiven Abfällen" /U-STA 89/ erteilt. Mit dieser Genehmigung können einerseits die bis dato eingelagerten Strahlenquellen und festen Abfälle (A3/S5 und A1/S6) endgelagert werden. Andererseits ermöglicht sie die Endlagerung von Strahlenquellen der Strahlenschutzgruppen S5 und S6 sowie von festen Abfällen mit einer Aktivitätskonzentration von bis zu 100 TBq/l, d.h. der Strahlenschutzgruppe S6. Von dieser Möglichkeit ist bislang allerdings kein Gebrauch gemacht worden.

An die Abfälle werden Anforderungen gestellt, die in Fachbereichsstandards festgelegt sind. Für die bisher in Morsleben endgelagerten Abfälle sind diese Anforderungen in dem Fachbereichsstandard TGL 190-921, Teil 1-5 zusammengestellt /R-VEK 85/.

Ferner liegen Entwürfe von zusätzlichen Teilen des genannten Fachbereichsstandards sowie sogenannte Anwenderinformationen vor, die als Vorstufe zu Entwürfen anzusehen sind.

Bislang sind derartige Anforderungen für die folgenden Abfallarten veröffentlicht:

- Abfallart A1 (Feste Abfälle), Strahlenschutzgruppe S6,
- Abfallart A1, Verfestigte Eindampfkonzentrate (EDR<sub>st</sub>), Strahlenschutzgruppe S1/S2 bzw. Strahlenschutzgruppe S3,
- Abfallart A1, Kleinstmengen fester Abfälle,
- Abfallart A3 (Umschlossene Strahlenquellen), Strahlenschutzgruppe S5,
- Abfallart A3 mit größeren Abmessungen als SB-Container, Strahlenschutzgruppe S1-S4,
- Abfallart A4.2 (Flüssig-wäßrige Abfälle)
  - a) Flüssigkeit-Harz-Gemische, Strahlenschutzgruppe S1/S2
  - b) Entwässerte Harze/Schlämme, Strahlenschutzgruppe S1-S5,
- Abfallart A4.3 (Flüssig-organische Abfälle), Strahlenschutzgruppe S1/S2,
- Abfallart A4.7 (Sperrige Abfälle), Strahlenschutzgruppe S1/S2,
- Abfallart A4.8 (Abfälle in offener Form, die Alpha-Strahler mit > 0,4 GBq/m<sup>3</sup> enthalten), Strahlenschutzgruppe S1 und
- Abfallart A4.10 (Offene Strahlenquellen), Strahlenschutzgruppe S1-S4.

Weiterhin gibt es Vorschläge zur Einlagerungstechnik und den diesbezüglichen Anforderungen für:

- Abfallart 4.4 (Gasförmige oder gasentwickelnde Abfälle), hier:
  - Tritiumabfälle hoher Aktivität und
- Abfallart 4.9 (Neutronenquellen).

Für die Sonderabfälle (A4) existieren ferner allgemeine Konditionierungsanweisungen /U-KÖR 83/.

Die TGL 190 - 921, die o.g. Anwenderinformationen Nr. 3, 5, 9 und 10 sowie die Konditionierungsanweisung /U-KÖR 83/ sind Bestandteil der Betriebsgenehmigung des Endlagers /U-STA 86/. Die übrigen Anforderungen können fallweise bei separaten Zustimmungen zur Einlagerung entsprechender Sonder-

abfälle zur Anwendung kommen. Bisher ist jedoch nur von einem Teil der Anwenderinformationen Gebrauch gemacht worden.

Tabelle 3.2.8-2 gibt eine Übersicht der Grundanforderungen, die in den Teilen 2 - 5 der TGL 190 - 921 für alle entsprechenden Abfälle formuliert sind. Zum Vergleich sind die Grundanforderungen der vorläufigen Endlagerungsbedingungen für das geplante Endlager Konrad /L-BFS 90/ mit aufgeführt. Die Gegenüberstellung zeigt wesentliche Unterschiede bei der Einlagerung flüssiger Abfälle im ERAM (in Konrad nicht zugelassen), bei der Festlegung des pH-Wertes bei Kontakt mit Wasser (in Konrad wegen der Alkalität des Pumpversatzes nicht erforderlich), bei der Begrenzung bzw. Anforderung an den Behälter für Rn 220-freisetzende Abfälle (in Morsleben bislang nicht relevant) und schließlich bei der Begrenzung des Alpha-Gehaltes bzw. des Gehaltes an spaltbarem Material.

Die ersten beiden der genannten Unterschiede beruhen auf den unterschiedlichen Einlagerungstechniken. Die dritte der genannten Abweichungen geht darauf zurück, daß Thorium (als Muttersubstanz) als Kernbrennstoff in der ehemaligen DDR nicht in nennenswerten Mengen gehandhabt wurde. Daher bestand keine Notwendigkeit für eine Begrenzung der Rn 220-Freisetzung. Der letzte Unterschied schließlich charakterisiert eine grundsätzlich andere Zielsetzung beider Endlager.

Für Morsleben ist die Einlagerung größerer Aktivitäten von Alpha-Strahlern nicht zugelassen. Somit entfällt ein Großteil der Abfälle aus dem Bereich des Brennstoffkreislaufs und den entsprechenden Forschungsaktivitäten. Die für Konrad zugelassenen Abfälle lassen hingegen ein deutlich höheres Aktivitätsniveau für Alpha-Strahler zu. Dies spiegelt sich zwangsläufig in den Sicherheitsvorkehrungen des Endlagers wider.

Tab. 3.2.8-2: Grundanforderungen

Konrad	Morsleben
<p>nur feste Abfälle</p> <p>nicht faul- und gärfähig</p> <p>keine Gase enthalten oder freisetzen</p> <p>keine selbstentzündlichen oder explosiven Stoffe</p> <p>&lt; 50 g spaltbares Material / 0.1 m<sup>3</sup></p> <p>Anforderungen an Fixierungsmittel (entfällt wegen Betonversatz)</p> <p>Rn 220 - Begrenzung</p> <p>keine AbfG - Abfälle</p> <p>&lt; 2 mSv/h im Mittel, &lt; 10 mSv/h maximal an der Oberfläche &lt; 0.1 mSv/h in 1 m (Einzelgebinde) &lt; 0.1 mSv/h in 2 m (Container)</p> <p>&lt; 0.37 Bq/cm<sup>2</sup> α-Strahler &lt; 3.7 Bq/cm<sup>2</sup> β/γ-Strahler</p> <p>Anlieferung drucklos</p>	<p>-</p> <p>nicht faul- und gärfähig</p> <p>keine Gase entwickeln</p> <p>Flammpunkt &gt; 373 K</p> <p>keine chemisch stark reaktionsfähigen Stoffe</p> <p>&lt; 0.4 GBq/m<sup>3</sup> α-Strahler (= 0.017 g Pu 239/0.1 m<sup>3</sup>)</p> <p>entfällt</p> <p>pH-Wert bei Kontakt mit Wasser &gt; 5 und &lt; 9</p> <p>-</p> <p>keine Gifte</p> <p>&lt; 1 mSv/h in 0.1 m (S5)</p> <p>Transportvorschriften</p> <p>&lt; 0.5 Bq/cm<sup>2</sup> α-Strahler &lt; 5 Bq/cm<sup>2</sup> β/γ-Strahler</p> <p>-</p>

### Bewertung

Die an die Abfälle gestellten Anforderungen sind ganz auf die tatsächlich anfallenden oder zu erwartenden Abfälle abgestellt. Sie implizieren somit eine Reihe von Eigenschaften, die nicht notwendigerweise von allen Abfällen erfüllt werden. Ferner erfordert die Vorgehensweise eine ständige Neuanpassung der Anforderungen an den Stand von Wissenschaft und Technik, soweit sich Änderungen für die Abfalleigenschaften ergeben. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, für das Endlager Morsleben einen neuen konsistenten und abdeckenden Satz von Anforderungen an die Abfälle zu erstellen /E-3.2.8-1/.

Die momentan gültigen Anforderungen zeichnen sich u.a. durch eine Vielzahl von Rechtsvorschriften unterschiedlicher Verbindlichkeit aus. Das auf den ersten Blick scheinbar einfache und leicht überschaubare Konzept einer Gliederung der Anforderungen nach Abfallarten und Strahlenschutzgruppen wird durch Ausnahmeregelungen, Sondervorschriften und in der Genehmigung ergänzend herangezogene Unterlagen ins Gegenteil verkehrt. Diese Situation wird durch die oben empfohlene Erstellung allgemein gültiger, nicht abfallspezifischer Anforderungen ebenfalls bereinigt.

### **3.2.8.1 – Aktivitätsinventar**

#### ***Eingelagerte Abfälle (Stand 1989)***

#### Sachstand

Die Aktivitäten werden auf dem Formblatt gemäß Abb. 3.2.8-1 in der Regel nur für die gut meßbaren Gamma-Strahler angegeben. Lediglich für APR-Abfälle werden, wenn die gehandhabten Radionuklide im einzelnen bekannt sind, auch weitere Radionuklide deklariert. Aus diesem Grunde liegen von den Abfällen summarische Aktivitätsangaben nur für die gut meßbaren Gamma-Strahler vor.

#### Bewertung

Um zu einer den Anforderungen der vorliegenden Sicherheitsbewertung entsprechenden nuklidspezifischen Charakterisierung der Abfälle zu gelangen, wurde ein an die Vorgehensweise bei der Sicherheitsanalyse Konrad angelehntes Verfahren gewählt.

Muster 1

Übergabe/Übernahmeprotokoll  
 von 1 3 4 8 9 10  
05 01  
 Stempel d. Abfalllieferers Vertragsnummer  
 Betr.-Nr. d. Abfalllieferers Die unten aufgeführten Abfälle stehen zur Erfassung bereit.  
Gewünschter Übergabetermin: .....  
 an Datum, Unterschrift d. Abfalllieferers  
 VE Komb. KKW "Bruno Leuschner" Der Erfassung der beschriebenen Abfälle wird zugestimmt.  
 BT Endlager für radioaktive Abfälle Bestätigter Übergabetermin: .....  
 3241 Morsleben Datum, Unterschrift d. Endlagerers  
 Erfassungsart

Tabelle:

Lfd. Nr.	Angaben zum Abfall	Radionuklide gemäß Zeile 7									
		lfd. Radionuklid Aktivität in MBq									
1.0	Abfallart (Erfassungsform)...	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2.0	Strahlenschutzgruppe .....	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
3.0	Verpackungsart .....	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
4.0	Anzahl der Fässer	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
5.1	Volumen in m <sup>3</sup>	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
5.2	Anzahl der Quellen	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
5.3	Abmessungen in cm .....	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
6.0	Masse in kg	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
7.0	Anzahl der vorhand. Nuklide	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
9.0	Äquivalentdosisleistung in mSv.h <sup>-1</sup> .....	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
10.0	Einlagerungsdaten	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
10.1	Einlagerungsdatum:	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195
10.2	Einlagerungsort:	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
11.0	Weitere Angaben zur Zusammen- setzung des Abfalls: .....	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225

Abb. 3.2.8-1: Muster des Formblattes zur Deklaration des Aktivitätsinventars /R-VEK 85/

Der überwiegende Teil der in Morsleben eingelagerten Abfälle stammt aus Kernkraftwerken (s.o.). Für diesen Teil der Abfälle kann analog zu Konrad die Aktivität radiologisch relevanter Einzelnuclide aus Korrelationen zu leicht meßbaren, sog. Schlüsselnucliden abgeleitet werden /L-WUR 90/.

Punktuelle Vergleiche der im Abfall der WWER 400-Reaktoren Greifswald gemessenen Aktivitätskonzentrationen und deren Korrelationen mit denen westdeutscher Leichtwasserreaktoren /L-SCH 90/ ergeben, daß die Abfallaktivität von schwer meßbaren, radiologisch relevanten Nucliden mit hinreichender Genauigkeit aus den LWR-Daten abgeleitet werden kann. Mangels detaillierter, abfallspezifischer Informationen über Nuclidkorrelationen bei Abfällen von WWER-Reaktoren wird daher auf die für deutsche Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren abgeleiteten Werte zurückgegriffen.

Das Programm ERNA /L-GRS 90/, welches das o.g. Verfahren und die damit ermittelten Nuclidkorrelationen enthält, wurde daher auf die im ERAM endgelagerten KKW-Abfälle angewendet. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß diese Vorgehensweise zwar plausibel, durch Messungen jedoch nur unzureichend abgesichert ist. Eine Überprüfung anhand repräsentativer Meßwerte ist daher unumgänglich /E-3.2.8.1-1/.

Bei Abfällen aus der Anwendung und Produktion von Radionucliden (APR) ist dieses Verfahren nicht unmittelbar anwendbar. Bei genauerer Analyse des Abfallaufkommens zeigt sich jedoch, daß der dominierende Teil dieser Abfälle aus dem Zentralinstitut für Kernforschung in Rossendorf stammt. Die hier anfallenden Abfälle sind eng mit dem Betrieb des dortigen Forschungsreaktors und der damit verbundenen Einrichtungen verknüpft. Man kann daher zunächst eine Analogie zu den Verhältnissen bei Leichtwasserreaktoren vermuten. Messungen am Primärkühlmittel des Forschungsreaktors Rossendorf /L-NIE 88/ weisen aus, daß die dort anzutreffenden Nuclidkorrelationen mit denen des Primärkühlmittels von WWER-400-Reaktoren vergleichbar sind. Die Anwendung des oben beschriebenen Verfahrens der Nuclidkorrelation auf die APR-Abfälle führt für einzelne Nuclide zu einer Überschätzung der Nuclidaktivität. Da sich aus den vorliegenden Messungen am Primärkühlmittel von Greifswald und Abfällen aus dieser Anlage ebenfalls vergleichbare Nuclidkorrelationen ergeben, kann das Verfahren mit hinreichender Genauigkeit zur Ermittlung der nuclid-spezifischen Aktivitäten auch für APR-Abfälle herangezogen werden. Daher wird auch für diese Abfälle das Programm ERNA zur Ermittlung nuclid-spezifischer Aktivitäten im Endlager Morsleben herangezogen. Allerdings gelten für die Anwendung und die Ergebnisse die gleichen Einschränkungen wie für die Kernkraftwerksabfälle /E-3.2.8.1-1/.

Bei der Anwendung von ERNA wird folgendermaßen vorgegangen. Die deklarierte Gesamtaktivität wird entsprechend den jeweils zugrunde gelegten Nuclid-spektren (relative Anteile der Einzelnuclide an der Gesamtaktivität) in nuclid-

spezifische Aktivitäten umgerechnet. Die so ermittelten Werte werden als Meßwerte eingegeben. Die Dichte des Abfalls wird bei festen Mischabfällen (Nordstrecke, Westfeld) mit  $1 \text{ g/cm}^3$ , bei Mischungen derartiger Abfälle mit EDR<sub>st</sub> (Abbau 1 und 2) mit  $1,5 \text{ g/cm}^3$  und bei verfestigten flüssigen Abfällen (Abbau 2 und 3) mit  $2 \text{ g/cm}^3$  angenommen. Als Restfeuchte wird bei allen festen Abfällen 10 %, bei verfestigten flüssigen Abfällen 30 % unterstellt. Nachfolgend wird auf diese Weise die eingelagerte Aktivität der einzelnen Einlagerungsbereiche sowie im gesamten Endlager ermittelt (Tab. 3.2.8-3).

## WESTFELD

### Sachstand

Im Westfeld werden seit 1981 Abfälle in Stapeltechnik endgelagert. Von den bislang im Westfeld befindlichen knapp  $4\,000 \text{ m}^3$  Abfällen sind rund zwei Drittel auf der ersten, unteren Ebene gelagert und bereits mit Salzgrus versetzt. Der Rest ist unversetzt auf den versetzten Abfällen gestapelt.

Das Aktivitätsinventar im Westfeld wird mit  $4,5 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$  bis Ende 1989 angegeben /U-ERA 90, U-ERA 90b/.

### Bewertung

Mit der deklarierten Gesamtaktivität und der Nuklidverteilung gemäß /U-ERA 90/ wird mit ERNA eine Gesamtaktivität von  $4,9 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$  abgeschätzt. Der radioaktive Zerfall bleibt unberücksichtigt. Bei angenommener gleichförmiger Einlagerung der Abfälle über die Einlagerungszeit würde sich ein etwa halb so hohes Aktivitätsinventar ergeben.

Die nuklidspezifischen Ergebnisse finden sich in Tab. 3.2.8-4. In den angegebenen Aktivitäten für das Westfeld sind die vom Endlager zusätzlich genannten Aktivitäten für die Radionuklide H 3 und C 14 /U-ERA 90b/ nicht enthalten, da sich die Angaben nicht nach Einlagerungsbereichen aufschlüsseln lassen.

## NORDSTRECKE

### Sachstand

In der Nordstrecke wurden von 1979 bis 1981 Abfälle in Stapeltechnik eingelagert. Es handelt sich dabei um  $1\,090 \text{ m}^3$  Abfälle mit einer deklarierten Gesamtaktivität von  $5 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$ . Die Abfälle stammen fast ausschließlich aus dem APR-Bereich. Nuklidspezifische Angaben zum Aktivitätsinventar liegen nicht vor. Eine weitere Einlagerung in der Nordstrecke ist nicht geplant.

Tab. 3.2.8-3: Eingelagerte Abfälle (Stand: 1989)

Bereich	Deklarierte Gesamtakt. [TBq]	Berechnete <sup>2)</sup> $\beta/\gamma$ -Akt. [TBq]	Berechnete <sup>2)</sup> $\alpha$ -Akt. [MBq]	Volumen [m <sup>3</sup> ]
Nordstrecke	5	5	82	1 090
Westfeld	45	49	670	3 810
Abbau 1				
A1-Abfälle	102	120	1 600	615
A3-Abfälle <sup>1)</sup>	4	4	-	-
Abbau 2				
A1-Abfälle	6.3	7.3	110	73
A2-Abfälle	4.7	7.7	120	561
Abbau 3	73	110	1 800	7 414
4a-Sohle	52	52	-	220
Summe (gerundet)	292	355	4 000	13 800

<sup>1)</sup> Für die Strahlenquellen liegen keine nuklidspezifischen Aktivitätsangaben vor. Daher wird die deklarierte Gesamtaktivität unverändert übernommen.

<sup>2)</sup> Mit ERNA berechnet auf der Basis der im Sicherheitsbericht angegebenen Nuklidvektoren und Aktivitäten

Tab. 3.2.8-4: Nuklidspezifische Aktivitätsangaben zu den eingelagerten Aktivitäten (Stand: Ende 1989)

Bereich	Aktivität [Bq]								
	H 3	C 14	Cl 36	Co 60	Tc 99	I 129	Cs 137	Ra 226	Pu 239
Nordstrecke	4E10	3E10		7.5E11		7.6E4	9.5E11		2.5E7
Westfeld	3.6E12	2.7E12		6.7E12		5.1E5	8.5E12		1.9E8
Abbau 1 (nur A1)	5.7E11	2.2E11		3.1E13		7.0E5	2.7E13		3.7E8
Abbau 2									
A1-Abfälle	6.8E10	1.7E10		1.9E12		5.3E4	1.6E12		2.6E7
A2-Abfälle	1.6E12	2.3E10		9.4E11		1.0E5	1.4E12		3.5E7
Abbau 3	2.1E13	3.3E11		1.5E13		1.5E6	2.2E13		5.3E8
4a-Sohle	-	-		5.2E13		-	-		-
Summe <sup>1)</sup>	2.7E13	3.3E12	≤ 1.E9	1.1E14	≤ 1.E9 <sup>2)</sup>	2.9E6	6.1E13	1.6E10 <sup>3)</sup>	1.2E9
zusätzlich explizit genannte Aktivitäten <sup>3)</sup>	4.7E11	1.4E12							
Summe	2.7E13	4.7E12	≤ 1.E9	1.1E14	≤ 1.E9 <sup>2)</sup>	2.9E6	6.1E13	1.6E10 <sup>3)</sup>	1.2E9

<sup>1)</sup> außer Cl 36, Tc 99 und Ra 226 mit ERNA ermittelt

<sup>2)</sup> bislang nur geringfügig eingelagert, 1988 aber z. B.  $2.1 \cdot 10^{13}$  Bq neu im Umlauf

<sup>3)</sup> aus /U-ERA 90b/

Bewertung

Das Nuklidspektrum der Nordstrecke wird von uns als näherungsweise vergleichbar mit dem des Westfeldes angesehen, da es sich um die gleiche Abfallart (feste Mischabfälle geringer Aktivität) handelt. Die Aktivität der Schlüsselnuclide Co 60 und Cs 137 sowie weiterer Radionuklide läßt sich daher aus der Umrechnung der für das Westfeld in /U-ERA 90/ angegebenen prozentualen Verteilung der Aktivität dieser Nuklide auf die Gesamtaktivität der Nordstrecke ermitteln.

Mit ERNA erhält man für die Nordstrecke eine berechnete Gesamtaktivität von  $5,0 \cdot 10^{12}$  Bq, die mit der deklarierten Gesamtaktivität übereinstimmt. Die nuklidspezifischen Ergebnisse sind in Tab. 3.2.8-4 zusammengestellt. Der radioaktive Zerfall ist bei dieser Rechnung nicht berücksichtigt. Dies bedeutet eine Überschätzung des Aktivitätsinventars um mehr als den Faktor 3. Damit wird angesichts der beschriebenen Unsicherheiten der Vorgehensweise ein konservatives Gesamtergebnis sichergestellt.

## ABBAU 1

Sachstand

Der Abbau 1 wird seit 1981 bis heute in Versturztechnik befüllt. Bislang wurden etwas mehr als 600 m<sup>3</sup> fester Mischabfälle, EDR<sub>st</sub> und Strahlenquellen (etwa 5 800 Stück) endgelagert. Die Abfälle werden größtenteils unverfestigt und ohne Behälter versturzt. Für den Abbau 1 ist in /U-ERA 90/ ein Nuklidspektrum angegeben. Ferner erhält man aus /U-ERA 90, U-ERA 90b/ eine deklarierte Gesamtaktivität von 106 TBq, wovon 4 TBq auf die Strahlenquellen entfallen.

Bewertung

Mit ERNA errechnet sich für den Abbau 1 eine Gesamtaktivität von 124 TBq. Die Aktivität der Strahlenquellen wurde hierbei in die ERNA-Rechnungen nicht mit einbezogen, sondern unverändert übernommen.

Die angegebenen Werte berücksichtigen nicht den radioaktiven Zerfall und den Einlagerungsablauf. Bei angenommener gleichförmiger Einlagerung über den gesamten Zeitraum von 1981 bis 1989 erhält man einen Reduktionsfaktor gegenüber der mit ERNA berechneten Gesamtaktivität von 2, d.h. die ermittelte Gesamtaktivität von 120 TBq (ohne Strahlenquellen) würde sich auf 60 TBq verringern. Nuklidspezifische Angaben zu den mit ERNA berechneten Aktivitäten finden sich in Tabelle 3.2.8-4.

## Abbau 2

### Sachstand

Im Abbau 2 wird erst seit 1988 eingelagert. Dabei werden sowohl flüssige Abfälle mit Braunkohlefilteraschen (BFA) verfestigt (Durchsumpfung), als auch feste Abfälle verstürzt. Bis 1989 wurden rund 560 m<sup>3</sup> mit der Durchsumpfungstechnik befüllt, etwa 70 m<sup>3</sup> wurden in Versturztechnik eingelagert. Die Versturztechnik ist die gleiche wie für den Abbau 1.

### Bewertung

Für die festen Abfälle wird das für den Abbau 1 in /U-ERA 90/ angegebene Nuklidspektrum zugrunde gelegt, da es sich um vergleichbare Abfälle (überwiegend EDR<sub>st</sub>) handelt. Für die flüssigen Abfälle findet der in /U-ERA 90/ für EDR<sub>fl</sub> genannte Nuklidvektor Anwendung, da diese Abfallart über 90 % der flüssigen Abfälle ausmacht.

Aus der deklarierten Gesamtaktivität von 11 TBq wird mit ERNA eine Gesamtaktivität von 15 TBq errechnet. Die Berücksichtigung des radioaktiven Zerfalls würde hier aufgrund des kurzen Einlagerungszeitraums eine Reduktion um etwa ein Viertel der Gesamtaktivität liefern.

## ABBAU 3

### Sachstand

Im Abbau 3 wurden von 1978 bis 1987 flüssige Abfälle mit der Durchsumpfungstechnik endgelagert. Ferner wurden 1983 versuchsweise wäßrige Abfälle mit höherer Tritiumaktivität eingelagert /U-ERA 84/. Die deklarierte Gesamtaktivität des Abbaus 3 wird in /U-ERA 90/ mit 73 TBq angegeben.

### Bewertung

Mit dem für EDR<sub>fl</sub> spezifizierten Nuklidspektrum errechnet sich aus der deklarierten Gesamtaktivität mit ERNA eine Gesamtaktivität von 110 TBq. Der radioaktive Zerfall ist hierbei nicht berücksichtigt, was eine Überschätzung der Gesamtaktivität um den Faktor 2 bedeutet.

## 4a SOHLE

### Sachstand

Auf der 4a Sohle wurden 1989 vier Co 60-Quellen mit insgesamt 52 TBq eingelagert. Die übrigen rund 200 m<sup>3</sup> schwach kontaminierter Abfälle liefern zur Gesamtaktivität keinen nennenswerten Beitrag.

### Bewertung

Eine Umrechnung dieser Aktivität mit ERNA ist nicht erforderlich, da es sich um reine Co-60-Quellen handelt. Der radioaktive Zerfall reduziert die Gesamaktivität aufgrund der kurzen Lagerzeit nur vernachlässigbar.

## UNTERTAGEMESSFELD

### Sachstand

Die bislang im Untertagemessfeld befindliche Aktivität ist, wie in Abschnitt 3.2.8 dargestellt, nicht endgelagert. Entsprechend dem Charakter des Industrieversuchs ist sie als zwischengelagert anzusehen. Eine Endlagerung setzt aufgrund der Genehmigungsvoraussetzungen in /U-STA 89/ eine Überführung in andere Bohrlöcher voraus.

Nach /U-ERA 90/ befinden sich derzeit in zwei Bohrlöchern (A1, A2):

- 3 500 TBq Co 60 und Cs 137 sowie
- 220 TBq Eu 154.

Aus /U-BIF 87/ und den Beladeprotokollen des Bohrlochs A2 /U-IFE 87/ geht jedoch hervor, daß die 1985 im Bohrloch A1 eingelagerten 1100 TBq Co 60 am 17.2.1987 von A1 nach A2 umgelagert wurden. Mit den übrigen in A2 eingelagerten Strahlenquellen ergibt sich danach folgende Aktivitätsbeladung von A2 zum Zeitpunkt der Beladung, die der Bewertung zugrunde gelegt wird:

- 2 260 TBq Co 60,
- 93 TBq Cs 137,
- 80 TBq Eu 152,
- 103 TBq Eu 154 und
- 40 TBq Eu 155.

### Bewertung

Aus /U-IFE 87/ geht bereits hervor, daß die Aktivitätsangaben mit Unsicherheiten behaftet sind. Die Aktivität des bereits im Bohrloch A1 eingesetzten Behälters mit Co 60-Quellen (SC1) wurde beispielsweise vor der Umlagerung um rund 20 % nach unten korrigiert. Beim Behälter SC4 weist die Dosisleistungsmessung auf eine höhere als die deklarierte Aktivität hin. Für die vorliegende Bewertung können die o.g. Werte auf der Basis der Beladeprotokolle dennoch zugrunde gelegt werden, da die möglichen Unsicherheiten der Aktivitätsangaben durch die Vernachlässigung des Zerfalls kompensiert werden.

Vor einer Endlagerung dieser Quellen wird jedoch empfohlen, eine exakte Aktivitätsbestimmung unter Beachtung der Strahlenschutzbelange des Personals durchzuführen /E-3.2.8.1-2/.

### **Zukünftige Abfälle (Stand 2000)**

#### **Sachstand**

Zur Ermittlung der zukünftig in Morsleben einzulagernden Abfälle werden in /U-ERA 90/ zwei Wege beschritten. Zum einen wird das Aufkommen an radioaktiven Abfällen bis zum Jahr 2030 aus den bislang bekannten Abfalldaten abgeschätzt. Dazu werden getrennte Betrachtungen für KKW- und APR-Abfälle angestellt. Da die erwarteten KKW-Abfälle auf der Basis eines Weiterbetriebs des bis 1989 geplanten Zubaus von Kernkraftwerken ermittelt werden, haben die in /U-ERA 90/ angegebenen Zahlenwerte allerdings nur hypothetischen Charakter. Ähnliches gilt auch für einen Teil der APR-Abfälle, da entsprechende Techniken und Verfahren in Zukunft entfallen.

Der zweite in /U-ERA 90/ eingeschlagene Weg zur Prognose der zukünftigen Abfälle im Endlager Morsleben beruht auf einer Untersuchung der zur Verfügung stehenden und zur Endlagerung geeigneten Hohlräume sowie der Ausbauplanung des Endlagers in Form von Neuauffahrungen. Diesen Einlagerungsbereichen werden Abfallarten und -mengen zugeordnet. Ferner werden für die einzelnen Abfallarten Bereiche der erwarteten Aktivitätskonzentrationen genannt. Die Ergebnisse dieser Analyse bilden die Grundlage für die Sicherheitsbetrachtungen zur Nachbetriebsphase. Sie nehmen nur hinsichtlich der Aktivitätskonzentrationen auf tatsächlich anfallende Abfälle Bezug. Alle übrigen Daten beschreiben die Möglichkeiten des Endlagers unabhängig vom tatsächlichen Abfallaufkommen.

Das bei der zukünftigen Einlagerung anzuwendende Verfahren zur Erfassung der Abfälle und ihrer Daten bleibt, soweit aus /U-ERA 90/ erkennbar, unverändert. Demzufolge ist auch eine Charakterisierung der Abfälle nur im bisherigen Umfang möglich.

#### **Bewertung**

Für die nachfolgenden Analysen wird durchgehend das zuvor beschriebene zweite Verfahren der Aktivitätsermittlung angewandt. Dies gilt aus Konsistenzgründen auch dann, wenn entsprechende Endlagertechniken in Zukunft voraussichtlich nicht mehr praktiziert werden.

Es ist nicht absehbar, ob es zu Neuauffahrungen kommt. Aus diesem Grunde wird die Ermittlung der Aktivitätsinventare auf die bereits aufgefahrenen Hohlräume beschränkt. Die Befüllung dieser Einlagerungsbereiche wird in /U-ERA 90/ bis zum Jahr 2000 unterstellt. Die übrigen o.g. Einschränkungen

bezüglich des Realismus der Abfalldaten sind hier von sekundärer Bedeutung, da das Verfahren ohnehin darauf abzielt, einlagerbare Aktivitäten zu ermitteln, und von den übrigen Abfalleigenschaften nur beschränkt Kredit nimmt.

Der Einlagerungszeitraum bis zum Jahr 2000 deckt sich zudem mit dem derzeit genehmigten Zeitraum der Einlagerung.

Die vorliegende Bewertung zielt auf eine Identifikation von potentiellen Gefahren für Personal und Umgebung des Endlagers. Hierfür ist es nicht erforderlich, die Grenzen des einlagerbaren Aktivitätsinventars vollständig auszuloten. Daher werden bei der Anwendung des oben beschriebenen Verfahrens nicht die theoretischen Maximalwerte der Aktivitätskonzentrationen herangezogen. Im Sinne der Ermittlung eines abdeckenden Erwartungswertes werden vielmehr die Obergrenzen der Erfahrungswerte für die Aktivitätskonzentration verwendet.

Die bisherige Erfassung der eingelagerten Abfälle und ihrer Aktivitäten wurde bereits im vorhergehenden Abschnitt als unzureichend gekennzeichnet. Für die zukünftige Einlagerung ist es erforderlich:

- ein Instrumentarium zu entwickeln, durch das sicherstellt wird, daß alle radioologisch relevanten Radionuklide erfaßt und die Abfälle ihren Verursachern eindeutig zugeordnet werden können,
- eine Bilanzierung der eingelagerten Aktivitäten durchzuführen,
- Deklarationsgrenzwerte festzulegen, um die Erfassung von Scheinaktivitäten zu vermeiden,
- die Installation entsprechend geeigneter Meßverfahren und die Entwicklung von Berechnungsmethoden bei den Abfallverursachern zu veranlassen, um eine hinreichend genaue Deklaration der einzulagernden Abfälle sicherzustellen. Die Umsetzung dieser Empfehlung sollte spätestens vor der Endlagerung von Abfällen erfolgen, die von dem bislang eingelagerten Abfallspektrum wesentlich abweichen /E-3.2.8.1-3/.

Die konkrete Anwendung des Verfahrens wird im folgenden getrennt für die einzelnen Einlagerungsbereiche dargestellt und diskutiert.

## WESTFELD

### Sachstand

Aus den Angaben über das Hohlraumvolumen und die eingelagerten Abfälle im Westfeld in /U-ERA 90/ geht hervor, daß noch rund 850 m<sup>3</sup> Abfälle im Westfeld eingelagert werden können. Hiervon sollen 800 m<sup>3</sup> aus zementierten Harzen der Strahlenschutzgruppen S1 und S2 bestehen. Der Rest entfällt auf feste Mischabfälle der gleichen Strahlenschutzgruppen und entspricht dem bisher eingelagerten Abfall. Die Aktivitätskonzentration der Abfälle wird mit

10 - 40 GBq/m<sup>3</sup> angegeben, woraus sich ein maximales Inventar von 34 TBq berechnen läßt.

### Bewertung

Der o.g. Bereich der Aktivitätskonzentration reicht etwa von der mittleren Konzentration der bisherigen Abfälle (13 GBq/m<sup>3</sup>) bis zu den derzeitigen Maximalwerten einzelner Abfallchargen (~ 50 GBq/m<sup>3</sup>). Für die Bewertung wird der Maximalwert von 50 GBq/m<sup>3</sup> für die Mischabfälle zugrunde gelegt. Für die zementierten Harze wird mangels abfallspezifischer Informationen der genannte Maximalwert von 40 GBq/m<sup>3</sup> angesetzt. Damit erhält man für das Westfeld eine einlagerbare Aktivität von 42 TBq.

Für eine nuklidspezifische Berechnung der einlagerbaren Aktivitäten wird wiederum das Programm ERNA herangezogen. Als Nuklidspektrum wird die bereits für die eingelagerten Abfälle im Westfeld in /U-ERA 90/ angegebene Verteilung verwendet. Unter Berücksichtigung des radioaktiven Zerfalls erhält man für das Jahr 2000 ein Aktivitätsinventar von 15 TBq bei den bereits eingelagerten Abfällen (49 TBq ohne Zerfall) und von 20 TBq bei den zukünftigen Abfällen (42 TBq ohne Zerfall, s.o.). Eine Übersicht der summarischen Ergebnisse findet sich in Tab. 3.2.8-5, der nuklidspezifischen Daten in Tab. 3.2.8-6.

### ABBAU 1

#### Sachstand

Im Abbau 1 werden verschiedene Abfallarten zur Einlagerung vorgesehen. Im einzelnen handelt es sich dabei um (Volumenangaben gerundet):

- EDR <sub>st</sub>	2 650 m <sup>3</sup>	mit	50 - 200 GBq/m <sup>3</sup>
- unverfestigte Harze (S1/S2)	200 m <sup>3</sup>	mit	≤ 40 GBq/m <sup>3</sup>
- zementierte Harze (S3-S5)	2 300 m <sup>3</sup>	mit	200- 825 GBq/m <sup>3</sup>
- feste Mischabfälle S1/S2	200 m <sup>3</sup>	mit	10 - 40 GBq/m <sup>3</sup>
S3-S5	<u>650 m<sup>3</sup></u>	mit	200 - 825 GBq/m <sup>3</sup>
	6 000 m <sup>3</sup>		

Bei den Abfallvolumina wurden die in den Jahren 1988 und 1989 bereits eingelagerten Abfälle, die in /U-ERA 90/ noch eingeschlossen sind, nicht mehr eingerechnet.

Aus den angegebenen Bereichen der Aktivitätskonzentration läßt sich ein maximal einlagerbares Inventar von rund 3 000 TBq (ohne Zerfall) ableiten.

Bewertung

Für die  $EDR_{st}$  weisen sowohl die Auswertungen des Probetriebs des Rotationsdünnschichtverdampfers /U-IFE 89/ mit dem dieses Abfallprodukt erzeugt wird, als auch die eingelagerten Abfälle für 1989 /U-ERA 90b/ eine Maximalkonzentration der Einzelchargen von  $100 \text{ GBq/m}^3$  aus. Gründe für eine wesentliche Erhöhung dieses Wertes sind nicht erkennbar. Daher wird die Aktivität der  $EDR_{st}$  mit dieser Maximalkonzentration abgeschätzt.

Bei den Harzen liegen keine Erfahrungswerte für die Aktivitätskonzentration vor. Daher werden die Maximalwerte der angegebenen Bereiche zur Inventarermittlung verwendet.

Die festen Mischabfälle der Strahlenschutzgruppen S1 und S2 sind vergleichbar mit den Abfällen des Westfeldes. Die Maximalkonzentration von  $50 \text{ GBq/m}^3$  wird deshalb übernommen. Die Mischabfälle der Strahlenschutzgruppen S3 bis S5 weisen eine mittlere Aktivitätskonzentration von  $300 \text{ GBq/m}^3$  auf /U-ERA 89/. Für 1989 beträgt der entsprechende Wert etwa  $100 \text{ GBq/m}^3$ . Um mögliche Spitzenwerte abzudecken wird mit einer Aktivitätskonzentration von  $500 \text{ GBq/m}^3$  gerechnet.

Wendet man auf die so ermittelten Aktivitätsinventare der einzelnen Abfallarten das Programm ERNA mit dem jeweiligen Nuklidspektrum aus /U-ERA 90/ an, so erhält man im Jahr 2000 ein Gesamtinventar von  $1\,300 \text{ TBq}$  (mit Zerfall). Einschließlich der bereits eingelagerten Abfälle beträgt somit die Aktivität im Abbau 1 im Jahr 2000 rund  $1\,340 \text{ TBq}$ . Nuklidspezifische Ergebnisse finden sich in Tab. 3.2.8-7.

## ABBAU 2

Sachstand

Im Abbau 2 sollen ähnlich wie bisher  $EDR_{fl}$  in Durchsumpfungstechnik und  $EDR_{st}$  in Versturztechnik endgelagert werden. Folgende Mengen und Aktivitätskonzentrationen werden dabei vorgesehen (Volumina ab 1990):

- $430 \text{ m}^3$   $EDR_{st}$  mit  $50 - 200 \text{ GBq/m}^3$ ,
- $1240 \text{ m}^3$   $EDR_{fl}$  mit  $9 - 40 \text{ GBq/m}^3$

Damit erhält man ein maximales Aktivitätsinventar (ohne Zerfall) von  $136 \text{ TBq}$ .

Bewertung

Über die Eindampfrückstände liegen hinreichende Informationen vor, um den angegebenen Wertebereich der Aktivitätskonzentration aufgrund von Meßdaten einzugrenzen. Für  $EDR_{st}$  wird aus den bereits beim Abbau 1 genannten Gründen eine Obergrenze von  $100 \text{ GBq/m}^3$  verwendet. Für  $EDR_{fl}$  weisen die

Daten der eingelagerten Abfälle einen Mittelwert über die Betriebszeit von 10 GBq/m<sup>3</sup> aus. Einzelchargen zeigen Werte von 15 GBq/m<sup>3</sup> /U-IFE 89/. Daher wird eine Aktivitätskonzentration von 15 GBq/m<sup>3</sup> abdeckend zur Aktivitätsermittlung unterstellt.

Mit diesen Daten und dem repräsentativen Nuklidspektrum für EDR nach /U-ERA 90/ erhält man mit ERNA eine im Jahr 2000 eingelagerte Gesamtaktivität (mit Zerfall) von 36 TBq. Die bereits eingelagerten Abfälle im Abbau 2 erhöhen diesen Wert um 5 TBq auf 41 TBq (vgl. Tab. 3.2.8-6 und 3.2.8-7).

#### 4a-SOHL

##### Sachstand

Im Bereich der 4a-Sohle sollen von 1990 bis zum Jahr 2000

- 500 m<sup>3</sup> zementierter Harze mit 10-40 GBq/m<sup>3</sup> (S1/S2) und
- 4 440 m<sup>3</sup> feste Mischabfälle mit 10-40 GBq/m<sup>3</sup> (S1/S2)

zusätzlich in Stapeltechnik eingelagert werden. Dies ergibt ein maximales Aktivitätsinventar von rund 200 TBq ohne Zerfall.

##### Bewertung

Entsprechend der Vorgehensweise beim Westfeld wird eine Aktivitätskonzentration von 40 GBq/m<sup>3</sup> für die Harze und von 50 GBq/m<sup>3</sup> für die festen Mischabfälle verwendet. Dies schließt allerdings nicht die Einlagerung von Strahlenquellen wie z.B. im Jahr 1989 ein. Die vier damals eingelagerten Quellen mit insgesamt 52 TBq wurden über eine Einzelgenehmigung eingebracht und sind in den o.g. Werten nicht enthalten. Eine Betrachtung der Einlagerung derartiger Quellen im größeren Stil kann im Rahmen der vorliegenden Bewertung entfallen, da die geomechanischen Auswirkungen auf das Grubengebäude derzeit noch nicht abschließend geklärt sind.

Mit den o.g. Zahlenwerten wird eine Gesamtaktivität von 120 TBq im Jahr 2000 (mit Zerfall) errechnet. Hinzu kommen 12 TBq von den o.g. Strahlenquellen zum gleichen Zeitpunkt. Basis für die Berechnung der neu einzulagernden Aktivitäten sind dabei die Nuklidspektren analog zum Westfeld.

#### KAVERNE

##### Sachstand

Die Kaverne im Bereich der 4a-Sohle ist vorgesehen für die In-situ-Verfestigung von Harzen gemischt mit EDR<sub>II</sub>. Insgesamt sollen auf diese Weise

- 80 m<sup>3</sup> Harze (S1/S2) mit 150 GBq/m<sup>3</sup> und
- 650 m<sup>3</sup> EDR<sub>II</sub> mit 9-40 GBq/m<sup>3</sup>

endgelagert werden. Damit läßt sich eine maximal eingelagerte Aktivität ohne Zerfall von 38 TBq ermitteln.

#### Bewertung

Für die Harze wird die in /U-ERA 90/ angegebene Aktivitätskonzentration von 150 GBq/m<sup>3</sup> zugrunde gelegt. Bei den EDR<sub>II</sub> wird analog zum Abbau 2 ein Wert von 15 GBq/m<sup>3</sup> verwendet.

Mit den entsprechenden Nuklidspektren (vgl. Abbau 1 und 2) wird hieraus mit ERNA für das Jahr 2000 ein Aktivitätsinventar von 13 TBq berechnet.

#### Zusammenfassung

Aus den zuvor dargestellten Analysen ergeben sich die in den Tab. 3.2.8-6 und 3.2.8-7 aufgeführten Aktivitäten der einzelnen Einlagerungsbereiche sowie des gesamten Endlagers bis zum Jahr 2000. Diese Werte basieren einerseits auf den Angaben des ERAM über die bislang eingelagerten Aktivitäten, zum anderen auf den in /U-ERA 90/ für die Analysen der Langzeitsicherheit aufgeführten Aktivitäten. Da hierbei nur die Abfallarten A1 und A2 berücksichtigt wurden, geht dieser Ansatz davon aus, daß die Strahlenquellen und die konditionierten Sonderabfälle nur in vernachlässigbarem Umfang zur eingelagerten Aktivität beitragen. Bei einer grundsätzlichen Änderung dieser Vorgehensweise treffen die angegebenen Inventare nicht mehr zu. In diesem Fall ist entweder eine überarbeitete Prognose der einzulagernden Aktivität vorzulegen oder auf der Basis von generellen Anforderungen (vgl. /E-3.2.8-1/) ein maximal zulässiges Aktivitätsinventar für die einzelnen Radionuklide bzw. Radionuklidgruppen abzuleiten /E-3.2.8.1-4/.

### 3.2.8.2 Gasbildung

#### Sachstand

Eine Gasbildung ist im Endlager Morsleben vor allem bei der Einlagerung von Mischabfällen grundsätzlich möglich. Hierfür kommen in erster Linie das Westfeld und der Abbau 1 in Betracht. Eine Überwachung der Gasbildung erfolgt nicht.

Eine Kontrollmessung am 18.10.90 durch das IfB /U-IFB 90/ ergab folgende Konzentrationen sicherheitstechnisch relevanter Gase (in Vol.%):

Tab. 3.2.8-5: Konzentration sicherheitstechnisch relevanter Gase (Vol%)

	Westfeld	Abbau 1
H <sub>2</sub>	0.0	0.0006
CH <sub>4</sub>	0.0013	0.0009
CO	0.0	0.0001
CO <sub>2</sub>	0.108	0.104

#### Bewertung

Die Kontrollmessung zeigt, daß eine akute Gefährdung des Personals durch Gasbildung in den Abfällen nicht gegeben ist. Die Konzentrationen weisen für alle gemessenen Gase große Abstände zu sicherheitstechnischen Grenzwerten auf. Die CO<sub>2</sub>-Werte sind gegenüber der durchschnittlichen natürlichen Konzentration von 0,03 % leicht erhöht. Aufgrund der Messung läßt sich jedoch nicht entscheiden, ob diese Erhöhung durch eine CO<sub>2</sub>-Bildung in den Abfällen bedingt ist.

Da an die Abfalleigenschaften keine Anforderungen im Zusammenhang mit der Gasbildung gestellt werden, kann eine Gasbildung in größerem als dem bei der Messung zutage getretenen Umfang nicht völlig ausgeschlossen werden. In den Einlagerungsbereichen, in denen eine sicherheitstechnisch bedeutsame Gasbildung nicht ausgeschlossen werden kann, sollte kurzfristig eine Überwachungseinrichtung zur Kontrolle der Konzentrationen der Gase H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO und CO<sub>2</sub> installiert werden /E-3.2.8.2-1/.

Tab. 3.2.8-6: Eingelagerte Abfälle bis zum Jahr 2000

Einlagerungsbereich		Deklarierte Gesamtaktivität [TBq]	Berechnete Aktivität (Ende 89)		Berechnete Aktivität (Ende 2000)		Volumen [m³]
			$\beta/\gamma$ [TBq]	$\alpha$ [MBq]	$\beta/\gamma$ [TBq]	$\alpha$ [MBq]	
Nordstrecke	Ist	5	5	82	1,2	79	1 090
Westfeld	Ist	45	49	670	15	640	3 810
	Soll				19	670	
Abbau1 (nur A1)	Ist	102	120	1 600	36	1 600	615
	Soll				1 300	42 000	6 000
Abbau 2 A1	Ist	6.3	7.3	110	2.3	100	73
	Soll	4.7	7.7	120	23	830	432
A2	Ist				2.5	110	561
	Soll				13	440	4 340
Abbau 3	Ist	73	110	1 800	37	1 700	7 414
4a-Sohle	Ist	52	52	-	12	-	220
	Soll				121	3 780	4 940
Kaverne	Soll				13	440	2 600
$\Sigma$ gerundet		288	350	4 400	1 600	52 400	33 000

Bezugsdatum: 31.12.2000

Ist: Bis Ende 1989 eingelagerte Abfälle umgerechnet auf Bezugsdatum

Soll: Bis Ende 2000 geplante Abfälle

Tab. 3.2.8-7: Eingelagerte nuklidspezifische Aktivitäten bis zum Jahr 2000

Einlagerungsbereich		Aktivität [Bq]					
		H 3	C 14	Co 60	I 129	Cs 137	Pu 239
Nordstrecke	Ist	2.2E10	3.E10	1.8E11	7.6E4	7.4E11	2.5E7
Westfeld	Ist	1.9E12	2.7E12	1.6E12	5.1E5	6.6E12	1.9E8
	Soll	7.0E11	2.2E11	3.6E12	3.5E5	8.9E12	1.7E8
Abbau 1 (nur A1)	Ist	3.1E11	2.2E11	7.2E12	7.0E5	2.1E13	3.7E8
	Soll	5.0E12	3.6E12	2.8E14	1.4E7	6.5E14	8.5E9
Abbau 2	Ist A1	3.6E10	1.7E10	4.4E11	5.3E4	1.3E12	2.6E7
	A2	8.4E11	2.3E10	2.2E11	1.0E5	1.1E12	3.5E7
	Soll A1	3.0E11	8.3E10	4.5E12	3.8E5	1.1E13	2.0E8
	A2	2.5E12	7.3E10	2.0E12	3.3E5	4.9E12	1.2E8
Abbau 3	Ist	1.1E13	3.3E11	3.4E12	1.5E6	1.7E13	5.3E8
4a-Sohle	Ist	-	-	1.2E13	-	-	-
	Soll	1.4E13	1.4E13	2.0E13	2.9E6	4.2E13	1.1E9
Kaverne	Soll	1.5E12	5.7E10	2.4E12	2.5E5	5.8E12	1.1E8
Σ		3.8E13	2.2E13	3.4E14	2.1E7	7.7E14	1.1E10

Bezugsdatum: 31.12.2000

Ist: Bis Ende 1989 eingelagerte Abfälle umgerechnet auf Bezugsdatum

Soll: Bis Ende 2000 geplante Abfälle

### **3.2.9 Kritikalitätssicherheit**

#### Sachstand

In den vorliegenden nuklidspezifischen Aktivitätsangaben für eingelagerte Abfälle ist Pu 239 als einziges spaltbares Nuklid aufgeführt. Aus den dafür angegebenen Gesamtaktivitäten von 1.2E9 Bq für Ende 1989 und 1.1E10 Bq als extrapoliertes Wert bis 2000 errechnen sich die Massenwerte zu 0,53 g bzw. 4,8 g Pu 239 für das gesamte Endlager.

#### Bewertung

Für diese Werte beträgt der Sicherheitsfaktor, bezogen auf die kleinste kritische Kugelmasse, bei Wassermoderation (510 g Pu 239) ca. 1 000 bzw. ca. 100. Ein Kritikalitätsstörfall kann unter diesen Bedingungen ausgeschlossen werden.

### **3.2.10 Schutz gegen Kontamination**

#### **3.2.10.1 Schutz gegen Kontamination übertage**

#### Sachstand

Kontaminationen bei Transporten vom Abfallverursacher zum Endlager (Erfassungsfunktion) und bei der Übernahme der Abfallgebinde bis hin zur Einlagerung in die dafür vorgesehenen Grubenfelder werden durch ein System technischer und organisatorischer Strahlenschutzmaßnahmen verhindert. Zu den technischen Vorkehrungen gehören das wiederverwendungsfähige Behältersystem von Primär- und Faßcontainern zusammen mit den als Sekundärverpackung verwendeten Großcontainern, die Anlagen der speziellen Kanalisation, die Dekontaminationseinrichtungen untertage und die Personen- und Materialschleusen. Zusätzlich dazu wurde ein in sich verzahntes System von strahlenschutzorganisatorischen Vorschriften für die Konditionierung der Abfälle und die Ausgangskontrolle beim Abfallverursacher und im Endlager für die Eingangskontrolle und den innerbetrieblichen Transport der Abfallgebinde, für die Benutzung der Anlagen zur Endlagerung der Abfälle sowie für die Freigabe der zum Versand vorgesehenen leeren Transportverpackungen erlassen /U-GBV 89/.

Die im Endlager ankommenden Transportverpackungen werden nach einer Überprüfung der Transportdokumente in den übertägigen Kontrollbereich eingeschleust und im Bereich des Containerumschlagplatzes abgestellt. Der Fußboden dieses begrenzten Teiles der Halle ist versiegelt und darin eingelassen sind vier Gullyeinläufe der speziellen Kanalisation. Das Abstellen und Umschlagen von mit Abfällen beladenen Transportcontainern außerhalb dieser Fläche

ist verboten /U-BTA 3/2/. Die auf Dosisleistung und Kontamination überprüften Abfallgebinde werden aus den Großcontainern entladen und auf spezielle Anhängerfahrzeuge umgeschlagen.

Die spezielle Kanalisationsanlage dient zur Aufnahme und zum Sammeln radioaktiv kontaminierter Abwässer aus der Containerhalle und dem aktiven Labor. Dazu werden die Abwässer über Gullys in der Containerhalle und über eine Tonrohrleitung mit einer Innenleitung aus Kunststoff ins Tanklager abgeleitet. Nach Messung und Freigabe werden die Abwässer in den Vorfluter abgeleitet oder als flüssiger radioaktiver Abfall nach Untertage transportiert. Die Tonrohrleitung ist undicht. Derzeit wird eine neue Kanalisationsanlage errichtet.

Nur die untertage entleerten und freigemessenen Transportverpackungen dürfen außerhalb der Spachtelfläche und in dem nichtüberdachten Teil der Containerfreifläche abgestellt werden.

Die im Kontrollbereich der 4. Sohle arbeitenden strahlenexponierten Personen gelangen nur über eine Personenschleuse nach einem vollständigen Kleidungswechsel zum "aktiven Teile" der Anlage. Das Verlassen des Kontrollbereiches ist nur nach einem vollständigen Kleiderwechsel im aktiven Teil der Schleuse, einer Reinigungsdusche und einer obligatorischen Messung in einem Körperkontrollschrank möglich.

#### Bewertung

Das zum Schutz gegen Kontamination im obertägigen Bereich entwickelte System hat sich prinzipiell bewährt, wie die Auswertung der Monatsberichte und Berichte über besondere Vorkommnisse zeigt.

Wie diesen Berichten aber auch entnommen werden kann, gelangen kontaminierte Primärverpackungen sowie feste Abfälle mit darin enthaltenen freien Flüssigkeiten zum Endlager. Derartige Verstöße gegen die Annahmebedingungen des Endlagers beruhen auf völlig unzureichenden Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Konditionierung der Abfälle sowie auf Fahrlässigkeiten bei der Ausgangskontrolle in den Kernkraftwerken. Die Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Konditionierung der Abfälle und die Ausgangskontrolle in den Kernkraftwerken sind so zu ertüchtigen, daß eine Kontamination der Abfallgebinde oberhalb der Kontaminationsgrenzwerte ausgeschlossen ist /E-3.2.10.1-1/.

Wie aus den Betriebserfahrungen beim Umschlag der Abfallgebinde auf die innerbetrieblichen Transportmittel abgeleitet werden kann, ist die versiegelte Fläche des Containerumschlagplatzes zu klein ausgelegt, so daß beim Eintreffen mehrerer Großcontainer Abfallgebinde auch am Rande bzw. außerhalb der versiegelten Fläche umgeschlagen werden. Es wird empfohlen, den gesamten Hallenboden zu versiegeln /E-3.2.10.1-2/.

Der derzeitige Zustand der Kanalisationsanlage erfüllt nicht die Anforderungen einer geordneten und sicheren Sammlung radioaktiv kontaminierter Wässer aus den übertägigen Anlagenteilen. Nach Angaben des Endlagerbetreibers ist die Tonrohrleitung in der Form undicht, daß Leckagen nur von außen nach innen stattfinden und damit keine radioaktiven Wässer unkontrolliert im Boden versickern. Diese Aussage ist nicht nachvollziehbar. Im Ergebnis einer Inaugenscheinnahme der Kanalisationsanlage kann festgestellt werden, daß auch an der Qualität und Dichtheit der Kunststoffleitung erhebliche Zweifel bestehen. Im Falle eines Störfallereignisses, mit Freisetzung flüssiger Abfälle in die Containerhalle, ist eine Leckage radioaktiver Flüssigkeiten aus der Kanalisationsanlage in den Bodenbereich des Betriebsgeländes nicht auszuschließen.

Die gesamte Kanalisationsanlage ist so zu erneuern, daß alle Rohr- und Tank-einrichtungen doppelwandig ausgelegt werden und der Zwischenraum kontinuierlich auf Leckagen überwacht wird. Die Dimensionierung der Tanklager hat unter Berücksichtigung der bei einem Brand in der Containerhalle anfallenden Löschwasser zu erfolgen /E-3.2.10.1-3/.

Entsprechende Maßnahmen zur Erneuerung der Kanalisationen wurden bereits begonnen.

### **3.2.10.2 Schutz vor Kontaminationen untertage**

#### Sachstand

Die auf der 4. Sohle ankommenden Abfallgebinde werden entsprechend der Abfallart in die dafür vorgesehenen Einlagerungsbereiche transportiert. Innerhalb des Südfeldes sind die Betonfußböden der Strecken im Bereich der Abwurf-schleusen über dem Abbau 1 und die gesamte Strecke über der In-situ-Verfestigungsanlage versiegelt. Kontaminationen werden durch feuchtes Wischen im Bereich der Versturzscheulen am Abbau 1 entfernt. Die Strecke über dem Abbau 2 wird durch Absaugen mit Hilfe eines Industriestaubsaugers dekontaminiert.

Die Primär- und Faßcontainer werden nach ihrer Entleerung auf Kontaminationen ausgemessen und können im Anforderungsfall im untertägigen Dekontaminationsraum der 4. Sohle des Südfeldes entsprechend den Freigabekriterien dekontaminiert werden. Der Betonfußboden des Dekontaminationsraumes ist versiegelt und mit einem Sammeleinlauf (Pumpensumpf) versehen. Im Bereich des Gleiskorridors ist der Fußboden defekt.

Zur Reinigung kontaminierter Arbeitskleidung ist im Dekontaminationsraum eine Waschmaschine vorhanden. Zur Dekontamination größerer Anlagenteile wird eine spezielle Dekontaminationswanne mit mechanischen Reinigungshilfen im Bereich des Dekontaminationsraumes in Bereitschaft gehalten. Hiervon

wurde in der zurückliegenden langjährigen Betriebsphase bisher kein Gebrauch gemacht.

#### Bewertung

Wie die Auswertung der Monats- und Untersuchungsberichte über besondere Vorkommnisse ausweist, sind bei Festabfällen die getroffenen Schutzmaßnahmen gegen Kontaminationen ausreichend.

Die Leckagen und die Kontamination in Zusammenhang mit der Einlagerung von Flüssigabfällen im Südfeld sind dagegen nicht beherrschbar. Die entsprechenden Empfehlungen sind in Kap. 3.2.5 dargestellt.

### **3.2.11 Leittechnik, Kommunikation**

#### Sachstand

Der Sachstand bezüglich Leittechnik und Kommunikation ist in Kap. 2.6 dargestellt.

#### Bewertung

In der derzeitigen Phase der Bearbeitung wurde die Leittechnik und Kommunikation noch nicht abschließend bewertet. Es sind jedoch nach dem derzeitigen Kenntnisstand keine entscheidenden sicherheitstechnischen Defizite vorhanden.

### **3.2.12 Betrieblicher Strahlenschutz**

#### **3.2.12.1 Ortsdosisüberwachung über- und untertage**

#### Sachstand

Die Ortsdosisüberwachung über- und untertage erfolgt insbesondere durch die Erfassung der Aerosolaktivitätskonzentration sowie der Gamma-Ortsdosisleistung mittels stationärer Geber und transportabler Meßgeräte. Ziel dieser Messungen ist, die Einhaltung der Strahlenschutzgrenzwerte zu überprüfen (vgl. /U-STA 86a/).

Die Aerosolüberwachung wird für die Gesamtabluft sowie an verschiedenen Meßorten untertage durch das Aerosolradiometer RA-12S-1M realisiert (vgl. /U-VEK 89/). Diese kontinuierliche Überwachung von kurz- und langlebigen Alpha- und Beta-Aerosolkonzentrationen, mit Signalisation von Schwellenwertüberschreitungen auf der Warte und vor Ort wird diskontinuierlich an verschiedenen Meßorten untertage durch stationäre Probenahme und deren Auswertung im SSÜ-Labor sowie durch tragbare Meßtechnik zur Erfassung von Aero-

solen und Radon-Folgeprodukten ergänzt /U-VEK 89/. Durch spezielle Proben-sammlung und -aufbereitung sowie durch Anwendung von LSC-Meßtechnik (TRICARB 1500) wird auch der Tritium- und C-14-Nachweis realisiert. Die Mes-sungen werden durch Funktionsprüf- und Kalibrierprogramme abgesichert (vgl. /U-ERA 86/).

Die Gamma-Dosisleistung  $P_{\text{Gamma}}$  wird an ausgewählten Orten des Kontrollbe-reichs über- und untertage durch stationär angeordnete Geber in einem Meß-bereich von 10 bis 100  $\mu\text{Gy/h}$  erfaßt und in der zentralen Warte übertage zur Anzeige gebracht, wobei die Werte der Untertage-Meßgeber zusätzlich im SSÜ-Labor untertage registriert werden. Gleichzeitig wird die Überschreitung der  $P_{\text{Gamma}}$ -Werte von 25 bzw. 100  $\mu\text{Gy/h}$  durch optische und akustische Si-gnale vor Ort angezeigt (vgl. hierzu auch /U-VEK 89/ und /U-ERA 86/).

Zusätzlich zur stationären Überwachung von  $P_{\text{Gamma}}$  werden mit tragbaren Ge-räten (vom Typ RK 67 und VA-J-15) Meßprogramme routinemäßig im Rahmen des Einlagerungsgeschehens durchgeführt. Durch die Funktionsprüf- und Kali-brierprogramme wird die Einsatzfähigkeit der stationären und tragbaren Meß-technik sichergestellt (vgl. /U-ERA 86/).

### Bewertung

Die zur Erfassung der Aerosolaktivitätskonzentration und der Gamma-Ortsdosisleistung eingesetzte Meßtechnik im Kontrollbereich ist grundsätzlich in der Lage, die zur Einhaltung betrieblicher und gesetzlicher Strahlenschutz-grenzwerte notwendigen Meßaufgaben zu erfüllen. Sie entspricht jedoch nicht dem aktuellen Stand der Technik. Insbesondere ist unbefriedigend, daß die un-teren Nachweisgrenzen relativ hoch sind und die Ortsdosisleistung oberhalb von 100  $\mu\text{Sv/h}$  nicht mehr quantitativ erfaßt werden kann. Für die diskontinuier-liche Auswertung der Aerosolproben fehlt ein geeigneter Low-Level-Meßplatz. Eine Nachrüstung und Modernisierung der Meßtechnik für den Bereich der Ortsdosisleistungsmessung und der Aerosolmessung in der Anlage erscheint vorgenommen werden /E-3.2.12.1-1/.

### **3.2.12.2 Kontaminationsüberwachung**

#### Sachstand

Die Strahlenschutzgrenzwerte des sicheren Betriebes bzgl. Kontamination /U-STA 86a/ erfordern die Kontaminationskontrolle der Haut und Bekleidung des Personals sowie der Oberflächen von Anlagen und Räumen im Kontrollbereich. Die Personenkontaminationskontrolle erfolgt im Bereich der Personenschleuse mit Hilfe von Körperkontrollschranken /U-ERA 86/ sowie tragbaren Meßgeräten (RUST 2, RUST 3, UIM 2 - 1 eM). Zusätzlich werden Kontrollen übertage mit tragbaren Geräten im Strahlenschutzüberwachungslabor (SSÜ-Labor) sowie an ausgewählten Meßorten untertage, die kontaminationsgefährdet sind

(vgl. /U-VEK 89/), durchgeführt. Funktionsüberprüfung und Kalibrierung erfolgen entsprechend betrieblicher Festlegungen (vgl. /U-ERA 86/).

Die Überwachung der Anlagenkontamination erfolgt mit tragbaren Meßgeräten (siehe /U-VEK 89/, /U-ERA 86/) sowie durch Wischtests mit anschließender Laborauswertung gemäß Routinekontrollprogramm bzw. bei Notwendigkeit. Schwerpunkte der Kontrollen sind u. a. Container und Fahrzeuge, die wieder in den öffentlichen Verkehr gelangen. Bei festgestellten abnehmbaren oder festhaftenden Kontaminationen werden durch das verantwortliche Personal entsprechende Maßnahmen zur Dekontamination bzw. Aussonderung und die Ursachenklärung eingeleitet /U-ERA 90a/.

### Bewertung

Auch bei der Kontaminationsüberwachung kommt veraltete Meßtechnik zum Einsatz, die jedoch im allgemeinen noch in der Lage ist, die Kontaminationsgrenzwerte zu erfassen, obgleich die Nachweisgrenze nur knapp unter den Kontaminationsgrenzwerten liegt. Probleme treten jedoch im Schleusenbereich durch Erhöhung des Nulleffektes an den Körperkontrollschranken infolge von Abfalltransporten auf, die zu Fehlalarm führen können /U-STA 86a/. Die Körperkontrollschranke verhindern nicht sicher das Durchqueren des Schranke bei Grenzwertüberschreitung. Eine Modernisierung und Abschirmung der Anlage zur Kontaminationsüberwachung des Personals (Körperkontrollschranke) wird empfohlen /E-3.2.12.2-1/. Es wird ferner empfohlen, die Eignung der tragbaren Kontaminationsmeßgeräte zu prüfen /E-3.2.12.2.-2/.

### **3.2.12.3 Personendosimetrie**

#### Sachstand

Zur Überwachung der Exposition des beruflich strahlenexponierten Personals durch externe Strahlung werden Filmdosimeter eingesetzt und gemäß /U-VEK 89/ quartalsweise ausgewertet. In der Praxis wird für beruflich strahlenexponiertes Personal der Kategorie A eine monatlich Auswertung vorgenommen. Dosimeter zur Überwachung der Kurzzeit-Exposition (Tages-Dosis) werden gemäß /U-VEK 89/ nur auf Anweisung getragen, so daß die Personendosimetrie sich diesbezüglich ggf. nur auf die Werte eines Dosimeters abstützt. Bei den zusätzlich zum Film getragenen Dosimetern handelt es sich um sog. KID-Kammern (Kondensator-Ionisationskammer-Dosimeter, Typ KID 2), die nicht direkt abgelesen werden können, sondern nach dem Einsatz ausgewertet werden müssen. Diese KID-Kammern werden jährlich überprüft /U-VEK 89/.

Zur Überwachung der inneren Exposition durch Inkorporation wurden Personen aus den Gruppen

- inkorporationsgefährdete Personen,

- Personen, die Arbeiten in nicht ständig begehbaren Räumen ausführen und
- Personen mit Inkorporationsverdacht nach außergewöhnlichen Ereignissen

im SAAS durch Untersuchung im Ganzkörperzähler und durch Ausscheidungsanalysen untersucht. Ausscheidungsanalysen bezüglich Tritium sind im ERAM an den gleichen Personengruppen vorgeschrieben /U-VEK 89/.

#### Bewertung

Das eingesetzte betriebliche (nicht amtliche) Dosimetriesystem entspricht nicht dem Stand der Technik. Es wird empfohlen, daß das betriebliche Dosimetersystem auf ein hochauflösendes elektronisches System umzustellen, das in Verbindung mit entsprechender Datenverarbeitung und Arbeitsorganisation eine detaillierte Dosiserfassung ermöglicht /E-3.2.12.3-1/. Durch die Betriebsorganisation ist sicherzustellen, daß jeder Mitarbeiter und Besucher, der den Kontrollbereich bzw. die untertägigen Anlagen betritt, mit einem amtlichen und einem betrieblichen Dosimeter ausgerüstet wird /E-3.2.12.3-2/.

### **3.2.13 Ableitung radioaktiver Stoffe**

#### **3.2.13.1 Überwachung**

##### **ABWETTER**

##### Sachstand

Bei der Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern des Schachtes Bartensleben wird zwischen H 3, C 14, Aerosolen und Rn einschließlich Folgeprodukten unterschieden /U-ERA 90/. Zur Bestimmung der Aktivität im Abwetterstrom und der abgeleiteten Luftmenge werden die in nachstehender Tabelle aufgeführten Meßverfahren (die Zusammenstellung basiert auf Angaben in /U-ERA 90, U-VEK 89a/ und vom SAAS) eingesetzt.

Die Abwetter aus dem Schacht Marie sind auslegungsgemäß nicht radioaktiv kontaminiert und werden nicht auf Aktivität überwacht.

Tab. 3.2.13-1: Meßverfahren zur Bestimmung der Aktivität im Abwetterstrom

Meßobjekt	Meßverfahren	Meß- bzw. Probenahmesystem	Meßbereich
Gase H 3 in der Form von HTO, C 14 in der Form von CO <sub>2</sub>	diskontinuierliche Sammlung und Auswertung H 3 Bestimmung wöchentlich, C 14 zweiwöchentlich	Absorption in Waschflasche und Abmessung mit Liquid counter Typ Tricarb-1500	
Aerosole	kontinuierliche Überwachung auf Brutto $\alpha$ - und Brutto $\beta$ -Aktivität  diskontinuierliche Sammlung und Auswertung am Meßplatz	Aerosolradiometer Typ RA-12S-1M (Filterbandanlage)	$\alpha$ : $5 - 1.5 \cdot 10^5$ Bq/m <sup>3</sup> $\beta$ : $20 - 6 \cdot 10^5$ Bq/m <sup>3</sup>
Rn-Folgeprodukte	diskontinuierlich nach Anforderung	Grubenradiometer Typ AZ-1/RGR 13 nach Filterbestäubungsmethode	
Volumenstrom	kontinuierlich	Ringwaage/Prandtl Staurohr	

Bewertung

Die vorliegenden Angaben über die zur Abwetterüberwachung verwendeten Meßgeräte reichen für eine abschließende Bewertung nicht aus. Es fehlen insbesondere Angaben zum Meßbereich und zur Nachweisgrenze. Da einzelne Meßobjekte darüber hinaus nur diskontinuierlich erfaßt werden, ist eine Ermittlung der jährlich insgesamt abgeleiteten Aktivität von H 3, C 14 und von Rn einschließlich der Folgeprodukte mit ausreichender Genauigkeit nicht möglich. Das System zur Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe ist in bezug auf Überwachung und Bilanzierung der abgeleiteten Aktivität in Anlehnung an die Forderungen der Regel KTA 1503.1 kurzfristig zu ertüchtigen /E-3.2.13.1-1/.

Zur Beweissicherung sollten die Abwetter des Schachtes Marie in analoger Weise auf Aktivität überwacht werden /E-3.2.13.1-2/.

## ABWASSER

Sachstand

Nach der internen Betriebsanweisung /U-VEK 89a/ gelten für die Abwasserüberwachung folgende Vorschriften:

Zur Überwachung der Ableitung radioaktiver Abwässer sind monatlich Bestimmungen der Brutto-Betaaktivitätskonzentration in den

- Fäkalienwässern,
- Schachtwässern,
- Wässern des Sammel- und Rückhaltebeckens der speziellen Kanalisation (je nach Ablaufhäufigkeit) und
- Gesamtabwässern

vorzunehmen.

Beim Überschreiten des langjährigen Mittels um mehr als 200 % an den entsprechenden Meßstellen sind zusätzliche flammenphotometrische Kaliumbestimmungen durchzuführen.

Beim Überschreiten des 10-fachen langjährigen Mittels müssen zusätzlich zur Kaliumbestimmung Einzelnuklidanalysen auf Cs 137 erfolgen.

Die Menge der abgepumpten Wässer aus dem Becken der speziellen Kanalisation ist zu bestimmen und über die gemessene Aktivitätskonzentration die Gesamaktivitätsabgabe an den Vorfluter zu berechnen.

Bei Überschreitung des Grenzwertes von 20 kBq/m<sup>3</sup> (Cs 137) ist die Abgabe des Abwassers in den Vorfluter zu sperren.

#### Bewertung

Die vorgesehenen Messungen ermöglichen zwar grundsätzlich die Überwachung flüssiger radioaktiver Ableitungen aus dem ERAM, jedoch fehlen für eine abschließende Bewertung Angaben über die Meßgenauigkeit, die Nachweisgrenzen und die Meßbereiche der verwendeten Meßgeräte. Außerdem ist eine nuklidspezifische Bilanzierung der abgeleiteten flüssigen radioaktiven Stoffe nicht vorgesehen. Das System zur Überwachung der Ableitung flüssiger radioaktiver Stoffe ist in bezug auf Überwachung und Bilanzierung der abgeleiteten Aktivität in Anlehnung an die Forderungen der Regel KTA 1504 kurzfristig zu ertüchtigen /E-3.2.13.1-3/.

### **3.2.13.2 Ableitungswerte und potentielle Strahlenexposition**

#### **ABLEITUNG MIT DEN ABWETTERN**

##### Sachstand

Nach Angaben in /U-ERA 90/ wurden für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben folgende Grenzwerte (Jahresdurchschnittswerte) für die Konzentration radioaktiver Stoffe in den Abwettern genehmigt:

### 3.2 - 60

- langlebige Aerosole 15 Bq/m<sup>3</sup>,
- kurzlebige Aerosole (Rn u. Folgeprodukte) 120 Bq/m<sup>3</sup>,
- H 3 4 000 Bq/m<sup>3</sup> und
- C 14 500 Bq/m<sup>3</sup>.

Durch die Hauptgrubenlüfter werden aus dem Schacht Bartensleben maximal 1400 m<sup>3</sup>/min Abwetter abgezogen und in die Umgebung abgeleitet. Die Emissionshöhe beträgt ca. 45 m über Grund /U-ERA 90, U-ERA 87/.

In /U-ERA 90, U-ERA 87/ werden für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern im Zeitraum 1979 bis 31.7.90 für die langlebige Beta-Aktivität Abgabewerte im Bereich  $2 \cdot 10^7$  bis  $5.2 \cdot 10^9$  Bq/a angegeben. Anzumerken ist, daß die Abgabewerte in den letzten Jahren deutlich niedriger als die maximalen Werte waren. Im Zeitraum 1987 bis 31.7.90 wurden langlebige Beta-Aktivitäten von einigen  $10^7$  Bq/a abgeleitet.

Angaben über die Ausbreitungsbedingungen in der Atmosphäre liegen für den Standort Morsleben nicht vor, da am Standort keine Beobachtungen und Messungen zur Bestimmung einer Ausbreitungsklassenstatistik vorgenommen wurden.

Angaben über die potentiellen Strahlenexpositionen infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern werden in /U-ERA 90/ nicht gemacht.

#### Bewertung

Die Bewertung der vom ERAM angegebenen Ableitungen mit den Abwettern (1987-1990) hat gezeigt, daß die Dosisgrenzwerte der Str.SchV zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt eingehalten werden. Von daher ergibt sich keine unzulässige Strahleneinwirkung aus dem Betrieb der Anlage. Bei Ausschöpfung der in /U-ERA 90, U-STA 86/ genannten Konzentrationswerte und des genannten Abwetterstroms rechnen sich für die einzelnen Nuklide bzw. Nuklidgruppen folgende Werte für die jährlich maximal abgeleitete Aktivitäten:

- langlebige Aerosole  $1.1 \cdot 10^{10}$  Bq,
- Rn 222 u. Folgeprodukte  $8.8 \cdot 10^{10}$  Bq,
- H 3  $3.0 \cdot 10^{12}$  Bq und
- C 14  $3.7 \cdot 10^{11}$  Bq.

Diese Werte werden bei der Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung des Endlagers zugrunde gelegt.

Langjährige Erfahrungswerte über die Nuklidzusammensetzung der einzelnen Nuklidgruppen liegen nicht vor, deshalb wird bei den Berechnungen zur Ermitt-

lung der Strahlenexposition von folgender konservativer Zusammensetzung für die langlebige aerosolgebundene Aktivität ausgegangen:

**Tab. 3.2.13-2:** Nuklidspezifische Zusammensetzung der langlebigen aerosol gebundenen Aktivität.

( $\beta + \gamma$ )-Strahler	Aktivitätsanteil	$\alpha$ -Strahler	Aktivitätsanteil
Co 60	0.45	Pu 238	$1 \cdot 10^{-5}$
Sr 90	0.01	Pu 239	$5 \cdot 10^{-6}$
Ru 106	0.10	Ra 226	$5 \cdot 10^{-5}$
Cs 134	0.18		
Cs 137	0.26		

Diese Werte basieren auf den mit ERNA berechneten Aktivitätsinventaren für das Jahr 1989 (vgl. Kap. 2.2.8).

Eine einfache Übertragung von Wetterdaten benachbarter Stationen ist aufgrund der komplexen orographischen Verhältnisse (siehe Kap. 2.1.1) nicht möglich, da für das Allertal eine Ablenkung des Windes aus der großräumigen Strömung durch den Lappwald bzw. eine Hügelkette der Magdeburger Börde verbunden mit einer Verringerung der Windgeschwindigkeit nicht ausgeschlossen werden kann. Eine Änderung der Windverteilung und der Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen im Allertal gegenüber den Bedingungen im benachbarten ebenen Gelände ist somit möglich.

Um trotzdem eine Berechnung der Strahlenexpositionen zu ermöglichen, wird eine einfache Abschätzung der Ausbreitungsfaktoren unter Verwendung der Ausbreitungsklassenstatistik von Braunschweig-Völkenrode durchgeführt. Der Einfluß der Orographie auf die Ausbreitung wird dabei durch ein vereinfachtes Verfahren (Schrotkugelmethode) erfaßt. Die Auswirkungen der Gebäude auf dem Gelände der Schachanlage werden nach der in /R-AVV 90/ angegebenen Methode berücksichtigt. Die mit diesem Verfahren verbundenen Unsicherheiten bezüglich des Wertes der Langzeitausbreitungsfaktoren werden auf einen Faktor 2 bis 3 abgeschätzt. Dabei wird von der ungünstigen Annahme ausgegangen, daß sich im Allertal eine Kanalströmung mit einer Häufigkeit von ca. 50 % in einer Richtung ausbildet.

Die ermittelten Werte der Ausbreitungsfaktoren für die ungünstigsten Einwirkungsstellen sind:

Langzeitausbreitungsfaktor für

- Gammasubmersion  $\chi = 1 \cdot 10^{-3} \text{ s/m}^3$ ,
- das gesamte Jahr  $\chi^G = 1.6 \cdot 10^{-5} \text{ s/m}^3$ ,
- das Sommerhalbjahr  $\chi^S = 2.0 \cdot 10^{-5} \text{ s/m}^3$ ,

Langzeitwashoutfaktor für Aerosole für

- das gesamte Jahr  $W_G = 1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^{-2}$ ,
- das Sommerhalbjahr  $W_S = 5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^{-2}$ .

Die Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus dem Endlager erfolgt mit den Rechenverfahren und den Parametern der "Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV" /R-AVV 90/.

Die potentielle Strahlenexposition wird für die ungünstigsten Einwirkungsstellen berechnet. Im einzelnen werden nachstehend folgende Werte für die potentielle Strahlenexposition ermittelt.

Tab. 3.2.13-3: Potentielle Strahlenexposition

	Äquivalentdosis in $\mu\text{Sv/a}$		
	Erwachsen-	Kleinkind	Grenzwerte nach § 45
effektive Äquivalentdosis	340	400	300
Dosis der Körperorgane			
Keimdrüsen, Gebärmutter, rotes Knochenmark	$\leq 330$	$\leq 400$	300
Knochenoberfläche, Haut	$\leq 360$	$\leq 510$	1 800
sonstige Organe	$\leq 370$	$\leq 440$	900

Ein Vergleich der berechneten Strahlenexpositionen mit den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung für die Ableitung radioaktiver Stoffe zeigt, daß am Standort Morsleben bei Ausschöpfung der genehmigten Werte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern vom Endlager für radioaktive Abfälle Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV überschritten werden können. Das gilt im einzelnen für die effektive Äquivalentdosis und die Äquivalentdosis für die Körperorgane Keimdrüsen, Gebärmutter und rotes Knochenmark. Die ermittelten Strahlenexpositionen werden dabei im wesentlichen durch das Nuklid C 14 und die langlebige aerosolgebundene Aktivität verursacht.

Für das ERAM wurden für die Ableitungen mit den Abwettern Grenzwerte für die Konzentration radioaktiver Stoffe in den Abwettern als Jahresdurchschnittswerte genehmigt, jedoch keine Begrenzung der jährlichen Ableitungsmengen. Um die Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV sicher einzuhalten, müssen für die jährlich zulässigen Ableitungen für die einzelnen Nuklide bzw. Nuklidgruppen Grenzwerte festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten bei der Ermittlung der Langzeitausbreitungsfaktoren ist es dabei nach den Ergebnissen der bisherigen Analysen für C 14 ausreichend, Werte  $\leq 37$  GBq/a und für langlebige aerosolgebundene Aktivitäten (Halbwertszeit  $\geq 8$  d), Werte  $\leq 1,1$  GBq festzulegen. Das ist nach den Erfahrungswerten über die Ableitung radioaktiver Stoffe aus dem Endlager Morsleben (siehe Sachstand und /U-ERA 90/) möglich.

Die vorliegenden Analysen wurden unter Verwendung von Langzeitausbreitungsfaktoren durchgeführt. Das setzt nach /R-AVV 90/ die Einhaltung folgender Bedingungen voraus:

- die im Zeitraum von je 24 Stunden emittierte Aktivitätsmenge ist nicht größer als 1/100 der gleichmäßig über das Jahr verteilt angenommenen Jahresemission,
- in einem beliebigen Zeitraum eines halben Jahres wird die Hälfte der angenommenen Jahresemission nicht überschritten.

Diese Bedingungen sind in einer Genehmigung für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern für das Endlager Morsleben neben den jährlich maximal zulässigen Ableitungsmengen festzulegen /E-3.2.13.2-1/.

Darüber hinaus ist es zweckmäßig, die bestehenden Unsicherheiten bei der Ermittlung der Langzeitausbreitungsfaktoren zu beseitigen /E-3.2.13.2-2/.

## ABLEITUNG MIT DEM ABWASSER

### Sachstand

Die genehmigten Grenzwerte (Jahresdurchschnittswerte) für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser sind nach /U-ERA 90, U-STA 86/:

- langlebige Nuklide  $2 \cdot 10^4 \text{ Bq/m}^3$ ,
- kurzlebige Nuklide  
(Rn und Folgeprodukte)  $2 \cdot 10^4 \text{ Bq/m}^3$  und
- H 3  $1 \cdot 10^7 \text{ Bq/m}^3$ .

In den Jahren 1979 bis 1989 wurden jährlich  $50 \text{ m}^3$  bis  $110 \text{ m}^3$  radioaktive Abwässer in den Vorfluter eingeleitet. Die jährlichen Abgabewerte lagen in diesem Zeitraum im Bereich von  $1,4 \cdot 10^5 \text{ Bq}$  bis  $1,7 \cdot 10^6 \text{ Bq}$  (Beta- Aktivität) /U-ERA 90, U-ERA 87/.

Vorfluter für das Endlager Morsleben ist die Aller. Nach Angaben in /U-ERA 90/ liegen die mittleren Abflußmengen im Standortbereich zwischen  $0,36$  und  $0,54 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Angaben über die potentiellen Strahlenexpositionen infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser werden in /U-ERA 90/ nicht aufgeführt.

### Bewertung

Zur Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser wird im folgenden von einem jährlichen Anfall von  $200 \text{ m}^3$  radioaktiver Abwässer ausgegangen. Auf der Basis der angegebenen Grenzwerte ergeben sich dann für H 3 und Nuklidgruppen folgende Werte für die jährlichen Aktivitätsableitungen:

- langlebige Nuklide  $4 \cdot 10^6 \text{ Bq/a}$ ,
- kurzlebige Nuklide  
(Rn und Folgeprodukte)  $4 \cdot 10^6 \text{ Bq/a}$  und
- H 3  $2 \cdot 10^9 \text{ Bq/a}$ .

Für die langlebigen Nuklide wird die in Abschnitt "Ableitung mit den Abwettern" angegebene Nuklidzusammensetzung unterstellt. Zur Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition wird konservativ von einer mittleren Abflußmenge von  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  ausgegangen und eine homogene Durchmischung der aus dem Endlager Morsleben eingeleiteten radioaktiven Stoffe mit der abfließenden Wassermenge unterstellt.

Die Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus dem Endlager erfolgt mit den Rechenverfahren

ren und den Parametern der "Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV" /R-AVV 90/.

Die potentielle Strahlenexposition wird für die ungünstigsten Einwirkungsstellen berechnet. Im einzelnen werden nachstehend folgende Werte für die potentielle Strahlenexposition ermittelt.

**Tab. 3.2.13-4:** Potentielle Strahlenexposition

	Äquivalentdosis in $\mu\text{Sv/a}$		
	Erwachsener	Kleinkind	Grenzwerte nach § 45 StrlSchV
effektive Äquivalentdosis	< 1.0	< 1.0	300
Dosis der Körperorgane Keimdrüsen, Gebärmutter, rotes Knochenmark	< 1.0	< 1.0	300
Knochenoberfläche, Haut	< 1.0	< 1.0	1 800
sonstige Organe	< 1.0	< 1.0	900

Die ermittelten Körperdosen infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser liegen weit unterhalb der Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV. Zur Einhaltung der Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV sind jährlich maximal zulässige Aktivitätsmengen für die Einleitung in den Vorfluter festzulegen /E-3.213.2-3/.

### 3.2.14 Umgebungsüberwachung

#### Sachstand

Die Umgebungsüberwachung um die Anlage wird derzeit auf der Grundlage des vorgegebenen Meßprogramms durchgeführt. Dabei wird zwar in Teilbereichen hoher Aufwand durch radiochemische Aufbereitung der Proben (z.B. Sr-Analysen) getrieben, jedoch relativ veraltete Meßtechnik benutzt.

#### Bewertung

In einzelnen Teilbereichen ist eine notwendige Überwachung noch nicht realisiert. Hierzu gehört insbesondere eine bereits in der Auflage 8/86 des SAAS geforderte kontinuierliche Überwachung des Vorfluters (Salzbach), der das Anlagengelände durchzieht. Die Überwachung der Exposition durch externe Strahlung (TLD-Dosimeter) wurde bislang nicht vom Betreiber, sondern vom SAAS durchgeführt.

Für den Bereich Umgebungsüberwachung ist eine Modernisierung der Meßtechnik erforderlich, die eine nuklidspezifische Analyse der Proben aus der Umgebungsüberwachung ermöglicht /E-3.2.14-1/. Für die Messungen der externen Exposition in der Umgebung der Anlage ist die Kontinuität sicherzustellen /E-3.2.14-2/, da diese Aufgabe vom SAAS nicht mehr wahrgenommen wird. Der Umfang der Umgebungsüberwachung ist an die Richtlinie zur Umgebungsüberwachung anzupassen /E-3.2.14-3/. Die z.T. noch nicht realisierten Auflagen aus der Genehmigung sind umzusetzen /E-3.2.14-4/.

### **3.2.15 Anlagenbetrieb**

#### **3.2.15.1 Betriebshandbuch**

##### Sachstand

Die Arbeitsweise des Endlagers wird durch die Gesamtbetriebsvorschrift /U-GBV 89/ bestimmt. Hierin sind alle organisatorischen Festlegungen und Grundsätze der Leitungsorganisation, die Annahmebedingungen für radioaktive Abfälle, technische Anlagen zum Transport, die Schächte, Schachtförderanlagen, Anlagen zur Endlagerung, Anlagen für den Bergbau, Anlagen zur Kontrolle, Überwachung und Havariebekämpfung sowie Querschnitts- und Nebenanlagen mit Verweisen auf die dazu vom Betriebsleiter des Endlagers erlassenen Betriebsteilanweisungen aufgeführt.

Zusätzlich zur Gesamtbetriebsvorschrift wird im Endlager ein Zechenbuch entsprechend der Arbeits- und Brandschutzanordnung /U-ABA 89/ geführt, welches alle behördlichen Anweisungen, Ausnahmeregelungen, Anträge an die Genehmigungsbehörden sowie die dazu erteilten Genehmigungsbescheide, die Anlagendokumentation u.a. enthält. Das Zechenbuch ist in drei Bände mit folgenden Inhalten gegliedert:

##### Band 1:

1. Unterschriftenverzeichnis und Übersicht der Sonderregelungen
2. Gewährleistung der Bergbausicherheit, Anzeigen der Arbeiten
3. Schutz der Werk tätigen

##### Band 2:

4. Anlagen und Einrichtungen des Grubengebäudes
5. Auffahrungen, Sicherung und Erhaltung, Verwahrung der Grubenbaue
6. Fahrzeuge, Förderungen, Transporte
7. Bewetterung

## 8. Explosionsschutz in den Grubenbauen

Band 3:

9. Sicherheit bei Sprengarbeiten
10. Brandschutz
11. Selbstretterwirtschaft und Grubenrettungswesen
12. Vorgänge SAAS / Bergbausicherheit
13. Halden und Kiesgruben

### Bewertung

Gesamtbetriebsvorschrift und Zechenbuch sind notwendige organisatorisch/administrative Unterlagen zum sicheren Betrieb des Endlagers. Eine detaillierte Auswertung der Unterlagen war in dieser Phase der Bearbeitung noch nicht möglich.

### **3.2.15.2 Dokumentation der eingelagerten Abfälle**

#### Sachstand

Beim Antransport radioaktiver Abfälle wird vom Transportverantwortlichen das gemäß Fachbereichsstandard /R-VEK 85/ vom Abfallverursacher ausgefertigte und unterschriebene Übergabe-/Übernahmeprotokoll dem Erfassungsverantwortlichen des Endlagers übergeben. Das Übergabe-/Übernahmeprotokoll enthält Angaben zur Abfallart (Erfassungsform), Strahlenschutzgruppe, Verpackungsart, Anzahl der Verpackungen, Volumen, Anzahl der Strahlenquellen und deren Abmessungen, Masse des Abfalles, Anzahl der im Abfall enthaltenen Nuklide und deren Aktivität.

Vom Erfassungsdienst des Endlagers erfolgt eine "Plausibilitätsüberprüfung" der Unterlagen anhand der im Endlager bereits vorliegenden Abfalldaten. Mit der Unterschriftsleistung des Erfassungsdienstes des Endlagers auf dem Protokoll gehen die Abfälle in den Verantwortungsbereich des Endlagers über.

Nach der Eingangskontrolle werden die Transportdokumente und das Übergabe-/Übernahmeprotokoll vom Dispatcher der zentralen Warte übernommen, wobei die für den Tagesbetrieb des Endlagers wesentlichen Abfalldaten wie Übernahmezeit, Absender, Abfallart und -menge, spezifische Aktivität, Gesamtaktivität, Verpackungsart und Anzahl der Verpackungen in den Tagesrapport eingetragen werden.

Das Übergabe-/Übernahmeprotokoll wird als Begleitdokument zusammen mit den Abfallgebinden dem Anlagenfahrer des betreffenden Einlagerungsbereiches übergeben. Von den Anlagenfahrern werden Anlagenbücher geführt, aus denen u.a. die Verpackungsart und die Anzahl der eingelagerten Verpackungen entnommen werden kann. Nach Abschluß der Einlagerungskampagne wird das vollständige Original der Übergabe-/Übernahmeprotokolle der zentralen Warte zur Dokumentation übergeben.

Seit 1990 werden durch die Abteilung Forschung des Endlagers die Abfalldaten DV-gestützt erfaßt und verarbeitet. Mit dem Stand von Januar 1991 waren die Abfallprotokolle rückwirkend bis 1982 aufgenommen worden.

### Bewertung

Das im Endlager vorhandene Organisationsschema zur Datenerfassung der eingelagerten Abfälle ist vollständig auf die glaubwürdige Ausfertigung des Abfallübergabeprotokolles durch die Abfallverursacher angewiesen. Eigene Erhebungsmessungen oder Stichprobenmessungen zur Überprüfung der Protokollangaben sind wegen fehlender Meßgeräte bei der Eingangskontrolle des Endlagers nicht möglich.

Bei den Abfallverursachern aus dem Bereich der Anwendung und Produktion von Radionukliden (APR) kann davon ausgegangen werden, daß die Protokollangaben in verlässlicher Weise dem Betreiber durch eine einfache Bilanzkontrolle zugänglich sind. Grobe Fehlangaben konnten bei Vorortkontrollen durch das Endlager bzw. die Inspektion des SAAS in dem großen Zeitrahmen zwischen der Anmeldung der Abfälle zur Erfassung und der Übergabe der Abfälle an das Endlager aufgeklärt werden.

Unzureichend sind aber die Protokollangaben zu den Abfällen aus den Kernkraftwerken, die z.B. für den größten Teil der EDR-Abfälle nur Werte aus einer Analyse für Co 60, Cs 134, Cs 137 und Mn 54 geben und keine Angaben zur Aktivität sonstiger sicherheitsrelevanter Nuklide machen.

Es wird empfohlen, das zu deklarierende Nuklidspektrum auf sicherheitsrelevante Nuklide zu erweitern /E-3.2.15.2-1/.

Alle im Endlager geführten Aktivitätsangaben beziehen sich auf die ursprünglich zum Zeitpunkt der Abfallerfassung vorliegenden Werte und berücksichtigen nicht den radioaktiven Zerfall. Die summarischen Aktivitätswerte der einzelnen Einlagerungsbereiche sind daher immer extrem konservativ.

Es wird vorgeschlagen, die Datenerfassung der alten Einlagerungsprotokolle zu beschleunigen, um nach einer rechnergestützten Aktivitätskorrektur zu reali-

stischen, nuklidspezifischen Aktivitätsinventaren des Endlagers zu kommen /E-3.2.15.2-2/.

### **3.2.15.3 Betriebliche Überwachung der Sicherheit**

#### Sachstand

Die betriebliche Überwachung der Sicherheit ist im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben in der Abteilung Sicherheit und Öffentlichkeitsarbeit integriert, die dem Betriebsleiter des Endlagers unterstellt ist. Abweichend von dem aus dem Geschäftsverteilungsplan ableitbaren Unterstellungsverhältnis und der Aufgabenordnung /U-BTA 89a/ ist der Leiter der Abteilung berechtigt, Auflagen zur Gewährleistung der Sicherheit zu erteilen und deren Realisierung zu kontrollieren. Zu den Aufgaben der Abteilung gehören:

- die betriebliche Strahlenschutzkontrolle,
- der Brand- und Explosionsschutz,
- der arbeitssicherheitliche Dienst und
- der Objektschutz.

Die betriebliche Strahlenschutzkontrolle, deren Organisation und Aufgaben in der Betriebsteilweisung 7.1/1 /U-BTA 89b/ festgelegt sind, wird durch einen hauptamtlich tätigen Hauptstrahlenschutzbeauftragten (in der Dauerbetriebsgenehmigung von 22.4.1986 namentlich festgelegt) geleitet.

Die Aufgaben und die betriebliche Kontrolle des Brand- und Explosionsschutzes wurden 1990 im Endlager neu festgelegt. Die Betriebsbereiche sind für die Einhaltung und Kontrolle der Vorschriften des Brand- und Explosionsschutzes selbst verantwortlich. Durch die Abteilung wird die Zusammenarbeit mit den dafür zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden sowie deren Fachinstitute koordiniert.

Die betrieblichen Aufgaben des arbeitssicherheitlichen Dienstes werden durch den Sicherheitsingenieur wahrgenommen. Vergleichbar zur Organisation des Brand- und Explosionsschutzes sind die Betriebsbereiche für die Einhaltung und Kontrolle der gesetzlichen Festlegungen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes selbst verantwortlich. Der Sicherheitsingenieur nimmt auch hier eine Koordinierungsfunktion wahr, die noch um die Aufgaben des betrieblichen Gesundheits- und Rettungswesens erweitert wurden. Betriebsübergreifend werden in dieser Funktion auch die Tauglichkeitsnachweise geführt und Unfallmeldungen bearbeitet.

#### Bewertung

Die Zusammenführung der betrieblichen Überwachungsorgane innerhalb einer Organisationsstruktur ist sinnvoll. Die damit verbundenen kurzen Informations-

wege sowie der erleichterte Austausch abteilungsinterner Dateien zwischen den recht unterschiedlichen Sicherheitsdisziplinen vereinfachen die Einschätzungen der Gesamtsicherheit des Endlagers.

### **3.2.16 Betriebserfahrungen**

#### **3.2.16.1 Annahmebedingungen**

##### Sachstand

Die in das ERAM einzulagernden Abfälle müssen die Anforderungen der jeweils zutreffenden TGL erfüllen. Dazu sind die radioaktiven Abfälle in Abfallgruppen unterteilt. Die Annahmebedingungen für Festabfälle sind in Kap. 3.2.8 aufgeführt.

Weitere Anforderungen bestehen hinsichtlich der Verpackungsart und sonstigen Bedingungen für die Erfassungstechnik.

Für flüssige Abfälle der Abfallart A2 gelten die Anforderungen und Bedingungen der TGL 190-921/04. Neben der Festlegung der Aktivitätskonzentration für Alpha- und Beta-Gamma-Strahler und der Oberflächenkontamination werden produktspezifische Anforderungen gestellt. Nicht zulässig sind:

- pH-Werte  $< 5$  und  $> 9$ , Gifte, faul- und gärfähige Stoffe wie bei Festabfällen,
- Flüssigkeiten (außer Wasser), die unter Transport- und Lagerbedingungen Gase entwickeln und/oder Radionuklide freisetzen,
- chemisch stark reaktionsfähige Stoffe,
- Dichte  $< 1,0$  und  $> 1,3 \text{ g/cm}^3$ ,
- gelöster Feststoffgehalt  $> 400 \text{ g/l}$ ,
- Schwebstoffgehalt  $> 1 \text{ Vol. } \%$ ,
- Korngröße  $> 1 \text{ mm}$  und
- organischer Anteil  $> 1 \text{ Vol. } \%$ .

Daneben gibt es weitere Anforderungen an die Verpackungsart und zu den technologischen Anschlußbedingungen für die Erfassungstechnik.

Die umschlossenen Strahlenquellen der Abfallart A3 haben die Anforderungen nach TGL 190-921/05 zu erfüllen. Neben der Festlegung der zulässigen Gesamtaktivität und der Oberflächenkontamination an der Primärverpackung (z.B. Quelle) sind Neutronenquellen, mechanisch instabile Quellen, die unter Transportbedingungen zerstört werden können, sowie Quellenabmessungen bestimmter Größe unzulässig. Daneben bestehen Anforderungen hinsichtlich Verpackungsart und technischer Anschlußbedingungen.

### Bewertung

Das ERAM teilt die Abfälle entsprechend den Einlagerungstechnologien in verschiedene Abfallarten und Strahlenschutzgruppen ein und orientiert daran seine jeweiligen Anforderungen. Diese Vorgehensweise ist unter betrieblichen Gesichtspunkten nachvollziehbar und sicherheitstechnisch sinnvoll.

Auch die Abgrenzung der einzelnen Strahlenschutzgruppen nach Äquivalentdosisleistung, Aktivitätskonzentration und Aktivität pro Quelle ist unter Handhabungs- und Strahlenschutzgesichtspunkten berechtigt. Da jedoch nur die Gesamtaktivität für Alpha- bzw. Beta/Gamma-Aktivität beschränkt ist, ergeben sich für die Bilanzierung, die Störfallanalyse in der Betriebsphase und für die Sicherheitsbetrachtungen in der Nachbetriebsphase Unzulänglichkeiten. Hier ist eine nuklidspezifische Aktivitätsbegrenzung und entsprechende Bilanzierung in Form von Leitnukliden bzw. Radionuklidgruppen notwendig. Es sollten nuklidspezifische Deklarationsgrenzwerte sowie Grenzwerte für die maximal zulässigen Aktivitäten von Einzelnukliden und Nuklidgruppen eingeführt werden /E-3.2.16.1-1/.

Inwieweit eine qualifizierte Konditionierung und Verpackung in Abhängigkeit von der Abfallart über die bestehenden Annahmebedingungen hinaus erforderlich ist, kann in der vorliegenden Phase der Sicherheitsanalyse nicht abschließend beantwortet werden. In jedem Fall sind brennbare Abfälle, die im Abbau 1 verstürzt werden, in geeigneter Form zu konditionieren (siehe Kap. 3.2.4.1).

### **3.2.16.2 Besondere Vorkommnisse**

#### Sachstand

Während des Zeitraums von 1978 bis August 1990 sind im Endlager Morsleben insgesamt 255 außergewöhnliche Ereignisse aufgetreten /U-ERA 90e/, die der zuständigen Genehmigungsbehörde gemeldet worden sind. Die Ereignisse lassen sich im wesentlichen in folgende Gruppen einordnen:

- Verstoß der angelieferten Abfallbinde gegen Annahmebedingungen,
- Leckagen bei Transport und Lagerung von Flüssigabfällen,
- Ausfall oder Fehlfunktion von Meßeinrichtungen,
- Ausfall von anlagentechnischen Brandschutzeinrichtungen,
- Ausfall von elektrischen Einrichtungen,
- Ausfall oder Fehlfunktion sonstiger Vorsorgeeinrichtungen,
- mechanische Lastbeaufschlagung von Abfallbinden und
- sonstige Betriebsstörungen.

Bei den Verstößen gegen die Annahmebedingungen gab es:

- 36 Verstöße durch Kontaminationen an Transportcontainern,
- 24 Verstöße durch Überschreitung der Dosisleistung an Transportcontainern,
- 5 Verstöße durch Überschreitung der Aktivitätskonzentration,
- 8 Verstöße durch freie Flüssigkeiten bei festen Abfällen,
- 1 Verstoß durch Nichteinhaltung des pH-Wertes bei flüssigen Abfällen,
- 1 Verstoß durch Anlieferung tetradekanhaltiger Flüssigkeiten und
- 2 Verstöße durch Antransport von Leercontainern.

Bei der Auslagerung des Zwischenlagers Lohmen des SAAS 1982/1983 wurden Ra-haltige Abfälle im Westfeld und Abbau 1 eingelagert. Die aus diesen Abfällen emanierten Nuklide Rn 222 und Folgeprodukte bestimmen seitdem die Aerosolkonzentration der Arbeitsplätze untertage /U-ERA 90/. In Zusammenhang mit zunehmenden Einlagerungskampagnen im Abbau 1 (Versturz von EDR-Abfällen) sowie der Beaufschlagung des Abbau 2 mit Überdruck im Rahmen der Durchsumpfungstechnologie häuften sich Warnschwellenüberschreitungen bzw. Luftkontaminationen untertage.

Beispiele für den Ausfall bzw. die Fehlfunktion von sicherheitstechnisch relevanten Vorsorgeeinrichtungen, die das Auftreten von Störfällen und Betriebsstörungen verhindern sollen, sind folgende Ereignisse:

- Ausfall der Branderkennungseinrichtungen in Abbau 1 für ca. 4 Wochen  
(Ursache: elektrische Defekte, Folge: Keine )
- Fehlfunktion des Faßgreifers beim FC 50  
(Ursache: Störung am Faßgreifer, Folge: Erhöhte ODL)
- Überlauf von Flüssigabfällen aus einem Tank im Dekontaminationsraum untertage  
(Ursache: Undichtes Ventil, defekte Rückschlagklappe, Folge: Fußbodenkontamination durch ca. 3,57 m<sup>3</sup> EDR in Abbau 1) und
- Bersten einer Löschwasserleitung bei einer Brandbekämpfungsübung untertage  
(Ursache: Defekte Löschwasserleitung, Folge: Eindringen von ca. 35 m<sup>3</sup> Löschwasser im Bereich der Versturzanlage/Entleerstation).

### Bewertung

Bei den während des Betriebszeitraums des ERAM aufgetretenen 255 außergewöhnlichen Ereignissen handelt es sich überwiegend um Betriebsstörungen. Die zahlreichen Verstöße gegen die Annahmebedingungen (77 Ereignisse) sind im eigentlichen Sinne keine Ereignisse, die ihre Ursachen im Betrieb des Endlagers besitzen. Von den somit verbleibenden 178 Endlagerereignissen ist der überwiegende Teil auf Leckagen in Zusammenhang mit der Einlagerung

von Flüssigabfällen sowie den Ausfall von radiologischen oder sonstigen Meßeinrichtungen zurückzuführen.

Als eigentliche Ereignisse mit sicherheitstechnischer Relevanz (z.B. Ausfall der Stromversorgung, Brandbekämpfungseinrichtung) bzw. Störfälle (z.B. Faßabsturz) sind im engeren Sinne ca. 50 Ereignisse zu betrachten. Zur Freisetzung von Radionukliden in die Umgebung ist es dabei in keinem Fall gekommen, zur Nuklidfreisetzung in der Anlage nur als Folge von Leckagen bei flüssigen radioaktiven Abfällen.

Die Betriebserfahrungen belegen, daß es beim Betrieb und der derzeitigen Auslegung der Anlage bisher zu keiner Nuklidfreisetzung in die Umgebung infolge außergewöhnlicher Ereignisse gekommen ist. Andererseits zeigen die Betriebserfahrungen aber auch, daß zusätzliche Vorsorgemaßnahmen z.B. bei Brandschutz erforderlich sind (vgl. entsprechende Kapitel). Die Vielzahl der Leckageereignisse bei Flüssigabfällen macht deutlich, daß die derzeitige Technik der Einlagerung nicht als sachgerecht bezeichnet werden kann.

### **3.2.16.3 Erkenntnisse aus der behördlichen Aufsicht**

#### Sachstand

Gemäß den atomrechtlichen Festlegungen in der ehemaligen DDR wurde die staatliche Aufsicht des Endlagers durch das Staatliche Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (SAAS) ausgeübt.

Die Aufsichtsfunktionen erstreckten sich auf:

- Anträge zu Änderungen gegenüber der erteilten Genehmigung zum Dauerbetrieb (darin eingebunden die strahlenschutzmäßige Begutachtung von Projekten, Strahlenschutzmaßnahmen, Freigaben und die Erteilung aufsichtlicher Zustimmungen),
- Kontrolle der Ergebnisse der staatlichen Personendosimetrie (äußere und innere Dosimetrie) und der Umgebungsüberwachung,
- Inspektionen zu Schwerpunktthemen bezüglich der Einhaltung der Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebes,
- Sonderinspektionen zur Untersuchung von besonderen Vorkommnissen,
- Kontrolle der termin- und sachgerechten Erfüllung von erteilten Auflagen und
- Kontrolle aller strahlenschutzrelevanten F&E-Arbeiten.

Bezüglich bergrechtlicher Gesichtspunkte wurde die staatliche Aufsicht des Endlagers durch die Bergbehörde Staßfurt wahrgenommen. Alle Projekte bergbaulicher Aufschluß- und Sicherungsarbeiten sowie zur Nutzung vorhandener Hohlräume des Altbergbaus unterliegen der Zustimmung im Rahmen des für einen Zweijahresabschnitt erarbeiteten Betriebsplans. Zwischen SAAS und der Bergbehörde Staßfurt bestanden regelmäßige Arbeitskontakte. Über wesentli-

che Genehmigungsverfahren und Aufsichtsergebnisse zu Anlagen erfolgten gegenseitige Informationen.

### Bewertung

Für alle im Rahmen von F&E-Arbeiten, des Probe- und Dauerbetriebs zur Anwendung kommenden Techniken besitzt das Endlager die erforderlichen Genehmigungen (Dauerbetriebsgenehmigung und dazu erteilten Zustimmungen) sowie darüber hinausgehende Ergänzungen. Verstöße gegen diese Genehmigungen, d.h. die Einlagerung von nicht genehmigten Abfallarten, die Anwendung nicht freigegebener Techniken und Arbeitsmittel konnten nicht festgestellt werden.

Die zur Einhaltung der atomrechtlichen Bestimmungen und zur Verbesserung der Strahlenschutzsituation im Rahmen der Genehmigungserteilung, bei Inspektionen und nach besonderen Vorkommnissen erteilten Auflagen und getroffenen Festlegungen wurden im allgemeinen umgesetzt. Teilweise konnten Auflagen nicht termingerecht und mitunter auch nicht sachgerecht erfüllt werden (z.B. Beschaffungsprobleme).

Die durch die Betriebsführung erlassene Gesamtbetriebsvorschrift, insbesondere die darin enthaltene Strahlenschutzordnung, Betriebsanweisungen u.a. zur Beherrschung besonderer Vorkommnisse, wurden durch die Belegschaft befolgt. Verstöße gegen diese Vorschriften konnten bei Inspektionen nicht festgestellt werden oder waren ohne sicherheitstechnische Relevanz. Dementsprechend wurden seit Beginn des Endlagerbetriebes keine Grenzwertüberschreitungen der äußeren und inneren Strahlenbelastung des Personals festgestellt.

Im Rahmen der noch nicht abgeschlossenen Gesamtüberprüfung des Endlagers (1990) wurde festgestellt, daß Anforderungen an die Dokumentation und die betrieblichen Strahlenschutzvorschriften nicht schnell genug dem aktuellen Stand angepaßt wurden.

Die auf der Grundlage der Dauerbetriebsgenehmigung erlassene Betriebsanweisung zur Meldung und Einstufung von besonderen Vorkommnissen regelt zweifelsfrei die zur Verhütung von besonderen Vorkommnissen und zur Begrenzung deren Folgen erforderlichen strahlenschutztechnischen und -organisatorischen Maßnahmen. Es gibt keine Hinweise darauf, daß im Endlager aufgetretene besondere Vorkommnisse nicht der Aufsichtsbehörde gemeldet worden sind. Von der Aufsichtsbehörde wurden jedoch teilweise einige der von Anlagenbetreibern eingestufteten Vorkommnisse in eine höhere Kategorie eingeordnet.

In regelmäßiger Folge werden Antihavarieübungen abgehalten, wobei festgestellte Schwachstellen umgehend beseitigt wurden.

Sicherheitstechnische Forderungen zum Brandschutz und zur speziellen Kanalisation waren bis Mitte 1990 nicht umgesetzt.

### **3.2.16.4 Radiologischer Arbeitsschutz, Projektierung und Betriebserfahrungen**

#### Sachstand

Die im Rahmen der Projektierungsphase des ERAM abgeleiteten Strahlenexpositionen für die wesentlichen Tätigkeiten wurden vom SAAS zusammengefaßt und tabellarisch zusammengestellt (vgl. Tab. 3.2.16-1 bis 2, /U-ERA 90/). Diese Expositionen beruhen auf Abschätzungen, denen die Projektwerte für die Ausrüstungen, d.h. insbesondere die Ortsdosisleistungen bei Ausschöpfung der Grenzwerte der Transportvorschriften, und die entsprechenden Aufenthaltsdauern zugrundegelegt wurden /U-DOK 74/. Diese tätigkeitsbezogenen Dosen werden mit dem anlageninternen Grenzwert von 35 mSv/a verglichen. In den Fällen, in denen ggf. Überschreitungen dieses Grenzwertes auftreten können, werden Schutzmaßnahmen, insbesondere Abschirmungen, vorgesehen. Die o.a. 35 mSv/a wurden unter Berücksichtigung einer Arbeitszeit von 2 000 h/a (resultierende ODL 17,5 µSv/h) zur Ableitung eines Schemas der Begehbarkeit von Bereichen mit bestimmter Ortsdosisleistung benutzt: ohne zeitliche Begrenzungen innerhalb der Arbeitszeit sind Bereiche mit ODL 12,5 µSv/h betretbar, Bereiche zwischen 12,5 µSv/h und 100 µSv/h sind mit zeitlichen Beschränkungen und Bereiche über 100 µSv/h bis 1 mSv/h mit starken zeitlichen Beschränkungen betretbar. Die in der Praxis gemessenen Ortsdosisleistungen sind ebenfalls tabellarisch zusammengestellt (Tab. 3.2.16-3, /U-ERA 90/).

Die Betriebserfahrungen der letzten Jahre hinsichtlich der radiologischen Belastung der beruflich strahlenexponierten Personen im ERAM zeigen /U-ERA 90, U-ERA 88, U-ERA 89a, U-ERA 90c, U-ERA 90d/, daß die Projektierungswerte der Strahlenexposition des Personals bei weitem nicht ausgeschöpft werden (Tab. 3.2.16-4, /U-ERA 90/). Die Strahlenexposition für die Einlagerungsarbeiten sank in den letzten Jahren; ein Anstieg 1988 wurde durch die Revision der Tanks für flüssige Abfälle verursacht. Die Statistik zeigt, daß in den letzten Jahren (nach 1985) die Kollektivdosis aus den Einlagerungstätigkeiten im ERAM deutlich unter 20 mSv/a (incl. Tankrevision in 1988: ca 34 mSv) lag; die mittlere Individualdosis lag um 1 mSv/a, die maximale Individualdosis zwischen 3 und 4 mSv/a. Für die am höchsten exponierten Personen (Bedienstandsfahrer Durchsumpfung) liegt der langjährige Mittelwert der Individualdosis bei 2 mSv/a /U-MIT 90/. Diese Werte sind mit dem anlagenintern festgelegten Grenzwert der Individualdosis von 35 mSv/a zu vergleichen.

Eine detaillierte Aufteilung der Individualdosen zur Analyse ist aufgrund der Filmdosimeterwerte, die über einen längeren Zeitraum akkumuliert werden,

nicht möglich; die Kondensator-Ionisationskammern (KID-Kammern) sind, da hier in der Regel relativ niedrige Absolut-Dosen bei einzelnen Tätigkeiten auftreten, für eine entsprechende Analyse zu unempfindlich.

Die Strahlenexposition durch Inhalation wird durch Grenzwerte der Luftkonzentration begrenzt. Die Grenzwerte sind so festgelegt, daß 13 % des primären Grenzwertes (d.h. 13 % von 35 mSv/a) durch Inhalation nicht überschritten werden /U-ERA 90/. Die Grenzwerte betragen dabei für langlebige Aerosole, HTO und C 14 etwa 1% der Grenzwerte der VOAS /R-VER 84/, für kurzlebige Aerosole, insbesondere hier Radon und Folgeprodukte, 10 % (/U-ERA 90/, Tab. 5.8). Eine Abschätzung der mittleren Luftkontamination in der Anlage aus den Ableitungen und den zugehörigen Wettermengen zeigt, daß insbesondere die mittlere Radon-Konzentration den Grenzwert für kurzlebige Aerosole (Radon und Folgeprodukte) weitgehend ausschöpft, während die anderen Konzentrationen etwa 1-2 Größenordnungen unter den Grenzwerten bleiben. Die Monatsberichte /U-ERA 88, U-ERA 90d/ weisen allerdings relativ häufig kurzzeitige Grenzwertüberschreitungen der Luftkonzentration bei Einlagerungsvorgängen in Einlagerungsbereichen auf, die eine zeitweise Räumung des Bereiches erforderlich machen.

In der Anlage besteht derzeit eine auf einer Ausnahmeregelung zur Verordnung über die Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR /R-VER 84/ (hier: § 33 Durchführungsverordnung zur VOAS) basierende Regelung, daß unter angemessenen Vorkehrungen im Kontrollbereich Getränke aufgenommen werden dürfen.

### Bewertung

Wie die Auswertung der Betriebserfahrungen der letzten Jahre hinsichtlich der radiologischen Belastung der beruflich strahlenexponierten Personen im ERAM zeigt, bestehen hier keine grundsätzlichen Probleme für den Weiterbetrieb der Anlage. Die ursprünglich im Rahmen des Genehmigungsverfahrens abgeleiteten Projektwerte für bestimmte Tätigkeiten werden, wie die Strahlenexposition des Personals bzw. die Kollektivdosen der Anlage zeigen, bei der derzeitigen Betriebsweise bei weitem nicht ausgeschöpft.

Unbenommen der im Vergleich zu den Projektwerten relativ niedrigen Strahlenexposition sind jedoch über die bei der Projektierung vorgesehenen Maßnahmen zur Reduzierung der Strahlenexposition hinaus in Teilbereichen noch Reserven zur weiteren Reduktion der Exposition des Personals im Sinne des Minimierungsgebotes der StrlSchV vorhanden. Dazu gehören z.B.

- Arbeiten während der vierjährlichen Tankrevision; eine Mechanisierung der Tankreinigung vor Inspektion sollte geprüft werden (diese Arbeiten wurden nach Abpumpen der Tanks bislang durch Personal im Tank ausgeführt);

### 3.2 - 77

- Reduzierung der Strahlenexposition des Personals durch
  - Vermeidung oder mindestens zahlenmäßige Begrenzung der Fässer mit hoher Ortsdosisleistung,
  - Einsatz eines modifizierten Transportfahrzeuges mit Abschirmung zur Reduzierung der Exposition durch Transportgut und Stapelfront;
- bei Beibehaltung der Durchsumpfungstechnik möglichst Abschirmung von Rohrleitungen, die zu erhöhten Ortsdosisleistungen im Bereich der Bedienstände führen können;
- Optimierung der Probenahmetechnik bei Wischtests an Behältern, da hier bei den Tests und der Besichtigung der Behälter relativ hohe Ortsdosisleistungen bei kleinen Abständen anstehen;
- Reduzierung der Aerosol-Konzentration in der Anlage.

Es wird eine generelle Überprüfung der Auslegung und des Betriebes der Anlage bezüglich dosisreduzierender Maßnahmen empfohlen /E-3.2.16.4-1/.

Die Ausnahmeregelung der VOAS, daß unter angemessenen Vorkehrungen im Kontrollbereich Getränke aufgenommen werden dürfen, ist an die Regelungen der StrlSchV anzupassen /E-3.2.16.4-2/.

Tab. 3.2.16-1: Projektwerte für Ausrüstungen

Technologie	Ausrüstungsteil		Oberflächendosisleistung [ $\mu\text{Sv/h}$ ]
Transport und Verstapelung niedrigradioaktiver und fester Abfälle	Faß <sup>1)</sup> GC <sup>1)</sup>		2 000 bis 10 000 <sup>2)</sup>
<i>Transport und Versturz</i>	PC 14		30
mittelradioaktiver Abfälle	PC 16	radial	360
		axial	550
fester Abfälle	GC mit 2 PC		200
	Versturzloch und Umgebung		2 000 bis 5 000
Transport in situ Verfestigung niedrigradioaktiver wäßriger Flüssigkeiten	PC 55	radial	280
		axial	350
	GC mit 2 PC		500
	Rohrleitung untertage		30
	Tank untertage		5 000
Transport und Versturz umschlossener Strahlenquellen	SB		2 000
	Versturzschleuse		100

- 1) Handelübliche (industrielle) Verpackung; Auslegungsgrenze ist während Beladung zu sichern  
2) Höherer Wert bei Transport als geschlossene Ladung

**Tab. 3.2.16-2:** Rechnerisch mit konservativen Annahmen abgeschätzte Strahlenbelastung bei einzelnen technologischen Handlungen /U-DOK 74/

Handlung bzw. Bedienungspersonal	Aufenthaltsdauer [h/a]	Strahlenbelastung [mSv/a]
Fahrer des GC-Transporters	1 000 ... 17 000	18.5 ... 31,5
Entarretiert GC	150	22.5
Fahrer Brückenkran	500	21.3
Arretierung Plattformwagen	75	11.3
Fahrer Transportfahrzeug übertage	250	12.5
Kupplung/Arretierung im Fördergestell	100	15.0
Fahrkorbbedienung	100	15.0
Fahrer Transportfahrzeug untertage	350	7.0
Bedienstand 1 Umschlag untertage	300	11.3
Bedienstand 2 untertage	50	5.0
Bedienung Entleerstation für flüssige Abfälle	400	4.0
Bedienung Verfestigungsanlage	1 000	10.0
Dosimetrische Kontrolle	100	1.0
Drittbetroffenes Personal (durch Vorbeifahren am Arbeitsplatz)	2	0.1

Tab. 3.2.16-3: Gemessene Ortsdosisleistung an ausgewählten Plätzen

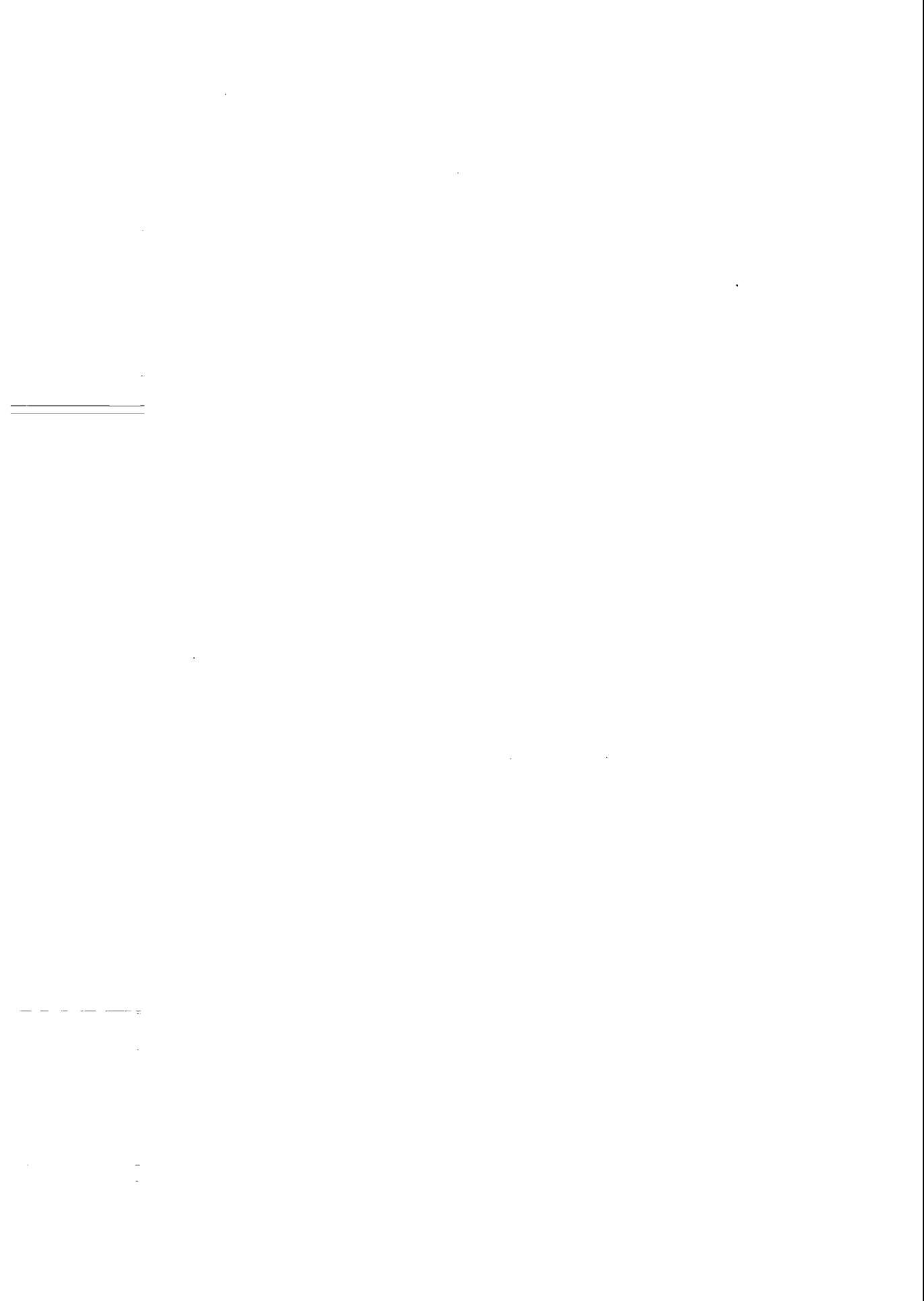
Ort	Dosisleistung ( $\mu\text{Gy/h}$ )
Strecke über (Versturz) Abbau 1 während des Versturzes <sup>1)</sup> nahe Versturzeinrichtung	150
Strecke über Abbau 1, Schachtdeckel 2	150
Bedienplatz für die Entleerstation für flüssige Abfälle	-2
Bedienplatz für die in situ Verfestigung	
- Bindemittleintrag	15
- Flüssigkeitseintrag	15
Kabine des Zugfahrzeuges untertage (PC-Transporter)	2 ... 3
Stapelhohlraum (Platz des Gabelstaplerfahrers) (Extremfall: Stapelung eines Fasses mit Auslegungsgrenzwert)	35 (800)
Fahrerkabine des GC-Transporters	1 ... 2
Fahrerkabine des Abfallerfassungsfahrzeuges	1 ... 2
Umschlagfläche Containerhalle	1 ... 2
Ort der Wischtestnahme am FC 50 <sup>2)</sup>	500

<sup>1)</sup> Die Arbeiten erfolgen fernbedient durch den Kranfahrer

<sup>2)</sup> Dieser Ort ist zugleich Ort höchster Dosisbelastung für den Dosimetristen (mit Ausnahme der A1/S2 bei Ausschöpfung des Grenzwertes - kommt praktisch nur äußerst selten vor)

**Tab. 3.2.16-4:** Äußere Strahlenexposition des beruflich strahlenexponierten Personals

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Kollektivdosis [mSv]	5.7	30.2	60.0	25.2	66.4	28.9	27.9	14.6	10.0	34.2
max. Personendosis [mSv]	0.9	2.1	9.2	1.8	3.0	1.6	1.5	1.2	0.8	2.5



### **3.3 Störfallanalyse für die Betriebsphase**

#### **3.3.1 Methodik**

##### Sachstand

Im Sicherheitsbericht des Endlagers Morsleben werden in der Störfallanalyse vier Ereignisabläufe untersucht, die hinsichtlich der Störfallfolgen als abdeckend angegeben werden. Eine Beschreibung der Methodik oder eine Begründung für die Auswahl der Ereignisabläufe erfolgt im Sicherheitsbericht nicht.

##### Bewertung

Die Vorgehensweise bei der Auswahl der Störfälle entspricht nicht bundesdeutscher Genehmigungspraxis. Aus diesem Grunde ist von der GRS eine Störfallanalyse auf der Basis abdeckender realistischer Abschätzungen durchgeführt worden, um beurteilen zu können, inwieweit der Betrieb der Anlage derzeit eine Gefährdung darstellt und ob im Falle des Vorliegens einer Gefährdung der Betrieb sofort einzustellen wäre.

Dabei werden die Auslegungsstörfälle des ERAM in Anlehnung an die Methodik beim Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad /L-BFS 90/ hinsichtlich der Art ihres Vorsorgenachweises im folgenden klassifiziert:

- Störfälle, die in ihren radiologischen Auswirkungen durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallgebinde begrenzt werden (i.f. als radiologisch relevante Störfälle bezeichnet, Klasse 1),
- Störfälle, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebänden vermieden werden (i.f. als vermeidbares Ereignis bezeichnet, Klasse 2)

#### **3.3.2 Störfallidentifikation**

##### Sachstand

Im Sicherheitsbericht werden folgende Störfälle in der Betriebsphase des ERAM behandelt:

- Brand radioaktiver Abfälle untertage,
- Absturz von Abfallgebänden im Förderschacht,
- Wassereinbruch in die Grube während der Betriebsphase,
- Zerstörung eines Abfallcontainers PC 55 mit Flüssigabfällen übertage.

Bei dem Ereignis Brand radioaktiver Abfälle untertage werden die zwei Szenarien Brand im Westfeld sowie Brand im Abbau 1 behandelt. Die Szenarien wer-

den deterministisch und probabilistisch behandelt und die Vorsorgemaßnahmen zur Branderkennung und Brandbekämpfung diskutiert.

Als Randbedingung der Störfallbetrachtung wird für den Brand im Westfeld von einer Brandtemperatur von maximal 1 500 °C und einem brennbaren Anteil von 30 % der gesamten Abfälle ausgegangen. Es wird unterstellt, daß die Ausbreitung der freigesetzten Aktivitäten bei stehendem Hauptgrubenlüfter durch natürlichen Zug über die Abwetterstrecke aus der Grube erfolgt. Vorsorgemaßnahmen zur Verhinderung des Störfalleintritts bzw. zur Störfallfolgenbegrenzung werden bei der Analyse nicht berücksichtigt.

Beim Brand im Abbau 1 wird als Lastannahme keine Brandtemperatur und Branddauer angegeben. Es wird nicht vom gesamtmöglich brennbaren Anteil radioaktiver Abfälle von ca. 200 m<sup>3</sup> ausgegangen, sondern aufgrund des vorhandenen Sauerstoffvolumens im Abbau 1 von 2 400 m<sup>3</sup> O<sub>2</sub> auf einen maximal brennbaren Anteil von 10 m<sup>3</sup> geschlossen. Es wird unterstellt, daß die Aktivitätsfreisetzung über die Abwetterstrecke erfolgt, wobei eine Filteranlage in der speziellen Lüftung die Freisetzung um den Faktor 10 verringert. Als Vorsorgemaßnahmen werden die Branderkennungstechnik (Infralytgerät), die Brandbekämpfungstechnik (Sprinkleranlage) und die Hermetisierungstechnik (abluffseitige Hermetisierung durch automatisch ausgelöste Brandklappen in der Abluftlutte) diskutiert.

Als Ereignis im Bereich der Schachtförderanlage wird der Absturz eines Faßcontainers FC 100 in den Schacht behandelt. Eine Diskussion der Störfallrandbedingungen und Störfallursachen sowie technischer Vorsorgemaßnahmen zur Störfallvermeidung bzw. -folgenbegrenzung erfolgt nicht.

Der Wassereinbruch in das Endlager während der Betriebsphase wird als Störfallereignis behandelt. Als ingenieur-technisch beherrschbar und kurzfristig durch entsprechende bauliche Sicherheitsmaßnahmen eingrenzbar werden in /U-ERA 90/ die Wasserzuflüsse aus den Schächten, Altbohrungen, dem Salzspiegel und den Grubenrandstörungen sowie dem Subsalinar bezeichnet. Die ingenieur-technischen Maßnahmen, die Abfallmatrix, Behälter, Puffermaterialien, Hohlraumverschlüsse, Streckendämme und Schachtpfropfen werden ohne weitere Erläuterungen aufgelistet.

Im obertägigen Bereich wird als einziges Störfallereignis die Zerstörung eines Abfallbehälters PC 55 mit Flüssigabfällen behandelt. Es wird unterstellt, daß die radioaktiven Flüssigabfälle über Auffanggullys in der speziellen Kanalisation gesammelt werden.

### Bewertung

Die Störfallbetrachtung für das ERAM in /U-ERA 90/ folgt keiner systematischen Vorgehensweise und ist, was die Störfallidentifikation betrifft, als unzu-

reichend zu bezeichnen. Allerdings können die drei behandelten Störfallereignisse Brand im Abbau 1, Brand im Westfeld und Absturz im Bereich der Schachtförderanlage durchaus zu den Auslegungsstörfällen gezählt werden. Dies gilt jedoch nur hinsichtlich der Störfallidentifikation und nicht hinsichtlich der unterstellten Randbedingungen.

Im Rahmen der GRS-Störfallanalyse erfolgte deshalb eine eigenständige Identifikation von Störfällen. Aufgrund des vorliegenden Kenntnisstandes über die Anlagenauslegung sind nach erster Abschätzung folgende Auslegungsstörfälle zu betrachten:

**Übertägige Anlagen:**

- Absturz von Abfallgebinden
- Absturz von Lasten auf Abfallgebände
- Brandereignisse Containerhalle

**Schachtförderanlage:**

- Absturz von Abfallgebinden bei der Förderung nach untertage
- Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes
- Brandereignisse Förderturmgebäude

**Untertägige Anlagen:**

- Brand im Westfeld
- Brand im Abbau 1
- Brandereignisse untertage
- Löserfall im Westfeld

Das Ereignis Wassereinbruch in die Grube während der Betriebsphase braucht gemäß Kapitel 3.1.1 nicht unterstellt werden.

Im folgenden wird für die o.g. Auslegungsstörfälle abgeleitet, ob die Störfälle als radiologisch relevant oder als mit hinreichender Sicherheit vermeidbar behandelt werden können.

**ÜBERTÄGIGE ANLAGEN**

*Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung*

In der Containerhalle kann es bei der Handhabung zum Absturz von Abfallgebinden kommen. In /U-ERA 90/ wird nur der Absturz eines Containers mit radioaktiven Flüssigkeiten und nachfolgender Freisetzung behandelt. Die diskutierte Vorsorgemaßnahme des geordneten Sammelns der radioaktiven Flüssig-

keiten über die spezielle Kanalisation ist, aufgrund des Zustandes der Kanalisationsanlage, nicht ausreichend, um Störfallfolgen zu begrenzen.

In der GRS-Störfallanalyse wird das Ereignis Absturz von Abfallgebinden für alle Abfalltypen behandelt und als radiologisch relevant eingestuft. Dabei ist der Absturz eines Containers aus ca. 3 m Höhe zu unterstellen.

#### *Absturz von Lasten auf Abfallgebinde*

Ein derartiger Störfall wird im Sicherheitsbericht nicht betrachtet.

Der Anprall eines Transportfahrzeugs gegen die Wand der Containerhalle mit der Folge, daß Trümmerlasten auf Abfallgebinde abstürzen, ist nach unseren Abschätzungen mit hinreichender Sicherheit vermeidbar.

Zum derzeitigen Zeitpunkt ist nicht bewertbar, inwieweit eine ausreichende Standsicherheit der Krananlage und der Containerhalle bei EVA-Ereignissen (z.B. Erdbeben) gewährleistet ist. Daher sind bei Auftreten derartiger Ereignisse abstürzende Trümmerlasten nicht auszuschließen.

Der Störfall ist radiologisch relevant. Als Lastannahme ist der Absturz von etwa 2 000 kg Trümmerlast aus 10 m Höhe auf einen Großcontainer als Arbeitshypothese zu unterstellen.

#### *Brandereignisse Containerhalle*

Ein derartiger Störfall wird im Sicherheitsbericht nicht betrachtet. In der Containerhalle kann es bei Transport und Handhabungsvorgängen zu Brandereignissen kommen. Ein derartiges Störfallereignis ist als radiologisch relevant anzusehen.

Als abdeckende Lastannahme kann - ohne ein spezielles Szenarium zu unterstellen - der Brand eines Großcontainers angesehen werden (62 Stück 200-l-Fässer, 800 °C, 30 min Branddauer).

### SCHACHTFÖRDERANLAGE

#### *Absturz von Abfallgebinden bei der Förderung nach untertage*

Die technische Auslegung und der Zustand der Schachtförderanlage sind in Kap. 3.2.2.1 bewertet worden. Abgesehen vom Nachrüstbedarf ist hinreichend Vorsorge gegen den Absturz des Förderkorbes getroffen worden. Unter Berücksichtigung der Nachrüstmaßnahmen kann der Störfall Förderkorbabsturz mit hinreichender Sicherheit vermieden werden.

#### *Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes*

Um dieses Ereignis zu vermeiden ist entweder das Schachttor so nachzurüsten, daß bei Anprall des Zugfahrzeugs gegen das Tor kein Versagen des Schachttores auftritt, oder es ist eine Schachtsperre zu installieren.

Bei Realisierung der o.g. Maßnahmen ist der Störfall Absturz bei der Förderkorbbeschickung mit hinreichender Sicherheit vermeidbar.

#### *Brandereignis Förderturmgebäude*

Die notwendigen Vorsorgemaßnahmen zum Brandschutz im Förderturmgebäude sind in Kapitel 3.2.7 diskutiert. Unterstellt man, daß diese Maßnahmen umgesetzt werden, dann können Brandereignisse im Bereich des Förderturms mit hinreichender Sicherheit vermieden werden.

### UNTERTÄGIGE ANLAGEN

#### *Brand im Westfeld*

Für den Brand im Westfeld sind die im Sicherheitsbericht getroffenen Annahmen bei Vernachlässigung von Vorsorgemaßnahmen im wesentlichen zutreffend. Allerdings ist nicht auszuschließen, daß sich die Brandgase auch über die Strecken des Westfeldes in Richtung des Schachtbereiches ausbreiten.

Bei Umsetzung der Empfehlungen für das Westfeld (Kap. 4) kann ein Vollbrand aller bisher eingelagerter Abfallgebände mit hinreichender Sicherheit als vermeidbar eingestuft werden.

#### *Brand im Abbau 1*

Hinsichtlich eines Brandes im Abbau 1, wie er im Sicherheitsbericht diskutiert wird, kann trotz der vorhandenen Branderkennungs- und Brandbekämpfungseinrichtungen sowie Hermetisierungseinrichtungen bei der derzeitigen Einlagertechnik nicht davon ausgegangen werden, daß - insbesondere wenn kein Betriebspersonal vor Ort ist - auftretende Brände rechtzeitig erkannt und bekämpft werden. Nach Schichtende ist unter realistischen Bedingungen frühestens eine Stunde nach dem Anstehen des Signals in der zentralen Warte mit der Auslösung der Brandbekämpfungsmaßnahmen zu rechnen. Eine wirksame Hermetisierung des Abbaus 1 bei Bränden kann nicht unterstellt werden. Eine Ausbreitung der Brandgase und radioaktiver Stoffe kann damit auch über Undichtigkeiten des Abbaus 1 und des Abbaus 2 in die Strecken sowie in die Abwetterleitung erfolgen.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit zu Durchführung von Vorsorgemaßnahmen zur betriebssicheren Verwahrung, die in Kapitel 4 empfohlen sind. Unter Berücksichtigung dieser Nachrüst- und Vorsorgemaßnahmen kann der Brand

im Abbau 1 als ein mit hinreichender Sicherheit vermeidbares Störfallereignis eingestuft werden.

#### *Brandereignis untertage*

In Zusammenhang mit den Transport- und Einlagerungsvorgängen untertage ist ein Brandereignis in den Strecken, an Sonderpunkten und Grubenbauen nicht auszuschließen. Ein derartiges Ereignis ist im Sicherheitsbericht nicht betrachtet.

Das Störfallereignis ist als radiologisch relevant einzustufen. Die Ableitung eines konkreten Szenarios kann in der derzeitigen Bearbeitungsphase noch nicht erfolgen. Die Lastannahmen bei einem Brand von 62 Stück 200-I-Fässern bzw. 3 FC50 (800 °C, 1 h Branddauer) sind konservativ gewählt.

#### *Löserfall im Westfeld*

Dieses Ereignis wird im Sicherheitsbericht nicht behandelt. Das Ablösen von Salzgestein von der Firne ist nur im Westfeld als ein radiologisch relevantes Störfallereignis anzusehen. Als Lastannahme wird im Rahmen einer Arbeitshypothese der Absturz einer Last von 1 000 kg aus 5 m Höhe auf 8 Stück 200-I-Fässer unterstellt.

In Tab. 3.3-1 sind die Auslegungsstörfälle, die sich bei der GRS-Analyse ergeben haben, zusammenfassend dargestellt. Die Ereignisse der Klasse I werden als radiologisch relevante Ereignisse hinsichtlich ihrer radiologischen Auswirkungen in den folgenden Kapiteln betrachtet.

Die Ereignisse der Klasse II, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebinden mit hinreichender Sicherheit vermeidbar sind, werden nicht weiter betrachtet. Anzumerken ist jedoch, daß die Einstufung der Störfallereignisse in die Klasse II nur dann gültig ist, wenn die entsprechenden Maßnahmen an der Anlage bzw. den Abfällen gemäß den Empfehlungen in Kapitel 4 vom Anlagenbetreiber und Abfallproduzenten umgesetzt sind.

**Tab. 3.3-1: Auslegungsfälle des ERAM**

Nummer	Ereignis	Klassifikation	Randbedingung	Bemerkung
	ÜBERTAGE			
1.1	Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung	I	Höhe: 3 m	
1.2	Absturz von Lasten auf Abfallgebinde	I	Höhe: 10 m Last: 200 kg	
1.3	Brandereignis Containerhalle	I	Temperatur: 800°C Zeit: 30 min	
	SCHACHTFÖRDERANLAGE			
2.1	Absturz von Abfallgebinde bei der Förderung nach Untertage	II	-	Das Ereignis ... durch die Auslegung der Schachtförderanlage und technische Nachrüstmaßnahmen (z.B. Gegengewicht) mit hinreichender Sicherheit vermeidbar.
2.2	Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes	II	-	Das Ereignis ist durch technische Nachrüstmaßnahmen (z.B. Schachtsperre) mit hinreichender Sicherheit vermeidbar.
2.3	Brandereignis Förderurmgebäude	II	-	Das Ereignis ist durch Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes mit hinreichender Sicherheit vermeidbar.
	UNTERTAGE			
3.1	Brand im Westfeld	II	-	Nach Umsetzung der Empfehlung in Kapitel 5 ist das Ereignis hinreichend sicher vermeidbar.
3.2	Brand in Abbau 1	II	-	Nach Umsetzung der Empfehlung in Kapitel 5 ist das Ereignis hinreichend sicher vermeidbar
3.3	Brandereignis untertage	I	Temperatur: 800 °C Zeit: 1 h	
3.4	Löserfall im Westfeld	I	Höhe: 5 m Last: 1 000 kg	

### 3.3.3 Quelltermbestimmung

#### Sachstand

Im Sicherheitsbericht /U-ERA 90/ zum ERAM werden vier Störfälle beschrieben.

#### *Absturz eines PC55-Behälters mit $EDR_{\text{H}}$ in der Umladehalle*

Für diesen Störfall wird unter Kreditnahme von dem speziellen Kanalisationssystem in der Umladehalle kein Quellterm abgeleitet.

#### *Absturz eines Faßcontainers (FC100) in den Schacht*

Die Quelltermbestimmung erfolgt unter der Randbedingung, daß das Nuklidinventar im Abfallprodukt zu 100 % Co 60 ist und daß das Abfallprodukt infolge des Aufpralls zu 10 % aerosoliert wird. Es wird ferner unterstellt, daß der Behälter nach dem Aufprall keine Rückhaltewirkung für das Nuklidinventar hat.

#### *Brand im Westfeld*

Für die Quelltermbestimmung wird ein brennbarer Abfallanteil von 30 % an der unversetzt vorliegenden Abfallmenge angesetzt. Es wird unterstellt, daß nur aus diesem Anteil ein Beitrag zur Freisetzung im Brandfall herrührt. Aus dem im Sicherheitsbericht spezifizierten Nuklidvektor für die Abfälle im Westfeld werden nur H 3, C 14, Cs 134 und Cs 137 als flüchtige Nuklide in der Quelltermbestimmung berücksichtigt.

#### *Brand im Abbau I*

Die Quelltermbestimmung basiert auf der Voraussetzung, daß der Abbau I im Brandfall hermetisiert wird. Ein Brand verläuft unter diesen Randbedingungen sauerstoffgesteuert. Unter dieser Voraussetzung wird die maximal abbrennbare Menge des Abfalls aus der im freien Volumen des Abbaus vorhandenen Sauerstoffmenge abgeleitet. Aus der maximal abbrennbaren Abfallmenge wird die Freisetzung abgeleitet. Aus dem im Sicherheitsbericht spezifizierten Nuklidvektor für die Abfälle im Abbau I werden nur Cs 134 und Cs 137 als flüchtige Nuklide für die Quelltermbestimmung berücksichtigt.

#### Bewertung

#### *Absturz eines PC55-Behälters mit $EDR_{\text{H}}$ in der Umladehalle*

Bei der Betrachtung dieses Störfalls wird unterstellt, daß die freigesetzten flüchtigen Eindampfrückstände sofort in die hierfür vorgesehene Kanalisation abgeleitet werden. Dies ist mit dem vorhandenen Auffang- und Kanalisationssystem

nicht zu gewährleisten. Eine luft- bzw. aerosolgetragene Freisetzung von Radionukliden muß für diesen Störfall unterstellt werden.

*Absturz eines Faßcontainers (FC100) in den Schacht*

Die Randbedingung, daß das Nuklidinventar dieses Gebindes zu 100 % aus Co 60 besteht, führt zu einem Quellterm, der für eine radiologische Betrachtung nicht zwangsläufig konservativ ist. Für die Quelltermbestimmung ist ein abdeckender Nuklidvektor anzusetzen.

*Brand im Westfeld*

Eine brandschutztechnische Trennung brennbarer und nicht brennbarer Abfallanteile ist nicht gegeben. Daher ist eine Freisetzung durch Sublimation zu berücksichtigen. Die Einschränkung der Freisetzung auf H 3, C 14 und die Cs-Nuklide führt darüber hinaus zu einer Unterschätzung des Quellterms. Insbesondere für den brennbaren Abfallanteil ist eine luft- bzw. aerosolgetragene Freisetzung des gesamten Radionuklidspektrums zu berücksichtigen /L-GRÜ 87/.

*Brand im Abau I*

Aus baulichen Gründen ist nach derzeitiger Einschätzung eine Hermetisierung des Abbau I im Brandfall nicht gewährleistet. Eine Begrenzung des für einen Brand zur Verfügung stehenden Sauerstoffs kann daher in der Quelltermbestimmung nicht angenommen werden. Die Einschränkung der Freisetzung auf die Cs-Nuklide führt auch für diesen Brandfall zu einer Unterschätzung des Quellterms.

**GRS-STÖRFALLANALYSE**

Die in /U-ERA 90/ ermittelten Quellterme haben nicht den für eine Störfallanalyse notwendigen konservativen Charakter. Daher wird für die vorliegende Sicherheitsanalyse eine eigene realistisch abdeckende Abschätzung der freigesetzten Aktivität vorgenommen, die sich im wesentlichen auf die für das Endlager Konrad angewandte Methodik abstützt. Diese Vorgehensweise gewährleistet eine konservative Abschätzung des Quellterms.

Nachfolgend wird für die in Kap. 3.3.2 identifizierten Störfälle die Vorgehensweise bei der Quelltermbestimmung vorgestellt. Basierend auf den Ergebnissen werden für die weiteren radiologischen Betrachtungen die abdeckenden Quellterme bestimmt.

**Quelltermbestimmung im mechanischem Lastfall***Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände*

Für die Ableitung eines Quellterms wird nach Kap. 3.3.2 eine abstürzende Masse von 2 000 kg aus einer Höhe von 10 m auf einen Container mit 4 FC40-Gebinden unterstellt. Als Abfallprodukt wird die Abfallklasse A1/S3 (EDR<sub>st</sub>) angesetzt. Unter diesen Randbedingungen ergibt sich ein massenspezifischer Energieeintrag von 0.02 J/g auf das Abfallprodukt. Konservativ wird das Abfallprodukt zu 100 % dispergierbar angenommen. Ferner wird unterstellt, daß der Behälter nach der Beaufschlagung keine Rückhaltefunktion für das Nuklidinventar hat.

Für die Aktivitätskonzentration im Abfallprodukt wird der aufgrund der Ortsdosisleistung maximal mögliche Wert von 1 500 GBq/m<sup>3</sup> angesetzt. Basierend auf den Angaben des Sicherheitsberichtes /U-ERA 90/ wird folgender Nuklidvektor für die Quelltermbestimmung angesetzt:

- Cs 137 30 %,
- Cs 134 25 %,
- Co 60 20 %,
- Co 58 10 %,
- Mn 54 15 %

Auf der Basis von ERNA-Rechnungen wurde darüber hinaus das Inventar der Nuklide Sr 90 und Cd 113m im Abfallgebände berechnet und in der Quelltermbestimmung berücksichtigt.

In Experimenten der Nukem /L-NUK 84/ und von Seehars /L-SEE 87/ wurde für einen massenspezifischen Energieeintrag von 0,05 J/g die Freisetzung für Partikel im Bereich von 0 µm bis 70 µm bestimmt. Die Freisetzungsanteile sind nachfolgend aufgelistet.

0 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 40	40 - 70 µm
5.2E-4	1.1E-3	1.8E-3	8.1E-4	7.7E-4 Freisetzungsanteil

Die Verwendung dieser Freisetzungsanteile für die Quelltermbestimmung führt aufgrund des höheren Energieeintrags in den Experimenten zu konservativen Ergebnissen. Darüber hinaus basieren die angegebenen Freisetzungsanteile auf Messungen an Kieselgur. Der Feinstaubanteil in diesem Material deckt den realen Feinstaubanteil in den Abfallprodukten des ERAM ab. Eine Übertragung

der Freisetzungsanteile auf die im ERAM eingelagerten Abfallprodukte führt daher zu einer konservativen Abschätzung des Quellterms.

Tab. 3.3-2 gibt einen Überblick über das betroffene Nuklidinventar und die sich hieraus ergebenden nuklidspezifischen Freisetzungen unter den genannten Randbedingungen.

**Tab. 3.3.-2:** Nuklidspezifische und partikelgrößenabhängige Freisetzungsanteile in Bq für den Störfall "Absturz schwerer Lasten auf einen Container"

Nuklid	Inventar [Bq]	Freisetzung [Bq] im Durchmesserbereich [µm]				
		0 - 5	5 -10	10 -20	20 - 40	40 - 70
Cs 137	3.6E11	1.9E8	4.0E8	6.5E8	2.9E8	2.8E8
Cs134	3.0E11	1.6E8	3.3E8	5.4E8	2.4E8	2.3E8
Co 60	2.4E11	1.2E8	2.6E8	4.3E8	1.9E8	1.8E8
Mn 54	1.8E11	9.4E7	2.0E8	3.2E8	1.5E8	1.4E8
Co 58	1.2E11	6.2E7	1.3E8	2.2E8	9.7E7	9.2E7
Sr 90	3.0E8	1.6E5	3.3E5	5.4E5	2.4E5	2.3E5
Cd 113m	4.4E9	2.3E6	4.8E6	7.9E6	3.5E6	3.4E6

#### *Absturz eines Abfallgebindes in der Umladehalle*

Für die Ableitung eines Quellterms wird der Absturz eines PC55 mit EDR<sub>II</sub> (A2/S2) aus 3 m Höhe angenommen. Es wird unterstellt, daß der Behälter infolge des Aufpralls zerstört wird und keine Rückhaltefunktion für das Nuklidinventar besitzt.

Für die Aktivitätskonzentration im Abfallprodukt wird der maximal zulässige Wert von 40 GBq/m<sup>3</sup> angesetzt. Der angesetzte Nuklidvektor entspricht dem unter dem Störfall "Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände" dargestelltem Nuklidvektor für Eindampfrückstände.

Für die Ableitung eines Freisetzunganteils wird ein unmittelbar betroffenes und für die Freisetzung zu berücksichtigendes Luftvolumen von 1 000 m<sup>3</sup> am Aufprallort angenommen. Ausgehend von einer stabilen EDR-Aerosolkonzentration im betrachteten Luftvolumen von 24 g/m<sup>3</sup> berechnet sich ein Freisetzunganteil von 1 %.

Tabelle 3.3-3 gibt einen Überblick über das betroffene Nuklidinventar und die sich hieraus ergebenden nuklidspezifischen Freisetzungen unter den oben genannten Randbedingungen.

**Tab. 3.3-3:** Nuklidspezifische Freisetzunganteile in Bq für den Störfall "Absturz eines PC55"

Nuklid	Inventar [Bq]	Freisetzung [Bq]
Cs 137	3.0E10	3.0E8
Cs 134	2.5E10	2.5E8
Co 60	2.0E10	2.0E8
Mn 54	1.5E10	1.5E8
Co 58	1.0E10	1.0E8
Sr 90	2.6E7	2.6E5
Cd 113m	4.7E8	4.7E6

#### *Löserfall im Westfeld*

Für die Ableitung eines Quellterms wird der Absturz eines Steinbrockens mit der Masse von 1 000 kg aus 5 m Höhe auf 8 Fässer mit einem Abfallprodukt der Klasse A1/S2 angesetzt. Konservativ wird das Abfallprodukt zu 100 % dispergierbar angenommen. Von einer Rückhaltewirkung der Behälter wird im Störfall kein Kredit genommen.

Der massenspezifische Energieeintrag für diesen Störfall von 0.03 J/g ist vergleichbar mit dem Störfall 'Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde in der Umladehalle', so daß hier dieselben größenabhängigen Freisetzungsteile angesetzt werden können.

### 3.3 - 13

Die Aktivitätskonzentration der A1/S2-Abfälle wird mit 40 GBq/m<sup>3</sup> angesetzt. Basierend auf den Angaben des Sicherheitsberichtes /U-ERA 90/ wird folgender Nuklidvektor für die Quelltermbestimmung zugrundegelegt:

- Cs 137    19 %,
- Cs 134    16 %,
- Co 60     15 %,
- Co 58     17 %,
- Mn 54     11 %,
- H 3        8 %,
- C 14       6 %.

Auf der Basis von ERNA-Rechnungen wurde darüber hinaus das Inventar der Nuklide Sr 90 und Cd 113m im Abfallgebinde berechnet und in der Quelltermbestimmung berücksichtigt.

Tab. 3.3-4 gibt einen Überblick über das angesetzte Nuklidinventar und die sich hieraus ergebenden nuklidspezifischen Freisetzungen unter den oben genannten Randbedingungen.

**Tab.3.3-4:** Nuklidspezifische und partikelgrößenabhängige Freisetzungsanteile in Bq für den Störfall "Löserfall im Westfeld"

Nuklid	Inventar [Bq]	Freisetzung [Bq] im Durchmesserbereich [µm]				
		0 - 5	5 -10	10 -20	20 - 40	40 - 70
Cs 137	1.2E10	6.2E6	1.3E7	2.2E7	9.7E6	9.2E6
Cs 134	1.2E10	6.2E6	1.3E7	2.2E7	9.7E6	9.2E6
Co 60	5.0E6	1.2E8	1.1E7	1.7E7	7.8E6	7.4E6
Mn 54	7.0E9	3.6E6	7.7E6	1.3E7	5.7E6	5.4E6
Co 58	1.1E10	5.7E6	1.2E7	2.0E7	8.9E6	8.5E6
Sr 90	1.0E7	5.2E3	1.1E4	1.8E4	8.1E3	7.7E3
Cd 113m	2.3E8	1.2E5	2.5E5	4.1E5	1.9E5	1.8E5

### Quelltermbestimmung im thermischen Lastfall

#### *Brand eines Containers in der Umladehalle*

Für die Ableitung eines Quellterms wird der Vollbrand eines Containers mit 62 Stück 200-l-Fässern der Abfallklasse A1/S2 untersucht. Das Radionuklidinventar dieser Abfallgebinde wurde bereits für den Störfall 'Löserfall im Westfeld' beschrieben. Der brennbare Abfallanteil wird mit 30 % angesetzt. Darüber hinaus wird angenommen, daß der brennbare und nicht brennbare Anteil homogen vermischt sind. Von den Abfallbehältern wird hinsichtlich der Rückhaltung des Radionuklidinventars im Brandfall kein Kredit genommen.

Die Freisetzungsmechanismen im Brandfall sind für den brennbaren Abfallanteil Abbrand bzw. Pyrolyse und für den nicht brennbaren Anteil Sublimation. Für den brennbaren Anteil wird analog zur Vorgehensweise in der Störfallanalyse 'Konrad' der in /L-GRÜ 87/ abgeleitete Freisetzunganteil von 0,5 und für den nicht brennbaren Anteil der abgeleitete Freisetzunganteil von 0,004 angesetzt. Diese Freisetzunganteile werden für alle Radionuklide mit Ausnahme von H 3 und C 14 unterstellt. Für H 3 und C 14 wird eine Freisetzung von 100 % angenommen.

Tab. 3.3-5 gibt einen Überblick über das betroffene Nuklidinventar und die sich hieraus ergebenden nuklidspezifischen Freisetzungen unter den oben genannten Randbedingungen.

**Tab. 3.3-5:** Nuklidspezifische Freisetzunganteile in Bq für den Störfall "Brand eines Containers in der Umladehalle"

Nuklid	Inventar [Bq]	Freisetzung [Bq]
Cs 137	9.7E10	1.5E10
Cs 134	9.2E10	1.4E10
Co 60	7.7E10	1.2E10
Mn 54	5.6E10	8.8E9
Co 58	8.7E10	1.4E10
Sr 90	8.3E7	1.3E7
Cd 113m	1.9E8	3.1E8

### *Brand von Abfallgebinden untertage*

Für die Quelltermbestimmung wurden zwei Fälle untersucht:

#### Fall 1:

Brand eines Abfallcontainers mit 62 Stück 200-l-Fässern der Abfallklasse A1/S2 mit 30 % brennbarem Anteil. Hieraus ergibt sich der gleiche Quellterm wie in der Tabelle 3.3-5 für den obertägigen Brand.

#### Fall 2:

Durch einen Brand werden 3 FC50-Behälter mit  $EDR_{st}$ , Abfallklasse A1/S3, thermisch beaufschlagt. Als Freisetzungsmechanismus ist hier nur die Mitverdampfung radioaktiver Stoffe zu berücksichtigen. Hierfür ist ein Freisetzungsanteil von  $5 \cdot 10^{-4}$  gemäß /L-GRÜ 87/ anzusetzen. Der Quellterm, der sich unter diesen Randbedingungen ergibt, wird durch den Quellterm aus Fall 1 abgedeckt.

### *Abdeckende Störfälle*

Unter dem Gesichtspunkt weiterführender radiologischer Betrachtungen ist zu prüfen, inwieweit die ermittelten über- bzw. untertägigen Freisetzungen durch einzelne Störfälle abdeckend beschrieben werden. Ein Vergleich der Quellterme zeigt, daß der Störfall 'Absturz eines PC55 in der Umladehalle' durch den 'Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebäude' abgedeckt wird. Ferner wird untertage der Quellterm für den Störfall 'Löserfall im Westfeld' durch den Quellterm für den Störfall 'Brand von Abfallgebinden' abgedeckt.

Hinsichtlich einer radiologischen Bewertung der Störfälle sind daher die folgenden Störfälle zu betrachten:

- Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebäude,
- Brand eines Abfallcontainers,
- Brand von Abfallgebinden untertage.

### **3.3.4 Resultierende Strahlenexposition**

#### Sachstand

Bezüglich potentieller Strahlenexpositionen in der Umgebung der Anlage wird im Sicherheitsbericht /U-ERA 90/ der Brand von nicht mit Salzgruß versetzten Abfällen (200-l-Fässern) auf der 4. Sohle betrachtet. Als Strahlenexposition wird als ungünstigster Wert eine Ganzkörperdosis von  $1 \cdot 10^{-6}$  Sv über Inhalation in 1000 m Entfernung von der Anlage angegeben.

**Bewertung**

Es ist bereits in Kap. 3.3.2 und 3.3.3 ausgeführt worden, daß weder die Störfallauswahl noch die durchgeführte Analyse zur Quelltermbestimmung als ausreichend angesehen werden. Die für den Störfall "Brand von Abfallgebinden untertage" ermittelte Strahlenexposition berücksichtigt nur den Expositionspfad Inhalation und erfaßt damit nicht die Beiträge anderer möglicher Expositionspfade, wie Bodenstrahlung und Ingestion.

Für die gemäß Kap. 3.3.3 zu betrachtenden abdeckenden Störfälle sind in eigenen Analysen potentielle Strahlenexpositionen mit den Modellen und Parametern der Störfallberechnungsgrundlagen /L-SBG 83/ unter Berücksichtigung von Modifikationen, die sich aus der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV /R-AVV 90/ ergeben, berechnet worden. Da bei der mechanischen Beaufschlagung von Abfallgebinden auch größere Aerosolpartikel mit aerodynamisch äquivalenten Durchmessern (AED) bis herauf zu 70 µm freigesetzt werden, sind für die Berechnung der trockenen und nassen Ablagerung auf Bewuchs und Boden ergänzende Festlegungen getroffen worden, die in Tab. 3.3.4-1 zusammengestellt sind. Für Partikel < 5 µm AED entsprechen die Werte der Ablagerungsgeschwindigkeit und der Washoutkonstanten (bezogen auf eine Regenintensität von 5 mm/h) den Angaben in der AVV.

**Tab. 3.3.4-1:** Ablagerungsgeschwindigkeit und Washoutkonstante (Regenintensität 5 mm/h) in Abhängigkeit von der Partikelgröße

Partikelgrößenintervall [µm]	Ablagerungsgeschwindigkeit [m/s]	Washoutkonstante [s <sup>-1</sup> ]
0 - 5	0.0015	2.5E-4
5 - 10	0.003	7.2E-4
10 - 20	0.01	1.1E-3
20 - 40	0.04	1.4E-3
40 - 70	0.15	1.4E-3

Bei den Berechnungen von potentiellen Störfallauswirkungen ist als zusätzlicher möglicher kritischer Aufpunkt jeweils auch der nächstliegende Berg des Lappwaldes, der sich in ca. 510 m Entfernung vom Förderturm in südwestlicher Richtung befindet, als möglicher kritischer Aufpunkt mitbetrachtet worden. Für diesen Aufpunkt wurden die Ausbreitungsfaktoren entsprechend der in /R- SBG 83/ vorgesehenen Verfahrensweise bei Geländeformen, die über einen Neigungswinkel von 5° hinausragen, modifiziert.

Randbedingungen und Ergebnisse der Störfallrechnungen sind:

**Störfall: Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände**

Freisetzung aus Containerhalle (offene Hallenseite)  
Effektive Freisetzungshöhe 3 m  
Kein Gebäudeeinfluß unterstellt (konservative Annahme)  
Minimaler Zaunabstand (Richtung Südwest) 125 m  
Ungünstigste Gesamtdosis: 2.1 E-02 Sv effektive Dosis Kleinkind  
Zugehöriger Dosisgrenzwert: 5.0 E-02 Sv  
Ausschöpfung: 42 %

**Störfall: Brand eines Containers in der Umladehalle**

Freisetzung aus Containerhalle (offene Hallenseite)  
Effektive Freisetzungshöhe 30 m (thermischer Einfluß)  
Kein Gebäudeeinfluß unterstellt  
Minimaler Zaunabstand (Richtung Südwest) 125 m  
Ungünstigste Gesamtdosis: 2.4 E-02 Sv effektive Dosis Kleinkind  
Zugehöriger Dosisgrenzwert: 5.0 E-02 Sv  
Ausschöpfung: 48 %

**Störfall: Brand von Abfallgebänden untertage**

Freisetzung aus dem Abluftschacht am Förderturm  
Effektive Freisetzungshöhe 35 m  
Gebäudeeinfluß berücksichtigt  
Minimaler Zaunabstand (Richtung Südwest) 125 m  
Ungünstigste Gesamtdosis: 2.1 E-02 Sv effektive Dosis Kleinkind  
Zugehöriger Dosisgrenzwert: 5.0 E-02 Sv  
Ausschöpfung: 42 %

Damit zeigt sich, daß auch unter ungünstigen Annahmen für die freigesetzte Aktivität bei allen analysierten Störfällen die Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV eingehalten werden.

**3.3.5 Einwirkung von außen**

Sachstand

Einwirkungen von außen sind unabhängig von anlageninternen Betriebsvorgängen, so daß eine den anlageninternen Ereignissen vergleichbare Erfassungssystematik entfällt. In einem Endlager sind folgende Einwirkungen von außen zu unterstellen:

- Hochwasser,
- Erdbeben,

- Flugzeugabsturz,
- Explosionsdruckwelle und
- sonstige Einwirkungen von außen.

Diese Ereignisse werden im folgenden standortspezifisch für das ERAM diskutiert. Generell ist jedoch bei der sicherheits- und bautechnischen Auslegung des ERAM der Gesichtspunkt der Einwirkung von außen nicht berücksichtigt worden.

### Bewertung

- Hochwasser

Die Schachtanlage Bartensleben liegt bei + 133,6 m NN am Ostwald des Lappwaldes etwa 25 m über dem Flußbett der Aller. Die Entfernung der Containerhalle und des Förderturmgebäudes zur Aller beträgt etwa 800 m /U-ERA 90/. Damit ist Hochwasser im Bereich der Schachtanlage Bartensleben durch Überschwemmungen der Aller auszuschließen.

- Erdbeben

Regional befindet sich die Allertalzone in einem Gebiet mit seismisch geringer Aktivität (siehe Kap. 3.1).

Die Containerhalle des ERAM, die Krananlagen sowie die Turmförderanlage sind nicht gegen dynamische Belastungen ausgelegt. Inwieweit die statische Auslegung der Gebäude erdbebeninduzierte Beschleunigungen ohne Beschädigungen abträgt, kann zum derzeitigen Zeitpunkt nicht beantwortet werden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß es bei einem Erdbeben zu einem Einsturz o.g. Anlagenteile bzw. zum Absturz von Trümmerlasten auf Abfallgebände kommt.

Bei den untertägigen Anlagenteilen des ERAM sind die Erdbebenauswirkungen auf technische Einbauten, Kammerbauwerke, in denen die Einlagerungen erfolgt, und erdbebeninduzierte Löserfälle nur von untergeordneter Bedeutung. Diese Aussage gilt jedoch nicht für das gesamte Grubengebäude. Inwieweit bei Ausfall der Bewetterungseinrichtungen im Erdbebenfall ein rechtzeitiger Ersatz bzw. Reparatur möglich ist, kann bisher noch nicht beantwortet werden. Eine Strömungsumkehr und der Auszug der Abwetter aus Einlagerungskammern über den Einlagerungsschacht kann nicht ausgeschlossen werden.

- Flugzeugabsturz

Ereignisse infolge Flugzeugabsturz sind nach den Leitlinien zum § 28 (3) StrlSchV für Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktor wegen ihres geringen Risikos keine Auslegungsstörfälle, sondern werden dem Restrisiko zugeordnet.

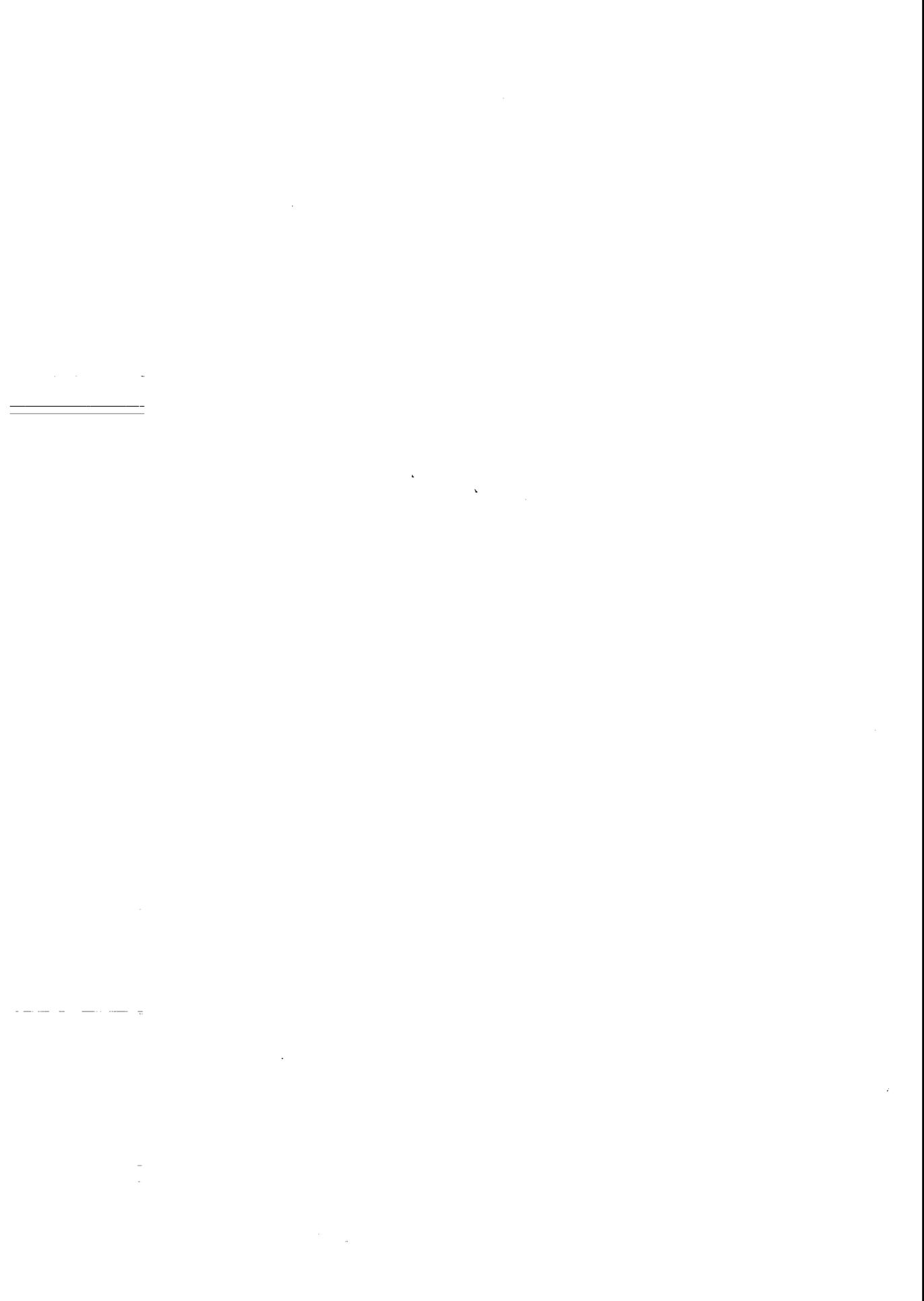
Eine entsprechende Einstufung ist angesichts des geringen Aktivitätsinventars, das im Bereich der Containerhalle und des Förderturmgebäudes umgeschlagen wird, für die Schachanlage Bartensleben gerechtfertigt.

- Explosionsdruckwelle

In etwa 400 m Entfernung vom Umschlagsbereich der radioaktiven Abfälle befindet sich die Fernstraße F1 (Bundesstraße B 1), deren derzeitiger Ausbauzustand im Bereich des ERAM nicht dem in der bisherigen Bundesrepublik Deutschland üblichen Ausbauzustand entspricht. Hier ist in Zukunft mit einer erheblichen Steigerung des Kraftfahrzeugverkehrs zu rechnen. Die Containerhalle ist zur Seite der Fernstraße hin offen. Es ist nicht zu erwarten, daß das Ereignis Explosionsdruckwelle angesichts der örtlichen Verhältnisse als Störfall zu behandeln ist. Eine definitive Aussage ist zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht möglich.

- Sonstige Einwirkungen von außen

Unter sonstigen Einwirkungen von außen sind Ereignisse wie Blitz, Wind, Eis und Schnee, äußere Brände und andere standortabhängige Einwirkungen zusammengefaßt. Eine Bewertung dieser Ereignisse kann zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht erfolgen. Die aus diesen Ereignissen resultierenden möglichen Aktivitätsfreisetzungen können jedoch durch geeignete technische, bauliche und administrative Vorsorgemaßnahmen vermieden bzw. begrenzt werden.



### **3.4 Langzeitsicherheit**

#### **3.4.1 Stilllegungskonzept**

##### Sachstand

Die Erarbeitung eines Stilllegungskonzeptes für das Endlagerbergwerk war nicht Gegenstand des Genehmigungsverfahrens des ERAM. Um jedoch zu einer Sicherheitseinschätzung des Endlagers in der Nachbetriebsphase zu gelangen, wird im Sicherheitsbericht /U-ERA 90/ in einer Arbeitshypothese von der gezielten Flutung des Endlagerbergwerkes mit gesättigter Magnesiumchloridlauge ausgegangen. Das Bergwerk wird unversetzt behandelt, der Schacht Bartensleben ist ebenfalls ohne Verschuß angenommen worden. Mögliche Versatz- und Versiegelungsmaßnahmen werden diskutiert aber in die weiteren Sicherheitsbetrachtungen nicht einbezogen. Im Sicherheitsbericht wird von der Standsicherheit der Grubengebäude für den Prognosezeitraum ausgegangen.

##### Bewertung

Die Arbeitshypothese Flutung der Grube mit gesättigter Magnesiumchloridlauge stellt kein geeignetes Abschlußkonzept für ein Endlager dar. Es ist nicht kompatibel mit deutschen Regeln und Richtlinien /R-BMI 83/. Es muß unverzüglich mit der Erarbeitung eines geeigneten Stilllegungskonzeptes begonnen werden (siehe /E-3.1.4-4/).

Ein solches Konzept beeinflusst die Bewertung der Sicherheit des Endlagers in der Nachbetriebsphase. Derzeit können daher in einer Sicherheitsbewertung nur abdeckend pessimistische Analysen zum Tragen kommen. Eine abschließende Sicherheitsbewertung des Endlagers in der Nachbetriebsphase kann erst nach der Erarbeitung eines geeigneten Stilllegungskonzeptes (siehe Kapitel 3.4) durchgeführt werden.

#### **3.4.2 Szenarienanalyse**

##### Sachstand

Für den Nachbetrieb werden im Sicherheitsbericht /U-ERA 90/ eine Reihe von Szenarien aufgrund anthropogener Einwirkungen und natürlicher Ereignisse (z.B. Meteoriteneinschlag ) qualitativ diskutiert. Quantitative Analysen werden für die Szenarien des Transportes von Radionukliden mit der Magnesiumchloridlauge über die Schächte Marie oder Bartensleben in den Vorfluter Aller sowie über die Trinkwassergewinnung aus dem Deckgebirge in der unmittelbaren Umgebung des Endlagers mittels Brunnen durchgeführt.

### Bewertung

Szenarienanalysen basieren u.a. auf geologischen Standortgegebenheiten in Verbindung mit dem Stilllegungskonzept des Endlagers. Da für das ERAM ein geeignetes Stilllegungskonzept noch zu entwerfen ist, muß sich eine zukünftige Szenarienanalyse an diesem neuen Konzept orientieren.

Um jedoch vorab zu einer Aussage über die Sicherheit der Anlage im Nachbetrieb zu gelangen, hat die GRS abschätzende Analysen zur Sicherheit des Endlagers in der Nachbetriebsphase durchgeführt. Diesen Analysen liegen folgende Annahmen zugrunde:

- ein Wassereintritt in die Grube kann langfristig nicht ausgeschlossen werden,
- ein Stilllegungskonzept wird den Versatz oder Teilversatz der Grubenhohlräume beinhalten, so daß von der Standsicherheit der Grube ausgegangen werden kann und
- die Grubenkonvergenzrate beträgt  $1,0 \cdot 10^{-5}/a$  /L-SAL 90/.

Auf dieser Basis wurde im Einklang mit der Bewertung der Hydrogeologie des Standortes (Kap. 3.1.2) für die Sicherheitsabschätzung als abdeckendes Szenarium der Nachbetriebsphase die laugengefüllte Grube und das Auspressen von kontaminierter Lauge über den Schacht Bartensleben in den nahegelegenen Salzbach und damit in den Vorfluter Aller betrachtet.

### **3.4.3 Modellrechnungen**

#### NAHBEREICH

#### Sachstand

Der Sicherheitsbericht /U-ERA 90/ geht von einer Flutung der Grube über einen Zeitraum von 10 Jahren aus. Für die Mobilisierung der Radionuklide am Einlagerungsort werden weitere 10 Jahre veranschlagt, so daß die Modellvorstellung von vollständiger Lösung der Radionuklide in der Lauge des Einlagerungsortes zum Jahre 2100 ausgeht. Die Freisetzung aus dem Einlagerungsort in die Beschickungsstrecke wird mittels Diffusion ermittelt /U-THI 90/. Für die Unterwerksbaue Abbau 1 und Abbau 2 sowie für die Bohrlochlagerung werden darüberhinaus konvektive Transportvorgänge aufgrund von Konvergenz der Hohlräume betrachtet. Ergebnisse dieser Rechnungen sind die in die Beschickungsstrecke freigesetzte Aktivität sowie die Transportrate der Aktivität an der Grenzfläche Einlagerungsort/Beschickungsstrecke. Für die weitere Behandlung der Transportvorgänge im Grubengebäude wird das maximale Aktivitätsinventar der Beschickungsstrecke zugrundegelegt.

Mit dem Transportcode KASOMO /U-HEI 90, U-KLA 90/ werden die Transportvorgänge im Endlagerbergwerk unter Berücksichtigung thermischer und geo-

thermischer Gradienten simuliert. Die Ergebnisse der Analysen weisen auf relativ schnelle Transportvorgänge im Grubengebäude hin, so daß im weiteren Verlauf der Analyse vom zeitlichen Verlauf des Transportes im Grubengebäude kein Kredit genommen wird, d.h. Barrierenwirkungen und Retardationsvorgänge werden nicht betrachtet.

### Bewertung

Die im Sicherheitsbericht vorgestellten Rechnungen waren nicht in allen Bereichen nachvollziehbar, so daß eigene abschätzende Rechnungen für das in Kap. 3.4.2 entwickelte abdeckende Szenarium durchgeführt wurden. Diesen Rechnungen liegen folgende Annahmen zugrunde:

Basis sind die in Kap. 3.2.8 ermittelten Aktivitätsinventare für die Jahre 1989 bzw. 2000. Die eingelagerten Abfälle befinden sich in den Einlagerungsörtern Stapelkammer, Versturzammer und in situ Verfestigung. Es wird unterstellt, daß die Grube zum Zeitpunkt 1989 bzw. 2000 instantan mit Lauge gefüllt ist und eine 10 jährige Mobilisierungszeit der Radionuklide einsetzt, so daß nach Ablauf dieser Zeit das gesamte Radionuklidinventar in gelöster Form in der Lauge der Endlagerörter vorliegt. Die Konvergenz der Endlagerörter mit einer Rate von  $10^{-5}/a$  bewirkt das Auspressen von kontaminierter Lauge aus den Einlagerungsörtern in die angrenzenden Strecken, die am Schacht Bartensleben angebunden sind. Die kontaminierte Lauge vermischt sich homogen mit dem Laugeninhalt der Streckenabschnitte (ca. 30 000 m<sup>3</sup>) zwischen Endlagerort und Schacht. Es wird unterstellt, daß diese Streckenabschnitte hinter den Einlagerungsörtern mit ca. 4 Mio. m<sup>3</sup> Volumen des Endlagerbergwerkes direkt in Verbindung stehen, deren Konvergenz die Bewegung der kontaminierten Lauge in Richtung Schacht verstärkt. Bei der Modellierung wird weiterhin unterstellt, daß die in den Schacht ausgepreßte Aktivität instantan in den Vorfluter Aller gelangt, d.h. von der Rückhaltung im Schacht und der Geosphäre wird kein Kredit genommen. Tab. 3.4.1 gibt die Aktivitätsrate am Übertritt in die Aller wieder.

## GEOSPHERE

### Sachstand

Im Sicherheitsbericht /U-ERA 90/ werden nach Ausarbeitung von Szenarien zur Ausbreitung von Radionukliden in der Geosphäre Ergebnisse der mathematischen Simulationen eines Teiles dieser Szenarien in einem hydrogeologischen Modell AMDE /U-HEE 86/ vorgestellt und diskutiert. Diese Grundwassersimulationsrechnungen erfolgten mit dem Code AQUA-78 /U-HEE 86, U-HEE 86a, U-BEG 88/. Ergebnisse der Rechnungen sind dreidimensionale Strömungsfelder im hydrogeologischen Modell AMDE. Mittels Stromlinienberechnungen werden die potentiellen Transportwege der Radionuklide von Übertrittsstellen Endlager/Geosphäre durch die Geosphäre bis in den Vorfluter Aller bzw. die Brunnen des Wasserwerks ermittelt. Entlang dieser Transportwege werden eindimensionale Transportrechnungen der Radionuklide mit dem Stromröh-

reencode ZERKET /U-PET 88, U-PET 88a, U-PET 89/ unter Berücksichtigung von radioaktivem Zerfall, Dispersion und Retardation durchgeführt. Zur Behandlung der Retardation kommen Kd-Werte aus der Literatur zur Anwendung. Ergebnis dieser Rechnungen sind Reduktionfaktoren der Aktivitäten von der Quelle bis zum Vorfluter.

### Bewertung

Aufgrund der hydrogeologischen Beurteilung des Standortes (Kap. 3.1.2) reicht der derzeitige Kenntnissstand für eine realitätsnahe, standortbezogene, hydrogeologische Betrachtung der Geosphäre nicht aus. Daher nimmt die GRS in ihren eigenen Analysen zum Radionuklidtransport vom Rückhaltepotential der Geosphäre keinen Kredit, d.h. die in den Schacht Bartensleben ausgepreßten Radionuklide werden ohne jegliche Retardation im Schacht und in der Geosphäre direkt über den nahen Salzbach in den Vorfluter Aller geleitet.

Die so ermittelten Aktivitätsraten (Tab. 3.4.1) werden den nachfolgenden Berechnungen für die Biosphäre zugrunde gelegt.

Die vorgestellten Rechnungen liefern pessimistische Abschätzungen für die Sicherheit der Anlage in der Nachbetriebsphase. Es müssen Langzeitsicherheitsanalysen auf der Grundlage der geologischen Standortbewertung und des erarbeiteten Stilllegungskonzeptes durchgeführt werden. Erst diese Analysen geben letztlich Auskunft über das einlagerbare Aktivitätsinventar. Unter Berücksichtigung eines belastbaren hydrogeologischen Modells und eines konkreten Stilllegungskonzeptes wird ein größeres einlagerbares Aktivitätsinventar erwartet, als in Kap. 3.2.8 prognostiziert. Bis umfassende Langzeitsicherheitsanalysen vorliegen, sollten die Aktivitätsinventare auf die prognostizierten Inventare aus Kap. 3.2.8 beschränkt bleiben /E-3.4.3-1/.

Tab. 3.4-1: Aktivitätsinventare und Quellstärken für die Inventare und Spektren zum Jahr 1989 und 2000.

INVENTAR 1989									
Nuklid	C 14	Cl 36	Tc 99	I 129	Ra 226	Pu 239	H 3	Co 60	Cs 137
Inventar [Bq]	4.7E+12	1.0E+9	1.0E+9	2.9E+6	1.6E+10	1.2E+9	2.7E+13	1.1E+14	6.1E+14
Quellstärke [Bq/a]	1.7E+8	6.9E+5	5.9E+5	3.5E+3	1.7E+5	1.6E+5	1.3E+6	1.0E+6	9.7E+6

INVENTAR 2000						
Nuklid	C 14	H 3	Co 60	I 129	Cs 137	Pu 239
Inventar [Bq]	2.2E13	3.8E13	3.4E14	2.1E+7	7.7E+14	1.1E+10
Quellstärke [Bq/a]	7.9E+8	1.8E+6	3.2E+6	2.6E+4	1.2E+8	1.5E+6

### 3.4.4 Potentielle Strahlenexposition durch Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Biosphäre

#### Sachstand

Im Sicherheitsbericht /U-ERA 90/ werden die potentiellen Strahlenexpositionen durch radioaktive Ableitungen mit dem Abwasser für die Nachbetriebsphase berechnet. Dabei werden bezgl. des Spektrums, der Freisetzungsdauer, der Expositionspfade und der Ernährungsgewohnheiten Annahmen und Auswahlkriterien getroffen, die nachfolgend beschrieben werden:

#### - Spektrum

Das Aktivitätsinventar wird für den Prognosezeitraum für Radionuklide mit Halbwertszeiten  $> 2a$  angegeben. Aus diesem 46 Radionuklide umfassenden Spektrum werden 3 Leitnuklide ausgewählt:

- Co 60 für Radionuklide mit Halbwertszeiten  $2a < T_{1/2} < 10a$ ,
- Cs 137 für Radionuklide mit Halbwertszeiten  $10a < T_{1/2} < 50a$  und
- Pu 239 für Radionuklide mit Halbwertszeiten  $T_{1/2} > 50a$

#### - Expositionspfade

Folgende Expositionspfade finden Berücksichtigung:

- Viehtränke - Kuh - Milch,
- Viehtränke - Tier - Fleisch,
- Beregnung - Futterpflanze - Kuh - Milch,
- Beregnung - Futterpflanze - Tier - Fleisch und
- Beregnung - Pflanze.

#### - Referenzperson

Referenzperson ist der Erwachsene.

#### - Ernährungsgewohnheiten

Die Verzehrmenngen der Referenzperson sind mittlere Zufuhrmenngen für den Erwachsenen ohne Sicherheitszuschläge.

#### - Modell und ökologische Parameter

Die Berechnungen der Kontamination der Vegetation (Futtermittel, Getreide, Kartoffel, Blattgemüse und Nichtblattgemüse), der Milch und des Fleisches (Rind- und Schweinefleisch) durch Beregnung und Wurzel Aufnahme sowie durch Tränken erfolgt mit einem hohen Detaillierungsgrad, wobei eine Reihe von standortspezifischen sowie international gebräuchlichen Daten verwendet werden.

Der Zeitraum 1 Jahr, in welchem sich die Radionuklide durch Beregnung ablagern und anreichern, entspricht dem Jahr der Freisetzung.

#### Bewertung

Das Vorgehen in /U-ERA 90/ bzgl. der Festlegung der Leitnuklide Co60, Cs137 und Pu239, der Quellstärken sowie der potentiellen Expositionspfade am Standort entspricht teilweise nicht der gutachterlichen Praxis und den gültigen gesetzlichen Vorschriften zur Berechnung der potentiellen Strahlenexposition durch radioaktive Ableitungen mit dem Abwasser. Daher wurden eigene Rechnungen mit den in Tab. 3.4-1 ermittelten Nuklidgemischen und Quellstärken für die Einlagerungsphasen bis 1989 (Spektrum 1989) und bis zum Jahr 2000 (Spektrum 2000) durchgeführt.

Vorfluter für das Endlager ist die Aller mit mittleren Abflußmengen zwischen 0,34 - 0,56 m<sup>3</sup>/s /U-ERA 90/. Zur Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition wird von einer mittleren Abflußmenge von 0,3 m<sup>3</sup>/s ausgegangen und homogene Durchmischung der aus der Geosphäre austretenden Wässer mit dem Vorfluter unterstellt.

Die Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus dem Endlager erfolgt mit den Rechenverfahren und den Parametern der "Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV" /R-AVV 90/.

Es werden die Expositionspfade gemäß Anlage XI zu § 45 StrlSchV berücksichtigt.

Die potentielle Strahlenexposition wird für den Nah- und Fernbereich für die Freisetzungsdauer von 200 a berechnet. Dies ist der Zeitraum, in dem maximale Strahlenexpositionen zu erwarten sind. Bei möglichen größeren Freisetzungsdauern ist für Radionuklide mit Halbwertszeiten, die gegenüber der Freisetzungsdauer deutlich kleiner sind, z.B. Co 60 und Cs 137, der radioaktive Zerfall im Quellterm zu berücksichtigen. Da dies radiologisch relevante Radionuklide betrifft, würde die resultierende Dosis bei diesen Freisetzungsdauern insgesamt niedriger.

Im einzelnen werden folgende Werte für die potentielle Strahlenexposition im Nahbereich (Fließzeit 10 a) berechnet:

Tab. 3.4-2: Potentielle Strahlenexposition

	Äquivalentdosis in $\mu\text{Sv}$			
	Spektrum 1989		Spektrum 2000	
	Erwachsener	Kleinkind	Erwachsener	Kleinkind
effektive Äquivalentdosis	< 3	< 1	22	< 6
Dosis der Körperorgane Keimdrüsen, Gebärmutter rotes Knochenmark	< 3	< 1	< 4	< 6
Knochenoberfläche, Haut	< 3	< 1	< 33	< 12
sonstige Organe	< 3	< 1	< 24	< 12

Ein Vergleich der berechneten Strahlenexpositionen mit den Dosisgrenzwerten der Strahlenschutzverordnung für die Ableitung radioaktiver Stoffe zeigt, daß am Standort Morsleben bei Auftreten der in Tab. 3.4.1 postulierten Quellstärken und Nuklidspektren in der Biosphäre die Grenzwerte des § 45 StrlSchV auch bei Freisetzung über längere Zeiträume eingehalten werden können. Dies gilt für die effektive Äquivalentdosis und die Organäquivalentdosen sowohl für das Spektrum 1989 als auch für das Spektrum 2000. Die zu erwartenden Strahlenexpositionen im Nah- und Fernbereich des Endlagers liegen für das Spektrum 1989 mindestens um den Faktor 100, für das Spektrum 2000 mindestens um den Faktor 10 unter den Grenzwerten der StrlSchV.

- Spektrum 1989

Die Höhe der Strahlenexposition wird beim Spektrum 1989 sowohl für die des Erwachsenen als auch für die des Kleinkindes im wesentlichen (ca. 75 %) durch die Radionuklide C 14 und Cs 137 bestimmt.

Die dominierenden Expositionspfade sind beim Erwachsenen der Fischverzehr mit ca. 81 %, die sonstigen Ingestionspfade mit insgesamt ca. 13 % sowie der Sedimentaufenthalt mit ca. 4 % und die Trinkwasseraufnahme mit ca. 2 %.

Da beim Kleinkind der Expositionspfad Fisch-Verzehr in /R-3.4-2/ nicht unterstellt wird, dominieren die Expositionspfade Ingestion landwirtschaftlicher Produkte mit insgesamt 71 % an der Gesamtexposition deutlich vor der Strahlenexposition durch Sedimentaufenthalt mit ca. 22 % und Trinkwasseraufnahme mit ca. 7 %.

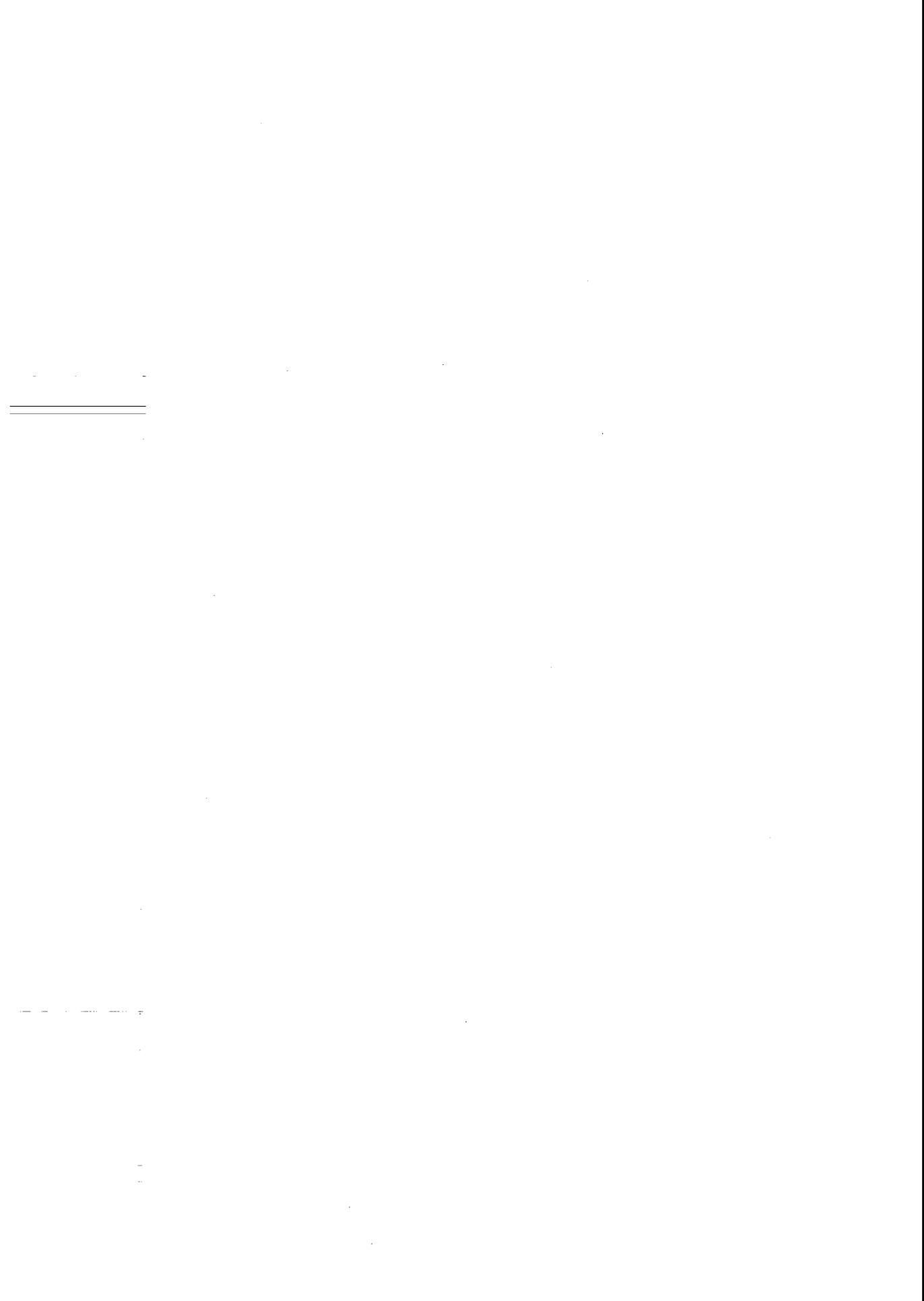
- Spektrum 2000

Die dominierenden Radionuklide an der Gesamtexposition im Nah- und Fernbereich für die Referenzperson Erwachsener und Kleinkind sind die Radionuklide C 14 und Cs 137.

Die relevanten Expositionspfade beim Erwachsenen sind Ingestion von Fisch mit ca. 77 %, Ingestion landwirtschaftlicher Produkte mit ca. 13 %, Sedimentaufenthalt mit ca. 8 % und Trinkwasseraufnahme mit ca. 2 %.

Die relevanten Expositionspfade für das Kleinkind sind der Sedimentaufenthalt mit ca. 51 % und die Ingestion landwirtschaftlicher Produkte mit ca. 42 %. Der Anteil durch Trinkwasseraufnahme beläuft sich hier auf ca. 7 % der Gesamtexposition.

Die Sicherheitseinschätzung für die Nachbetriebsphase zeigt, daß sowohl für das bisher eingelagerte Aktivitätsinventar als auch für einen kontinuierlichen Weiterbetrieb der Anlage im bisherigen Umfang eine unzulässig hohe Dosisleistung infolge Aktivitätsfreisetzung in das Grund- und Oberflächenwasser in der Umgebung der Anlage nicht zu erwarten ist.



## **4. EMPFEHLUNGEN**

### **4.1 Geologische Standortbewertung**

- /E-3.1.1-1/ Es wird empfohlen, den Sachverhalt bezüglich des Sockelversatzes unter den Grubenbauen durch neue reflexionsseismische Messungen zu klären.
- /E-3.1.1-2/ Es sollte eine Überprüfung der Hutgesteinansprache vorgenommen werden.
- /E-3.1.1-3/ Die Auswertung aller vorhandener Bohrerergebnisse und reflexionsseismischer Messungen auch auf niedersächsischem Gebiet sollten unverzüglich vorgenommen werden.
- /E-3.1.1-4/ Über die Auswertung vorhandener Bohrerergebnisse und Messungen hinaus sollten eventuell zusätzliche Bohrungen zur besseren Abklärung der gesamten geologischen Situation in Betracht gezogen werden.
- /E-3.1.1-5/ Es wird empfohlen, ein neues seismologisches Gutachten für den Standort Morsleben nach KTA 2201 unter besonderer Berücksichtigung der örtlichen tektonischen Situation zu erstellen, wobei die zeitlichen Aktivitäten und die Versetzungsbeträge tektonischer Elemente von Bedeutung sind. Dazu ist auch die Sichtung der Registrierungen der Station ALT und die Bewertung der dabei gefundenen seismischen Ereignisse unter Einbeziehung der Stationen KON (Schacht Konrad) und ASS (Salzbergwerk Asse) erforderlich.
- /E-3.1.1-6/ Durch eine sehr sorgfältige Probenahme und Analyse muß geprüft werden, ob es sich bei den Na-Gehalten der Lösungen des Lagers H um einen echten Effekt handelt. Sollte der Na-Gehalt real sein, muß dieser in kurzer zeitlicher Folge (wöchentlich) überwacht werden. Hier könnte sich eventuell verbunden mit einer geringen Zunahme des Na-Gehaltes ein direkter Zufluß vom Salzspiegel andeuten.
- /E-3.1.2-1/ Um die regionale hydrogeologische Situation besser und vollständiger beschreiben zu können, sind Arbeiten für die folgenden Aufgaben zu planen und durchzuführen oder, sofern sie bereits begonnen wurden, im notwendigen Umfang abzuschließen:
- Regionale hydrogeologische Erkundung mit dem Ziel, den hydrogeologischen Aufbau in der Allertalzone und den angrenzenden Gebieten des Lappwaldes für großräumige hydraulische Modellvorstellungen ausreichend genau beschreiben zu können,

- Bestimmung der Gesteinsdurchlässigkeiten und Porositäten der in der Region vorhandenen Schichtglieder,
- Bestimmung des mittleren Grundwasserstandes (über mehrere Jahre),
- Bestimmung der hydraulischen Drucke in den tieferen Grundwasserleitern,
- Bestimmung der Grundwasser-Neubildungsraten und -Abflußraten,
- Bestimmung des aktuellen Betrages der Grundwasserströmung, besonders im Bereich der zu betrachtenden Strömungspfade,
- Bestimmung des Chemismus, der Dichte und der isotopischen Zusammensetzung des Grundwassers in allen wichtigen Grundwasserstockwerken,
- Bestimmung der petro- und hydrochemischen Zusammenhänge.

Die Erkundungsarbeiten sollen so gesteuert werden, daß die für die Sicherheitsanalyse erforderlichen Aussagen getroffen werden können. Es sind die jeweils geeignetsten Verfahren nach dem Stand von Wissenschaft und Technik anzuwenden.

- /E-3.1.4-1/ Es sollte unverzüglich mit der Erarbeitung eines umfassenden Stabilitätsnachweises für das Gesamtsystem Bartensleben/Marie (Bestandsaufnahme des Grubengebäudes und seines geologischen Umfeldes, Spannungszustand, Konvergenzen, Standsicherheit, Wegsamkeiten) begonnen werden.
- /E-3.1.4-2/ Mit der Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes zur Beherrschung von Laugenzuflüssen sollte unverzüglich begonnen werden.
- /E-3.1.4-3/ Es sollte mit der Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes zur Reduzierung des Hohlraumvolumens der Grube während der Betriebsphase unverzüglich begonnen werden.
- /E-3.1.4-4/ Mit der Erarbeitung eines Stilllegungskonzeptes sollte unverzüglich begonnen werden.

## **4.2 Betrieb**

- /E-3.2.1.1-1/ Die Wand der Containerhalle ist durch einen Aufprallschutz zu sichern.
- /E-3.2.1.1-2/ Offene, an der Hauptstrecke befindliche Grubenbaue sind abzumauern, sofern auf den Strecken Transporte in die Einlagerungsbereiche erfolgen.

- /E-3.2.1.1-3/ Das Treibstofflager und die Betankungseinrichtung im Bereich der 4. Sohle sind aus brandschutztechnischen Gesichtspunkten in einen Bereich zu verlegen (z.B. Südostfeld), an dem keine bestimmungsgemäßen Transporte radioaktiver Abfälle vorbeiführen.
- /E-3.2.1.1-4/ Es wird empfohlen, das Sprengmittellager auf der 4. Sohle ganz aufzugeben und die Sprengmittel im Sprengmittellager auf der 1. Sohle zu lagern.
- /E-3.2.1.2-1/ Ein maschineller Vortrieb mittels einer entsprechend dimensionierten Teilschnittmaschine gewährleistet eine schonende Gebirgsauffahrung. Für die notwendigen Auffahrarbeiten der 4. Sohle der Schachanlage Bartensleben wird empfohlen, diese Technik zu verwenden
- /E-3.2.1.2-2/ Die Sprengarbeiten sollten auf das Auffahren von Grubenbauen in schwer schneidbaren oder schwer zugänglichen Bereichen beschränkt werden.

### **4.3     Technische Anlagen**

#### **4.3.1   Schachtförderanlage**

- /E-3.2.2.1-1/ Der Einbau eines Schachtmagnetschalters je Trum, der sowohl für die Einsatzüberwachung der kontinuierlichen Geschwindigkeitsüberwachung als auch für eine zusätzliche punktweise v-Überwachung genutzt werden könnte, wird empfohlen.
- /E-3.2.2.1-2/ Die Schachtschalter sollten in der Bündigkeit von Hängebank bzw. Rasenhängebank und 4. Sohle jeweils auf ordnungsgemäße Funktion überwacht werden.
- /E-3.2.2.1-3/ Es wird die Übernahme von Bündigschaltern für die Signalzuteilung auch für die Betriebsart "Einschlagsignal" oder, wenn ein größerer Sohlenbereich gewünscht wird, Ersatz des Sohlenumschalters durch ein selbsttätig wirkendes Sohlenschaltwerk empfohlen.
- /E-3.2.2.1-4/ Es wird die Umschaltung der Schachttastenkenntlampe auf ständige Betriebsbereitschaft empfohlen.
- /E-3.2.2.1-5/ Es wird die Ausrüstung der Anlage mit grünen Torlampen, die eine echte Rückmeldung des "Gesperrt"-Zustandes der Fördermaschine darstellen, empfohlen.
- /E-3.2.2.1-6/ Schachtzugänge im Bereich von Anschlägen mit Güterförderung (z.B. beim Aufschieben des Anhängfahrzeuges mit radioaktiven

Abfallgebinden) sind mit einer geeigneten Sperreinrichtung auszurüsten, die das Gleislofahrzeug sicher aufhalten kann.

- /E-3.2.2.1-7/ Das Aufhängeblech des Fördermittels muß einer Materialprüfung unterzogen werden.
- /E-3.2.2.1-8/ Im Zusammenhang mit den Maßnahmen für das Aufhängeblech ist zu prüfen, ob das gesamte Fördermittel mit Aufhängeblech ausgewechselt werden sollte, da es schon eine Betriebszeit von 14 Jahren erreicht hat.
- /E-3.2.2.1-9/ Das Gegengewicht sollte durch ein neues in herkömmlicher Konstruktion ersetzt werden.
- /E-3.2.2.1-10/ Die Haupttragglieder des Fördermittels, des Gegengewichtes sowie alle Zwischengeschirteile und die Unterseilaufhängungen sollten regelmäßig, d.h. jährlich einmal zerstörungsfrei untersucht werden. Da nicht bekannt ist, ob Untersuchungen dieser Art vorgenommen wurden, sind diese Untersuchungen erstmalig innerhalb eines Zeitraumes von etwa drei Monaten durchzuführen.
- /E-3.2.2.1-11/ Die angebohrten Hohlräume hinter dem Schachtausbau sind zu verfüllen.
- /E-3.2.2.1-12/ Die Ausführung der Traufrinnen zur Fassung der Wässer im Schacht sollte konstruktiv verbessert und gegen Korrosion im Sinne der TAS geschützt werden.
- /E-3.2.2.1-13/ Die Einstrichkonsolen im Schacht sollten entrostet und mit Zinkschutz versehen werden, sofern ein Feuerverzinken nicht in Frage kommt.
- /E-3.2.2.1-14/ Die Aufhängung des Mauerwerkes im Schacht oberhalb der 4. Sohle sollte nebst Abfangung statisch überprüft werden.

#### **4.3.2 Transport und Handhabungseinrichtungen**

- /E-3.2.2.2-1/ Es ist eine ausreichende Arretierungsvorrichtung für Abfallfässer auf dem Anhängfahrzeug zu installieren.
- /E-3.2.2.2-2/ Aus sicherheitstechnischen Gründen sollte das Anhängfahrzeug eine Bremsvorrichtung besitzen und mit ausreichenden Arretierungsvorrichtungen ausgestattet werden.

/E-3.2.2.2-3/ Untertage sind für den Transport und die Handhabung radioaktiver Abfälle moderne, dem Stand der Endlagertechnik entsprechende, Fahrzeuge einzusetzen.

#### **4.4 Anlieferung, Eingangskontrolle und Pufferung der Abfälle**

/E-3.2.3-1/ Ein System der Produktkontrolle für alle in das Endlager angelieferten Abfallarten ist zu erstellen.

/E-3.2.3-2/ Die Pufferung von Abfallgebinden sollte nur außerhalb des unmittelbaren Umschlagplatzes erfolgen. Dazu sind entsprechende Regelungen im Betriebshandbuch festzulegen. Die Pufferung darf nur aus betrieblichen Gründen erfolgen und nicht zur mittelfristigen Zwischenlagerung der Abfälle dienen.

/E-3.2.3-3/ Aus Gründen der Vorbeugung von Betriebsstörungen im Zusammenhang mit der Pufferung radioaktiver Abfälle wird empfohlen, einen räumlich abgetrennten Bereich in der Containerhalle zu schaffen, in dem nur die radioaktiven Abfälle gelagert werden.

#### **4.5 Einbringen fester Abfälle**

/E-3.2.4.1-1/ Der bestehende Schüttkegel aus losem radioaktivem Abfall im Abbau 1 ist mit geeignetem Material (z.B. Braunkohlenfilterasche, Steinsalz) so abzudecken, daß eine Brandentstehung verhindert wird.

/E-3.2.4.1-2/ Auf den abgedeckten Schüttkegel ist Abfall im Abbau 1 nur dann zu verstürzen, wenn gewährleistet ist, daß die Schutzfunktion der Abdeckung erhalten bleibt.

/E-3.2.4.1-3/ Bei den künftig zu verstürzenden Abfällen sind brennbare Rohabfälle durch Konditionierung in ein nicht brennbares Abfallprodukt zu überführen und in standardisierten Fässern zu verpacken.

/E-3.2.4.1-4/ Durch Produktkontrollmaßnahmen ist sicherzustellen, daß einzulagernde Abfälle keine chemisch besonders reaktionsfähigen Stoffe enthalten.

/E-3.2.4.2-1/ Der bereits vorhandene Faßstapel im Westfeld ist unverzüglich zu versetzen. Dies gilt auch für die Vorderfront des Stapels.

- /E-3.2.4.2-2/ Alle künftig mit Stapeltechnik einzulagernden Abfälle sind, sofern es sich nicht um sperrige Materialien handelt, in standardisierten Fässern zu verpacken.
- /E-3.2.4.2-3/ Brennbare Abfälle sind in qualifizierten Behältern zu verpacken.
- /E-3.2.4.2-4/ Durch Produktkontrollmaßnahmen ist sicherzustellen, daß der Abfall keine selbstzündlichen Materialien enthält.
- /E-3.2.4.2-5/ Bei zukünftiger Einlagerung mit Stapeltechnik sind die Faßstapel unter betrieblichen und brandschutztechnischen Gesichtspunkten umgehend zu versetzen.
- /E-3.2.4.2-6/ Der Faßgreifer des Gabelstaplers ist so auszulegen, daß keine starken Deformationen oder Deckelabscherungen an Fässern auftreten.
- /E-3.2.4.3-1/ Die im Nordfeld zwischengelagerten Abfälle sind ordnungsgemäß zu entsorgen.

#### **4.6 Einbringen flüssiger Abfälle**

- /E-3.2.5-1/ Die Technik der in situ Verfestigung von Flüssigabfällen ist einzustellen. Flüssige Abfälle sind nach Verfestigung durch Stapelung oder Versturz einzulagern und die Abbaue 2 und 3 sachgerecht zu isolieren.
- /E-3.2.5-2/ Es wird empfohlen, die 1 200 m<sup>3</sup> Flüssigabfälle auf der 5.-7. Sohle endlagergerecht zu konditionieren.

#### **4.7 Einbringen von Strahlenquellen**

- /E-3.2.6-1/ Im UMF erfolgte bisher nur eine versuchsweise Einlagerung von Strahlenquellen zur Erprobung der Einlagerungstechnologie. Aus betriebs- und sicherheitstechnischer Sicht sind keine Gesichtspunkte erkennbar, die gegen die Fortführung dieser Technik sprechen. Die versuchsweise Einlagerung muß mit qualifizierten Materialien (Rohre, Bohrlochabdichtungen) erfolgen. Vor einer Endlagerung der Quellen ist eine Prüfung der Endlagerfähigkeit durchzuführen.

#### **4.8 Brand- und Explosionsschutz**

- /E-3.2.7.1-1/ Im Bereich des Füllortes 4. Sohle sollten die hölzernen Spurlatten der Schachtförderanlage durch Stahlspurlatten ersetzt werden, so daß ein möglicher Brand im Füllortbereich nicht auf die Spurlatten übergreifen kann.
- /E-3.2.7.1-2/ An der Schachtröhre und im Bereich der Füllörter sollten insbesondere Einrichtungen mit der Brandlast Holz durch nichtbrennbare Materialien ersetzt werden. Anstelle der genannten Holzbohlen am Füllort 4. Sohle sollten Gitterroste verwendet werden.
- /E-3.2.7.1-3/ An den Schachtanschlügen sollten die nach den Vorschriften bereits vorhandenen Handfeuerlöscher gebündelt griffbereit sein. An jedem Schachtzugang sind je zwei Handfeuerlöscher vorzuhalten.
- /E-3.2.7.1-4/ Die Einstufung der Strecke bis zur Einlagerungskammer im Westfeld in den Brandgefährdungsgrad 5 ist gerechtfertigt. Darüber hinaus sollte das abgelagerte Holz in den alten Durchbrüchen entfernt und die Durchbrüche sollten zugemauert werden. In der Strecke sind keine brennbaren Materialien - auch nicht vorübergehend - zu lagern.
- /E-3.2.7.1-5/ Die Einlagerungskammer im Westfeld ist durch ein CO-Meßgerät und durch ein CO-Meßgerät im Lüttenstrang hinter der Lüfterstation 3. Sohle sowie durch eine Brandmeldeanlage in der Kammer, jeweils mit Fernübertragung zur zentralen Warte (Dispatcher), zu überwachen.
- /E-3.2.7.1-6/ Zusätzlich zu den vorhandenen Handfeuerlöschern sind in der Einlagerungskammer im Westfeld zwei mobile 50 kg Pulverlöschgeräte mit Löschpistole und ausziehbarem Schlauch bereitzuhalten. In der Einlagerungskammer sind weder Holz noch andere brennbare Materialien zu lagern oder einzusetzen.
- /E-3.2.7.1-7/ Der Holzcontainer im Südfeld sollte entfernt oder gegen einen nichtbrennbaren Behälter ausgetauscht werden. Holz und andere brennbare Materialien sind nicht, auch nicht vorübergehend, in der Strecke aufzubewahren oder zu lagern.
- /E-3.2.7.1-8/ Aufgrund der Brandgefährdung im Abbau 1 wird ein neues Einlagerungskonzept gefordert (Kap. 3.2.4.1). Für Abbau 1 ist für das geforderte Einlagerungskonzept ein angemessenes Brandschutzkonzept zu erarbeiten.

- /E-3.2.7.1-9/ Solange eine Brandentstehung im Abbau 1 praktisch nicht ausgeschlossen werden kann, sind zur Branderkennung CO-Meßgeräte im Abbau und ausziehseitig am Austragsende der Lüfterstation zur Prüfung auf Kohlenmonoxid sowie eine Brandmeldeanlage zur Prüfung auf andere Anzeichen eines Brandes zu installieren. Die Meßwerte sind nach übertage in die zentrale Warte (Dispatcher) zu übertragen.
- /E-3.2.7.1-10/ Die Wasserleitung untertage ist zu ertüchtigen. Es ist eine Wasserleitung DN 150 durchgehend mit entsprechenden T-Stücken, Krümmern und Paßstücken zu verlegen (keine Überbrückung durch Schläuche). Die Wasserleitung sollte an verschiedenen Stellen, z.B. Füllort 4. Sohle, Streckenkreuzungen, Werkstattbereich, mit Abzweigen und C-Anschlüssen (Hydranten) bestückt werden, so daß sie auch an diesen Stellen für die Bekämpfung von Entstehungsbränden genutzt werden kann.
- /E-3.2.7.1-11/ Der Holzverzug in der Firste des Kompressorraumes im Bereich Abbau 1 ist durch nichtbrennbaren Verzug zu ersetzen. Ebenfalls sollte der Holzcontainer oberhalb des Abbaus 3 ersetzt werden.
- /E-3.2.7.1-12/ Der Holzausbau in den Streckenstücken des Ostquerschlags und am Abzweig zum Südostfeld sollte durch Stahlausbau und Stahlverzug ersetzt oder durch Konsolidierungsbaustoffe unbrennbar gemacht werden.
- /E-3.2.7.1-13/ In der Werkstatt sind Holz und andere brennbare Materialien zu entfernen und durch nichtbrennbare Materialien zu ersetzen. Das gilt auch für die Möblierung des Raumes. Zwei mobile 50 kg Pulverlöschgeräte sind in der Werkstatt vorzuhalten. An jedem Kfz-Reparaturplatz sollten 2 Handfeuerlöscher (BUT PK 10(U), PG 12) gebündelt bereitstehen.
- /E-3.2.7.1-14/ Die Werkstatt ist mit einer redundant ausgelegten Brandmeldeanlage mit Fernübertragung zur zentralen Warte auszurüsten. Im Brandfall sollte die Abschottung der Werkstatt automatisch ausgelöst werden. Schweiß- und Brennarbeiten sollten nur dann durchgeführt werden, wenn über die Südstrecke kein Einlagerungstransport stattfindet.
- /E-3.2.7.1-15/ Die Kfz-Werkstatt liegt parallel zur Südstrecke mit Ausfahrt zur Südstrecke, so daß Kollisionen von ausfahrenden Fahrzeugen mit Transportfahrzeugen nicht ausgeschlossen werden können. Aus diesem Grunde sollte die Verkehrsregelung durch eine Ampelanlage erfolgen.

- /E-3.2.7.1-16/ Alle Fahrzeuge im Kontrollbereich sollten den Brandschutzregelungen im OBA-Bezirk Clausthal-Zellerfeld (Fahrzeugvorschriften und Fahrzeugbetriebsrichtlinien) entsprechen. Die Fahrzeuge, bei denen es technisch möglich ist, sollten -unabhängig von der kW-Leistung - mit einer selbsttätigen bordfesten HRD-Feuerlöschanlage (automatische und manuelle Auslösung) ausgerüstet sein. Bei Kleinfahrzeugen ist eine Einzelbeurteilung angebracht.
- /E-3.2.7.1-17/ Die Ausrüstung des Brandschutzstützpunktes ist veraltet und zu ersetzen.
- /E-3.2.7.1-18/ Da im Westfeld keine neuen Grubenbaue vorgesehen sind, ist die Schlagwettergefährdung als gering einzustufen. Zur Verhinderung der Explosionsgefahr ist dem Westfeld jederzeit eine ausreichend große Wettermenge zuzuführen.
- /E-3.2.7.1-19/ Nach Abwurf der Einlagerungskammer im Westfeld sind alle Zugänge explosionsfest abzdämmen.
- /E-3.2.7.1-20/ Zur Überwachung des Abbaus sollte eine kontinuierlich anzeigende H<sub>2</sub>-Meßeinrichtung mit Fernübertragung der Meßwerte zur zentralen Warte installiert werden.
- /E-3.2.7.1-21/ Nach Abwurf des Abbaus 1 ist dieser zu verfüllen und alle Zugänge sind explosionsfest abzdämmen.
- /E-3.2.7.1-22/ Da die Grube Bartensleben als schlagwettergefährdet eingestuft ist, sind zusätzlich zu den Forderungen der Anweisung 4/88 der Bergbehörde Staßfurt im Kontrollbereich folgende Maßnahmen vorzusehen:
- in schlagwettergefährdeten Bereichen, sind alle elektrischen Einrichtungen und Geräte schlagwettergeschützt auszuführen,
  - Fahrzeuge sind schlagwettergeschützt auszuführen und
  - in bläsergefährdeten Bereichen sind zusätzlich ortsfeste CH<sub>4</sub> Meßgeräte mit Fernübertragung der Meßwerte zur zentralen Warte und mit automatischer Abschaltungsvorrichtung für elektrische Geräte und Einrichtungen zu installieren.
- /E-3.2.7.2-1/ Das Feuerwehrfahrzeug (Baujahr 1968) ist zur Zeit fahrbereit, aber veraltet. Eine Neuanschaffung ist zur Bekämpfung von Bränden im Zusammenhang mit radioaktiven Abfällen außerhalb der Containerhalle erforderlich.
- /E-3.2.7.2-2/ Eine Alarmierung der Betriebsfeuerwehr muß jederzeit möglich sein.

- /E-3.2.7.2-3/ Die Löschwasserversorgung ist mit einer Durchlaßmenge von 80 m<sup>3</sup>/h und Leitungsdurchmessern von DN 80 (Einspeisung) und DN 180 (Ringleitung) zu gering bemessen. Es ist eine ausreichende Bemessung der Löschwasserversorgung vorzunehmen.
- /E-3.2.7.2-4/ Am Schachtanschlag sollte ein zusätzlicher C-Wandhydrant installiert werden, ebenso sind C- und Schaumwandhydranten in der Containerhalle zu installieren.
- /E-3.2.7.2-5/ Die Löschwasserrückhaltung ist den geforderten Löschmaßnahmen anzupassen.
- /E-3.2.7.2-6/ In der Containerhalle und im Bereich der Schachtförderanlage sind Feuerlöscher in ausreichender Zahl vorzuhalten.
- /E-3.2.7.2-7/ Brandmeldeanlagen sind aufgrund vorhandener Brandlasten für die Containerhalle, die Schachtförderanlage und die E-Betriebsräume vorzusehen.
- /E-3.2.7.2-8/ Das Schachtgebäude ist von der Containerhalle durch eine Brandwand gemäß DIN 4102 mit einer Feuerwiderstandsdauer F-90 bautechnisch abzutrennen. Hierbei sind Durchbrüche, Türen und Tore auch in der vorgenannten Feuerwiderstandsdauer auszuführen.
- /E-3.2.7.2-9/ Im Bereich der Containerhalle und der Turmförderanlage abzustellende Fahrzeuge sind in neu einzurichtenden separaten Fahrzeughallen, die eigene Brandabschnitte darstellen, unterzubringen.
- /E-3.2.7.2-10/ Alle Werkstätten im Schachtbereich sowie auf der 11 m-Bühne sollten aus dem Schachtbereich ausgelagert werden, da Brenn-, Schweiß-, Lackierarbeiten usw. eine Brand- und Explosionsgefahr darstellen.
- /E-3.2.7.2-11/ Aus Gründen des Personenschutzes ist es erforderlich, den Sozialbereich außerhalb des Schachtbereichs neu zu errichten.
- /E-3.2.7.2-12/ Für den abwehrenden und vorbeugenden Brand- und Explosionsschutz unter- und übertage sollte eine verantwortliche Person (Brandsteiger, Brand- und Explosionsschutzbeauftragter) hauptamtlich bestellt werden.

#### **4.9 Radioaktive Abfälle**

- /E-3.2.8-1/ Es ist erforderlich, für das Endlager Morsleben einen neuen, nicht abfallspezifischen, abdeckenden Satz von Anforderungen zu erstellen. Die Umsetzung dieser Empfehlung sollte spätestens vor der Endlagerung von Abfällen erfolgen, die von dem bislang eingelagerten Abfallspektrum wesentlich abweichen.
- /E-3.2.8.1-1/ Die Anwendbarkeit des Schlüsselnuclidkonzeptes auf die bislang vorgesehenen und zukünftig zur Einlagerung kommenden Abfälle für das Endlager Morsleben ist, soweit davon Kredit genommen wird, anhand repräsentativer Messungen zu verifizieren.
- /E-3.2.8.1-2/ Es wird empfohlen, vor einer Endlagerung der im Bohrloch A2 probeweise eingelagerten Strahlenquellen, eine exakte Aktivitätsbestimmung unter Beachtung der Strahlenschutzbelange des Personals durchzuführen.
- /E-3.2.8.1-3/ Für die zukünftige Endlagerung von radioaktiven Abfällen im Endlager Morsleben ist es erforderlich:
- ein Instrumentarium zu entwickeln, durch das sichergestellt wird, daß alle radiologisch relevanten Radionuklide erfaßt und die Abfälle ihren Verursachern eindeutig zugeordnet werden können,
  - eine Bilanzierung der eingelagerten Abfälle durchzuführen, Deklarationsgrenzwerte festzulegen,
  - die Installation geeigneter Meßverfahren und die Entwicklung von Berechnungsmethoden bei den Abfallverursachern zu veranlassen, die eine hinreichend genaue Deklaration der einzulagernden Aktivitäten sicherstellen. Die Umsetzung dieser Empfehlung sollte spätestens vor der Endlagerung von Abfällen erfolgen, die von dem bislang eingelagerten Abfallspektrum wesentlich abweichen.
- /E-3.2.8.1-4/ Bei einer grundsätzlichen Änderung der bisherigen Vorgehensweise der Einlagerung radioaktiver Abfälle, ist entweder eine überarbeitete Prognose der einzulagernden Aktivität vorzulegen oder auf der Basis von generellen Anforderungen (vgl. /E-3.2.8-1/) ein maximal zulässiges Aktivitätsinventar für die einzelnen Radionuklide bzw. Radionuklidgruppen abzuleiten.
- /E-3.2.8.2-1/ In den Einlagerungsbereichen, in denen eine sicherheitstechnisch bedeutsame Gasbildung in den Abfällen nicht ausgeschlossen werden kann, sollte kurzfristig eine Überwachungseinrichtung zur Kontrolle der Konzentrationen von H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO und CO<sub>2</sub> installiert werden.

#### **4.10 Schutz gegen Kontamination**

/E-3.2.10.1-1/ Es wird empfohlen, die Qualitätsicherungsmaßnahmen bei der Konditionierung der Abfälle und die Ausgangskontrolle in den Kernkraftwerken so zu ertüchtigen, daß eine Kontamination der Abfallgebinde oberhalb der Kontaminationsgrenzwerte ausgeschlossen ist.

/E-3.2.10.1-2/ Wie aus den Betriebserfahrungen beim Umschlag der Abfallgebinde auf die innerbetrieblichen Transportmittel abgeleitet werden kann, ist die versiegelte Fläche des Containerumschlagplatzes zu klein ausgelegt, so daß beim Eintreffen mehrerer Großcontainer Abfallgebinde auch am Rande bzw. außerhalb der versiegelten Fläche umgeschlagen werden. Es wird empfohlen, den gesamten Hallenboden der Fläche zu versiegeln.

/E-3.2.10.1-3/ Die gesamte Kanalisationsanlage ist so zu erneuern, daß alle Rohr- und Tankeinrichtungen doppelwandig ausgelegt werden und der Zwischenraum kontinuierlich auf Leckagen überwacht wird. Die Dimensionierung der Tanklager hat unter Berücksichtigung der bei einem Brand in der Containerhalle anfallenden Löschwasser zu erfolgen.

#### **4.11 Betrieblicher Strahlenschutz**

/E-3.2.12.1-1/ Eine Nachrüstung und Modernisierung der Meßtechnik für den Bereich der Ortsdosisleistungsmessung und der Aerosolmessung in der Anlage sollte vorgenommen werden.

/E-3.2.12.2-1/ Eine Modernisierung und Abschirmung der Anlage zur Kontaminationsüberwachung des Personals (Körperkontrollschranke) wird empfohlen.

/E-3.2.12.2-2/ Es wird empfohlen, die Eignung der tragbaren Kontaminationsmeßgeräte zu prüfen.

/E-3.2.12.3-1/ Es wird empfohlen, das betriebliche Dosimetersystem auf ein hochauflösendes elektronisches System umzustellen, das in Verbindung mit entsprechender Datenverarbeitung und Arbeitsorganisation eine detaillierte Dosiserfassung ermöglicht.

/E-3.2.12.3-2/ Es ist durch die Betriebsorganisation sicherzustellen, daß jeder Mitarbeiter und Besucher, der den Kontrollbereich bzw. die untertägigen Anlagen betritt, mit einem amtlichen und einem betrieblichen Dosimeter ausgerüstet ist.

- /E-3.2.13.1-1/ Das System zur Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern ist in bezug auf die Überwachung und Bilanzierung der abgeleiteten Aktivität im Anlehnung an die Forderungen der Regel KTA 1504 zu ertüchtigen.
- /E-3.2.13.1-2/ Zur Beweissicherung sollten die Abwetter des Schachte MARIE in analoger Weise auf Aktivität überwacht werden.
- /E-3.2.13.1-3/ Das System zur Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwässern ist in bezug auf die Überwachung und Bilanzierung der abgeleiteten Aktivität in Anlehnung an die Forderungen der Regel KTA 1504 zu ertüchtigen.
- /E-3.2.13.2-1/ Es sind umgehend Grenzwerte für die jährlich zulässigen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern für die einzelnen Nuklide bzw. Nuklidgruppen festzulegen. Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten bei der Ermittlung der Langzeitausbreitungsfaktoren ist es nach den Ergebnissen der bisherigen Analysen ausreichend für C 14 Werte  $\leq 37$  GBq und für die langlebige aerosolgebundene Aktivität (Halbwertszeit  $\geq 8d$ ) Werte  $\leq 1.1$  GBq festzulegen.

Folgende zusätzliche Begrenzungen sind dabei für alle Nuklide bzw. Nuklidgruppen einzuhalten:

- die pro Tag, d.h. im Zeitraum von je 24 Stunden, ermittelte Aktivitätsmenge ist nicht größer als 1/100 der gleichmäßig über das Jahr verteilt angenommenen Jahresemission,
  - in einem beliebigen Zeitraum eines halben Jahres wird die Hälfte der angenommenen Jahresemission nicht überschritten.
- /E-3.2.13.2-2/ Es wird empfohlen, die bestehenden Unsicherheiten bei der Ermittlung der Langzeitausbreitungsfaktoren für den Standort Morsleben bezüglich der Windverteilung und der Ausbreitungsbedingungen zu untersuchen. Im einzelnen sollten dazu
- theoretische Analysen zur Ermittlung der Windverteilung und der Ausbreitungsklassen möglichst unter Verwendung eines mesoskaligen Strömungsmodells und
  - experimentelle Untersuchungen im Windkanal zur Ermittlung des Einflusses der Orographie und der Gebäude auf die Ausbreitung der Fortluftfahne
- durchgeführt werden.
- /E-3.2.13.2-3/ Zur Einhaltung der Dosisgrenzwerte des § 45 StrlSchV sind die jährlich maximal zulässigen Aktivitätsmengen für die Einleitung in den Vorfluter festzulegen.

#### **4.12 Umgebungsüberwachung**

- /E-3.2.14-1/ Für den Bereich Umgebungsüberwachung ist die Meßtechnik zu modernisieren, so daß eine nuklidspezifische Analyse der Proben aus der Umgebungsüberwachung möglich ist.
- /E-3.2.14-2/ Für die Messungen der externen Exposition in der Umgebung der Anlage ist die Kontinuität sicherzustellen.
- /E-3.2.14-3/ Der Umfang der Umgebungsüberwachung ist an die Richtlinie zur Umgebungsüberwachung anzupassen.
- /E-3.2.14-4/ Die z.T. noch nicht realisierten Auflagen aus der Genehmigung sind umzusetzen.

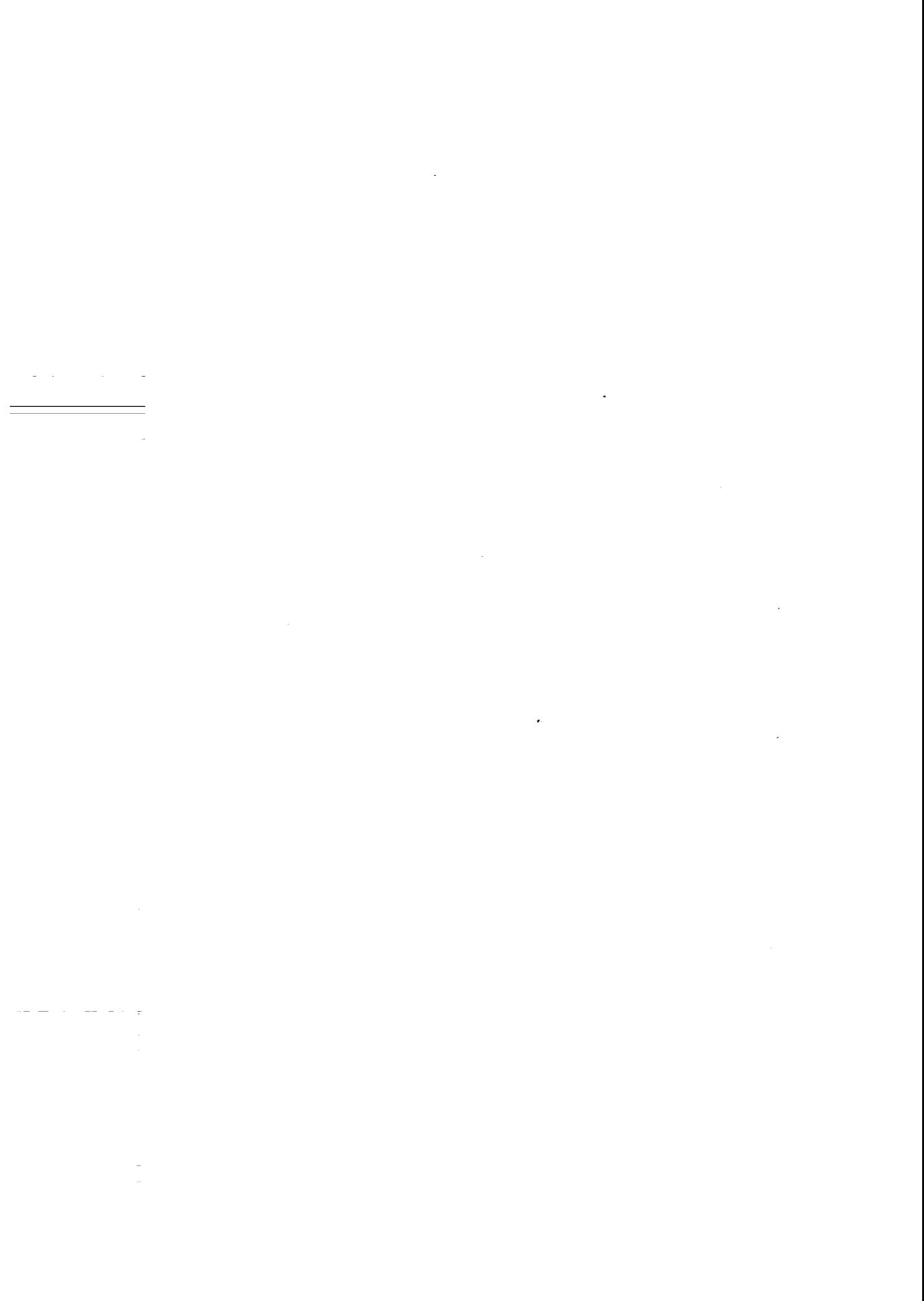
#### **4.13 Anlagenbetrieb**

- /E-3.2.15.2-1/ Es wird empfohlen, das zu deklarierende Nuklidspektrum auf sicherheitsrelevante Nuklide zu erweitern.
- /E-3.2.15.2-2/ Es wird vorgeschlagen, die rechnergestützte Datenerfassung der alten Einlagerungsprotokolle zu beschleunigen, um nach einer rechnergestützten Aktivitätskorrektur zu realistischen, nuklidspezifischen Aktivitätsinventaren des Endlagers zu kommen.
- /E-3.2.16.1-1/ Auch die Abgrenzung der einzelnen Strahlenschutzgruppen nach Äquivalentdosisleistung, Aktivitätskonzentration und Aktivität pro Quelle ist unter Handhabungs- und Strahlenschutzgesichtspunkten berechtigt. Da jedoch nur die Gesamtaktivität für Alpha bzw. Beta/Gamma-Aktivität beschränkt ist, ergeben sich für die Bilanzierung, die Störfallanalyse in der Betriebsphase und für die Sicherheitsbetrachtungen in der Nachbetriebsphase Unzulänglichkeiten. Hier ist eine nuklidspezifische Aktivitätsbegrenzung und entsprechende Bilanzierung in Form von Leitnukliden bzw. Radionuklidgruppen notwendig. Es sollten nuklidspezifische Deklarationsgrenzwerte sowie Grenzwerte für die maximal zulässigen Aktivitäten von Einzelnukliden und Nuklidgruppen eingeführt werden.
- /E-3.2.16.4-1/ Es wird eine generelle Überprüfung der Auslegung und des Betriebes der Anlage bezüglich dosisreduzierender Maßnahmen empfohlen.

/E-3.2.16.4-2/ Die Ausnahmeregelung der VOAS, daß unter angemessenen Vorkehrungen im Kontrollbereich Getränke aufgenommen werden dürfen, ist an die Regelungen der StrlSchV anzupassen.

#### **4.14 Langzeitsicherheit**

/E-3.4.3-1/ Bis umfassende Langzeitsicherheitsanalysen vorliegen, sollten die Aktivitätsinventare auf die prognostizierten Inventare aus Kap. 3.2.8 beschränkt bleiben.



## 5. UNTERLAGEN

- /U-ABA 89/   Arbeits- und Brandschutzanordnung Nr. 120/2, Stand 1989
- /U-AEE 86/   Anordnung über die Erfassung und Endlagerung radioaktiver  
Abfälle  
1986
- /U-AGS 88/   Anweisung über die Gewährleistung des Schlagwetterschutzes  
in den Gruben Bartensleben und Marie vom 30.6.88  
IFB Freiberg 1988
- /U-BAB 75/   Bergschadenkundliche Analyse: Schachtanlage Bartensleben  
BI-E-83-159  
Freiberg 1975
- /U-BEG 88/   Beger, E.  
Programmvergleich PS AQUA-78 / PS GEOFIM, Standortbezo-  
gene Untersuchungen zur dreidimensionalen Modellierung des  
Grundwasserströmungsfeldes, IFE Dresden,  
Dresden 1988
- /U-BER 86/   Bergamt Staßfurt  
Zählbogen für Schachtförderanlagen  
Morsleben 13.1.86
- /U-BIF 87/   Brennstoffinstitut Freiberg  
Geochemische Untersuchungen zum in situ Versuch "A1"  
BI-E-338-474  
Freiberg, Juli 1987
- /U-BLA 90/   Blanke, H.  
Dokumentation zur Zuflußstelle im Lager "H" in der Grube "Ma-  
rie", Beiendorf  
Endlager für radioaktive Abfälle, DDR, Morsleben  
Ber. Nr. ERAM-ZF 14/90
- /U-BRE 70/   Zwischenbericht - Sicherheitstechnische Untersuchungen zur  
Einlagerung radioaktiver Abfälle in der Steinsalzgrube Bartensle-  
ben, Teil B und Teil C  
Brennstoffinstitut Freiberg, November 1970
- /U-BRE 75/   Bergschadenkundliche Analyse der Schachtanlage Bartensle-  
ben  
Brennstoffinstitut Freiberg, November 1975

- /U-BTA 89a/ Betriebsteilanweisung 1.2/1 ERAM vom 1.1.89  
Geschäftsverteilungsplan des Betriebsteils
- /U-BTA 89b/ Betriebsteilanweisung 7.1/1 ERAM vom 1.1.89  
Organisation der Strahlenschutzüberwachung
- /U-DOK 74/ Dokumentation zur Erteilung der Strahlenschutzgenehmigung  
gemäß § 6 der Kernanlagen - Genehmigungsanordnung  
Zustimmung zur Inbetriebnahme des Endlagers für radioaktive  
Abfälle Morsleben BI-E-105-199  
Punkt 3, Meßprogramm zur Erlangung von Daten zum Zwecke  
des Vergleichs mit den projizierten Kennziffern des Strahlen-  
schutzes
- /U-ELL 87/ Ellenberg, J.:  
Rezente vertikale Erdkrustenbewegungen als geologischer Pro-  
zeß  
Forschungsbericht, 137 S., 24 Abb., 6 Tab., 4 Karten  
Zentraler Geologischer Fonds 1004427  
ZIPE Jena 1987
- /U-ERA 84/ Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben  
Dokumentation zur Erteilung der Strahlenschutzgenehmigung  
gemäß § 6 der Kernanlageneignungsanordnung für die  
Teiltechnologie "Transport und Verfestigung flüssiger radioakti-  
ver Abfälle"  
Anlage 2: Erarbeitung einer wissenschaftlich - technischen Lö-  
sung für die Einlagerung flüssig, wäßriger radioaktiver Abfälle mit  
hohem Tritiumgehalt  
Morsleben, März 1984
- /U-ERA 86/ Liste der Strahlenschutzmeßmittel im ERA Morsleben  
Anlage zu Schreiben des ERAM vom 8.12.1986  
AZ.: ZVS-Mi/Kn
- /U-ERA 87/ Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben  
Monatsberichte zum Strahlenschutz
- /U-ERA 88/ Monatsberichte Januar bis Dezember 1988  
Bericht zum Strahlenschutz, Bericht zum technischen Betrieb  
VE Kombinat Kernkraftwerke Bruno Leuschner Greifswald  
BT Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
- /U-ERA 88a/ Anweisung 2/88 über den Brandschutz im Bergbau untertage  
vom 23.12.1988,  
Oberste Bergbehörde beim Ministerrat der DDR, Berlin
- /U-ERA 89/ Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben  
Endlagerung und Transport radioaktiver Abfälle in der DDR  
Jahresbericht 1989

- /U-ERA 89a/ Monatsberichte Januar bis Dezember 1989  
Bericht zum Strahlenschutz, Bericht zum technischen Betrieb  
VE Kombinat Kernkraftwerke Bruno Leuschner Greifswald  
BT Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
- /U-ERA 90/ Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben  
Sicherheitsbericht des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben  
Morsleben 1990
- /U-ERA 90a/ Überwachung ERA Morsleben  
Vom SAAS an GRS übermittelte Unterlage
- /U-ERA 90b/ Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben  
Angaben zu erfaßten Abfällen, zum Inventar (1989), zum Abfall  
(1989)  
Formlose Mitteilung  
Morsleben 1990
- /U-ERA 90c/ Monatsberichte Januar bis Mai 1990  
Bericht zum Strahlenschutz, Bericht zum technischen Betrieb  
VE Kombinat Kernkraftwerke Bruno Leuschner Greifswald  
BT Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
- /U-ERA 90d/ Monatsberichte Juni, Juli 1990  
Bericht zum Strahlenschutz, Bericht zum technischen Betrieb  
Energiewerke Nord,  
Zweigniederlassung Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
- /U-ERA 90e/ Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben  
Liste besonderer Vorkommnisse  
Persönliche Mitteilung 1990
- /U-GBV 89/ Gesamtbetriebsvorschrift für die Kernanlage ERAM 1989
- /U-GEO 85/ Geophysik-Bericht  
Ergebnisbericht Eilsleben 1.1 - VEB Kombinat Geophysik  
Leipzig 1985
- /U-HÄF 86/ Häfner, F.  
Modellierung und Simulation der Grundwasserströmungsverhältnisse  
im Deckgebirge einer Endlagerstätte für radioaktive Abfälle  
(Modell AMDE)  
Bergakademie Freiberg 1986, unvollständig
- /U-HEE 86/ Heeg, W. et al.  
Begründung einer Modellkonzeption zur Modellierung und Berechnung  
der Grundwasserströmung am Standort des Endlagers für radiaktive  
Abfälle  
Bergakademie Freiberg 1986

- /U-HEE 86a/ Heeg, W. et al.  
Modellierung und Simulation der Grundwasserströmungsverhältnisse im Deckgebirge einer Endlagerstätte für radioaktive Abfälle (Modell AMDE)  
Bergakademie Freiberg 1986
- /U-HEE 86b/ Heeg, W. et al.  
Ortsdiskretes Modell "AMDE" zur Simulation von Grundwasserströmungsvorgängen im Deckgebirge einer Endlagerstätte für radioaktive Abfälle  
Bergakademie Freiberg, Ber.Nr. FDT 1/86, unvollständig
- /U-HEI 90/ Heidenreich, H. et al.  
Strömungsmechanisch-mathematische Simulation eines gefluteten Endlagers  
IFE Leipzig 1990
- /U-IFB 69/ Gebirgsmechanisches Gutachten über die Standsicherheit der Gruben Neustaßfurt VI/VII, Brefeld-Torthun II und Bartensleben  
IfB Leipzig 1969
- /U-IFB 74/ Zwischenbericht zum Forschungsthema "Erarbeitung geomechanischer Grundlagen über die Endlagerung hochaktiver Abfallprodukte in Steinsalzformationen".  
IfB Leipzig 1974
- /U-IFB 79/ Zusammenfassender Ergebnisbericht zum Meßprogramm zur Überwachung der Standfestigkeit der Gruben Bartensleben und Marie 1970-1978  
IfB Leipzig 1979
- /U-IFB 90/ Institut für Bergbausicherheit Freiberg  
Telex Nr. 207 an GRS vom 22.10.1990
- /U-IFB 90/ Schreiben des IfB Leipzig vom 10.08.1990 an Energiewerke Nord AG  
BT Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben: Auswertung zum geomechanischen Meßprogramm des ERA Morsleben
- /U-IFB 90a/ Schreiben des IfB Leipzig vom 11.9.1990 an das Institut für Kernenergie-Überwachung des Staatlichen Amtes für Atomicherheit und Strahlenschutz:  
Bewertung der geomechanischen Standortverhältnisse des ERA Morsleben
- /U-IFB 90b/ Abschätzung des Konvergenzverhaltens des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben in der Grube Bartensleben  
IfB Leipzig, November 1990

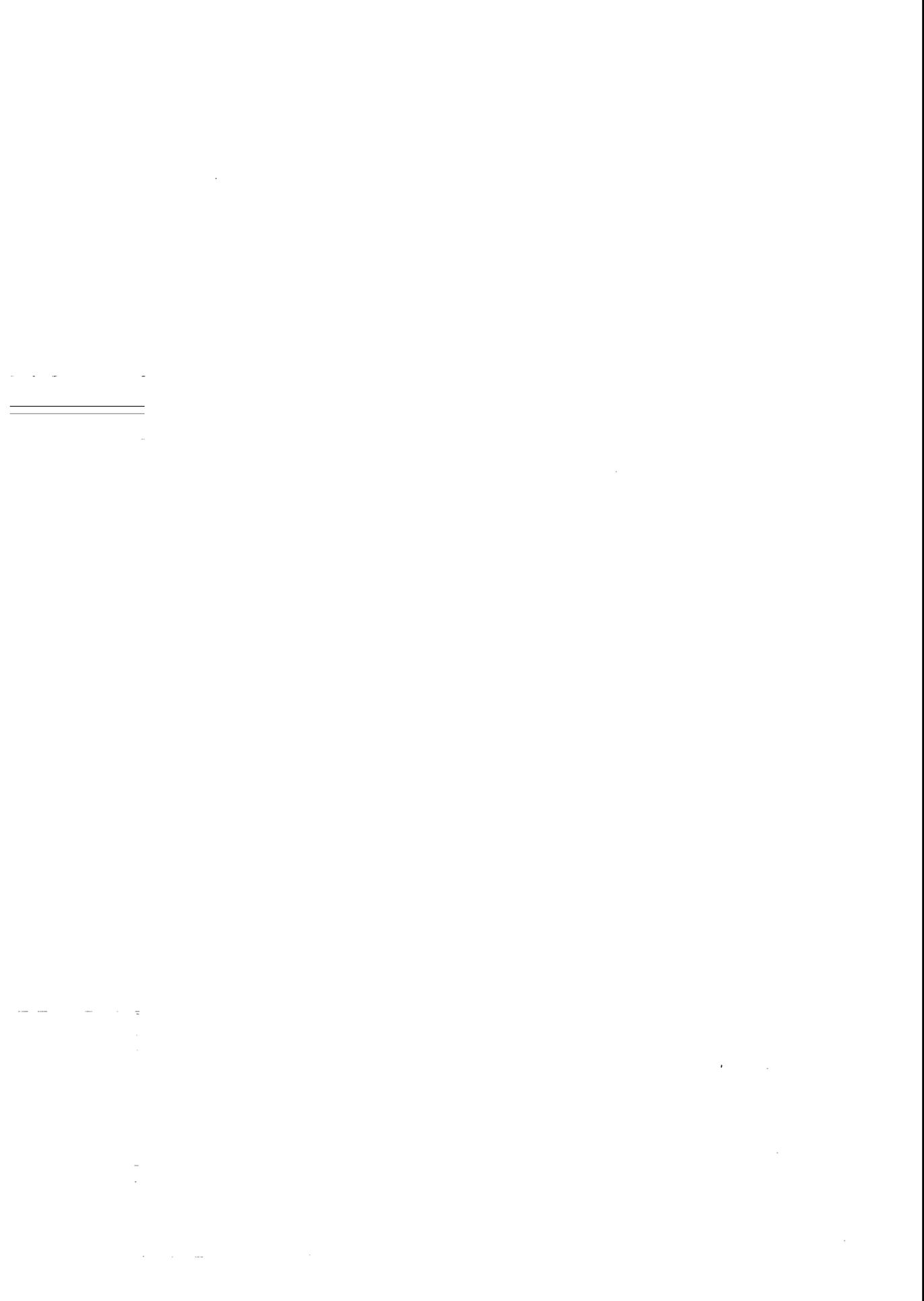
- /U-IFE 87/ Institut für Energetik Dresden  
Beladeprotokolle der Spezialcontainer SC1 bis SC5 sowie des Bohrlochs A2  
Aktennotizen  
Dresden 1985, 1986, 1987
- /U-IFE 89/ Institut für Energetik Dresden  
Einschätzung des Leistungsbetriebs der Rotationsdünn-schicht-  
verdampferanlage des KKW "Bruno Leuschner" der Blöcke 1-4  
Dresden, Januar 1989
- /U-JUB 87/ Jubitz, K.-B. et al.  
Geologisch-tektonisches Umfeld der Endlagerung Morsleben  
für radioaktive Abfallstoffe Ergebnisbericht GZ 4, 30.06.1987  
ZIPE Potsdam 1987
- /U-KÄB 86/ Käbel, H., Remus, W., Strauss, V.  
Geologisch-hydrogeologische Situation der Grube "Marie" bei  
Beendorf (Allertalzone) unter Berücksichtigung der Ablagerung  
toxischer Abprodukte  
Ber.-Nr. 11/86, 4104896  
ZGI Berlin 1986
- /U-KÄB 87/ Käbel, H. et al.  
Geowissenschaftliche Analyse zur Endlagerung radioaktiver Ab-  
fälle  
Geologische und hydrogeologische Verhältnisse im weiteren  
Umfeld des Endlagerstandortes Morsleben  
ZGI, Ber.Nr. 42/87.
- /U-KÄB 88/ Käbel, H.  
Stellungnahme zur Überschneidung der Interessen- und Berg-  
bauschutzgebiete der Betriebe ERA Morsleben und Sand- und  
Tonwerke Walbeck  
ZGI Berlin 1988
- /U-KÄB 90/ Käbel, H.  
Zum geologischen Bau der Allertalzone im Abschnitt  
Alleringersleben - Beiendorf  
Zwischenbericht, 15 S., 11 Taf.  
Zentraler Geologischer Fonds 2023565  
ZGI Berlin 1990,
- /U-KLA 90/ Klafki, M. et al.  
Referenzbericht KASOMO  
BIF Freiberg, Februar 1990

- /U-KOC 84/ Kockel, F.  
Geotektonischer Atlas von Nordwest-Deutschland, Blatt Helmstedt, C3930  
Bericht der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover 1984
- /U-KÖR 83/ Körner, W., Herzog, C.  
Verfahren zur Bearbeitung radioaktiver Sonderabfälle  
SAAS - 308, Berlin 1983
- /U-MEN 75/ Menzel, W., Weber, D.  
Abschlußbericht zur Forschungsaufgabe "Weiterführung des geomechanischen Meßprogramms zur Überwachung der Standfestigkeit der Gruben Bartensleben und Marie"  
IfB Leipzig 1975
- /U-MIT 90/ Mitreiter, C.,  
Persönliche Mitteilung  
Gespräch im ERAM am 11. Oktober 90
- /U-MOR 89/ Moras  
Zwischenbericht zur Thematik der Zuflüsse in der Schachtröhre "Marie."  
Magdeburg 1989
- /U-MOS 86/ Mosler  
Zu- und Abflußmöglichkeiten für Lösungen im System Grubenhohlräum, Nebengestein des Grubenfeldes "Bartensleben/Marie", Szenarien-Analyse.  
Brennstoffinstitut Freiberg, BIE-311-440, ZGI-Arch.-Nr. 49/86, 2024063  
Freiberg 1986
- /U-PET 88/ Petschel, M. et. al.  
Radionuklidmigration in den Barrieren Geosphäre und Biosphäre am Standort des Endlagers für radioaktive Abfälle  
IFE Dresden 1988
- /U-PET 88a/ Petschel, M. et. al.  
Dokumentation zu Migrationsberechnungen am Standort des Endlagers Morsleben mit dem eindimensionalen Simulationsmodell ZERKET  
IFE/DFW Dresden 1988
- /U-PET 89/ Petschel, M.  
Ergänzungsdokumentation zu Migrationsberechnungen mit dem Programm ZERKET  
IFE Dresden 1989

- /U-REM 85/ Remus, W.  
Erste Einschätzung zur geologisch-hydrogeologischen Situation  
der Grube "Marie" unter der Berücksichtigung der Endlagerung  
toxischer Abprodukte  
- ZGI 4104688  
Berlin 1985
- /U-SEI 71/ SEISMOS-Bericht  
Reflexionsseismik Velpke-Asse 1970, Bericht der SEISMOS  
GmbH  
Hannover 1971
- /U-SPO 71/ Sponheuer, W.  
Seismisches Standortgutachten für den Raum Morsleben  
- Gutachten im Auftrag des Deutschen Brennstoffinstituts Frei-  
berg/Sachsen  
ZIPE Jena, 15.10.1971
- /U-STA 86/ Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz  
Genehmigung zum Dauerbetrieb des Endlagers für radioaktive  
Abfälle Morsleben  
Berlin, April 1986
- /U-STA 86a/ Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz  
Anlage 3 zur Genehmigung vom 2. 4. 86 zum Dauerbetrieb des  
Endlagers für radioaktive Abfälle / Grenzwerte und Bedingungen  
des sicheren Betriebes
- /U-STA 89/ Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz  
Zustimmung Nr. 7 zur Änderung der Genehmigung vom  
22.4.1986 zum Dauerbetrieb des Endlagers für radioaktive Ab-  
fälle Morsleben  
Berlin, Oktober 1989
- /U-TGL 85/ TGL 190-921, Blatt 01-05,  
Zentrale Erfassung radioaktiver Abfälle  
Juni 1985
- /U-THI 90/ Thiele, B.  
Untersuchungen zur Freisetzung und Ausbreitung von Radionu-  
kliden aus niedrig- und mittelaktiven Abfällen  
BIF Freiberg 1990
- /U-TUR 75/ Turba, E.  
Bergschadenskundliche Analyse der Schachanlage Bartensle-  
ben  
BIF Freiberg 1975

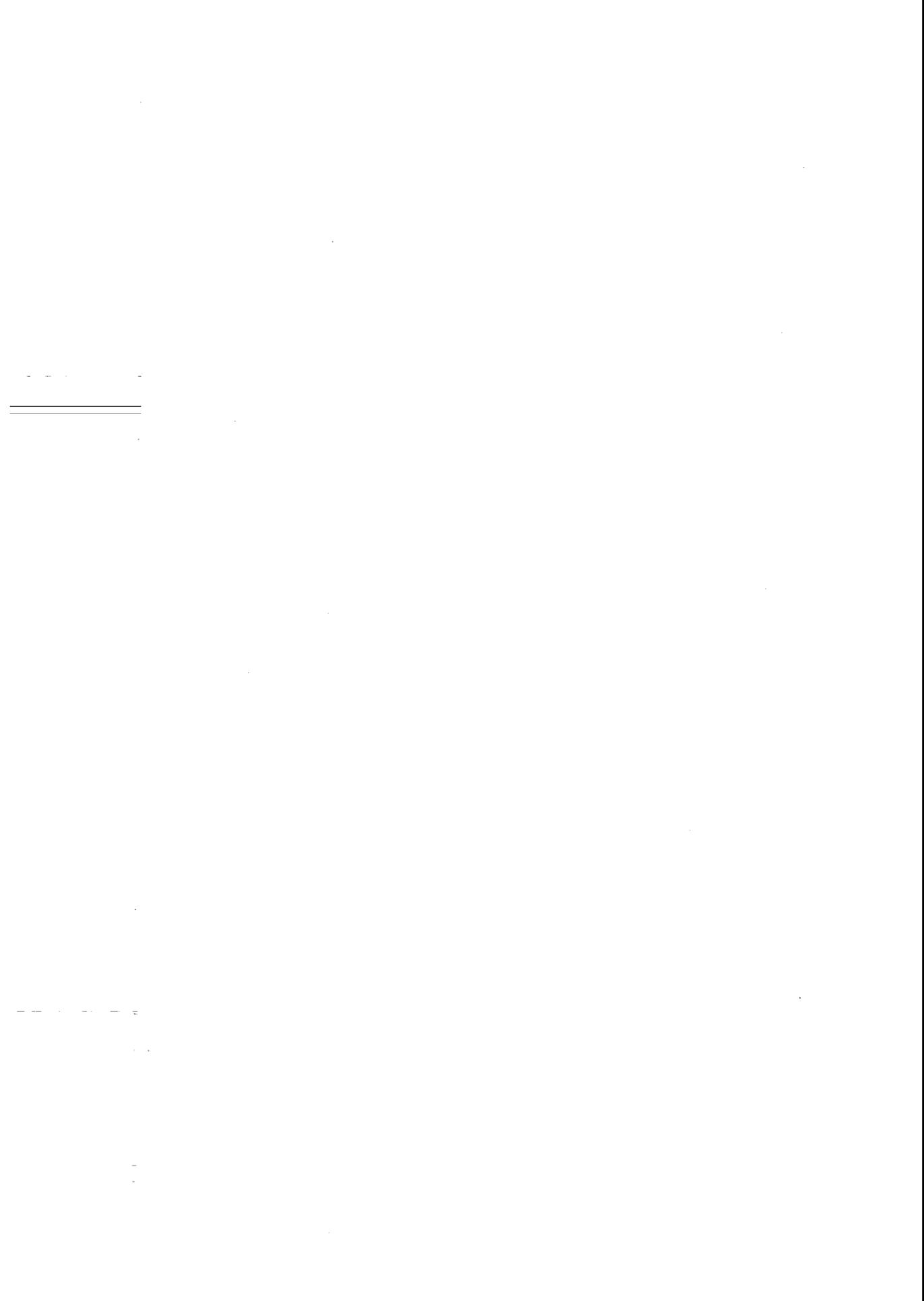
- /U-VEK 89/ VE Kombinat "Bruno Leuschner"  
BT-Anweisung 7.1/1 vom 1.1.89  
Organisation der Strahlenschutzüberwachung
- /U-VEK 89a/ VE Kombinat KKW "Bruno Leuschner" BT ERA Morsleben  
Organisation der Strahlenschutzübertragung  
BT-Anweisung vom 1.1.89
- /U-WYL 90/ Wylegalla, K., P. Bormann  
Seismische Überwachung des Endlagers Morsleben.  
Zwischenbericht v. 30.1.1990, 2 Seiten  
ZIPE Potsdam 1990
- /U-ZGI 83/ Bericht zur Leistungsstufe G2 zum Forschungsthema "Geo-  
wissenschaftliche Analyse zur Endlagerung radioaktiver Abfälle  
(ERA) Standort Morsleben"  
ZGI Berlin, August 1983
- /U-ZGI 87/ Autorenkollektiv  
Dokumentation zum Bohrprogramm ERA Morsleben 1983-1985  
(Dokumentationsband 1 zur Geowissenschaftlichen Analyse  
ERAM 1987)  
ZGI, Ber.Nr. 44/87
- U-ZGI 87/ Geowissenschaftliche Analyse zur Endlagerung radioaktiver  
Abfälle. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse im wei-  
teren Umfeld des Endlagerstandortes Morsleben G4-Bericht  
ZGI, Berlin 1987
- /U-ZGI 90/ Zum geologischen Bau der Allertalzone im Abschnitt Alleringers-  
leben - Beendorf  
Zwischenbericht  
ZGI Berlin, Februar 1990
- /U-ZGI 90a/ Studie zu Methoden der Überwachung von bergmännischen  
Hohlräumen im Hinblick auf die Weiterführung von in situ Mes-  
sungen im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben  
ZGI Berlin, April 1990
- /U-ZIP 85/ Regionale geowissenschaftliche Analyse zur objektbezogenen  
Einschätzung des End-lagers für radioaktive Abfälle (ERA) Mors-  
leben, Bez. Magdeburg  
G3-Bericht  
Zentraler Geologischer Fonds 2024060  
ZIPE Berlin/Potsdam 1985

- /U-ZIP 87/    Schlußfolgerungen zur Wirksamkeit und Langzeitstabilität des geologischen Milieus als natürliche Barriere für das Endlager radioaktiver Abfälle Morsleben des VE Kombinats Kernkraftwerke  
Bruno Leuschner  
Zentraler Geologischer Fonds 2024062  
ZIPE Berlin/Potsdam 1987
- /U-ZIP 87a/    Geologisch-tektonisches Umfeld der Endlagerung Morsleben für radioaktive Abfallstoffe.  
Zentralinstitut Physik der Erde  
ZIPE-Bericht  
Berlin 1987
- 
-



## 6. REGELN UND RICHTLINIEN

- /R-AVV-90/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung:  
Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen  
Bundesanzeiger, Jahrgang 1990, Teil I, Nr. 34  
Juli 1990
- /R-BMI-83/ Bundesministerium des Innern  
Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk  
Bundesanzeiger Jahrgang 35, Nr. 2, Januar 1983
- /R-SBG 83/ Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien des BMI zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gemäß § 28, Abs. 3 StrlSchV  
18.10.1983
- /R-TAS 87/ Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS)  
Dortmund, Dezember 1977  
Fassung 1987
- /R-VEK 85/ VE Kombinat Kernkraftwerke "Bruno Leuschner"  
Fachbereichsstandard TGL 190 -921  
Zentrale Erfassung radioaktiver Abfälle  
Teile 1-5  
Greifswald, 1985
- /R-VER 84/ Verordnung über die Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz  
GBL. der DDR, Teil I, Nr. 30 vom 21.11.1984



## 7. LITERATUR

- /L-AHO 83/ Ahorner, L., W. Rosenhauer  
Erdbebenzonenkarte; - Kap. 9 in HOSSER et al.: Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben "Realistische seismische Lastannahmen für bauliche Anlagen mit erhöhtem Sekundärrisiko. I.A. d. Instit. f. Bautechnik, Az. IV/1-5-377/82  
Berlin 1983
- /L-BEC 35/ Becker, B.  
Der Salzbrunn bei Morsleben. - Der Roland, Blätter für Volkstum und Heimat, wissenschaftliche Sonntagsbeilage des "Mitteldeutschen"  
1935
- /L-BFS 90a/ Bundesamt für Strahlenschutz  
Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle  
ET-3/90, Braunschweig 1990  
Stand: April 1990
- /L-BFS 90b/ Bundesamt für Strahlenschutz  
Plan: Endlager für radioaktive Abfälle - Kurzfassung - Schachtanlage Konrad, Salzgitter, Kapitel Brandschutz  
Stand 9/86 in der Fassung 4/9
- /L-BLA 90/ Blanke, H.  
Dokumentation zur Zuflußstelle im Lager "H" in der Grube "Marie", Beiendorf  
Endlager für radioaktive Abfälle, DDR, Morsleben  
Ber.Nr. ERAM-ZF 14/90
- /L-GRS 90/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit  
ERNA (Ermittlung der Radionuklid - Zusammensetzung Nuklearer Abfälle)  
Handbuch  
Köln 1990
- /L-GRÜ 87/ Gründler, D.  
Systemanalyse Konrad, Teil 3  
Bestimmung störfallbedingter Aktivitätsfreisetzung  
GRS November 1987
- /L-NIE 88/ Niese, U., S. Niese  
Determination of actinide traces in reactor water  
Isotopenpraxis, Vol. 24 (1988) S. 77

- /L-NUK 84/ Nukem GmbH  
Neue Ergebnisse zur Freisetzung aus radioaktiven Abfällen bei mechanischer und thermischer Belastung  
Anhang zu FUE 84010, Hanau 1984
- /L-SAL 90/ Salzer, F.  
Abschätzung des Konvergenzverhaltens des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) in der Grube Bartensleben  
IfB Leipzig 1990
- /L-SCH 14/ Schmierer, Th.  
Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten.  
Königlich Geologische Landesanstalt Berlin  
Berlin 1914
- /L-SCH 84/ Schenk, V., Grünthal, G., Schenkova, Z.  
Seismic Hazard Assessment for the German Democratic Republic.  
Engineering Geology, 20, 73-88, 1984
- /L-SCH 90/ Schneider, L. et al.  
Präzisiertes Radionuklidauftreten aus KKW und dessen Bewertung im Rahmen des Leitnuklidkonzeptes  
23. Fortschrittsberatung zum Transport und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle  
Garzau November 1990
- /L-SEE 87/ Seehars, H.D. et al.  
Experimente zur Freisetzung und Quelltermbestimmung bei mechanischer Belastung von mit pulverigen Substanzen gefüllten Abfallbehältern  
Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie, Schmallenberg-Grafschaft,  
Juli 1987
- /L-WUR 90/ Wurtinger, W.  
Determination of activity of NPP - wastes on the basis of key nuclides  
2nd Int. Sem. "Radioactive Waste Products", 28.5.-1.6.1990, Jülich