

## **Stellungnahme zu den Berichten**

**„Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse“**

**DMT / TÜV NORD**

**„Studie zur Beurteilung der Machbarkeit einer Umlagerung aller oder Teile der radioaktiven Abfälle in der Schachanlage Asse II“**

**ERCOSPLAN / TÜV NORD**

**„Schachanlage Asse II - Beschreibung und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung“**

**AF-Colenco / GRS / IfG**

## **Arbeitsgruppe Optionenvergleich**

**Projekträger Karlsruhe – Wassertechnologie und Entsorgung (PTKA-WTE)**

**(Bühler, M., Pitterich, H.)**

**Sachverständige der Begleitgruppe Asse II des Landkreises Wolfenbüttel**

**Bertram, R.**

**Kreusch, J.**

**Krupp, R.**

**Stand: 27.11.2009**

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Vorgehensweise</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Machbarkeitsstudie zur Rückholung</b>	<b>5</b>
3.1	Vollständigkeit	5
3.2	Nachvollziehbarkeit	6
3.3	Plausibilität	7
3.4	Technische Machbarkeit	8
3.5	Nachweisliche Wirksamkeit	9
<b>4</b>	<b>Machbarkeitsstudie zur Umlagerung</b>	<b>10</b>
4.1	Vorbemerkung / Sachverhaltsdarstellung	10
4.2	Vollständigkeit	10
4.3	Nachvollziehbarkeit	10
4.4	Plausibilität	11
4.5	Nachweisliche Wirksamkeit	12
<b>5</b>	<b>Machbarkeitsstudie Vollverfüllung</b>	<b>13</b>
5.1	Vorbemerkung	13
5.2	Vollständigkeit	13
5.3	Nachvollziehbarkeit	14
5.4	Plausibilität	15
5.5	Nachweisliche Wirksamkeit	15
5.6	Anmerkungen	16
<b>6</b>	<b>Sondervoten</b>	<b>17</b>
6.1	Sondervotum von Herrn Dr. Krupp zur Vollverfüllung	17
6.2	Sondervotum von Herrn Prof. Bertram	21
	<b>Quellen</b>	<b>24</b>

## Anlagen

1. Krone, J.: Stellungnahme zu den Untersuchungen von 3 Stilllegungsoptionen der Schachanlage Asse II; Stand: 11/2009
2. Neumann, W.: Anmerkungen zur Machbarkeitsstudie „Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse“, Stand: 25.09.2009
3. Neumann, W.: Anmerkungen zur Machbarkeitsstudie „Beschreibung und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung“, Stand: 01. Oktober 2009
4. Rittmeyer, C.: Anmerkungen zu den Berichten „Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse“ und „Studie zur Beurteilung der Machbarkeit einer Umlagerung aller oder Teile der radioaktiven Abfälle in der Schachanlage Asse II“, Stand: Okt. 2009
5. Kreuzsch, J.: Anmerkungen zum Bericht „Schachanlage Asse II – Beschreibung und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung“, Stand 01.10.2009, von AF-Colenco, GRS Braunschweig, IfG sowie unter Mitarbeit von BfS, Stand 26.10.2009
6. Krupp, R.: Stellungnahme zur Studie über die Möglichkeit einer Rückholung der LAW als Stilllegungsoption, Stand: 21.10.2009
7. Krupp, R.: Stellungnahme zur Machbarkeitsstudie für die Umlagerung radioaktiver Abfälle, Stand: 12.10.2009
8. Krupp, R.: Stellungnahme zur Beschreibung und Bewertung der Vollverfüllung als Stilllegungsoption, Stand: 14.10.2009

## 1 Veranlassung

Die Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO) identifizierte in ihrem Abschlussbericht der AGO-Phase-1 (2008) (AGO(2009a)) folgende Varianten der Stilllegungsoptionen, bei denen ein zu geringer Kenntnisstand vorliegt um sie in die vergleichende Bewertung aufzunehmen:

- Untervariante Ib2) Volllaufen nach Durchführung von Maßnahmen
- Variante IIb) Rückholung der LAW
- Variante IIc) Rückholung aller Abfälle
- Variante IIId) Rückholung von Teilen der Abfälle
- Variante IIIb) Interne Umlagerung der LAW
- Variante IIIc) Interne Umlagerung aller Abfälle
- Variante IIId) Interne Umlagerung von Teilen der Abfälle

Die AGO empfahl in AGO(2009a) zu diesen Varianten Machbarkeits- und Auswirkungsstudien anzufertigen. Durch Bündelung der einzelnen Varianten nach inhaltlicher Zugehörigkeit kam die AGO letztlich zur Empfehlung der nachstehenden drei Aufgaben:

- Prüfung der Machbarkeit/Auswirkung der Variante Ib2)
- Prüfung der Machbarkeit/Auswirkung der Rückholung der LAW (Variante IIb), unter Berücksichtigung der Varianten IIc) und IIId))
- Prüfung der Machbarkeit/Auswirkung der internen Umlagerung aller Abfälle (Variante IIIc), unter Berücksichtigung der Varianten IIIb) und IIId))

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beauftragte daraufhin die entsprechenden Studien, deren Ergebnisse in Berichtsform vorliegen und die am 02.10.2009 in Schöppenstedt der Öffentlichkeit vorgestellt wurden. Gemäß ihrer Agenda (AGO(2009)) nimmt die AGO eine Bewertung der drei vorliegenden Machbarkeitsstudien vor:

- DMT(2009): Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse; DMT GmbH & Co. KG und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG; Stand 25.09.2009
- ERCOSPLAN(2009): Studie zur Beurteilung der Machbarkeit einer Umlagerung aller oder Teile der radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II; ERCOSPLAN Ingenieurgesellschaft Geotechnik und Bergbau mbH und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG; Stand 30.09.2009
- GRS(2009) Schachtanlage Asse II - Beschreibung und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung; Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Braunschweig, AF-Colenco AG, Baden (Schweiz), Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Leipzig und Bundesamt für Strahlenschutz; Stand 01.10.2009

## 2 Vorgehensweise

Die Stellungnahme der AGO zur Machbarkeitsstudie Rückholung wird unter Beachtung der von der AGO festgelegten „Kriterien für die Beurteilung von Handlungsoptionen für die Stilllegung der Schachanlage Asse II“ (AGO(2008a)) erstellt. Insbesondere finden die in AGO(2008a) aufgestellten und nachfolgend wiedergegebenen Prüfkriterien für Fachberichte Anwendung:

1. **Vollständigkeit** (sind alle Aspekte ausreichend betrachtet um die Maßnahme, den Vorschlag beurteilen zu können)
2. **Nachvollziehbarkeit** (sind alle für das Verständnis erforderlichen Argumente enthalten und erläutert)
3. **Plausibilität** (fachliche Fehlerfreiheit)
4. **technische Machbarkeit** (es ist nachgewiesen, dass die Maßnahme technisch durchführbar ist)
5. **nachweisliche Wirksamkeit** (es ist belastbar nachgewiesen, dass die Maßnahme nach Auffassung des Verfassers zu einer sicherheitlichen Verbesserung führen kann)

Seitens des BMU wird von der AGO eine Aussage hinsichtlich der drei "Machbarkeitsstudien" erwartet, die insbesondere darlegt, ob diese Papiere nach Ansicht der AGO für den Einsatz im Verfahren des "Optionenvergleichs" geeignet sind.

Das BfS betrachtet die Machbarkeitsstudien als technische Gutachten, die von der AGO lediglich hinsichtlich ihrer Aussagen geprüft werden sollen. Nach Ansicht des BfS ist es erst Aufgabe des Optionenvergleichs, die zur Rede stehenden Optionen so aufzubereiten und darzustellen, dass ein direkter Vergleich möglich wird.

Bei der Erarbeitung dieser Stellungnahme der AGO zu den drei Machbarkeitsstudien wurde die AGO durch externe Sachverständige beratend unterstützt. Frau Dr. C. Rittmeyer (Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs-GmbH, Karlsruhe), Herr Dr. J. Krone (DBE Technology GmbH, Peine) und Herr W. Neumann (intac GmbH, Hannover) haben hierzu an Sitzungen der AGO teilgenommen und ihre Hinweise zu den Machbarkeitsstudien in schriftlichen Stellungnahmen dargelegt, die dieser Stellungnahme der AGO als Anlagen beigefügt sind. Die externen Sachverständigen waren aufgefordert, ihre persönliche Expertise in die Stellungnahmen einzubringen. Die AGO geht daher davon aus, dass die in der Anlage beigefügten Stellungnahmen die Meinung der Autoren darstellt. Die Expertisen der externen Sachverständigen sowie die persönlichen Stellungnahmen der AGO-Mitglieder müssen nicht in jedem Punkt die Meinung der AGO darstellen.

Die AGO verweist auf die Ungewissheit zum radiologischen Inventar (Nachdeklaration), die sich z. B. in der Diskussion um das in der Asse vorhandene Plutoniuminventar widerspiegelt. Die daraus resultierende Unsicherheit bezüglich einer zukünftigen radiologischen Belastung wird sich auf alle betrachteten Optionen zur Stilllegung auswirken.

Zu den juristischen Rahmenbedingungen zur Realisierung der Stilllegungsoptionen gibt es unter den Akteuren des Begleitprozesses unterschiedliche Auffassungen. Die AGO sieht sich außer Stande, diese differierenden Einschätzungen fundiert zu bewerten. Es wird jedoch darauf aufmerksam gemacht, dass der gewählte Realisierungsweg (Planfeststellungsverfahren oder Gefahrenabwehrmaßnahmen) sich erheblich auf den zu erwartenden Zeitbedarf auswirken können.

### **3 Machbarkeitsstudie zur Rückholung**

#### **3.1 Vollständigkeit**

Die AGO sieht die Vollständigkeit der Machbarkeitsstudie zur Rückholung als nicht gegeben an und weist besonders auf folgende Defizite der Unterlage hin:

##### *Vollständigkeit der betrachteten Stilllegungsmaßnahmen der Option Rückholung*

Die Option „Rückholung“ endet in DMT(2009) mit der Übergabe der geborgenen Abfallgebinde in konditionierter Form an das Zwischenlager über Tage. Damit könnte zwar eine vergleichende Beurteilung der Änderung des sicherheitlichen Status des Endlagers Asse realisiert werden, nach Ansicht der AGO sollte die Option Rückholung jedoch darüber hinaus die Maßnahmen zum Transport und zur Einlagerung in das neue Endlager umfassen. Die daraus erwachsenden radiologischen Konsequenzen bis zu einer sicheren Endlagerung der radioaktiven Abfälle, die zu einer zusätzlichen Belastung von Personal und Bevölkerung führen bleiben in DMT(2009) unberücksichtigt.

Die vorliegende Unterlage (DMT(2009)) gibt keine Antwort auf die Frage, ob eine Endlagerung z. B. im Endlager Konrad überhaupt möglich wäre. In diesem Zusammenhang wäre zu diskutieren, ob die endzulagernden radioaktiven Abfälle die Annahmebedingungen des planfestgestellten Endlagers Konrad erfüllen. Die AGO bezweifelt, dass die planfestgestellte Einlagerungskapazität des Endlagers Konrad ausreicht, um zusätzlich zu den bereits eingeplanten Abfallmengen noch die Abfälle der Schachanlage Asse II aufzunehmen.

Für die in DMT(2009) betrachteten Varianten 1 und 2 mit Rückholung von 70 % bzw. 92 % des eingelagerten LAW-Aktivitätsinventars gibt es keine Aussagen zum Verfahren der Stilllegung der Schachanlage mit dem in ihr verbleibenden Inventar. Dadurch werden der zeitliche Aufwand und die radiologischen Konsequenzen dieses Stilllegungskonzepts erheblich unterschätzt. Das LAW-Aktivitätsinventar wird pauschaliert angesetzt ohne zwischen kurz- und langlebigen Nukliden und / oder Alpha- und Beta-Strahlern zu unterscheiden. Dadurch ist die Differenzierung in Bezug auf die Langzeitsicherheit nicht gegeben.

##### *Fehlende Merkmale einer Machbarkeitsstudie*

Um den Anforderungen an eine Machbarkeitsstudie gerecht zu werden fehlen wesentliche, nachfolgend aufgelistete Punkte:

- Beschreibung der erforderlichen Maschinenteknik zur Bergung der Abfälle aus den Einlagerungskammern und zur Konditionierung unter Tage und Bewertung der Verfügbarkeit (Eignung vorhandener Geräte, Bezugsquellen und Lieferzeiten für zu beschaffende neue Geräte, ...) im erforderlichen Umfang
- Einschätzung der Verfügbarkeit der Zwischenlagerungs-, Transportbehälter (z. B. die in DMT(2009) genannten Konrad-Container Typ V)
- Beschreibungen von Prozessabläufen wie z. B. das Lösen und Säubern von Abfallgebänden, deren Konditionierung und Transport im erforderlichen Umfang
- Beschreibung, Zustandsbewertung und Einschätzung des Ertüchtigungsbedarfs (ggf. einschließlich Zeitbedarf für Umrüstmaßnahmen) der Schachtförderanlage im erforderlichen Umfang
- Umfassende Betrachtung und Analyse der möglichen Störfälle und der Risiken, die mit der Rückholungsmaßnahme verbunden sind
- Prognose der Dauer möglicher Interventionsmaßnahmen nach Havarien bei den Maßnahmen zur Rückholung
- Zeitbedarf für die Errichtung eines Zwischenlagers am Standort und Zeitdauer und Ausmaß der aus der Zwischenlagerung resultierenden radiologischen Auswirkung
- Bewertung der Machbarkeit der Konditionierungsverfahren (z. B. Hochdruckpresse unter Tage, Verpressen von bituminierten Gebänden, etc.)
- Grobplanung erforderlicher neu aufzufahrender Strecken unter Berücksichtigung der Geomechanik, Wetterführung, etc.

Die AGO weist darauf hin, dass zusätzlich das aktuell in Klärung befindliche, korrigierte radioaktive Inventar bei allen radiologischen Betrachtungen zu berücksichtigen ist.

Durch die o. g. Defizite wird die Bewertung der Machbarkeitsstudie erheblich erschwert. Insbesondere sind hiervon die Einschätzung der Auswirkungen auf die Prognose des Zeitbedarfs und die radiologischen Konsequenzen für die Menschen (eingesetztes Personal und Bevölkerung) und die Umwelt betroffen.

### 3.2 Nachvollziehbarkeit

Die vorliegende Unterlage DMT(2009) ist im Wesentlichen gut nachvollziehbar. Zu einigen, im Anschluss aufgeführten Punkten gibt es jedoch noch Defizite:

- Auf die von HMGU beauftragte Studie zur Rückholung der radioaktiven Abfälle (Fichtner(2006)) wird in DMT(2009) zwar Bezug genommen, aber es wird nicht auf die bestehende Diskrepanz in der Prognose für die Ausgestaltung und Dauer der Rückholmaßnahmen eingegangen.
- Die in DMT(2009) auf Seite 182 angenommene Menge des zu entsorgenden, kontaminierten Salzgruses in Höhe von 1/3 des in den Einlagerungskammern vorhandenen Salzgruses wird nicht erläutert oder begründet.
- Die Störfälle „Brand unter Tage“ werden in DMT(2009) Seite 290ff nur ungenügend bewertet. Insbesondere ist nicht nachvollziehbar, nach welchem technischen Regelwerk die Aussagen getroffen werden. Die Aussagen zu den Brand-Störfällen gewinnen vor folgendem Hintergrund besondere Bedeutung: In der SchachtanlageASSE liegt mit den bituminierten und anderen brennbaren Abfällen und den in der Studie vorgesehenen Verpackungsfolien eine erhebliche Brandlast vor.
- Die Fokussierung auf die Gesamtaktivität bei der Rückholung kann von der AGO nicht nachvollzogen werden. Bei Rückholung nach Variante 1 mit ca. 70 % des Gesamtinventars werden unter Anwendung der Daten aus dem ASSEKAT z. B. lediglich ca. 30 % des Pu-Inventars aus den Einlagerungskammern entfernt.
- Bei der auf Seite 100 in DMT(2009) erwähnten Rückholungsstudie kann nicht nachvollzogen werden, auf welches Endlager sich die Studie bezieht.
- Die Betrachtung von Parallelarbeiten zur Beräumung von Einlagerungskammern (ELK) wird nicht konsequent durchgeführt und sollte auch vor dem Hintergrund des möglicherweise sich noch ändernden Zeitbedarfs einzelner Arbeitsschritte betrachtet werden.
- Der Umgang mit Betriebsstörungen wird im Hinblick auf die Prognose des Zeitbedarfs und der radiologischen Konsequenzen unzureichend betrachtet.
- Überlegungen zum Umgang mit kontaminierten Lösungen in den ELK bleiben unklar.
- Die fehlende Berücksichtigung der Freisetzung gasförmiger Radionuklide bei Öffnung nichtbewetterter ELK wird nicht begründet.
- Die Annahmen der Freisetzung von Radionukliden während des Rückholbetriebs können nicht nachvollzogen werden; die Basis der Abschätzung (Freisetzung aus 1% beschädigter VBA resp. aus 50% beschädigter sonstiger Gebinde) erscheint nicht konservativ.
- Die Annahme eines durchschnittlichen Abstands von 3 m zur Abschätzung der Strahlenexposition des Personals ist unter Berücksichtigung des Bodenabstands von bemannten Fahrzeugen fraglich.
- Bergungsprozesse, zu denen Personal außerhalb der abgeschirmten Kabinen eingesetzt werden muss, sind unzureichend berücksichtigt (Randbedingungen für den Personaleinsatz unter Fremdbelüftung).
- Es ist nicht nachvollziehbar, warum keine Überlegungen zur Realisierbarkeit (z. B. Verfügbarkeit der Grundfläche) des Zwischenlagers am Standort dargelegt sind.
- Die Charakterisierung der Abfälle durch In-situ-Gamma-Spektrometrie (Co und Cs) erfasst nur einen Teil der Nuklide. Die durch die vorgesehene Messanordnung (mehrere ineinander gestellte Behälter) bedingte hohe Selbstabschirmung lässt deren Einsatz zur Bestimmung der einzelnen Nuklidaktivitäten nicht praktikabel erscheinen.
- Eine Pufferlagerkapazität unter Tage erscheint für eine Inspektion der Abfälle vor der Konditionierung erforderlich. Zusätzlich wird eine Pufferlagerkapazität über Tage erfor-

derlich, weil es notwendig ist, zunächst den Abschluss der Begutachtung und der Dokumentation abzuwarten, bevor die Abfälle in den Konrad-Containern Typ V vergossen werden.

- Die Machbarkeit des in DMT(2009) vorgesehenen Umgangs mit den rückgeholten Abfällen (Einsatz von Konrad-Container Typ V und Vergießen mit Porenleichtbeton) erscheint wegen fehlender Zulassung des Behälters und nicht nachgewiesener Eignung des Materials problematisch.

Bezüglich der Endlagerung im Endlager Konrad besteht ein Sondervotum von Herrn Dr. Krupp (siehe Fußnote<sup>1</sup>). Die AGO verweist in diesem Zusammenhang darauf, dass das Endlager Konrad planfestgestellt ist und dementsprechend über einen Sicherheitsnachweis verfügt.

### 3.3 Plausibilität

#### *Geomechanische Voraussetzungen für die Bergung der Gebinde aus den ELK*

Die Zustandsbeschreibung umfasst Angaben zur Geometrie des Hohlräumsystems im Bereich der Einlagerungskammern, zur geomechanischen Beanspruchung der Tragelemente und zu den eingelagerten Abfallgebinden.

Für die Abfallgebinde in VBA wird in DMT(2009) auf Seite 74 festgestellt, dass „über den Zustand der Gebinde zum heutigen Zeitpunkt ... kaum Informationen“ existieren. Bisher konnten lediglich einige wenige VBA in Augenschein genommen werden, die keine wesentlichen Verformungen oder Beschädigungen aufweisen. Berücksichtigt man die Aussagen zu den mikroseismischen Ereignissen auf Seite 52 von DMT(2009), die zum Teil auf den Bruch von VBA zurückgeführt werden, erscheint die positive Einschätzung des Zustands der VBA unplausibel. Gleichwohl wird im Weiteren (Seite 179 DMT(2009)) davon ausgegangen, dass die VBA überwiegend handhabbar, d. h. ggf. gebrochen, aber nicht in Einzelteile zerfallen sind.

Auch die Plausibilität der Einschätzung der Autoren der Unterlage DMT(2009) der unter den geomechanischen Randbedingungen der Schachanlage Asse II gegebenen bergtechnischen Machbarkeit der Rückholung der LAW-Abfälle wird von der AGO in Frage gestellt. Die im Grubengebäude vorliegenden Gegebenheiten wie z. B. die festgestellte reduzierte Schwebenmächtigkeit über den Einlagerungskammern oder der mikroseismische Befund gebrochener VBA werden weitestgehend zutreffend beschrieben, jedoch unplausible Schlüsse daraus gezogen.

Aus dem mechanischen Grundprinzip „actio gleich reactio“ folgt, dass wenn die VBA infolge Lasteintrag über die konvergierenden Kammerwände gebrochen sind, auch eine entsprechende Stützwirkung der Abfallgebinde auf die Tragelemente des Systems wirksam ist. Über die mechanische Verträglichkeit des mit der Beräumung einer Einlagerungskammer verbundenen Verlusts dieser Stützwirkung speziell unter Beachtung der reduzierten Schwebenmächtigkeit werden in DMT(2009) keine Aussagen gemacht. Der Hinweis auf das zu vermeidende gleichzeitige Leerräumen von benachbarten Kammern lässt jedoch indirekt erkennen, dass die Autoren sich mit der Fragestellung der Standsicherheit auseinandergesetzt haben. Nach Auffassung der AGO sind die Spannungsumlagerungsprozesse bei der Bergung der Abfälle aus den Einlagerungskammern geomechanisch detailliert zu bewerten. In diesem

---

<sup>1</sup> *Sondervotum von Herrn Dr. Krupp*

Herr Dr. Krupp kann die Auswahl des Endlagers Konrad für die Einlagerung der aus der Schachanlage Asse zurückgeholten Abfälle nicht nachvollziehen, da das Endlager Konrad keinen einschlusswirksamen Gebirgsbereich im Sinne eines ausreichend mächtigen Wirtsgesteinsbereichs mit Barriereigenschaften aufweist, keine „trockene Verwahrung“ und damit keine Konzentration und Isolation der radioaktiven Abfälle gewährleistet. Daher sei trotz des betriebenen Aufwandes gegenüber dem derzeitigen Zustand der Asse kein großer Gewinn an Langzeitsicherheit erzielbar.

Zusammenhang sollte auch geprüft werden, ob zum Nachweis der Standsicherheit von Bauzuständen und zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit vorausseilende Maßnahmen (z. B. eine Versteifung der 725-m-Sohle über den Einlagerungskammern) zu treffen sind. Da die Durchführung von Sicherungsmaßnahmen vor der Bergung der Abfälle einen zusätzlichen Zeitaufwand bedeutet, wäre im Falle der Notwendigkeit solcher Maßnahmen auch die Prognose der Dauer der betrachteten Rückholungsoption zu korrigieren.

Die AGO erinnert in diesem Zusammenhang an die bereits in ihrer Stellungnahme zur bergsmechanischen Zustandsanalyse AGO(2009c) empfohlene geomechanische Berechnung im Niveau der Einlagerungskammern. Mit Hilfe einer solchen Analyse ließe sich die Lastaufnahme und Stützwirkung der LAW-Abfallgebinde sowie die erwartete Spannungsumlagerung bei einer Bergung besser einschätzen.

#### *Prognose der Zeitdauer der Maßnahmen zur Rückholung*

Die Prognose der Zeitdauer der Maßnahmen zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II wird als zu optimistisch eingeschätzt. Die zu Grunde gelegten Taktzeiten für die Auslagerung von VBA aus den Einlagerungskammern setzen nach Meinung der AGO einen erprobten und eingespielten, reibungslosen Ablauf der Maßnahmen voraus.

Ebenfalls unplausibel ist die Abschätzung der Anlagenverfügbarkeit. Die Annahme der Verfügbarkeit von Komponenten mit dem Faktor 0,7 wird dabei von der AGO noch mitgetragen. Das Hintereinanderschalten von zwei Anlagenkomponenten mit einer Verfügbarkeit von 0,7 führt jedoch bereits zu einer geringeren Gesamtanlagenverfügbarkeit von 0,7 mal 0,7, also ca. 0,5.

Die Beschaffungszeiten für die zur Rückholung notwendigen Maschinen- und Fahrzeugtechnik werden deutlich länger eingeschätzt.

Auch die angegebenen Messzeiten für die Gamma-Spektrometrie sind erheblich unterschätzt, wenn eine Deklarationsanalyse erfolgen soll. Für eine reine Ortsdosisleistungsmessung, um die Verschleppung von Kontamination zu verhindern, reicht möglicherweise die angegebene Zeit von 1 Minute aus.

Der Dokumentationsaufwand für die Deklaration der Abfälle ist unberücksichtigt.

Die AGO weist darauf hin, dass die nach ihrer Meinung erheblich längere Zeitspanne zur Realisierung der Auslagerungs-Maßnahmen auch einen radiologischen Aspekt besitzt. Durch die längere Dauer der Rückholung wird es auch zu einem Anstieg der Expositionszeiten des mit der Aufgabe betrauten Personals kommen, die nach Gesichtspunkten des Strahlenschutzes zu bewerten und zu rechtfertigen sind.

Das am Standort vorgesehene Transportbereitstellungslager muss ggf. die Funktion eines Zwischenlagers erfüllen. Die AGO weist auf die Unterschiede in den sicherheitstechnischen Anforderungen und dem genehmigungsrechtlichen Verfahren zwischen den beiden Lagertypen hin.

### 3.4 Technische Machbarkeit

Zur technischen Machbarkeit folgender Punkte bestehen offene Fragen:

- Chemische Charakterisierung der Abfälle (Akzeptanz der chemischen Charakterisierung durch die Genehmigungsbehörde)
- Feinstaubproblematik bei der Bergung der Abfälle aus den ELK
- Umgang mit Flüssigkeit enthaltenden Gebinden (Trocknung feuchter Abfälle)
- Befahren des unverdichteten Plateaus aus Salzgrus und ggf. Gebinden



### 3.5 Nachweisliche Wirksamkeit

Die nachweisliche Wirksamkeit der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II im Hinblick auf die Gewährleistung der Langzeitsicherheit kann auf Basis der Unterlage DMT(2009) nur für Variante 4, bei der das vollständige radiologische Inventar (inklusive MAW) entfernt wird, eindeutig bewertet werden.

Für die drei anderen Varianten gibt es in DMT(2009) keine Aussagen zur Langzeitsicherheit und zur Prognose der Auswirkung der Freisetzung von Radionukliden; sie sind derzeit deshalb nicht bewertbar.

In Abhängigkeit der verbleibenden Restkontamination gilt die Wirksamkeit jedoch auch für Variante 3.

## 4 Machbarkeitsstudie zur Umlagerung

### 4.1 Vorbemerkung / Sachverhaltsdarstellung

Die in ERCOSPLAN(2009) dargestellten erforderlichen technischen Maßnahmen zur (salzstruktur-) internen Umlagerung der radioaktiven Abfälle beruhen bis zum Abschluss der Bergung der Abfälle aus den Einlagerungskammern und der untertägigen Konditionierung der Abfälle auf den in DMT(2009) vorgeschlagenen Maßnahmen zur Rückholung der radioaktiven Abfälle. Die Beschreibung der technischen Umsetzung einschließlich der Bewertung der Machbarkeit der Maßnahmen und die Prognose der radiologischen Konsequenzen für das mit der Umlagerung betraute Personal und die Bevölkerung vor Ort sind deshalb in beiden Unterlagen identisch. Diese Gleichbetrachtung ist jedoch nicht bei allen Varianten angemessen.

Die in Kapitel 3 dargelegten Kritikpunkte an der Unterlage DMT(2009) bzgl. der technischen Maßnahmen zur Rückholung der radioaktiven Abfälle bis zum Abschluss der Bergung der Abfälle aus den Einlagerungskammern und der untertägigen Konditionierung der Abfälle besitzen daher auch im Hinblick auf die vorliegende Unterlage ERCOSPLAN(2009) zur internen Umlagerung uneingeschränkte Gültigkeit. Von einer Wiederholung der in Kapitel 3 aufgeführten Punkte wird hier abgesehen.

### 4.2 Vollständigkeit

Die AGO sieht die Vollständigkeit der Machbarkeitsstudie zur Umlagerung als nicht gegeben an und weist besonders auf folgende Defizite der Unterlage hin:

#### *Vollständigkeit der betrachteten Stilllegungsmaßnahmen der Option Umlagerung*

Für die in ERCOSPLAN(2009) betrachteten Varianten I und II mit Umlagerung von 70 % bzw. 92 % des eingelagerten LAW-Aktivitätsinventars gibt es keine Aussagen zum Verfahren der Stilllegung der alten Schachanlage mit dem in ihr verbleibenden Inventar. Dadurch werden der zeitliche Aufwand und die radiologischen Konsequenzen dieser Varianten des Stilllegungskonzepts erheblich unterschätzt.

#### *Nichtberücksichtigung des Konzeptvorschlags von Krupp und Bertram*

Der Konzeptvorschlag (Anlage 2 in AGO(2009a)) der Herren Dr. Krupp und Prof. Bertram (K&B-Konzept) wird in ERCOSPLAN(2009) zwar aufgegriffen, aber nicht konsequent verfolgt. Aussagen in ERCOSPLAN(2009) über verfügbare Techniken zur Herstellung von Kavernen entsprechen den im Bergbau üblichen Verfahren, lassen aber Sonderverfahren, wie sie z. B. in der Schachanlage Asse II bereits erprobt wurden, außer Betracht. Die Begründung dieser Vorgehensweise (im Abschnitt 6.5.1 durch Hinweis auf strahlenschutztechnische Gründe und der Problematik Schiebeluft) ist sehr knapp gehalten. Die AGO hielte insbesondere eine ausführlichere Diskussion des K&B-Konzepts für angemessen. Insbesondere sollte die Diskussion über „Versturztechnik“ geführt werden und dem Wunsch der AGO nach einer tiefer gehenden Befassung mit diesem unkonventionellen Ansatz entsprochen werden.

Der Vorschlag des BfS zu diesem Thema ein Gespräch der Herren Krupp und Bertram mit den Autoren der Unterlage ERCOSPLAN(2009) zu arrangieren, wird von der AGO grundsätzlich begrüßt. Es sollte jedoch gewährleistet sein, dass die AGO über die Inhalte und Ergebnisse eines solchen Gesprächs informiert wird.

### 4.3 Nachvollziehbarkeit

Die Unterlage ERCOSPLAN(2009) ist in der Beschreibung der angestellten Überlegungen und der Argumentation für oder gegen bestimmte Maßnahmen mit Einschränkungen nachvollziehbar. Zu den anschließend aufgeführten Punkten bestehen Defizite:

- Auf Inkonsistenzen bei der Beschreibung der Varianten und Subvarianten (z. B. S. 224) wird hingewiesen.

- Die fehlende Freigabe der in ERCOSPLAN(2009) zitierten Unterlage Franzke & Schwandt (2008) zur Geologie des Deckgebirges im Bereich der Schachanlage Asse II durch das BfS erschwert die Nachvollziehbarkeit von Aussagen zu den geologischen Gegebenheiten.
- Die Feststellung der Freisetzunganteile aus den Gebinden gemäß der Transportstudie Konrad ist bzgl. der Konservativität fraglich, da in der Konradstudie GRS(1991) von der Beaufschlagung von intakten, den vorläufigen Endlagerungsbedingungen Konrad entsprechenden, Gebinden ausgegangen wird.
- Die Erfordernisse an Verschlussmaßnahmen nach der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) sind aufgrund weitergehender Anforderungen an die Endlagerung möglicherweise nicht ausreichend zum Nachweis zur Einhaltung der Schutzziele.

#### 4.4 Plausibilität

##### *Untertägige Konditionierung der Abfälle*

Der Sinn der untertägigen Konditionierung des größeren Teils der Abfälle wird von der AGO in Frage gestellt. Ein erheblicher Anteil der radioaktiven Abfälle ist durch Zementieren oder Bituminieren gebunden. Zur Minimierung des Volumens ist ein Verpressen dieser Abfälle ungeeignet. Auf die durch den Verpressvorgang ggf. entstehenden Risiken (Staubentwicklung, Radionuklidfreisetzung. etc.) wird hingewiesen.

##### *Prognose der Zeitdauer der Maßnahmen zur Umlagerung der Abfälle*

Die AGO bewertet die Angaben für die Zeitdauer der Maßnahmen zur Umlagerung der Abfälle in Summe als weitgehend realitätsnah. Allerdings bestehen bei detaillierter Betrachtung eventuell erhebliche Potentiale zur Beschleunigung von Teilaufgaben.

Die Beschleunigung der geologischen Erkundung mit dem Ziel der Eignungsbewertung des neu zu schaffenden Einlagerungsbereiches und dessen geologischer Barrieren durch Konzentration auf ein Mindestmaß an Bohraufschlüssen und den konsequenten Einsatz neuester, geophysikalischer Erkundungsmethoden sollte geprüft werden.

Ebenso wäre die Beschleunigung der internen Umlagerung durch einen Verzicht oder durch Minimierung der Maßnahmen zur untertägigen Konditionierung zu prüfen.

Des Weiteren können parallele Prozesse berücksichtigende Vorgehensweisen bei der Herstellung der Hohlräume für den neuen Einlagerungsbereich ggf. zu Zeiteinsparungen führen. Auch dies sollte geprüft werden.

##### *Strahlenschutz*

Die Autoren von ERCOSPLAN(2009) gehen nicht von einer räumlichen und zeitlichen Trennung der Kammern- bzw. Kavernenherstellung und der Einlagerung radioaktiver Abfälle aus. Aus radiologischer Sicht ist dies nicht sinnvoll und widerspricht dem Gebot der Minimierung der Strahlenbelastung (ALARA-Prinzip). Es macht die Bewetterung des Endlagerbereichs erforderlich, die nach dem B&K-Konzept entfallen könnte, woraus eine Freisetzung von Radioaktivität in die Umwelt resultiert.

Die radiologische Bedeutung der „Schiebeluft“ beim K&B-Konzept scheint überbewertet gegenüber anderen Ursachen von Strahlenbelastung.

##### *Bergbau*

Die Ansatzpunkte für Blindschächte inmitten des Carnallit-Baufeldes sind nicht plausibel.

Die angesetzten Streckenquerschnitte und das dadurch anfallende Haufwerk sowie die benötigten Zeiten zu dessen Abförderung erscheinen zu hoch angesetzt.

Die technischen Abläufe für die Bergung und Konditionierung der Abfälle wird in ERCOSPLAN(2009) aus DMT(2009) übernommen, entspricht jedoch nicht den Vorstellungen im K&B-Konzept.

#### 4.5 Nachweisliche Wirksamkeit

Die nachweisliche Wirksamkeit der internen Umlagerung der radioaktiven Abfälle in einen neu zu schaffenden Einlagerungsbereich in der Schachanlage Asse II kann auf Basis der Unterlage ERCOSPLAN(2009) bestenfalls für Variante III, bei der das radiologische Inventar weitestgehend vollständig entfernt wird, bewertet werden. Allerdings werden auch in diesem Fall die Abfälle nicht aus der Schachanlage Asse II entfernt, sondern lediglich in einen sicher dimensionierten Einlagerungsbereich umgelagert. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme hängt dabei im Wesentlichen von der Funktionalität der Verschlussbauwerke für die Verbindungsstrecken und -schächte zwischen dem bisherigen Grubengebäude und dem neuen Einlagerungsbereich ab.

Da es für diese und die beiden anderen Varianten in ERCOSPLAN(2009) keine Aussagen zur Langzeitsicherheit und zur Prognose der Auswirkung der Freisetzung von Radionukliden gibt, sind sie derzeit hinsichtlich der nachweislichen Wirksamkeit nicht bewertbar. Es ist lediglich möglich, die drei Varianten qualitativ vergleichend zu bewerten. Das Gleiche gilt für den Vergleich mit den anderen beiden Stilllegungsoptionen.

## 5 Machbarkeitsstudie Vollverfüllung

### 5.1 Vorbemerkung

Die zur Option Vollverfüllung erstellte Studie unterscheidet sich wesentlich von den beiden anderen Papieren, in denen die technische Machbarkeit der Rückholung (Bergung) von Teilen oder aller Abfälle oder deren Umlagerung beschrieben ist, indem sie keine konkreten oder quantitativen Angaben über die vorgesehene Ausführung der Maßnahmen und deren Machbarkeit, keinen aufgeschlüsselten Zeitbedarf, keine Angaben über die erwarteten radiologischen Belastungen usw. enthält.

Die Autoren der Studie heben als Grundlage ihrer Überlegungen auf das von HMGU entwickelte Schließungskonzept ab. Zum Herleitungsbericht dieses Konzepts hat die AGO in AGO(2008b) Stellung genommen. Zu diesem Konzept existierten aus Sicht der AGO eine Reihe offener Fragen.

Mit dem vorliegenden Papier wird eine Variante zu diesem früheren, als Bezugskonzept bezeichneten Vorgehen beschrieben. Eine wesentliche Modifikation ist der Verzicht auf eine möglichst vollständige Füllung des verbleibenden Resthohlraums mit einer gesättigten Salzlösung am Punkt Q (oder R). Nach aktuellen Überlegungen soll lediglich bis über die 700m-Sohle eine magnesiumchlorid-reiche Lösung eingestaut werden, der darüber liegende Luftporen- und Zwickelraum soll nicht mit Lösung gefüllt werden.

Von der Ausprägung liegt mit der Studie eher eine Abschätzung zum langzeitsicherheitlichen Systemverhalten und -zustand bei Realisierung der beschriebenen Maßnahmen vor und weniger eine technisch orientierte Machbarkeitsstudie. Die technische Machbarkeit aller beschriebenen Maßnahmen wird als gegeben vorausgesetzt, da lediglich etablierte und teilweise bereits praktizierte Technik und Verfahren zum Einsatz kommen sollen.

Allerdings sind die Aussagen zum erreichbaren sicherheitlichen Systemzustand und zur Langzeitsicherheit vage. Dies ist den von den Autoren richtig erkannten, schwer oder nicht prognostizierbaren Systemzuständen bei der Realisierung geschuldet. Die Aussagesicherheit wird von den Autoren als gering oder nicht gegeben angesehen, da an vielen Stellen keine belastbaren Grundlagen für eine Prognose oder Abschätzung vorlägen oder geschaffen werden könnten. Insofern sind die von den Autoren der Machbarkeitsstudie GRS(2009) gezogenen Schlussfolgerungen schwierig oder gar nicht bewertbar.

### 5.2 Vollständigkeit

Die AGO sieht hinsichtlich der Vollständigkeit der Machbarkeitsstudie zur Vollverfüllung erhebliche Defizite der Unterlage.

#### *Vollständigkeit der betrachteten Stilllegungsmaßnahmen der Option Vollverfüllung*

Die Option „Vollverfüllung“ wird in GRS(2009) als ein modifiziertes HMGU-Schließungskonzept beschrieben. Dies bedeutet faktisch, dass die in AGO(2008b) zu diesem Konzept (bzw. zu dem dazu geprüften Herleitungsbericht) festgestellten offenen Fragen und Kritikpunkte auch für das Vollverfüllkonzept gelten.

In der vorliegenden Unterlage (GRS(2009)) wird der Prozess der Flutung von luftegefüllten Restporen- und Zwickelräumen insofern variiert, als das Einbringen einer technischen  $MgCl_2$ -Lösung lediglich bis über das Niveau der 700-m-Sohle erfolgen soll. Durch diese Maßnahme in Verbindung mit Brucit-Depots will man im Bereich der verschiedenen Einlagerungskammern für LAW jeweils gewisse definierte chemisch-physikalische Randbedingungen etablieren, die als günstig im Sinne einer Löslichkeitsbegrenzung angesehen werden. Der oberhalb im Niveau der 500-m-Sohle erfolgende Zutritt weniger dichter und lediglich NaCl-gesättigter Lösungen aus dem Deckgebirge soll diese Salzlösungen im tieferen Restporenvolumen derASSE überdecken. Aufgrund des Dichteunterschieds soll keine Durchmischung erfolgen und somit eine Ausbreitung von mobilisierten Radionukliden lediglich durch Diffusion stattfinden. Belege für die Stabilität des Systems existieren nicht. Ebenso fehlen Aussagen zu dem MAW in der Einlagerungskammer 8a der 511-m-Sohle.

Das Systemverhalten ist in geomechanischer Hinsicht nicht prognostizierbar. Das Pfeilertragsystem erfährt am Fußbereich durch die stattgefundenen großräumige Durchfeuchtung eine beträchtliche Beschleunigung des Kriechprozesses des Salzgesteins. Wie das System mit dem Kontrast an der Fluidgrenze umgeht, ist nicht abschätzbar.

Die Studie enthält keine systematischen Betrachtungen möglicher Ursachen für eine Erhöhung der Strahlenexposition von Personal und Bevölkerung.

#### *Fehlende Merkmale einer Machbarkeitsstudie*

Auch in der vorgelegten Studie zur Vollverfüllung fehlen um den Anforderungen an eine Machbarkeitsstudie gerecht zu werden, wesentliche, nachfolgend aufgelistete Punkte:

- Beschreibung der einzusetzenden Maschinenteknik zur Realisierung der vorgesehenen Aktivitäten im erforderlichen Umfang. Der Hinweis dass lediglich etablierte und zum Teil verfügbare Maschinenteknik eingesetzt werde, ist zu kurz gegriffen.
- Detaillierte Beschreibungen von Prozessabläufen wie z. B. das Errichten von Strömungsbarrieren, von schottergefüllten Strecken oder seigeren Hohlräumen zur Schaffung hoher Dichtigkeitskontraste und damit der Ansatz einer „gelenkten“ Fluidbewegung im konvergierenden und lösungsgefüllten Hohlraumssystem oder der Prozess der Füllung der Restporenräume bis auf das Niveau über die 700-m-Sohle. Die Argumentation den darüber liegenden Restporenraum luftefüllt stehen und im Laufe einiger Jahrzehnte durch den Lösungszutritt aus dem Deckgebirge „absaufen“ zu lassen, wird anhand von Vor- und Nachteilserwägungen unterlegt. Eine belastbare Analyse ist dazu nicht realisierbar - infolgedessen kommt hier den Experteneinschätzungen ein überaus hoher Stellenwert zu. Ob der Vorteil eines weitergehenden Hohlraumverlustes durch Konvergenz während der Zulaufphase wirklich entscheidend ist und dafür auch die Ungewissheit des Ablaufs dieser Phase in Kauf genommen werden sollte, wird in der AGO bezweifelt.
- Eine Beurteilung möglicher Ereignisabläufe und der Risiken, die mit der vorgeschlagenen Vorgehensweise verbunden sind, ist praktisch nicht möglich. Ein Eingreifen bei nicht bestimmungsgemäß erfolgreichem Ablauf ist, nachdem die Anlage gewisse Systemzustände erreicht hat, praktisch nicht mehr realisierbar.
- Überlegungen zu Interventionsmaßnahmen im Fall von Havarien wurden nicht angestellt.
- Es findet praktisch keine Diskussion der erwarteten chemischen Reaktionen zwischen den Abfällen und den diversen Salzlösungen, Baustoffen und Mineralen des Wirtsgesteins statt. Die sehr pauschalen Aussagen treffen in dieser Allgemeinheit nicht zu und bedürften einer detaillierten Betrachtung. Insbesondere wird der in vielen Fällen entscheidende Einfluss des Redox-Potentials und der verfügbaren Liganden (Komplexbildner) auf den Stofftransport in Lösungen ignoriert.

#### 5.3 Nachvollziehbarkeit

Die vorliegende Unterlage GRS(2009) ist in der Beschreibung der angestellten Überlegungen und der Argumentation für oder gegen bestimmte Maßnahmen nur mit Einschränkungen nachvollziehbar. Dies bezieht sich in besonderem Maße auf die nachfolgend aufgeführten Punkte:

- Bezugnahme auf das HMGU-Schließungskonzept ohne Diskussion und Erläuterung des dazu von der AGO geforderten Klärungsbedarfs.
- Aussagen zu Eigenschaften und zum erwarteten Verhalten bestimmter Systemkomponenten stellen Vermutungen oder Interpretationen dar, die einer belastbaren Informations- oder Datenbasis weitgehend entbehren. Beispielhaft sollen Angaben zu den vermuteten Fließwegen und Ausbreitungspfaden angeführt werden, Störung im Deckgebirge, Fließpfade im Bereich des Hohlraumsystems, etc.
- Der Bezug auf den erfolgten Langzeitsicherheitsnachweis zum HMGU-Schließungskonzept (Unterschreitung des Limits von 0,3 mSv/a für die errechnete künftige Strahlenexposition) basiert auf dem nicht veröffentlichten und der AGO nicht als Beratungsunterlage verfügbar gemachten Sicherheitsbericht aus 2006. Abgesehen davon

sind die Voraussetzungen aufgrund der Abweichungen vom HMGU-Konzept andere, so dass eine Übertragbarkeit der errechneten Strahlenexposition nicht zulässig ist.

#### 5.4 Plausibilität

##### *Einzelassagen zur Geologie, Gebirgsmechanik und Geochemie*

Auf Seite 16 steht: „*Am Standort Asse hat keine der abgeteuften Tiefbohrungen in erkennbarer Weise eine Störungszone angetroffen.*“ Dies ist eine schwerwiegende Aussage, die zur Konsequenz hätte, dass die geologischen Darstellungen des Nebengebirges falsch wären, z.B. der Schnitt 2 des Grubenrisses, demzufolge die Bohrungen mehrere Störungen durchteuft haben sollen. Solche Aussagen wären zu begründen und die Konsequenzen wären zu erläutern.

Auf Seite 21 wird behauptet: „*Grundwasserflüsse zwischen dem System „Verstärktes Deckgebirge / Rötanhydrit“ und dem System „Muschelkalk“ erfolgen entlang der oben genannten Störungen quer zur Struktur, entlang des bergbaubedingt beanspruchten Bereichs mit erhöhter Permeabilität (Scherdeformationsbereich S3/D9) sowie entlang von kleineren Störungen und durch die Gesteinsmatrix des Rötquartars zwischen den benannten Strukturen.*“ Wo sind die Beweise, dass ein derartiger Grundwasseraustausch tatsächlich über diese Störung stattfindet?

Die Absicht (S. 52) eine „*möglichst rasche und weitgehende gebirgsmechanische Stabilisierung der Schachanlage durch Verfüllen aller bestehenden unverfüllten Hohlräume mit Sorbeton*“ zu erreichen, verkennt, dass der überwiegende Teil der das Nebengebirge schädigenden Konvergenz an der Südflanke durch den hohen Porenanteil in den Versatzmassen bedingt ist. Dieser Porenraum ist aber einer Verfüllung nicht zugänglich. Der gebirgsmechanische Nutzen einer Vollverfüllung der Strecken und noch offenen Resthohlräume, insbesondere für das Nebengebirge, ist begrenzt.

Die Auffassung (S. 66), „*dass durch die Verminderung der Hohlraumvolumina den eventuell in Lösung befindlichen Schadstoffen geringere Lösungsvolumina zur Verfügung stehen, so dass die Konzentrationen größer sind.*“ ... und dass dies *eine negative Eigenschaft, die für alle Schadstoffe relevant ist,*“ trifft nicht zu. Dieser Vorstellung wird nicht gefolgt. Es ist für die langzeitsicherheitsrelevanten Radionuklide von einer Löslichkeitsbegrenzung auszugehen, so dass die mobilisierbaren Schadstoffmengen proportional zu der Menge des verfügbaren Lösungsmittels sind.

Der Behauptung auf Seite 97 „*Der Beitrag des Austausches von volatilen Schadstoffen zwischen Lösungs- und Gasphase (Henry'sches Gesetz) zum Transport ist gegenüber den anderen Transportprozessen in Lösung vernachlässigbar klein und wird daher nicht betrachtet*“ kann nicht ohne weiteres gefolgt werden, insbesondere bei gut löslichen und an Säure-Base-Reaktionen beteiligten Gasen wie CO<sub>2</sub> oder H<sub>2</sub>S.

##### *Prognose der Zeitdauer der Maßnahmen zur Rückholung*

Die Prognose der Zeitdauer der Maßnahmen zur Vollverfüllung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II wird als realistisch eingeschätzt. Zwar besteht ein vermeintlicher Vorteil dieser Option darin, dass die Abfälle nicht gehandhabt werden müssen, dass keine Neuauffahrung von Hohlraum erfolgen muss und dass auf bestehende Planungen von HMGU aufgesetzt werden kann. Es bestehen aber große Zweifel, dass die Vollverfüllung die Anforderungen an die Langzeitsicherheit erfüllen kann.

#### 5.5 Nachweisliche Wirksamkeit

Die nachweisliche Wirksamkeit der Vollverfüllung des noch zugänglichen Resthohlraumes in der Schachanlage Asse II kann auf Basis der Unterlage GRS(2009) nicht bewertet werden. Bei Realisierung dieser Variante verbliebe das vollständige Inventar am jetzigen Ort und der

Nachweis der betrieblichen und Langzeitsicherheit müsste in einer geeigneten, an die Vorgaben des kerntechnischen Regelwerks orientierten Vorgehensweise erbracht werden.

Die Aussagen zur Langzeitsicherheit und zur Prognose des Ausmaßes der Freisetzung von Radionukliden beinhalten ein sehr hohes Maß an Unsicherheit auch im Hinblick auf die Einhaltung der gewählten 0,3 mSv/a. Allerdings ist diese Studie die einzige der drei vorliegenden Machbarkeitsstudien, in denen überhaupt eine (wenn auch nicht belastbare) Aussage zur wahrscheinlich eintretenden radiologischen Konsequenz über lange Zeiträume enthalten ist.

#### 5.6 Anmerkungen

Zu Kapitel 5 „Vollverfüllung“ existiert ein Sondervotum von Herrn Dr. Krupp, das im Abschnitt 6.1 wiedergegeben ist.

Ein weiteres Sondervotum wurde von Herrn Prof. Bertram abgegeben (siehe Abschnitt 6.2).



## **6 Sondervoten**

### 6.1 Sondervotum von Herrn Dr. Krupp zur Vollverfüllung

Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO)

**26.11.2009**

**Sondervotum  
zur Langzeitsicherheit der Stilllegungsoption „Vollverfüllung“**

Auf der gestrigen Sitzung der Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO) wurde unter großem Zeitdruck die Stellungnahme zu den drei Machbarkeitsstudien zur Stilllegung der Schachanlage Asse II verabschiedet. Die Diskussion der Langzeitsicherheit konnte daher nicht in ausreichender Tiefe geführt werden.

Aus Sicht des Verfassers ist der Aspekt der Langzeitsicherheit ein unabdingbares Entscheidungskriterium im Optionenvergleich und bedarf daher einer weitergehenden Betrachtung, auch wenn aus Zeitgründen umfassende Sicherheitsstudien vor dem anstehenden Optionenvergleich nicht mehr möglich sind. Leider sind in den Machbarkeitsstudien entweder keine Aussagen zur Langzeitsicherheit enthalten, oder es gibt, wie im Fall der Vollverfüllungsstudie, sogar quantitative Aussagen, die jedoch einer seriösen Grundlage entbehren. Diese quantitativen Aussagen sollten daher nicht berücksichtigt werden!

Bei der Option Vollverfüllung wären aus Sicht des Verfassers mindestens zwei kritische Szenarien zur Kontamination der Biosphäre zu betrachten, die sich in ihrer Wirkung zeitlich überlappen und partiell summieren:

**Szenario 1 (Gasantrieb)**

Mit einsetzender Flutung werden die radioaktiven und toxischen Abfälle einem wässrigen Reaktionsmedium ausgesetzt, wodurch sich nach Aufzehrung des verbliebenen Luftsauerstoffs rasch anoxische Bedingungen einstellen. Die Korrosion der eingelagerten Metalle und der mikrobielle Abbau der organischen Substanzen werden zur Bildung größerer Gasmengen, zur Entstehung einer Gasphase und zum Aufbau eines Gasdrucks führen. Sobald der Gasdruck im Grubengebäude den hydrostatischen Druck des Deckgebirgs-Grundwassers in der Tiefe der Zutrittsstelle an der Südflanke übersteigt, wird kontaminiertes Grubenwasser und Gas ins Nebengebirge ausgepresst. Beim Aufstieg dieser unter Druck gasgesättigten Lösungen kommt es mit abnehmendem hydrostatischen Grundwasserdruck zur Bildung von

Gasblasen, so dass ein zweiphasiges, flüssig – gasförmiges Fluid mit abnehmender Gesamtdichte und zunehmendem Auftrieb entsteht. Es ist sowohl eine stationäre (konstante Austrittsrate) wie auch eine eskalierende (eruptives Entweichen des Grubengases bei abgemindertem hydrostatischem Grundwasserdruck) Ausbreitung zur Biosphäre denkbar. Als möglicher Aufstiegs Pfad wird z.B. die Störungszone S3/D9 (Schnitt 2 im Risswerk) angesehen.

#### Gasbildung:

Aus den ca. 19 000 Tonnen Eisenmetalle/Stahl ( $340E+06$  mol Fe) entstehen nach der Reaktion



Insgesamt ca.  $340E+06$  mol Wasserstoff.

Wenn man annimmt, dass der Stahl in der Asse überwiegend in Form von 1mm-Blech vorliegt, welches unter anaeroben Bedingungen beidseitig mit ca.  $10 \mu\text{m/a}$  korrodiert, bildet sich diese Gasmenge über einen Zeitraum von ca. 50 Jahren ( $1000 \mu\text{m} / 20 \mu\text{m/a} = 50 \text{ a}$ ).

Aus den ca. 5000 Tonnen organischen Stoffen (Cellulose  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ; ca. 2222 Tonnen C; ca.  $185E+06$  mol C) entstehen ca.  $185E+06$  mol Methan. In Analogie zu Hausmüll-Deponien, wo die methanogene Phase einige Jahrzehnte dauert, kann abgeschätzt werden, dass sich das Methan in der Asse ebenfalls über einen Zeitraum von ca. 50 Jahren bildet.

Sonstige Gase können für die Abschätzung des Gasvolumens vernachlässigt werden. In Summe wird mit der Bildung von rund  $525E+06$  Mol Gas über 50 Jahre gerechnet. Bei  $25^\circ\text{C}$  und 50 bar Druck (etwa der hydrostatische Druck des Grundwassers über dem Leck) nimmt diese Gasmenge ein Volumen von rund  $260\,000 \text{ m}^3$  ein und füllt somit einen erheblichen Anteil des Resthohlraumes aus. Die Löslichkeit von Wasserstoff und Methan in wässrigen Lösungen kann bei der Gasvolumen-Abschätzung vernachlässigt werden.

#### Stationäre Freisetzung:

Dividiert man die  $260\,000 \text{ m}^3$  entstehende Gasphase ( $25^\circ\text{C}$ ; 50 bar) durch den Zeitraum von 50 Jahren, so ergibt sich eine zeitlich gemittelte, stationäre Leckage-Rate für kontaminierte Grubenlösungen von  $5200 \text{ m}^3/\text{a}$ . Die Bildung von Gas ist also in den ersten fünfzig Jahren nach Flutung ein wichtiger Antriebsmechanismus zur Auspressung von kontaminierten Lösungen ins Deckgebirge und in die Biosphäre. Hinzugerechnet werden muss die konvergenzbedingte Auspressungs-Rate. Außerdem muss auch mit dem direkten Entweichen von radioaktiver Gasphase gerechnet werden.

#### Eruptive Freisetzung:

Nach Verlassen des Grubengebäudes geraten die kontaminierten und gasgesättigten Grubenwässer in Bereiche mit geringerem hydrostatischen Grundwasserdruck. Dies führt zur Entmischung gelöster Gase und zur Bildung eines 2-Phasen-Fluids mit geringer Dichte. Bis zur Erreichung der Erdoberfläche dehnt sich das Volumen des 2-Phasengemisches aus; seine Gesamtdichte fällt ab. Dieses 2-Phasen-Fluid verdrängt entlang des Aufstiegs Pfades das Grundwasser, so dass lokal geringere hydrostatische Drücke herrschen. Dies führen wieder zur weiteren Entmischung gelöster Gase, zur Zunahme des Gasvolumens und zur Abnahme der Gesamtdichte des Fluids, wodurch der hydrostatische Druck weiter abfällt, usw. Solche Prozesse sind aus Geothermalgebieten oder von gasreichen Quellen bekannt. Auf diesem Wege könnten innerhalb kurzer Zeit (Tage) erhebliche Gasmengen in die Biosphäre

freigesetzt werden. Gleichzeitig würden nicht quantifizierbare Mengen kontaminierter Lösungen mitgerissen.

### **Szenario 2 (Konvergenz-Antrieb)**

Mit auflaufender Konvergenz gerät das kontaminierte Grubenwasser unter Druck und wird an der früheren Zutrittsstelle ins Nebengebirge ausgepresst. Die Auspressraten entsprechen der Volumenkonvergenz. Der Austrittspfad der Lösungen ist eine streichende Störung, die eine Wegsamkeit zur Oberfläche bildet. Diese Störungszone hat hohe kf-Werte, so dass nur eine geringe Durchmischung der kontaminierten Lösungen mit dem Grundwasser erfolgt.

#### Modellierungs-Ansatz (nur Konvergenz)

Numerisches zweidimensionales vertikales Strömungs- und Ausbreitungsmodell, z.B. entsprechend dem markscheiderischen Schnitt 2, mit folgenden Randbedingungen: Unterer Modellrand und Salzkontakt undurchlässig; linker und rechter Modellrand als Wasserscheide (Randstromlinie); oberer Modellrand als aktive Zellen mit Grundwasserneubildung. Zutrittsstelle am Salzkontakt wird zur Brunnenzelle mit Zuflussrate entsprechend Konvergenzrate. Abbildung des Nebengebirges und der streichenden Störung durch realistische kf-Werte.

#### **Fazit:**

Im Falle einer Weiterverfolgung des Konzeptes „Vollverfüllung“ müssen als unverzichtbare Entscheidungsgrundlage Abschätzungen zu den radiologischen Konsequenzen der oben skizzierten Prozesse vorgelegt werden.



Burgdorf, 26.11.2009

Dr. Ralf Krupp

## 6.2 Sondervotum von Herrn Prof. Bertram

## **SONDERVOTUM zu den Machbarkeitsstudien**

Da Schließungsmaßnahmen insbesondere bei Umlagerung und Verfüllung Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit haben, können belastbare Bewertungen nur unter Berücksichtigung der in der Nachbetriebsphase auftretenden Veränderungen des Asse-Systems vorgenommen werden.

In den vorliegenden Machbarkeitsstudien sind unvermeidbare Folgewirkungen nicht bzw. nicht mit der erforderlichen Tiefe beachtet worden. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit erwähne ich (aus meiner Sicht) im Folgenden einige Defizite

1. Die Annahme, das geochemische System bewege sich schließlich auf ein Gleichgewicht zu, ist nicht haltbar. Bekannt ist, daß Reaktionsverläufe in **multikomponentigen Mehrphasensystemen nicht prognostizierbar** sind. Besonders in Systemen, bei denen durch radioaktive Zerfallsprozesse permanent Energie zugeführt wird, lassen sich langfristige Systemveränderungen nicht mehr modellieren. Anders als etwa bei Klimamodellen, zu deren Erstellung ebenfalls eine Fülle von Einflußgrößen beachtet werden, fehlt hier die Möglichkeit, die Modellierungen auf ihre Verlässlichkeit zu testen und ggf. zu korrigieren. In chaotischen chemischen Systemen sind sogar "run-away"-Effekte nicht auszuschließen, d.h. der Systemverlauf kann schlimmstenfalls zu dramatischen nicht vorhersehbaren Ereignissen aber nie zu einem Gleichgewicht führen.
2. Wie mehrfach (von mir) schon angemahnt sind die strahlenchemischen und gaschemischen Prozesse viel zu wenig beachtet. Die Beschränkung der Betrachtung auf wenige Gase (z.B. Wasserstoff, Methan) wird dem tatsächlichen Sachverhalt nicht gerecht. Bei der Fülle der nachgewiesenen Gase hätte man Hinweise erwartet auf die Bildung **sicherheitsgefährdende Gasgemische** (Entzündbarkeit) verbunden mit Störfallereignissen.
3. Ein grundlegender Mangel liegt in der Nichtbeachtung der jüngsten **Korrektur des Radioaktiven Inventars**. Diese Korrektur (Pu !!) stellt eine erhebliche Veränderung der Ausgangssituation dar. Die in den Machbarkeitsstudien dargestellten Tabellen über die radioaktiven Inventare in den einzelnen Einlagerungskammern fußen auf einer unrealistischen Datenlage. Solange eine solche Korrektur nicht berücksichtigt wird, sind Abschätzungen über die radiologischen Folgen weder für die Schließungsphase noch für die Nachbetriebsphase belastbar.
4. Nicht hinnehmbar ist auch die **defizitäre Betrachtung der Strahlenwirkung**. Obwohl bekannt ist, daß die verschiedenen eingelagerten Radionuklide ganz unterschiedliche radiologische und radiochemische Prozesse auslösen (siehe z.B. Alpha-Radiolyse, Radiotoxizität, spezifische Aktivität) finden sich dazu in den Machbarkeitsstudien keine oder nur unzureichende Hinweise.
5. Nicht beachtet werden **Reaktionssynergismen**, d.h. die gegenseitige Beeinflussung der Vielfältigen chemischen und strahlenchemischen Prozesse. Durch verstärkende Rückkopplung können sicherheitsgefährdende Prozesse initiiert werden, deren Eskalation wegen der Komplexität weder kontrollierbar noch modellierbar sind.

6. Nicht beachtet werden **katalytisch ausgelöste Prozesse**, obwohl im Asse-Inventar alle Komponenten und Bedingungen für katalytische Aktivierung -also zur Herabsetzung von Reaktionshemmungen- vorhanden sind. Daß auch diese Prozesse nicht prognostizierbar sind, darf nicht zur Vernachlässigung oder gar Leugnung bei der Behandlung des Gesamtsystems führen.

### **Schlußfolgerung**

Alle drei Machbarkeitsstudien sind unvollständig, fehlerhaft und nicht nachvollziehbar. Wesentliche Gesichtspunkte sind nicht beachtet. Alle drei Studien erfüllen nicht die an Machbarkeitsstudien gestellten Erwartungen und sind daher zurückzuweisen.

R.Bertram, Göttingen am 27.11. 2009

## Quellen

AGO(2008a): Kriterien für die Beurteilung von Handlungsoptionen für die Stilllegung der Schachtanlage Asse II; Arbeitsgruppe Optionenvergleich; Stand 14.04.2008

AGO(2008b): Stellungnahme zum Bericht des Helmholtz Zentrum München: „Entwicklung und Beschreibung des Konzepts zur Schließung der Schachtanlage Asse“; Arbeitsgruppe Optionenvergleich; Stand 29.09.2008

AGO (2009a): Bewertung von Optionen zur Verbesserung der Sicherheitssituation im Rahmen der Stilllegung der Schachtanlage Asse II - Abschlussbericht der AGO-Phase-1 (2008); Arbeitsgruppe Optionenvergleich; Stand 12.02.2009

AGO (2009b): Agenda der „Arbeitsgruppe Optionenvergleich“ (AGO) für ihre Tätigkeiten in Phase 2 ab 2009 (AGO-Phase-2); Arbeitsgruppe Optionenvergleich; Stand 06.02.2009

AGO(2009c): Stellungnahme zum Bericht „Institut für gebirgsmechanik GmbH (IfG), Leipzig: „Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten sowie 3D-Modellrechnungen“; Arbeitsgruppe Optionenvergleich; Stand 15.07.2009

BfS(2009): Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse; Bundesamt für Strahlenschutz; Stand 30.09.2009

DMT(2009): Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse; DMT GmbH & Co. KG und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG; Stand 25.09.2009

ERCOSPLAN(2009): Studie zur Beurteilung der Machbarkeit einer Umlagerung aller oder Teile der radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II; ERCOSPLAN Ingenieurgesellschaft Geotechnik und Bergbau mbH und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG; Stand 30.09.2009

Fichtner(2006): Gutachtliche Stellungnahme zu einer Rückholung der in der Schachtanlage Asse II eingelagerten radioaktiven Abfälle; Fichtner Consulting und IT; September 2006

GRS(1991): Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transportes radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad – GRS-84 Gesellschaft für Reaktorsicherheit

GRS(2009) Schachtanlage Asse II - Beschreibung und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung; Gesellschaft für Anlagen- und Reaktor- sicherheit (GRS) mbH, Braunschweig, AF-Colenco AG, Baden (Schweiz), Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Leipzig und Bundesamt für Strahlenschutz; Stand 01.10.2009



## **Anlage 1**

Krone, J.: Stellungnahme zu den Untersuchungen von 3 Stilllegungsoptionen der Schachtanlage  
Asse II; Stand: 11/2009

**Stellungnahme  
zu den Untersuchungen von  
3 Stilllegungsoptionen  
der Schachanlage Asse II**

**DBE-TEC**  
DBE TECHNOLOGY GmbH

**Stellungnahme  
zu den Untersuchungen von  
3 Stilllegungsoptionen  
der Schachanlage Asse II**

Dr. Jürgen Krone

DBE TECHNOLOGY GmbH  
Eschenstraße 55  
D-31224 Peine

11/2009

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite	
1	Vorbemerkungen	3
2	Bewertungsgrundlagen und Vorgehensweise	5
3	LAW-Rückholung	8
3.1	Reduzierung der Gefährdung durch eine unkontrollierte Flutung	8
3.2	Reduzierung der langfristigen Gefährdung	11
3.3	Zusätzliche Strahlenexposition	12
3.4	Zusammenfassung	14
4	Umlagerung radioaktiver Abfälle	15
4.1	Reduzierung der Gefährdung durch eine unkontrollierte Flutung	15
4.2	Reduzierung der langfristigen Gefährdung	16
4.3	Zusätzliche Strahlenexposition	16
4.4	Zusammenfassung	17
5	Vollverfüllung	18
5.1	Reduzierung der langfristigen Gefährdung	18
5.2	Reduzierung der Gefährdung durch eine unkontrollierte Flutung	20
5.3	Zusätzliche Strahlenexposition	20
5.4	Zusammenfassung	21
6	Schlussfolgerungen	22
7	Literatur	27
8	Abbildungsverzeichnis	28

## 1 Vorbemerkungen

Basierend auf den Empfehlungen der „Arbeitsgruppe Optionenvergleich“ (AGO) hatte das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) drei Studien zu Stilllegungsoptionen der Schachtanlage Asse II in Auftrag gegeben, die am 02. Oktober 2009 der Öffentlichkeit vorgestellt und auf der Homepage des BfS /1/ veröffentlicht wurden.

Im Einzelnen handelt es sich um:

- a) Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse, K. Beckmann, Dr. J. Feinhals, S. Heinzel-Große u. a., DMT GmbH & Co. KG und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG vom 25.09.2009 /2/  
(Hier kurz: LAW-Rückholung)
- b) Beurteilung der Machbarkeit einer Umlagerung aller oder Teile der radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II, Dr. Henry Rauche, ERCOSPLAN Ingenieurgesellschaft Geotechnik und Bergbau mbH und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, EGB 07-036.01, Erfurt 30.09.2009 /3/  
(Hier kurz: Umlagerung radioaktiver Abfälle)
- c) Schachtanlage Asse II, Beschreibung und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung, AF-Colenco AG, Baden, Schweiz, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Braunschweig, und IfG Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Leipzig, Stand 01. Oktober 2009 /4/  
(Hier kurz: Vollverfüllung)

Die vorliegende Stellungnahme wurde im Auftrag der AGO als deren temporär hinzugezogener Sachverständiger für die Bewertung der unter a) bis c) genannten Studien erstellt. Sie stützt sich vorrangig auf eigene Erfahrungen und Kenntnisse unter Hinzuziehung des bei der DBE TECHNOLOGY GmbH und ihrer Muttergesellschaft, der DBE - Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH, verfügbaren Sachverständigen zu ausgewählten Fragestellungen. Aufgrund des stark beschränkten Rahmens an Zeit und einsetzbarer Ressourcen kann diese Stellungnahme jedoch weder als vollständig noch als abschließend angesehen werden. Sie beschränkt sich vielmehr darauf, offensichtliche und wesentlich erscheinende Fragestellungen aufzugreifen.

Hinzu kommt die Erklärung des Vertreters des BfS auf der AGO-Besprechung am 15.10.2009, dass die vorgenannten drei Studien vom Auftraggeber BfS nicht abgenommen und daher als nicht qualitätsgesichert anzusehen seien.

Ferner bestätigte er, dass sie jeweils keine vollständigen Stilllegungsoptionen behandeln, sondern nur Teile bzw. Aspekte in Auftrag gegeben wurden, die aus Sicht des BfS noch nicht hinreichend untersucht seien. Für einen abschließenden Optionenvergleich seien die Studien jeweils vom BfS mit den Ergebnissen anderer vorliegender und eigener Untersuchungen zu vervollständigen.

Aus diesen Gründen ist es auf Basis der vorgelegten Unterlagen grundsätzlich nicht möglich, eine Gesamtbewertung der verfolgten Stilllegungsoptionen oder gar einen Optionenvergleich vorzunehmen. Ungeachtet dessen wird hier versucht, erkannte wesentliche Defizite aufzuzeigen, die zu beseitigen sind, sofern die vorgelegten Studien Eingang in einen solchen Optionenvergleich finden sollten.

## 2 Bewertungsgrundlagen und Vorgehensweise

Auftragsgemäß bilden neben den zu bewertenden Studien /2/ /3/ /4/ die Kriterien für die Beurteilung von Handlungsoptionen für die Stilllegung der Schachanlage Asse II der AGO /5/ die Bewertungsgrundlage. Hier werden 13 Kriterien genannt, von denen 3 (Vollständigkeit, Nachvollziehbarkeit und Plausibilität) die Prüfung der Darlegung (Berichte) betreffen, während die restlichen (technische Machbarkeit, nachweisliche Wirksamkeit, Notwendigkeit, Rechtfertigung, Dosisreduzierung, Senkung an der Tagesoberfläche sowie Vermeidung von Bergschäden, Grundwasserverunreinigung, Kritikalitätssicherheit, Robustheit und Gewährleistung gestaffelter Abwehrmaßnahmen) auf die Maßnahmen selbst und insbesondere auf die Erzielbarkeit des mit ihnen angestrebten Nutzens im Sinne eines Sicherheitsgewinnes gerichtet sind.

Für eine Bewertung des Sicherheitsgewinns ist es zunächst erforderlich zu analysieren, welche Gefährdungen bzw. Risiken von der Schachanlage Asse II und den dort eingelagerten radioaktiven Abfällen ausgehen. Dabei ist es zweckmäßig, zwischen aktuellen, latenten und langfristigen Gefährdungen zu unterscheiden.

Im gegenwärtigen Zustand gehen von der Schachanlage Asse II aktuell keine (akuten) Gefährdungen aus, da keine radioaktiven oder anderen umweltgefährdenden Stoffe in die Biosphäre freigesetzt werden und die radiologische Exposition des Betriebspersonals unerheblich ist.

Dennoch besteht gegenwärtig die latente Gefahr eines kaum prognostizierbaren Störfalls, der unkontrollierten Flutung des Grubengebäudes, infolge dessen es zur Freisetzung von Radionukliden und anderen Schadstoffen in die darüberliegenden Grundwasserbereiche kommen kann. Obwohl in einem solchen Fall durch geeignete Überwachungsmaßnahmen und ggf. erforderliche Einschränkungen bei der Grundwasser- und Bodennutzung eine unmittelbare Gefährdung der Bevölkerung sicher ausgeschlossen werden kann, stellt bereits die Gefährdung des Grundwassers als eigenständiges Schutzgut einen nicht hinnehmbaren Zustand dar. Anhand der Prognoserechnungen des Instituts für Gebirgsmechanik Leipzig (IfG) /6/, die bis 2020 keinen deutlichen Anstieg der Deckgebirgsverschiebungsraten ausweisen, der zu einer erhöhten Eintrittswahrscheinlichkeit des vorgenannten Störfalls führen würde, besteht Grund zur Annahme, dass die gegenwärtige latente Gefährdungssituation weitgehend unverändert bis 2020 fortbesteht. Aussagen darüber hinaus sind nicht möglich.

Eine langfristige Gefährdung besteht dahingehend, dass es in Abhängigkeit von der Art der geplanten Stilllegungsmaßnahmen nach ihrer Durchführung zur Freisetzung von Radionukliden und Schadstoffen kommen kann und dabei die für ein Endlager geltenden Schutzziele verletzt werden. Ebenso wie bei einer unkontrollierten Flutung führt dies zwar nicht zwangsläufig zu einer Gefährdung der dann in unmittelbarer Nähe wohnenden Bevölkerung. Letzteres kann aber nicht mehr sicher ausgeschlossen werden, falls im Laufe der Jahrhunderte das Wissen über die Schachanlage Asse II verloren gegangen ist und keine generellen Vorsichtsmaßnahmen bei der Boden- und Grundwassernutzung greifen.

Bei der Bewertung von möglichen Stilllegungsmaßnahmen hinsichtlich eines bestmöglichen Sicherheitsgewinns ist daher zu prüfen, inwieweit sie zu einer Reduzierung der latenten und

langfristigen Gefährdung führen. In beiden Fällen kann dies durch die Reduzierung der Wahrscheinlichkeit einer Freisetzung, ihres Ausmaßes oder von beidem erreicht werden. Die AGO-Kriterien betreffen letztlich genau diese Prüfung der Gefährdungsreduzierung, sofern sie nicht auf die Prüfung der Darlegung beschränkt sind. Dabei finden „Robustheit“ und „Gewährleistung gestaffelter Abwehrmaßnahmen“ ihren Niederschlag in der Reduzierung der Eintrittswahrscheinlichkeit großer Schäden, während Defizite bei der „technischen Machbarkeit“ entweder zum Nichterreichen der erwarteten Gefährdungsreduzierung oder zumindest zu einer Verlängerung des benötigten Zeitrahmens führen. In Anbetracht der bestehenden latenten Gefahr einer unkontrollierten Flutung, kommt dem benötigten Zeitrahmen eine besondere Bedeutung zu, obwohl er in den AGO-Kriterien nicht enthalten ist.

Einige der vorgeschlagenen Maßnahmen führen zwangsläufig zu zusätzlichen radiologischen Auswirkungen für das Betriebspersonal, Umwelt und die Bevölkerung, die das gegenwärtige geringfügige Ausmaß übersteigen können und daher in die Bewertung einzu beziehen sind.

In Übereinstimmung mit allgemein, auch international anerkannten Strahlenschutzgrundsätzen beinhaltet § 6 Abs. 1 StrlSchV die Forderung, dass jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden ist. Aus dem Umstand, dass der Begriff „unnötig“ vor dem Hintergrund der AtG-Regelungen nicht absolut verstanden werden darf, folgt im konkreten Fall zunächst die Notwendigkeit einer Abwägung zwischen der zwangsläufig mit einer Maßnahme verbundenen Exposition bzw. Kontamination einerseits und der Reduzierung der latenten und langfristigen Gefahr einer Kontamination und größeren Exposition andererseits. Für die Zulässigkeit der konkreten Maßnahme muss sich zudem aus einer weiteren, unter Verhältnismäßigkeitsgesichtspunkten vorgenommenen Abwägung ein Nettonutzen ergeben. Dieser nachzuweisende Nettonutzen einer Option ist nur festzustellen, wenn die wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzen die Nachteile der Strahlenexposition überwiegen. Eine Besonderheit bei der Abwägung besteht im konkreten Fall darin, dass reale Expositionen für Mensch und Umwelt bei der Durchführung einer Maßnahme hypothetischen langfristigen Expositionen gegenüberzustellen sind, die (nur) nicht hinreichend sicher ausgeschlossen werden können.

Die Bewertung des Sicherheitsgewinns (bzw. Nettonutzens) einer Stilllegungsmaßnahme läuft dann offensichtlich genau auf eine solche Abwägung hinaus, die wiederum in einem Optionenvergleich die Grundlage zur Entscheidungsfindung liefern sollte. Bei dem vom BfS vorgeschlagenen Verfahren des paarweisen Vergleiches /7/ von Einzelkriterien unterschiedlicher Bedeutung und Zielrichtung besteht hingegen die Gefahr, dass diese übergreifende Zielfunktion verloren geht. Ein solches Verfahren wird daher als problematisch angesehen.

Im Interesse einer hinsichtlich des späteren Optionenvergleichs möglichst zielführenden Bewertung der vorliegenden Studien zu 3 Stilllegungsvarianten der Schachanlage Asse II wurde diese Stellungnahme jeweils nach den Gesichtspunkten

- Reduzierung der Gefährdung durch eine unkontrollierte Flutung,
- Reduzierung der langfristigen Gefährdung und
- zusätzliche Strahlenexposition bei Durchführung der Maßnahme



gegliedert, an die sich eine Zusammenfassung anschließt. Fragen der Vollständigkeit, Plausibilität und Nachvollziehbarkeit der Darlegung sowie der Machbarkeit, Robustheit und des Zeitbedarfs für die Maßnahmedurchführung einschließlich daraus resultierender Konsequenzen wurden dabei in den betreffenden Gliederungspunkten mit abgehandelt.

### 3 LAW-Rückholung

#### 3.1 Reduzierung der Gefährdung durch eine unkontrollierte Flutung

Das Konzept der LAW-Rückholung zielt darauf ab, in möglichst kurzer Zeit einen großen Teil des eingelagerten radioaktiven Inventars zurückzuholen und es so im Falle einer unkontrollierten Flutung einer Freisetzung in die Biosphäre zu entziehen. Dabei werden vier Varianten betrachtet, die auch als 4 Stufen der Rückholung angesehen werden können, bei dem sich das im Bergwerk verbleibende Radiotoxizitätsäquivalent systematisch reduziert (nach Stufe 1 auf 37%, nach Stufe 2 auf 8%, nach Stufe 3 auf ~0% und vollständige Dekontamination nach Stufe 4).

Der Erfolg dieses Konzeptes hängt letztlich davon ab, wie schnell die Rückholung tatsächlich realisiert werden kann. Der Nachweis der Machbarkeit des in der Studie errechneten Zeitrahmens von 2,8 Jahren (für Variante 1) bis 14,6 Jahren (für Variante 4) enthält erhebliche Lücken sowie wenig plausible und nicht nachvollziehbare Angaben, aber keine Betrachtung der wesentlichen Machbarkeitsrisiken, auf die nachfolgend eingegangen wird.

Dem Beginn der eigentlichen Abfallrückholung geht jeweils eine Vorlaufphase voraus, in der die genehmigungsseitigen und technischen Voraussetzungen zu schaffen sind. Als zeitkritisch wird dabei jeweils die Genehmigung und Errichtung des Transportbereitstellungs- und Zwischenlagers über Tage mit 83 Wochen in Variante 1 und 220 Wochen in Variante 4 angesehen.

Die Beschränkung des darin enthaltenen Genehmigungs- und Anordnungsverfahrens in den Varianten 1-3 auf 18 Wochen ist in hohem Maße unrealistisch. Auch im Falle einer Anordnung nach §19 (3) AtG ist eine vollständige Genehmigungsplanung zu erstellen, der zuständigen Behörde und ihren Sachverständigen zur Prüfung vorzulegen und letztlich zu bescheiden. Selbst unter Berücksichtigung einer latenten Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser sind hier im Hinblick auf mögliche unmittelbare Gefahren für die Bevölkerung und das Betriebspersonal Abstriche an der gebotenen Schadensvorsorge nach dem Stand von Wissenschaft und Technik nicht möglich.

Hinzu kommt, dass offensichtlich keine Untersuchungen zur Realisierbarkeit eines Zwischenlagers in Schachtnähe erfolgten. So fehlt z. B. selbst die Ausweisung geeigneter Flächen. Daher sind erhebliche Planungsrisiken nicht auszuschließen. Für den Bau und die Inbetriebnahme des Lagers einschließlich aller Sicherheitseinrichtungen wurden 75-100 Wochen angesetzt. Sofern ausschließlich bereits erprobte Technik eingesetzt werden könnte, wäre dieser Zeitrahmen noch als sehr ehrgeizig anzusehen. Als problematisch ist dabei in Anbetracht der erheblichen Salzgehalte bzw. -mengen vor allem die Konradgerechte Konditionierung anzusehen, für die bekannte Verfahren kaum einsetzbar sind. Der Vorschlag daraus Salzbeton herzustellen, ist wegen dessen Wasserlöslichkeit fraglich.

Die Vorlaufphase für die Genehmigung / Beschaffung bzw. Errichtung und Inbetriebnahme der untertägigen Ausrüstungen und Anlagen wird in den Varianten 1-3 mit nur 62 Wochen noch deutlich kürzer angesetzt und davon nur 12 Wochen für das Anordnungs- bzw. Ge-

nehmungungsverfahren. Letzteres ist eher in Zweifel zu ziehen, da sich das Anordnungs- und Zulassungsverfahren für die untertägigen Anlagen und Ausrüstungen gegenüber dem Transportbereitstellungslager allein schon wegen der Durchdringung strahlenschutz- und bergtechnische Aspekte als wesentlich aufwendiger darstellt. Darüber hinaus handelt es sich um ein beispielloses Vorhaben, bei dem erhebliches Neuland beschritten werden muss, um die betriebliche Sicherheit für das Personal und die Umwelt ohne Abstriche zu gewährleisten. Ferner wurde wiederum die vorlaufende Planungsphase nicht berücksichtigt.

Nach Durchsicht des vorgelegten Rückholungskonzeptes kann die wiederholte Feststellung, dass nur erprobte Ausrüstungen und Verfahren zum Einsatz kommen sollen, nicht bestätigt werden. Der vorgeschlagene Einsatz baugleicher Fahrzeuge, wie sie bereits zur Einlagerung genutzt wurden, schließt sich praktisch dadurch aus, dass sie nach 30-40 Jahren nicht mehr der Schadensvorsorge nach Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Nachfolgend werden einige ausgewählte Beispiele aufgeführt, um zu veranschaulichen, dass die Umsetzung des Rückholungskonzeptes nicht, wie behauptet, mit erprobten und am Markt verfügbaren Ausrüstungen möglich ist. Gleichfalls werden weitere Fragestellungen aufgeführt, die hinsichtlich der Machbarkeit des Rückholungskonzeptes als offen anzusehen sind und ggf. auch aufwendige Voruntersuchungen bzw. Entwicklungsarbeiten erfordern.

- Bei Bergung von in mehreren Lagen verstürzten und mit Salzgrus versetzten Gebinden sollen diese mit ggf. ferngesteuerten Kettenfahrzeugen befahren werden. Obwohl die lose Schüttung von Gebinden und Salzgrus nicht verdichtet wurde, wird nicht gezeigt, wie das Einbrechen, Umkippen bzw. Steckenbleiben des Bergungsfahrzeuges verhindert werden soll.
- Es wird zwar gefordert, dass zu räumende Kammern vor Befahrung hinreichend sondiert, messtechnisch überwacht und gesichert werden sollen, jedoch sind die bekannten gängigen Verfahren und Ausrüstungen für zugängliche (leere) Hohlräume vorgesehen, die keinen Einsatzbeschränkungen wie Fernhantierung in Strahlenschutzsperrbereichen unterliegen.
- Die vorgesehene Ertüchtigung der Bodenplatte des Korbes und der Bremsen der Seilfahrtsanlage sind als unzureichend anzusehen, da sie insgesamt nicht mehr der Schadensvorsorge nach dem Stand von Wissenschaft und Technik entspricht. Darüber hinaus ist äußerst fraglich, ob die Anlage in ihrem heutigen Zustand den vorgesehenen Dauerbelastungen überhaupt Stand halten würde. Es ist daher naheliegend, dass sie vollständig oder größten Teils zu ersetzen ist. Dafür ist erfahrungsgemäß ein Aufwand von mehreren Jahren anzusetzen, der im Zeitplan ebenso nicht berücksichtigt wurde, wie die in den Störfallbetrachtungen geforderte Herstellung der erdbebensicheren Auslegung des Fördergerüsts und der Schachthalle.
- Entgegen der Feststellung, dass ein umfassendes Erkundungsprogramm zur Standsicherheit der Einlagerungskammern erforderlich sei, findet dies in der Zeitplanung ebenso keine Berücksichtigung wie die Detailplanung der aufzufahrenden Strecken und der Nachweis deren Standsicherheit, der angesetzten maximalen Steigung von 12,5% sowie daraus ggf. resultierender Umplanungen.

- Nicht berücksichtigt wurde, dass aus einigen Einlagerungskammern bereits kontaminierte Lösung austritt und wie damit bei Aufwältigung der Kammern umgegangen werden soll.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass die Dauer der Vorlaufphase erheblich unterschätzt wurde. Eine belastbare Aussage ist nur auf der Grundlage einer sorgfältigeren Machbarkeitsuntersuchung möglich, bei der noch bestehende Probleme und Risiken, wie beispielhaft oben aufgeführt, in geeigneter Weise bewertet werden.

In der vorliegenden Studie ergibt sich der Zeitbedarf für die anschließende Abfallrückholung maßgeblich aus dem Aufwand der notwendigen Arbeiten in den Einlagerungskammern, dessen erhebliche Unterschätzung nachfolgend beispielhaft belegt wird.

Für das Lösen, Aufnehmen und Verladen der Gebinde in Transportfahrzeuge am Kammeringang werden hier 5 Minuten für VBA und 3 Minuten für 200 bzw. 400 l-Fässer veranschlagt. Diese Zeiten, die in der Größenordnung der Erfahrungswerte für das Ein stapeln von Gebinden im Endlager Morsleben liegen (3 Minuten für VBA und 1-2 Minuten für 200 l- bzw. 400 l-Fässer) sind aus mehreren Gründen unterschätzt. Während es sich beim Endlager Morsleben um handhabungssichere Gebinde handelte, die geordnet auf einem Transportwagen unmittelbar an der Einlagerungsstelle bereitgestellt wurden, sind bei der Abfallrückholung auf der Asse zu einem erheblichen Anteil beschädigte bzw. deformierte Gebinde sicher aufzunehmen und einzeln zum Transportfahrzeug am Kammereingang zu transportieren und dort abzulegen. Es ist davon auszugehen, dass die Gebinde teilweise verkeilt und nicht ohne weiteres zu lösen sind und ggf. mehrere Ansätze mit unterschiedlichen Werkzeugen erfordern.

Wegen der größeren Entfernung und geringen Geschwindigkeit über sehr unebene Flächen (Reste nicht beräumten Verbruchs und gelösten Salzes sowie darunter liegenden Gemenges aus verstürzten Gebinden und Salzgrus) sind die Fahrzeiten zwischen Aufnahmeort, Kammereingang und zurück zur Bergung des nächsten Gebindes keineswegs vernachlässigbar.

Letztlich beinhalten die angegebenen Zeiten, wie in der Studie aufgeführt, nicht den Mehrbedarf für eine ferngesteuerte Ausführung, die aus Strahlenschutzgründen größtenteils vorgesehen ist. Da der Umgang mit kontaminierten Lösungen in den Einlagerungskammern nicht betrachtet wird, fehlen auch die dafür erforderlichen Zeiten.

Auch der Ansatz einer Verfügbarkeit von 75% für Unterbrechungen durch Betriebsstörungen, Verlegung der Entstaubungsanlage etc. erscheint unter diesen nicht normierten Bedingungen sehr hoch. Leider wurden dabei auch Rückwirkungen von Unterbrechungen bei der Abfallannahme der Untertagekonditionierungsanlage mit einer angegebenen Verfügbarkeit von 80% sowie von Transportstörungen vergessen zu berücksichtigen, die zu einer weiteren Absenkung der effektiven Verfügbarkeit führen.

Aus den genannten Gründen ist davon auszugehen, dass der tatsächliche Zeitbedarf sowohl für die Rückholung selbst als auch für die vorbereitenden Arbeiten ein Mehrfaches der ausgewiesenen Werte beträgt.

Mit zunehmender Dauer der Rückholung steigt jedoch die Wahrscheinlichkeit einer unkontrollierten Flutung und einer damit verbundenen Gefährdung für das Grundwasser. Ein hinreichender Grundwasserschutz ist frühestens nach Variante 3 bei Rückholung des gesamten Abfallinventars zu erwarten. Beträgt der tatsächliche Zeitbedarf ein Mehrfaches der ausgewiesenen 7,7 Jahre, kann Variante 3 offensichtlich selbst bei unverzüglichem Beginn erst weit nach 2020, dem jetzigen Ende des Prognosezeitraums, abgeschlossen werden.

Die betrachteten Varianten 1 und 2 sind insofern unvollständig, dass die erheblichen verbleibenden Abfallmengen weiterer Nachsorgemaßnahmen bedürfen, um sie möglichst sicher von der Biosphäre abzuschließen. Solche Maßnahmen wurden nicht betrachtet, werden aber z. B. ähnlich wie beim Vollversatzkonzept auch mehrere Jahre in Anspruch nehmen und damit bis weit nach 2020 reichen.

Insgesamt bleibt unsicher, welchen Betrag die Rückholung der Abfälle zur Abwendung der durch eine unkontrollierte Flutung hervorgerufene Grundwässergefährdung leisten kann, da der in der vorgelegten Studie ausgewiesene erforderliche Zeitraum als nicht belastbar und völlig unterschätzt anzusehen ist. Hinzu kommt, dass die nicht betrachteten MAW parallel entweder zurückgeholt oder langfristig sicher eingeschlossen werden müssten. Zu welchen Auswirkungen dies insbesondere hinsichtlich der Dauer der durchzuführenden Arbeiten führt, entzieht sich jedoch wegen fehlender Grundlagen einer Beurteilung.

Gleichfalls können anhand der vom BfS beauftragten Arbeiten die Konsequenzen einer unkontrollierten Flutung nicht beurteilt werden und wie sie im Ergebnis einer voranschreitenden Rückholung reduziert werden, da weder zur Höhe noch zur Ausbreitung der zu besorgenden Grundwasserkontamination Aussagen getroffen werden.

### **3.2 Reduzierung der langfristigen Gefährdung**

Durch die LAW-Rückholung soll die langfristige Gefährdung des Grundwassers, der Umwelt und ggf. der zukünftig am Standort lebenden Menschen reduziert und bei vollständiger Rückholung (einschließlich der MAW) ausgeschlossen werden. Bei teilweiser Rückholung sind, wie bereits erwähnt, zusätzliche Verschlussmaßnahmen durchzuführen, um Freisetzungen von Radionukliden und Schadstoffen in die Biosphäre zu begrenzen. Die Wirksamkeit derartiger Maßnahmen, die sich ggf. insbesondere nach Rückholung aller Abfälle (Variante 3) statt einer aufwendigen umfassenden Dekontamination und Freimessung anbietet, kann jedoch nicht beurteilt werden, da sie in der vom BfS beauftragten Studie nicht behandelt wurde.

Inwieweit eine Abfallrückholung hinsichtlich der Abwendung langfristiger Gefährdungen erfolgshöufig ist, hängt in erster Linie davon ab, welche Maßnahmen vor einer nicht auszuschließenden unkontrollierten Flutung durchgeführt werden können. Maßgeblich dafür ist wiederum der erforderliche Zeitraum für die Durchführung der Maßnahmen. Unter Berücksichtigung der Ausführungen hierzu im Abschnitt 3.1 ist davon auszugehen, dass ein langzeitlich sicherer Zustand erst weit nach Ablauf des Prognosezeitraums (2020) erreicht

werden kann und damit ähnliche Risiken wie hinsichtlich der Abwendung einer latenten Gefährdung bestehen.

### 3.3 Zusätzliche Strahlenexposition

Bei der LAW-Rückholung kommt es unvermeidlich zu einer zusätzlichen Strahlenexposition sowohl der Umgebung bzw. Bevölkerung als auch des Betriebspersonals.

Die Strahlenexposition für die Bevölkerung wird mit 11% des gültigen Grenzwertes für Variante 1 und 27% für die Varianten 2-4 angegeben, während für das Betriebspersonal eine zusätzliche Gesamtexposition (Kollektivdosis) von 44,4 mSv für Variante 1, 97,4 mSv für Variante 2 und 550,3 mSv für die Varianten 3 und 4 errechnet wurden.

Hinsichtlich der Strahlenexposition der Bevölkerung ist anzumerken, dass einerseits sowohl die Transporte zum Endlager Konrad als auch die Einlagerung dort nicht berücksichtigt wurden. Andererseits besteht die mit 0,2 mSv/a (20% des Grenzwertes) angegebene Exposition durch das Transport- und Bereitstellungslager so lange fort, bis im Ergebnis eines neuen Planfeststellungsverfahrens die Einlagerung in das Endlager Konrad genehmigt wird und durchgeführt werden kann. Der dafür erforderliche Zeitraum ist nicht prognostizierbar, kann aber durchaus die Dauer der Rückholmaßnahmen erheblich überschreiten.

Widersprüchlich sind die Angaben zur Exposition der Bevölkerung durch Freisetzung (Ableitung) radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre. Zutreffend wird festgestellt, dass gasförmige Radionuklide (H-3, C-14) in den vorgesehenen Filtern nicht zurückgehalten und über den Diffusor in die Umgebung abgegeben werden. Bei der Rückholung wird jedoch die gleiche geringfügige Größenordnung freigesetzter gasförmiger Nuklide unterstellt, wie sie jetzt auftritt. Gegenwärtig sind die Einlagerungskammern jedoch nicht bewettert und die Freisetzung gasförmiger Radionuklide in bewetterte Teile der Schachtanlage erfolgt wegen des vorwiegend diffusiven Transports nur sehr begrenzt. Bei Räumung und Bewetterung der Einlagerungskammern muss daher auch in Anbetracht der größtenteils undichten Gebinde davon ausgegangen werden, dass die in dort noch ruhenden gasförmigen radioaktiven Stoffe in kurzer Zeit freigesetzt werden. Die ausgewiesenen jährlichen Freisetzungen können so erheblich überschritten werden. Die Folge ist, dass mit einer erheblich größeren Exposition der Umgebung und für die Bevölkerung zu rechnen ist.

Aus einer Reihe nachfolgend beispielhaft aufgeführten Gründen ist darüber hinaus davon auszugehen, dass die zu erwartende Exposition des Betriebspersonals gleichfalls deutlich über den in der Studie angegebenen Werten liegt.

- Die größte Exposition erfährt das in den Einlagerungskammern tätige Personal. Berechnungsgrundlage waren die um ein Mehrfaches zu gering angesetzten Handhabungszeiten. Als Folge der längeren Expositionszeiten ist mit einer erheblich höheren Exposition zu rechnen.

- Ferner wurde hier der Abstand des Personals in den abgeschirmten Fahrzeugkabinen zu den Abfallgebinden mit 3 m angesetzt. Dabei wurde übersehen, dass beim Befahren des Abfallgebinde/Salzgrus-Gemisches der Abstand nach unten deutlich kürzer ist, der wiederum zu einer erheblich höheren Exposition führt.
- Völlig unverständlich ist, dass bei der Abschätzung der Exposition des Betriebspersonals die Behebung von Betriebsstörungen nicht berücksichtigt wurde. Erfahrungsgemäß entstehen dabei die größten radiologischen Belastungen für das Personal, da es hierzu in der Regel die abgeschirmten Fahrzeugkabinen verlassen muss und oftmals die angesetzten Sicherheitsabstände zu den Abfällen nicht einhalten können. Wegen des Umgangs mit ungeordneten, teilweise eingeklemmten und nicht handhabungssicheren Gebinden ist im Unterschied zu einem geordneten Endlagerbetrieb mit einer erheblichen Anzahl von Betriebsstörungen zu rechnen, die das unmittelbare Eingreifen des Betriebspersonals erfordern.
- Nicht vernachlässigbar ist auch die Exposition des Personals bei der Auffahrung der Einlagerungskammern, sofern es aus Strahlenschutzsicht überhaupt zulässig sein sollte, dafür wie vorgeschlagen, übliche Geräte und Verfahren ohne gesonderte Schutzmaßnahmen einzusetzen.

Offene Fragen ergeben sich auch hinsichtlich der Betrachtung radiologisch relevanter Störfälle.

Eine Reihe von Störfällen wird mit dem Verweis auf geeignete Störfallmaßnahmen ausgeschlossen. In den Machbarkeitsbetrachtungen wird jedoch nicht durchgängig gezeigt wie diese Maßnahmen umgesetzt werden sollen und zu welchen Auswirkungen auf das Rückholkonzept selbst und auf den Zeitraum seiner Realisierung sie führen, falls aufwendige Entwicklungsarbeiten erforderlich werden. In Kapitel 3.1 wurde dieser Sachverhalt bereits hinsichtlich des unzureichenden Nachweises der Schadensvorsorge nach Stand von Wissenschaft und Technik beanstandet.

Unverständlich ist, dass bei der Störfallbetrachtung Brand zwar der Fahrzeug- und Filterbrand, nicht jedoch der Brand von Abfallgebinden betrachtet wird, obwohl im Unterschied zum Endlager Konrad mit erheblichen Anteilen brennbarer Abfälle, insbesondere bitumisierter Abfälle und defekter Behälter zu rechnen ist, die ohnehin nicht den Brandwiderstand von 1 Stunde bei 800 °C wie Konradbehälter ausweisen. Darüber hinaus ist es zweifelhaft, dass für die Abschätzung der radiologischen Störfallkonsequenzen ohne weiteres die Ansätze der Systemstudie Konrad /8/ herangezogen werden können. Aus den genannten Gründen kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Falle eines Gebindebrandes erheblich höhere radiologische Konsequenz zu besorgen ist.

Insgesamt bleibt festzustellen, dass hinsichtlich der Exposition der Umgebung bzw. Bevölkerung und des Betriebspersonals sowohl im ungestörten Betrieb als auch bei Störfällen noch erhebliche Unsicherheiten bestehen, wohl aber mit deutlich höheren radiologischen Belastungen zu rechnen ist.

### **3.4 Zusammenfassung**

Anhand der vom BfS beauftragten Studie zur LAW-Rückholung ist es nicht möglich, den damit erzielbaren Sicherheitsgewinn zu beurteilen, da weder die Reduzierung der latenten Gefährdung durch eine unkontrollierte Flutung hinsichtlich der Höhe und des Ausmaßes, einer Grundwasserkontamination, noch die Reduzierung der langzeitlichen Folgen betrachtet werden. Darüber hinaus werden die Zeiten für eine Abfallrückholung, die maßgeblich die Wahrscheinlichkeit deren Erfolgshöflichkeit bestimmen, und die radiologischen Konsequenzen für die Umwelt bzw. Bevölkerung sowie das Betriebspersonal erheblich unterschätzt.



## 4 Umlagerung radioaktiver Abfälle

### 4.1 Reduzierung der Gefährdung durch eine unkontrollierte Flutung

Das Umlagerungskonzept ist darauf gerichtet, das gesamte eingelagerte Abfallinventar in neu aufzufahrende Grubenbaue in tiefer gelegene Teile des Salzstockes umzulagern und dort langzeitsicher zu verschließen. Der Erfolg dieses Konzeptes hinsichtlich einer Reduzierung der Grundwassergefährdung ist erheblich von dem für seine Realisierung erforderlichen Zeitbedarf abhängig. Er wird mit 15-18 Jahren für eine vollständige Umlagerung angegeben und reicht damit bis weit nach 2020, dem Ende des gegenwärtigen Prognosezeitraumes zur Stabilität des Grubengebäudes.

Eine sukzessive teilweise Umlagerung der Abfälle trägt im Unterschied zu deren Rückholung kaum zur Gefahrenreduzierung während der Maßnahme bei, da ein sicherer Einschluss erst nach vollständiger Umlagerung erfolgt.

Der eigentlichen Abfallumlagerung geht wiederum eine Vorlaufphase voraus, in der die technischen und genehmigungsseitigen Voraussetzungen zu schaffen sind. Als zeitkritisch wird hier die Erkundung geeigneter Gebirgsbereiche, deren bergmännischer Aufschluss, die Erstellung der neuen Einlagerungshohlräume und der Infrastruktur für den Transport ausgewiesen. Die konzeptionellen Planungen hierzu sind im Anhang zur Studie gut nachvollziehbar dargestellt und erscheinen ebenso wie die hierzu veranschlagten Zeiten (5,9-7,0 Jahre) als grundsätzlich plausibel. Nicht untersucht wurde jedoch die Schaffung einer Zwischenlagermöglichkeit für das zu Tage geförderte Salz und aus den vorgesehenen Auffahrungen.

Das seitens der AGO vorgeschlagene Konzept des Abwurfes der geborgenen Abfälle in eine tiefer gelegene Kaverne, dessen Vorbereitung ggf. weniger zeitaufwändig ist, wurde mit Hinweis auf die Strahlenschutzprobleme beim Verschluss des Kavernenhalses wegen seiner zu erwartenden hochgradigen Kontamination verworfen. Eine derartige Kontamination könnte zwar durch ein geordnetes Absenken der Gebinde statt des vorgeschlagenen Versturzes weitgehend minimiert werden, würde aber die Entwicklung und Errichtung einer aufwendigen Einlagerungsvorrichtung mit Strahlenschutzschleuse, automatischer Abwurfeinrichtung etc. erfordern. Einerseits würde dies einen möglichen Zeitgewinn wieder in Frage stellen und andererseits den sehr zeitraubenden Einlagerungsvorgang zum Flaschenhals bei der Umlagerung selbst machen.

Für die Abfallumlagerung wird die Bergung der LAW-Gebinde aus den jetzigen Einlagerungskammern und ihre Bereitstellung zur erneuten Einlagerung als zeitkritisch angesehen. Hierfür werden die Zeiten aus der Studie zur LAW-Rückholung herangezogen. Aufgrund der Ausführungen im Abschnitt 3.1 dieser Stellungnahme ist jedoch festzustellen, dass diese Zeiten erheblich unterschätzt wurden und tatsächlich ein Mehrfaches betragen werden. Rechnet man die nicht ausgewiesenen, keinesfalls aber unerheblichen Zeiten für die Genehmigungserlangung und für die erforderlichen Verschlussmaßnahmen hinzu, sind für die Umlagerung aller Abfallgebinde zwei Jahrzehnte und mehr zu veranschlagen.

Die Umlagerung und der sichere Verschluss eines Teils der Abfälle, wie in der Studie gleichfalls untersucht, erfordert jedoch weitere nicht betrachtete Nachsorgemaßnahmen für die verbleibenden Abfälle. Der Sicherheitsgewinn eines solchen Vorgehens entzieht sich einer Beurteilung, da die dabei erzielbare Verringerung der Grundwassergefährdung im Sinne der Reduzierung von Höhe und Ausdehnung einer Grundwasserkontamination im Falle einer unkontrollierten Flutung nicht betrachtet wurde.

#### **4.2 Reduzierung der langfristigen Gefährdung**

Ursächlich zielt das Umlagerungskonzept auf die Herstellung eines langzeitsicheren Zustandes durch den sicheren Einschluss der eingelagerten Abfälle in einem tiefer gelegenen Teil der Salzformation. Inwieweit dieses Ziel gemäß den für die Endlagerung radioaktiver Abfälle geltenden Schutzziele erreichbar ist, kann einerseits erst nach Ausweisung und eingehender Erkundung eines geeigneten neuen Einlagerungsbereiches abschließend beurteilt werden. Andererseits hängt der Erfolg letztlich davon ab, ob die Maßnahmen ungestört und vollständig bis zum Verschluss umgesetzt werden können. Da hierfür, wie oben festgestellt, mit mehreren Jahrzehnten zu rechnen ist, die Standsicherheitsprognose aber nur bis 2020 reicht, ist eine Aussage hierzu nicht möglich.

Ferner sei aus Gründen der Vollständigkeit darauf hingewiesen, dass der Bezug auf die Anforderungen an den Verschluss von Untertagedeponien nach dem Abfallrecht (TA-Abfall und DePV) nicht sachgerecht ist. Die dort geforderten Maßnahmen sind nach dem Stand von Wissenschaft und Technik für die Schadensvorsorge bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle als nicht ausreichend anzusehen. In einschlägigen Sicherheitsbetrachtungen wird dort regelmäßig das Versagen einer der technischen Barrieren, hier des Blindschachtverschlusses, unterstellt und daher im Verschlusskonzept eine zweite diversitäre technische Barriere (z.B. Streckenverschluss) vorgesehen, die im vorgeschlagenen Verschlusskonzept fehlt.

Darüber hinaus wurde für die Auslegung der Schachtverschlüsse nicht berücksichtigt, dass im Einlagerungsbereich wegen der erheblichen Metall- und Feuchtigkeitsgehalte in den Abfällen und der Gebirgskonvergenz die Ausbildung von Gasdrücken bis zum Gebirgsdruck nicht auszuschließen ist, gegen den die Verschlüsse auszulegen sind. Dies sollte aber beherrschbar sein.

#### **4.3 Zusätzliche Strahlenexposition**

Ebenso wie die LAW-Rückholung führt die Umlagerung der radioaktiven Abfälle zu einer zusätzlichen Exposition des Betriebspersonals, der Bevölkerung und der Umwelt, wobei die Exposition durch die übertägige Zwischenlagerung und Konditionierung, den Transport und die Endlagerung auf Konrad entfallen.

Der größte Teil der zusätzlichen Exposition des Betriebspersonals, der Umwelt und der Bevölkerung entsteht bei der Bergung der Abfälle aus den jetzigen Einlagerungskammern und ihrer Vorbereitung zur erneuten Einlagerung. Da in der Umlagerungsstudie auf die Expositi-

onsabschätzungen der Studie zur LAW-Rückholung zurückgegriffen wird, gilt die hierzu bereits im Kapitel 3.3 dieser Stellungnahme geäußerte Kritik voll umfänglich. Aus den dort genannten Gründen ist davon auszugehen, dass auch bei der Umlagerung der radioaktiven Abfälle eine erheblich höhere Exposition der Umwelt, der Bevölkerung und des Betriebspersonals zu erwarten ist, als in der Studie ausgewiesen.

#### **4.4 Zusammenfassung**

Der für die vollständige Umlagerung aller Abfälle erforderliche sehr lange Zeitraum überschreitet mit zwei Jahrzehnten oder mehr erheblich den gegenwärtig Prognosezeitraum 2020, in dem noch Aussagen zur Stabilität des Grubengebäudes möglich sind. Daher ist es praktisch unmöglich zu beurteilen, inwieweit das betrachtete Umlagerungskonzept zu einem Sicherheitsgewinn sowohl hinsichtlich der Gefahren einer Grundwasserkontamination bei einer unkontrollierten Flutung als auch der langzeitlichen Risiken führt oder nicht.

Darüber hinaus ist dabei eine deutlich höhere Exposition der Umwelt, der Bevölkerung und des Betriebspersonals zu erwarten als angegeben.

## 5 Vollverfüllung

### 5.1 Reduzierung der langfristigen Gefährdung

Die Stilllegungsoption Vollverfüllung ist ursächlich darauf gerichtet, mittels in möglichst kurzer Zeit durchzuführender und aufeinander abgestimmter Maßnahmen die Freisetzung von Radionukliden und anderen Schadstoffen langfristig soweit wie möglich zu begrenzen, ohne dabei die eingelagerten Abfälle aus ihren jetzigen Einlagerungskammern zu bergen. Aufgrund der tatsächlichen Gegebenheiten auf der Schachanlage Asse wird hierzu zutreffend festgestellt, dass ein dem Stand von Wissenschaft und Technik für die Endlagerung radioaktiver Abfälle entsprechender vollständiger trockener Einschluss nicht mehr realisierbar ist.

Ungeachtet dessen, können die vorgeschlagenen Stilllegungsmaßnahmen

- Errichtung von Sorelbarrieren (um die Einlagerungskammern, vor dem oberhalb 700m Tiefe aufgeschlossenen Kalilager sowie im Bereich potenzieller vertikaler Wegsamkeiten),
- Einbringen von Brucitmörtel in die LAW-Kammern,
- Verfüllen der MAW-Kammer und offener Grubenbaue mit Sorelbarrieren und einiger ausgewählter Grubenbaue mit Schotter,
- Einbringen technischer  $MgCl_2$ -Lösung bis in das Firstniveau der 700m-Sohle,
- Verschluss der Tagesschächte und
- Überwachung nach Verschluss

grundsätzlich als plausibel und im Sinne des verfolgten Sicherheitskonzeptes als zielführend bewertet werden.

Inwieweit die vorgesehenen Maßnahmen und ihre technische Umsetzung im Einzelnen die Erreichung des gesetzten Zieles gewährleisten, kann anhand der vorliegenden Studie nicht beurteilt werden.

Einerseits liegen hierfür keine ausreichenden Planungen, z.B. zu den Einbauorten der Sorelbarrieren, zu den Anforderungen an ihren hydraulischen Widerstand und ihre Dauerhaftigkeit, zur Menge des einbringbaren Brucitmörtels etc. vor, die letztlich aber entscheidenden Einfluss auf die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen haben. Der bloße Verweis auf bzw. der Vergleich mit dem ursprünglichen HGMU-Stilllegungskonzept /9/, das nicht Gegenstand dieser Stellungnahme ist, reichen dafür wegen der vorgesehenen tiefgreifenden Modifikationen nicht aus.

Es bleibt u.a. offen, inwieweit die veränderten hydraulischen Verhältnisse zu anderen Anforderungen an die Sorelbarrieren führen und ob diese technisch realisierbar sind. Für die vertikalen Sorelbarrieren oberhalb 700m Tiefe herrschen, z.B. infolge des Angriffs von NaCl-Lauge statt Schutzfluid, weit ungünstigere Korrosionsbedingungen, die hinsichtlich der Langzeitstabilität zu bewerten sind. Offen ist auch, ob der Wegfall der Brucitsplitt-Depots in den Zugängen zu den Einlagerungskammern nachteilig für die Schadstoffmobilität ist.

Andererseits bietet die ausschließlich qualitative Bewertung der vorgeschlagenen Maßnahmen und Modifikationen des HGMU-Stillegungskonzeptes ebenfalls keinen hinreichenden Anhaltspunkt, um deren Wirksamkeit bewerten zu können. Wünschenswert wäre es gewesen, wenigstens Orientierungswerte oder Bandbreiten für die Veränderung des Quellterms, der Radionuklidkonzentration in den Transportstrecken, das zusätzliche Rückhaltvermögen durch die Dichteschichtung der Lösung und für die Radionuklidausträge abzuschätzen und hierzu z.B. einfache Modifikationen der für das HGMU-Konzept durchgeführten Rechnungen vorzunehmen. Das Fehlen derartiger Angaben und die teilweise gegenläufige Wirkung der vorgeschlagenen Maßnahmen macht eine Beurteilung ihres Beitrages zur Reduzierung der langfristigen Gefahren praktisch unmöglich. Die geäußerte Erwartung, dass das System nach Einschätzung der Autoren langzeitsicher sei, der Nachweis aber ggf. nicht geführt werden könne, ist dabei ebenso wenig hilfreich, wie der ausschließliche Verweis auf die Ergebnisse der für das HGMU-Konzept durchgeführten Modellrechnungen zu den erwarteten Freisetzungen.

Unverständlich ist auch, warum bei der Bewertung des Gesamtsystems im Abschnitt 6.2 Langzeitsicherheit, Prognostizierbarkeit und Robustheit nebeneinander und weitgehend unabhängig voneinander bewertet wurden. Obwohl Robustheit und Prognostizierbarkeit als eigenständige Ziele genannt werden, sind sie keine Werte an sich, sondern ausschließlich hinsichtlich ihrer Wirkungen auf die Langzeitsicherheit von Interesse.

Im konkreten Fall werden gegenüber dem HGMU-Konzept Defizite bei der Prognostizierbarkeit des „natürlichen“ Volllaufens der Grubenbereiche über der 700m-Sohle und den sich daraus ergebenden gebirgsmechanischen Veränderungen festgestellt, die letztlich wieder zu Ungewissheiten bei der Beurteilung von Freisetzungen ins Deckgebirge führen. Aus den gleichen Gründen wird neben der Prognostizierbarkeit auch die Robustheit des Gesamtsystems in Frage gestellt, obwohl jeweils wenige Absätze darüber die maßgebliche Rolle der Dichteschichtung für die Erhöhung der Robustheit und Prognostizierbarkeit hervorgehoben wird.

Wegen des Fehlens jeglicher quantitativen Betrachtungen ist es nicht möglich, eine Abwägung zwischen dem hierdurch erzielbaren Gewinn an Robustheit und Prognostizierbarkeit der Langzeitsicherheit einerseits und dem Verlust durch die Ungewissheiten im Deckgebirgsbereich andererseits vorzunehmen. Die pauschale Negierung der Robustheit und Prognostizierbarkeit des Gesamtsystems ist insbesondere dann nicht zutreffend, wenn z.B. die Freisetzung von Radionukliden in die oberen Grubenbereiche durch die Dichteschichtung und die anderen getroffenen Maßnahmen oberhalb 700m erheblich reduziert werden kann.

Der Erfolg der vorgeschlagenen Stilllegungsmaßnahmen hängt auch im entscheidenden Maße davon ab, ob sie vollständig ohne (bzw. vor) einem nicht mehr beherrschbaren Lösungszutritt durchgeführt werden können. Obwohl in der Studie zutreffend festgestellt wird, dass dafür letztlich der erforderliche Zeitbedarf ausschlaggebend ist, erfolgt keine Abschätzung hierzu, sondern wird wiederum lediglich auf das HGMU-Konzept verwiesen, bei dem 8 Jahre für die reine Durchführungs- ohne Genehmigungs- und Planungsphase ausgewiesen wurden. Die Belastbarkeit einer derartigen Aussage entzieht sich der Beurteilung. Es

sei lediglich angemerkt, dass in diesem Zeitraum allein die Errichtung von mehr als 60 Strömungsbarrieren eine erhebliche Herausforderung darstellt.

Die zur Freisetzung chemisch-toxischer Stoffe getroffene Aussage, dass deren Konzentration bei der Vollverfüllung höher sei, führt dieses Konzept de facto ad absurdum, denn es ist nicht verständlich, warum es dann hinsichtlich der Radionuklidfreisetzung vorteilhaft sein sollte. Die Autoren verwechseln jedoch hier die Abschätzungen nach einem sehr einfachen, vorrangig nur Verdünnung berücksichtigenden Modell, mit den tatsächlich zu erwartenden Freisetzungen, bei denen z.B. auch das zusätzliche Rückhaltevermögen durch die Dichteschichtung zu berücksichtigen ist.

## **5.2 Reduzierung der Gefährdung durch eine unkontrollierte Flutung**

Die Autoren stellen zutreffend fest, dass bereits bei nicht vollständiger sukzessiver Umsetzung des Vollverfüllungskonzeptes eine schrittweise Minderung der Grundwassergefährdung im Falle einer unkontrollierten Flutung erreicht wird. Im einzelnen zählen hierzu neben den stabilisierenden Maßnahmen

- die Reduzierung der Radionuklidmobilität durch eine günstige Veränderung des geochemischen Milieus,
- die Reduzierung des Radionuklidaustrags in andere Bergwerksteile durch Errichtung von Strömungsbarrieren,
- die Verringerung der Lösungsauspressung durch geeignete Versatzmaßnahmen,
- die Rückhaltung gelöster Radionuklide durch die Dichteschichtung.

Eine eingehende Bewertung des schrittweisen Sicherheitsgewinns ist jedoch auf Grundlage der Studie nicht möglich, da weder eine Zeitplanung für die vorgesehenen Maßnahmen noch eine quantitative Abschätzung deren jeweiligen Beitrags zur Reduzierung des Radionuklid-eintrags ins Grundwasser vorgenommen wurde. Hilfreich und plausibel sind hingegen die Darlegungen zur Vereinbarkeit der jeweiligen Stilllegungsmaßnahmen mit der Vorsorge vor der Gefährdung infolge einer unkontrollierten Flutung.

## **5.3 Zusätzliche Strahlenexposition**

Grundsätzlich plausibel erscheint die Einschätzung der Autoren, dass bei der Umsetzung des Vollverfüllungskonzeptes sowohl für das Betriebspersonal, als auch für die Umwelt und die Bevölkerung bestenfalls mit einer vernachlässigbaren Strahlenexposition zu rechnen ist. Als Beleg für diese pauschale Einschätzung wären jedoch einfache Abschätzungen für die wenigen aus Strahlenschutzsicht relevanten Vorgänge wünschenswert gewesen. Hierzu zählen insbesondere die Ausweisung der, wenn auch geringfügigen, Strahlenexposition

- des Betriebspersonals beim Anbohren der Einlagerungskammern und beim Einbringen von Brucitmörtel bzw. Sorelbeton,

- der Umgebung und Bevölkerung durch Freisetzung der in den Einlagerungskammern angesammelten gasförmigen Radionuklide infolge der sukzessiven Verdrängung durch Brucitmörtel bzw. Sorelbeton sowie später durch Flutungswässer, ebenso wie
- der Störfallfolgen beim unbeabsichtigten Anbohren von Abfallgebinden.

#### **5.4 Zusammenfassung**

Aus den vorgenannten Gründen ist es anhand der im Auftrag des BfS durchgeführten Untersuchungen weder möglich, eine Bewertung des mit der Vollverfüllung erzielbaren Sicherheitsgewinns noch eine Abwägung mit dem HGMU-Konzept durchzuführen. Selbst bei gründlicher Untersuchung beider Konzepte verbleiben bei der Vollverfüllung erhebliche Ungewissheiten hinsichtlich des „natürlichen Volllaufens“ der Grubenbaue oberhalb 700m und der sich daraus ergebenden Folgen, deren Relevanz für die Langzeitsicherheit, wie oben ausgeführt, noch nicht beurteilt werden kann.

Sollte sich eine Vollverfüllung ungeachtet dieser Ungewissheiten aus anderen Gründen als ausreichend vorteilhaft erweisen, wäre es auch denkbar, die Beobachtungen im betreffenden Gebirgsbereich fortzuführen und eine Entscheidung für die Art der Flutung der oberen Bergwerksteile auf Basis fortgeschrittener Prognoserechnungen zu einem späteren Zeitpunkt zu treffen, ohne dadurch jedoch weitere Verzögerungen hervorzurufen.

## 6 Schlussfolgerungen

Die im Auftrag des BfS durchgeführten Untersuchungen der Stilllegungsoptionen

- LAW-Rückholung,
- Umlagerung radioaktiver Abfälle und
- Vollverfüllung

stellen für die Durchführung eines Optionenvergleichs noch keine ausreichende Grundlage dar.

Einerseits betrachten die beiden erstgenannten Untersuchungen eine Reihe von Varianten, die zusätzliche Stilllegungsmaßnahmen erfordern, auf die nicht eingegangen wird. Im Falle der LAW-Rückholung sind darüber hinaus die nicht einbezogene MAW-Rückholung oder andere geeignete Maßnahmen zur sicheren Verwahrung der MAW zu betrachten.

Andererseits bieten die vorliegenden Studien keine ausreichende Grundlage für die Beurteilung und Gegenüberstellung des mit ihnen erzielbaren Sicherheitsgewinns hinsichtlich einer schrittweisen Gefahrenreduzierung im Falle einer unkontrollierten Flutung und auch bzgl. der Langzeitsicherheit. Erhebliche Defizite bestehen sowohl in der Durchdringung dieser Fragestellung und in der Ableitung geeigneter Aussagen überhaupt, als auch hinsichtlich des Nachweises der Erzielbarkeit des angestrebten Sicherheitsgewinns. Letzteres betrifft insbesondere die nicht ausreichende Betrachtung von Machbarkeitsrisiken, ebenso wie die Unterschätzung des erforderlichen Realisierungszeitraums, der wegen der latenten Gefahr einer unkontrollierten Flutung und der bis 2020 begrenzten Prognosemöglichkeiten im hohen Maße sicherheitsrelevant ist.

In unterschiedlichem Maße wurden auch die unmittelbaren radiologischen Konsequenzen aus der Durchführung der Stilllegungsmaßnahmen für das Betriebspersonal, die Umwelt und die Bevölkerung unterschätzt.

Ein Optionenvergleich auf der Grundlage einer begründeten Abwägung zwischen dem erzielbaren Sicherheitsgewinn und der dazu in Kauf zu nehmenden zusätzlichen Stahlenexposition ist nur führbar, wenn die aufgezeigten Defizite und Mängel beseitigt werden. In Anbetracht des bestehenden Entscheidungsdrucks sollten die Arbeiten hierzu unverzüglich aufgenommen werden.

Parallel sollten im Zusammenwirken mit den zuständigen Behörden die Möglichkeiten für die Erlangung der genehmigungsseitigen Voraussetzungen geprüft werden, um die erheblichen Unklarheiten hierzu kurzfristig zu beseitigen. Unter Berücksichtigung des ggf. erheblichen Zeitbedarfs für die Erlangung der genehmigungsseitigen Voraussetzungen ist dieser im hohen Maße entscheidungsrelevant.

Gegenwärtig lassen sich aus den genannten Gründen bestenfalls nur sehr allgemeine Tendenzen für einen abwägenden Vergleich der drei Stilllegungsoptionen ableiten, die nicht geeignet sind eine Rangfolge oder Vorzugsoption zu ermitteln. Nachfolgend wird dennoch

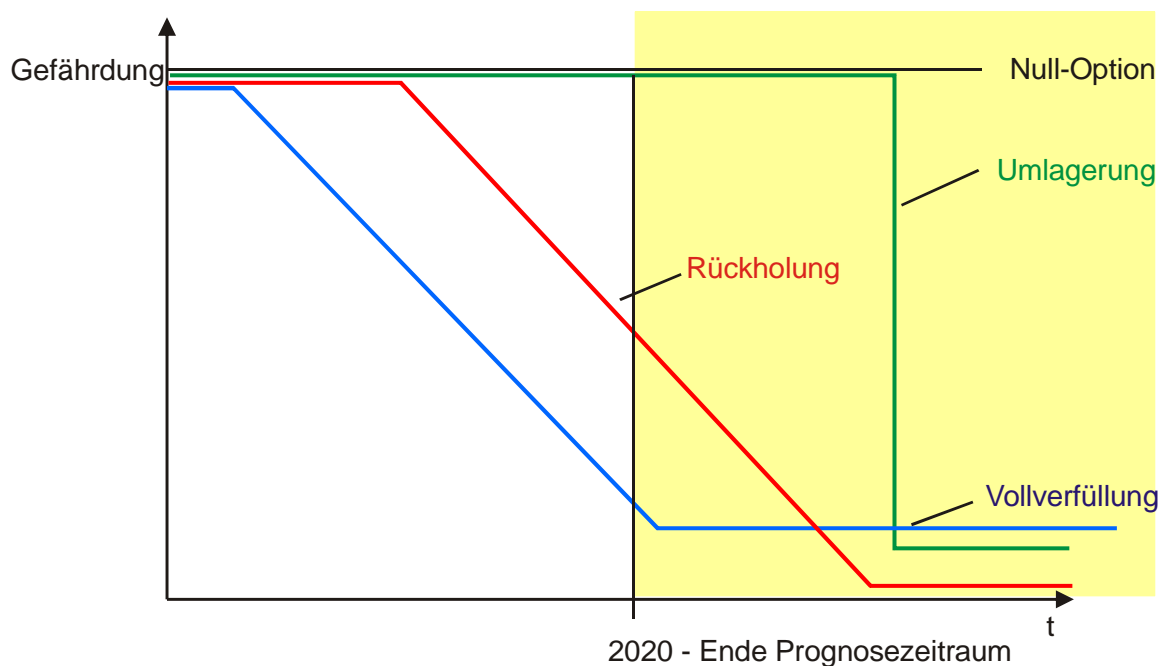


der Versuch eines ausschließlich qualitativen Vergleichs unternommen, um einen möglichen Weg für einen späteren Optionenvergleich zu skizzieren, sobald dafür geeignete Grundlagen erarbeitet wurden und eine Orientierung für deren Erarbeitung zu geben.

Zur Bewertung des Sicherheitsgewinns bei der Gefährdungsreduzierung für den Fall einer unkontrollierten Flutung ist vorrangig von Interesse, in welchem Maße durch die ggf. nacheinander durchzuführenden Maßnahmen das zu besorgende Ausmaß der Grundwassergefährdung sukzessive reduziert werden kann. Als Maß zur Beurteilung der Grundwassergefährdung können orientierende Abschätzungen zur Radionuklidfreisetzung in die oberen Grundwasserleiter herangezogen werden.

Da mit zunehmender Dauer der Maßnahmendurchführung auch die Wahrscheinlichkeit eines derartigen nicht prognostizierbaren auslegungsüberschreitenden Störfalls (unkontrollierte Flutung) steigt, ist bei der Bewertung auch die zeitliche Entwicklung der Wirksamkeit der Gefahrenabwehrmaßnahmen zu betrachten. Maßnahmen, die zur Reduzierung der Eintrittswahrscheinlichkeit beitragen und vorrangig in der Stabilisierung der oberen Grubenbereiche zu sehen sind, können hingegen weitgehend außer Betracht bleiben, da sie prinzipiell für alle untersuchten Stilllegungsoptionen mit vergleichbarem Erfolg durchgeführt werden können. Abbildung 1 zeigt stark schematisiert die Gefährdungsreduzierung für die vorliegenden Stilllegungsoptionen und eine zusätzlich aufgenommene „Null-Option“, die zu Vergleichszwecken den Erhalt des gegenwärtigen Zustandes veranschaulichen soll.

Bei der Abwägung zwischen den einzelnen Optionen sind solche, die bis zum Ablauf des Prognosezeitraums 2020 zumindest weit fortgeschritten sind, offensichtlich vorteilhaft, da Veränderungen der Wahrscheinlichkeit einer unkontrollierten Flutung danach nicht mehr beurteilt werden können.



**Abbildung 1:** Schematisierte Gegenüberstellung der Gefährdungsreduzierung durch verschiedene Stilllegungsoptionen

Bei der Nulloption reduziert sich die Gefährdung praktisch nur durch radioaktiven Zerfall.

Nach den vorliegenden Untersuchungen kann die Vollverfüllung vermutlich am frühesten beginnen, da hierzu die technischen Voraussetzungen größtenteils vorliegen, und auch am ehesten abgeschlossen werden. Die schrittweise Durchführung der einzelnen Maßnahmen führt zu einer sukzessiven Gefährdungsreduzierung, die nach Abschluss aller Maßnahmen zum erreichbaren Langzeitsicherheitsniveau führt, wobei als unsicher gilt, ob die Einhaltung der gültigen Grenzwerte nachgewiesen werden kann.

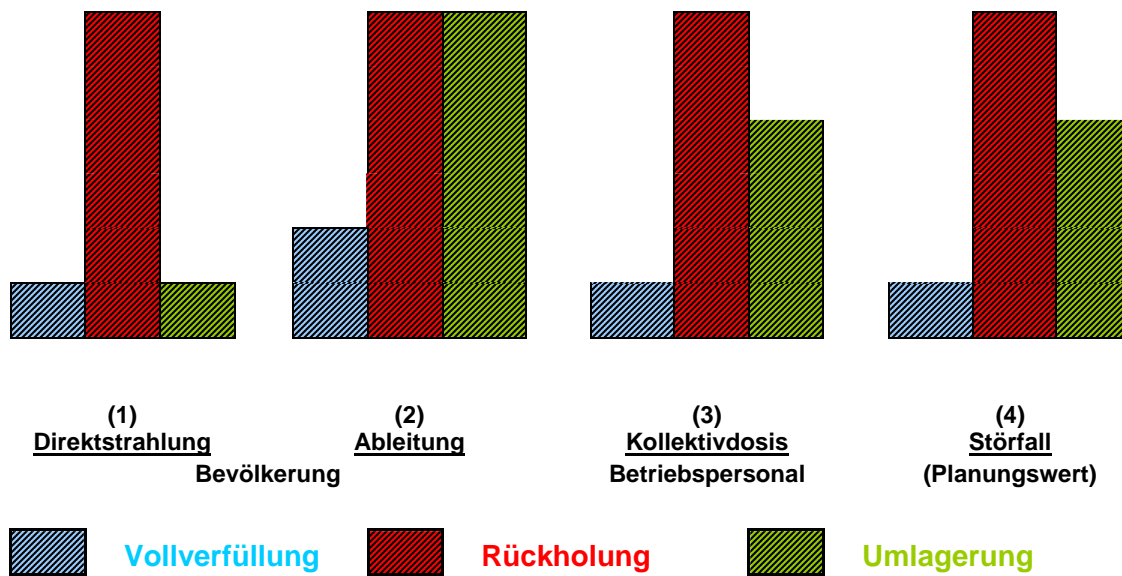
Wegen umfangreicher technischer Vorbereitungsarbeiten kann die eigentliche Abfallrückholung, die zu einer sukzessiven Gefährdungsreduzierung führt, erst später beginnen und wird voraussichtlich auch länger dauern. Nach Rückholung aller Abfälle besteht keine Grundwassergefährdung mehr.

Bei der Umlagerung kommt es erst am Schluss der Maßnahme mit Verschluss der neuen Einlagerungshohlräume zu einer wirksamen Gefährdungsabsenkung, die dann auf das Langzeitsicherheitsniveau fällt, bei dem eine Einhaltung der geltenden Grenzwerte unterstellt wird.

Defizite und Risiken hinsichtlich der Machbarkeit, Prognostizierbarkeit und Robustheit aber ebenso Konservativitäten sollten mit dem ausdrücklichen Bezug auf die erreichbare Gefährdungsreduzierung vorzugsweise als Bandbreiten dargestellt und in die Abwägung einbezogen werden.

Offensichtlich ist es für eine derartige Abwägung nicht erforderlich (und auch nicht möglich), den genauen Verlauf der Gefährdungsreduzierung zu ermitteln. Ausreichend sollten jeweils einige wenige Anhaltspunkte sein, die eine Orientierung hinsichtlich des Verhältnisses zwischen den betrachteten Stilllegungsoptionen vermitteln. Vorsorglich sei auch noch darauf hingewiesen, dass die schematische Darstellung in Abbildung 1 nicht das Ausmaß einer zu besorgenden Grundwasserverunreinigung zu einem bestimmten Zeitpunkt selbst darstellt, sondern das Ausmaß eines zu einem weit (Jahrzehnte, Jahrhunderte oder gar Jahrtausende) später zu besorgende Grundwasserkontamination darstellt, falls es zum angegebenen Zeitpunkt zu einer unkontrollierten Flutung kommt und die Stilllegungsmaßnahmen abgebrochen werden müssen.

Letztlich ist zur Abwägung des mit den Stilllegungsoptionen erzielbaren Nettonutzens noch die bei ihrer Durchführung in Kauf zu nehmende zusätzliche Strahlenexposition einzubeziehen. Abbildung 2 zeigt stark schematisiert eine Gegenüberstellung der Strahlenexposition der Bevölkerung durch (1) Direktstrahlung und (2) Ableitung radioaktiver Stoffe, (3) des Betriebspersonals sowie (4) im Falle eines Störfalles.



**Abbildung 2: Schematisierte Gegenüberstellung der Strahlenexposition**

Bei der Vollverfüllung ist sowohl für die Bevölkerung als auch für das Betriebspersonal ebenso wie im Störfall, mit der geringsten Strahlenexposition zu rechnen. Sie ist in der Regel geringfügig und orientiert sich am heutigen Niveau, da keine aktive Handhabung der eingelagerten Abfälle erfolgt.

Im Unterschied hierzu, ist sowohl bei der Rückholung als auch bei der Umlagerung mit deutlich größeren Expositionen zu rechnen, da in beiden Fällen eine aktive Handhabung aller eingelagerten Abfälle erfolgt.

Die Strahlenexposition bei Rückholung wird dabei am höchsten erwartet, da hier eine Handhabung aller Abfallgebinde über und unter Tage sowie eine Zwischenlagerung am Standort Asse, der Transport zum Endlager Konrad und die erneute Einlagerung dort erforderlich werden.

Bei der Abwägung zwischen den zu erwartenden Strahlenexpositionen und der Gefährdungsreduzierung für das Grundwasser, sollte die Unterschiedlichkeit beider Sachverhalte gebührend berücksichtigt werden.

Die erwartete Strahlenexposition der Bevölkerung und des Personals tritt unweigerlich ein, wenn nach getroffener Entscheidung die ausgewählte Maßnahme realisiert wird, während die Gefährdung für das Grundwasser nicht zwangsläufig zu einer Exposition der Bevölkerung führt. Einerseits kann eine Grundwasserkontamination nicht kurzfristig, sondern nur allmählich mit einer erheblichen Zeitverzögerung auftreten. Andererseits führt sie zu keiner unmittelbaren Gefährdung der Bevölkerung, die durch geeignete Überwachungsmaßnahmen sowie ggf. erforderliche Beschränkungen in der Boden- und Grundwassernutzung sicher

ausgeschlossen werden können. Nur dann, wenn das Wissen um die Asse verloren gehen sollte, und keine heute allgemein üblichen Vorsorgemaßnahmen bei der Grundwasser- und Bodennutzung greifen sollten, wäre eine Gefährdung der dann am Standort Asse lebenden Menschen nicht sicher auszuschließen. Bei der Einbeziehung verschiedener (hypothetischer) Expositionsszenarien ist ferner zu berücksichtigen, dass die dabei errechneten Expositionswerte in der Regel wegen zahlreicher erheblicher Konservativitäten überschätzt sind. Selbst dann, wenn der stringente Nachweis gültiger Grenzwerte für die Langzeitsicherheit nicht gelingen sollte, folgt daraus nicht automatisch, dass in mehreren hundert bis tausenden von Jahren die Bewohner am Standort eine hohe Strahlenexposition erfahren.

Eine geeignete Abwägung ist abstrakt nicht möglich und bedarf konkreter Anhaltspunkte in Form von Orientierungswerten, die im Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen entweder nicht ausreichend bzw. mit erheblichen Fehlern belastet sind. Daher wird eine kurzfristige und zielgerichtete Überarbeitung der vorgelegten Untersuchungen empfohlen.

**7 Literatur**

- /1/ [www.endlager-asse.de](http://www.endlager-asse.de)
- /2/ Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse, K. Beckmann, Dr. J. Feinhals, S. Heinzl-Große u. a., DMT GmbH & Co. KG und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG vom 25.09.2009
- /3/ Beurteilung der Machbarkeit einer Umlagerung aller oder Teile der radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II, Dr. Henry Rauche, ERCOSPLAN Ingenieurgesellschaft Geotechnik und Bergbau mbH und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, EGB 07-036.01, Erfurt 30.09.2009
- /4/ Schachtanlage Asse II, Beschreibung und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung, AF-Colenco AG, Baden, Schweiz, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Braunschweig, und IfG Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Leipzig, Stand 01. Oktober 2009
- /5/ Arbeitsgruppe Optionenvergleich, Kriterien für die Beurteilung von Handlungsoptionen für die Stilllegung der Schachtanlage Asse II, Stand 14.04.2008
- /6/ Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten- sowie 3D-Modellberechnungen, IfG mbH, Leipzig, 11.03.2009
- /7/ Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse, Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereiche Sicherheit nuklearer Entsorgung und Strahlenschutz und Umwelt, Stand: 01. September 2009
- /8/ GRS (11/1987): Systemstudie Konrad, Teil 3 „Bestimmung störfallbedingter Aktivitätsfreisetzung“
- /9/ Schließung Schachtanlage Asse II – Sicherheitsbericht mit Prüfunterlagen und ausgewählten Antragsunterlagen. Antragsunterlagen für die Genehmigungsbehörden; Eingereicht durch GSF, Januar 2007

## **8      Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:	Schematisierte Gegenüberstellung der Gefährdungsreduzierung durch verschiedene Stilllegungsoptionen	23
Abbildung 2:	Schematisierte Gegenüberstellung der Strahlenexposition	25

## **Anlage 2**

Neumann, W.: Anmerkungen zur Machbarkeitsstudie „Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse“, Stand: 25.09.2009

---

**Anmerkungen zur Machbarkeitsstudie  
„Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle  
aus der Schachanlage Asse“  
Stand: 25.09.2009**

Die folgenden Anmerkungen und Fragen beziehen sich schwerpunktmäßig auf die Aspekte Strahlenschutz und radioaktive Abfälle. Die Reihenfolge entspricht den Kapiteln in der Machbarkeitsstudie. Die folgenden Anmerkungen erfolgen auf Grundlage der Machbarkeitsstudie. Es konnten keine anderen Asse-bezogenen Unterlagen herangezogen werden.

Das Kapitel 2 bildet auf dem Wissensstand von Mai 2009 eine solide Grundlage für alle weiteren Überlegungen. Die Studie und die erhaltenen Ergebnisse sind insgesamt nachvollziehbar dargestellt. Allerdings scheint es in Detailpunkten auch Widersprüche zu geben und einem Teil der Annahmen kann nicht zugestimmt werden.

### **Radioaktives Inventar**

S. 68/70: Es wird nicht klar, welche Quelle die Autoren für das von ihnen berücksichtigte Inventar herangezogen haben. Laut S. 68 ist ASSEKAT die Grundlage. Auf S. 70 wird dagegen die Deklaration der Ablieferer genannt. Würde die letzte Aussage zutreffen, hätte das Pu-Inventar eigentlich korrekt mit ca. 28 kg berücksichtigt werden müssen. Dies ist aber offenbar nicht geschehen.

Das von den Autoren unterstellte Inventar berücksichtigt nicht das höhere Pu-Inventar und des damit zusammenhängenden Tochternuklids Am-241 (siehe hierzu Anhang 1 der Notizen von Bertram) sowie ebenfalls nicht das inzwischen deutlich erhöhte Tritium-Inventar. Dies hat Auswirkungen auf die radiologischen Betrachtungen.

### **Entsorgungskonzept**

Die Autoren gehen fiktiv davon aus, dass die rückgeholtten Abfälle im planfestgestellten Endlager Konrad endgelagert werden. Sollte der Planfeststellungsbeschluss auch über die noch ausstehende Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts hinaus Bestand haben, ist dies in der Zukunft naheliegend. Aufgrund der in der Asse gelagerten Abfallmenge wäre hierfür die Änderung des Planfeststellungsbeschlusses erforderlich. Weitere Voraussetzung wäre dann allerdings die Erfüllung aller Bedingungen und Anforderungen für Konrad. Eine Planfeststellungsänderung, die zugunsten der Asse-Abfälle die bisherigen Endlagerungs- und Produktkontrollbedingungen für Konrad abschwächen, wäre nicht akzeptabel.

S. 80/81: Den für das Entsorgungskonzept genannten Randbedingungen kann im Prinzip zugestimmt werden. Beim Punkt 4 ist allerdings inzwischen klar, dass die Inventarannahmen für relevante Radionuklide nicht zutreffend sind und bei Punkt 8 ist nicht klar, ob für alle in



der Asse gelagerten Abfälle bzw. für ihren Zustand betriebsbewährte Technik zur Verfügung steht.

### **Konradgebinde**

S. 82: Als Behälter für die Zwischenlagerung nach Konditionierung und die Endlagerung sollen die Konrad-Container Typ V (hauptsächlich) und Typ III mit Betonliner verwendet werden. Die Gründe für die Nutzung dieser Behälter sind plausibel dargelegt. Es ist zu prüfen, ob diese Behälter eine Bauartzulassung für Konrad haben.

S. 82 f: Es wird über das Aktivitätsinventar einzelner Abfallgebinde berichtet. Es soll nur wenige geben, die den Störfallgrenzwert für Konrad um mehr als 3,3% (warum 3,3?) überschreiten. Dazu wird S. 84 eine Tabelle gezeigt. Wie passt das mit Aussage „*Aktivitäten von Einzelbinden sind nur verfügbar, wenn eine Charge aus einem einzigen Fass besteht*“ auf S. 68 zusammen?

S. 83f: Ein Konrad-Gebinde mit 6 nVBA soll konservativ abdeckend sein. Die Begründung ist nicht nachvollziehbar. Wenn das Inventar einzelner Fässer nicht bekannt ist, ist die Ausnahme in anderer Reihenfolge oder gleichzeitig an mehreren Stellen irrelevant. Es gibt auch nVBA, die nicht verpresst werden können. Mit der Begründung wäre allenfalls eine Wahrscheinlichkeit für die Ausschöpfung des Störfallsummenwertes ableitbar. Das ist aber nicht mit dem Begriff ‚abgedeckt‘ zu beschreiben.

S. 86 f: Die Erfüllung der Konradanforderungen stützt sich weitgehend auf die Einhaltung der Annahmebedingungen für die Asse ab. Das kann grundsätzlich infrage gestellt werden. Für vor 1971 noch ohne Annahmebedingungen eingelagerten Gebinde ist eine detaillierte Untersuchung zur Bestätigung erforderlich. Dies kann nicht mit wenigen Stichproben geschehen.

S. 86: Die Erfüllung der Grundanforderungen 1 und 2 wird mit der überwiegenden Zementierung oder Bituminierung der Asse-Abfälle begründet. Nach Aussagen an anderer Stelle (S. 70) sind allerdings nur 54% der Gebinde in der Form verfestigt.

S. 88: Bei Grundanforderung 5 müsste diese qualitative Bewertung/Behauptung bewiesen werden. Dass die Reaktionsraten gering sind kann nur behauptet werden, wenn die Inhaltsstoffe genauer bekannt sind. Durch den Umgang mit den Gebinden können zum Stoppen gekommene Prozesse etwa durch Sauerstoffzufuhr auch neu beginnen.

S. 91 f: Die Charakterisierung bzw. Inventarbestimmung für die Konradgebinde ist problematisch. Es soll ein gemittelter Nuklidvektor für die ganze Kammer, also für mehrere 1.000 Gebinde möglicherweise sehr verschiedener Herkunft abgeleitet werden. Das Nuklidinventar einzelner Konrad-Container soll dann nach In-situ-Gammaspektrometrie über die Leitnuklide Co-60 und Cs-137 ermittelt werden. Der ermittelte Nuklidvektor wird das tatsächliche Inventar eines Containers vermutlich nur schlecht beschreiben. Er ist für die Chargen in ASSEKAT bereits mit relativ großen Unsicherheiten festgelegt. Nun wird nochmal über die ganze Kammer mit mehreren Chargen gemittelt. Die anschließend vorgesehene Korrektur zur korrekten

Übertragung des Kammerinventars Asse zum Inventar Konrad verschlechtert den Realitätsbezug des einzelnen Gebindes nochmal. Hinzu kommt, dass nicht alle in der Asse eingelagerten Abfälle durch die genannten Leitnuklide charakterisiert werden können. Es ist zu prüfen, welche Konsequenzen daraus ggf. für die Endlagerung in Konrad gezogen werden müssen.

S. 92: Noch unpräziser dürfte die Inventarbestimmung für die wassergefährdenden Stoffe sein. Hier können Messungen von außen noch nicht mal Anhaltspunkte liefern oder als Übertragungsvehikel genutzt werden. Selbst eine Beprobung würde nicht viel zusätzliche Belastbarkeit bringen, da keine Repräsentativität hergestellt werden kann.

Bei einer Abwägung zwischen den Optionen muss entschieden werden, welche Wichtung dieses Manko erhalten soll. Die Abfälle müssen ggf. eine Sonderrolle bekommen. Sie dürfen nicht präjudizierend für andere Abfälle sein.

### **Transportbereitstellung**

S. 92 f: Die Autoren schlagen übertägig eine Transportbereitstellungshalle vor und begründen dies. Der Begründung kann in allen Punkten zugestimmt werden. Die Halle zur Lagerung noch nicht konditionierter und konditionierter Abfälle muss allerdings als Zwischenlager und nicht zur Transportbereitstellung ausgelegt und genehmigt werden. Die in der Studie aufgezählten Aufgaben entsprechen nicht einer kurzfristigen Lagerung vor einem bevorstehenden Abtransport. Vielmehr ist der benötigte Zeitraum der Lagerung bis zur Abgabe an ein Endlager nicht abzusehen. An die Lagerung sind deshalb die Sicherheitsanforderungen einer Zwischenlagerung zu stellen.

### **Konditionierung**

S. 93: Die Autoren empfehlen für einen Teil der Abfälle eine Teilkonditionierung unter Tage und die endgültige Konditionierung für alle Abfälle über Tage. Die Aufteilung wird mit den begrenzten Schachtförderkapazitäten begründet. Dieser Grund ist wegen der gegenwärtig im Gange befindlichen Ertüchtigung der Schachtförderanlage möglicherweise nicht mehr gegeben. Eine komplette Konditionierung unter Tage ist nicht sinnvoll. Logistisch würde dies sehr große Pufferlager vor dem Konditionierungsbereich erfordern. Für den Fall von Ausfällen könnte die Konditionierung zu starken Verzögerungen für die Rückholung der Abfälle führen. Aufgrund des bergtechnischen Umfeldes könnte auch der Strahlenschutz des Personals schwieriger umsetzbar sein als über Tage. Deshalb ist die Prüfung der folgende Vorgehensweise empfehlenswert: Die Konditionierung erfolgt vollständig über Tage. Zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen sollten die Asse-Behälter unter Tage beim Verlassen des Sperrbereiches automatisiert in wieder verwendbare Überbehälter gestellt werden, in denen sie nach über Tage transportiert werden. Für nicht mehr handhabbare Gebinde muss dies sowieso erfolgen. Die Überbehälter werden über Tage, eventuell nach einer Pufferlage-

rung, in der Konditionierungsanlage automatisiert entleert und die Fracht sofort der Konditionierung zugeführt.

S. 94: Die Konditionierung soll aus Hochdruckverpressung, ggf. Trocknung, Einstellen in Konrad-Container und Vergießen der Hohlräume bestehen. Dies sind im Prinzip erprobte Techniken. In der Studie wird jedoch nicht problematisiert ob sichergestellt ist, dass alle Asse-Abfälle in dieser Art und Weise behandelt werden können. Problematisch könnten z.B. bituminierte Abfälle oder Bleiabschirmungen sein. Auch der Umgang mit kontaminiertem Salzgrus ist unklar. Insbesondere auch, wie hierfür die Konrad-Bedingungen erfüllt werden können.

S. 155 f: Für alle Abfallbehälter (mit oder ohne Verpressung) ist unter Tage eine Verpackung mit Folie vorgesehen. Das soll zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppung dienen. Dieser Schritt sollte aus folgenden Gründen dringend überprüft werden: Einbringen von Brandlasten in erheblichen Umfang in den Kontrollbereich unter und über Tage, Verlängerung der Umgangszeit mit den Abfällen, Erhöhung des Anteils von im Endlager wegen Gasbildung unerwünschter organischer Abfälle. Durch den oben vorgeschlagenen Transport in Überbehältern entfällt die Notwendigkeit der Folien.

### **Varianten der Rückholung**

S. 175: Die Autoren schlagen vier Varianten zur Rückholung vor, die sich im Umfang der auszulagernden Stoffe unterscheiden. Grundlage für die Definition der Varianten ist das Aktivitätsinventar der einzelnen Kammern. Auf dieser Grundlage ist die in der Studie beschriebene Vorgehensweise zielführend, insbesondere auch die Berücksichtigung der radiologischen Wirksamkeit der Radionuklide und der entsprechenden Wichtung. Da es sich um ein untätiges Problem handelt, können jedoch wegen der geochemischen und geologischen Situation sowie der zeitlichen Ausbreitung andere Radionuklide von Bedeutung sein als die nach rein radiologischen Aspekten ausgewählten. Dabei sind auch Löslichkeiten und Rückhalte-mechanismen zu berücksichtigen. Soweit ersichtlich wurden hierzu im Rahmen der Studie keine Überlegungen angestellt.

S. 183: Der Nutzen der Variante 4 gegenüber der Variante 3 wird in der Studie nicht dargelegt. Die umfangreichen Arbeiten und die drastische Verlängerung des Offenhaltungszeitraumes für die Grube lassen sich nur rechtfertigen, wenn durch die verbleibenden Kontaminationen langfristig eine nachteilige Veränderung des Grundwassers oder eine über die Trivialitätsgrenze hinaus gehende Strahlenbelastung der Bevölkerung möglich wäre. Dies müsste aufgezeigt werden.

Die beiden vorstehend diskutierten Aspekte zeigen ein großes Manko der Rückholstudie: Es wurden keine Betrachtungen zur Änderung der Langzeitsicherheit durch die Anwendung der Varianten 1, 2 und 4 gegenüber der Variante 3 durchgeführt.

## **Strahlenexpositionen während der Stilllegungsphase**

### Bevölkerung

S. 263 f: Zur Ermittlung der Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Biosphäre werden von den Autoren Randbedingungen festgelegt. Diese Randbedingungen sind nicht durchgängig konservativ.

Die Autoren unterstellen während der Gewinnung eine Freisetzung aus 1% der gewonnenen VBA. Dies erscheint als zu gering. Auf S. 52 der Studie wird von verstärkt registrierten mikroseismischen Ereignissen in den Kammern 6/750 und 7/750 berichtet. Ursache hierfür ist danach der Bruch von Betonabschirmungen. Es ist deshalb davon auszugehen, dass mehr als 1% der Betonabschirmungen und damit auch der Innenbehälter ihre Integrität verloren haben.

Die Autoren unterstellen eine Freisetzung aus 50% der Fässer. Die Ermittlung dieses Anteils wird nicht dargelegt.

Inwieweit die aus der Systemanalyse Konrad übernommenen Freisetzungsteile konservativ sind, kann in diesem Rahmen nicht näher diskutiert werden. Zumal aus der Beschreibung nicht klar wird, wofür diese Freisetzungsteile angesetzt sind und ob auch noch andere berücksichtigt wurden.

S. 272: Die Autoren halten den Beitrag der Ableitungen aus der Transportbereitstellungshalle zur Strahlenbelastung für die Bevölkerung für „*nicht signifikant*“. Diese Meinung wird in der Studie nicht belegt. Auch über Tage sollen in der Konditionierungsanlage Abfälle verpresst werden. Die bereits unter Tage verpressten Abfälle sowie die Spezialcontainer (Schüttgut) sollen übertägig umgeladen werden. Auch bei der Handhabung und Lagerung können in bestimmtem Umfang radioaktive Stoffe frei werden. Die Berücksichtigung dieser Ableitungen wird wahrscheinlich nicht zur Erreichung der Grenzwerte nach § 47 StrlSchV führen. Da laut Studie aber die maximale Ausschöpfung eines Grenzwertes für die Ableitung von 27% ermittelt wurde, sollte geprüft werden, ob sie unter den gegebenen Bedingungen tatsächlich vernachlässigbar sind.

S. 283 f: Die Autoren kommen für die Rückholung von LAW und MAW zusammen auf eine Dosis von „*ca. 0,4 mSv/a*“. Dies bedeutet immerhin die Ausschöpfung des Grenzwertes nach § 46 StrlSchV zu 40%. Ferner ist zu berücksichtigen, dass diese potenzielle Strahlenbelastung für viele Jahre anzusetzen ist. Strahlenschäden richten sich nicht nach einer Belastung pro Jahr, sondern ihre Wahrscheinlichkeit steigt mit zunehmender Gesamtdosis.

Die Strahlenbelastung der Bevölkerung wurde in der Studie bis einschließlich Zwischenlagerung ermittelt. Hinzu kommen die Belastungen durch die Transporte, die Handhabungen am Endlager und die Endlagerung. Die anwohnende Bevölkerung der Asse ist zwar ‚nur‘ von der potenziellen Strahlenbelastung durch die Transporte zusätzlich betroffen, die Beschränkung auf die örtliche Bevölkerung ist aber nicht sachgerecht. Auch die Strahlenbelastung durch die Rückholung der Abfälle von Personen an anderen Standorten (z.B. neuer Endlagerstandort) ist zu berücksichtigen. In den Optionenvergleich muss die durch die jeweilige Option insge-

samt verursachte Dosis für alle Belasteten und über die gesamte Zeit eingehen, da nur dann ein möglicher Schaden prognostiziert werden kann.

### Personal

S. 284: Die Autoren haben die Dosisleistung in der Nähe der Behälter in den Kammern aus den Inventaren ermittelt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass alle Gebinde mit Beton verfüllt sind. Der Sinn dieser Annahme wird nicht klar, zumal durch die abschirmende Wirkung die Dosisleistung unterschätzt wird. Für das Personal wird ein mittlerer Abstand zu den Gebinden von 3 m angenommen. Dies erscheint sachgerecht solange die Bergung durch die Geräte funktioniert und kein unmittelbarer Eingriff des Personals erforderlich ist.

S. 284 f: Überraschend ist die Aussage, dass die Technik für eine fernbediente Rückholung der Abfälle unabhängig von der Einlagerungstechnik vorhanden ist. Darauf beruht die Annahme, dass 30 bzw. 70% der Abfälle fernbedient geborgen werden können. Fichtner hielt das noch für nicht gegeben: „Für eine Rückholung der Abfallgebände mit fernbedienbaren Handhabungsautomaten ist derzeit keine geeignete Technik am Markt verfügbar.“ Entweder es sind in der Technik innerhalb der letzten 3 Jahre so große Fortschritte zu verzeichnen oder eine der beiden Gutachtergruppen zeichnet sich durch mangelnde Kompetenz aus. Die vorgesehenen Abläufe mit weitgehender Automatisierung sind unter Strahlenschutzgesichtspunkten zielführend. Allerdings fehlt eine kritische Würdigung, inwieweit die automatisierten Abläufe in der Praxis funktionieren und damit die oben genannten Prozentsätze gerechtfertigt sind. Die Geräte und Maschinen sind zwar praxisbewährt, allerdings für den Einsatz unter anderen Randbedingungen.

S. 286: Die Strahlenbelastung des Personals durch Inhalation beim Aufenthalt in der Grube wurde in der Studie nicht betrachtet. Diese Dosis ist im Vergleich zur Dosis durch Direktstrahlung wahrscheinlich deutlich geringer, muss aber deshalb nicht unerheblich sein.

S. 286: Die Kollektivdosis für das Personal wird in der Studie mit maximal 550,3 mSv angegeben. Dies ist der Wert, der für den Optionenvergleich relevant ist.

S. 287: Für 13 Personen wird ein mittlerer Dosiswert pro Person von 9,9 mSv angegeben. Das heißt für den am höchsten Belasteten unter diesen 13 kann der nach § 55 StrlSchV zulässige Jahresgrenzwert von 20 mSv/a weitgehend ausgeschöpft werden.

### **Störfallanalyse**

S. 289/298: Es wird hier davon ausgegangen, dass die von den Autoren gewählten Randbedingungen für Behälterabsturz/-aufprall

- die Freisetzungsteile für die Abfallgebände Gruppe 1 bei Konrad,
- keine Ablagerung von Partikeln beim Transport vom Störfallort in die Umgebung und
- das maximale Aktivitätsinventar einer Charge

sind. Da die Störfallanalyse deterministisch zu erfolgen hat ist festzustellen, dass diese Annahmen nicht durchgängig konservativ sind. Bei der Quelltermmittlung für Konrad wurde von intakten Abfallgebänden ausgegangen. Hier können sowohl Abfallmatrix als auch Abfall-

behälter nachhaltig beschädigt sein. Außerdem enthält die Studie keine Betrachtung zur diesbezüglichen Rolle zur Erfüllung der Konrad-Anforderungen bzgl. Abfallprodukt und ggf. Verfestigungsmatrix durch die Assegebinde. Desweiteren führt die Annahme „*maximales Aktivitätsinventar einer Charge*“ zur Unterstellung von betroffenen Gebinden, die eine auf die Charge bezogene mittlere Aktivität enthalten. Die Aktivitätsinventare der Behälter einer Charge können aber sehr heterogen sein.

Inwieweit konservativere Annahmen zu einer Überschreitung von Störfallplanungswerten der Strahlenschutzverordnung führen können, kann erst nach detaillierterer Prüfung festgestellt werden. In erster Näherung kann aber davon ausgegangen werden, sofern von dem Störfall in gleicher Weise mehrere Behälter betroffen sind.

S. 289/293: Die Möglichkeit einer Explosion durch explosive Gemische wird von den Autoren wegen der Luftüberwachung ausgeschlossen. Es ist nicht zu erkennen, ob die Möglichkeit einer spontanen Freisetzung von Gas bei einem Gewinnungsvorgang durch Anstechen einer Gasblase in den versetzten Bereichen geprüft worden ist.

S. 290/293: Für Brandfälle unter Tage wird eine radiologische Auswirkung über Tage wegen „*umfassende Vorsorge gegen Brandentstehung*“ von den Autoren ausgeschlossen. Die Vorsorge besteht aus Branderkennungs- und Löscheinrichtungen. Sofern sie funktionsfähig sind reagieren diese jedoch erst, wenn der Brand schon entstanden ist. Dies ist für einen Auslegungstörfall problematisch. Dieser sollte entweder durch bauliche oder technisch direkt wirksame Maßnahmen verhindert werden oder dessen Auswirkungen müssen soweit vermindert werden, dass die Störfallplanungswerte nach § 49 StrlSchV unterschritten werden. Branderkennungseinrichtungen können leicht ausfallen, weshalb die Einhaltung der Störfallplanungswerte überprüft werden müsste.

Bei dem vorgesehenen Rückholungsablauf sind mehrere Fahrzeuge bzw. Maschinen in den Kammern und Strecken unterwegs. Eine Kollision ist daher nicht auszuschließen. Der Einsatz von Dieselfahrzeugen ist zulässig. Die Nutzung von Dieselfahrzeugen wird von den Autoren aber lediglich im Zusammenhang mit einem genügenden Abwetterstrom problematisiert. Es wird zwar mehrmals die Möglichkeit des Einsatzes von Elektromotorbetriebener Gerätschaft genannt, aber nicht verbindlich gefordert.

S. 292: Eine auslegungsüberschreitende Zutrittsrate der Deckgebirgslösung soll nach den Autoren nur solche Folgen haben, wie ohne Rückholung. Das wird auf S. 311 damit begründet, dass die heutigen Eingänge der Kammern nicht hydraulisch abgedichtet sind und ein unmittelbarer Zutritt wie bei einer offenen Kammer unterstellt werden muss. Dies ist eine im konservativen Sinn richtige Annahme. Allerdings müsste geprüft werden, inwieweit für den Schadstoffaustritt aus der Kammer für den gegenwärtigen Zustand eine Verzögerung berücksichtigt wurde und ob das Einfluss auf die Ausbreitung hat.

Für den Betrieb der übertägigen Konditionierungsanlage und die Transportbereitstellungshalle werden in der Studie außer Erdbeben keine Einwirkungen von außen (EVA) betrachtet. Die Störfallanalyse ist deshalb unvollständig.

### **Anlage 3**

Neumann, W.: Anmerkungen zur Machbarkeitsstudie „Beschreibung und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung“, Stand: 01. Oktober 2009

---

**Anmerkungen zur Machbarkeitsstudie  
„Beschreibung und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung“  
Stand: 01. Oktober 2009**

Die folgenden Anmerkungen und Fragen beziehen sich schwerpunktmäßig auf die Aspekte Strahlenschutz und gelagertes Inventar. Die Reihenfolge entspricht den Kapiteln in der Machbarkeitsstudie.

### **Chemotoxische Stoffe**

S. 8: Die Bedeutung des den diesbezüglichen Absatz einleitenden Satzes ist unklar. Die Aussage bezüglich der Stoffe außerhalb der Einlagerungskammern ist im Rahmen der Annahmen der Autoren nachvollziehbar (siehe weiter unten), dies kann aber nicht für die chemotoxischen Stoffe in den Abfällen gelten.

S. 35: Die Abschätzung des chemotoxischen Inventars wurde 2004, die Ermittlung eines Quellterms wurde 2006 vorgenommen. Sind dabei alle dem heutigen Kenntnisstand entsprechenden Abfälle berücksichtigt?

### **Radioaktives Inventar**

S. 35: Der Quellterm für die Langzeitsicherheitsbetrachtungen beruht auf der Zusammenstellung der gsf von 2002. Es wird die Berücksichtigung der neuen Erkenntnisse (vor allem Plutonium) bei weiteren Betrachtungen angekündigt. Wann ist damit zu rechnen und kann das noch Einfluss auf den Optionenvergleich haben?

### **Stilllegungskonzept**

S. 51: Nach den Autoren der Studie ist ein „*trockner Einschluss der Abfälle im Salz (Trockenverwahrung) nicht möglich*“. Es wird allgemein ausgeführt, dass dies aus den Sachverhalten am Standort abgeleitet wurde. Der Beweis wird nicht geführt. Es ist auch nicht erkennbar, ob es überhaupt Überlegungen zu einer Trockenverwahrung gab. Sofern zutreffend, wäre eine nachvollziehbare Darlegung aus welchen Gründen die Trockenverwahrung verworfen werden muss, für die öffentliche Diskussion hilfreich.

S. 54: Bis in das Firstniveau der 700-m-Sohle soll  $MgCl_2$ -Lösung eingebracht werden. Dies wird im Weiteren u.a. damit begründet, dass Umlösungsprozesse verhindert, eine Lösungsschichtung erreicht und prognostizierbare Verhältnisse erreicht werden sollen. Werden diese Ziele auch erreicht, wenn sich Salzlösungszutritte unterhalb der 700-m-Sohle bilden oder solche vorhanden sind?



## **Strahlenexpositionen während der Stilllegungsphase**

S. 70: Die Strahlenbelastung des Personals für die Option Vollverfüllung wird in der Studie mit „*sehr gering*“ bewertet. Dabei wird kein Bezugsmaßstab genannt. Durch die Arbeiten in oder in der Nähe von Einlagerungskammern wird sich die Strahlenbelastung im Vergleich zum gegenwärtigen Offenhaltungsbetrieb aber zweifellos erhöhen. In der Studie wird keine Abschätzung zur Höhe dieser Belastung vorgenommen. Offenbar wurden auch keine systematischen Überlegungen zu möglichen Strahlenbelastungen des Personals angestellt.

S. 70: Nach Aussagen der Autoren wird die Ableitung von Radionukliden mit den Abwettern über den Luftpfad durch die Vorgänge bei der Vollverfüllung höchstens geringfügig erhöht, sodass eine radiologische Beeinträchtigung der Bevölkerung ausgeschlossen werden könne. Auch hier liegt dieser Aussage offenbar keine systematische Betrachtung möglicher Ursachen für eine Erhöhung der Aktivitätskonzentration in den Abwettern zugrunde. Es gibt keine quantitative Abschätzung und mögliche Ursachen für eine Erhöhung wie beispielsweise Mobilisierung von Radionukliden durch die Zunahme von untertägigen Tätigkeiten (z.B. auch in Bereichen mit ausgetretener kontaminierter Lösung), Verfüllung von Einlagerungskammern oder Veränderungen der Wetterführung werden nicht genannt.

Aufgrund der in der Machbarkeitsstudie Vollverfüllung enthaltenen Ausführungen lässt sich bezüglich von Strahlenbelastungen von Personal und Bevölkerung in der ‚Betriebsphase‘ nur ein sehr grob qualitativer Vergleich mit den anderen Optionen durchführen. Eine Aussage, die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung werden mehr oder weniger deutlich unterschritten, noch dazu ohne das mit einem abgeschätzten Wert untermauern zu können, ist nicht ausreichend. Sollten die Strahlenbelastungen während der Betriebsphase in der Abwägung ein Kriterium mit größerem Gewicht werden, sind die zur Verfügung stehenden Aussagen auf jeden Fall unzureichend. Es ist nach gegenwärtigem Kenntnisstand nicht ersichtlich, dass diese Lücke durch andere Unterlagen geschlossen werden kann.

## **Einhaltung Wasserhaushaltsgesetz**

S. 108/109: Laut Studie wurde das Inventar der chemotoxischen Stoffe mit einer Bandbreite von +50% angenommen. Es ist nicht ersichtlich, ob dies bereits für das HMGU-Konzept zutrifft oder erst für die Vollverfüllung. Unabhängig davon wurden drei Stoffe von diesem Zuschlag ausgenommen: U, Th und Pu. Wie inzwischen bekannt ist das angenommene Pu-Inventar um mehr als den Faktor 3 zu niedrig angenommen worden. Da die Studie zur Pu-Konzentration im Grundwasser und zu den angenommenen Löslichkeiten keine Angaben enthält kann hier nicht beurteilt werden, welche Auswirkungen das hat.

S. 109: Für den vorzunehmenden Optionenvergleich wäre die unzureichende Berücksichtigung von außerhalb der Einlagerungskammern befindlichen und nicht mit dem Verfüllmaterial eingebrachten chemotoxischen Stoffen nur dann akzeptabel und hätte für alle drei Optionen im Wesentlichen die gleiche Auswirkung, wenn unabhängig von den Abfällen in den Einlagerungskammern jeweils die gleiche Vorgehensweise zur Stilllegung des Berg-

werks unterstellt wird. Für eine Beurteilung, ob die vorgeschlagene Vollverfüllung aus dem Blickwinkel Wasserhaushaltsgesetz überhaupt in Frage kommen kann, ist jedoch eine quantitative Abschätzung dieses Inventars erforderlich.

### **Bewertungsmaßstab Langzeitsicherheit**

Als Maßstab für die Bewertung der Langzeitsicherheit wird von den Autoren der Grenzwert 0,3 mSv/a nach § 47 StrlSchV herangezogen. Dies ist in mehrfacher Hinsicht nicht sachgerecht.

- 1) Der § 47 StrlSchV bezieht sich auf die radioaktiven Abgaben beim Betrieb von über-tägigen Atomanlagen. Die Sachlage bei diesen Anlagen unterscheidet sich wesentlich von der Freisetzung radioaktiver Stoffe aus einem Endlager in der Nachbetriebsphase.
  - Die Betriebszeit der übertägigen Atomanlage ist zeitlich begrenzt (auch wenn die Genehmigung keine Betriebsdauer festlegt), während die Nachbetriebsphase des Endlagers unbegrenzt ist.
  - Auf die radioaktiven Abgaben einer übertägigen Anlage kann Einfluss bis hin zur Nullemission genommen werden, auf die Freisetzung von Radionukliden aus dem Endlager in die Biosphäre nicht.
  - Bei den Ableitungen aus einer übertägigen Anlage kann mit dem heutigen Kenntnisstand Schadensbegrenzung für Mensch und Umwelt erfolgen, in mehr als mehreren 100 Jahren ist die Möglichkeit hierzu aus heutiger Sicht ungewiss.
  - Die Belastbarkeit des für die Langzeitsicherheit abgeschätzten Dosiswertes ist geringer als diejenige für die Abgabe von Radionukliden aus einer übertägigen Anlage.
- 2) Der Wert von 0,3 mSv/a für einen Langzeitsicherheitsnachweis entspricht weder national, noch international dem aktuellen Stand. Die RSK hat bereits 2002 einen Wert von 0,1 mSv/a vorgeschlagen und hat dies seitdem mehrfach wiederholt; zuletzt in der gemeinsamen Stellungnahme mit der SSK zu den Sicherheitsanforderungen für die Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle des BMU. Auch der Wert von 0,1 mSv/a wird in der wissenschaftlichen Diskussion teilweise als zu hoch angesehen.
- 3) Der Wert von 0,3 mSv/a ist nicht mit seiner Festlegung in den „Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk“ des BMI von 1983 zu legitimieren. Diese Sicherheitskriterien
  - entsprechen unstrittig nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik (siehe z.B. RSK),
  - haben bei der Benennung des Standortes Asse keine Rolle gespielt (sie waren noch nicht erlassen) und hätten bei ihrer Anwendung zur Ablehnung des Standortes geführt.
- 4) Für einen Vergleich, mit dem die am wenigsten schlechte Lösung für das Problem Asse identifiziert werden soll, ist die Einhaltung eines festgelegten Höchstwertes zwar begrüßenswert, aber anders als bei einem Planfeststellungsbeschluss für ein neues Endlager nicht ausschließlich von Interesse. Der Vergleich der für die unterschiedli-

chen Optionen abgeschätzten absoluten Dosiswerte ist aussagekräftiger. Dies wird auch den Anforderungen von § 4 StrlSchV (Rechtfertigung) und § 6 StrlSchV (Minimierung) besser gerecht.

- 5) Ein niedrigerer Wert, der für die Asse beim Langzeitsicherheitsnachweis möglicherweise nicht eingehalten werden kann, muss bei einem Optionenvergleich unter den gegebenen Umständen nicht notwendigerweise zum Ausschluss dieser Option führen.
- 6) Bei einer vergleichenden Bewertung sollte nicht nur der höchste Dosiswert herangezogen werden, sondern – sofern es die Modellrechnungen hergeben – auch die prognostizierte Dauer von Belastungen berücksichtigt werden. Strahlenschäden richten sich nicht nach einer Belastung pro Jahr, sondern ihre Wahrscheinlichkeit steigt mit zunehmender Gesamtdosis.

### **Langzeitsicherheit**

Quantitative Angaben von Dosiswerten zur Langzeitsicherheit sind aufgrund von langfristiger Prognose und Modellrechnung generell mit Unsicherheiten behaftet. Diese ohnehin relativ großen (für die Asse noch viel größeren) Unsicherheiten erhöhen sich drastisch, wenn ein Endlagerkonzept bzw. das Verfüll- und Verschlusskonzept nicht auf sich selbst bezogen, sondern in einem grob qualitativen Vergleich zu einem anderen Konzept betrachtet wird. Insofern kann aus meiner Sicht auf Grundlage der vorgelegten Machbarkeitsstudie keine auch nur einigermaßen belastbare Aussage zur Langzeitsicherheit in Bezug auf den gewählten Wert von 0,3 mSv/a erfolgen. Zeithorizonte für das Auftreten von höheren potenziellen Strahlenbelastungen werden in der Studie ohnehin schon gar nicht erst genannt.

S. 113: Selbst wenn man sich auf die Methodik der Langzeitbetrachtungen in der Studie einlässt, sind jedoch die Aussagen „*Es kann nicht belastbar vorhergesagt werden, ob der Nachweis gelingen wird, dass der Wert von 0,3 mSv/a ... unterschritten wird*“ und „*Es ist nicht gewährleistet, dass der Nachweis der Langzeitsicherheit geführt werden kann*“ für einen Optionenvergleich unbrauchbar. Es sei denn, diese Option wird ausgeschlossen.

S. 113/118: Nicht nachvollziehbar ist die Bedeutung der Aussage das die Vollverfüllung der Asse „*im Rahmen der bestehenden Bedingungen radiologisch langzeitsicher ist*“. Dies kann sich weder auf den gewählten Maßstab noch auf die Robustheit des Systemverhaltens beziehen. Nach Einschätzung der Autoren ist die Prognostizierbarkeit schlecht und das Systemverhalten nicht robust.

### **Weitere Bedenken**

Bezüglich weiterer Bedenken zur Methodik sowie zum chemischen Verhalten (hier insbesondere Belege für die Annahmen) verweise ich auf die Papiere von Kreuzsch, Krupp und Bertram.

## **Anlage 4**

Rittmeyer, C.: Anmerkungen zu den Berichten „Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse“ und „Studie zur Beurteilung der Machbarkeit einer Umlagerung aller oder Teile der radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II“, Stand: Okt. 2009

**Anmerkungen zu den Berichten**  
**„Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der**  
**Schachtanlage Asse“**  
**und**  
**„Studie zur Beurteilung der Machbarkeit einer Umlagerung aller oder Teile der**  
**radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II“<sup>1)</sup>**

Das vorliegende Dokument wurde im Auftrag der AGO als temporär hinzugezogener Sachverständiger in Fragen der Behandlung radioaktiver Abfälle erstellt. Es dient in erster Linie als Arbeitspapier für die AGO und fokussiert sich auf die Aspekte der Handhabung, Behandlung und Bewertung der radioaktiven Abfälle.

Das Papier enthält Anmerkungen zu den o.g. Studien in chronologischer Reihenfolge. In manchen Fällen relativieren sich Anmerkungen durch nachfolgende detailliertere Ausführungen in späteren Textpassagen der Studien. Hierauf wird z.T. im Kommentar verwiesen. Wiederholt in den Studien aufgeführte Problemstellungen werden nur einmal kommentiert.

**Teil A: „Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der**  
**Schachtanlage Asse“**

**2.8.1 Radiologisches LAW-Inventar**

Seite 68: „...Des Weiteren sind für jede Kammer die nuklidspezifischen Aktivitätsinventare auch getrennt nach Gebinden in VBA und nVBA sowie für jede Charge angegeben. Die Aktivitäten von Einzelgebinden sind nur verfügbar, wenn eine Charge aus einem einzigen Fass besteht.“

Es ist davon auszugehen, dass ein großer Teil der Gebinde nach der Bergung nicht mehr identifizierbar, d.h. einer Charge zuordenbar ist.

Hiervon wird auch in Kap. 3.3.1 Randbedingung 6 (*Aufgrund des Integritätsverlustes und unzureichender Beschriftung der Abfallgebinde kann eine Abfalldokumentation den Gebinden nicht mehr eindeutig zugeordnet werden,...*) ausgegangen.

Es wäre daher zu klären, ob für die Deklaration der Gebinde zum Zwecke der Einlagerung in KONRAD eine Mittelung über die gesamte Kammer bzw. alle in einer Kammer eingelagerten VBAs einerseits und nVBAs andererseits zulässig ist. Nach bislang vorliegenden Erfahrungen ist davon auszugehen, dass eine solche Vorgehensweise von den für die Produktkontrolle zuständigen Gutachtern nicht mitgetragen wird.

Dies wird auch in 3.3.1 Randbedingung 6 (*..... so dass eine neue Aktivitätserfassung erforderlich ist*) so gesehen. Allerdings gibt es hier zunächst noch keine Aussage über Art und Umfang der Aktivitätserfassung. Unter 3.3.4 wird dann die Insitu-Gammaspektrometrie als Methode der Wahl zur Aktivitätsbestimmung genannt. Diese ist als alleinige Methode und in der vorgesehenen Verfahrensweise nicht bzw. nur eingeschränkt geeignet (Begründung siehe Kap. 3.3.4)

**3. Grundsätzliche Aussagen zur Machbarkeit der Rückholung der LAW**

Seite 75 ff: Hier fehlen konkrete Aussagen zu Durchführung der Abstützung der Kammern und zur Verhinderung des Löserfalls. Da mit der Gefahr eines Absturzes von Deckenplatten auf Personen, Equipment bzw. Fässer gerechnet werden muss, ist eine detaillierte Betrachtung der für die Stabilisierung erforderlichen Technik, des Zeitbedarfs und des Strahlenschutzes unerlässlich. (Anmerk.: unter 5.2.2 erfolgt noch eine kurze Betrachtung der Firstsicherung).

---

<sup>1</sup> Die nachfolgenden Anmerkungen stellen die auf langjähriger beruflicher Erfahrung im Bereich der Abfallkonditionierung bei der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe der WAK GmbH basierenden Einschätzungen der Autorin dar. Es handelt sich nicht um eine offizielle Stellungnahme der WAK GmbH.

### 3.3 Entsorgungskonzept

#### 3.3.2 Verpackung/Behälterauswahl (S. 81ff)

Pkt.1: Anforderungen zur Produktqualität sind nicht an den Konrad-Container, sondern an den Inhalt (Abfallprodukt) zu stellen.

##### *KONRAD Typ V mit 10 cm Betoninliner, störfallfest*

- Es gibt verschiedene störfallfeste Typ V-Container mit verkehrsrechtlicher Zulassung, jeweils für spezifizierte Inhalte. Es ist zu prüfen, ob entsprechende Qualifikationen und Zulassungen auch für die o.g. Ausführung und die vorgesehenen Inhalte existieren. Ggf. wären sowohl die Qualifizierung wie auch die Zulassung noch zu beantragen. Der hierfür erforderliche Zeitaufwand sowie ggf. entstehende Probleme der Nachweisführung für LSA III-Versandstücke in Bezug auf das Auslaugverhalten sind zu berücksichtigen.
- Bei der Zulassung von Containern, in die lose Pellets eingelegt werden sollen, sind erfahrungsgemäß Probleme zu erwarten.
- Bei Einlagerung von 3 VBA in einen solchen Container und anschließendem Vergießen des Inhaltes ist die Massenbegrenzung von 20 Mg ausgeschöpft bzw. überschritten. Aus diesem Grund ist das Verfüllen mit Porenleichtbeton (3.3.3, S. 86) vorgesehen. Es wäre der Nachweis zu erbringen, dass dieser Beton die geforderte Druckfestigkeit aufweist, die für einen störfallfesten Container laut Endlagerbedingungen Konrad erforderlich ist.

#### 3.3.3 Konditionierung

Seite 86: Ein Verpressen von zementierten Abfällen ist wenig sinnvoll bzw. sogar kontraproduktiv, da

- kaum eine Volumenreduktion zu erwarten ist
- der Pressvorgang zu einer Zerstörung des Betonkörpers und damit der durch diesen verkörperten Barrierefunktion führt.

Bei bituminierten Abfällen wäre das Verhalten beim Pressvorgang zu untersuchen (Störfallbetrachtung).

Unter Sicherheits- und Strahlenschutzaspekten sprechen zudem noch folgende Punkte gegen ein Verpressen der Abfälle unter Tage:

- Eine Mobilisierung der Nuklide durch „Blasebalgeffekt“ beim Verpressen führt zu einer erhöhten Freisetzung und damit zu erhöhter Kontaminationsgefahr. Dies gilt besonders für Altabfälle, bei denen mit Überdruck durch Gasentwicklung zu rechnen ist. Daraus resultiert die Erfordernis einer erhöhten Luftwechselrate und erhöhter Anforderungen an die Filter-/Rückhaltesysteme. Zur Gewährleistung einer Begehrbarkeit des Konditionierbereiches im Reparaturfall ist es sinnvoll, die Presse in einem abgeschlossenen Caisson zu installieren, der bei Bedarf dekontaminiert werden kann.
- Beim Verpressen stark deformierter Abfallgebände ist mit einer erhöhten Stör- bzw. Reparaturanfälligkeit der Presse zu rechnen. Größere Reparaturmaßnahmen sind unter Tage und zudem im Sperrbereich nur unter erschwerten Bedingungen durchzuführen. Erforderliche Reparaturmaßnahmen an der Presse behindern zudem den weiteren Auslagerungsprozess und können damit zu erheblichen Zeitverzögerungen führen.
- Die in Asse eingelagerten Abfälle weisen im Vergleich zu heutigen Pressabfällen z.T. erhöhte Organikanteile undefinierter Zusammensetzung auf. Durch diese kann es zu Verpuffungsreaktionen während des Pressvorganges kommen, die zu verstärkter Radionuklidfreisetzung bzw. zu einer Beschädigung der Presse führen können.

Seite 87, Punkt 4: Eine Zugabe von Trocknungsmittel über eine Bohrung im Behälter erscheint in der erforderlichen Menge (mehrere Kilogramm) nicht möglich, da nicht von einem größeren Hohlraum hinter der Bohrung ausgegangen werden kann.

Seite 89, Punkt 8

*Als Flüssigkeit zum Vergießen der Abfallgebinde kann kontaminierte Salzlauge verwendet werden.*

- Nach Erfahrungen der in HDB ist beim Vergießen mit einer aktiven Vergussmatrix mit Problemen zu rechnen, vor allem am Übergang zum Deckel des Containers (Sauerstoff, Kalk, Wasser und zusätzlich Salz fördern die Entstehung von Korrosion). Eine intakte Behälterbeschichtung des Gebindes ist für die Einlagerung in KONRAD notwendig.
- In den Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle – Schachtanlage Konrad – (Dez. 1995): Seite 15, Punkt 5.3 bzw. der Produktkontrolle radioaktiver Abfälle – Schachtanlage Konrad – (Dez. 1995): Seite 3-6 „Störfallfeste Verpackung“ heißt es
  - o „Bei störfallfest verpackten Abfällen muss das Abfallprodukt allseitig von einer inaktiven Schicht ... umgeben sein.“

Diese Vorgabe schließt ein Vergießen mit kontaminierter Salzlauge aus, wenn der Container als störfallfeste Verpackung fungieren soll. Zu prüfen wäre allerdings, ob in diesem Fall der containerseitig vorgesehene Betoninliner die Einhaltung der o.g. Anforderung sicherstellt.

- Bei einer Verfüllung der Container mit kontaminiertem Zement (Zement + kontaminierte Salzlauge) ist zudem ein erschwerter Nachweis der Auslaugbeständigkeit des Gebindes für die verkehrsrechtliche Zulassung zu erwarten.

Seite 90, Punkt 11

*„Aufgrund des radioaktiven Zerfalls ist aber die Gebindeaktivität mittlerweile deutlich abgeklungen ...“*

- Relevant für die Ortsdosisleistung sind in den Asse-Abfällen in der Regel Co-60, Rh-106 (insbesondere in Wiederaufarbeitungsabfällen) und Cs-137. Co-60 (Halbwertszeit 5,3 a) ist schon zu großen Teilen, Rh-106 (Halbwertszeit 2,2 h; Mutternuklid Ru-106 mit einer Halbwertszeit von 374 d) nahezu vollständig abgeklungen. Die Hauptaktivität, insbesondere in den Wiederaufarbeitungsabfällen resultiert vom Cs-137 und Rh-106, die zum Zeitpunkt der Einlagerung in etwa der gleichen Größenordnung vorlagen und beide maßgeblich zur Dosisleistung der Abfallgebinde beitragen. Das Cs-137 (Halbwertszeit 30,2 a) ist mittlerweile auf etwas die Hälfte der Aktivität zum Einlagerungszeitpunkt abgeklungen, die Aktivität und damit die Dosisleistung von Rh-106 ist zum heutigen Zeitpunkt zu vernachlässigen. Es ist somit eine Reduktion der Dosisleistung auf etwa 1/3 bis 1/4 des ursprünglichen Wertes zu erwarten.

### **3.3.4 Charakterisierung (Seite 91 ff)**

Punkt 2:

Es ist geplant, auf Basis der erfassten Daten einen gemittelten Nuklidvektor für VBA und nVBA einer Kammer zu erstellen. Dieser Nuklidvektor soll auf Basis der Messung von Schlüsselnukliden (Co-60, Cs-137) mittels Gamma-Spektrometrie den einzelnen Abfallgebänden der jeweiligen Kammer zugewiesen werden.

Bei dieser Vorgehensweise bestehen folgende Probleme:

1. Pu und Cs verhalten sich häufig gegenläufig, d.h. hohe Cs-Aktivität bedeutet niedrige Pu-Aktivität und umgekehrt (insbesondere in Abfällen aus der Wiederaufarbeitung).
2. Landessammelstellenabfälle enthalten in der Regel keines dieser Schlüsselnuklide
3. H-3-haltige Abfälle sind auf diese Weise ebenfalls nicht zu erfassen.

Sofern zur Lösung dieser Probleme nicht differenzierte Nuklidvektoren verwendet werden, wäre alternativ auch eine Verteilung/Zuweisung der Aktivität über Dosisleistungsmessungen in Betracht zu ziehen. Diese Lösung wäre schneller und weniger aufwändig, liefert jedoch im Gegensatz zur Gammaspektrometrie keine nuklidspezifischen Aussagen.

Die Durchführung einer Insitu-Gammaspektrometrie an einem Konrad-Container besitzt wenig Aussagekraft in Bezug auf das Aktivitätsinventar eines Containers, da auf Grund der ho-

hen Selbstabschirmung lediglich die Aktivitäten der direkt an die Behälterwandung anliegenden Produkte erfasst werden. Zudem ist eine Kalibrierung eines solchen Systems auf Grund der unterschiedlichen Beladung der Container (Fässer, VBAs oder Pellets) extrem schwierig. Sinnvoller wäre, die Messung mittels In-Situ-Gammaspektrometrie direkt an der VBA bzw. den Fässern durchzuführen und anschließend mittels Aufsummierung die Aktivität im Container zu berechnen. Zu Pellets zu verpressende Fässer müssten ggf. vor dem Verpressen gemessen werden.

### Punkt 3

*Aktivitätssumme aller Gebinde aus einer Kammer soll dem Aktivitätsinventar einer Kammer entsprechen.*

- Dies funktioniert nur, wenn sichergestellt ist, dass keine Vermischung der Kammerinhalte untereinander bei der Konditionierung stattfindet (beispielsweise beim parallelen Ausräumen mehrere Kammern). Zudem würde eine solche Vorgehensweise bedeuten, dass eine abschließende Dokumentation und Abgabe an Konrad erst dann erfolgen kann, wenn alle Gebinde einer Kammer vollständig verarbeitet sind. Hieraus ergibt sich ein Zeit- und Platzproblem.

*Eine absolute Messung ist jedoch nicht erforderlich, da nur die Verhältnisse der Nuklide zueinander und die Aktivitätsverhältnisse im Container ermittelt werden müssen.*

- Bei der Messung von VBAs (Container s.o.) liegen die Nachweisgrenzen auf Grund der Abschirmung des Behälters z.T. sehr hoch. Es ist damit zu rechnen, dass nur eines oder sogar keines der vorgeschlagenen Schlüsselnuclide messbar ist. In diesem Fall müsste die Deklaration auf Basis der Nachweisgrenzen erfolgen. Diese Vorgehensweise führt insbesondere im Fall hoher Nachweisgrenzen zu einer Nivellierung der einzelnen Gebinde.

*Die Betrachtung der Gefährdung der wassergefährdenden Stoffe kann in ähnlicher Weise erfolgen, wobei die Messung jedoch entfällt. Hier werden die in der ASSEKAT-Datenbank dokumentierten Stoffe für jede Kammer auf die Asse-Gebinde der Einlagerungskammer gleichmäßig verteilt.*

- Es ist zu bezweifeln, dass der Gutachter diese Vorgehensweise mit trägt, zumal die Asse-Abfälle durch die Nachkonditionierung zu „Neuabfällen“ werden, an die laut Endlagerbedingungen Konrad höhere Anforderungen bezüglich der stofflichen Deklaration zu stellen sind.

### 3.3.5 Transportbereitstellung über Tage (Seite 93ff)

*Auflistung der erforderlichen Pufferlagerungen über Tage*

- Es sollte beachtet werden, dass ein ausreichend großer Umschlagplatz zum Hantieren der Fässer / VBA in und zwischen den einzelnen Lagern zur Verfügung steht.

#### Abbildung 3.3-2

Eine Aussage, ob der benötigte Platz ausreichend bemessen ist, lässt sich auf Grund fehlender Abmessungen nicht treffen. Das Größenverhältnis der Anordnung der einzelnen Arbeitsplätze lässt jedoch vermuten, dass die Platzverhältnisse für die einzelnen Arbeitsplätze (Inspektion VBA – Bohreinrichtung, Bohrlochverschluss, Trocknungsanlage in einem Raum) zu eng bemessen sind. Bei der Auslegung ist insbesondere zu berücksichtigen, dass

- einige Arbeitsplätze als Caissons mit eigener Lüftung und separaten Personenschleusen ausgerüstet sein müssen, was einen erhöhten Platzbedarf beinhaltet.
- ausreichend Rangierfläche für die VBAs zur Verfügung steht.

Allgemeine Anmerkung: Es wird lediglich die Konditionierung direkt vor Ort in Betracht gezogen. Über Zeiten für Genehmigung und Erstellung der Anlagen (insbesondere der Kontrollbereiche) gibt es lediglich Abschätzungen, die sehr knapp bemessen sind. Hier sind nach Er-



fahrung der HDB Zeitspannen von mehreren Jahren zu kalkulieren. Unter diesem Aspekt sollte auch eine Konditionierung bzw. Lagerung in bereits bestehenden Einrichtungen betrachtet werden. Vor- und Nachteile einer externen Konditionierung/Lagerung sollten ggf. in einer separaten Studie u.a. auch unter Bewertung der Transportproblematik betrachtet werden.

### 3.3.7 Dokumentation

*Die Dokumentation soll über das Programm ReVK erfolgen.*

- Es ist nicht sinnvoll, sich zum jetzigen Zeitpunkt bereits auf ein definiertes Programm festzulegen. Zunächst sind einmal die Anforderungen zu definieren.

### 3.3.8 Freigabe der untertägigen Bereiche

Bedenken hinsichtlich der pauschalen Anwendbarkeit von Nuklidvektoren gelten insbesondere auch für die Freigabe.

## 3.6 Prozessablauf der Rückholung

### 3.6.4 Materiallager und Wartungsbereiche

Das Personal soll über Personenschleusen und Schlauchzugänge direkt (kontaminationsfrei) in die Gewinnungsfahrzeuge geleitet werden. Es fehlen jedoch Aussagen über die Luftversorgung in den Fahrzeugen sowie Störfallbetrachtungen, die einen Ausstieg aus den Fahrzeugen erforderlich machen. Für erforderliche Arbeiten außerhalb der abgeschirmten Fahrzeuge sind zwar fremdbelüftete Schutzanzüge vorgesehen; es fehlen jedoch Angaben wie das Ein- und Aussteigen unter Vermeidung einer Kontamination des Innenraumes erfolgen soll und wie/wo die Fremdluftzufuhr erfolgt

#### 3.6.7.1 Konditionierung und Umverpackung unter Tage (Seite 154ff)

*Die aus den Einlagerungskammern zurückgeholten Gebinde sowie ..... werden vor der Förderung nach über Tage umverpackt und teilweise konditioniert.*

- Bei verpressten Abfällen ist die nachträgliche Durchführung von Produktkontrollmaßnahmen problematisch, d.h. es sind für die Teilkonditionierung Ablaufpläne zu erstellen und der Gutachter in die Arbeiten unter Tage mit einzubinden. Es wäre zu prüfen, ob hier ersatzweise Videoaufnahmen zur „Beweissicherung“ akzeptabel wären.

#### *Verpackung von VBA und nVBA in Folie*

- Es geht aus dem Text nicht hervor, ob die Folie vor der Endlagerung wieder entfernt oder an den Abfallprodukten verbleiben soll. Bei einer Entfernung müsste das Problem der Abfallentsorgung diskutiert werden.
- Bei einem Verbleib der Folie an den VBA und nVBA ist sicherzustellen, dass die Endlagerbedingungen Konrad hinsichtlich des Anteils an brennbaren Substanzen eingehalten werden. Dieser Punkt wäre allerdings nur relevant, wenn man nicht von einer störfallfesten Verpackung Kredit nimmt.

*„nVBA werden zur Volumenreduzierung mit einer Hochdruckpresse kompaktiert. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass es nicht möglich sein wird, alle nVBA zu kompaktieren, da diese teilweise vollständig mit Beton verfüllt sind. Eine Behandlung dieses Gebindes in einer Presse ist jedoch notwendig, um für die endlagergerechte Konditionierung sicherstellen zu können, dass sich in den Gebinden keine freien Flüssigkeiten befinden bzw. dass das Gebinde drucklos ist.“*

- Ein Verpressen vergossener oder zementierter Abfälle ist wenig zielführend (s.auch 3.3.3). Gegebenenfalls ist hier eine Differenzierung über das Gewicht möglich, um vergossene/zementierte von unbehandelten Abfällen zu trennen. Das Verpressen als alleiniger Nachweis, dass keine Flüssigkeit mehr enthalten ist, ist nicht ausreichend. Es muss

auch eine Möglichkeit zum Trocknen feuchter Pellets geschaffen werden. Dies ist über Tage vorgesehen. Es ist daher ein Sortieren der Pellets unter Tage in feuchte und nicht feuchte Pellets erforderlich. Die zu trocknenden Pellets müssten gesondert verpackt werden, um einen Flüssigkeitsaustritt und damit eine Kontaminationsverschleppung zu verhindern.

- Die Vorgabe „drucklos“, ließe sich alternativ auch durch das Einbringen von Entlüftungsfiltern erfüllen. Dieses ist ein standardisiertes Verfahren und kann automatisiert durchgeführt werden.
- Aus Strahlenschutzgründen sollte eine Presse, auch unter Tage, in einem Caisson betrieben werden, da es beim Verpressen von Abfällen zu starker Kontaminationsausbreitung kommt. Insbesondere beim Verpressen deformierter Gebinde, ist mit einer starken Störanfälligkeit zu rechnen, so dass Interventionsmaßnahmen einzuplanen sind. In einem räumlich abgeschlossenen Caisson könnten zur Gewährleistung der Zugänglichkeit gezielt Dekontaminationsmaßnahmen durchgeführt werden.
- Grundsätzlich ist es nicht sinnvoll, eine Presseinrichtung unter Tage zu installieren, da gerade beim Verpressen von „unbekanntem“ Abfall Risiken (beispielsweise Verpuffungen) bestehen, die über Tage besser gehandhabt werden können.

### 3.6.7.2 Konditionierung und Umverpackung über Tage

*Prüfung einer VBA auf den Gehalt an freien Flüssigkeiten.*

- Es wäre darzulegen, wie hier eine sichere Nachweisführung erbracht werden kann.

*Trocknung von VBA*

- Es fehlen Angaben, wie die Trocknung einer VBA technisch umgesetzt werden soll. (Vakuumtrocknung, Aufheizen im Trockenschrank,.. ⇒ Zeitfaktor)

*Vergießen der Konrad-Container*

- im direkten Anschluss an die Durchführung der In-situ-Gammaspektrometrie (welche in der vorgesehenen Form nicht machbar ist, s. 3.3.4) ist das Vergießen der Container vorgesehen. Hiermit sollte gewartet werden, bis die abschließende Stellungnahme/Freigabe durch den Sachverständigen der Produktkontrollstelle (TÜV o.a.) vorliegt. Es sind dementsprechend Lagerkapazitäten für die unvergossenen Container vorzusehen.

*Trocknung von nVBA / Pellets*

- Zu definieren wäre, was als Kriterium für die Trocknung von nVBA / Pellets anzusetzen ist. Sollte der Nachweis über eine Gasanalytik erforderlich sein, so ist eine Station zur Gasprobenahme vorzusehen. Des Weiteren wird ein Labor vor Ort benötigt, welches diese Gasanalysen durchführt, aus- und bewertet. Für die vor der Gasprobenahme erforderliche Verschlusszeit von 2-4 Wochen ist ein Pufferlagerplatz vorzuhalten.

### 3.6.8 Dekontamination der Einlagerungskammern und Transportstrecken

Der Sinn bzw. die Notwendigkeit einer vollständigen Dekontamination und Freigabe wäre zu hinterfragen. Mit Ausbreitungsrechnungen, angewandt auf die Restkontamination, wäre ev. eine Unbedenklichkeit nach dem Dosisprinzip der Strahlenschutzverordnung nachzuweisen und damit höhere „Freigabewerte“ als die derzeit in der Strahlenschutzverordnung vorgegebenen zu erzielen. Alternativ könnte bei unbedenklicher Restkontamination auf eine Freigabe auch verzichtet werden. Zu prüfen wäre, ob in diesem Fall wirklich noch eine atomrechtliche Genehmigung erforderlich ist.

## 4. Varianten der Rückholung

### 4.2. Aktivitätsinventar

Die Betrachtung der Aktivitätsverteilung fokussiert sich lediglich auf die Gesamtaktivität ohne Berücksichtigung der Halbwertszeiten der zu Grund liegenden Nuklide sowie auf die Bewer-

tung ausgewählter radiologisch besonders wirksamer Nuklide. Langzeitsicherheitsbetrachtungen werden an dieser Stelle nicht angestellt. So beinhalten zwar die in der Variante 1 berücksichtigten Kammern 6/750, 7/750 und 11/750 ca. 70% des Gesamtaktivitätsinventars, jedoch nur ca. 30% des gesamten Plutoniuminventars. Die zu planenden Maßnahmen sind aber in erster Linie unter dem Aspekt der Herstellung der Langzeitsicherheit festzulegen, so dass die Auswertung auf diese Nuklidgruppe auszuweiten wäre.

#### **5.2.4 Konditionierung bzw. Umverpackung unter Tage**

Die Zeiten für die Behandlungsschritte der VBA und der nVBA erscheinen nur bei vollständiger Automatisierung der Abläufe realistisch. Der Zeitaufwand für die Entwicklung/Fertigung entsprechender Anlagen dürfte im Bereich von mehreren Jahren liegen.

Der Zeitaufwand für die Durchführung einer gammaspektrometrischen Messung (Tab. 5.2.3) ist mit 1 min definitiv zu kurz angesetzt. In Abhängigkeit vom Aktivitätsinventar und der erforderlichen Messgenauigkeit sind Messzeiten zwischen 10 min und 1 h erforderlich.

#### **5.3.2 Zeit- und Kostenplanung**

##### **5.3.2.1 Zeitbedarf**

Der Zeitbedarf für Planung, Ausschreibung, Fertigung und Installation der Untertage-Konditionieranlage bzw. der Mess- und Verpackungseinrichtung fehlt in der Betrachtung vollständig. Mit der Gewinnung kann aus Strahlenschutzgründen erst begonnen werden, wenn die Anlage(n) vollständig installiert und erprobt ist/sind. Als realistisch werden hierfür mindestens 2-3 Jahre angesehen.

##### **5.3.2.2 Personalbedarf (Seite 220)**

*Tabelle 5.3.2 (und 5.3.3)*

In Spalte 4 ist wohl gemeint „Schichtpersonal pro Tag“

*Tabelle 5.3-3*

- Das Personal (pro Schicht) scheint nach Erfahrungen in der HDB sehr knapp bemessen zu sein insbesondere auch unter Berücksichtigung der durchzuführenden Dokumentationsarbeiten (hiermit ist nicht die Erstellung der Endlagerdokumentation gemeint, wofür zusätzlich noch erheblicher Personalbedarf besteht).
- Es ist nicht nachvollziehbar, warum über Tage kein Strahlenschutz mehr benötigt wird.

## **Teil B: „Studie zur Beurteilung der Machbarkeit einer Umlagerung aller oder Teile der radioaktive Abfälle in der Schachtanlage Asse“**

Die vorstehend genannte Studie enthält sehr detaillierte Ausführungen zur Geologie, den bergtechnischen Verhältnissen und den Lagerkammer. Die technischen Ausführungen zur Durchführung der Umlagerung, der Handhabung und Konditionierung der Abfälle sind dagegen von sehr geringem Detaillierungsgrad und haben eher allgemein beschreibenden Charakter. Dies ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass diese Studie sich in den Punkten Bergung der Abfälle und Teilkonditionierung an die Studie zur Rückholung der Abfälle anlehnt. Auf in vorstehend genannter Studie beschriebene und bereits im ersten Teil dieses Papiers kommentierte Abläufe wird im Folgenden nicht erneut eingegangen.

### **6. Entsorgungskonzept**

#### **6.1 Randbedingungen**

Eine wesentliche Randbedingung für das Umlagerungskonzept ist, dass für die Nutzung der neu aufzufahrenden Kammern bzw. neu anzulegenden Kavernen für die Endlagerung der radioaktiven Abfälle kein Planfeststellungsverfahren erforderlich ist. Von dieser Voraussetzung kann bislang nicht mit Sicherheit ausgegangen werden. Ein ggf. durchzuführendes Planfeststellungsverfahren mit den zu Grunde liegenden Sicherheitsbetrachtungen hätte erhebliche Auswirkungen auf

- die zeitlichen Abläufe sowie
- die Produktqualifikation (Erstellung von Endlagerbedingungen mit aus Sicherheitsbetrachtungen abgeleiteten Anforderungen an die Abfallgebinde)

Beides findet in der Studie keine Berücksichtigung.

#### **6.3 Behälterauswahl/Verpackungen**

Es ist geplant, die geborgenen Fässer und ggf. auch beschädigte VBAs zu Transportzwecken unter Tage in Spezialcontainer (SC) zu stellen, in denen sie anschließend auf der 1200 m Sohle auch eingelagert werden sollen. Für die entsprechende Verpackung von mehr als 100.000 Gebinden sind mehrere Tausend Container erforderlich. Bei deren Beschaffung ist mit erheblichen Lieferschwierigkeiten zu rechnen. Dieser u.U. bedeutsame Zeitfaktor findet in der Studie keine Berücksichtigung. Zu klären wäre auch, welche Qualitätskriterien beispielsweise in Hinblick auf Integrität, Druckfestigkeit und Stapelfähigkeit an diese Behälter zu stellen sind.

#### **6.4 Teilkonditionierung**

Eine Teilkonditionierung wird

- a) aus Gründen des Strahlenschutzes (Verhinderung von Kontaminationsverschleppung)
- b) zur Volumenreduktion und damit einhergehender Optimierung der Förderkapazitäten als erforderlich angesehen.

Zu a): Eine Kontaminationsverschleppung wird durch Einstellen und Transport in SC gewährleistet. Das Verpressen an sich stellt keinen zusätzlichen sicheren Einschluss der Aktivität dar. Es birgt im Gegenteil die Gefahr einer Kontaminationsfreisetzung durch Staubeentwicklung, Gasfreisetzung und ggf. Verpuffung während des Pressvorganges.

Zu b): Bei einem Großteil der Fässer handelt es sich um zementierte Abfälle. Durch Verpressen ist hier keine Volumenreduktion zu erwarten. Diese Abfälle sollen nach Planung der Autoren daher über das Gewicht aussortiert und unverpresst wieder eingelagert werden.

Neben den vergossenen bzw. mit/in Zement verfestigten Abfällen wurde beispielsweise von Kernforschungszentrum Karlsruhe auch bereits zu damaliger Zeit verpresste Abfälle an die Asse abgeliefert. Für diese wäre ein erneutes Verpressen ebenfalls nicht zielführend. Es wäre daher zu prüfen, wie viele der umzulagernden Abfälle letztendlich noch einer Nachkonditi-

onierung durch Verpressen zugeführt werden müssten bzw. könnten. Hieraus wäre die tatsächliche Volumen- und Zeitersparnis zu ermitteln und auf Basis dieser Zahlen der Nutzen einer Nachkonditionierung zu bewerten. Das Argument der Zeitersparnis ist insbesondere unter Berücksichtigung der Ausführungen in Kap. 7.1.61. (Zeitbedarf für die Umlagerung der LAW) kritisch zu hinterfragen.

Zu den Risiken einer Konditionierung unter Tage wird auf die Ausführungen zu Kap. 3.3.3 der Studie zur Rückholung der Abfälle verwiesen.

In der UTK sollen die VBA mittels Kran auf einen Rollenförderer aufgesetzt, anschließend in Folie verpackt und in Transportgestelle eingebracht werden. Als problematisch ist hier die Handhabung beschädigter VBAs anzusehen. Bei diesen besteht die Gefahr

- eines Lastabsturzes. Anstelle eines Kranes sollte für die Handhabung daher eine für entsprechende Lasten ausgelegte „Fasszange“ verwendet werden, die sowohl vertikal als auch horizontal einsetzbar ist.
- des Verkantens auf der Rollenbahn. Für diesen Fall sind spezielle Bergungsmechanismen vorzusehen und die entsprechenden Gerätschaften vorzuhalten.

Eine Entfernung der Salzgrus scheint im Gegensatz zu der Vorgehensweise bei der Verpackung der rückzuholenden Abfälle im Fall der umzulagernden Abfälle nicht vorgesehen zu sein. Damit sind Probleme bei der Umverpackung mit Folie vorprogrammiert. Die Auswirkungen der durch die Einbringung größerer Mengen an Folie in das Endlager und die daraus resultierende Erhöhung der Brandlast sind im Rahmen einer Störfallbetrachtung zu bewerten.

Allgemein besitzen die Ausführungen zu der geplanten Teilkonditionierung einen sehr geringen Detaillierungsgrad, so dass eine konkrete Bewertung der vorgesehenen Maßnahmen nicht möglich ist.

### **6.4.3 Umlagerung der MAW**

Die lediglich pauschale Beschreibung der geplanten Vorgehensweise erlaubt keine konkrete Bewertung der Realisierbarkeit.

Die komplette Auslegung der Kavernen und Transportbereiche als Sperrbereich ist insbesondere im Hinblick auf die erforderlichen Strahlenschutzmaßnahmen und für den Fall von Interventionen, Störfällen usw. als problematisch anzusehen.

Es ist davon auszugehen, dass der überwiegende Teil der MAW-Fässer in irgendeiner Form eine Beschädigung aufweist. Zu definieren wäre hier, ab wann Spezialbehälter einzusetzen sind (erst bei weitgehendem Verlust der Integrität oder bereits bei leichten Beschädigungen). Die Anforderungen an die Behälter wären zu definieren. Auch in diesem Fall ist auf mögliche Lieferprobleme im Hinblick auf die zeitlichen Abläufe ein wesentliches Augenmerk zu richten. Die Anzahl und Verfügbarkeit der Transferbehälter ist ausschlaggebend für die zeitlichen Abläufe beim Umlagerungsvorgang. Bei der Auslegung der erforderlichen Stückzahlen sind erforderliche Pufferlagerzeiten zu berücksichtigen.

### **7.1.6 Zeitbedarf für die Umlagerung**

Der in diesem und vorstehenden Kapiteln ermittelte Zeitbedarf erscheint zu gering bemessen. Insbesondere sind die Handlings- und Transportbereitstellungszeiten, die additiv zu den Transportzeiten zu betrachten sind, deutlich unterbewertet.

### **Abschließende Bewertung**

Die vorliegenden Studien zeigen, dass sowohl eine Rückholung wie auch eine Umlagerung der radioaktiven Abfälle theoretisch machbar ist. Eine komplette Analyse und Bewertung der den Studien zu Grunde liegenden Annahmen und der daraus abgeleiteten Ausführungen

konnte im Rahmen der knappen zur Verfügung stehenden Zeit nicht erfolgen. So fokussieren sich die vorstehenden Anmerkungen im Wesentlichen auf relevante Fragestellungen, die im Hinblick auf eine realistische Auslegungsplanung bzw. Vergleichbarkeit der Studien ggf. im Rahmen weiterführender Detailstudien zu klären und zu bewerten sind. Ergänzend zu der theoretischen Machbarkeit der einzelnen Stilllegungsoptionen, die im Rahmen der o.g. sowie der hier nicht kommentierten Studie zur Vollverfüllung betrachtet werden, fehlt zu einer Entscheidungsfindung über die anzuwendende Stilllegungsoption eine detaillierte Betrachtung zur Langzeitauswirkung der einzelnen Varianten.

## **Anlage 5**

Kreusch, J.: Anmerkungen zum Bericht „Schachtanlage Asse I – Beschreibung und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung“, Stand 01.10.2009, von AF-Colenco, GRS-Braunschweig, IfG sowie unter Mitarbeit von BfS, Stand 26.10.2009

**Amerkungen zum Bericht „Schachtanlage Asse I – Beschreibung  
und Bewertung der Stilllegungsoption Vollverfüllung“, Stand  
01.10.2009, von AF-Colenco, GRS-Braunschweig, IfG sowie unter  
Mitarbeit von BfS**

Jürgen Kreusch

Hannover, 26.10.2009

**Hinweis:**

Meine grundsätzliche Kritik an diesem Bericht habe ich bereits auf der AGO-Sitzung am 15./16.10.2009 in Karlsruhe geäußert. Dort habe ich angekündigt, zu einigen Detailaspekten eine kurze schriftliche Ausführung nachzureichen. Dies geschieht hiermit. Zitate aus dem Bericht werden kursiv geschrieben, verschiedentlich wird auf Seitenzahlen der Studie zur Vollverfüllung verwiesen. Die Kritikpunkte können nur beispielhaft sein, um den Text nicht ausufern zu lassen.

**Anmerkungen:**

S. 8

*„Für die Bewertung des Stilllegungskonzepts Vollverfüllung wird dabei ausgegangen, dass mit einer Stilllegung gemäß dem Bezugskonzept der Langzeitsicherheitsnachweis zu potenziellen Strahlenexpositionen führt, die unter 0,3 mSv/a ... liegen“.*



Dieser Satz darf so verstanden werden, dass mit der Vollverfüllung der Langzeitsicherheitsnachweis in jedem Fall erfüllt wird, denn im Bezugskonzept wird die Marke von 0,3 mSv/a ja unterboten. Diese Vorgehensweise ist nicht akzeptierbar, denn der alleinige Verweis auf das Bezugskonzept (das von der AGO ja erheblich kritisiert wurde) kann natürlich nicht dazu führen, dass man den Langzeitsicherheitsnachweis für die Vollverfüllung einfach übernimmt. Ausserdem steht diese Aussage in Gegensatz zu späteren Aussagen auf S. 118. Dort wird betont, dass nicht belastbar vorhergesagt werden kann, ob der Wert von 0,3 mSv/a nachweislich unterschritten werden kann.

#### S. 64:

Ausgewählte Grubenbaue sollen mit Schotter verfüllt werden, um die Lösungsbewegungen zu lenken.

Diese Maßnahme ist von AGO bereits beim HMGU-Konzept kritisiert worden, denn eine gezielte Lenkung der Lösungsbewegungen dürfte bei der (Abbau-)Geometrie des Grubengebäudes, seiner Auflockungszonen usw. eher einer Wunschvorstellung gleich kommen. Da werden auch noch so große angenommene Kontraste der Strömungswiderstände nicht daran ändern. (Details zur Lenkung der Lösungsbewegungen s. S. 90: man muss sich fragen, wie die dort gestellten Anforderungen erfüllt werden sollen.)

#### S. 67:

Einbringen von  $MgCl_2$ -Lösung bis zur Firste der 700 m Sohle. Dadurch sollen Volumenvergrößerungen und Konvektionen verhindert werden (Dichteschichtung zwischen der  $MgCl_2$ -Lösung und der darüber stehenden Deckgebirgslösung).

Die angenommenen Vorteile des Einbringens von  $MgCl_2$ -Lösung sind nur fiktiv. Insbesondere die Vorteile der Dichteschichtung beruhen auf rein mechanistischen Annahmen (dichter = schwerer = unten bleibend, weniger dicht = leichter = obenauf schwimmend), die bei einem so komplexen System wie der Asse erst einmal nachgewiesen werden müssten (z.B. advective Strömungen durch Gasbildung, Temperaturdifferenzen, Konvergenz – der Hinweis auf „mäßige konvektive Lösungsbewegungen“ (S. 91) innerhalb der beiden Bereiche genügt meiner Meinung nach nicht. Auf S. 90 bis 93 und S. 98 werden eine Vielzahl von Behauptungen zur hydraulischen Trennung zwischen unterem ( $MgCl_2$ -Lösung) und oberem Bereich (Deckgebirgslösung) aufgestellt, bei denen im einzelnen

erhebliche Bedenken hinsichtlich ihrer Plausibilität bestehen. Dies betrifft z.B. die hydraulische „Grenzschicht“, die einen Übergang von Radionukliden stark behindern soll, den Konzentrationsausgleich allein durch Diffusion oder die Lage der LAW-Abfälle und der Mobilisation von Radionukliden im unteren hydraulischen Bereich). Diese Bedenken betreffen dann auch den „*signifikanten Vorteil*“ der Dichteschichtung, weil sie die „*Systemrobustheit stärkt*“ (S. 100).

#### S. 74:

„*Eine belastbare Bewertung [der Langzeitsicherheit, J.K.] erfordert eine integrierte Sicherheitsanalyse mit umfangreichen Modellrechnungen, welche in der für diesen Bericht zur Verfügung stehenden Zeit nicht durchgeführt werden konnte.*“

Einen Langzeitsicherheitsnachweis hat niemand erwartet, und ein solcher ist auch in den beiden anderen „Machbarkeitsstudien“ nicht geführt worden. Der allein vorgenommene Bezug auf das HMGU-Konzept („*Vergleich von Prozessen und Entwicklungen mit dem Bezugskonzept.*“) bei der „*vorläufigen Einschätzung der Langzeitsicherheit*“ ist allerdings unzureichend, nicht zuletzt wegen der erheblichen Mängel des HMGU-Konzeptes (s. AGO 2008 – Stellungnahme zur Schließung der Schachtanlage Asse).

#### S. 92 u. 97:

Der „*neue(n) potenzielle(n) Wegsamkeit in rund 700 m Teufe*“ (S. 97) wird keine signifikante Bedeutung beigemessen. Es handelt sich dabei um den Bereich in der Verlängerung der Störung S2a, der nur eine verminderte Bedeutung für die Langzeitsicherheit zugewiesen wird. Die angeführten Begründungen (S. 92) stellen reine Behauptungen dar, die offensichtlich dazu dienen sollen, diesen Bereich des Grubengebäudes nicht auch noch komplexen Überlegungen unterwerfen zu müssen. Entweder kommt dieser Störung als potenziellem Lösungsbringer eine hohe Bedeutung zu (was verschiedentlich geschieht) oder aber nicht. Es wäre sicherlich interessant, wenn die tatsächliche Existenz und Wirksamkeit dieser Störung nachgewiesen würde.

S. 95:

*„Das gesamte Porenvolumen in der MAW-Kammer bildet die Obergrenze für die Lösungsmenge...[der Radionuklide, J.K.]“.*

Mit dieser Annahme wird die Freisetzung von Radionukliden aus der MAW-Kammer deutlich begrenzt. Diese Annahme darf angezweifelt werden. Warum sollte nicht ein mehrfacher Umschlag der Lösungsmenge in der Kammer stattfinden (z.B. advective Strömung durch den Gruben/Einlagerungsbereich, Gasbildung u.ä.)?

S. 101:

*„Es ist zu erwarten, dass das Maximum des Übertritts von Schadstoffen aus dem Grubengebäude in das Deckgebirge...erfolgt, bei dem die Auspressrate von Lösung aus dem Grubengebäude bereits stark abgenommen hat“ (S. 101).*

Solche Art von nicht oder nur schwach belegten Aussagen treten im gesamten Bericht immer wieder auf. Oftmals treten – wie auch bei diesem Beispiel – ganze und zum Teil verdeckte Ketten von entsprechenden Aussagen auf. In dem Beispiel wird wieder einmal der Vergleich zum Bezugskonzept „Schutzfluid“ vorgenommen. Es mag ja sein, dass beim Vollversatz durch geringere Konvergenz weniger kontaminierte Lösung pro Zeiteinheit als im Bezugskonzept ausgepresst wird. Damit ist aber keinesfalls gesagt, dass z.B. die Konzentration der Schadstoffe in der Lösung gleich ist (sie könnte höher sein), oder von welcher (Volumen-)Konvergenzrate überhaupt ausgegangen wird.

S. 104:

Bei den Aussagen zur Radionuklidausbreitung im Deckgebirge (S. 102 – 104) wird gleichfalls mit vielen Annahmen und fraglichen wenn–dann–Aussagen gearbeitet. Beispielsweise auf S. 104, wo behauptet wird: Die kumulierte Leitfähigkeit der Wegsamkeiten durch den Rötaquifer in den Muschelkalk können bei Zutreffen bestimmter gebirgsmechanischer Bewegungen größer sein. Wenn das so ist, dann besitzt ein bestimmter potenziell ungünstiger Ausbreitungspfad eine geringere Bedeutung. *„Dies ist ein neutraler bis günstiger Unterschied“* (gegenüber dem Bezugskonzept).

Eine solche Verkettung von Aussagen, wie nur beispielhaft dargestellt, verschleiert den Sachverhalt mehr, als sie ihn erhellt. Die Aussagen beruhen weitgehend auf Annahmen bzw. Interpretationen von Sachverhalten, über die wegen mangelnder konkreter Informationen trefflich interpretiert werden kann. Im Ergebnis wird nicht mehr über unzweifelhafte Sachverhalte gesprochen (und begründete Aussagen abgeleitet), sondern die Auseinandersetzung findet nur über Interpretationen von (unzureichenden) Befunden statt.

S. 118:

*„Insgesamt kommen die Autoren dieses Berichts zur Gesamtbewertung, dass die Langzeitentwicklung des Systems Schachanlage Asse II im Rahmen der bestehenden Verhältnisse sicher ist“.*

Diese Aussage wird konterkariert durch die weitere Aussage, dass „nicht belastbar vorhergesagt“ werden kann, ob das Schutzziel 0,3 mSv/a erreicht werden kann. Allerdings ist dann nicht zu verstehen, weshalb die „Langzeitentwicklung des Systems Schachanlage Asse II im Rahmen der bestehenden Verhältnisse sicher ist“. Möglicherweise unterscheiden die Autoren zwischen einer langzeitsicher stillgelegten Schachanlage einerseits und dem Nachweis der Langzeitsicherheit andererseits. Was damit bezweckt werden soll, ist unklar; ob es zulässig ist, ist zweifelhaft.

## **Ergebnis:**

**Die angeführten Beispiele, die sich (fast) beliebig erweitern ließen, weisen auf ein grundlegendes Problem der Machbarkeitsstudie zur Vollverfüllung hin: Es gibt relativ wenig harte Befunde, aber es werden weitgehende Schlußfolgerungen gezogen und Behauptungen aufgestellt, die bestenfalls Interpretationen von Sachverhalten darstellen. Nirgendwo wird klar sichtbar, wo es sich um eine Interpretation oder reale Befunde handelt. Das ist der tiefere Grund, weshalb die vielen Aussagen der Studie so seltsam „schwammig“ daherkommen. Dieses wird noch verstärkt durch den immerwährenden Bezug auf HMGU-Konzept, das seinerseits in vielen Aspekten weder vollständig noch nachvollziehbar oder plausibel ist.**

Es wäre besser gewesen, die Autoren hätten sich von dem Bezugskonzept gelöst und sich auf die bekannten und belastbaren Befunde und Aussagen als Ausgangspunkt ihrer Überlegungen beschränkt.

Frage: Warum hat man nicht überlegt, anstelle von  $\text{MgCl}_2$ -Lösung Sorelbeton zu benutzen und alle Hohlräume (auch oberhalb 700 m) damit zu füllen?

## **Anlage 6**

Krupp, R.: Stellungnahme zur Studie über die Möglichkeit einer Rückholung der LAW als Stilllegungsoption, Stand: 21.10.2009

Dr.habil. Ralf E. Krupp  
Flachsfeld 5  
31303 Burgdorf

---

Telefon: 05136 / 7846 — e-mail: ralf.krupp@cretaceous.de

An: Stimmberechtigte Mitglieder, Begleitgruppe Asse II (A2B)

CC: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

CC: Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO)

**Stand : 21.10.2009**

## **Stellungnahme zur Studie über die Möglichkeit einer Rückholung der LAW als Stilllegungsoption**

### **Allgemeines**

Die von der DMT GmbH & Co KG und der TÜV NORD SysTec GmbH & Co KG gemeinsam vorgelegte Studie hat einen Umfang von 350 Seiten und führt den Titel: Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse. Bearbeitungsstand ist der 25.09.2009.

Die folgenden Anmerkungen beschränken sich auf Punkte, die kritisch gesehen werden oder neue Aspekte erbringen.

### **Zu Kapitel 2**

Auf Seite 19 f. finden sich interessante Angaben über die Dauer der Herstellung bestimmter Auffahrungen, die im Hinblick auf die Umlagerung von Interesse sind. Bezüglich Schacht 4 und der Kaverne in dessen Schachtsumpf heißt es: „*Der Schacht (...) wurde zwischen 1974 und 1975 auf 926 m abgeteuft. Zwischen 1976 und 1977 wurde der Schacht im Rahmen der Forschungsarbeiten um eine Kaverne bis in 996 m Teufe erweitert. (...) Unterhalb 725 m Teufe hat der Schacht einen Rechteckquerschnitt mit den Abmessungen 2 m x 4 m. (...) /18/.*“

Ergänzend hierzu ergibt sich aus dem Herleitungsbericht (HMGU, 2008; S. 13), dass der Schacht 2 im Jahr 1985 von 764 m auf 950 m vertieft wurde. Aus einem Gutachten aus dem Jahr 1993 ([www.aufpassen.org/gutachten1993c.pdf](http://www.aufpassen.org/gutachten1993c.pdf) ; S.132) geht hervor, dass diese Teufarbeiten mit einer Vollschnittbohrmaschine erfolgt sind.

Aus diesen Angaben kann festgehalten werden:

- Der anfangs 926 m tiefe Tagesschacht Asse 4 wurde in weniger als 2 Jahren abgeteuft.
- Der Schacht Asse 2 wurde in weniger als einem Jahr mit einer Vollschnittbohrmaschine um fast 200 m vertieft.
- Die Kaverne (Schacht 4) mit ca. 26 m Durchmesser, 36 m Höhe und 10 860 m<sup>3</sup> Volumen (IfG, 2006) wurde in weniger als 2 Jahren hergestellt, ohne dass eine Unterfahrung notwendig war.

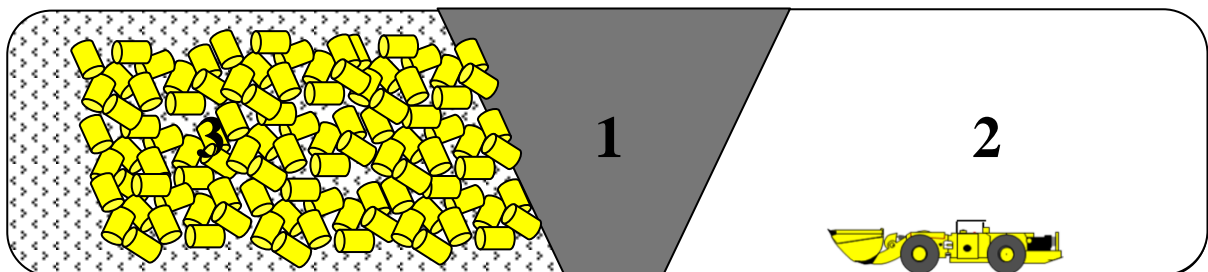
Auf Seite 21 werden die gemessenen Streckenquerschnitte der Wendelstrecke mit 17 bis 18m<sup>2</sup> beziffert. Demgegenüber hat Ercosplan in der Umlagerungsstudie für die herzustellenden Unterfahrungsstrecken einen Querschnitt von 27 m<sup>2</sup> angenommen, woraus ein deutlich erhöhter Zeitbedarf für die Herstellung resultiert (wegen der begrenzten Schachtförderkapazität für den abzufördernden Ausbruch).

### Zu Kapitel 3

Bei den Strategien zur Verringerung der Kammerspannweiten (S. 75 f.; Abbildung 3.1.1) bleibt bei Verfahren 1 unklar, weshalb die Kammern längs und nicht quer geteilt werden sollen. Die Böschungslänge würde sich dann verringern.

Beim Verfahren 2 (Türstock-Ausbauten) wäre ein intensiver Personeneinsatz vor Ort erforderlich und das Ergebnis scheint zweifelhaft.

Es scheint fraglich, dass alle Verfahrensvarianten betrachtet worden sind. Beispielsweise wäre es denkbar, senkrecht zur Kammerlängsachse abschnittsweise die Kammern zu leeren und zu betonieren, von der Kammermitte ausgehend (Siehe Abbildung 1):



**Abbildung 1** – Senkrechter Kammerlängsschnitt mit den Bauabschnitten 1 bis 3:

- 1 – Leerfördern eines Prismas von trapezförmigem Querschnitt aus der Kammermitte unter Einhaltung standsicherer Böschungen. Anschließend Verfüllung mit Sorelbeton zur Schaffung eines Tragelementes.
- 2 – Leerfördern eines randlichen Abschnittes. Danach Ausbetonierung mit Sorelbeton.
- 3 – Räumung und Verfüllung des verbliebenen Abschnittes mit Sorelbeton. (Abschnitte 3 und 2 eventuell auch gleichzeitig möglich).

Das Entsorgungskonzept für die rückgeholten Abfälle sieht faktisch eine Endlagerung in Schacht Konrad vor, weil ein anderes Endlager in absehbarer Zeit nicht zur Verfügung stehen wird. Daher müssten (u.a.) folgende Bedingungen erfüllt werden:



- Errichtung eines übertägigen Pufferlagers auf oder nahe dem Asse-Betriebsgelände für bis zu 100 000 m<sup>3</sup> unkonditionierte Abfälle.
- Errichtung einer kerntechnischen Anlage mit genügend heißen Zellen zur Konditionierung und Umverpackung der ausgelagerten Abfall-Ströme in Konrad-Behälter. Hierzu fehlen auch Betrachtungen zur Freisetzung von Radioaktivität infolge der Zutage-Förderung, Lagerung, Hochdruck-Verpressung, Trocknung, etc. der zu konditionierenden Abfälle.
- Errichtung eines übertägigen Zwischenlagers für Konrad-Behälter. Je nach Zeitablauf für bis zu 100 000 m<sup>3</sup> Abfälle plus Verpackungsvolumen, also bis zu 200 000 m<sup>3</sup>. Dieses Zwischenlager allein entspricht einer Halle von 200 m Breite x 250 m Länge x 4 m Höhe (ohne Zwischenabstände zwischen Containern und Kopfraum für Krananlagen). Man beachte, dass Abbildung 3.3.2 (S. 96) keinen Maßstab hat !
- Für die Umverpackung der konditionierten Abfälle müsste die zeitgerechte Verfügbarkeit der benötigten Anzahl Konrad-Container gewährleistet werden.

In der Machbarkeitsstudie fehlen entsprechende Nachweise, dass diese Voraussetzungen im maßgeblichen Zeitrahmen erfüllt werden können. (Siehe auch Seite 93 !)

Weiter wird ausgeführt (S. 82 ff.), dass lediglich die „*Grundanforderungen zur Abfallproduktqualität*“ für das Endlager Schacht Konrad erfüllt werden brauchten. Es wird dargelegt, weshalb diese Anforderungen durch die Asse-Abfälle erfüllt werden sollen. – Bei den „*maßgeblichen Nukliden*“ wird das Americium-241 nicht genannt. – Es wird mit dem Begriff „*erhöhter Störfallsummenwert*“ gearbeitet, ohne dass dieser definiert ist.

Aus den Darstellungen zur Konditionierung (S. 85 ff.) muss der Schluss gezogen werden, dass die Asse-Annahmekriterien auch eine Annahme der umverpackten Abfälle in Schacht Konrad erlauben, ohne dass stoffspezifische Betrachtungen erfolgen. Es drängt sich der Verdacht auf, dass die im Falle der Asse früher üblichen, unzureichenden, heute zu Recht kritisierten Annahme-Praktiken, die maßgeblich zu den Unwägbarkeiten beigetragen haben, im Falle einer Endlagerung in Schacht Konrad wiederholt werden könnten. Die Endlagerung radioaktiver Abfälle ohne vollständige und aussagefähige Abfall-Charakterisierung, zu der auch die Zusammensetzung der nicht radioaktiven Abfallbestandteile gehört, wird äußerst kritisch gesehen.

Die vorgesehene Charakterisierung der Abfälle (S. 91 ff.) unterstellt eine zuverlässige Beurteilung der Radionuklid-Gehalte anhand von Nuklid-Vektoren, die aus der Datenbank ASSEKAT abgeleitet und auf die Leit-Nuklide Co-60 und Cs-137 bezogen werden sollen. Diese Leit-Nuklide sollen durch In-situ Gammaskopie bestimmt werden.

Diese Vorgehensweise ist aus folgenden Gründen problematisch:

- Der AGO wurde von verschiedenen Experten des BfS und des FZK (Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe - HDB) mehrfach erläutert, weshalb die Gammaskopie keine zuverlässigen Angaben zum Nuklidinventar von Abfällen liefern könne.
- Die beiden Leit-Nuklide Co-60 und Cs-137 sollen stellvertretend für Aktivierungsprodukte bzw. Spaltprodukte stehen. Zerfallsprodukte, wie beispielsweise Am-241, werden dabei nicht berücksichtigt, obwohl dieses Nuklid einen dominierenden Anteil an der Gesamt-Aktivität des Asse-Inventars hat. Die großen Mengen eingelagerter Urans und Thoriums würden dabei ebenso unberücksichtigt bleiben wie z.B. Co-60 Quellen, die gesondert von den Aktivierungsprodukten aus Reaktorabfällen betrachtet werden müssten. Auch die mögliche Bildung von Tritium durch (n,α) Reaktionen actinidenhaltiger Boratsalze (Verdampfer-Konzentrate) bliebe unberücksichtigt.

Im Endergebnis wäre der Informationsstand über die in Konrad eingelagerten radioaktiven Abfälle aufgrund der Durchmischung im Zuge der Konditionierung geringer als zuvor. Der derzeitige Informationsstand über die in der Asse lagernden Abfälle ermöglicht wenigstens noch eine kammergenaue Zuordnung. An diesem Informationsverlust ändert auch die vorgesehene Dokumentation (S. 98) nichts.

Zur Freigabe der untertägigen Bereiche (S. 98 f.) ist anzumerken, dass es wenig sinnvoll erscheint die Lagerkammern zu dekontaminieren und das leicht kontaminierte Salz dann freizugeben und so einer übertägigen Verwertung (wie ?) oder Beseitigung (wo ?) zugänglich zu machen. Das kontaminierte Salz sollte besser bleiben wo es ist.

Aus Kapitel 3.6 (S. 117 ff.) ergibt sich, dass für den Personen und Abfall-Transport jeweils der Schacht 2 (gleichzeitig einziehender Wettertrumm) vorgesehen ist. Soweit untertage eine zuverlässige Dekontamination der Abfallgebinde möglich ist, mag dies hinnehmbar sein. Eine strikte Trennung (Vgl. K&B-Konzept (Krupp & Bertram, 2009) zur Umlagerung) wäre vorzuziehen.

In Kapitel 3.6.3.5 (S. 128 f.) wird die Umlagerungs-Option angesprochen. Nach Ansicht des Verfassers bestehen bei genauerer Betrachtung jedoch kaum Gemeinsamkeiten zwischen den Bergungs-Phasen der Rückholungs- bzw. K&B-Umlagerung-Option, weil hier unterschiedliche Anforderungen an die geborgenen Abfälle zu stellen sind.

Die unter 3.6.3.6 dargestellten Varianten zur Kammeröffnung und Sicherung der Firste sind dann erforderlich, wenn auf eine möglichst intakte Gewinnung der Abfallgebinde Wert gelegt wird. Ob dies gelingen kann ist fraglich, da beim Abfräsen oder Losreißen von Lösern von der Firste Material auf die Abfallgebinde herabfällt. Im Falle einer direkten Umlagerung nach dem K&B-Konzept wäre auch eine einfache Kammeröffnung von der Kammersohle aus denkbar. Die Gebinde würden ohne Rücksicht auf Integrität zusammen mit dem Salzgrus mannos und fernhantiert gewonnen und anschließend ohne Zwischenschritte verkippt. Eine Firstsicherung könnte sich möglicherweise einfacher gestalten oder ganz entfallen, allerdings mit dem erhöhten Risiko, dass Maschinen durch größere Löserfälle beschädigt werden könnten.

Das Gewinnungsverfahren A (S. 141) für verstürzte Abfälle sieht den Einsatz von Raupenbaggern der 30-t-Klasse vor, die auf den Gebinden herum fahren sollen. Hier werden große Probleme vorhergesehen, soweit auf eine Gewinnung intakter Gebinde Wert gelegt wird. Probleme werden auch beim Einsatz der Shuttlecars gesehen, die über Kettenkratzförderer zur Entladung verfügen und dabei marode Gebinde leicht zerstören können. Das Gewinnungsverfahren B (S. 145) für gestapelte Gebinde nennt zwar eine Reihe möglicher Gräte und Sonderkonstruktionen, bleibt aber im Unbestimmten. – Beiden Gewinnungsverfahren ist gemeinsam, dass sie eine Vielzahl von verschiedenen Geräten benötigen.

Bei der Verfüllung der „geleerten“ Kammern (S. 146 ff.) sind in den Abbildungen 3.6.12 und 3.6.13 die Abfallgebinde noch vorhanden, was beim Leser Irritationen verursacht.

Die Übertragung der Bergungs- und Transport-Philosophie von der Rückholung (S. 150) auf die interne Umlagerung ist wegen der unterschiedlichen Anforderungen nicht sinnvoll. Für die Umlagerung nach dem K&B-Konzept ist eine einfachere und robustere Vorgehensweise möglich.

Bei der Untertage-Konditionierung (S. 122 ff.), die eine Verpackung für einen kontaminationsfreien Schachttransport vorsieht, stellt sich die Frage, wie die Abwesenheit von Oberflächenkontamination für jedes einzelne strahlende Gebinde sichergestellt bzw. nachgewiesen werden soll. Immerhin sollen die so verpackten Gebinde im gleichen Förderkorb alternierend zu Personen befördert werden.

Es fehlen Aussagen zur Machbarkeit der Konditionierungsschritte. Beispielsweise stellt sich die Frage, ob eine Hochdruckverpressung betonierter Gebinde zu einem handhabbaren Pellet oder eher zu einem bröseligen Schrottklumpen führt. Es fehlen Angaben zur Störanfälligkeit der Pressen, beispielsweise wenn eine Bleiabschirmung samt Inhalt sich in der Presse verknetet und diese blockiert. Es ist auch unklar welche der zahlreichen Arbeitsschritte den Einsatz von Personen in Gebindenähe erfordern.

Eine Dekontamination der Einlagerungskammern und Transportstrecken (S. 160) sollte keine hohe Priorität haben, weil es zunächst darum gehen muss, möglichst viel Aktivität in möglichst kurzer Zeit zu bergen und zu sichern. Aus Gründen der Standsicherheit sollten insbesondere die Einlagerungskammern sofort nach Leerung und nach erfolgtem Sauberladen mit Sorel-Beton verfüllt werden. Bei den Transportstrecken sollte eine Dekontamination auf die Bereiche konzentriert werden, die für die abschließenden Arbeiten den Aufwand und die damit verbundenen radiologischen Belastungen rechtfertigen.

Die Ausführungen zum Strahlenschutz (S. 160 ff.) sind sehr allgemein und die Forderungen eigentlich selbstverständlich. Sie machen jedoch den großen Aufwand deutlich, der bei einer Rückholung erforderlich wäre. Die Machbarkeit und Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen ist nicht belegt.

#### **Zu Kapitel 4**

Der Zeitbedarf für die Vorlaufphase der betrachteten Varianten 1 bis 4 (Seite 184 ff.) wird in Tabelle 4.4.3 gegenüber gestellt. Leider wurden hier verschiedene Schritte und Anlagenteile nicht berücksichtigt, z.B.:

- Erwerb und Herrichtung einer ausreichend großen und ebenen Fläche in Schachtnähe für den zu errichtenden kerntechnischen Komplex
- Planung, Genehmigung und Bau eine Untertage-Konditionierungsanlage
- Planung, Genehmigung und Bau eines Übertage-Pufferlagers
- Planung, Genehmigung und Bau einer Konditionierungsanlage mit heißen Zellen
- Beschaffung der benötigten Anzahl Konrad-Container
- Ertüchtigung und Anbindung der Bahnstrecke

Die veranschlagten Zeiträume für die Vorlaufphase erscheinen daher deutlich zu niedrig. Es ist für den Zeitbedarf vermutlich auch wichtig, wie groß, d.h. für welche Variante die kerntechnische Übertageanlage geplant und errichtet werden muss.

## Zu Kapitel 5

Variante 1:

Die Betrachtung des Zeitbedarfs für die Rückholung der Abfälle in der Variante 1 (S. 187 bis 224) erscheint zu optimistisch:

- Bei der Bergung der Abfälle wurden die Nebenarbeiten zur schritt- und scheibenweisen Gewinnung, wie sie in Kapitel 3.1 ausgeführt worden sind, nicht berücksichtigt.
- Nach Anlage 7 sollen die Sanierung des Streckennetzes und der Bau der UTK parallel erfolgen, aber der Bau der UTK setzt die Streckensanierung in diesem Bereich eigentlich voraus.
- Die Bauzeit der UTK scheint mit 48 Tagen knapp bemessen.
- Der Wirkungsgrad der UTK von 0,8 (80%) wird als zu optimistisch angesehen, weil diese Tätigkeiten komplex und störanfällig sind, besonders die Hochdruck-Pressen. - Auch für die Gewinnung und den Schachttransport müssen Wirkungsgrade wegen Ausfallzeiten angesetzt werden, die zeitlich in der Regel nicht zusammenfallen. Der Gesamtwirkungsgrad ist daher das Produkt der einzelnen Wirkungsgrade.

Variante 2:

Die zu Variante 1 vorgetragene Kritik gilt gleichermaßen für Variante 2.

Da bei der Variante 2 insgesamt 7 Kammern geräumt werden sollen, wäre auch eine Parallel-Räumung zu betrachten. Dadurch könnte der Zeitbedarf verkürzt werden, weil die Bergung der Abfälle der zeitkritische Schritt ist.

Die zu Varianten 1 und 2 vorgetragene Kritik gilt gleichermaßen für Variante 3.

Da bei der Variante 3 insgesamt 12 Kammern geräumt werden sollen, wäre unbedingt auch eine Parallel-Räumung zu betrachten. Dadurch könnte der Zeitbedarf wesentlich, d.h. bis zur Ausschöpfung der Schacht-Kapazität, verkürzt werden, weil ansonsten die Bergung der Abfälle der zeitkritische Schritt ist.

Variante 4:

Die Variante 4 entspricht der Variante 3 plus der zusätzlichen Dekontamination der Kammern und Strecken. Der Nutzen einer Dekontamination wäre gegenüber dem zusätzlichen Zeitaufwand und der resultierenden zusätzlichen Kollektivdosis abzuwägen. Da eine Nachnutzung des Bergwerkes nicht in Frage kommt und die verbleibenden, vergleichsweise geringen Mengen von Radionukliden durch die Sorelbeton-Verfüllung weitgehend fixiert würden, wäre der Nutzen einer Dekontamination gering.

## **Zu Kapitel 6**

In Kapitel 6 (S. 262 ff.) werden die radiologischen Konsequenzen der Rückholung betrachtet. Schwebstoffe sollen durch HEPA-Filter (Filterklasse H14) zurück gehalten werden. Bezüglich der Machbarkeit fehlt ein Hinweis, dass HEPA-Filter in Größen verfügbar sind, die den gesamten Abwetterstrom filtern könnten.

Bei der Berechnung der Strahlenexposition des Personals (S. 284) wurde davon ausgegangen, dass alle nVBA mit Beton verfüllt sind, was sicher nicht zutrifft.

Es wurde weiterhin (S. 284 f.) für jede Kammer eine mittlere Dosisleistung für VBA und nVBA Gebinde ermittelt und ein mittlerer Abstand der Person zum Gebinde von 3 m unterstellt. Es ist jedoch nicht klar, ob die ermittelte Personendosis sich auf ein einzelnes Gebinde bezieht, oder auf mehrere bzw. alle Gebinde, die in der Nähe sind.

Für die Dekontamination (S. 286) in Variante 4 wurde keine zusätzliche Strahlenbelastung gegenüber Variante 3 angenommen. Dies erscheint unrealistisch, weil gerade das Nachfräsen der Kammern und der Fahrbahn vermutlich sehr viel radioaktiven Staub erzeugt.

Zur Vermeidung von Staubbildungen durch Löserfall (S. 293) wird in der Studie eine regelmäßige Nachbearbeitung der Firsten vorgeschlagen. Aber auch dabei wird Material von der Decke zu Boden fallen und Staub aufwirbeln. Es ist daher fraglich, worin das kleinere Übel zu sehen ist. In diesem Zusammenhang scheint das von Raupenkettens und Gummireifen aufgewirbelte Bodenmaterial, das nicht betrachtet wurde, wesentlich wichtiger.

Die Begrenzung der Transportgeschwindigkeiten auf 7 km/h zur Störfall-Vorsorge (S. 299) sollte kritisch gegen den damit verbundenen Zeitverlust abgewogen werden. Zeitgewinn ist ein wesentlicher Sicherheitsfaktor bei der Stilllegung der Schachtanlage Asse II.

## **Zu Kapitel 7**

In Kapitel 7 (S. 312 ff.) werden die Ergebnisse der detaillierten Betrachtungen zusammengefasst, mit dem Ergebnis, dass alle 4 Varianten grundsätzlich möglich seien. Es wird darauf hingewiesen, dass die Varianten auch nacheinander im Sinne einer schrittweisen Räumung und Rückholung verstanden werden können. Dies würde allerdings von Anfang an den Bau einer kerntechnischen Übertage-Anlage mit einer Kapazität entsprechend Variante 3 erfordern.

### **Fazit:**

Die Machbarkeitsstudie zur Rückholung ist im Wesentlichen logisch gegliedert und verständlich geschrieben. Die Studie ist grundsätzlich plausibel und nachvollziehbar. Dennoch konnten eine Reihe noch offener Fragen identifiziert werden, die sich besonders auf die Abschätzungen des Zeitbedarfs und der radiologischen Belastungen auswirken und einer ergänzenden Betrachtung bedürfen.

## **Anlage 7**

Krupp, R.: Stellungnahme zur Machbarkeitsstudie für die Umlagerung radioaktiver Abfälle, Stand:  
12.10.2009

Dr.habil. Ralf E. Krupp  
Flachsfeld 5  
31303 Burgdorf

---

Telefon: 05136 / 7846 — e-mail: ralf.krupp@cretaceous.de

An: Stimmberechtigte Mitglieder, Begleitgruppe Asse II (A2B)

CC: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

CC: Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO)

**12.10.2009**

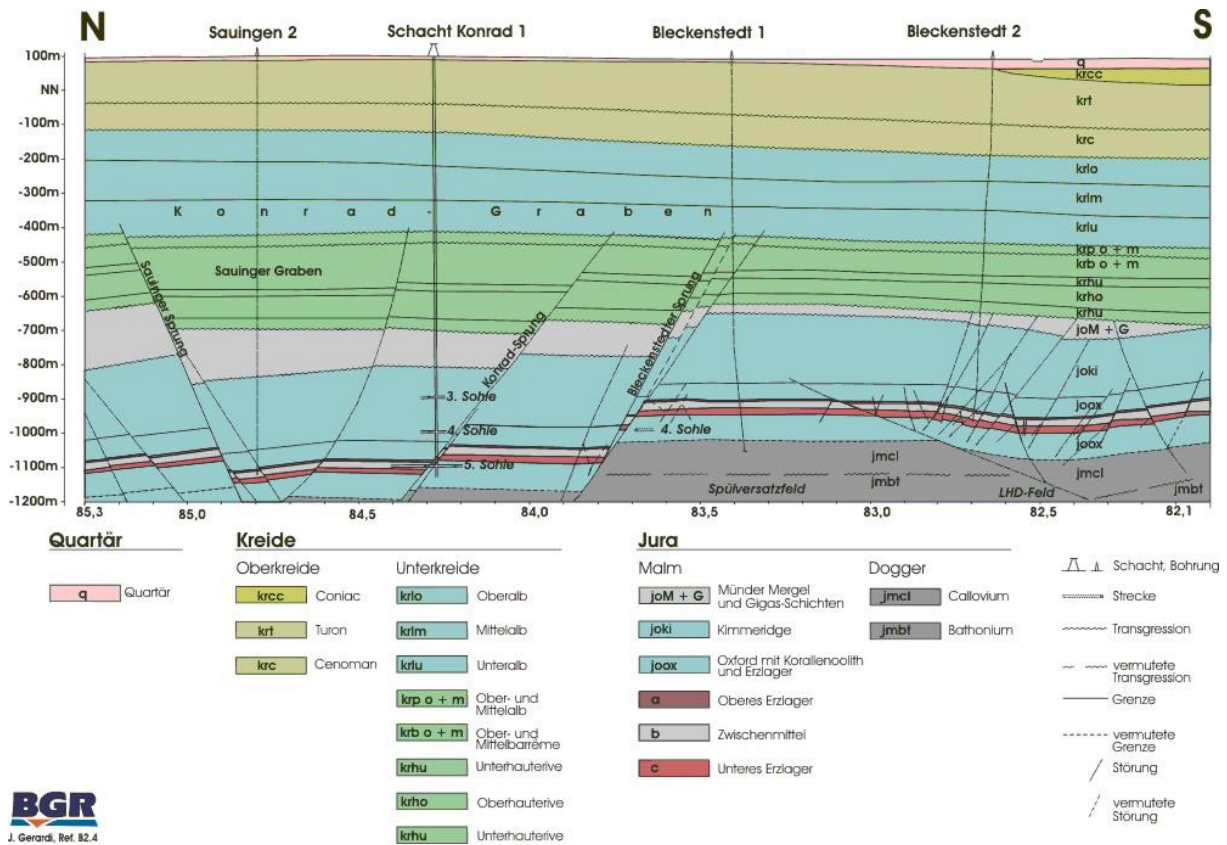
### **Stellungnahme zur Machbarkeitsstudie für die Umlagerung radioaktiver Abfälle**

Die gemeinschaftlich von der Ercosplan Ingenieurgesellschaft und der TÜV Nord SysTec GmbH erstellte, 237 Seiten starke Machbarkeitsstudie zur Umlagerung der radioaktiven Abfälle in der Schachanlage Asse II untersucht eine Reihe von Varianten und Subvarianten, die leider erst gegen Ende der Studie in Kapitel 9 näher beschrieben werden. Nach zahlreichen Tabellen und Vorbemerkungen beginnt der Hauptteil der Studie mit Kapitel 4, das eine Beschreibung der bergbaulichen, geologischen und hydrogeologischen Randbedingungen enthält.

#### **Zu Kapitel 4**

Interessant ist das Unterkapitel 4.1.3, das auf neuen und der AGO bislang nicht bekannten Bearbeitungen beruht (Franzke und Schwandt, 2008; Voigt et al. 2008).

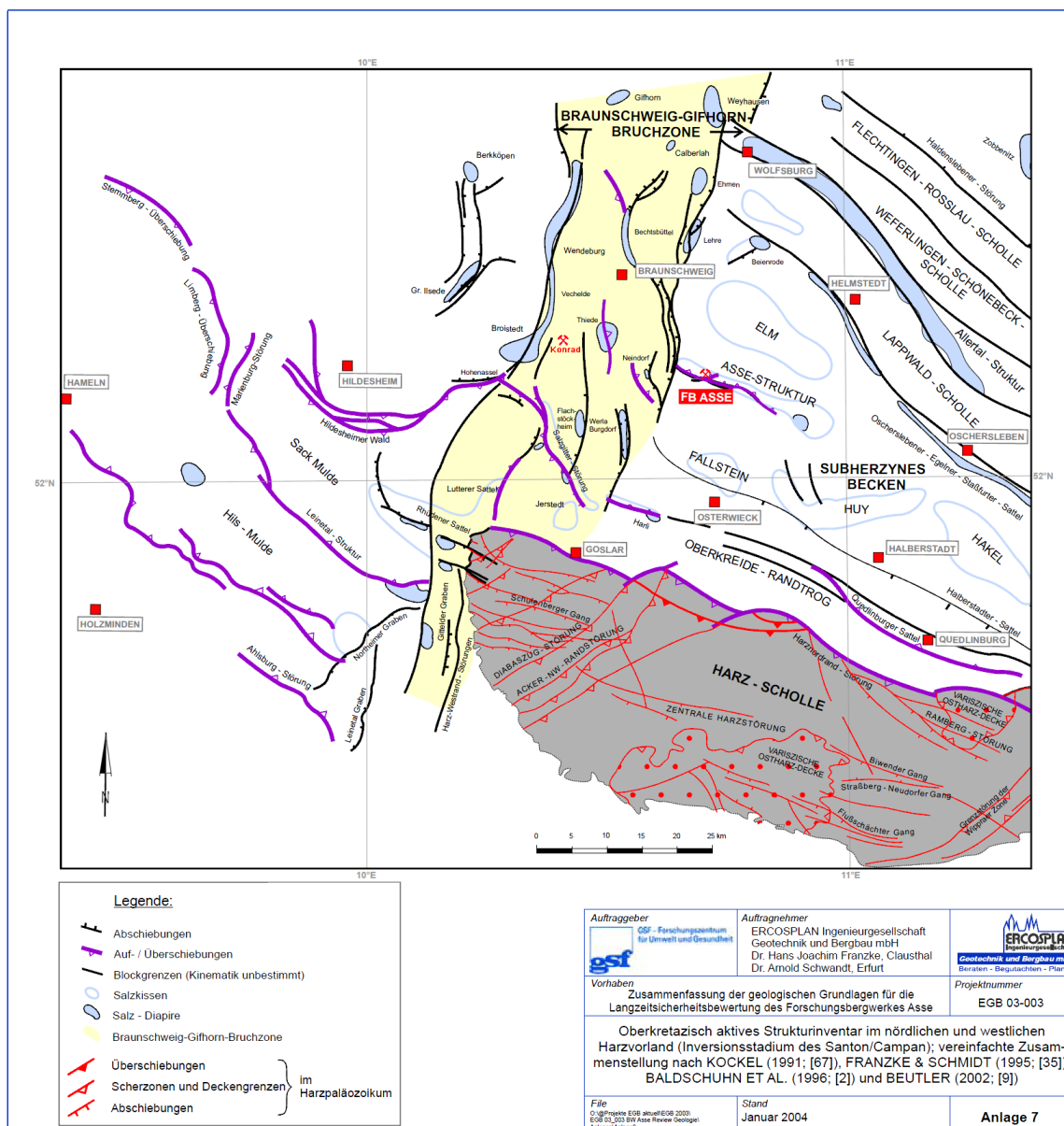
So wird beispielsweise referiert, dass sich das Schollensegment des Harzes erst seit dem Coniac (Oberkreide) aus seiner Umgebung herauszuheben begann. Zwischen dem Harz und der Subherzynen Senke kamen so seit der Oberkreide an der Nordrandstörung vertikale Versetzungsbeträge von rund 7 Kilometern zustande. Es ist daher schlechterdings nicht vorstellbar, dass die Unter- und Oberkreideschichten, die den Gifhorner Trog und das genehmigte Endlager Schacht Konrad diskordant überlagern, von Bruchtektonik verschont worden sein könnten. Hieraus ergeben sich neue Gesichtspunkte für die Barrieren-Integrität des Endlagers Konrad und damit indirekt auch für die Rückhol-Optionen für die Asse, soweit die Abfälle in Schacht Konrad endgelagert werden sollen.



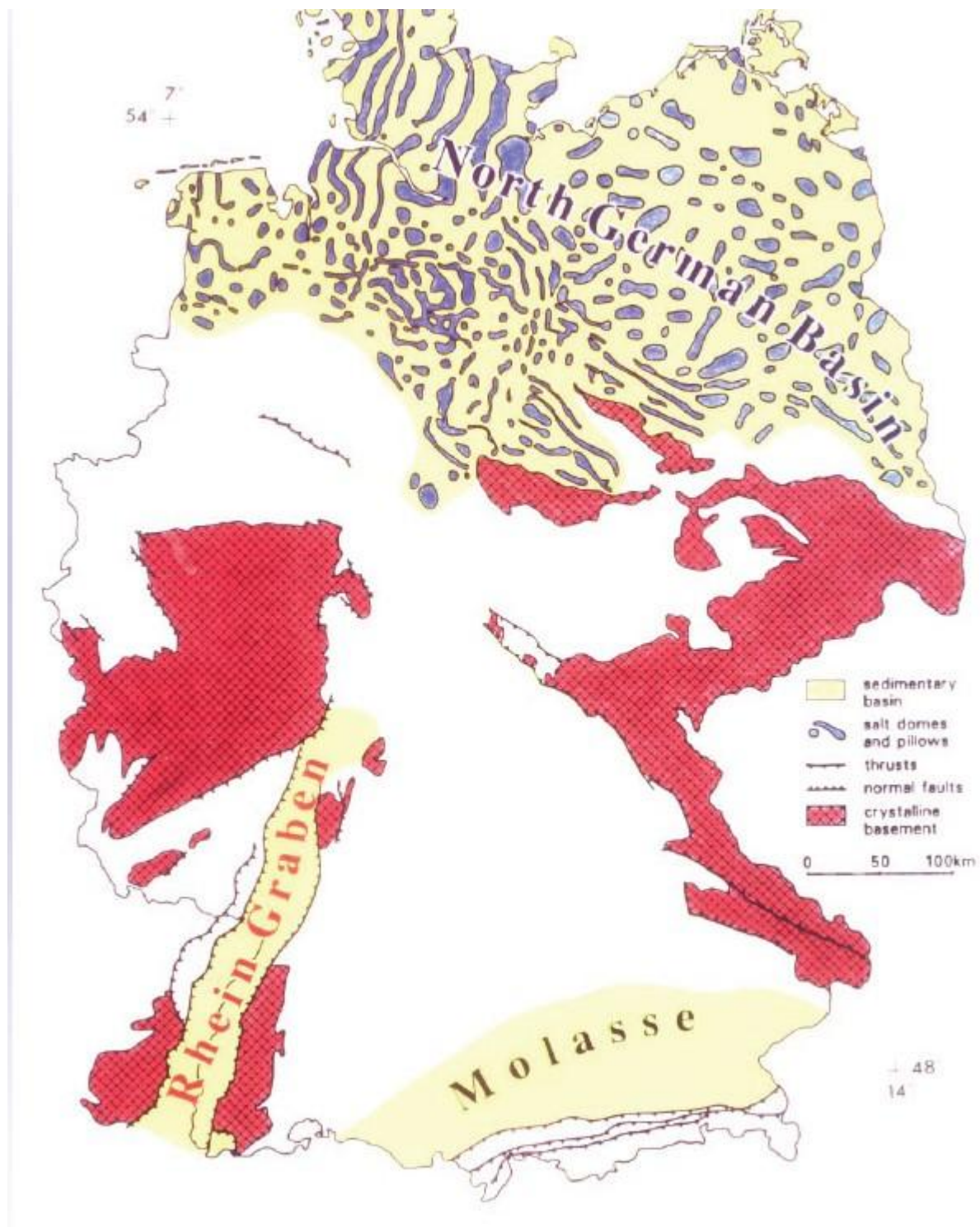
**Abbildung 1** – Nach dieser, von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) erstellten Darstellung und ähnlichen Profildarstellung in Broschüren des BfS endet die Bruchtektonik bereits im Ober-Alp. Nach neueren Erkenntnissen begann die Heraushebung des Harzes aber erst im Coniac. Damit sind weitere tektonische Bewegungen auch im Subherzynen Becken anzunehmen. Dies hat Konsequenzen für die Langzeitsicherheit des Endlagers Konrad.

Auch die beiden nachfolgend wiedergegebenen Abbildungen machen die geotektonische Position sowohl der Asse wie auch von Schacht Konrad deutlich. Demnach stellt sich die Braunschweig-Gifhorn Bruchzone als rheinisch streichendes Element in nördlicher Verlängerung des Oberrhein-Grabens dar, der als Zentralgraben des Rheingraben-Riftsystems anzusehen ist. Das Gebiet kann daher auch nicht als tektonisch inaktiv betrachtet werden, selbst wenn in historischer Zeit keine größere seismische Aktivität bekannt geworden ist.





**Abbildung 2** – Strukturkarte der Region um den Gifhorne Trog. Die Braunschweig-Gifhorn-Bruchzone (gelb) ist ein Teil der tektonisch aktiven Rheingraben-Riftzone. (Die Lage von Schacht Konrad wurde vom Verfasser ergänzt.)



**Abbildung 3** – Tektonische Großstrukturen in Deutschland. Man beachte die Angleichung der Salzstrukturen an die rheinische Tektonik in NNE-Verlängerung des Oberrheingrabens. Dieser Bereich entspricht der Gifhorn-Braunschweig Bruchzone.

Quelle: BGR, [cdl.niedersachsen.de/blob/images/C51114281\\_L20.pdf](http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C51114281_L20.pdf)

Die neuen Erkenntnisse, dass sich der Asse-Sattel noch im jüngeren Tertiär und Quartär herausgehoben haben soll, werfen erneut die Frage auf, ob Endlager in den norddeutschen Salzstöcken über geologische Zeiträume exhumiert werden können. Sie machen deutlich, dass Endlager so tief wie möglich angelegt werden sollten.

In dem Kapitel 4 werden zwar reflexionsseismische Messungen erwähnt, jedoch fehlt eine Referenz, und die reflexionsseismischen Ergebnisse, insbesondere über den tieferen Bereich der Asse-Struktur, wurden nicht berücksichtigt. Demzufolge entspricht der Schnitt in Anlage 7, Blatt 2 nicht dem aktuellen Kenntnisstand. Als Folge kommen die Bearbeiter auf Seite 50 (letzter Satz) zu unzutreffenden Aussagen über die lokale Dicke des angestauten Zechstein-Salinars.

## **Zu Kapitel 5**

Grundsätzlich fällt auf, dass in der Studie durchweg von Anforderungen und Bedingungen ausgegangen wird, wie sie allgemein für den Bau und Betrieb von Bergwerksanlagen und Einrichtungen mit langer Nutzungsdauer (z.B. Kalibergbau) charakteristisch sind. Bei der zu beurteilenden Aufgabe handelt es sich jedoch um eine singuläre, kurzfristig abzuschließende Notmaßnahme zur Sicherung der vorhandenen radioaktiven Abfälle, die teilweise eine andere Betrachtungsweise erfordert bzw. ermöglicht. Dies betrifft, abhängig von der betrachteten Variante, insbesondere die Aspekte Bewetterung, Fluchtwege, Schachtausbau und Strecken- bzw. Schachtverschlüsse. Die Folge sind mögliche Fehlschlüsse bezüglich des Zeitbedarfs, radiologischer Belastungen der Belegschaft, sowie der Kosten (die vom Verfasser nicht weiter betrachtet werden).

Die vom Verfasser in einer Konzeptskizze (Krupp & Bertram, 2008; als Anlage 2 in AGO 2009) vorgeschlagene Umlagerung aller Abfälle, nachfolgend als K&B-Variante bezeichnet, wurde in der Machbarkeitsstudie nicht betrachtet, obwohl in der Leistungsbeschreibung ausdrücklich steht:

*„Als Arbeitsgrundlage ist der Abschlussbericht der AGO-Phase-1 "Bewertung von Optionen der Sicherheitssituation im Rahmen der Stilllegung der Schachanlage Asse II" und insbesondere die Anlage 2 des Berichts heranzuziehen“.*

Und weiter:

*„Vom AN sind folgende Punkte zu bearbeiten: (1) Bewertung der "Konzeptskizze für einen tiefen Endlagerbereich in der Schachanlage Asse II" (Anlage 2 des AGO-Berichts) hinsichtlich der bergbaulichen Machbarkeit, des notwendigen Zeitbedarfs und genehmigungsrechtlicher Voraussetzungen.“*

Die knappe Begründung (Vgl. Kapitel 6.5.1, Seite 136) für die auftragswidrige Nicht-Betrachtung der K&B-Variante ist nicht stichhaltig, weil sie von falschen Voraussetzungen ausgeht. Die Machbarkeitsstudie zur Umlagerung ist also in einem zentralen Punkt unvollständig. Demgegenüber sind die in der Machbarkeitsstudie ausführlich betrachteten Varianten aus radiologischen und zeitlichen Gründen nicht sinnvoll, worauf bereits früher (Krupp & Bertram, 2008) deutlich hingewiesen worden war.

**Zu Kapitel 5.1.1:** Die Einführung in Abteuf-Techniken bringt zum Ausdruck, dass ein Schachtbohren aus dem Vollen bislang nicht marktüblich ist. Insofern ist die von Krupp & Bertram vorgeschlagene Vorgehensweise bei der Kavernenherstellung möglicherweise nicht machbar. Allerdings existieren Sonderverfahren, die gerade auf des Asse schon erprobt

worden sind (Information Dr. Kappei; bestätigt von Dr. Berger/Thyssen Schachtbau). Auch bei der DBE soll hierzu Know-How verfügbar sein, weil entsprechende Techniken auch in Gorleben bereits untersucht worden sein sollen. Bei diesen Verfahren wird trocken gebohrt und das Bohrklein wird abgesaugt.

Soweit diese Sonderverfahren nicht zum Einsatz kommen können, ist bei der Herstellung von Bohrschächten somit erforderlich, zunächst eine Unterfahrung bergmännisch herzustellen, über die das herunterfallende Bohrgut konventionell abgefördert werden kann. In diesem Punkt wäre die K&B-Konzeptskizze des Verfassers zu modifizieren gewesen. Das modifizierte K&B-Konzept ließe sich realisieren, wenn zunächst ein Tiefenaufschluss in z.B. 1200 m voraus ginge, beispielsweise durch eine Vertiefung des Schachtes Asse 2 und von dort aus eine Auffahrung von Richtstrecken zu den Zielpunkten der Schachtbohrungen erfolgen würde.

**Zu Kapitel 5.1.2:** Abgesehen von dem ggf. zu vertiefenden Schacht Asse 2 wären die Kavernenbohrungen in der K&B-Variante als Großbohrlöcher (Raise-Verfahren) im trockenen Salzgebirge (Staßfurt-Steinsalz) auszuführen und ein Schachtausbau in diesen Bohrungen wäre nicht vorzunehmen. Eine Kontamination der Wandungen der Kavernenbohrungen während der Umlagerung durch Versturz wird vom Verfasser als unproblematisch angesehen, weil ab diesem Zeitpunkt eine Befahrung nicht mehr erforderlich ist und weil der langzeitsichere Schachtverschluss durch eine kohärente Sorelbetonsäule gewährleistet werden soll. Wegen der Quelleigenschaften des Sorelbetons erfolgt kurz nach Einbau bereits ein hydraulischer Abschluss.

**Zu Kapitel 5.1.3:** Bei den vorbereitenden Arbeiten wären eventuell in nicht standfesten Versatzmassen, die beim Schachtbohren zu durchörtern wären, noch Injektions-Arbeiten durchzuführen. Diese könnten von der Vorbohrung aus erfolgen. Die Bohransatzpunkte sollten jedoch so ausgewählt werden, dass keine älteren Versatzkörper durchbohrt werden.

Die in der Machbarkeitsstudie gewählten Schachtansatzpunkte sind im Hinblick auf eine streckengebundene Einlagerung in Kammern festgelegt worden. Da der östlichere Ansatzpunkt auf der 750m Sohle inmitten des Carnallitit-Baufeldes liegt, ist diese Wahl aus bergbaulichen wie aus geologischen und logistischen Gründen ausgesprochen schlecht und zudem für die K&B-Variante ungeeignet. Es ist völlig unverständlich, wieso ein solcher Ansatzpunkt überhaupt vorgeschlagen wurde. Da die Auftragnehmer über das aktuelle Risswerk der Schachtanlage verfügen, ist auch nicht zu verstehen, weshalb auf Seite 85 geschrieben wird: „Die endgültige Festlegung der Ansatzpunkte für die Blindschächte, insbesondere der Anbindung der tieferen Einlagerungsbereiche an die 511-m Sohle, bedarf einer weiteren Untersuchung.“

Die geforderten Schachtdurchmesser von 5,5 m sind allenfalls für die von den Auftragnehmern betrachteten Varianten erforderlich, nicht aber für die K&B-Variante, die mit 3 bis 3,5 m Schachtdurchmesser für die Kavernenhäule auskommt.

Der unter 5.1.3.3 geforderte „wasserdichte Ausbau (...) aufgrund des vorhandenen Schutzfluids“ ist nicht verständlich, weil ein Schutzfluid nicht vorhanden ist. Soweit hiermit auf die (teilweise illegal) im Grubensumpf eingeleiteten kontaminierten Laugen Bezug genommen werden soll, würden diese durch die neuen Schächte nicht aufgeschlossen. Diese Laugen sollten aber auch aus anderen Gründen vorsorglich angebohrt, abgepumpt und ordnungsgemäß beseitigt bzw. verwertet werden. – Die Angaben zum Schachtausbau wären aber teilweise auf den vertieften Schacht Asse 2 anwendbar.

Die in 5.1.3.4 angestellten Überlegungen zur Bewetterung wären für die K&B-Variante auf den zu vertiefenden Schacht Asse 2 und die aufzufahrenden Richtstrecken auf Niveau 1200 m zu übertragen.

Die in 5.1.3.5 vorgenommenen Abschätzungen zu Mengen und Teufzeiten sind auf die K&B-Variante nur teilweise übertragbar. So wird für das Abteufen eines Blindschachtes mit 5,5 m Durchmesser von der 750 m zur 1200 m Sohle eine Vortriebsleistung von 2 m pro Arbeitstag angenommen. Nach dem Stand der Technik sind teilweise deutlich höhere Vortriebsleistungen möglich, beispielsweise durch den Einsatz von Drill-Jumbos und Abschlaglängen bis 6 m. Eine Vortriebsleistung von 3m/d wird von Experten (Dr. Berger, Thyssen Schachtbau) für realistisch gehalten. – Bei der Arbeitszeit ist nicht klar, ob von 3 Tagesschichten und 7 Wochenarbeitstagen ausgegangen worden ist.

Für die K&B-Variante wären vor der Umlagerung folgende Gewerke zu betrachten:

- Planungsleistungen
- Geologische Vorerkundung, gekoppelt mit dem Niederbringen von Vorbohrungen für 2 Blindschächte. Injektion durchörterter Versatzkörper, falls nötig
- Vertiefung und Umrüstung Schacht Asse 2
- Auffahrung von geneigten Richtstrecken zu den Vorbohrungen auf 1200 m Tiefe
- Herstellung der 2 Blindschächte im Raise-Bohrverfahren
- Herstellung der 2 Kavernen durch Bohr- und Sprengarbeit, ggf. in Kombination mit Teilschnittmaschinen
- Nachschneiden und Qualifizierte Verfüllung der geneigten Richtstrecken mit Sorelbeton
- Entfernung von Einbauten aus Schacht Asse 2 zwischen 750 m und 1200 m und qualifizierte Verfüllung der Schachtröhre mit Sorelbeton bis zur 750 m Sohle
- Ausbau der Füllörter und Herstellung absaugbarer Schleusen an den Kavernen-Schachtkragen

Die geologische Vorerkundung durch zwei Pilotbohrungen, die ggf. auch als Vorbohrungen für die Blindschächte zu verwenden sind, sollte nun endlich geplant und in die Wege geleitet werden.

**Zu Kapitel 5.2.3:** Die Bauausführung gestaltet sich beim K&B-Konzept zum Teil wesentlich weniger aufwändig als bei den betrachteten Varianten:

Eine Bewetterung unterhalb der 750 m Sohle ist nur bis zur Fertigstellung der Kavernen erforderlich, aber nicht während des Umlagerungsbetriebes.

Ein Streckenausbau wie in 5.2.3.3 beschrieben, sollte im Staßfurt-Steinsalz nicht erforderlich sein. Wäre ein solcher Ausbau aufgrund brüchigen Gesteins erforderlich, wäre das Gebirge für die Einrichtung eines Endlagers vermutlich ohnehin ungeeignet.

In Kapitel 5.2.3.4 werden Abschätzungen der Haufwerksmengen und Auffahrungszeiten vorgenommen. Bei dem Zeitbedarf werden große Zeiträume für Vorleistungen angesetzt, die zum Teil entfallen können, weil beispielsweise benötigte Geräte schon vorhanden sind. Auch die Zeiten für Vorbereitungsarbeiten sind möglicherweise überschätzt. Wozu eine Tagesbohrung (Tabelle 18) erforderlich sein soll, ist völlig unverständlich.

Die vergleichbaren Abschätzungen der Haufwerksmengen und Auffahrungszeiten sind beim K&B-Konzept deutlich geringer:

<b>Gewerk</b>	<b>Ausbruch-Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Haufwerksmenge (m<sup>3</sup>)</b>
2 Kavernen	100.000	153.600
Richtstrecken (300 m, 27m <sup>2</sup> )	8.900	13.700
Vertiefung Schacht Asse 2	6.250	9.600
<b>Summe</b>	<b>115.150</b>	<b>176.900</b>

Für die reinen Auffahrungszeiten (ohne Rüstzeiten, Nebenarbeiten etc.) ergibt sich beim K&B-Konzept folgendes Bild:

<b>Gewerk</b>	<b>Zeitbedarf (Arbeitstage)</b>
Vertiefung Schacht Asse 2	< 125 (ohne Rüstzeiten, Vortrieb > 2 m/d)
Richtstrecken (2 x 150 m, 27m <sup>2</sup> )	15 (7 m Vortrieb; 406,4 t pro Schicht)
2 Blindschächte für Kavernen	45 (10 m/d; Raise-Bohrverfahren)
2 Kavernen	167 (440 t/Schicht; Schacht-Kapazität)

Die Rüstzeiten und sonstigen Vor- und Nacharbeiten (Tabelle 18) und die Gesamtdauer von 5,9 Jahren, die nicht für das K&B-Konzept gelten, sind m.E. zu hoch geschätzt, und vielleicht für einen normalen Bergwerksbetrieb typisch, im Zuge von Notfallmaßnahmen jedoch nicht plausibel. Für die Vertiefung des Schachtes Asse 2 müssten allerdings aufgrund der erforderlichen Nebenarbeiten ca. 3 Jahre gerechnet werden.

Die bergmännischen Auffahrungen könnten wesentlich schneller erfolgen, wenn vorausgehend die Förderkapazität des Schachtes Asse 2 verbessert werden könnte, denn der Abtransport des anfallenden Haufwerks bestimmt hier ganz erheblich den erforderlichen Zeitbedarf. Daher sollten unverzüglich Maßnahmen zu einer zeitnahen Ertüchtigung und Kapazitätserweiterung des Schachtes 2 veranlasst werden. (Das Gleiche wäre auch für die Rückhol-Option zu fordern.)

### **Zu Kapitel 5.3.1**

Aus Kapitel 5.3.1 ergibt sich, dass die Auftragnehmer von einer gleichzeitigen Auffahrung von Kammern und einer Einlagerung radioaktiver Abfälle ausgehen. Aus radiologischer Sicht ist dies nicht sinnvoll und widerspricht dem Gebot der Minimierung der Strahlenbelastung (ALARA-Prinzip). Es macht auch die Bewetterung des Endlagerbereichs erforderlich, wodurch auch eine unnötige Freisetzung von Radioaktivität in die Umwelt resultiert.

### **Zu Kapitel 5.3.2**

Zunächst muss hier grundsätzlich klargestellt werden, dass die Bezeichnung „Kaverne“ in der Machbarkeitsstudie nicht die beiden speziellen Kavernen der K&B-Variante meint (Vgl. Tabelle 20). Es handelt sich vielmehr um eigene Vorschläge der Auftragnehmer, während das K&B-Konzept nicht näher betrachtet wurde.

Die Aussage (S. 104), dass die Herstellung geotechnischer Barrieren für Kavernen bei einer einzelnen Kaverne nicht möglich sei, ist nicht plausibel. Der Vorschlag, dass Kavernen grundsätzlich soltechnisch hergestellt werden sollten, ist abzulehnen, weil das Einbringen von Lauge in den Endlagerbereich vermieden werden muss. Außerdem müssten große Mengen Lauge entsorgt werden.

Auf Seite 113 wird behauptet: „Aufgrund der Größe der Kaverne wird eine bergmännische Auffahrung des Kavernenhohlraums als technisch kaum machbar angesehen.“

Diese Aussage ist nicht plausibel, weil im Kalibergbau die Herstellung noch wesentlich größerer Hohlräume Stand der Technik ist. So werden z.B. In der Kaligrube Unterbreizbach sogar im Carnallit routinemäßig Abbaue von 90 m Höhe, 200 m Länge und 40 m Breite aufgefahren (Abbildung 3)

In einem veröffentlichten Exkursionsbericht der Technischen Universität Bergakademie Freiberg (2003) heißt es: „Da Carnallit eine sehr geringe Festigkeit besitzt, ist der Abbau der Kuppen im Kammer - Pfeiler - Verfahren unwirtschaftlich. Alternativ wurde 1990 im Südost – Feld der 2. Sohle damit begonnen, Carnallit im Systemkuppenabbau zu gewinnen. Dazu werden, ausgehend von der Aus- und Vorrichtung des Kammer - Pfeiler - Systems, riesige Kammern mit trapezförmigen Querschnitten aufgefahren. Die dabei entstehenden Kammer- und Pfeilerabmessungen verdeutlicht Bild 3.4. Gesprengt werden fast 90 m hohe „Scheiben“ mit Volumina von ca. 30.000 m<sup>3</sup>. Das abgeworfene Haufwerk stürzt größtenteils auf einen Kratzkettenförderer. Das verbleibende Material befördert ein ferngesteuerter Fahrlader, der sich unter der ungesicherten Firste bewegt, zu einem Brecher, von wo aus das Salz über die Bandanlagen bis nach übertage gelangt.“

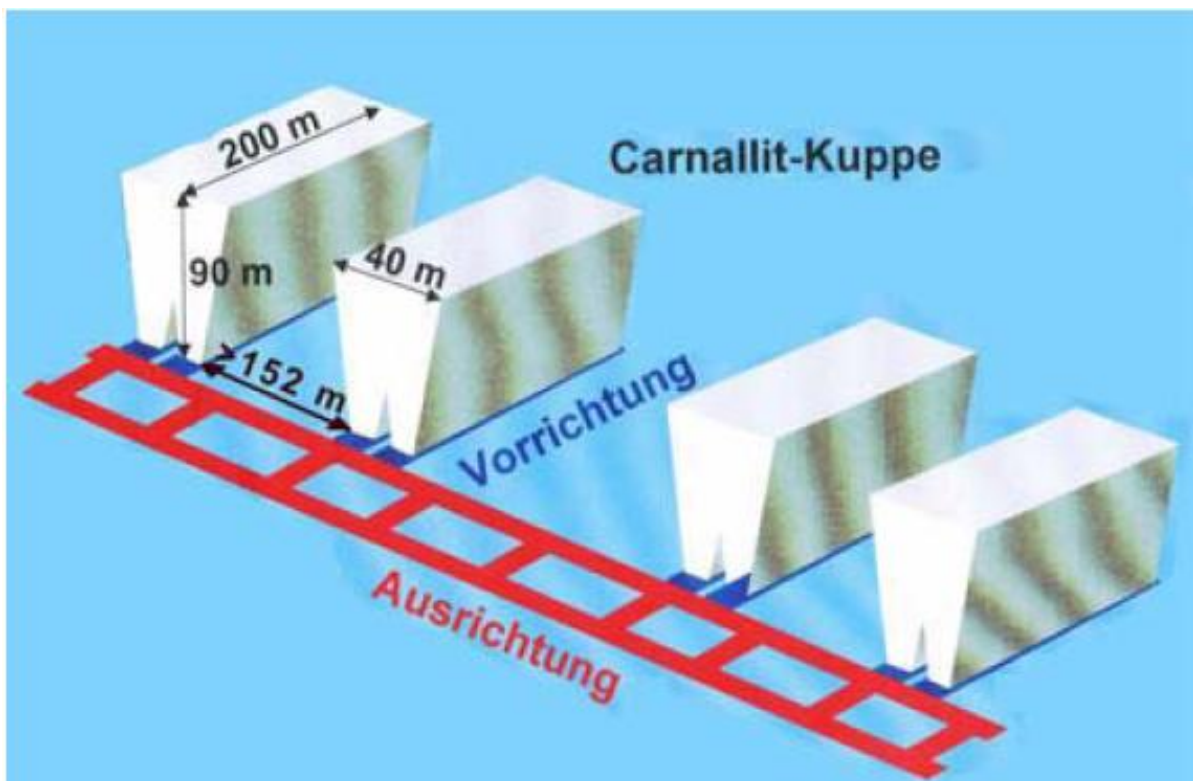


Abbildung 3 – Kuppenabbau im Carnallit, Unterbreizbach.

## **Zu Kapitel 5.4**

Im ersten Absatz weisen die Auftragnehmer in Anlehnung an Untertagedeponien für Sonderabfälle zu Recht darauf hin:

*„Zum Erreichen einer dauerhaften Isolierung der Abfälle von der Biosphäre legt der Verordnungsgeber nach der Deponieverordnung (DepV) hier ebenso wie bei der Abfassung der TA Abfall einen vollständigen Einschluss der Abfälle im Wirtsgestein zugrunde.“*

### **Zu Kapitel 5.4.1**

Die Ausführungen dieses Kapitels zu aufwändigen geotechnischen Dammbauwerken sind für eine interne Umlagerung innerhalb der Schachtanlage Asse II nur von nachrangiger Bedeutung. Solche Dammbauwerke dienen der hydraulischen Trennung und druckfesten Abschottung benachbarter und ausgedehnter Grubenfelder in Kalibergwerken. Der wesentliche Unterschied zur Asse besteht darin, dass dort ausgedehnte Hohlraumssysteme gegenüber Flutung gesichert werden müssen.

Der Einschluss der radioaktiven Abfälle im Wirtsgestein der Asse wird hingegen durch kompakte, trockene Einlagerung der Abfälle in blind endenden Auffahrungen, durch Hohlraum-Minimierung, sowie durch Verschluss der Einlagerungskavernen mit Sorelbeton erreicht und durch die Konvergenz des Salzgesteins weiter verbessert. Hydraulisch wirksame flüssige Phasen in den Einlagerungskammern sind zu vermeiden bzw. durch Bindemittel zu fixieren. Insbesondere beim K&B-Konzept sind Durchströmungen von Abfällen nach Verschluss der langen Kavernenhäule nicht möglich.

### **Zu Kapitel 5.4.2**

Die Ausführungen dieses Kapitels zu Schachtverschlüssen sind für die Tagesschächte Asse 2 und Asse 4 von Interesse, weniger für den neu aufzufahrenden tiefen Endlagerbereich. Dort sollte es genügen, die geneigten Richtstrecken und den vertieften Schacht Asse 2 qualifiziert mit Sorelbeton zu verfüllen.

## **Zu Kapitel 6.1**

Unter Ziffer 3) wird die Konditionierung der Abfälle mit betriebsbewährter Technik als Randbedingung genannt. Was darunter verstanden wird, ist nicht ausgeführt worden. Eine reine Volumenreduktion durch Hochdruckpressen, so sie überhaupt einen signifikanten Nutzen hat, ist keine Konditionierung, eben so wenig eine Umverpackung (Seite 127). Im Hinblick auf das langzeitliche Verhalten wäre allenfalls eine chemische Konditionierung der Abfälle sinnvoll, soweit sie einen halbwegs prognostizierbaren Verlauf chemischer Reaktionen ermöglichen könnte, indem der pH-Wert und das Redox-Potential durch Puffer eingestellt würden. – Für das K&B-Konzept ist außer einer Zugabe von Bindemitteln zu nassen Abfällen keine weitere Konditionierung vorgesehen und notwendig.

Unter Ziffer 4) wird von einer gleichartigen Bergung der Abfälle wie bei der Rückholung ausgegangen. Dies ist nicht sinnvoll, denn die Anforderungen an die Integrität der geborgenen Abfallgebände würden beispielsweise beim K&B-Konzept entfallen. Im K&B-Konzept könnte der Abfall ohne Rücksicht auf Beschädigungen der Gebände fernbedient wie



Gesteinshaufwerk behandelt und in die nicht bewetterten Kavernen verstürzt werden. Dadurch wären die Strahlenbelastung für Personal und Bevölkerung sowie der Zeitaufwand gering.

## **Zu Kapitel 6.2**

Die beschriebene Vorgehensweise bei der Gewinnung, dem Weitertransport und der Konditionierung der Abfälle ist durch eine Vielzahl von Teilschritten und unterschiedlichen Systemen gekennzeichnet, wodurch der Ablauf aus logistischer Sicht sehr ineffizient ist. Im K&B-Konzept wird demgegenüber mit einer optimierten Logistik gearbeitet. Die Bergung und der Transport der Abfälle, inklusive des kontaminierten Salzgruses, erfolgt durch Fahrlader direkt zum Kavernenhals oder alternativ bis zur Aufgabe auf eine Bandförderanlage. Im Gegensatz zu der zeitraubenden und störanfälligen Vorgehensweise in der Machbarkeitsstudie ist das K&B-Konzept robust und schnell.

## **Zu Kapitel 6.3 und 6.4**

Die in den Kapiteln 6.3 und 6.4 beschriebenen Schritte der Verpackung und Teilkonditionierung sind beim K&B-Konzept überflüssig. Zu Kapitel 6.4.4 sei aber darauf hingewiesen, dass eine Entsorgung flüssiger Betriebsmittel etc. in den Einlagerungskammern nicht in Frage kommen kann !

## **Zu Kapitel 6.5.1**

In diesem Kapitel der Machbarkeitsstudie werden zwei Gründe angeführt, weswegen das K&B-Konzept von den Auftragnehmern auftragswidrig nicht weiter verfolgt worden ist.

Der erste Grund unterstellt dem K&B-Konzept einen Schachtausbau, der durch den Gebrauch der Kavernenhäse als Rollöcher kontaminiert wäre und vor Kavernenverschluss rückgebaut und entsorgt werden müsse. Dies ist nicht zutreffend:

Die Kavernenhäse werden durch Schachtbohranlagen, oder nach aktuellem Kenntnisstand Raisebohrer, im Staßfurt-Steinsalz hergestellt und sind daher glatt und benötigen keinen weiteren Ausbau. Das Vergießen der Kavernenhäse mit Sorelbeton soll ohne weitere Entfernung anhaftender Kontamination erfolgen. Durch die Ausdehnung der Betonsäule beim Aushärten werden konturnahe Risse zugeedrückt, soweit nach der kurzen erforderlichen Standzeit überhaupt nennenswerte Rissbildungen vorhanden sein sollten. Durch die Gebirgskonvergenz werden luftgefüllte Resthohlräume in den Kavernen im Laufe der Zeit zugeedrückt. Auf diese Weise ist eine trockene Verwahrung der isolierten und räumlich konzentrierten Abfälle in einem einschlusswirksamen Gebirgsbereich gewährleistet, der durch technische Barrieren langzeitsicher verschlossen ist. Nach Stilllegung der Schachanlage werden die gering durchlässigen tonig-mergeligen Röt-Gesteine des Nebengebirges eine zweite geologische Barriere bilden, die im Gegensatz zum Salzgebirge auch über ein Sorptionspotential verfügt.

Der zweite, gegen das K&B-Konzept aufgeführte Grund stellt auf die verdrängte Kavernenluft („Schiebeluft“) ab, die infolge der Versturztechnik kontaminiert ist.

Da die Kavernen während des Umlagerungsbetriebes nicht mehr bewettert werden, handelt es sich um sehr kleine Luftvolumina. Obwohl eine Kontamination der verdrängten Luft vorliegen wird, kann dieser Problematik leicht begegnet werden. Im K&B-Konzept ist an den Kippstellen der Kavernenhäse eine Schleuse vorgesehen. Dadurch allein wird der Austritt

von Staub schon stark begrenzt. Diese Schleuse kann zusätzlich über ein Filter abgesaugt werden, wodurch der kontaminierte Staub weitestgehend gebunden werden kann. Die in der Machbarkeitsstudie unterstellten „nicht kontrollierbaren Kluftsysteme“ sind im Bereich der Kavernenhäse nicht zu erwarten. Sollten sie dennoch vorkommen, würden sie in den Vorbohrungen erkannt und könnten, falls nötig, durch Injektionen abgedichtet werden.

## **Zu Kapitel 7**

Die Ausführungen zur Strahlenexposition machen die großen Nachteile der in der Machbarkeitsstudie betrachteten Umlagerungs-Varianten gegenüber der K&B-Variante deutlich. So gehen aus Tabelle 28 (Seite 124) die pro LAW-Gebinde veranschlagten Zeiten für die Handhabungsschritte hervor. Wegen der angestrebten Bergung einzelner Gebinde muss auf den Einsatz von Personal vor Ort zurück gegriffen werden (Seite 143). Beim wesentlich einfacheren K&B-Konzept wird, abgesehen von Interventionsfällen, von einer ausschließlich fernhantierten Bedienung der Geräte ausgegangen.

Soweit auf Seite 144 behauptet wird:

*„Betrachtungen haben ergeben, dass für die Exposition des Personals die Frage, ob die Gebinde in Einlagerungskammern oder in Kavernen eingelagert werden, von untergeordneter Bedeutung ist. Der maßgebliche Anteil der Strahlenexposition für das Personal fällt in allen drei Varianten während der Gebindegewinnung und dem daran anschließenden Transport der Gebinde zur UTK (= Umverpackungs- und Teilkonditionierungskammer) an“*,  
so trifft dies für das K&B-Konzept keineswegs zu. Soweit hier von Kavernen die Rede ist, sind dies die von den Auftragnehmern vorgeschlagenen Kavernen in einem bemannten Endlagerbereich.

Das K&B-Konzept wurde demgegenüber genau mit Blick auf die Minimierung der Strahlenexposition entworfen und vermeidet alle oben genannten Expositionen durch

- strikte zeitliche Trennung der Herstellung der Endlager-Kavernen (Phase 1) und des Umlagerungsbetriebes (Phase 2)
- Verzicht auf Konditionierung und Umverpackung der Abfälle (wozu auch?)
- Vermeidung einer Bewetterung im Endlagerbereich nach Phase 1
- einfache Gestaltung der Arbeitsabläufe und den dadurch möglichen Einsatz fernhantierter Technik

### **Zu Kapitel 7.1.6**

Der Zeitbedarf für die Umlagerung der LAW wird in Tabelle 32 aufgeschlüsselt. Da die Machbarkeitsstudie jeweils nur die Öffnung einer Kammer vorsieht, ergibt sich der gesamte Zeitbedarf aus der Summe und beträgt 1052 Arbeitstage (ca. 3 Jahre).

Durch die lange Dauer erhöht sich die Eintrittswahrscheinlichkeit eines unbeherrschbaren Grundwassereinbruchs während der Umlagerung proportional, während die Schadenshöhe bei nur einer geöffneten Kammer unter Umständen geringer ausfällt. Werden demgegenüber mehrere Kammern gleichzeitig geleert, ist der Zeitbedarf und damit die Eintrittswahrscheinlichkeit geringer, aber die Schadenshöhe unter Umständen höher. Da Risiko gleich Eintrittswahrscheinlichkeit mal Schadenshöhe ist, bringt die gleichzeitige

Öffnung mehrerer Kammern verbunden mit einem schnelleren Abschluss der Arbeiten beim Risiko keine Nachteile, sondern eher Vorteile.

Bei der K&B-Variante könnte das Risiko halbiert werden, indem beide Kavernen nicht gleichzeitig, sondern nacheinander gefüllt und verschlossen werden. Dann könnte auch die Kavernen-Herstellung zeitversetzt und damit für die erste Kaverne schneller erfolgen (wegen der Limitierung des Abtransportes von Ausbruch durch die Schachtförderleistung), wodurch das Risiko weiter verringert würde.

## **Zu Kapitel 7.2**

Die Aussage der ersten beiden Sätze bei der Quelltermbestimmung (Ziffer 7.2.1.1.1) ist unverständlich.

## **Zu Kapitel 9.1**

An dieser Stelle erfolgt nun endlich (Seite 182 !) die Definition der untersuchten Varianten.

Auf Seite 183 f. wird erläutert, dass die Maschinen nach Abschluss der Arbeiten zuerst dekontaminiert und anschließend in den Umlagerungshorizont eingelagert werden sollen. Diese Vorgehensweise scheint wenig sinnvoll !

Beim Verbleib von Betriebsmitteln im Endlagerbereich ist darauf zu achten, dass keine Flüssigkeiten eingelagert werden dürfen.

Der weitere, in der Machbarkeitsstudie durchgeführte Vergleich der Varianten und Subvarianten ohne Berücksichtigung der K&B-Variante ist für den Optionenvergleich unbrauchbar.

## **Empfehlungen**

Damit ein gleichwertiger Optionenvergleich überhaupt möglich wird, ist es zunächst erforderlich das K&B-Konzept neutral, unvoreingenommen und mit gleichem Tiefgang zu betrachten wie alle anderen Varianten auch. Dies war auch ein Bestandteil des Auftrags, der aber bislang nicht geleistet worden ist. Wenn dieser Teil des Auftrags nachgeholt wird, sollte zur Vermeidung weiterer Zeitverluste eine Rücksprache mit Krupp und Bertram erfolgen.

## **Quellenangaben**

Technische Universität Bergakademie Freiberg (2003) Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau Institut für Geotechnik Geotechnik – Jahresexkursion 2003 vom 06. – 10. Oktober 2003 nach Thüringen, Bayern und in die Tschechische Republik.  
*tu-freiberg.de/fakult3/gt/pdf/exk-03.pdf*

## **Anlage 8**

Krupp, R.: Stellungnahme zur Beschreibung und Bewertung der Vollverfüllung als Stilllegungsoption, Stand: 14.10.2009

Dr.habil. Ralf E. Krupp  
Flachsfeld 5  
31303 Burgdorf

---

Telefon: 05136 / 7846 — e-mail: ralf.krupp@cretaceous.de

An: Stimmberechtigte Mitglieder, Begleitgruppe Asse II (A2B)

CC: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

CC: Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO)

**Stand : 14.10.2009**

## **Stellungnahme zur Beschreibung und Bewertung der Vollverfüllung als Stilllegungsoption**

### **Allgemeines**

Das gemeinsam von COLENCO, GRS, IfG und BfS erstellte, 121 Seiten umfassende Papier ist eine allgemeine, verbale Beschreibung der Stilllegungs-Option Vollverfüllung.

Für einen Optionenvergleich ist das Papier ungeeignet, weil es keine konkreten oder quantitativen Angaben oder gar Nachweise über die vorgesehene Ausführung der Maßnahmen und deren Machbarkeit, keinen aufgeschlüsselten Zeitbedarf, keine Angaben über die erwarteten radiologischen Belastungen usw. enthält. Die häufigen Verweise auf das Schutzfluid-Konzept des HMGU, das von der AGO unter Beteiligung des BfS aus fachlicher Sicht kritisiert worden ist, sind kein Ersatz für fehlende Angaben. Es werden auch vielfach geographische Ortsangaben (Flurbezeichnungen und ähnliches) benutzt, ohne dass diese für den Leser anhand einer Karte lokalisierbar wären. Die Ausführungen sind damit vielfach nicht nachvollziehbar. Auch die Aussagen zur Systementwicklung sind nicht belegt. – In den Natur- und Ingenieurwissenschaften ist es allgemein üblich seine Behauptungen durch Beobachtungen, Messwerte und/oder Berechnungen zu belegen und von diesen abzuleiten.

## Zur Sicherheits-Philosophie

Auf Seite 8 wird die Bewertung der Langzeitsicherheit auf die zwei Fragen reduziert:

- 1. Führt das Stilllegungskonzept insgesamt bzw. die betrachtete Maßnahme auf ein prognostizierbares, robustes System, dessen Kennzahlen bekannt sind oder ermittelt werden können?*
- 2. Ist zu erwarten, dass mit einer Analyse der Langzeitsicherheit die Einhaltung der radiologischen Schutzziele für die Stilllegung der Schachanlage Asse II gezeigt werden kann?*

Diese administrative Sichtweise greift zu kurz.

Frage 1 zielt auf die Prognostizierbarkeit ab, die per se keine Langzeitsicherheit garantiert. Auch ein unsicheres Konzept kann prognostizierbar sein. Prognosen gehen darüber hinaus von einer Modellvorstellung aus, die fehlerhaft sein kann, z.B. aufgrund unvollständiger oder falscher hydrogeologischer Informationen oder Vorstellungen. Eine Prognose ist daher zur Nachweisführung notwendig, aber nicht hinreichend. Ein sicheres Endlagerkonzept zeichnet sich vielmehr (auch im Fall der Asse) durch deterministische Maßnahmen aus, die eine Schadstoffausbreitung möglichst nah an der Quelle physisch verhindern.

Frage 2 beschränkt sich auf die Einhaltung radiologischer Schutzziele (Grenzwerte) und ignoriert andere schädliche Auswirkungen. Wie diese radiologischen Grenzwerte eingehalten werden, oder ob eine weitere Reduzierung der radiologischen Auswirkungen möglich wäre, wird nicht hinterfragt. Im Fall der Vollverfüllung würden die radiologischen Schutzziele nicht durch deterministische Maßnahmen wie der Isolation und Konzentration der Abfälle, der trockenen Verwahrung, der Ausnutzung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs und zusätzlicher geologischer Barrieren eingehalten, sondern durch eine theoretisch angenommene Verdünnung der sich ausbreitenden Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser. Das ALARA-Prinzip wird dabei verletzt und die Langzeitsicherheit hängt einzig und allein von der Richtigkeit der Prognose ab. Im Gegensatz zu deterministischen Maßnahmen ist eine solche Nachweisführung wenig robust.

Soweit auf Seite 8 behauptet wird, „dass die mögliche Freisetzung von solchen chemotoxischen Stoffen alle Stilllegungsoptionen gleichermaßen betrifft und somit für den Entscheid zur Stilllegungsoption nicht ausschlaggebend ist“ ist dies zurückzuweisen. Die Freisetzung radiotoxischer wie chemotoxischer Stoffe hängt alleine von der Stilllegungsoption ab.

Auf Seite 51 werden endlagerrelevante Kriterien angesprochen und es wird eingeräumt:

*Für die Stilllegungsoption Vollverfüllung wird basierend auf diesen Gegebenheiten abgeleitet, dass*

- ein vollständiger, trockener Einschluss der Abfälle im Salz (Trockenverwahrung) nicht möglich ist und das Stilllegungskonzept deshalb auf dem Konzept der Nassverwahrung beruhen soll,*
- ein Übertritt von Schadstoffen aus den Abfällen durch das Grubengebäude in das Deckgebirge nicht ausgeschlossen werden kann,*
- das Deckgebirge keine allseits geringdurchlässige Barriere darstellt und*
- die Möglichkeit eines stark ansteigenden Lösungszutritts in das Grubengebäude bereits während der Stilllegungsphase nicht ausgeschlossen werden kann.*

## Zur Geologie

Auf Seite 16 steht: „Am Standort Asse hat keine der abgeteuften Tiefbohrungen in erkennbarer Weise eine Störungszone angetroffen.“ Dies ist eine schwerwiegende Aussage, die zur Konsequenz hätte, dass die geologischen Darstellungen des Nebengebirges falsch wären, z.B. der Schnitt 2 des Grubenrisses, demzufolge die Bohrungen mehrere Störungen durchteuft haben sollen. Solche Aussagen wären zu begründen und die Konsequenzen wären zu erläutern.

## Zur Hydrogeologie

Auf Seite 21 wird behauptet: „Grundwasserflüsse zwischen dem System „Verstürztes Deckgebirge / Rötanhydrit“ und dem System „Muschelkalk“ erfolgen entlang der oben genannten Störungen quer zur Struktur, entlang des bergbaubedingt beanspruchten Bereichs mit erhöhter Permeabilität (Scherdeformationsbereich S3/D9) sowie entlang von kleineren Störungen und durch die Gesteinsmatrix des Rötquitards zwischen den benannten Strukturen.“ Wo sind die Beweise, dass ein derartiger Grundwasseraustausch tatsächlich über diese Störung stattfindet ?

Damit Grundwasser von A nach B strömen kann, bedarf es einer Wegsamkeit und eines hydrostatischen Druckgefälles  $p(A) - p(B) > 0$  entlang dieser Wegsamkeit A-B.

Wenn Punkt A das Leck an der Südflanke der Schachanlage Asse II in der Tiefe  $z(A)$  bezeichnet, so ist im hydrostatischen Gleichgewichtszustand der Innendruck bei einem laugenerfüllten Grubengebäude gleich dem hydrostatischen Druck im äußeren Grundwasserkörper in dieser Tiefe ( $g \cdot \int \rho dz$ ).

Wegen des bestehenden Lecks kann sich im Grubengebäude nur ein geringfügig höherer Innendruck  $\Delta p$  infolge Konvergenz oder Gasbildung aufbauen. Die dadurch ausgepresste Magnesiumchloridlösung (Schutzfluid) mit einer Dichte  $\rho$  von ca.  $1300 \text{ kg/m}^3$  wird in dem weniger dichten Grundwasser des Nebengebirges (gesättigte NaCl-Lösung) zunächst nach unten sinken, aber wegen des sehr geringen Porenraums und der geringen Gebirgsdurchlässigkeit im angrenzenden Nebengebirge diesen Porenraum durch Verdrängung des leichteren Grundwassers sehr rasch erfüllen, quasi imprägnieren.

Wenn nun weiteres Schutzfluid nachdrängt, besteht im lokalen Umfeld des Lecks kein Dichteunterschied mehr zwischen dem bereits ins Gestein eingewanderten und nachdrängenden Schutzfluid. Dies hat zur Folge, dass die weitere Ausbreitung des kontaminierten Schutzfluids im Nebengebirge zunehmend nicht mehr von Dichteunterschieden bestimmt wird. Lediglich der Überdruck  $\Delta p$  ist dann noch als treibende Kraft wirksam und wird dazu führen, dass sich das Schutzfluid entlang des Weges des geringsten Widerstandes und höchsten Druckgefälles ausbreitet. Dies wäre die gleiche Wegsamkeit, über welche die Grundwässer an der Südflanke derzeit noch zutreten, nach Ansicht der Autoren also die Störung S3/D9.

Im Klartext: Die Ausbreitung des ausgepressten kontaminierten Schutzfluids wird nur zu Beginn durch Dichteunterschiede bestimmt, nach Imprägnation des Nebengebirges aber zunehmend entlang von vorhandenen Wegsamkeiten in Richtung Biosphäre erfolgen.

Beim Nachweis der Einhaltung radiologischer Schutzziele wäre demnach also folgendes Szenario zugrunde zu legen:

- Nach vollständigem Volllaufen des Grubengebäudes wird sich die Strömungsrichtung der Zutrittslösungen umkehren. Die kontaminierten Gruben-Lösungen werden kurze Zeit später und bis zum Ende der Konvergenz oder Gasbildung entlang der gleichen Wegsamkeiten in Richtung Grundwasserspiegel/Biosphäre ausgepresst.

Bei den hydrogeologischen Ausbreitungsrechnungen (S. 102 ff.) darf daher nicht mit einem homogenen porösen Grundwasserleiter mit hoher Dispersivität und damit starker Durchmischung und Verdünnung gerechnet werden. Es muss vielmehr eine diskrete Wegsamkeit entlang einer wasserführenden Kluft angenommen werden, bei der die kontaminierten Lösungen relativ unverdünnt nach oben gelangen. Es muss außerdem auch ein 2-phasiger flüssig/gasförmiger Transport betrachtet werden, der aufgrund der mit dem Aufstieg immer geringer werdenden Gesamtdichte bis zur Oberfläche aufsteigen kann.

## **Bergbau**

Auf Seite 24 wird (erstmalig?) explizit berichtet, dass bei der Auffahrung der Begleitstrecken von der 725-m- bis zur 553-m-Sohle neben Steinsalz auch erhebliche Mengen Carnallitit anfielen. Das aufgefahrene Salzhautwerk (Eigenversatz), inklusive des Carnallitits, wurde während der Auffahrung in die benachbarten Abbaue verstürzt. Diese Feststellung ist sicherheitsrelevant, weil der Carnallitit-Versatz im Falle eines Volllaufens mit NaCl-Lösungen zu ausgedehnten Auflösungserscheinungen und Instabilitäten in diesen versetzten Abbauen führen muss.

In Tabelle 2 (Seite 29) wird dargestellt, dass die Einlagerungskammern mit Salzbeton verschlossen worden seien. Salzbeton auf Portlandzement-Basis (im Gegensatz zu Sorel-Beton) hat aber gegenüber Magnesiumchlorid-Lösungen keine Beständigkeit und würde zersetzt.

Auf Seite 39 wird beschrieben, dass man bereits mit der Flutung des Tiefenaufschlusses mit Schutzfluid begonnen hat. Diese Verfüllung sollte unterbleiben, bis über die Stilllegungsoption entschieden ist, weil sie möglicherweise die Umlagerungs-Option behindert und wieder abgepumpt werden müsste.

## **Zu Abfällen und chemischen Reaktionen**

Auf Seite 35 wird eingeräumt, dass im Rahmen der Abfallbeseitigung des Bergbaubetriebs außerhalb der Einlagerungskammern chemische und chemotoxische Stoffe verkippt wurden, deren Inventar „bisher nicht erhoben“ worden ist. – Sollte als Konsequenz die Staatsanwaltschaft wegen illegaler Abfallbeseitigung tätig werden ?

Die Absicht (S. 52) eine „möglichst rasche und weitgehende gebirgsmechanische Stabilisierung der Schachtanlage durch Verfüllen aller bestehenden unverfüllten Hohlräume mit Sorelbeton“ zu erreichen, verkennt, dass der überwiegende Teil der das Nebengebirge schädigenden Konvergenz an der Südflanke durch den hohen Porenanteil in den Versatzmassen bedingt ist. Dieser Porenraum ist aber einer Verfüllung nicht zugänglich. Der gebirgsmechanische Nutzen einer Vollverfüllung der Strecken und noch offenen Resthohlräume ist begrenzt.



Es findet praktisch keine Diskussion der erwarteten chemischen Reaktionen zwischen den Abfällen und den diversen Salzlösungen, Baustoffen und Mineralen des Wirtsgesteins statt. Es wird behauptet (S. 59), die Effekte der Strömungsbarrieren etc. „*begünstigen die langzeitige Stabilisierung des chemischen Milieus in den Einlagerungskammern und dessen Prognostizierbarkeit.*“ Und weiter auf Seite 61, dass mit Hilfe des Einbringens von Brucit ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) als Brucitmörtel in die LAW-Einlagerungskammern die pH-Werte der Lösungen in den LAW-Einlagerungskammern langfristig im alkalischen Bereich ( $\text{pH} > 7$ ) gepuffert und damit das chemische Milieu stabilisiert, und als Folge der pH-Pufferung die möglichen Lösungskonzentrationen relevanter Radionuklide langfristig begrenzt und die Gasbildungsraten durch Metallkorrosion begrenzt würden. – Diese sehr pauschalen Aussagen treffen in dieser Allgemeinheit nicht zu und bedürften einer detaillierten Betrachtung. Insbesondere wird der in vielen Fällen entscheidende Einfluss des Redox-Potentials und der verfügbaren Liganden auf den Stofftransport in Lösungen völlig ignoriert.

Soweit auf Seite 62 behauptet wird, dass Brucit-Mörtel einen höheren Brucit- bzw. Magnesiumgehalt aufweist als Brucitgranulat, handelt es sich wohl um einen Irrtum. Andernfalls würde sich hinter dem dann irreführenden Begriff „Brucitgranulat“ etwas anderes verbergen als granulierter Brucit, was eine Erläuterung erfordern würde.

Die Auffassung (S. 66), „*dass durch die Verminderung der Hohlraumvolumina den eventuell in Lösung befindlichen Schadstoffen geringere Lösungsvolumina zur Verfügung stehen, sodass die Konzentrationen größer sind.*“ ... Und dass dies *eine negative Eigenschaft, die für alle Schadstoffe relevant ist,*“ sei, trifft nicht zu. Es ist eher umgekehrt! Für die meisten Schadstoffe dürfte eine Löslichkeitsbegrenzung vorliegen, so dass die mobilisierbaren Schadstoffmengen proportional zu der Menge des verfügbaren Lösungsmittels sind. Je weniger Lösungsmittel, desto weniger transportierter Schadstoff. – Als Konsequenz muss die verfügbare Lösungsmenge minimiert werden, und zwar am besten auf null, durch eine trockene Verwahrung.

### **Zu Mineral-Lösungs-Gleichgewichten**

Die Ausführungen ab Seite 77 zu Um- und Auflösprozessen sind nichts weiter als Behauptungen, die zwar zum Teil tendenziell plausibel erscheinen und teilweise offenbar auf früherer Kritik des Verfassers beruhen, aber mangels quantitativer Angaben nicht nachvollziehbar sind und in ihren Schlussfolgerungen nicht überzeugen. Die Tabelle 4 (S. 80) ist mangels quantitativer Aussagen wertlos. Die Ausführungen zur Entwicklung von reduzierenden Bedingungen durch Wasserstoffbildung stimmen nur teilweise. Es gibt auch große Mengen von Nitratsalzen unter den Abfällen, die sehr oxidierende Bedingungen schaffen können.

Die Dichteschichtung innerhalb des Grubengebäudes (S. 89) wird durch weitere Prozesse gestört, beispielsweise durch zusammensackende Versatzmassen, weitere Schwebendurchbrüche, perkolierende Gasblasen, spontan über neue Risse aufsteigende Gasvolumina, örtlich unterschiedliche Konvergenzraten etc.

Wenn auf Seite 97 behauptet wird: „*Der Beitrag des Austausches von volatilen Schadstoffen zwischen Lösungs- und Gasphase (Henry'sches Gesetz) zum Transport ist gegenüber den anderen Transportprozessen in Lösung vernachlässigbar klein und wird daher nicht*

*betrachtet*“ kann nicht ohne weiteres gefolgt werden, insbesondere bei gut löslichen und an Säure-Base-Reaktionen beteiligten Gasen wie CO<sub>2</sub> oder H<sub>2</sub>S.

### **Aussagen zur Langzeitsicherheit**

Auf Seite 109 f werden folgende Aussagen zur Langzeitsicherheit getroffen:

- *„Die für den Lösungspfad berechnete potenzielle Strahlenexposition bei vollständiger lokaler Selbstversorgung mit Lebensmitteln liegt im Bereich von 0,3 mSv/a (Wert von § 47 StrlSchV für die effektive Dosis), ohne Berechnung von Weiden und Ackerland mit radionuklidhaltigem Grundwasser in geringem, jedoch signifikantem Maß darunter.*
- *Diese Aussage zur potenziellen Strahlenexposition über den Lösungspfad beruht auf der Vernachlässigung von Rückhalteeffekte im Deckgebirge durch Sorption aufgrund einer ungenügenden Datenlage. Abschätzungen zeigen, dass die Rückhaltung im Deckgebirge durch Sorption die potenzielle Strahlenexposition erheblich verringern dürfte.*
- *Die für den Gaspfad berechnete potenzielle Strahlenexposition variiert je nach Expositionspfad in der Biosphäre zwischen Werten, die um mehrere Größenordnungen unter dem Wert von 0,3 mSv/a liegen, und Werten knapp unterhalb von 0,3 mSv/a. Die letztgenannten Werte betreffen durchwegs die Kombination eines wenig wahrscheinlichen, ungünstigen Expositionspfads in der Biosphäre mit ungünstigen Verhältnissen in der Schachanlage.“*

Angesichts der Tatsache, dass diese Einschätzungen lediglich auf Vergleichen mit dem HMGU-Schutzfluid-Konzept beruhen, welches wegen schwerwiegender Mängel zurückgezogen werden musste, sind diese Aussagen ohne entsprechende quantitative Nachweise vollkommen unseriös.