

# **Stellungnahme zum Bericht**

## **Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)**

**“Optionenvergleich Asse – Fachliche Bewertung  
der Stilllegungsoptionen für die Schachtanlage  
Asse II“ [Stand: BfS, 22. Dezember 2009/11. Januar  
2010, Nr. 3]**

## **Arbeitsgruppe Optionenvergleich**

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

**am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**

**(Bühler, M., Pitterich, H.)**

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

**Bertram, R.**

**Kreusch, J.**

**Krupp, R.**

**Neumann, W.**

**Stand: 29.04.2010**

# STELLUNGNAHME DER AGO

## 0 Vorbemerkungen

### Veranlassung und Vorgehensweise

Die Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO) hat auf ihrer Sitzung am 09. Februar 2010 folgende Vorgehensweise zur Befassung mit der Unterlage BFS (2010) „Optionenvergleich Asse – Fachliche Bewertung der Stilllegungsoptionen für die Schachanlage Asse II, 22.12.2009 / 11.01.2010“ (nachfolgend kurz „Optionenbericht“ genannt) verabredet. Hinsichtlich der in den Kapiteln 1 bis 3 erfolgenden Beschreibung der methodischen Vorgehensweise – Charakterisierung der Varianten an Hand der Beurteilungsfelder und Kriterien, kriterienbezogener Paarvergleich der Varianten und Rangfolgen für Beurteilungsfelder – soll eine kurze fachliche Befassung der AGO erfolgen, die sich auf die wesentlichen Sachverhalte konzentriert. Einzelaussagen im Zuge der Charakterisierung der verschiedenen Optionen werden in der Stellungnahme auf aus der Sicht der AGO für den Optionenvergleich wesentliche Themen beschränkt. Die AGO hat zum Thema Kriterien und Beurteilungsfelder bereits Stellung genommen (AGO (2009A) und AGO (2009B)), daher ist eine solche verkürzte Befassung gerechtfertigt.

Die in Kapitel 4 erfolgte Bildung einer Gesamtrangfolge stellt die Grundlage für die von BfS verlaublich präferierte Option dar. AGO wird dazu kurz und ausschließlich unter fachlich-wissenschaftlichen Aspekten Stellung nehmen.

Die Sensitivitätsanalyse soll hinsichtlich methodischer Aspekte geprüft und diskutiert werden.

### Allgemeines zum Optionenbericht

Der Optionenbericht (BFS (2010)) wurde am 15. Januar 2010 der Begleitgruppe Asse II und damit der Öffentlichkeit präsentiert. Am 18. Januar erfolgte eine ausführliche Darstellung der Inhalte in einer Informationsveranstaltung des BfS.

Der Bericht erläutert in einem vorgeschalteten Kapitel „Grundlagen des Optionenvergleichs“ die Datengrundlage, die Randbedingungen und Festlegungen und die wesentlichen Veränderungen gegenüber dem Bericht BFS (2009A) – Zwischenstand: Schritt 1 (Stand November 2009).

Zur verwendeten Datengrundlage merkt AGO an, dass diese neben den vier explizit benannten Machbarkeits- und Auswirkungsstudien, zu denen auch AGO bereits Stellung genommen hat, weitere Unterlagen wie die Unterlagen für den Antrag nach §7 StrlSchV und die von BfS übernommenen Verfahrensberichte des Abschlussbetriebsplans des früheren Betreibers (HMGU) umfasst. Die Datengrundlage wird nicht explizit aufgelistet und ist somit nicht nachvollziehbar.

In Randbedingungen und Festlegungen führt BfS aus, dass für den Optionenvergleich davon ausgegangen wird, dass die Optionen Rückholung und Umlagerung jeweils vollständig umgesetzt und dabei das gesamte Abfallinventar (LAW und MAW) rückgeholt oder umgelagert werden. Mit der Thematik Restkontamination setzt man sich deshalb im Rahmen des Optionenvergleichs nicht auseinander. Ebenfalls wird die im Tiefenaufschluss durch Ableitung geringer Mengen bestehende Kontamination bei Betrachtungen zu den radiologischen Auswirkungen nicht berücksichtigt. Diese Vorgehensweise ist nachvollziehbar.

Als wesentliche Veränderungen gegenüber dem Ende November der Begleitgruppe Asse-II übergebenen Zwischenbericht zum ersten Bewertungsschritt (Charakterisierung der Varianten) BFS (2009A) werden aufgeführt:

- die Ergänzung des Aspekts Strahlenexpositionen bei Transporten vom Zwischenlager zum Zielendlager im Beurteilungsfeld Sicherheit in der Betriebsphase

- Änderungen im Beurteilungsfeld Machbarkeit, die sich auf die Ausführungen zur technischen Komplexität, den Techniken und den technischen Entwicklungsbedarf beziehen.

In Bezug auf die rechtliche Umsetzbarkeit wurden Änderungen hinsichtlich des Langzeitsicherheitsnachweises für geräumte Kammern nach erfolgter Aus-/Umlagerung realisiert. Formulierungen zur Vollverfüllung wurden geändert und inhaltliche Änderungen bei der Option Rückholung mit Bezug auf die Genehmigungsbedürftigkeit nach Wasserrecht vollzogen.

Die letztgenannten Veränderungen sind nicht im Detail beschrieben und somit nicht nachvollziehbar.

Die Transporte vom Zwischenlager zum Zielendlager werden im Optionenvergleich zwar in Bezug auf die Bevölkerung, jedoch nicht in Bezug auf die Beschäftigten diskutiert.

## **1 Zu Kapitel 1 des Optionenberichts**

### ***Charakterisierung der Varianten anhand der Beurteilungsfelder und Kriterien***

Der Optionenvergleich beruht auf einem teilweise ungenügenden Kenntnisstand:

- Bei der Option Rückholung fehlen bislang Kenntnisse insbesondere über den Zustand der Abfälle und Einlagerungskammern, sowie zur Machbarkeit der Übertage-Anlagen und ihren Auswirkungen;
- Bei der Option Vollverfüllung fehlt eine brauchbare Machbarkeitsstudie, und es fehlt der Versuch einer belastbaren Langzeitsicherheits-Betrachtung,
- Bei der Option Umlagerung fehlen bislang die Erkundung des tieferen Asse-Sattels (vgl. BFS (2010), S. 64, Absatz 3) sowie eine angemessene und korrekte Betrachtung des Umlagerungskonzepts von Krupp und Bertram.
- Für die Dosis-Abschätzungen wurden Randbedingungen gewählt, die im Einzelfall nicht belastbar sind.

Diese Kenntnislücken gehen in den Optionenvergleich ein und führen zu Unsicherheiten im Ergebnis.

### **Sicherheit in der Betriebsphase**

Bei der Option Rückholung wurden für die Exposition der Beschäftigten nicht berücksichtigt:

- Dosis durch Untertage-Verpackung/Konditionierung
- Pufferlagerung unter Tage
- Pufferlagerung über Tage
- Transport von der Asse zum Endlager
- Stilllegung der Konditionierungsanlagen

Die zur Ermittlung der Expositionen von Beschäftigten im Optionenbericht (BFS (2010), S. 21) erfolgte Beschränkung auf die Radionuklide Cs-137 und Co-60 und die „äußere Strahlenexposition“ kann nicht akzeptiert werden. Andere radiologisch bedeutsame Radionuklide (z. B. Alphastrahler) sind bei der Ermittlung zu berücksichtigen, da diese mit Sicherheit bereits durch defekte Gebinde (innerhalb der Einlagerungskammern) freigesetzt wurden bzw. mit hoher Wahrscheinlichkeit beim Umgang mit defekten Gebinden freigesetzt werden z. B. als radioaktive Aerosole.

Im Optionenbericht BFS (2010) wird die Strahlenbelastung der Beschäftigten bei der Bergung der Abfälle als vergleichbar zur Rückholung angesehen. Das entspricht auch den Ergebnissen der Machbarkeitsstudien DMT (2009) und ERCOSPLAN (2009). Es wird von Krupp und Bertram darauf hingewiesen, dass bei der Realisierung ihres Umlagerungskonzepts für die Umlagerung eine geringere Strahlenbelastung bei der Bergung auftreten würde.

Für die Exposition der Bevölkerung werden bei der Option Rückholung die übertägige Zwischenlagerung und die Einlagerung in das neue Endlager nicht berücksichtigt. In Bezug auf die Zwischenlagerung hält die AGO zwar eine Relativierung der nach AVV ermittelten Dosis für gerechtfertigt, aber keine vollständige Vernachlässigung.

Bei der Anfälligkeit für Störfälle wird die Komplexität der Option Vollverfüllung in einem Schritt zusammengefasst. Dies ist im Vergleich zur Systematik bei den anderen Optionen nicht gerechtfertigt.

### **Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt:**

Die Ausführungen im BfS-Optionenvergleich offenbaren das Fehlen belastbarer Grundlagen, aufgrund derer eine Beurteilung der radiologischen und chemotoxischen Konsequenzen eines unbeherrschbaren Grundwasserzutritts erfolgen könnte, wie beispielsweise

- Die Annahme einer 1100-fachen Verdünnung der Radionuklidgehalte
- Die Annahme, dass alle Radionuklide beim Wasserkontakt spontan in Lösung gehen.

## **Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen**

Bei der Charakterisierung der Option Rückholung werden die Gesamtaktivitätsinventare von Konrad und Asse II verglichen und der Schluss gezogen, dass der Langzeitsicherheitsnachweis für Konrad durch die zusätzlichen Asse-Abfälle nicht relevant beeinträchtigt wird. Dies ist nicht nachvollziehbar, da der Langzeitsicherheitsnachweis nicht vom Gesamtinventar, sondern vom Inventar langlebiger Radionuklide bestimmt wird.

Bei der Charakterisierung der Option Vollverfüllung werden von der AGO folgende Probleme gesehen:

- Die Zersetzung organischer Stoffe wird (außer zu Beginn) überwiegend unter anoxischen Bedingungen stattfinden und nicht nur CO<sub>2</sub> sondern überwiegend Methan freisetzen, das nicht als Karbonat fixiert wird.
- Obwohl zutreffend davon ausgegangen wird, dass in der Stilllegungs- und in der Nachbetriebsphase ein Kontakt der Lauge mit dem Inventar und dem eingebrachten Füllmaterial (Beton) stattfindet, wird nicht beachtet dass durch die zur Verfüllung vorgesehenen Stoffe erhebliche Mengen von Schadstoffen eingebracht werden und dass diese mit dem Inventar chemisch und strahlenchemisch auch unter Gasbildung reagieren können.
- Die Annahme, dass die Mobilisierung von Radionukliden durch die „Magnesium-Depots“ (Magnesiumhydroxid-haltige Baustoffe) begrenzt wird, ist bezüglich der radiologisch wichtigen Nuklide C-14 (großer Teil liegt als Methan vor) und I-129 nicht zutreffend, für Cs-135 und Cs-137 aber auch Co-60 und Ni-63 nach gegenwärtigem Kenntnisstand nicht gerechtfertigt und für Se-79 nicht quantifizierbar.
- Durch die großen Mengen eingelagerter Komplexbildner (hauptsächlich EDTA und Oxalat) können Nuklide insbesondere Actinide teilweise in Lösung gebracht und gehalten werden, oder können sich in einer aufschwimmenden organischen Phase anreichern.
- Außerdem können sich bevorzugte Migrationskanäle herausbilden, wodurch eine weitere Reaktion zwischen Lösung und basischen Magnesiumverbindungen („Mg-Depots“) eingeschränkt oder verhindert wird.
- In folgenden Punkten sollte die kritische Auffassung des BfS ergänzt werden:
  - Die auf COLENCO & GRS (2006) zurückgehende postulierte Rückhaltung bis zum Übergang in die Biosphäre von 99,5 Prozent der Radiotoxizität (S. 69) bei einer nassen Verwahrung (Vollverfüllung) ist nicht plausibel (Siehe vorausgehende Aufzählungspunkte).
  - Die von COLENCO & GRS (2006) angegebenen Auspressraten kontaminierter Lösung ins Deckgebirge von max. 1000 m<sup>3</sup>/a können zu niedrig angesetzt sein.
  - Die von COLENCO & GRS (2006) angegebenen mindestens 3000-fachen bzw. 7300-fachen Verdünnungseffekte im Deckgebirge sind nicht belegbar.

### **Zu Absatz 1.3.1 Radiologische Auswirkungen**

Für die Option Rückholung gibt es zurzeit keine Endlagermöglichkeit. BfS geht davon aus, dass in Deutschland eine geeignete Möglichkeit der Endlagerung gefunden werden kann.

Bei der Option Umlagerung ist nach Ansicht der AGO die theoretische Möglichkeit der Nachweisführung zur Langzeitsicherheit vorhanden. Die Machbarkeitsstudie ERCOSPLAN (2009) enthält keine gegenteiligen Anhaltspunkte. Ein geeigneter Einlagerungsbereich in der Schachanlage Asse ist allerdings bisher nicht erkundet. Deshalb empfiehlt die AGO Planungen im Sinne einer Rückfalloption für die Erkundung unverzüglich aufzunehmen und schnellstmöglich zu einer grundsätzlichen Aussage bezüglich eines Einlagerungsbereiches zu kommen.

Die AGO teilt die Zweifel des BfS an der erfolgreichen Führung des Langzeitsicherheitsnachweises für die Option Vollverfüllung. Angesichts der Unsicherheiten bei allen Still-

legungs-Optionen und wegen der erforderlichen Vorsorge gegen einen unbeherrschbaren Lösungszutritt empfiehlt die AGO die Option Vollverfüllung im Sinne einer Rückfalloption parallel zu den anderen Arbeiten weiter zu entwickeln, um eine zuverlässigere Nachweisführung zu ermöglichen (Auf das Sondervotum von Herrn Dr. Krupp im Anhang (S. 22-24) wird hingewiesen.).

Für den Langzeitsicherheitsnachweis ist die Anwendung von §47 StrlSchV nicht einschlägig. Zudem empfehlen Strahlenschutzkommission und Reaktor-Sicherheitskommission (RSK (2002)) eine Individualdosis von 0,1 mSv/a als Richtwert für wahrscheinliche Szenarien in der Nachbetriebsphase statt der hier verwendeten 0,3 mSv/a.

### **Zu Absatz 1.3.2 Chemotoxische Auswirkungen**

Auf das Sondervotum von Herrn Prof. Bertram im Anhang (S. 20/21) wird hingewiesen.

### **Zeitbedarf**

Der für die Optionen jeweils angenommene Zeitbedarf erscheint aus Sicht der AGO wenig belastbar, weil zu viele Unsicherheiten bei der Beurteilung der einzelnen Zeitphasen bestehen. Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass der Zeitbedarf für die Ausführung der Option Umlagerung nach Meinung der AGO zu groß angesetzt ist (AGO (2009c)).

## **2 Zu Kapitel 2 des Optionenberichts** ***Kriterienbezogener Paarvergleich der Varianten***

Der grundsätzliche methodische Ansatz, durch Paarvergleiche und verbal-argumentative Rangfolgenbildung zu einem Ergebnis zu kommen, wurde von der AGO bereits in der Stellungnahme zum Kriterien-Diskussionspapier als begründet und zielführend beurteilt und unterstützt. Diese Haltung der AGO wird bekräftigt (Auf das Sondervotum von Herrn Dr. Krupp im Anhang (S. 22-24) wird hingewiesen.).

AGO weist hier lediglich auf nicht nachvollziehbare oder umstritten diskutierte Paarvergleiche hin. Von der AGO akzeptierte oder ausdrücklich unterstützte Aspekte werden nicht thematisiert.

### **Sicherheit in der Betriebsphase**

In Absatz 2.1 fehlt ein "Kriterienbezogener Paarvergleich zu den chemotoxischen Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes", weil es das entsprechende Kriterium im Kriterienkatalog des BfS nicht gibt.

Aber insbesondere bei der Vollverfüllung ist damit zu rechnen, dass es in Gegenwart von Lauge als flüssigem Reaktionsmedium zwischen den Inventarkomponenten kurzfristig zu Reaktionen kommt, bei denen Gase und toxische Produkte entstehen können. Auch in der relativ kurzen Zeit der Betriebsphase könnten solche Reaktionen sicherheitsgefährdend sein.

In dem diesbezüglichen Paarvergleich würde die Vollverfüllung im Vergleich zur Umlagerung und Rückholung schlechter abschneiden.

In 2.1.1 „Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes“ wird für die Strahlenbelastung der Bevölkerung ein Differenzkriterium von „einigen 10  $\mu\text{Sv/a}$ “ (siehe auch BFS (2010), S. 18) für die Berücksichtigung von Dosisunterschieden angewendet. Abgesehen von der Diskussionswürdigkeit der Größe des Kriteriums und ihrer Begründung, ist dies nicht zielführend. Der als Begründung angeführte Optimierungsgedanke kann bei der Diskussion der Rangfolge relevant sein, nicht jedoch bei Charakterisierung und Paarvergleich. Die Unsicherheiten bei der Ermittlung der Dosis für die Bevölkerung haben bei den Optionen die gleiche Tendenz. Davon abgesehen ist die Strahlenbelastung für die Bevölkerung ein wichtiges Kriterium für die Auswahl der Option. Deshalb sollten die diesbezüglichen Unterschiede zwischen den Optionen auch vollständig in den Vergleich eingehen.

Bezüglich 2.1.3 „Anfälligkeit gegenüber Eingriffe von außen“ wird die Umlagerung im Optionenbericht (BFS (2010)) als nachteilig gegenüber der Vollverfüllung bewertet. Dem wird widersprochen. Die zutreffende Charakterisierung im Optionenbericht wirkt sich nicht auf den Paarvergleich aus. In beiden Fällen verbleiben die Abfälle unter Tage. Es ist von außen in beiden Fällen kein Zugriff mit direkter zerstörerischer Absicht möglich und die Überwachbarkeit der Abfälle hinsichtlich Entwendung unterscheidet sich nicht. Die Optionen sind deshalb gleichwertig.

### **Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt**

Zur Bewertung der "Kriterienbezogenen Paarvergleiche zu den Radiologischen (S. 142) und den Chemotoxischen (S. 145) Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt" wird vorausgesetzt, dass,

- Wechselwirkungen zwischen Verfüllmaterialien und Inventar nicht stattfinden oder für die Umweltauswirkungen bedeutungslos sind,
- das Konzept und die Prognoserechnungen zur Verhinderung der Mobilisierung zutreffen (Einbringen von Brucit-Mörtel, Geotechnische Bauwerke zur Behinderung des Lösungsaustauschs, Fixierung der Schadstoffe).

Beide Annahmen sind weder argumentativ belegt noch plausibel. Die Bewertungen der diesbezüglichen Paarvergleiche - Tab. 2.2-1 (S. 142) und (S. 145) insbesondere die Bewertungen zur Vollverfüllung sind daher nicht nachvollziehbar.

In den Absätzen 2.2.1 und 2.2.2 von BFS (2010) „Radiologische und chemotoxische Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt“ wird bei den Paarvergleichen für die Umlagerung das Kriterium „Zeitraum fehlender Barrieren“ unzutreffend berücksichtigt. Die Annahme, dass bei der Umlagerung das gesamte Inventar bis zum langzeitsicheren Verschluss zugänglich ist, hängt vom zugrunde gelegten Umlagerungskonzept ab und muss nicht in jedem Fall zutreffend sein. Auch hier können einzelne Kammern / Kavernen nach ihrer jeweiligen Befüllung zuflusssicher abgeschlossen werden. Beim Paarvergleich Rückholung / Vollverfüllung wird nicht ausreichend gewürdigt, dass die Inventarreduzierung in der Schachtanlage Asse II durch die Entfernung der Abfälle nachhaltiger wirksam ist als geotechnische Bauwerke und Brucit-Mörtel bei der Vollverfüllung.

Radiologische und chemotoxische Auswirkungen werden im Optionenbericht (BFS (2010)) getrennt bewertet. Bei der Betrachtungstiefe im Optionenbericht ist fragwürdig, ob es sich bei diesem getrennten Vergleich mit denselben Kriterien nicht um eine Doppelbewertung handelt.

### **Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen**

In Absatz 2.3.1 „Radiologische Auswirkungen des Beurteilungsfelds ‚Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen‘“ wird die Option Umlagerung wegen bestehender Kenntnislücken aus dem Paarvergleich ausgenommen. In Absatz 3.3 wird die Option Umlagerung dann hinter Rückholung und Vollverfüllung auf Rang 3 gruppiert. Dies spiegelt sich in der Bildung der Gesamttrangfolge in Kapitel 4 wieder. Diese Vorgehensweise ist methodisch nicht korrekt. Nachvollziehbarer wäre entweder, die Möglichkeit eines Langzeitsicherheitsnachweises - wie für die Option Rückholung - auch für die Umlagerung zu unterstellen, da die Machbarkeitsstudie ERCOSPLAN (2009) keine gegenteiligen Hinweise enthält, oder die entsprechenden Kriterien für alle drei Optionen vom Paarvergleich auszunehmen.

Beim Paarvergleich Umlagerung / Vollverfüllung in Absatz 2.3.2 „Chemotoxische Auswirkungen in der Nachbetriebsphase“ werden die bei der Charakterisierung in Absatz 1.3.2.2 (BFS (2010), S. 74) eindrucksvoll dargestellten Vorteile der Umlagerung nicht gewürdigt. Im Übrigen stellt sich auch hier die Frage der Doppelbewertung.

In Absatz 2.3.5 Nachweisbarkeit der radiologischen Langzeitsicherheit erfolgt die Eingruppierung der Optionen Rückholung, Umlagerung und Vollverfüllung auf Grundlage einer aus Sicht der AGO nicht ausreichenden Informationsbasis. Insbesondere die schlechte Beurteilung der Option Umlagerung im Vergleich zur Vollverfüllung auf Basis der Argumentation, man könne für beide Optionen derzeit nicht belastbar die Unterschreitung radiologischer Limiten wie des 0,3 mSv/a-Wertes nachweisen, aber man erwarte für die Option Vollverfüllung eine Aussage über die Einhaltung – oder Nicht-Einhaltung – in kürzerer Zeit scheint wenig tauglich, um zu einer eindeutigen „besser-schlechter“ Gruppierung zu gelangen.

### **Machbarkeit**

Die AGO nimmt nicht zu rechtlichen Einschätzungen Stellung. In Bezug auf Absatz 2.4.2 „Rechtliche Umsetzbarkeit“ wird jedoch darauf hingewiesen, dass es aus fachlicher Sicht insbesondere vor dem Hintergrund des langjährigen Sachstandes zur Asse nicht nachvollziehbar erscheint, eine Option aufgrund unklarer Genehmigungsvoraussetzungen schlechter zu bewerten, wenn angenommen wird, dass alle Optionen die gesetzlichen Mindestanforderungen erfüllen (BFS (2010), S. 173).



### **3 Zu Kapitel 3 des Optionenberichts** ***Rangfolgen für Beurteilungsfelder***

Die in diesem Kapitel erfolgende Rangfolgenbildung stellt die Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Paarvergleiche dar. Es konnten keine Übertragungsfehler festgestellt werden. Insofern bilden die Rangfolgen für die Beurteilungsfelder die Ergebnisse des BfS bei den Paarvergleichen korrekt ab.

Zum Beurteilungsfeld 1 „Sicherheit in der Betriebsphase“ merkt BfS an, dass für alle Optionen Expositionen ermittelt werden, die unterhalb der Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung (StrSchV) liegen. Damit könnten alle drei Optionen als „gleichrangig“ verstanden werden – die Rangfolge Vollverfüllung – Umlagerung – Rückholung entspricht einer radiologischen Optimierung. Insofern ist die Zusammenfassende Darstellung in Kapitel 4, Tabelle, erste Zeile zu interpretieren.

Im Beurteilungsfeld „Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt“ ergäbe sich bei Berücksichtigung der in dieser Stellungnahme vorgebrachten Kritik eine Änderung der Rangfolge.

Im Beurteilungsfeld „Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen“ beeinflusst der methodisch nicht einwandfreie Umgang mit der Option Umlagerung die Rangfolgenbildung zu deren Nachteil.

## **4 Zu Kapitel 4 des Optionenberichts** ***Bildung einer Gesamtrangfolge***

### **Grundsätzliche Anmerkung**

In der Tabelle zu Kapitel 4 (in der Logik von BfS (2010) Tab. 4-1) werden die Rangfolgen der drei Stilllegungsoptionen für alle Beurteilungsfelder zusammenfassend dargestellt. Dabei sind nach BfS folgende grundlegenden Aspekte zu berücksichtigen:

- BfS weist ausdrücklich darauf hin, dass durch eine rein numerische (gemeint ist vermutlich eine an den Rängen orientierte Betrachtung durch Addition) Auswertung der Beurteilungsfelder die Unterschiede innerhalb der einzelnen Beurteilungsfelder (Gewichtung) nicht berücksichtigt werden.
- In Tab. 4-1 spielt die Bedeutung der einzelnen Beurteilungsfelder noch keine Rolle; diese wird anschließend von BfS in einer kurzen Erläuterung vorgenommen. Maßgeblich sind nach BfS der Langzeitsicherheitsnachweis und das Risiko der rechtlichen Umsetzbarkeit.

Dem ersten Aspekt ist zweifellos zuzustimmen. Bezüglich des zweiten Aspekts darf der Leser also davon ausgehen, dass Langzeitsicherheit und rechtliche Umsetzbarkeit für BfS die maßgeblichen Beurteilungsfelder für die Festlegung der Gesamtrangfolge sind. Die beiden Sätze, die BfS dazu niederschreibt, liefern jedoch keine klaren (bewertenden) Aussagen zur Gewichtung der Beurteilungsfelder / Kriterien, sondern verweisen lediglich auf eine diffus wirkende „begründete Erwartung“ zum Langzeitsicherheitsnachweis und auf das „Risiko der rechtlichen Umsetzbarkeit“ für die Option Umlagerung. Rechtliche Umsetzbarkeit ist übrigens nur eines von drei Kriterien, die zum Beurteilungsfeld „Machbarkeit“ gehören.

Nach dem Verständnis der AGO wird im Kapitel 4, das zwar mit Gesamtrangfolge überschrieben ist, keine Gesamtrangfolge gebildet. Vielmehr beschränkt sich das BfS darauf, in Tab. 4-1 das Ergebnis der Rangfolgenbildung für Beurteilungsfelder zusammenzufassen und nach einer Gewichtung der Option Rückholung insgesamt den Vorzug zu geben. Die Bildung einer Gesamtreihenfolge erfolgt weder ohne noch mit Gewichtung. Somit bleibt es dem Leser überlassen, diese für den Fall ohne Gewichtung vorzunehmen. Die Besetzung der Ränge 2 und 3 mit Gewichtung bleibt unerwähnt.

### **Anmerkungen im Detail**

Trotz der unter radiologischen Aspekten als „gleich“ interpretierbaren Abfolge der drei Optionen im Beurteilungsfeld (1) und trotz der sich ggf. anders darstellenden Abfolge der Optionen Vollverfüllung (V) und Umlagerung (U) im Beurteilungsfeld (3) zeigt die tabellarische Zusammenfassung aus Schritt 3 ein scheinbar eindeutiges Bild:

Die Option Vollverfüllung weist in der Mehrzahl der Beurteilungsfelder die Eingruppierung auf Rang 1 auf. Die Option Rückholung wird lediglich im Beurteilungsfeld (3) „Vorläufige Langzeitsicherheits-Einschätzungen“ auf Rang 1 gesetzt, besitzt aber in der Mehrzahl der anderen Beurteilungsfelder einen höheren Rang als die Option Umlagerung..

Selbst die Änderung der Rangfolge der Stilllegungsoptionen in einem Beurteilungsfeld würde an diesem Bild hinsichtlich der Gesamtrangfolge nichts verändern.

Die von BfS angeführte Begründung zur Präferenz der Option Rückholung ist fachlich nur schwach unterlegt. Dabei reicht der Hinweis auf „Unterschiede innerhalb der einzelnen Beurteilungsfelder“, für die zwei Aspekte – der Langzeitsicherheitsnachweis und die Risiken einer rechtlichen Umsetzbarkeit – maßgeblich sind, nicht als Begründung aus.

Für keine der drei Stilllegungsoptionen ist bislang ein belastbarer Langzeitsicherheitsnachweis mit einer umfassenden numerischen Analyse geführt worden. Deshalb ist die sichere

Unterschreitung des radiologischen Limits von 0,3 mSv/a (besser: 0,1 mSv/a) derzeit für keine Stilllegungsoption nachweisbar. Die „begründete Erwartung“ dazu für die Option Rückholung ergibt sich allein aus der Zukunftsperspektive der Endlagerung der rückgeholt Abfälle in einem genehmigten und nachweislich langzeitsicheren Endlager. Die Machbarkeitsstudie zur Vollverfüllung (GRS (2009)) wiederum bringt klar zum Ausdruck, dass die Einhaltung des gewählten Bewertungsmaßstabes von 0,3 mSv/a nicht zuverlässig vorhergesagt werden kann.

In der Machbarkeitsstudie zur Option Umlagerung (ERCOSPLAN (2009)) wird festgestellt, dass umfangreiche geologische Erkundungen im vorgesehenen Einlagerungsbereich und detaillierte Sicherheitsanalysen für die Nachbetriebsphase erforderlich seien. Offensichtlich leitet BfS daraus für die Option der Umlagerung das Risiko der rechtlichen Umsetzbarkeit ab.

Unabhängig von den genannten Problemen zur Vorgehensweise bei der Bildung der Gesamtrangenfolge ist diese aufgrund der in diesem Bericht zu den Kapiteln 1 bis 3 des Optionenvergleichs vorgebrachten Kritik auch nicht nachvollziehbar. Unter Berücksichtigung der Kritik und bei einer differenzierteren Abwägung der Ergebnisse für die einzelnen Beurteilungsfelder bei deren Zusammenführung könnte die Umlagerung deutlich besser abschneiden.

Ohne hier auf die Einzelbewertungen zurückgreifen zu wollen, wirft der Umgang des BfS mit dem Beurteilungsfeld „Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen“ für jede Stilllegungsoption Fragen auf. So wird bei der Rückholung schlichtweg davon ausgegangen, dass ein langzeitsicheres Endlager zur Verfügung stehen wird. Hingegen werden bei der Option Umlagerung denkbare Zweifel an der Langzeitsicherheit aufgeführt.

Bei der Option Vollverfüllung schließlich ist der Kenntnisstand vermeintlich am weitesten fortgeschritten – BfS bezieht sich aber auf ein anderes „Referenzkonzept“, nämlich das von HMGU entwickelte Schutzfluidkonzept. Bei jeder dieser Optionen – Vollverfüllung und Schutzfluidkonzept – wird die Langzeitsicherheit wesentlich von der Komplexität und der Vielfalt erforderlicher Maßnahmen bestimmt, ohne dass deren gewünschtes Zusammenwirken garantiert werden kann.

Die fehlenden belastbaren (quantitativen) Informationen auch für die Beurteilung der Langzeitsicherheit der Stilllegungsoptionen sind nicht kurzfristig zu beschaffen. Es besteht somit derzeit eine Bewertungsunsicherheit, die nicht einfach beseitigt werden kann.

Allerdings wäre es von Vorteil gewesen, wenn BfS eine ausführliche Begründung für die Auswahl der Rückholung geliefert hätte. Die derzeit vorliegenden Aussagen lassen Interpretationsmöglichkeiten offen. Hinsichtlich der Option Umlagerung ist die von BfS gesehene Dominanz des Risikos der rechtlichen Umsetzbarkeit nicht nachvollziehbar.

Allgemein ist festzustellen, dass der von BfS durchgeführte Optionenvergleich mit abschließender Bildung der Gesamtrangenfolge darunter leidet, dass die Option, die man am besten kennt, auch am besten abschneidet. Denn bei dieser Option ist wegen des Kenntnisstandes die Unsicherheit am kleinsten. Umgekehrt scheiden Optionen schlechter ab, wenn man weniger über sie weiß (z. B. Umlagerung). Anders ausgedrückt: Es wurden von BfS vor allem auch (unbewusst) die Unsicherheiten bewertet. Dieser Fehler taucht bei Entscheidungsverfahren häufig auf. Er kann nur vermieden werden, wenn explizit ein Kriterium „Unsicherheiten“ eingeführt wird. Dann können Mehrfachbewertungen – wie bei der Umlagerung geschehen – eher vermieden werden.

Die Präferenz der Option Rückholung durch BfS wird allein mit der begründeten Erwartung, dass der Langzeitsicherheitsnachweis geführt werden kann, nur unzureichend gestützt. Erst mit den erforderlichen Maßnahmen zur Verbesserung des Kenntnisstandes hinsichtlich Machbarkeit und Zeitbedarf (Öffnung von Kammern, Prüfung der Gebinde) wird diese Option nachvollziehbar und plausibel, da durch die dann endgültige Klärung der Rangfolge der Optionen in den Beurteilungsfeldern (4) „Machbarkeit“ und (5) „Zeitbedarf“ eine deutlich verbesserte Entscheidungsgrundlage geschaffen wird. Stellt sich heraus, dass die gesamten Abfälle aufgrund des Gebindezustandes und der Abfallzusammensetzung nicht oder nur mit be-

trächtlichem technischen und zeitlichen Aufwand rückholbar oder umlagerbar wären, sollten in einer Neuaufnahme des Optionenvergleichs Varianten der Teilrückholung und Teilumlagerung in die Paarvergleiche einbezogen werden. Die Entscheidungsfindung wäre komplex, da auch bei Untersuchung einer begrenzten Anzahl von Gebinden aus wenigen Einlagerungskammern keine Gewähr für den sicheren Umgang mit bestimmten Anteilen des Abfallinventars bestünde.

Wegen der Möglichkeit, dass die Rückholung nicht machbar ist, sind die Optionen Umlagerung und Vollverfüllung weiter zu prüfen bzw. z. B. hinsichtlich der Nachweisführung zu verbessern.

## **5 Zu Kapitel 5 des Optionenberichts Sensitivitätsanalyse**

Unter Sensitivitätsanalyse versteht man im Allgemeinen eine Untersuchung der Auswirkungen der Unsicherheit (mögliche Variationsbreite) einzelner Terme auf das Gesamtergebnis. Hier wäre also zu untersuchen gewesen, ob aufgrund der Unsicherheiten bei den Paarvergleichen auch andere Resultate möglich sind, und wie diese anderen Resultate sich auf die Beurteilungsfelder und das Gesamtergebnis auswirken können. Ein wichtiger Aspekt besteht darin festzustellen, ob Bewertungsergebnisse entscheidend von Unsicherheiten bezüglich einer Option abhängen. Ist dies der Fall, muss die Datenbasis erweitert werden, da nur so eine belastbare Bewertung möglich ist. Es wäre auch sinnvoll gewesen, die Auswirkungen zusätzlicher Kriterien, z. B. der o. g. „Endlager-Kriterien“, auf das Ergebnis zu untersuchen.

### **Anmerkungen zu grundlegenden Unsicherheiten**

BfS identifiziert vier grundlegende Unsicherheiten:

- (a) Zustand der Abfallgebinde
- (b) Radiologisches und chemotoxisches Inventar
- (c) Existenz eines für die Umlagerung geeigneten Einlagerungsbereiches
- (d) Nachweisführung der Langzeitsicherheit bei der Vollverfüllung.

Diese Unsicherheiten sollen wegen ihrer Bedeutung in nachfolgenden Absatz 5.2 in den Mittelpunkt der Analyse gestellt werden.

BfS liefert keine Begründung, warum diese Unsicherheiten grundlegend und umfassend sind. Immerhin wird bei den beiden Unsicherheiten (a) und (b) darauf hingewiesen, dass diese alle Stilllegungsoptionen betreffen. In diesem Sinne sind diese beiden Unsicherheiten grundlegend.

Nicht nachvollziehbar ist die Unsicherheit (c). Alleine aus Gründen der Gleichbehandlung der Optionen hätte beim Vergleich der Optionen davon ausgegangen werden müssen, dass ein entsprechender geeigneter Einlagerungsbereich existiert. Für die Option Rückholung geht BfS selbstverständlich davon aus, dass ein langzeitsicheres Endlager existiert. Diese Ungleichbehandlung der Umlagerung stellt also keine grundlegende Unsicherheit dar, sondern einen systematischen Fehler, der sich durch den gesamten Vergleich zieht. Die Beseitigung dieses Fehlers könnte zu einer deutlich verbesserten Bewertung der Umlagerung führen.

Unsicherheit (d) erschließt sich nicht. Sicherlich betrifft die Unsicherheit der Nachweisführung der Langzeitsicherheit vorrangig die Vollverfüllung, warum diese Unsicherheit aber grundlegend sein soll, bleibt unklar.

### **Anmerkungen zu „Unsicherheiten für die jeweiligen Beurteilungsfelder“**

Die von BfS in diesem Kapitel vorgesehene Berücksichtigung der in Absatz 5.1 genannten vier grundlegenden Unsicherheiten im Sinne einer Sensitivitätsanalyse findet nicht statt. Zwar werden für die einzelnen Kriterien die genannten Unsicherheiten mehr oder weniger detailliert diskutiert, aber es findet keine systematische Analyse der Auswirkungen der Unsicherheiten auf das Ergebnis der Bewertungen (z. B. auch der Paarvergleiche) statt. Es mangelt hauptsächlich an der Darstellung der Einflussgrößen (Unsicherheiten) sowie dem Ausmaß, mit dem diese die Bewertungsergebnisse (Gesamtrangfolge) verändern.

Ansonsten wird die oben unter (c) aufgeführte Unsicherheit bezüglich der Existenz eines für die Umlagerung geeigneten Einlagerungsbereichs systematisch falsch angewandt. Es wird nämlich mehrfach ausgeführt, dass hinsichtlich der Umlagerung geologische Unsicherheiten

bestehen, woraus negative Bewertungen der Umlagerung resultieren. Genau dieses Resultat ist das Ergebnis der Bewertung der Unsicherheit und nicht der Bewertung der Umlagerung. Dies hat übrigens auch die nicht zulässige Mehrfachbewertung der Unsicherheit bei der Umlagerung zur Folge. Die Unsicherheit selbst kann nur durch Untersuchungen beseitigt werden.

Im Sinne des Berichts zu den Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen (BFS (2009c)) wäre also zu untersuchen gewesen, ob aufgrund der Unsicherheiten bei den Paarvergleichen auch andere Resultate möglich sind, und wie diese anderen Resultate sich auf die Beurteilungsfelder, den Paarvergleich und das Gesamtergebnis auswirken können.

### **Anmerkungen zu „Aspekte zur Revidierbarkeit und Überwachbarkeit der Stilllegungsoptionen“**

Es werden von BfS die Kriterien „Revidierbarkeit“ (Zugänglichkeit) und „Überwachbarkeit“ mit jeweils drei unterschiedlichen Bewertungsgrößen für jede Stilllegungsoption beurteilt. Abschließend wird ein Paarvergleich der Stilllegungsoptionen auf Grundlage der jeweiligen Bewertungsgrößen vorgenommen. Beide Aspekte weisen nach Meinung des BfS keine wesentlichen Unterscheidungsmerkmale zwischen den Optionen auf und haben damit keinen Einfluss auf deren Rangfolge.

Auf die in den Absätzen 5.3.1 und 5.3.2 von BfS vorgenommene Bewertung der Revidierbarkeit und Überwachbarkeit soll hier nicht im Detail eingegangen werden, sondern es sollen nur einige nach Meinung der AGO fragliche Bewertungen und Aussagen beispielhaft kurz dargestellt werden:

- Wenn nach BfS die Tiefe der Einlagerungsorte der Abfälle unerheblich ist (Absatz 5.3.3.3, S. 210), ist diese Tiefe als Bewertungsgröße für die Revidierbarkeit gleichfalls ungeeignet und darf nicht betrachtet werden.
- Bei den Paarvergleichen zur Revidierbarkeit darf für die Umlagerung nicht erneut die nicht ausreichend bekannte Geologie zum Nachteil führen. Wenn man diesen Fehler vermeidet und die von BfS gewählten Kriterien (BFS (2009c)) anwendet, schneidet die Umlagerung besser ab als Vollverfüllung und Rückholung.
- Beim Paarvergleich Rückholung/Vollverfüllung wird bezüglich des Trockenen Abschlusses nicht berücksichtigt, dass bei letzterer die Einlagerungsbereiche mit der Stilllegung praktisch sofort nass verfüllt werden, während dies beim Endlager der Option Rückholung erst nach einem längeren Zeitraum vollständig der Fall sein wird. Dies führt zu einem Vorteil der Rückholung. Das gilt insbesondere wenn, wie im Kapitel 5.3, auf einen Zeitraum von 500 Jahren abgehoben wird.
- Die Überwachbarkeit wird im Optionenbericht anhand der Bewertungsgrößen Größe und Tiefe des zu überwachenden Bereichs, Zeitraum und Zuverlässigkeit der Überwachung und technischer Aufwand beurteilt. BfS weist auf konzeptionelle und zeitliche Restriktionen hin, wenn ein Endlagersystem überwacht ausgelegt werden soll. Eine über mehr als einige hundert Jahre währende Überwachung wird als nicht möglich angesehen. Insofern hat das Kriterium Überwachbarkeit auch nur einen zeitlich stark limitierten Anwendungsbereich. Ansonsten verweist die AGO auf die zum Kriterium Überwachbarkeit bestehenden unterschiedlichen Sichtweisen (AGO (2009b)).
- Die Aussagekraft der im BfS-Optionenvergleich angestellten Paarvergleiche zur Revidierbarkeit und zur Überwachbarkeit ist fraglich. Ohne Aussage zum Zeitpunkt einer Revision sollten die Optionen Rückholung, Umlagerung und Vollverfüllung nicht einem Paarvergleich unterzogen werden.

Ungeachtet der zum Teil fraglichen Bewertungen und Schlussfolgerungen des BfS werden durch die Ausführungen zwei seit langem bekannte Sachverhalte nochmals deutlich:

- Revidierbarkeit und Überwachbarkeit bei Endlagern sind nur sehr begrenzt umsetzbar – sie sind auch konzeptionell gar nicht beabsichtigt. Denn die Zeiträume, ab denen beide Aspekte möglicherweise zum Tragen kommen, sind für menschliche Verhältnisse lang (mindestens einige hundert Jahre). Ob dann noch Kenntnis des Endlagers besteht, ob die Messinstrumente noch funktionieren oder ob die Gesellschaft überhaupt noch die technische oder wirtschaftliche Möglichkeit hat, einzugreifen, ist nicht sicher zu beurteilen. Daher nimmt das Konzept der geologischen Endlagerung von solchen Aspekten bewusst keinen Kredit.
- Revidierbarkeit und Überwachbarkeit bei Endlagern führen zudem zu einer Schwächung der Barrieren und damit zu einem potenziellen Verlust an Isolationsvermögen.

## **6 Zu Kapitel 6 des Optionenberichts**

### ***Zusammenfassung***

In der Zusammenfassung zum Optionenvergleich Asse stellt BfS die Rückholung aller Abfälle als die nach heutigem Wissenstand beste Option dar. Allerdings liegen erhebliche Kenntnisdefizite zum Zustand der eingelagerten Abfälle und über die eingelagerten Inventare der radioaktiven und chemotoxischen Abfälle vor. Dadurch könnten sowohl der erforderliche Zeitbedarf als auch die Exposition der Beschäftigten in einem solchen Ausmaß negativ beeinflusst werden, dass eine Verwirklichung der Option nicht mehr in Frage kommt.

Auf Grund dieser Erkenntnis leitet BfS einen Handlungsplan ab, der aus vier teilweise parallel zu bearbeitenden Elementen besteht (ausführungsreife Planungen zur Rückholung, Faktenerhebung Einlagerungskammer/Zustand der Abfälle, Stabilisierung des Grubengebäudes, Notfallmaßnahmen für den Fall eines unbeherrschbaren Lösungszuflusses).

Ungeachtet der zum Teil erheblichen Bedenken gegenüber einzelnen Bewertungen und methodischen Fehlern im Optionenvergleich hält die AGO die vorläufige Richtungsentscheidung zur Rückholung für vertretbar. Fragwürdige Einzelbewertungen und methodische Fehler beziehen sich vor allem auf die Option Umlagerung. Ein Optionenvergleich auf Grundlage großer Kenntnislücken und Unsicherheiten kann nur eine relativ unbestimmte Aussageschärfe des Ergebnisses produzieren. Als entscheidender Vorteil der Vorgehensweise ist zu werten, dass sämtliche Optionen unter den von BfS vorab festgelegten Aspekten (Kriterien) diskutiert und gegenübergestellt werden, so dass Experten und interessierte Laien die Entscheidung und die Gründe dafür nachvollziehen können. Dies war und ist die Hauptaufgabe eines rationalen Entscheidungsprozesses.

Die Einschränkungen und Bedenken des BfS hinsichtlich der Umsetzbarkeit der Rückholung teilt die AGO, befürwortet aber auch die zügige Planung bis zur Ausführungsreife.

Die AGO weist nochmals darauf hin, dass die Unsicherheit hinsichtlich der Existenz eines potenziell geeigneten Einlagerungsbereichs in der Salzstruktur Asse (Option Umlagerung) relativ schnell und einfach mit orientierenden Untersuchungen beseitigt werden könnte. Die Klärung dieses von BfS als „grundlegende Unsicherheit“ bezeichneten Aspekts wäre neben dem Zustand der Gebinde und dem Inventar ein weiterer wichtiger Aspekt hinsichtlich der Beurteilung dieser Option. Die Aspekte Gebindezustand und Inventar sind vor dem Hintergrund der sicheren Handhabung der radioaktiven Abfälle auch für die Option Rückholung von entscheidender Bedeutung. Insofern wäre neben einer Verringerung dieser Unsicherheiten die orientierende Erkundung eines potenziellen Einlagerungsbereiches in Betracht zu ziehen.

Wenn ein geeigneter Einlagerungsbereich nicht nachweisbar sein sollte, kann diese Option begründet verworfen werden. Anderenfalls hätte man neben der Vollverfüllung eine zusätzliche „back-up-Option“.



## **7 Zusammenfassende Bewertung der AGO**

Ungeachtet der zum Teil erheblichen Bedenken gegenüber einzelnen Bewertungen und methodischen Fehlern im Optionenvergleich hält die AGO die vorläufige Richtungsentscheidung zur Rückholung für vertretbar.

Der daraus folgende Handlungsplan des BfS ist zur Verbesserung der Wissensbasis für zukünftiges Handeln geeignet.

Für die Optionen Vollverfüllung und Umlagerung werden umgehend weitere Untersuchungen für sinnvoll gehalten.

## QUELLEN

- AGO (2009A): Stellungnahme zum Diskussionspapier Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) „Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse (Stand 27.04.2009)“, Arbeitsgruppe Optionenvergleich, 14.07.2009
- AGO (2009B): Stellungnahme zum Bericht Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) „Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse (Stand 01.09.2009)“, Arbeitsgruppe Optionenvergleich, 28.09.2009
- AGO (2009c): 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 von 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, 27.11.2009
- BFS (2009): Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse, Bundesamt für Strahlenschutz, 01.09.2009
- BFS (2009A): Optionenvergleich Asse – Zwischenstand: Schritt 1 – Fachliche Bewertung der Stilllegungsoptionen für die Schachanlage Asse II, Bundesamt für Strahlenschutz, Entwurf 25.11. 2009
- BFS (2010): Optionenvergleich Asse – Fachliche Bewertung der Stilllegungsoptionen für die Schachanlage Asse II, Bundesamt für Strahlenschutz, 22.12.2009 / 11.01.2010
- COLENCO & GRS (2006): Gesamtbewertung der Langzeitsicherheit für den Standort Asse (Konsequenzenanalyse), Colenco-Bericht 3762/01, GRS-A-3350, Rev. 00, Colenco Power Engineering AG, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Baden-Dättwil (Schweiz) / Braunschweig 12.12.2006
- DMT (2009): Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse, DMT GmbH & Co. KG und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, 25.09.2009
- ERCOSPLAN (2009): Studie zur Beurteilung der Machbarkeit einer Umlagerung aller oder Teile von radioaktiven Abfälle in der Schachanlage Asse II, ERCOSPLAN Ingenieurgesellschaft Geotechnik und Bergbau mbH und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, 30.09.2009
- GRS (2009): Schachanlage 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, Salzgitter, 01.10.2009
- RSK (2002): Gemeinsame Stellungnahme der RSK und SSK betreffend BMU-Fragen zur Fortschreibung der Endlagersicherheitskriterien, 05./06.12.2002

## **ANHANG**

Sondervotum von Herrn Prof. Bertram (18.04.2010 / 27.04.2010)

Sondervotum von Herrn Dr. Krupp (27.04.2010)

Betreff: AGO-Stellungnahme zum BfS- Bericht „Optionenvergleich Asse“  
Hier: Zu Absatz 1.3.2 CHEMOTOXISCHE AUSWIRKUNGEN

Die fachliche Bewertung des Absatzes 1.3.2 ist in folgenden Punkten unvollständig, nicht plausibel und nicht nachvollziehbar.

1. (S.73, erster Abschnitt) Bei den chemotoxischen Auswirkungen durch Löslichkeit und Transport handelt es sich nicht nur „um Begleitstoffe der radioaktiven Abfälle“ sondern auch um Stoffe, die durch chemische Reaktionen zwischen den Einlagerungskomponenten bereits entstanden sind oder entstehen können. Die Auswirkungen dieser Prozesse dürfen insbesondere bei der Option Vollverfüllung nicht vernachlässigt werden, da Laugen als wässriges Lösungs- und Reaktionsmedium fungieren. Eine Trennung von chemischen und strahlenchemischen Prozessen ist willkürlich und berücksichtigt nicht deren gegenseitige Beeinflussung (Reaktionssynergismen).
2. (S.73, 4. Abschnitt) Die Beschränkung auf die „wasserrechtlich relevanten Elemente Mg, Cl und K“ ist nicht nachvollziehbar, da sich im Inventar bedenkliche Mengen an toxischen Schwermetallen, Kohlenwasserstoffen und chlororganische Substanzen befinden.
3. (S.73, 4. Abschnitt) „Da bei keiner der drei Option... werden diese Elemente eine wesentlich geringere Konzentration im Deckgebirge erreichen.“ Diese Bewertung trifft für die Rückholung und die Umlagerung zu, ist aber für die Vollverfüllung nicht nachvollziehbar. Bei der Option Vollverfüllung kann es durch Auflösungs- und Reaktionsprozesse zu erheblichen Anreicherungen toxischer Stoffe (s. o.) kommen.
4. S.75, 1.3.2.3 Gasbildung (bei Vollverfüllung) „Es kann angenommen werden, dass sich diese Bedingungen auch bei einer Vollverfüllung einstellen.“ Diese Annahme ist weder belegt noch nachvollziehbar. Da im nassen Milieu Gasbildungsprozesse und Transportvorgänge erheblich aktiviert werden, liegen bei Vollverfüllung gänzlich andere Bedingungen vor.
5. S.76, 1.3.2.4 Zusammenfassende Bewertung-(Option Vollverfüllung) Es ist weder plausibel noch nachvollziehbar, weshalb „...geringere Konzentrationen dieser Elemente im Grundwasser zu erwarten sind,... da ...die Einbringung einer technischen  $MgCl_2$ -Lösung nur bis zur 700-m-Sohle vorgesehen ist...“ Diese Erwartung lässt unberücksichtigt, dass es unter den genannten Bedingungen unter dem Einfluss von Gasdruck und Konvergenz zur Auspressung über Poren, Risse und Klüfte bis in grundwasserführende Schichten kommen kann.
6. Im Übrigen ist nicht nachvollziehbar, weshalb bei der Bewertung lediglich die wasserrechtlichen Rahmenbedingungen und nicht auch die Vorgaben der Gefahrstoff-Verordnung herangezogen wurden.

**Begründung zur Ablehnung der Option Vollverfüllung**

Bei Vollverfüllung ist eine trockene Lagerung des radioaktiven und chemotoxischen Inventars nicht mehr gegeben. Bei der stofflichen Vielfalt und den unüberschaubaren Möglichkeiten zur chemischen und strukturellen Materialumwandlung würden in Gegenwart von gesättigten Magnesiumchloridlösungen (Lösungsmittel Wasser) chemische und strahlenchemische Reaktionen ablaufen (1), deren Auswirkungen bereits kurzfristig auftreten können, mit Gewissheit aber die Langzeitsicherheit infrage stellen. Mit der Flutung mittels Magnesiumchloridlösung wird lediglich ein Schutz gegen weitere Salzauflösung ("Schutzfluid") nicht aber gegen chemische Prozesse erreicht. Für viele Reaktionen sind Salzlaugen als Reaktionsmedium sogar geeigneter als reines Wasser oder ungesättigte Salzlösungen. Ein Schutz gegen stoffverändernde und sicherheitsgefährdende Prozesse wird mit der Vollverfüllung nicht erreicht.

(1) BERTRAM, R., *"Risiken und Nebenwirkungen" bei einer Flutung des Atommülllagers Asse II mittels Schutzfluid*, Strahlentelex, Nr. 556-557, S.10 (2010)

Arbeitsgruppe Optionenvergleich

**27.04.2010**

**S o n d e r v o t u m**  
**zur AGO-Stellungnahme zum BfS-Optionenvergleich, Stilllegung Schachanlage Asse II**

Sehr geehrte Kollegen,

grundsätzlich bin auch ich mit der Entscheidung des BfS, nämlich die Option Rückholung prioritär zu verfolgen, im Ergebnis vollkommen einverstanden. Allerdings habe ich bezüglich des Entscheidungsprozesses beim BfS methodische und sachliche Bedenken, die für die Rangfolgenbildung relevant sind, und daher auch für die Bewertung möglicher Rückfall-Optionen. Zu der o.g. Stellungnahme der AGO, die ich ansonsten teile, gebe ich daher nachfolgendes Sondervotum ab.

1. Nichtberücksichtigung der „Endlager-Kriterien“ (einschlusswirksamer Gebirgsbereich, trockene Verwahrung, Isolation und Konzentration, sowie Vorhandensein mehrerer geologischer Barrieren).  
Die AGO, wie auch die Asse II Begleitgruppe, wie auch der Verfasser selbst, haben bereits früher wiederholt darauf hingewiesen, dass diese Endlager-Kriterien aus ihrer Sicht in jedem Optionen-Vergleich in angemessener Weise berücksichtigt werden müssen, jedoch hat BfS aus diesen Hinweisen keine Konsequenzen gezogen. Der vom BfS vorgenommene Optionen-Vergleich basiert somit auf einem unvollständigen Kriterien-Satz. Die willkürliche Negierung der vier, für die Langzeitsicherheit entscheidenden Kriterien stellt aus meiner Sicht einen gravierenden Fehler dar. Eine angemessene Anwendung der vier Endlager-Kriterien hätte insbesondere für die Option Vollverfüllung einen niedrigeren Rang ergeben und deutlich gemacht, dass diese Option nicht mit dem Stand von Wissenschaft und Technik vereinbar ist.  
Bei einer Stellungnahme zum Optionen-Vergleich darf dieser, bislang nicht behobene Fehler in der Entscheidungsfindung nicht einfach „zu den Akten gelegt“ werden.
2. Der methodische Ansatz, durch Paarvergleiche und verbal-argumentative Rangfolgenbildung zu einem Ergebnis zu kommen, wurde von der AGO in der Stellungnahme zum Kriterien-Diskussionspapier grundsätzlich befürwortet. Die nachfolgende praktische Umsetzung durch das BfS im Optionen-Vergleich ist jedoch aus meiner Sicht nicht im Sinne der AGO erfolgt. Die Umsetzung ist problematisch, wegen des unvollständigen Kriterien-

Satzes, wegen der Gruppierung zu „Beurteilungsfeldern“ und der damit verbundenen (nochmaligen) Gewichtung, wegen ungleicher Bewertungsmaßstäbe, und wegen teilweise erfolgten „Doppelzählungen“.

3. Die Vollverfüllung könnte aus meiner Sicht in modifizierter Form allenfalls noch als Notfall-Maßnahme (nach nicht mehr beherrschbaren Grundwasserzuflüssen) zur Schadensbegrenzung in Frage kommen, soweit sich nicht bessere Alternativen finden lassen. An solchen besseren Notfall-Maßnahmen sollte intensiv gearbeitet werden. Die Vollverfüllung, die eine Flutung und nasse Verwahrung der nuklearen Abfälle impliziert, sollte als reguläre Option zur Stilllegung jedoch aufgegeben werden.

Begründung:

- Das scheinbar günstige Abschneiden der Vollverfüllung ist eine Folge der unter 1. und 2. kritisierten Punkte.
- Durch das hydrogeologische Modell (Krupp, 29.12.2009) konnte gezeigt werden, dass die Option Vollverfüllung bereits wenige Jahre nach vollendeter Flutung zu Lösungsauspressungen und damit verbunden zu Radionuklid-Freisetzungen in die Biosphäre kommen kann. Auch wenn die angenommenen Modell-Parameter innerhalb plausibler Grenzen variiert werden, ändert sich dieses Ergebnis nicht grundlegend. Ein positiver Nachweis der Langzeitsicherheit für die Option Vollverfüllung ist somit nicht mehr zu erwarten.
- Die Option Vollverfüllung sieht sowohl den Einbau so genannter „Magnesium-Depots“ ( Brucit;  $Mg(OH)_2$  ) vor, als auch eine Flutung mit „Schutzfluid“ (Magnesiumchlorid-reiche R-Lösung). Diese beiden Komponenten bilden aber kein chemisch stabiles System, sondern reagieren miteinander unter Bildung basischer Magnesiumchloride (Sorel-Phasen). Außerdem kommt im Kaliflöz Staßfurt das Mineral Bischofit ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) gesteinsbildend vor, welches bei Anwesenheit einer Lösungsphase (Reaktionsmedium) in ähnlicher Weise mit Brucit reagiert. Die Konsequenzen sind: Beeinträchtigung der gewünschten pH-Pufferwirkung der „Magnesium-Depots“, Verarmung der Lösungszusammensetzung bezüglich Magnesiumchlorid, Lösungsangriff auf Magnesiumchlorid-Phasen (Bischofit, Carnallit, ..).
- Die Annahme des BfS, dass die Mobilisierung von Radionukliden in einem gefluteten Endlager durch die „Magnesium-Depots“ (Magnesiumhydroxid-haltige Baustoffe) begrenzt wird, ist in vielen Fällen nicht untersucht bzw. experimentell bereits widerlegt. Dies gilt insbesondere für die radiologisch wichtigen Nuklide Cs-135, Cs-137, C-14, I-129, Se-79, aber auch Co-60 und Ni-63: Cäsium verhält sich bei Auslaugungsexperimenten analog zu Nitrat völlig konservativ (idealer Tracer) (Kienzler et al., 2004; Abdou, 2003). Unter den zu erwartenden anaeroben Bedingungen werden organische Stoffe überwiegend nicht zu  $CO_2$  sondern zu Methan abgebaut, so dass C-14 hoch mobil ist. Iod wird als Iodid-Ion vorliegen und ist damit ebenfalls mobil. Selen wird unter reduzierenden Bedingungen möglicherweise in Form schwerlöslicher Schwermetall-Selenide fixiert, jedoch ist sein chemisches Verhalten bei der Auslaugung von Abfällen kaum bekannt. Das Verhalten des Selens ist stark vom Redox-Zustand abhängig. Die Übergangsmetalle Kobalt und Nickel neigen stark zur Komplexbildung, mit Chlorid, aber auch mit EDTA, und müssen als mobil betrachtet werden.

Einer AGO-Empfehlung, *„die Option Vollverfüllung im Sinne einer Rückfalloption parallel zu den anderen Arbeiten weiter zu entwickeln, um eine zuverlässigere Nachweisführung zu ermöglichen“*, kann ich mich daher nicht anschließen.

Quellen:

Abdou L (2003) Zementierung von flüssigen radioaktiven Abfällen - Hüttensand als Bindemittelmatrix -Berichte des Forschungszentrums Jülich ; 4066 ISSN 0944-2952 Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik Jül-4066 D82 (Diss., Aachen, RWTH, 2003)

Kienzler B, Schlieker M, Bauer A, Metz V, Meier H (2004) Langzeit Auslaug- und Korrosionsexperimente an zementierten 1:1 Gebinden in der Schachanlage Asse. Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für nukleare Entsorgung, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7059.

Mit freundlichen Grüßen,



Dr. Ralf E. Krupp