

Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse

Fachbereiche

**Sicherheit nuklearer Entsorgung und
Strahlenschutz und Umwelt**

Stand: 30. September 2009

Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse

Salzgitter, den 30.09.2009

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	3
VERZEICHNIS DER TABELLEN	4
VERZEICHNIS DER ANLAGEN.....	4
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	5
1 EINLEITUNG UND VERANLASSUNG.....	6
2 ANREGUNGEN FÜR DIE WEITERE ÜBERARBEITUNG DES DISKUSSIONSPAPIERS....	8
2.1 ANMERKUNGEN BEGLEITGRUPPE ASSE II.....	8
2.2 ANREGUNGEN UND EMPFEHLUNGEN DER ARBEITSGRUPPE OPTIONENVERGLEICH.....	9
2.3 ANMERKUNGEN BMU.....	10
2.4 WESENTLICHE ÄNDERUNGEN GEGENÜBER DEM DISKUSSIONSPAPIER VOM 27.4.2009	10
2.5 STELLUNGNAHME DER AGO VOM 28.09.2009 ZUM KRITERIENBERICHT (STAND: 01.09.2009) DES BFS.....	11
3 RANDBEDINGUNGEN FÜR DEN OPTIONENVERGLEICH	13
3.1 GEOLOGISCHE UND GEBIRGSMECHANISCHE AUSGANGSLAGE, RANDBEDINGUNGEN.....	13
3.2 GRUNDSÄTZLICHE STILLLEGUNGSOPTIONEN UND BISHERIGE BEWERTUNG DURCH DIE ARBEITSGRUPPE OPTIONENVERGLEICH (AGO)	15
3.3 EMPFEHLUNGEN DER ARBEITSGRUPPE OPTIONENVERGLEICH.....	16
3.4 ZIELE DES OPTIONENVERGLEICHS	18
4 METHODISCHER ANSATZ	19
4.1 GRUNDLEGENDE ASPEKTE BEI DER BEWERTUNG DER STILLLEGUNGSOPTIONEN FÜR DAS ENDLAGER ASSE	19
4.2 HERLEITUNG DES GEWÄHLTEN VERFAHRENS.....	19
5 BEURTEILUNGSFELDER UND KRITERIEN.....	22
5.1 BEURTEILUNGSFELD - SICHERHEIT IN DER BETRIEBSPHASE	23
5.2 BEURTEILUNGSFELD - UMWELTAUSWIRKUNGEN BEI UNBEHERRSCHBAREM LÖSUNGSZUTRITT.....	25
5.3 BEURTEILUNGSFELD - VORLÄUFIGE LANGZEITSICHERHEITSEINSCHÄTZUNGEN	28
5.4 BEURTEILUNGSFELD - MACHBARKEIT	31
5.5 BEURTEILUNGSFELD - ZEITBEDARF.....	33
6 VORGEHENSWEISE ZUR AUSWAHL EINES STILLLEGUNGSKONZEPTE.....	35
6.1 SCHRITT 1: CHARAKTERISIERUNG DER VARIANTEN AN HAND DER BEURTEILUNGSFELDER UND KRITERIEN	35
6.2 SCHRITT 2: KRITERIENBEZOGENER PAARVERGLEICH DER VARIANTEN.....	35
6.3 SCHRITT 3: RANGFOLGEN FÜR BEURTEILUNGSFELDER	36
6.4 SCHRITT 4: BILDUNG EINER GESAMTRANGFOLGE	36
6.5 SCHRITT 5: SENSITIVITÄTSANALYSE.....	37

7 ZUSAMMENFASSUNG.....	38
LITERATUR	40
ANLAGEN	42

Gesamtseitenzahl: 63

VERZEICHNIS DER TABELLEN

	<u>Seite:</u>
Tabelle 1: Beurteilungsfelder und Bewertungskriterien	22
Tabelle 2: Beispiel für den kriterienbezogenen Paarvergleich	35
Tabelle 3: Beispiel für die Rangfolgenbildung je Beurteilungsfeld	36
Tabelle 4: Bildung einer Gesamtrangfolge (ohne Wichtung).....	37

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage 1: Kriterien der Begleitgruppe Asse II für den Optionenvergleich	42
Anlage 2: Stellungnahme der AGO zum Diskussionspapier (Stand: 14.07.2009)	44
Anlage 3: Stellungnahme der AGO zum BfS - Bericht (Stand: 28.09.2009).....	59

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abs.	Absatz
AGO	Arbeitsgruppe Optionenvergleich
AHP	Analytic Hierarchy Process
AkEnd	Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte
AtG	Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMI	Bundesministerium des Innern
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
HMGU	Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)
IAEA	International Atomic Energy Agency
IfG	Institut für Gebirgsmechanik GmbH
LAW	schwach radioaktive Abfälle (low active waste)
MAW	mittelradioaktive Abfälle (medium active waste)
NMU	Niedersächsisches Umweltministerium
NWA	Nutzwertanalyse
PTKA-WTE	Projekträger Forschungszentrum Karlsruhe - Wassertechnologie und Entsorgung
StrlSchV	Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung)
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie

1 EINLEITUNG UND VERANLASSUNG

In der Schachanlage Asse II wurden im Zeitraum zwischen 1967 und 1978 radioaktive Abfälle eingelagert. Nach heutigen Kriterien erfüllt die Altanlage Asse nicht die Anforderungen an ein Endlager für radioaktive Abfälle (BMI (1983a), AKEND (2002), BMU (2009)). Als Forschungsbergwerk wurde ein ehemaliges Kali- und Steinsalzbergwerk, das ungünstige geologische und bergbaulich-geomechanische Randbedingungen aufweist, genutzt. Aufgrund ungenügender Schutzschichtmächtigkeiten existiert ein Lösungszutritt aus dem Deckgebirge, der seit 1988 bekannt ist. Wegen fortschreitender Entfestigung von Tragelementen des Grubengebäudes sind Auswirkungen auf das Deckgebirge vorhanden und somit auch kurzfristig steigende Zutrittsraten nicht auszuschließen. Die Stilllegung der Schachanlage Asse II stellt unter diesen Randbedingungen eine besondere Herausforderung dar.

Im November 2007 haben sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) sowie das Niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (NMU) auf ein gemeinsames Vorgehen im Zusammenhang mit der Schachanlage Asse II verständigt (BMU, BMBF & NMU 2007). Übergeordnetes Ziel ist demnach „...weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheitssituation der Asse...“ zu prüfen und bei Bedarf durchzuführen. Dabei steht die Prüfung ergänzender bzw. alternativer Stilllegungsmaßnahmen im Mittelpunkt.

Zur Realisierung der o. g. Zielstellung wurde vom BMU und BMBF die „Arbeitsgruppe Optionenvergleich“ (AGO) gegründet, in der neben dem Bundesamt für Strahlenschutz und dem vom BMBF beauftragten Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe - Wassertechnologie und Entsorgung (PTKA-WTE) das NMU sowie drei von der zwischenzeitlich konstituierten „Begleitgruppe Asse-II“ des Landkreises Wolfenbüttel ausgewählte Experten vertreten sind. Im Februar 2009 hat die AGO einen Abschlußbericht zur Phase I vorgelegt (AGO 2009 a). Darin wird vor einer abschließenden Bewertung von Stilllegungsoptionen die Durchführung weiterer Machbarkeitsstudien zu Stilllegungsoptionen und die Erstellung einer Vergleichsmethodik als Aufgabe definiert.

Am 4. September 2008 einigten sich die Ministerien BMU, BMBF und NMU darauf, dass die Schachanlage Asse II zukünftig verfahrensrechtlich wie ein Endlager zu behandeln ist (BMU, BMBF & NMU 2008). Das Bundeskabinett machte mit Beschluss vom 5. November 2008 den Weg für den Betreiberwechsel vom HMGU zum BfS frei. Seit dem 1.1.2009 ist das Bundesamt nunmehr Betreiber der Schachanlage Asse II gemäß § 23 AtG. Dem BfS als Betreiber der Anlage obliegt es nun, ein Stilllegungskonzept vorzulegen.

Wenngleich die Auswahl eines Stilllegungskonzepts originäre Aufgabe des BfS als Betreiber ist, legt es großen Wert darauf, dass das Stilllegungskonzept optimal den Schutzinteressen der Bevölkerung gerecht wird. Die Begleitgruppe Asse II wurde deshalb schon im Vorfeld in die Entwicklung der Bewertungskriterien einbezogen und wird im weiteren Verfahren beteiligt.

Ziel des BfS ist es, trotz der Verformungsprobleme und des vorhandenen Lösungszutritts in die Schachanlage die sicherste Option für die Stilllegung des Endlagers Asse zu finden. Diese bestmögliche Stilllegungsoption müsste unter Berücksichtigung der am Standort gegebenen ungünstigen geologisch-bergbaulichen Umstände technisch umsetzbar sein und durch sie müsste kurz- und langfristig die Freisetzung von radioaktiven und chemotoxischen Stoffen vermieden oder bestmöglich minimiert werden.

Dieser Bericht stellt eine Fortschreibung und Überarbeitung des vom BfS mit Stand vom 27.04.2009 veröffentlichten Diskussionspapiers. Die Anregungen der öffentlichen Diskussionen aus dem Begleitprozess sind ebenso in die Überarbeitung eingeflossen, wie die Stellungnahme der AGO (AGO 2009 b) und Anmerkungen des BMU. Wesentliche auf dieser Basis vorgenommene Änderungen / Ergänzungen werden dargestellt und begründet. Eine wesentliche

Forderung aus dem Begleitprozess war, dass die Bewertungskriterien vor der Durchführung des Optionenvergleichs festgelegt sein müssen, damit ein ergebnisoffener Vergleich ermöglicht wird. Das BfS stellt hiermit sicher, dass diese Forderung erfüllt wird und dass der Prozess des Optionenvergleichs weiterhin transparent und nachvollziehbar gestaltet wird.

2 ANREGUNGEN FÜR DIE WEITERE ÜBERARBEITUNG DES DISKUSSIONSPAPIERS

Das vom BfS verfasste und mit Stand vom 27.4.2009 im Entwurf vorgelegte Diskussionspapier zu den "Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse" wird durch diesen Bericht ersetzt.

Zu dem vom BfS im April vorgelegten Diskussionspapier kamen seitens der Begleitgruppe Asse II, der AGO und des BMU Anregungen und Empfehlungen, die vom BfS weitgehend aufgegriffen wurden und bei der Überarbeitung des Diskussionspapiers eingeflossen sind.

2.1 ANMERKUNGEN BEGLEITGRUPPE ASSE II

Mit Stand vom 12.08.2009 haben die stimmberechtigten Mitglieder der Begleitgruppe Asse II eine kurze Stellungnahme zum Diskussionspapier vorgelegt (Anlage 1). Darin werden grundsätzlich die Anmerkungen, Empfehlungen und Bewertungen der AGO unterstützt und darüber hinaus eigene Kriterien vorgeschlagen.

Hierbei wird unterschieden zwischen Kriterien, die als besonders wichtig angesehen werden und die entsprechend ihrer Wichtigkeit aufgelistet sind, und weiteren Kriterien. Zu den besonders wichtigen Kriterien gehören:

1. Langzeitsicherheit
2. Revidierbarkeit
3. Zeitbedarf für die technische Umsetzbarkeit
4. Strahlenbelastungen während der Umsetzung und in der Nachbetriebsphase
5. Einschlusswirksamer Gebirgsbereich
6. Überwachbarkeit

Bis auf die Kriterien Revidierbarkeit und Überwachbarkeit finden sich sämtliche Kriterien im BfS-Bericht wieder.

Das Kriterium der Überwachbarkeit soll sicherstellen, dass zukünftige unplanmäßige Entwicklungen des Endlagers frühzeitig erkannt und rechtzeitig Maßnahmen ergriffen werden können, die dieser Entwicklung entgegenwirken. Durch das von der Begleitgruppe Asse II als wichtig eingestufte Kriterium der Revidierbarkeit soll bewertet werden, inwiefern die vorgesehenen Stilllegungsmaßnahmen zu späteren Zeitpunkten wieder rückgängig gemacht werden können. Dies könnte z. B. notwendig sein, wenn sich der Stand von Wissenschaft und Technik weiterentwickelt und man dabei erkennt, dass die damals vorgesehenen Stilllegungsmaßnahmen nicht geeignet waren.

Aus Sicht des BfS wird es für die beiden genannten Kriterien keine Bewertungsgrößen und auch keinen Bewertungsmaßstab im Rahmen des Optionenvergleichs geben können. Um eine solche Bewertung vornehmen zu können, müssten weit über den Tiefgang der derzeit laufenden Machbarkeitsstudien hinaus Planungen zu den vorgesehenen Stilllegungsmaßnahmen vorliegen. Das Kriterium Revidierbarkeit ist zudem nicht auf alle Optionen anwendbar und daher für eine vergleichende Bewertung aus Sicht des BfS nicht geeignet. Im Rahmen der Durchführung des Optionenvergleichs werden die beiden Aspekte jedoch aufgegriffen und verbal-argumentativ diskutiert.

Die von der Begleitgruppe Asse II genannten weiteren Kriterien finden sich im Wesentlichen auch in dem vorliegenden Kriterienbericht wieder. Ausgenommen davon bleiben nur die Kriterien „Instrumentalisierbarkeit für andere Genehmigungsverfahren“, „Ort und Art der Zwischen- und Endlagerung bei einer Rückholung“ und „Gefahrenverschiebung auf später“. Für diese drei Kriterien gibt es aus Sicht des BfS auch keine geeigneten Bewertungsgrößen oder Maßstäbe, die im Rahmen des Optionenvergleichs herangezogen werden können.

Insgesamt gesehen, decken die vom BfS vorgesehenen Kriterien die von der Begleitgruppe Asse II vorgelegten Kriterien weitgehend inhaltlich ab. Dies wird insbesondere dann deutlich, wenn die in diesem Kriterienbericht zugrunde gelegten Bewertungsgrößen für die einzelnen Kriterien mit herangezogen werden.

2.2 ANREGUNGEN UND EMPFEHLUNGEN DER ARBEITSGRUPPE OPTIONENVERGLEICH

Die Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO) hat mit Stand vom 14.07.2009 eine Stellungnahme zum Diskussionspapier veröffentlicht (AGO 2009 b, Anlage 2).

Die AGO kommt zu dem Ergebnis, dass der vom BfS gewählte methodische Ansatz im Prinzip geeignet ist, die Aufgabe „vergleichende Bewertung von Stilllegungsoptionen“ unter unsicheren Randbedingungen zu lösen. Insbesondere die ausdrückliche Berücksichtigung des Problems der multikriteriellen Entscheidungsfindung und der daraus sich ergebenden Schwierigkeiten bei der Aggregation (Zusammenführung mehrerer Kriterien aus unterschiedlichen Themen- bzw. Einflussbereichen zu einem Gesamturteil) der unterschiedlichen Kriterien zu der abschließenden Entscheidung für eine Stilllegungsoption wird von der AGO als zielführend angesehen. Auch der vorgesehene verbal-argumentative Optionenvergleich mit weitgehendem Verzicht auf „Rechenoperationen“ ist nach AGO der richtige Ansatz, da er der tatsächlichen Qualität der Datenbasis gerecht wird.

Die AGO hat darüber hinaus folgende Anregungen und Empfehlungen formuliert:

- Das Ziel des Optionenvergleichs muss eindeutig definiert werden. Unklare oder mehrdeutige Aussagen sind zu vermeiden.
- Aussagen im Diskussionspapier über die Objektivität von Entscheidungsgrundlagen sollten differenzierter formuliert werden, damit die Erwartung nach einer faktisch nicht erreichbaren umfassenden Objektivität des Optionenvergleichs nicht geweckt wird. Dies sollte anerkannt und entsprechend kommuniziert werden.
- Verschiedene Aussagen zu den Grundlagen des Optionenvergleichs (Kap. 3.2 des Diskussionspapiers) sollten überarbeitet werden, da an einigen Stellen Unklarheiten oder falsche Aussagen bzw. Zusammenhänge formuliert werden. Dies gilt vor allem für die Begründung der verbalargumentativen Methode. Die Darstellung der Grundlagen des Optionenvergleichs sollte belastbar sein, um eine möglichst weitreichende Akzeptanz für die Methodik des Prozesses herbeizuführen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass zu einem späteren Zeitpunkt die angewandte Methode erneut in Frage gestellt wird.
- Die den Beurteilungsfeldern zugeordneten Kriterien sollten auf ihre Sinnhaftigkeit bzw. ihre genaue Formulierung überprüft und gegeneinander abgegrenzt werden (s. Kap. 3.3). Der Sinn der Unterkriterien erschließt sich nicht; sinnvoller wäre, für jedes Kriterium den Bewertungsmaßstab und die erforderliche Beurteilungsgröße darzustellen.
- Die Gewichtung der Kriterien bzw. der Beurteilungsfelder sollte im Sinne einer verbalargumentativen Abwägung und Begründung vollzogen werden.

- Als Vergleichsmethode wird eine auf Paarvergleichen und daraus resultierender Rangfolgenbestimmung beruhende Methode (z. B. nach STRASSERT (1995)) empfohlen.
- Die im Abschlussbericht zur Phase 1 der Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO (2009 a)) festgelegten Anforderungen an den Entscheidungsprozess sind teilweise erfüllt (s. Kap. 3.5). Es wird erwartet, dass BfS darlegt wie diese Anforderungen ggf. im Laufe des Prozesses erfüllt werden können.

Die Anregungen und Empfehlungen der AGO wurden bei der Überarbeitung des Diskussionspapiers berücksichtigt.

2.3 ANMERKUNGEN BMU

Seitens BMU wurden dem BfS folgende Anmerkungen und Empfehlungen mitgeteilt, die bei einem Fachgespräch zwischen BMU und BfS diskutiert wurden:

- Die Bewertungsgrößen und –maßstäbe sollten für die einzelnen Kriterien eindeutig formuliert werden.
- Die Entscheidung für die zu verfolgende Stilllegungsoption kann nur auf Basis von Langzeitsicherheitseinschätzungen erfolgen, die ggf. auch auf einem unvollständigen Kenntnisstand beruhen müssen.
- Für die Auswahl einer Stilllegungsoption dürfen keine worst-case Szenarien im Vordergrund stehen, sondern es sollte eine Einschätzung über wahrscheinliche Entwicklungen in der Nachbetriebsphase vorgenommen werden. Worst-case Szenarien sollten nur zur Beurteilung der Robustheit der Stilllegungskonzepte herangezogen werden.
- Es sollten nicht Dosisraten im Vordergrund stehen, sondern die Höhe von Radionuklid- oder Schadstoffflüssen sowie die Anzahl möglicher Freisetzungspfade bzw. Fehlfunktionen.
- Die Stilllegungsoptionen werden sich in der Wahrscheinlichkeit und Höhe von Radionuklid- oder Schadstoffflüssen in das Grundwasser, sowie zu welchem Zeitpunkt sie auftreten können unterscheiden. Dies ist bei der Beurteilung der Möglichkeit der Führung des Nachweises der Langzeitsicherheit zugrunde zulegen. Im Rahmen des Optionenvergleichs wird es kein eindeutiges Kriterium geben, ab wann die Langzeitsicherheit für die Asse nicht mehr gegeben ist.
- Ein zentraler Punkt ist, dass der Zeitbedarf für die Umsetzung einer Stilllegungsoption berücksichtigt wird.

Die Anmerkungen des BMU wurden bei der Überarbeitung des Diskussionspapiers berücksichtigt.

2.4 WESENTLICHE ÄNDERUNGEN GEGENÜBER DEM DISKUSSIONSPAPIER VOM 27.4.2009

Das Diskussionspapier mit Stand vom 27.04.2009 wurde mit der Zielstellung verfasst, möglichst früh einen Vorschlag für mögliche Kriterien und für ein Bewertungsverfahren für einen Optionenvergleich zu unterbreiten und einen öffentlichen Diskussionsprozess darüber anzustoßen. Im Ergebnis der Diskussionen haben sich folgende wesentlichen Punkte herauskristallisiert, die bei der Überarbeitung des Diskussionspapiers eingeflossen sind:

- Die Zielstellung des Optionenvergleichs wurde eindeutig formuliert.
- Bei der Festlegung der Kriterien wurde auf weitere Unterkriterien verzichtet.

- Die Kriterien wurden so abgegrenzt, dass keine Doppelbewertungen mehr auftreten können.
- Für jedes Kriterium wurden Bewertungsgrößen und ein Bewertungsmaßstab aufgenommen.
- Das Kriterium "Akzeptanz" wurde aus dem Kriterienkatalog herausgenommen, da es hierfür keinen Bewertungsmaßstab gibt und der gesamte Prozess dazu dienen muss, ein hohes Maß an Akzeptanz zu erlangen.
- Als neues Kriterium wurde "Wechselwirkungen mit Notfallmaßnahmen" aufgenommen.
- Neue Darstellung und Begründung des gewählten Bewertungsverfahrens.

Darüber hinaus wurden Teile des Berichts auf Basis der Anregungen und Stellungnahmen mit dem Ziel der besseren Verständlichkeit neu verfasst und inhaltlich verbessert.

2.5 STELLUNGNAHME DER AGO VOM 28.09.2009 ZUM KRITERIENBERICHT (STAND: 01.09.2009) DES BFS

Mit Stand vom 01.09.2009 hat das BfS das überarbeitete Diskussionspapier und den aus Sicht des BfS für den Optionenvergleich zugrunde zu legenden Kriterienbericht veröffentlicht. Zu dem vom BfS veröffentlichten Kriterienbericht ist seitens der AGO eine kurze Stellungnahme (Anlage 3) eingegangen, in der die AGO auf Punkte hinweist, die bei der Überarbeitung des Diskussionspapiers nicht vom BfS umgesetzt worden seien.

Um auch diese Punkte (sofern möglich) im Kriterienbericht berücksichtigen zu können, wurde der BfS - Kriterienbericht mit Stand vom 01.09.2009 an wenigen Stellen überarbeitet und mit neuem Stand veröffentlicht. So wurden z.B. Definitionen für Bewertungskriterien, Beurteilungsfelder und Bewertungsgrößen eingefügt, um Lesern ein besseres Verständnis des Verfahrens zu ermöglichen.

Bei der AGO bestand Konsens, dass die vom BfS vorgeschlagenen 18 Kriterien grundsätzlich für den Optionenvergleich anwendbar sind. Auf Anregung der AGO wurden einige Bezeichnungen verändert bzw. ergänzt, so dass eine bessere Abgrenzung bzw. Verständlichkeit bei den Kriterien erreicht wird.

Von einzelnen Mitgliedern der AGO wurde auf das Fehlen von aus ihrer Sicht wichtigen Kriterien hingewiesen, zu denen es jedoch keinen Konsens in der AGO gab. Es handelt sich hierbei um die Aspekte „Sortierbarkeit“ und „Kontrollierbarkeit“ sowie „Isolation und Konzentration der Abfälle“, „einschlusswirksamer Gebirgsbereich“, „Vorhandensein mehrerer geologischer Barrieren“ und „trockene Verwahrung“. Auch die Revidierbarkeit als Möglichkeit, eine gewählte Option in Teilen oder in Gänze zurückzunehmen, wird hinsichtlich der Anwendung als Kriterium in der AGO nach wie vor kontrovers diskutiert.

Das BfS wird die Aspekte der „Revidierbarkeit“ und „Überwachbarkeit“ im weiteren Prozess berücksichtigen bzw. erörtern. Beim Optionenvergleich selbst sind diese Aspekte von untergeordneter Bedeutung, da sie nicht für alle Stilllegungsoptionen die für einen Vergleich notwendigen Informationen liefern bzw. nicht im gleichen Maße anwendbar sind. Bei diesen Aspekten geht es vielmehr um Anforderungen an ein Endlager, welche z. B. bei den Stilllegungsplanungen zu berücksichtigen wären. Unabhängig dieser Einschränkungen wird das BfS diese beiden Aspekte im Rahmen des Optionenvergleichs mit aufgreifen.

Die AGO regte an, die Tabellen 3 und 4 und deren textliche Erläuterungen im Kapitel 6 so zu überarbeiten, dass keine Aufsummierungen und mathematischen Operationen mehr vorgenommen werden. Durch die Tabellen soll der Prozess der Entscheidungsfindung transparent verdeutlicht werden. Obwohl nur verbal-argumentative Abwägungen vorgenommen werden sollen und keine Aufsummierungen beabsichtigt sind, konnte durch die Darstellung der von der AGO

kritisierte Eindruck von mathematischen Operationen und damit verbundenen Kompensationen entstehen. Der Anregung der AGO folgend wurden daher die Darstellungen im Kapitel 6 überarbeitet.

3 RANDBEDINGUNGEN FÜR DEN OPTIONENVERGLEICH

3.1 GEOLOGISCHE UND GEBIRGSMECHANISCHE AUSGANGSLAGE, RANDBEDINGUNGEN

Die Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager Asse muss vor dem Hintergrund der geologischen und gebirgsmechanischen Verhältnisse erfolgen. Die sich aus den geologisch / hydrogeologischen Standortbedingungen ergebenden Randbedingungen für die Planung von Stilllegungskonzepten und -maßnahmen stellen sich auf der Basis der vorliegenden Unterlagen wie folgt dar (siehe auch (AGO 2008)):

- Das Bergwerk weist einen hohen Durchbauungsgrad und ein hinsichtlich dauerhafter Isolation der Abfälle sehr ungünstiges Design auf.
- Große Teile der Grubenbaue sind bereits verfüllt. Das Verfüllmaterial weist zum Teil erhebliche Anteile an Porenraum auf (pneumatisch eingebrachter Salzgrus).
- Neben Steinsalz ist Carnallit großflächig aufgeschlossen, und im Strukturscheitel sind große Carnallitmengen für potentielle Lösungsprozesse verfügbar.
- Es sind Carnallitaufschlüsse auch in einzelnen Einlagerungskammern zu vermuten.
- Sowohl im Bereich des Salzstrukturscheitels (Salzspiegel) als auch an den Flanken der Salzstruktur sind mobile Grundwässer mit möglichem Anschluss an leistungsfähige Aquifere verfügbar.
- Im Bereich der Südflanke besteht aufgrund der geringmächtigen Salzbarriere und der geomechanisch bedingten Schädigungsprozesse ein Integritätsverlust.
- Der Integritätsverlust hat zu einem Zutritt von Grundwässern aus dem Nebengebirge geführt.
- Der Zutrittsbereich ist wegen des Salzgrusversatzes an der Südflanke nicht mehr direkt erreichbar.
- Die Einlagerungskammern des LAW sind mit benachbarten Grubenhohlräumen über eine Vielzahl von Wegsamkeiten (Grubenbaue, Auflockerungszonen, Bohrungen) hydraulisch verbunden.
- Das Tragsystem des Baufeldes in der Südflanke befindet sich im Grenzzustand der dilatanten Entfestigung mit Auswirkungen auf das angrenzende Deckgebirge.
- Die Schädigungsprozesse in der desintegrierten Steinsalzbarriere und die Auswirkungen der Verformungen auf das Deckgebirge dauern aufgrund der gewählten nachgiebigen Hohlraumverfüllung mit pneumatisch eingebrachtem Salzgrus in der Südflanke weiter an.
- Der verbleibende Zeitraum für die Durchführung von Stilllegungsmaßnahmen ist beim derzeitigen Zustand des Tragsystems begrenzt, da ohne zusätzliche stabilisierende Maßnahmen beschleunigte Verformungen und in deren Folge auch stark zunehmende Lösungszuflüsse nicht ausgeschlossen werden können.
- Für den Fall beschleunigter Verformungen und in ihrer Folge stark zunehmender Lösungszuflüsse bestehen nur eingeschränkte Möglichkeiten der Gefahrenabwehr.
- Das Baufeld der Südflanke ist von einer durchgehenden Auflockerungszone im Salzgestein und im Nebengebirge flankiert, die erhöhte Durchlässigkeiten aufweist.
- Die zutretenden Lösungen sind über Grubenbaue und die Auflockerungszone z. T. bereits bis zur 750 m-Sohle vorgedrungen.

- Transportpfade im Deckgebirge, mögliche Zutrittsmengen und der Lösungsschemismus der zutretenden Lösungen und damit der sich einstellende Zustand im Grubengebäude sind derzeit nicht sicher zu prognostizieren.

Die zutretenden Lösungen werden zwar derzeit weitestgehend auf der 658-m-Sohle gefasst, sind aber über Grubenbaue und die Auflockerungszone z. T. bereits bis zur 725-m-Sohle und 750-m-Sohle vorgedrungen. Die Zuflussrate liegt derzeit in Summe bei ca. 12 m³/d. Es ist nicht auszuschließen, dass bereits Zutrittslösungen die radioaktiven Abfälle in den Einlagerungskammern erreichen.

Das Tragsystem des Baufeldes in der Südflanke befindet sich im Grenzzustand der dilatanten Entfestigung mit Auswirkungen auf das angrenzende Deckgebirge. Das stark beanspruchte Tragsystem der Südflanke (Pfeiler-Schweben-System) befindet sich zu großen Teilen bereits im Nachbruchbereich. Die fortschreitenden Verformungen in der Südflanke führen zu erhöhten Pfeilerstauchungen und damit verbundenem Pfeilerversagen, so dass fortlaufend weitere Pfeiler in den Nachbruchbereich übergehen, insbesondere in der Baufeldmitte. Damit verbunden sind Spannungsumlagerungen auf die derzeit noch vergleichsweise intakten und somit tragfähigeren Pfeiler der Randbereiche, den stärker dimensionierten, Zentralpfeiler sowie auf das angrenzende Nebengebirge. Dies wird durch Spannungs- und Verformungsmessungen sowie durch Mikroseismik belegt. Der hoch belastete Zentralpfeiler ist an seiner Tragfähigkeitsgrenze angelangt und reagiert zunehmend mit Entfestigung.

Die Resttragfähigkeit der Pfeiler im Nachbruchbereich ist abhängig vom einwirkenden Manteldruck und der Konturstabilisierung durch die verbliebenen Schweben bzw. Schwebenringe und den eingebrachten Versatz. Die gemessenen Spannungen und Deformationen im Tragsystem der Asse-Südflanke belegen eine geringe stabilisierende Wirkung des Versatzes auf die Pfeiler (Pfeilerbettung).

Der gebirgsmechanische Zustand des Endlagers für radioaktive Abfälle Asse wurde durch das IfG (Institut für Gebirgsmechanik, Leipzig) Anfang 2009 neu analysiert und bewertet. Ein wesentliches Resultat der gebirgsmechanischen Rechnungen mit dem vertikalen 3D-Modell besteht darin, dass für einen berechneten Prognosezeitraum bis 2020 eine Resttragfähigkeit ausgewiesen werden kann, ohne dass es zu einem deutlichen Anstieg der Deckgebirgsverschiebungsraten kommt, wie in einer früheren Untersuchung berechnet. Die Ursache liege in den im Modell vorgegebenen erhöhten Versatzdrücken, die erst seit 2005/2006 gemessen werden und die einer Beschleunigung der Bruchprozesse entgegen wirken.

Die gebirgsmechanischen Prognosen des IFG (2009) stehen unter dem Vorbehalt, dass sich die System- und Randbedingungen nicht ändern. Die größten Besorgnisse beziehen sich laut IFG (2009) dabei auf die nicht auszuschließende Zunahme der Deckgebirgslösungszutritte bei Anschluss von hydraulisch leitfähigeren Gebirgsschichten als bisher, der Ausbildung von weiteren Zutrittsorten und der Abnahme der bisherigen Sättigung an Steinsalz. Bei einer solchen Entwicklung gilt die vorgelegte Prognose der Resttragfähigkeit nicht mehr. Die quantitative Kopplung der gebirgsmechanischen und hydraulischen Prozesse ist nicht bekannt.

Als weitere Randbedingungen für den Optionenvergleich sind neben dem in der Schachanlage Asse II vorhandenen radioaktiven und chemischen Inventar auch die hydrogeologischen Verhältnisse zu berücksichtigen.

3.2 GRUNDSÄTZLICHE STILLLEGUNGSOPTIONEN UND BISHERIGE BEWERTUNG DURCH DIE ARBEITSGRUPPE OPTIONENVERGLEICH (AGO)

Die AGO hat sich im Rahmen ihrer Arbeiten in Phase I damit auseinandergesetzt, welche Stilllegungsvarianten und –untervarianten grundsätzlich vor dem Hintergrund der geologischen und gebirgsmechanischen Randbedingungen für das Endlager Asse denkbar wären (AGO 2009 a):

I Schließung und Verbleib der radioaktiven Abfälle am derzeitigen Ort

- la) Trockenverwahrung
- lb) Natürliches Volllaufen
 - lb1) Volllaufen ohne weitere Maßnahmen
 - lb2) Volllaufen nach Durchführung von Maßnahmen
- lc) Gezielte Flutung mit einem „Schutzfluid“
 - lc1) HMGU-Schutzfluidkonzept
 - lc2) Alternatives Konzept mit gezielter Flutung

II Rückholung der radioaktiven Abfälle

- Ila) Rückholung der MAW
- Ilb) Rückholung der LAW
- Ilc) Rückholung aller Abfälle
- Ild) Rückholung von Teilen der Abfälle

III Interne Umlagerung der radioaktiven Abfälle in der Asse

- IIIa) Interne Umlagerung der MAW
- IIIb) Interne Umlagerung der LAW
- IIIc) Interne Umlagerung aller Abfälle
- IIId) Interne Umlagerung von Teilen der Abfälle

Die Bewertung der Optionen bzw. Varianten erfolgte durch AGO (AGO 2009 a) im ersten Bewertungsschritt zunächst qualitativ, da mit Ausnahme der Varianten lc) „Flutung mit Schutzfluid“ und Ila) „Rückholung MAW“ keine belastbaren quantitativen Informationen vorlagen.

Die qualitative Bewertung orientierte sich an folgenden drei "Beurteilungsfeldern":

- Wirksamkeit der Maßnahme im Hinblick auf die Langzeitsicherheit.

Die Gewährleistung der Langzeitsicherheit stand dabei im Vordergrund der Bewertung durch die AGO. Um die langfristigen radiologischen Risiken zu minimieren, müsste entweder das Bergwerk in einen Zustand versetzt werden können, der eine langzeitsichere Verwahrung der radioaktiven Abfälle an ihrem jetzigen Lagerplatz ermöglicht, oder die Abfälle müssten aus dem Bergwerk aus-, zwischen- und endgelagert werden, oder durch Umlagerung an einen sicheren Ort verbracht werden, an dem ein Wasserzutritt in das Endlager Asse unschädlich ist.

- Berücksichtigung der speziellen geologischen, geochemischen, bergbaulichen und gebirgsmechanischen Voraussetzungen und Randbedingungen.

Dabei war die Gefahr eines nicht mehr beherrschbaren Wassereintruchs zu berücksichtigen, obwohl der Zeitpunkt dieses möglichen Wassereintruchs nicht prognostizierbar ist. Es wurde aber davon ausgegangen, dass diese Gefahr mit fortschreitender Verformung des Nebengebirges im Zeitverlauf anwächst.

- Grundsätzliche technische Machbarkeit der Maßnahme.

Dabei musste die organisatorische Umsetzbarkeit der Optionen bzw. Varianten im Hinblick auf Folgewirkungen, Genehmigungssituation, Logistik u. ä. berücksichtigt werden.

Das Ergebnis dieser Bewertung durch AGO führte zu zwei Kategorien:

Kategorie A umfasste diejenigen Optionen, die nach gegenwärtigem Kenntnisstand aus Sicht der AGO weiter betrachtet werden sollen und die im zweiten Bewertungsschritt vergleichend bewertet werden sollen.

Kategorie B enthält die Optionen, die aus derzeitiger Sicht der AGO nicht zielführend sind und daher zurückgestellt werden.

Die Bewertung durch AGO (AGO 2009 a) stellt somit bereits einen ersten Schritt der Bewertung von Stilllegungsoptionen dar. D. h., dass bei dem noch zu führenden Optionenvergleich bereits diejenigen Optionen (Kategorie B) ausgeschlossen worden sind, die aus derzeitiger Sicht nicht zielführend sind. In den nächsten Bewertungsschritt sollen daher nur die in Kategorie A eingestuften Optionen in die vergleichende Bewertung einbezogen werden. Gleichwohl ist ein Rücksprung zu den zurückgestellten Optionen möglich, wenn sich neue Erkenntnisse ergeben oder die vergleichende Bewertung zu keinem eindeutigen Ergebnis führt.

3.3 EMPFEHLUNGEN DER ARBEITSGRUPPE OPTIONENVERGLEICH

Die AGO (AGO 2009 a) legte Wert auf die Feststellung, dass für eine vergleichende Bewertung der in der Kategorie A verbleibenden Optionen bzw. Varianten noch verschiedene Kenntnisse fehlen, die durch vertiefende Untersuchungen zu einzelnen Varianten ergänzt werden sollen.

1. Aufgabe: Informationsbeschaffung über weiter zu betrachtende Optionen bzw. Varianten

Bei den Varianten, die der Kategorie A zugeordnet werden und bei denen ein zu geringer Kenntnisstand vorliegt um sie in die vergleichende Bewertung aufzunehmen, handelt es sich um:

- Untervariante Ib2) Volllaufen nach Durchführung von Maßnahmen
- Variante IIb) Rückholung der LAW
- Variante IIc) Rückholung aller Abfälle
- Variante IId) 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

Zu diesen Varianten sollen Machbarkeits- und Auswirkungsstudien angefertigt werden. Dabei wird es als ausreichend angesehen, wenn man die einzelnen Varianten nach inhaltlicher Zugehörigkeit bündelt. Demnach verbleiben nach (AGO 2009 a) drei wesentliche Aufgaben für den Optionenvergleich:

- 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 IIIId))

Die jeweiligen Studien sind derzeit in Bearbeitung und ihre Ergebnisse sollen voraussichtlich im September 2009 für den Optionenvergleich vorliegen.

2. Aufgabe: Methodenentwicklung für die vergleichende Bewertung der Optionen

Die vergleichende Bewertung der Optionen muss nach AGO drei grundlegende Voraussetzungen erfüllen, um Akzeptanz des Entscheidungsprozesses und des Ergebnisses zu erreichen:

- Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen (verständliche Darstellung und Begründung der Ergebnisse der einzelnen aufeinander folgenden Bewertungsschritte),
- Transparenz (vollständige und zeitnahe Veröffentlichung aller Bewertungsschritte)
- Plausibilität (Erfordernis der sachlichen Richtigkeit und Glaubwürdigkeit).

Zur vergleichenden Bewertung der Optionen liefert die Entscheidungstheorie das methodische Rüstzeug. Daraus lässt sich ein auf die vorliegende Aufgabe zugeschnittenes Bewertungsverfahren zusammenstellen, das die grundlegenden Anforderungen an die vergleichende Bewertung erfüllt.

Folgende Anforderungen an die vergleichende Bewertung sind zu beachten, da nur so ein rationaler und nachvollziehbarer Bewertungsprozess möglich ist:

- Verdeutlichen der den Entscheidungsprozess beeinflussenden normativen Elemente (subjektive Bewertungen) und Regelung des Umgangs mit subjektiven Bewertungen/ Entscheidungen.
- Eindeutige Formulierung des Zielsystems (wonach wird bei der Entscheidung gesucht?).
- Festlegung des methodischen Rahmens des Bewertungssystems (z. B. Anwendung formalisierter Methoden).
- Festlegung von Kriterien, ihrer Gewichtung und Aggregation.
- Feststellung des Mindest-Informationsbedarfs.
- Umgang mit Kenntnislücken und Unsicherheiten, Irrtumsvorbehalt.
- Adaption von Bewertungsmaßstab und Bewertungsgröße; Beachtung der jeweiligen Skalentypen.
- Begründung der Abwägungsentscheidungen bei der Aggregation der einzelnen Bewertungsergebnisse.
- Klare Gliederung des Entscheidungsprozesses (Nachvollziehbarkeit und Transparenz)
- Darstellung von Art und Ausmaß von Unsicherheiten bei der Bewertung.

Mit dem vorliegenden Bericht wird auf die von der AGO formulierten Anforderungen eingegangen. Nachfolgend wird das Konzept für einen transparenten und nachvollziehbaren Bewertungsprozess vorgelegt.

3.4 ZIELE DES OPTIONENVERGLEICHS

Das Endlager für radioaktive Abfälle Asse würde nach den heutigen internationalen (IAEA 2006) und nationalen Maßstäben (BMU 2009) nicht als Endlagerstandort genehmigungsfähig sein. Als ehemaliges Gewinnungsbergwerk mit hohem Durchbaugrad und akuter Gefahr von unbeherrschbaren Lösungszutritten aus dem Deckgebirge kann der Standort nicht die dort gesetzten Standards (z. B. Robustheit des Endlagersystems, Gestaffeltes Barrierensystem) erfüllen. Bei der Ausweisung eines neuen Endlagerstandortes ist vor der ersten Einlagerung ein Stilllegungskonzept mit dem Nachweis der Langzeitsicherheit vorzulegen. Bei der Schachtanlage Asse sind die Abfälle eingelagert worden, ohne dass ein entsprechendes Stilllegungskonzept vorhanden und genehmigt worden war. Die gebirgsmechanischen Zustände an der Südflanke der Asse lassen keine Prognose des Lösungszutritts sowie seiner zeitlichen Entwicklung zu. Daher besteht für das Endlager das nicht quantifizierbare Risiko eines unbeherrschbaren Lösungszutritts mit der Folge des Absaufens. Das Risiko könnte nur durch geomechanisch wirkende Stabilisierungs- bzw. Verfüllmaßnahmen verringert, aber nach derzeitigem Kenntnisstand nicht vollständig ausgeschlossen werden. Erste Stabilisierungsmaßnahmen (Firstspaltverfüllung) befinden sich in der untertägigen Vorbereitung.

Das Ziel des Optionenvergleichs kann vor diesem Hintergrund nur die Ermittlung der bestmöglichen Stilllegungsoption für das Endlager Asse sein. Diese bestmögliche Stilllegungsoption müsste unter Berücksichtigung der am Standort gegebenen ungünstigen geologisch-bergbaulichen Umstände sowie hinsichtlich Art und Menge des chemotoxischen und radioaktiven Inventars technisch umsetzbar sein und durch sie müsste kurz- und langfristig die Freisetzung von radioaktiven und chemotoxischen Stoffen vermieden oder bestmöglich minimiert werden. In die Bewertung muss auch die Frage der Genehmigungsfähigkeit vor dem Hintergrund der zeitlichen Rahmenbedingungen einbezogen werden.

4 METHODISCHER ANSATZ

4.1 GRUNDLEGENDE ASPEKTE BEI DER BEWERTUNG DER STILLLEGUNGSOPTIONEN FÜR DAS ENDLAGER ASSE

Die für die Beurteilung zur Verfügung stehenden Stilllegungsoptionen können nur auf der Grundlage von Machbarkeits- und Auswirkungsstudien bewertet werden. Umfangreiche Sicherheitsanalysen, in denen neben den möglichen radiologischen Expositionen auch die möglichen chemotoxischen Auswirkungen für die jeweilige Option bewertet werden, liegen aus Zeitgründen nicht vor.

Der Optionenvergleich kann vor diesem Hintergrund nur verbal-argumentativ geführt werden. Hierbei ist zu erwarten, dass unterschiedliche Betrachter möglicherweise unterschiedliche Bewertungen vornehmen werden. Es ist ferner zu erwarten, dass voraussichtlich keine der zu bewertenden Optionen bei allen Kriterien gleichermaßen als Beste abschneiden wird. Gleichwohl ist das BfS als Betreiber durch § 57b des Atomgesetzes verpflichtet, das Endlager Asse unverzüglich, d.h. ohne schuldhaftes Verzögern stillzulegen. Der Optionenvergleich muss somit zu einem eindeutigen Ergebnis einer zu favorisierenden Stilllegungsoption führen, auch wenn möglicherweise Fragestellungen im Entscheidungsprozess auftreten, die nur mit erheblichem zeitlichem Aufwand zu klären wären. So kann der Vergleich z. B. nur auf Basis von vorläufigen Sicherheitsbetrachtungen und nicht von vollständigen Sicherheitsanalysen erfolgen.

Um den Entscheidungsprozess vor diesem Hintergrund transparent und nachvollziehbar durchführen zu können, kommt es im Wesentlichen darauf an, die Unsicherheiten und Kenntnislücken deutlich zu machen. Daher scheiden mathematische Vergleichsmethoden mit Kompensation verschiedener Kriterien aus, da kein einheitliches Kenntnisniveau vorhanden ist. Zudem sind unterschiedliche Kriterien zu bewerten, die nicht gegeneinander kompensiert werden können. Letztlich können diese Kriterien nur gegeneinander abgewogen werden, wobei dieser Abwägungsprozess deutlich werden muss. Hierbei muss auch dargelegt werden, ob und in welchem Maße subjektive Bewertungen das Ergebnis beeinflusst haben.

Nur wenn die Abwägungsentscheidungen verbal-argumentativ begründet werden, kann der Entscheidungsprozess von anderen Betrachtern nachvollzogen werden. Es darf nicht erwartet werden, dass alle Beteiligten mit dem Ergebnis des Optionenvergleichs einverstanden sein werden. Ziel muss es jedoch sein, den Weg bis zur Entscheidung so zu gestalten, dass dieser nachvollzogen und akzeptiert werden kann.

4.2 HERLEITUNG DES GEWÄHLTEN VERFAHRENS

Nach (AGO 2009 a) liefert die Entscheidungstheorie das theoretische Rüstzeug für die Auswahl einer bestmöglichen Stilllegungsoption. Die Entscheidungstheorie (LAUX 2005) ist ein Zweig der angewandten Wahrscheinlichkeitstheorie, der Konsequenzen von Entscheidungen evaluiert. Sie wird vielfach als betriebswirtschaftliches Instrument benutzt. Hierbei wird unterschieden zwischen normativen Entscheidungstheorien, in denen Entscheidungsprobleme strukturiert und in einem formalen Entscheidungsmodell abgebildet werden, um nach logischen Kriterien Entscheidungen abzuleiten, und deskriptiven Entscheidungstheorien, die das reale Entscheidungsverhalten von Individuen, Gruppen und Organisationen analysiert.

Bei den normativen Entscheidungstheorien sind einige Methoden hervorzuheben. Die bekannte Nutzwertanalyse (NWA) ist nach ZANGMEISTER (1976) eine Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Menge entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen. Die Abbildung der Ordnung erfolgt durch die Angabe der Nutzwerte (Gesamtwerte) der Alternativen. Die NWA setzt voraus, dass Geldwerte oder Zahlenwerte für unterschiedliche Kriterien ermittelt

und verglichen werden können. Problematisch ist dabei, dass auf Basis von diesen Zahlenwerten dann eine vollständige Kompensation zwischen verschiedenen Kriterien erfolgen soll, was im Falle eines Entscheidungsprozesses für Stilllegungsoptionen weder sinnvoll noch möglich ist.

Der von dem Mathematiker Thomas Saaty (SAATY 1980) entwickelte Analytic Hierarchy Process (AHP) ist ein hierarchisches Entscheidungsverfahren, da Kriterien, die zur Lösung eines Problems herangezogen werden, stets in eine hierarchische Struktur gebracht werden. Die Bezeichnungen für diese Kriterien lauten je nach Bedarf Merkmale, Attribute, Alternativen oder ähnlich. Elemente einer Hierarchie können in Gruppen eingeteilt werden, wobei jede Gruppe nur jeweils eine andere („höhere“) Gruppe von Hierarchieelementen beeinflusst und nur von einer anderen („niedrigeren“) beeinflusst wird.

Gemeinsam ist den zuvor exemplarisch genannten Methoden der normativen Entscheidungstheorien, dass Kriterien gewichtet und nach mathematischen Regeln ein Entscheidungsvorschlag erarbeitet wird. Dies setzt voraus, dass die Kriterien gleichwertig und unabhängig voneinander sind und keine Aggregationseffekte auftreten können.

Die insbesondere in der Betriebswirtschaftslehre verwendeten und weiterentwickelten normativen Methoden der Entscheidungstheorie werden vor diesem Hintergrund zunehmend als ungeeignet für die vergleichende Bewertung von Entsorgungsoptionen angesehen (STRASSERT 1995). Ein zentrales Problem einer solchen Bewertung besteht darin, dass verschiedene Sachverhalte, die zumindest teilweise keinen inneren Zusammenhang miteinander aufweisen, vergleichend bewertet werden müssen. STRASSERT (1995) nennt dieses das „multikriterielle Entscheidungsproblem“, da eigentlich nicht vergleichbare bzw. nicht normierbare Sachverhalte zu einem Gesamturteil zusammengeführt werden müssen. Im Falle der Entsorgungsoptionen und hier insbesondere der Stilllegungsoptionen zur Asse II handelt es sich dabei beispielsweise um Langzeitsicherheit, kurzfristige Umweltrisiken, gesellschaftliche bzw. ethische Aspekte.

Bei den nichtkompensatorischen Methoden können Vor- und Nachteile der jeweiligen Variante nicht gegeneinander verrechnet werden, sondern bei jeder Variante muss bewusst überlegt werden, ob die Nachteile einer Variante bei den jeweiligen Vorteilen in Kauf genommen werden (MÜLLER-HERBERS (2007)). STRASSERT (1995) kommt zu dem Ergebnis, dass nur durch konsequente verbal-argumentative Abwägung das „multikriterielle Entscheidungsproblem“ gelöst werden kann. Er schlägt ein Verfahren vor, das aus zwei großen Etappen besteht:

- a) Vorbereitung der Entscheidung als Datenbereitstellung,
- b) Entscheidungsvorgang als planvolles Verfahren der Sondierung und Abwägung von Vorteilen und Nachteilen.

Nach APPEL et al. (2001) hat ein Verfahren zur vergleichenden Bewertung von Handlungsoptionen folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Trennung von Sach- und Wertebene

Die zu bewertenden Sachverhalte (Befunde) müssen klar von dem eigentlichen Bewertungsschritt getrennt sein. Eine Vermischung von Sachdarstellung und Bewertung ist nicht zulässig. Im Übrigen müssen alle bewertungsrelevanten Sachverhalte in die Bewertung einfließen.

- Verfahrenstransparenz

Das Verfahren, insbesondere die Bewertung, muss nachvollziehbar sein. Versteckte Wertungen oder nicht erkennbare oder quasi vorausgesetzte Bewertungen (faktische Vorwegnahme der Bewertung) müssen vermieden werden. Das Verfahren muss in seinen einzelnen Schritten nachvollziehbar sein, und die Bewertungen (und die Bewertungsmaßstäbe) müssen als solche erkennbar sein.

- Keine Quantifizierung nicht quantifizierbarer Sachverhalte

Oftmals liegen über zu bewertende Sachverhalte zu wenige Daten vor, oder sie sind per se nicht quantifizierbar. Darauf muss Rücksicht genommen werden, indem solche Sachverhalte nicht in ein quantitatives „Bewertungskorsett“ eingezwängt werden, sondern rein qualitativ bewertet werden. Eine Quantifizierung dieser Sachverhalte führt zu unsinnigen Bewertungsergebnissen.

- Keine unzulässige Aggregation von Sachverhalten

Inhaltlich in keinem Zusammenhang stehende Sachverhalte sollen nicht in eine integrierende Gesamtbewertung einfließen, weil dadurch erhebliche Informationsverluste entstehen und die Nachvollziehbarkeit der Bewertung leidet. Besser ist es, diese Sachverhalte jeweils getrennt zu bewerten und abschließend eine für Außenstehende nachvollziehbare Abwägung der Einzelbewertungen zu treffen. Weiterhin ist die Aggregation von Bewertungsgrößen mit verschiedenen Skalentypen unzulässig. Dies gilt insbesondere mit Blick auf mathematische Operationen mit Größen, die verschiedenen Skalentypen angehören.

APPEL et al. (2001) kommen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass verbal-argumentative Verfahren für die vergleichende Bewertung von Entsorgungsoptionen u. ä. am besten geeignet sind, um die o. g. Anforderungen zu erfüllen. Bei den verbal-argumentativen Verfahren wird nicht der Versuch einer Gewichtung von Kriterien gemacht. Vielmehr werden die einzelnen Kriterien zunächst einzeln für die verschiedenen Optionen geprüft und verbal-argumentativ abgewogen. Durch den kriterienbezogenen Vergleich der Optionen wird im Paarvergleich dargelegt, warum Optionen besser, gleich oder schlechter als die Vergleichsoptionen sind. Für Kriterien oder Kriteriengruppen wird eine Rangfolge aufgestellt, die letztlich zu einer Gesamtrangfolge der Optionen führt.

Die verbal-argumentative Methode bietet somit den Vorteil, dass die Argumentationsketten, die zu einer Wertung führen, nachvollziehbar werden und keine Kompensation unterschiedlicher Kriterien vorgenommen wird. Sie ist damit insbesondere im Hinblick auf die Verfahrenstransparenz für die Auswahl eines Stilllegungskonzeptes für die Schachanlage Asse II allen anderen Methoden vorzuziehen. Die AGO kommt in ihrer Stellungnahme zum gleichen Ergebnis (AGO 2009 b).

Für die vergleichende Bewertung von Stilllegungsoptionen wird vor diesem Hintergrund die Anwendung eines verbal-argumentativen Verfahrens ohne Kompensationsmöglichkeit gewählt. Durch die verbal-argumentative Rangfolgenbildung kann der Bewertungsprozess nachvollzogen werden. Andere Gewichtungen einzelner Kriterien können von Externen im Hinblick auf ihren Einfluss auf das Gesamtergebnis geprüft werden. Sollten sich hieraus andere Ergebnisse aufzeigen, bietet dies die Grundlage einer gesellschaftlichen Diskussion.

5 BEURTEILUNGSFELDER UND KRITERIEN

Definition - Kriterium

Ein Kriterium ist ein unterscheidendes Merkmal, welches bei der Bewertung der Stilllegungsoption zur Anwendung kommt. Damit das Kriterium auch als unterscheidendes Merkmal verwendbar ist, muss das Kriterium auf jede Stilllegungsoption anwendbar sein. Wäre ein Kriterium auf eine der drei zur Diskussion stehenden Stilllegungsoptionen nicht anwendbar, so würde dieses Kriterium auch keinen Beitrag für einen Vergleich liefern.

Definition - Beurteilungsfelder

Die Beurteilungsfelder fassen die in einem sachlichen Zusammenhang stehenden Kriterien zusammen. Sie tragen auch dazu bei, dass z. B. Kriterien für unterschiedliche Betriebsphasen oder Betriebszustände sinnvoll gegeneinander abgegrenzt werden können.

Definition - Beurteilungsgrößen / Bewertungsmaßstab

Eine Bewertungsgröße ist üblicherweise eine konkrete physische Größe, die nach einem Bewertungsmaßstab zu messen ist. Zum Beispiel wäre eine zu messende Personendosis eine Bewertungsgröße und der Bewertungsmaßstab die Dosisleistung (Sievert pro Zeit).

Da die für den Optionenvergleich zur Verfügung stehenden Informationen oftmals keine physischen Größen beinhalten, sind die Bewertungsgrößen und –maßstäbe weiter zu fassen und an die zu erwartenden Informationsinhalte bzw. an einen überwiegend qualitativ zu führenden Bewertungsprozess anzupassen.

Die für den Optionenvergleich anzuwendenden Kriterien sind in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt. Die Kriterien sind zu fünf Beurteilungsfeldern zusammengefasst. Die Beschreibung der Beurteilungsfelder und Kriterien erfolgt in den folgenden Unterkapiteln.

Beurteilungsfeld	Kriterium
Sicherheit in der Betriebsphase	Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes
	Anfälligkeit für Störfälle
	Anfälligkeit gegenüber Eingriffen von außen
Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt	Radiologische Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt
	Chemotoxische / chemische Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt
	Einhaltung bergbaulicher Schutzziele
	Wechselwirkungen mit Notfallmaßnahmen
Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen	Radiologische Auswirkungen
	Chemotoxische / chemische Auswirkungen
	Konsequenzen menschlichen Eindringens in das Endlager
	Robustheit der Stilllegungsoption
	Nachweisbarkeit der radiologischen Langzeitsicherheit
	Einhaltung bergbaulicher Schutzziele

Tabelle 1: Beurteilungsfelder und Bewertungskriterien

Beurteilungsfeld	Kriterium
Machbarkeit	Technische Umsetzbarkeit
	Rechtliche Umsetzbarkeit
	Weitere Umweltauswirkungen
Zeitbedarf	Im Rahmen einer Gefahrenabwehrmaßnahme
	Bei vorausgehendem Planfeststellungsverfahren

Fortsetzung Tabelle 1: Beurteilungsfelder und Bewertungskriterien

5.1 BEURTEILUNGSFELD - SICHERHEIT IN DER BETRIEBSPHASE¹

Im Beurteilungsfeld „Sicherheit in der Betriebsphase“ werden mögliche Auswirkungen der Stilllegungsoptionen auf Mensch und Umwelt beim Offenhaltungs- und Stilllegungsbetrieb sowie bei Störfällen betrachtet und bewertet.

Kriterium: Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes

Grundsätzlich muss jede Stilllegungsoption dahingehend bewertet werden, ob die Anforderungen der Strahlenschutzverordnung an den Schutz von Mensch und Umwelt vor radioaktiven Stoffen oder ionisierender Strahlung eingehalten werden. Hierzu gehört die Begrenzung der Strahlenexposition bei der Berufsausübung nach den §§ 54 bis 59 StrlSchV, der Schutz der Bevölkerung und Umwelt nach den §§ 46 bis 48 StrlSchV und das Gebot der Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen und der Dosisreduzierung nach § 6 StrlSchV. Die Strahlenexposition der Beschäftigten darf die in § 55 StrlSchV festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten.

Für die Bevölkerung können bei jeder Stilllegungsoption Strahlenexpositionen durch die Ableitung von Radionukliden über die Grubenwetter und den Eintrag von Radionukliden in das Grund- und Oberflächenwasser, sowie bei einigen Stilllegungsoptionen durch die oberirdische Lagerung von radioaktiven Stoffen und den Transport von radioaktiven Stoffen auf öffentlichen Straßen entstehen. Die durch die Ableitung von radioaktiven Stoffen mit Luft oder Wasser verursachte Strahlenexposition darf bei jeder Stilllegungsoption die in § 47 StrlSchV festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten. Weiterhin darf die Summe der Strahlenexpositionen aus Ableitungen und Direktstrahlung für Personen der Bevölkerung den in § 46 StrlSchV festgelegten Grenzwert der effektiven Dosis für Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten in Höhe von 1 Millisievert im Kalenderjahr nicht überschreiten. Darüber hinaus sind für Personen der Bevölkerung Grenzwerte der Organdosis für die Augenlinse und die Haut zu beachten. Für die Bevölkerung sind auch unter außergewöhnlichen, im Einzelfall zu beurteilenden Umständen keine höheren als die in § 46 StrlSchV genannten Strahlenexpositionen zulässig.

Neben der Einhaltung der jeweiligen Grenzwerte ist bei der Bewertung von Stilllegungsoptionen auch die Verpflichtung zur Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen für die Beschäftigten und die Bevölkerung sowie die Vermeidung unnötiger Kontaminationen in der Umwelt nach § 6 Abs. 1 StrlSchV zu beachten. Sofern Strahlenexpositionen oder Kontaminationen nicht vermieden werden können, besteht nach § 6 Abs. 2 StrlSchV die Verpflichtung, diese unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles so gering wie möglich zu halten.

¹ Als Betriebsphase wird nachfolgend die Offenhaltung und Stilllegung bezeichnet.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der "radiologischen Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes" erfolgt anhand der nachfolgenden Größen:

- Strahlenexposition der Beschäftigten,
- Strahlenexposition der Bevölkerung / Umwelt.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die "radiologischen Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes" sind die berechneten oder plausibel belegten Strahlenexpositionen heranzuziehen. Bei der Bewertung sind daher Stilllegungsoptionen zu bevorzugen, bei denen die Strahlenexposition und Kontamination von Beschäftigten, Bevölkerung und Umwelt möglichst gering bleibt.

Kriterium: Anfälligkeit für Störfälle

Beim Vergleich der Stilllegungsoptionen ist auch das Ausmaß von Strahlenexpositionen als Folge von Störfällen sowie deren Begrenzbarkeit zu beachten (§ 50 StrlSchV). Eine vergleichende Bewertung von Stilllegungsoptionen hinsichtlich möglicher Auswirkungen von betrieblichen Störfällen ist dabei nur qualitativ möglich, da die Störfälle einen optionsspezifischen Charakter tragen. Als Bewertungsgrößen werden hierbei die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Störfällen und des möglichen Ausmaßes von Schäden betrachtet (Risiko). Man geht dabei davon aus, dass mit zunehmender Komplexität der geplanten Maßnahmen (Anzahl der Arbeitsschritte) und der Dauer der Betriebsphase auch die Wahrscheinlichkeit von Störfällen zunimmt. Für die Bewertung der Stilllegungsoptionen ist ferner relevant, ob die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung und damit die Strahlenexposition bei Störfällen bei der jeweiligen Stilllegungsoption durch bauliche und technische Schutzmaßnahmen begrenzt werden kann.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der „Anfälligkeit für Störfälle“ erfolgt anhand der nachfolgenden Größen:

- Komplexität der Stilllegungsoption,
- mögliche Strahlenexposition bei Störfällen.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab wird eine Anfälligkeitseinschätzung (keine numerische Größe) zugrunde gelegt und verbal-argumentativ begründet. Im Ergebnis liegt für jede Stilllegungsoption eine Bewertung zum Störfallrisiko vor. Stilllegungsoptionen mit einem kleineren Störfallrisiko sind zu bevorzugen.

Sollte sich ergeben, dass bei einer Stilllegungsvariante mit Stoffen umgegangen wird, die bei einem Störfall zu erheblichen nichtradiologischen Umweltauswirkungen führen kann, werden diese in die Bewertung mit einbezogen.

Kriterium: Anfälligkeit gegenüber Eingriffen von außen

Ein beabsichtigter (gezielter) oder unbeabsichtigter (Unfall) Eingriff in das Endlager oder in bauliche Anlagen in der Betriebsphase, so z. B. ein Terroranschlag oder Flugzeugabsturz, hätte möglicherweise eine Freisetzung von Radionukliden und anderen Schadstoffen auf dem Luft- und Wasserpfad und somit eine Exposition von Mensch und Umwelt zur Folge.

Die Auswirkungen eines solchen Ereignisses sind vom Ort und von der Stärke des Eingriffs in das natürliche oder technische Barrierensystem abhängig.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der "Anfälligkeit gegenüber Eingriffen von außen" erfolgt anhand der nachfolgenden Größen:

- Zugänglichkeit der Abfälle,
- Überwachbarkeit der Anlage.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die "Anfälligkeit gegenüber Eingriffen von außen" ist für jede Stilllegungsoption eine Einschätzung zu den Konsequenzen bei möglichen Eingriffen heranzuziehen. Bei der Bewertung sind Stilllegungsoptionen zu bevorzugen, bei denen mögliche Eingriffe von außen weitgehend auszuschließen sind.

5.2 BEURTEILUNGSFELD - UMWELTAUSWIRKUNGEN BEI UNBEHERRSCHBAREM LÖSUNGSZUTRITT

Im Beurteilungsfeld "Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt" werden die Stilllegungsoptionen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Mensch und Umwelt im Falle eines unbeherrschbaren Volllaufens des Grubengebäudes bzw. der Einlagerungsbereiche bewertet. Das Risiko und der Ablauf des Volllaufens der Grube können gegenwärtig nicht genau prognostiziert werden. Gleiches trifft auf die möglichen Auswirkungen eines Volllaufens der Grube auf die Umwelt zu, da weder die Austritts- und Ausbreitungswege der Flutungswässer noch deren Kontaminationsart und -höhe exakt benannt werden können. Es muss daher als konservativer Ansatz angenommen werden, dass die Folgen eines unbeherrschbaren Lösungszutritts bereits in relativ kurzer Zeit in der Umwelt auftreten, so dass auch die kurzlebigeren Radionuklide noch maßgeblich zur Strahlenexposition beitragen.

Die Wertigkeit des Beurteilungsfeldes "Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt" wird daher dadurch begrenzt, dass sich die Kriterien maßgeblich auf worst-case Betrachtungen abstützen müssen. Insbesondere muss sichergestellt werden, dass ein Vergleich verschiedener Optionen hinsichtlich dieses Kriteriums nicht durch die Konservativität der radiologischen Folgeabschätzungen determiniert wird. Dennoch kann auf dieses Beurteilungsfeld nicht verzichtet werden, da das Volllaufen der Grube ein nicht auszuschließendes Szenario bei allen Stilllegungsoptionen ist.

Kriterium: Radiologische Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt

Bei einem Lösungszutritt, der durch technische Maßnahmen nicht mehr beherrschbar bleibt, besteht die Gefahr des Kontakts von zutretenden Lösungen mit den eingelagerten radioaktiven Abfällen. Bei unzureichendem Einschluss der Abfälle und/oder unzureichender Abdichtung der Einlagerungsbereiche hätte dies eine Mobilisierung von Radionukliden sowie eine anschließende Ausbreitung von radioaktiven Substanzen mit steigendem Lösungspegel im gesamten Grubengebäude zur Folge. Aufgrund von hydraulischen Wegsamkeiten zwischen dem Grubengebäude und dem Deckgebirge ist ein Radionuklidtransport in die Biosphäre nicht auszuschließen. Sollten die Tagesschächte zum Zeitpunkt des Volllaufens des Grubengebäudes nicht ausreichend verschlossen werden können, wäre ein direkter Transport von kontaminierter Lösung entlang der Schächte an die Oberfläche möglich.

Bewertungsgrößen:

Für die radiologischen "Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt" in der Betriebsphase sind nachfolgende Bewertungsgrößen heranzuziehen:

- Zeitraum fehlender Barrieren,
- Nuklidmobilisierung,
- Verdünnung.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab werden die möglichen radiologischen Auswirkungen hinsichtlich des Zeitraums und der Höhe der Freisetzung abgeschätzt. Hierzu werden die genannten Bewertungsgrößen für die jeweilige Stilllegungsoption verbal-argumentativ betrachtet und zu einem Bewertungsergebnis zusammengefasst. Im Ergebnis wird dann für jede Stilllegungsoption eine Bewertung zu den möglichen radiologischen Auswirkungen vorliegen.

Kriterium: Chemotoxische/chemische Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt

Das eingelagerte Abfallinventar enthält neben den radioaktiven Substanzen auch eine Vielzahl von organischen und anorganischen Schadstoffen. Sie sind Bestandteile des Abfallbehälters, des Fixierungsmittels und des radioaktiven Abfalls selbst und liegen in unterschiedlichster Zusammensetzung vor.

Bei einem unbeherrschbaren Lösungszutritt und einer ungenügenden Abdichtung der Einlagerungsbereiche ist von einem Kontakt der zutretenden Lösungen mit den Abfallstoffen auszugehen. Die anschließenden Prozesse der Schadstoffmobilisierung würden die Ausbreitung von Schadstoffen im Grubengebäude bewirken sowie deren Weitertransport ins Deckgebirge bzw. in die Biosphäre zur Folge haben.

Eine Bewertung dieser Einträge hinsichtlich ihrer Schadhaftheit (chemotoxische/chemische Auswirkungen) wird üblicherweise an Hand der im oberflächennahen Aquifer eingetragenen Schadstoffkonzentrationen im Vergleich zu den wasserrechtlichen Bestimmungen (z. B. Wasserhaushaltsgesetz, Trinkwasserverordnung, Geringfügigkeitsschwellen etc.) vorgenommen.

Bewertungsgrößen:

Als Bewertungsgrößen für die "chemotoxischen/chemischen Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt" werden die nachfolgenden Größen herangezogen:

- Zeitraum fehlender Barrieren,
- Mobilisierung,
- Verdünnung.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab müssen mögliche chemotoxische/chemische Auswirkungen hinsichtlich ihres Zeitraums und ihrer Höhe der Freisetzung abgeschätzt werden. Hierzu werden die genannten Bewertungsgrößen verbal-argumentativ für die jeweilige Stilllegungsoption betrachtet und zu einem Bewertungsergebnis zusammengefasst. Im Ergebnis wird dann für jede Stilllegungsoption eine Bewertung zu den möglichen chemotoxischen/chemischen Auswirkungen vorliegen.

Kriterium: Einhaltung bergbaulicher Schutzziele

Bei unbeherrschbarem Lösungszutritt werden im Grubengebäude voraussichtlich Auf- und Umlösungsprozesse stattfinden, da die zutretende NaCl - gesättigte oder sogar - untersättigte Deckgebirgslösung mit dem im Grubengebäude aufgeschlossenem Steinsalz oder Carnallit vermutlich nicht im chemischen Lösungsgleichgewicht stehen wird. Als Folge der Auf- und

Umlösung werden neue Wegsamkeiten und Hohlräume entstehen. Dies wird die Tragfähigkeit des Grubengebäudes negativ beeinflussen und kann letztendlich zu einer beschleunigten Senkung der Tagesoberfläche oder gar zu einem Tagesbruch führen.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der Einhaltung der bergbaulichen Schutzziele erfolgt anhand der nachfolgenden Größen:

- Senkungen an der Tagesoberfläche,
- Gefahr eines Tagesbruchs.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die Einhaltung der bergbaulichen Schutzziele werden mögliche Auswirkungen auf die Tagesoberfläche herangezogen. Hierbei wird verbal-argumentativ begründet, welche Auswirkungen für jede Stilllegungsoption zu erwarten sind. Optionen, die geringere Auswirkungen bei einem unbeherrschbaren Lösungszutritt erkennen lassen, sind besser zu bewerten.

Kriterium: Wechselwirkungen mit Notfallmaßnahmen

Aufgrund der besonderen Situation der Schachtanlage Asse II besteht die latente Gefahr, dass es zu einem unbeherrschbaren Lösungszutritt kommen kann. Tritt dieser Fall ein, so müssen kurzfristig Notfallmaßnahmen umgesetzt werden, die mögliche radiologische oder chemotoxische Auswirkungen minimieren. Hierbei ist es nicht wichtig, dass vorgegebene Schutzziele eingehalten werden, sondern dass nach Möglichkeit die im Vorfeld geplanten und ggf. bereits vorbereiteten Notfallmaßnahmen weitgehend umgesetzt werden können und diese dann zu einer Verringerung möglicher Konsequenzen beitragen werden.

Je nach gewählter Stilllegungsoption werden entsprechende bergmännische Arbeiten erforderlich sein, die ggf. einen Einfluss auf die Umsetzung möglicher Notfallmaßnahmen haben können. Stilllegungsoptionen, die geringe Wechselwirkungen mit den geplanten Notfallmaßnahmen haben oder die Mobilisierung der vorhandenen Schadstoffe begrenzen, werden daher besser bewertet.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der "Wechselwirkungen mit Notfallmaßnahmen" erfolgt anhand der nachfolgenden Größen:

- Neuauffahrungen im Grubengebäude,
- Mobilisierbarkeit der Schadstoffe.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die "Wechselwirkungen mit Notfallmaßnahmen" werden mögliche Konsequenzen bei einem Notfall herangezogen. Hierbei wird für jede Stilllegungsoption verbal-argumentativ begründet, welche Wechselwirkungen bzw. Auswirkungen zu erwarten sind.

5.3 BEURTEILUNGSFELD - VORLÄUFIGE LANGZEITSICHERHEITSEINSCHÄTZUNGEN

Das Beurteilungsfeld „Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen“ fasst alle Kriterien zusammen, die für die Beurteilung der Langzeitsicherheit in der Nachbetriebsphase bei dem Optionenvergleich herangezogen werden können. Die Bezeichnung „Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen“ ist allein dadurch begründet, dass im Ergebnis der Machbarkeits- und Auswirkungsstudien keine umfassenden Sicherheitsanalysen durchgeführt werden können, da hierfür erfahrungsgemäß Zeiträume von mehreren Jahren erforderlich wären. Ein solcher Zeitraum wäre für den Entscheidungsprozess der für die Stilllegung des Endlagers Asse zu favorisierenden Stilllegungsoption nicht vertretbar. Daher wird die Langzeitsicherheit der Stilllegungsoptionen zwar nach den in Sicherheitsanalysen üblicherweise vorhandenen Kriterien bewertet, aber deren Bewertungsmaßstab sowie -größen können sich nur an den Informationsinhalten der Machbarkeits- und Auswirkungsstudien orientieren. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass durch die Begrifflichkeit „Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen“ keine Abwertung des Beurteilungsfelds verbunden ist.

Kriterium: Radiologische Auswirkungen

Potenzielle "radiologische Auswirkungen" in der Nachbetriebsphase werden üblicherweise durch sehr aufwendige Modellrechnungen ermittelt, bei denen die Systeme Endlager - Geosphäre - Hydrosphäre - Biosphäre in Modellen abgebildet und die potenziellen Strahlenbelastungen als effektive Dosis über die möglichen Expositionspfade infolge Ingestion und Inkorporation ermittelt werden.

Solche Modellrechnungen können im Rahmen der Machbarkeits- und Auswirkungsstudien nicht angefertigt werden. Es werden lediglich Ein- bzw. Abschätzungen vorgenommen, die eine Aussage zu möglichen radiologischen Auswirkungen zulassen.

Bewertungsgrößen:

Da keine expliziten Expositionsberechnungen für die Nachbetriebsphase vorliegen werden, können nur die grundsätzlichen Prozesse als Bewertungsgrößen herangezogen werden. Für die "radiologischen Auswirkungen" in der Nachbetriebsphase maßgeblich sind:

- vorhandene Barrieren oder einschlusswirksamer Gebirgsbereich,
- Gasbildung,
- Nuklidmobilisierung,
- Rückhaltung,
- Auspressraten,
- Verdünnung.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die "radiologischen Auswirkungen" wird eine qualitative Einschätzung über den Zeitraum und die Höhe der Freisetzung zugrunde gelegt. Hierbei werden die genannten Bewertungsgrößen verbal-argumentativ für die jeweilige Stilllegungsoption betrachtet und zu einem Bewertungsergebnis zusammengefasst. Im Ergebnis wird dann für jede Stilllegungsoption eine Aussage zu möglichen radiologischen Auswirkungen vorliegen.

Damit die o. g. Bewertungsgrößen auch für die Stilllegungsoption der Rückholung angewendet werden können, wird hierbei unterstellt, dass die rückgeholten Abfälle in ein planfestgestelltes Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle eingelagert werden.

Kriterium: Chemotoxische/chemische Auswirkungen

Neben den abfalltypischen Verunreinigungen selbst werden auch bei der Konditionierung und Verpackung der radioaktiven Abfälle weitere Schadstoffe in unterschiedlichen Gehalten in das Endlager eingebracht. Infolge möglicher Mobilisierungen werden diese Schadstoffe über den Wasser- oder Gaspfad in die Biosphäre transportiert.

Die chemotoxischen/chemischen Auswirkungen in der Nachbetriebsphase werden, ähnlich den radiologischen Auswirkungen, in Modellrechnungen ermittelt und hinsichtlich ihrer Schadhafteigkeit (chemotoxische/chemischen Auswirkungen) bewertet. Hierbei werden die in das oberflächennahe Grundwasser eingetragenen Schadstoffkonzentrationen mit den wasserrechtlichen Bestimmungen (z. B. Wasserhaushaltsgesetz, Trinkwasserverordnung, Geringfügigkeitsschwellen etc.) verglichen. Da solche Betrachtungen im Rahmen der Machbarkeits- und Auswirkungsstudien nicht vorliegen werden, können nur die Prozesse betrachtet werden, die die chemotoxischen/chemischen Auswirkungen im Wesentlichen bestimmen.

Bewertungsgrößen:

Als Bewertungsgrößen für die "chemotoxischen/chemischen Auswirkungen" in der Nachbetriebsphase werden die nachfolgenden Prozesse herangezogen:

- vorhandene Barrieren oder einschlusswirksamer Gebirgsbereich,
- Gasbildung,
- Mobilisierung,
- Rückhaltung,
- Auspressraten,
- Verdünnung.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die "chemotoxischen/chemischen Auswirkungen" wird eine qualitative Einschätzung über den Zeitraum und die Höhe der Freisetzung zugrunde gelegt. Hierbei werden die genannten Bewertungsgrößen verbal-argumentativ für die jeweilige Stilllegungsoption abgewogen und zu einem Bewertungsergebnis zusammengefasst. Im Ergebnis wird dann für jede Option eine Aussage zu möglichen chemotoxischen/chemischen Auswirkungen vorliegen.

Damit die o. g. Bewertungsgrößen auch für die Stilllegungsoption der Rückholung angewendet werden können, wird hierbei unterstellt, dass die rückgeholten Abfälle in ein planfestgestelltes Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle eingelagert werden.

Kriterium: Konsequenzen menschlichen Eindringens in das Endlager

Bei den Sicherheitsanalysen wird auch das „unbeabsichtigte menschliche Eindringen - human intrusion“ in das Endlager unterstellt und dessen Konsequenzen bewertet. Dies könnte z. B. dann eintreten, wenn das Wissen über das stillgelegte Endlager über mehrere Generationen verloren gegangen ist und das Endlager bei zukünftigen nicht auszuschließenden Explorations- oder Erkundungsarbeiten angebohrt wird. Hierbei können in ungünstigen Fällen kontaminierte Einlagerungsbereiche oder sogar die Abfallbinde getroffen und chemotoxische Stoffe oder Radionuklide freigesetzt werden. Als Maßstab zur Bewertung möglicher Folgen durch das

unbeabsichtigte menschliche Eindringen wird üblicherweise eine berechnete potenzielle Strahlenexposition herangezogen, die im Rahmen einer Erkundungsbohrung freigesetzt wird. Solche Berechnungen werden im Rahmen des Optionenvergleichs nicht vorliegen, sodass in diesem Fall auf andere Bewertungsgrößen zurückgegriffen werden muss.

Bewertungsgrößen:

Für die Bewertung möglicher Folgen durch das unbeabsichtigte menschliche Eindringen werden folgende Größen herangezogen:

- räumliche Verteilung der Abfälle,
- vorhandene abbaubare Wertminerale (Abbauwürdigkeit).

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab wird eine Wahrscheinlichkeitseinschätzung (keine numerische Größe) verbal-argumentativ begründet, die die Gefahr möglicher menschlicher Einwirkungen bewertet. Hierbei werden die Bewertungsgrößen für die jeweilige Stilllegungsoption abgewogen und zu einem Bewertungsergebnis zusammengefasst. Im Ergebnis liegt für jede Stilllegungsvariante eine Bewertung hinsichtlich der Gefahr möglicher menschlicher Einwirkungen vor.

Kriterium: Robustheit der Stilllegungsoption

Robust ist ein System, wenn keine oder nur wenige Szenarien denkbar sind, durch die es langfristig zu einer Funktionsbeeinträchtigung kommen kann.

Hiermit ist auch die Frage verbunden, wie reagiert eine Stilllegungsoption auf veränderte Randbedingungen (z. B. Konvergenzrate außerhalb der zu erwartenden Bandbreite) und welche Auswirkungen hat dies auf das Gesamtsystem und insbesondere auf die potenziellen radiologischen und chemotoxischen Konsequenzen. Stilllegungskonzepte, die z. B. die zugrunde gelegten Schutzziele mit großer Sicherheit einhalten (geringer Ausnutzungsgrad), verfügen daher über hohe Sicherheitsreserven gegenüber unvorhergesehenen Systemänderungen und sind demzufolge auch robuster.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der "Robustheit der Stilllegungsoption" erfolgt anhand folgender Größen:

- Anzahl der notwendigen Komponenten (Einfachheit),
- Anzahl der passiven oder aktiven Sicherheitssysteme,
- Anzahl der redundanten / diversitären Komponenten.
- Reaktion auf veränderte Randbedingungen (Sicherheitsreserven)

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab wird die Gesamtheit der vorhandenen Sicherheitssysteme betrachtet und die für die jeweilige Stilllegungsoption vorhandenen Sicherheitsreserven zugrunde gelegt. Eine Stilllegungsoption, die „zum Funktionieren“ eine Vielzahl von technischen Komponenten benötigt, wird als weniger robust bewertet. Allerdings darf hierbei nicht der Fehler gemacht werden, dass Komponenten, welche die Konstruktionsprinzipien der Redundanz und Diversität berücksichtigen, als weniger robust bewertet werden. Dies wäre in einem solchen Fall genau entgegengesetzt. Im Ergebnis wird eine Aussage getroffen und verbal-argumentativ begründet, wie die Robustheit der jeweiligen Stilllegungsoptionen zu bewerten ist.

Kriterium: Nachweisbarkeit der radiologischen Langzeitsicherheit

Im Rahmen des Optionenvergleichs können für die jeweiligen Stilllegungsoptionen keine radiologischen Langzeitsicherheitsanalysen vorgelegt werden. Daher muss dieses Kriterium weiter gefasst und hinsichtlich der Fragestellung erweitert werden, ob es berechtigte Hinweise / Annahmen gibt, dass der Nachweis der Langzeitsicherheit mit hoher Wahrscheinlichkeit geführt werden kann. Dies kann z. B. durch einfache Abschätzungen der radiologischen Konsequenzen oder durch den Vergleich maßgeblicher Prozesse erfolgen, die einen wesentlichen Einfluss auf die radiologische Langzeitsicherheit haben.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der "Nachweisbarkeit der radiologischen Langzeitsicherheit" erfolgt anhand des:

- Erwartungswerts der radiologischen Belastungen.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die "Nachweisbarkeit der radiologischen Langzeitsicherheit" wird eine Einschätzung vorgenommen, ob die radiologischen Schutzziele eingehalten werden können. Die Bewertung erfolgt verbal-argumentativ für die jeweilige Stilllegungsoption und im Ergebnis wird eingeschätzt, ob für die betrachtete Stilllegungsoption die Nachweisbarkeit der radiologischen Langzeitsicherheit voraussichtlich möglich ist.

Kriterium: Einhaltung bergbaulicher Schutzziele

Bei unbeherrschbarem Lösungszutritt können im Grubengebäude ggf. auch in der Nachbetriebsphase Auf- und Umlösungsprozesse stattfinden. Als Folge der Auf- und Umlösung könnten neue Wegsamkeiten und Hohlräume entstehen. Dies könnte die Tragfähigkeit des Grubengebäudes negativ beeinflussen und letztendlich zu einer beschleunigten Senkung der Tagesoberfläche oder gar zu einem Tagesbruch führen.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der "Einhaltung der bergbaulichen Schutzziele" erfolgt anhand der nachfolgenden Größen:

- Senkungen an der Tagesoberfläche,
- Gefahr eines Tagesbruchs.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die "Einhaltung der bergbaulichen Schutzziele" werden mögliche Auswirkungen auf die Tagesoberfläche in der Nachbetriebsphase herangezogen. Im Ergebnis wird verbal-argumentativ begründet, ob die jeweils zu betrachtende Stilllegungsoption die bergbaulichen Schutzziele einhalten wird.

5.4 BEURTEILUNGSFELD - MACHBARKEIT

Das Beurteilungsfeld „Machbarkeit“ fasst alle Kriterien zusammen, die für die Beurteilung der Machbarkeit der Stilllegungsoption im Rahmen des Optionenvergleichs notwendig sind. Hierzu gehören neben der technischen Umsetzbarkeit auch der rechtliche Rahmen sowie die sonstigen Umweltauswirkungen.

Kriterium: Technische Umsetzbarkeit

Das Kriterium "technische Umsetzbarkeit" umfasst die Bewertung der generellen technischen Realisierbarkeit der Stilllegungsoptionen nach Stand von Wissenschaft und Technik. Als Grundlage der Bewertung sind die bei der jeweiligen Stilllegungsoption konkret durchzuführenden technischen Prozesse heranzuziehen. Stilllegungsmaßnahmen, die ein hohes Maß an Techniken benötigen, die teilweise weder erprobt noch dem Stand der Technik entsprechen, werden in der Regel schlechter bewertet.

Es ist aber darauf zu achten, dass technische Maßnahmen, die einfach realisierbar sind und infolge einer redundanten Auslegung als kompliziert erscheinen, nicht schlechter bewertet werden.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der "technischen Umsetzbarkeit" erfolgt anhand der nachfolgenden Größen:

- technische Komplexität,
- erprobte und ausgeführte Techniken (Referenzen),
- technischer Entwicklungsbedarf.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die "technische Umsetzbarkeit" der jeweiligen Stilllegungsoption werden die Stilllegungstechniken bzw. -maßnahmen hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit und der technologischen Risiken gegenüber gestellt. Im Ergebnis wird für jede Stilllegungsoption verbal-argumentativ begründet und bewertet, welche Risiken bei der technischen Umsetzung zu erwarten sind.

Kriterium: Rechtliche Umsetzbarkeit

Für die Stilllegung der Schachanlage Asse II bedarf es gemäß § 57b AtG eines Planfeststellungsbeschlusses. Unabhängig davon kann es aufgrund der besonderen Situation der Schachanlage (latente Gefahr des unbeherrschbaren Lösungszutritts) notwendig sein, ggf. Teile der Stilllegungsoptionen im Rahmen von Gefahrenabwehrmaßnahmen gemäß § 19 Abs. 3 AtG umzusetzen.

Weiterhin sind für die jeweiligen Stilllegungsoptionen weitere Rechtsgebiete, wie das Berg-, Bau- oder Umweltrecht zu berücksichtigen.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der "rechtlichen Umsetzbarkeit" erfolgt anhand der:

- Genehmigungsvoraussetzungen.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die "rechtliche Umsetzbarkeit" wird die Kompatibilität mit den bestehenden Gesetzen herangezogen. Im Ergebnis wird verbal-argumentativ dargestellt, ob die zu betrachtende Stilllegungsoption den gesetzlichen Genehmigungsvoraussetzungen genügen wird oder ob es berechtigte Zweifel an der Genehmigungsfähigkeit gibt.

Kriterium: Weitere Umweltauswirkungen

Das Kriterium "weitere Umweltauswirkungen" berücksichtigt alle weiteren Umweltauswirkungen, die durch die in Tabelle 1 bisher aufgeführten Kriterien nicht erfasst werden. Durch die Abgrenzung

der Kriterien ist dabei sichergestellt, dass keine Doppelbewertung erfolgt. Die Bewertung der Umweltverträglichkeit erfolgt durch eine Gegenüberstellung weiterer, mittelbar und unmittelbar durch die Stilllegungsmaßnahmen entstehenden Auswirkungen auf die Umwelt bzw. die Schutzgüter Boden, Wasser, Luft, Klima, Mensch, Tier und Pflanzen sowie Landschaftsbild und Kulturgüter. Normalerweise werden diese Auswirkungen in Umweltverträglichkeitsstudien oder -prüfungen bewertet, die aber im Rahmen der Machbarkeits- und Auswirkungsstudien nicht vorliegen werden.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung der "sonstigen Umweltauswirkungen" erfolgt anhand nachfolgender Größen:

- Emissionen,
- Immissionen,
- Verkehrsaufkommen / Transporte,
- Flächenversiegelung.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab für die "weiteren Umweltauswirkungen" werden die für die jeweilige Stilllegungsoption zu erwartenden weiteren Umweltauswirkungen herangezogen, verbalargumentativ abgewogen und im Ergebnis die Umweltrelevanz der Stilllegungsoption bewertet.

5.5 BEURTEILUNGSFELD - ZEITBEDARF

Im Hinblick auf die besonderen Randbedingungen des Endlagers Asse, insbesondere der gebirgsmechanischen Situation an der Südflanke und der aufgrund der hohen Verformungsraten latenten Gefahr eines unbeherrschbaren Lösungszutritts, sind Maßnahmen positiver zu bewerten, wenn sie für die Genehmigung und Ausführung jeweils einen geringen Zeitbedarf benötigen.

Kriterium: Zeitbedarf im Rahmen einer Gefahrenabwehrmaßnahme

Bei akutem Handlungsgebot kann die Aufsichtsbehörde gemäß § 19 Abs. 3 AtG Maßnahmen anordnen, wenn sich insbesondere durch die Wirkung ionisierender Strahlung Gefahr für Leben, Gesundheit oder Sachgüter ergeben können (Gefahrenabwehrmaßnahme). Die angeordneten Maßnahmen müssen unverzüglich, d. h. sofort ausgeführt oder umgesetzt werden. Hierdurch entfällt der sonst für die Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens notwendige Zeitraum.

Eine Gefahrenabwehrmaßnahme dient dem Zweck, Gefahr für Leben, Gesundheit oder Sachgüter abzuwehren und damit insbesondere die Belange / Interessen der Allgemeinheit zu wahren.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung des Kriteriums "Zeitbedarf im Rahmen einer Gefahrenabwehrmaßnahme" erfolgt anhand nachfolgender Größen:

- Zeitbedarf für Anordnungsphase,
- Zeitbedarf für Planung,
- Zeitbedarf für Ausführung der Stilllegungsoption.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab wird die Summe der Zeitbedarfe herangezogen. Hierbei ist verbalargumentativ zu begründen, weshalb die Stilllegungsoption als Gefahrenabwehrmaßnahme durchgeführt werden kann und kein Planfeststellungsverfahren durchgeführt werden muss.

Kriterium: Zeitbedarf bei vorausgehendem Planfeststellungsverfahren

Sämtliche Maßnahmen, die außerhalb einer Gefahrenabwehrmaßnahme in einem Endlager aus- bzw. durchgeführt werden, bedürfen einer Genehmigung (Erlaubnisvorbehalt). Insbesondere schreibt auch der § 57b AtG für die Stilllegung der Schachanlage Asse II einen Planfeststellungsbeschluss vor. Für die Durchführung eines solchen Planfeststellungsverfahrens sind im Vorfeld entsprechende Antragsunterlagen (Konzept- und Genehmigungsplanungen, Nachweise, UVP / UVS, Unterlagen zur Öffentlichkeitsbeteiligung etc.) zu erarbeiten, die der Genehmigungsbehörde erlauben, einen Genehmigungsbescheid auszustellen.

Die Durchführung eines solchen Verfahrens beansprucht daher einen längeren Zeitraum. Die Länge hängt im Wesentlichen von der Komplexität der beantragten Maßnahme und der nach Stand von Wissenschaft und Technik vorzulegenden Planungen und Nachweisen ab.

Bewertungsgrößen:

Die Bewertung des Kriteriums "Zeitbedarf bei vorausgehendem Planfeststellungsbeschluss" erfolgt anhand nachfolgender Größen:

- Zeitbedarf für Genehmigungsphase,
- Zeitbedarf für Planung,
- Zeitbedarf für Ausführung der Stilllegungsoption.

Bewertungsmaßstab:

Als Bewertungsmaßstab wird die Summe der Zeitbedarfe herangezogen. Hierbei ist verbalargumentativ zu begründen, weshalb für die Umsetzung der Stilllegungsoption ein Planfeststellungsverfahren und keine Gefahrenabwehrmaßnahme durchzuführen ist.

6 VORGEHENSWEISE ZUR AUSWAHL EINES STILLLEGUNGSKONZEPTE

Wesentlicher Bestandteil des Verfahrens zur Auswahl einer Stilllegungsoption für das Endlager Asse ist ein schrittweises Vorgehen mit Durchführung verbal-argumentativer Abwägungen. Durch diese Vorgehensweise wird die Nachvollziehbarkeit der Entscheidungsfindung sichergestellt. Das Vorgehen basiert auf Elementen der Methode von STRASSERT (1995), wobei jedoch auf komplexe Darstellungen mit Rangfolgenbildung in Matrizen verzichtet wird.

6.1 SCHRITT 1: CHARAKTERISIERUNG DER VARIANTEN AN HAND DER BEURTEILUNGSFELDER UND KRITERIEN

Im ersten Schritt werden zunächst die Varianten des Optionenvergleichs einzeln auf die Erfüllung der Kriterien geprüft. Für jede Variante wird jedes der Kriterien einzeln betrachtet und hinsichtlich des Erfüllungsgrades bewertet. Dabei wird ausführlich dargelegt, welche Unsicherheiten bei der Festlegung des Erfüllungsgrades jedes einzelnen Kriteriums bestehen und welche Auswirkungen diese haben. Die Ergebnisse werden in Tabellenform dargestellt, die einen späteren Vergleich erleichtert.

6.2 SCHRITT 2: KRITERIENBEZOGENER PAARVERGLEICH DER VARIANTEN

Auf Basis der Einzelprüfungen werden jeweils zwei Varianten kriterienbezogen miteinander verglichen. Verbal-argumentativ wird ausführlich dargelegt, welche Variante besser bewertet wird oder ob diese gleich zu bewerten sind. Die Begründungen für die Bewertung sind plausibel und nachvollziehbar vorzunehmen. Das Maß der Unsicherheit der Bewertung ist darzulegen. Im Ergebnis erhält man für jedes Kriterium eine Tabelle, aus der die Bewertung der Varianten im jeweiligen Vergleich auf einen Blick abgelesen werden kann.

Kriterium 1	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D	Ergebnis
Variante A		Schlechter	Schlechter	Besser	+ - -
Variante B	Besser		Besser	Schlechter	+ + -
Variante C	Besser	Schlechter		Gleich	+ 0 -
Variante D	Schlechter	Besser	Gleich		+ 0 -

Tabelle 2: Beispiel für den kriterienbezogenen Paarvergleich

In dem dargestellten Beispiel (Tab. 2) schneidet Variante A schlechter (-) ab als die Varianten B und C, jedoch besser (+) als Variante D. Variante A erhält somit 1 positive und 2 negative Bewertungen. Variante B wird besser bewertet als die Varianten A und C, jedoch schlechter als D. Damit erhält B 2 positive und 1 negative Bewertung. Die Varianten C und D erhalten je 1 positive, 1 neutrale (0) und eine negative Bewertung.

Wie aus dem Beispiel ersichtlich wird, kann sich für die einzelnen Kriterien ein nicht eindeutiges Bild des Vergleiches ergeben. Vor diesem Hintergrund macht die Aufstellung einer kriterienbezogenen Rangfolge bei geringer Variantenzahl keinen Sinn, da schon das Ergebnis

eines einzelnen Paarvergleichs die Rangfolge beeinflussen kann. Die Rangfolgenbildung erfolgt daher auf der nächst höheren Ebene der Beurteilungsfelder.

6.3 SCHRITT 3: RANGFOLGEN FÜR BEURTEILUNGSFELDER

Die Ergebnisse des kriterienbezogenen Paarvergleichs fließen in die Rangfolgenbildung für die Beurteilungsfelder ein. Für die jeweiligen Beurteilungsfelder werden auf den Ergebnissen des kriterienbezogenen Paarvergleichs jeweils Rangfolgen erstellt, in dem die Ergebnisse in Tabellenform dargestellt und verbal-argumentativ begründet werden. Mathematische Operationen finden dabei nicht statt.

Feld 1	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
Kriterium 1	+ - -	+ + -	+ 0 -	+ 0 -
Kriterium 2	+ + -	+ - -	+ + +	- - -
Kriterium 3	+ 0 -	+ - -	+ + -	+ 0 -
Kriterium 4	+ 0 -	+ 0 -	+ + -	+ - -
Rangfolge	2.	3.	1.	4.

Tabelle 3: Beispiel für die Rangfolgenbildung je Beurteilungsfeld

In dem Beispiel (Tab. 3) ergibt sich für die Variante A ein ausgeglichenes Bild, da die Anzahl der negativen und positiven Bewertungen gleich ist. Bei der Variante B ist die Anzahl der negativen Bewertungen geringfügig größer als die der positiven Bewertungen. Variante C erhält dagegen die meisten positiven Bewertungen. Die Variante D erhält die meisten negativen Bewertungen.

Die Rangfolgenbildung ergibt sich aus der Abwägung aller der für die Varianten vorliegenden Bewertungen. Für das schematisch dargestellte Beispiel (Tab. 3) ergibt sich eine eindeutige Rangfolge, nach der Variante C vor A, B und D liegt. Diese Rangfolge ist ausführlich zu begründen, wobei auf Unsicherheiten und geringe Unterschiede der Bewertungen bei einzelnen Kriterien eingegangen wird. Bei dieser Form der Rangfolgenbildung findet keine Kompensation von Kriterien statt, sondern es erfolgt lediglich eine Abwägung der positiven und negativen Bewertungen, die verbal-argumentativ offengelegt wird. Der Prozess der Rangfolgenbildung bleibt dadurch transparent und nachvollziehbar, da keine Gewichtungs- oder sonstigen numerischen Faktoren in die Bewertung einfließen.

6.4 SCHRITT 4: BILDUNG EINER GESAMTRANGFOLGE

Im letzten Bewertungsschritt werden die Rangfolgen aller jeweiligen Beurteilungsfelder zu einer Gesamtrangfolge zusammengefasst. Es ist nicht zu erwarten, dass sich eine Stilllegungsoption in allen Beurteilungsfeldern als eindeutig optimale Lösung herausstellen wird. Es kommt somit in diesem Schritt auf eine verbal-argumentative Gewichtung an. Hierbei wird dargelegt, welches Beurteilungsfeld im Rahmen der Abwägung gegenüber den anderen als gewichtiger bewertet wird. Hier kann z. B. eine Prioritätensetzung zwischen kurzfristigen Umweltauswirkungen und Aspekten der Langzeitsicherheit vorgenommen werden.

	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4
Feld 1	C	A	B	D
Feld 2	A	C	D	B
Feld 3	C	B	A	D
Feld 4	B	A	D	C
Gesamtrangfolge	A, B, C	A, B, C	A, B, C	D

Tabelle 4: Bildung einer Gesamtrangfolge (ohne Wichtung)

An dem dargestellten Beispiel (Tab. 4) wird deutlich, dass die Rangfolgen in den verschiedenen Feldern unterschiedlich ausfallen können. Ohne Wichtung der Beurteilungsfelder zeigt sich lediglich, dass Variante D eindeutig als schlechteste Variante ausscheidet. Die Variante A, B und C lassen sich ohne Wichtung nicht eindeutig in eine Rangfolge bringen, da z. B. die Variante C zwar bei 2 Feldern als beste Variante abschneidet, bei Feld 4 jedoch als schlechteste. Sollten die Felder 1 und 3 für die Bewertung der Stilllegungsoptionen als von besonderer Bedeutung eingeschätzt werden und/oder die Beurteilung des Feldes 4 durch technische Rahmenbedingungen oder ersichtliche Faktoren beeinflusst werden, ergäbe sich ein deutlicher Vorteil der Variante C. Sollte jedoch die Felder 2 und 4 als besonders wichtig bewertet werden, ergäbe sich ein Vorteil der Variante A, die zudem bei keinem Beurteilungsfeld als schlechteste abschneidet.

Nur durch die verbale Darlegung und Begründung der vorgenommenen Wichtungen wird eine Entscheidungsfindung nachvollziehbar und überprüfbar. Die Wichtungen der einzelnen Beurteilungsfelder werden sicher Gegenstand der Diskussionen werden, die dann aber auf einer sachlich fundierten und begründeten Basis erfolgen können.

6.5 SCHRITT 5: SENSITIVITÄTSANALYSE

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wird überprüft, welchen Einfluss einzelne abweichende Bewertungen von Kriterien auf das Gesamtergebnis haben können. Dabei kommt zur Geltung, wie robust das Bewertungssystem ist und welche Auswirkungen sich durch „Ungenauigkeiten bei der Bewertung“ auf die Rangfolge ergeben können. Dies kann zur Folge haben, dass möglicherweise Varianten nur deshalb schlechter abschneiden, weil weniger Kenntnisse vorhanden sind oder Ungenauigkeiten unterstellt werden, die bei einer näheren Betrachtung deutlich kleiner ausgefallen wären. Die Sensitivitätsanalyse muss aufzeigen, ob sich hieraus eine Relevanz für das Gesamtergebnis ergibt. Wäre dies der Fall, müsste sichergestellt sein, dass insbesondere für solche „sensiblen Kriterien“ die Wichtung ausführlich und nachvollziehbar begründet ist.

Wird im Rahmen der Sensitivitätsanalyse festgestellt, dass die Entscheidungsgrundlagen für eine Stilllegungsoption im Wesentlichen durch die Ungenauigkeiten bei der Bewertung bestimmt werden, so wäre der Entscheidungsprozess nicht plausibel belegbar. D. h., in solchen Fällen müssten weitere bzw. vertiefende Betrachtungen (z. B. Nachweise, Störfallanalysen etc.) erfolgen und die Datenbasis erweitert werden, die die Ungenauigkeiten bei der Beurteilung deutlich einschränken und eine sachgerechte und transparente Entscheidung ermöglichen.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Das BfS hat sich verpflichtet, die Bewertungskriterien zur Auswahl der bestmöglichen Stilllegungsoption vor der Durchführung des Auswahlprozesses verbindlich festzulegen und zu veröffentlichen. Bereits im Mai 2009 wurde vom BfS ein Diskussionspapier veröffentlicht, zu dem Anregungen und Stellungnahmen von der Begleitgruppe Asse II (nach öffentlicher Diskussionsveranstaltung), der Arbeitsgruppe Optionenvergleich und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit eingegangen sind. Diese Anregungen sind in die Überarbeitung dieser Endfassung eingeflossen. Das Verfahren zur Auswahl der unter den gegebenen Randbedingungen bestmöglichen Stilllegungsoption wird nach den hier vorliegenden Kriterien und der hier beschriebenen Methodik durchgeführt.

Die für den Optionenvergleich anzuwendenden Kriterien sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Die Kriterien sind zu den fünf Beurteilungsfeldern „Sicherheit in der Betriebsphase“, „Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt“, „Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen“, „Machbarkeit“ und „Zeitbedarf“ zusammengefasst. Bei der Auswahl der Kriterien wurde darauf geachtet, dass die Kriterien und Beurteilungsfelder voneinander unabhängig sind.

Beurteilungsfeld	Kriterium
Sicherheit in der Betriebsphase	Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes
	Anfälligkeit für Störfälle
	Anfälligkeit gegenüber Eingriffen von außen
Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt	Radiologische Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt
	Chemotoxische/chemische Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt
	Einhaltung bergbaulicher Schutzziele
	Wechselwirkungen mit Notfallmaßnahmen
Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen	Radiologische Auswirkungen
	Chemotoxische/chemische Auswirkungen
	Konsequenzen menschlichen Eindringens in das Endlager
	Robustheit der Stilllegungsoption
	Nachweisbarkeit der radiologischen Langzeitsicherheit
	Einhaltung bergbaulicher Schutzziele
Machbarkeit	Technische Umsetzbarkeit
	Rechtliche Umsetzbarkeit
	Weitere Umweltauswirkungen
Zeitbedarf	Im Rahmen einer Gefahrenabwehrmaßnahme
	Bei vorausgehendem Planfeststellungsverfahren

(siehe auch Tabelle 1: Beurteilungsfelder und Bewertungskriterien)

Die vergleichende Bewertung der Stilllegungsoptionen erfolgt unter Anwendung eines verbal-argumentativen Verfahrens mit Paarvergleich der Optionen, das keine Kompensation unterschiedlicher Kriterien zulässt. Durch die verbal-argumentative Rangfolgenbildung in einem 5-stufigen Verfahren kann der Bewertungsprozess nachvollzogen werden. Die Ergebnisse werden im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse überprüft.

LITERATUR

- AKEND (2002): Auswahlverfahren für Endlagerstandorte - Empfehlungen des AkEnd – Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte; Abschlussbericht, Langfassung, Dezember 2002, 260 S.
- APPEL, D., Kreusch, J. & Neumann, W. (2001): Vergleichende Bewertung von Endlageroptionen für radioaktive Abfälle. Forschungsvorhaben im Auftrag des Forschungszentrums Karlsruhe, Projektträger des BMBF und BMWi für Wassertechnologie und Entsorgung. Förderkennzeichen 02 E9350
- AGO (2008): Stellungnahme zum Bericht des Helmholtz Zentrum München: „Entwicklung und Beschreibung des Konzepts zur Schließung der Schachanlage Asse“.- Bericht der Arbeitsgruppe Optionenvergleich, Stand: 29.09.2008, Karlsruhe, unveröff.
- AGO (2009 a): Bewertung von Optionen zur Verbesserung der Sicherheitssituation im Rahmen der Stilllegung der Schachanlage Asse II; Abschlußbericht der AGO-Phase I (2008); 12.02.2009; 38 S., 2 Anl.
- AGO (2009 b): Stellungnahme zum Diskussionspapier „Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse (Stand 27.04.2009)“; Stellungnahme vom 14.07.2009; 14 S.
- BERTRAM, R. & KRUPP, R. (2009): Konzeptskizze für einen tiefen Endlagerbereich in der Schachanlage Asse II; Stand 09.01.2009 mit red. Überarbeitung vom 07.02.2009, Burgdorf, in AGO (2009 a) als Anlage 2
- BFS (2005): Konzeptionelle und sicherheitstechnische Fragen der Endlagerung radioaktiver Abfälle - Wirtsgesteine im Vergleich.; Synthesebericht des Bundesamtes für Strahlenschutz, BfS-17/05, Wirtschaftsverlag NW; Salzgitter, November 2005
- BFS (2007a): Prüfung von Unterlagen zur Schließung der Schachanlage Asse II im Hinblick auf die Anforderungen eines atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens; unveröff. Bericht des Bundesamtes für Strahlenschutz; BfS-SE-IB 23/07; Salzgitter; 26.September 2007
- BFS (2007b): Stilllegung des Forschungsbergwerks Asse - Dokumentation und Ergebnisse des Fachgesprächs am 24. Oktober 2007; unveröff. Bericht des Bundesamtes für Strahlenschutz, BfS-SE-IB 24/07; Salzgitter, 29.Oktober 2007
- BMI (1983a): Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk. Bundesanzeiger 35 (1983) Nr. 2 S. 45/46
- BMU (2009): Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle.- Entwurf: Revision 1; Stand 18.März 2009
- BMU, BMBF & NMU (2007): Gemeinsame Pressemitteilung von BMU, BMBF, NMU. 21.11.2007
- BMU, BMBF & NMU (2008): Minister verständigen sich auf Betreiberwechsel. Gemeinsame Pressemitteilung von BMU, BMBF, NMU.- 04.09.2008
- GRS (2009): Abschätzung potenzieller Strahlenexpositionen in der Umgebung der Schachanlage Asse II infolge auslegungsüberschreitender Zutrittsraten der Deckbergigslösung während der Betriebsphase; GRS-A-3468; Braunschweig; 21. April 2009
- IAEA (2006): Geological Disposal of Radioactive Waste – Safety Requirements. Safety Standard Series No. WS-R-4.- IAEA, Wien 26.7.2006, 49 S.
- IFG (2009): Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf Basis von Standortdaten und 3D-Modellrechnungen.- Untersuchung im Auftrag des BfS; 11.3.2009; 41 S., 56 Anl.
- LAUX, Helmut (2005): Entscheidungstheorie. 7.Aufl. Springer-Verlag, ISBN 3978-3-540-71161-2

- MÜLLER-HERBERS, Sabine (2007): Methoden zur Beurteilung von Varianten.- Fakultät Architektur und Stadtplanung, Institut für Grundlagen der Planung, Universität Stuttgart, Arbeitspapier, 93 S. <http://www.igp.uni-stuttgart.de/publika/bewerten/index.html>
- SAATY, Thomas L. (1990): Multicriteria decision making - the analytic hierarchy process. Planning, priority setting, resource allocation.- 2. Auflage. RWS Publishing, Pittsburgh 1990, ISBN 0-9620317-2-0
- STRASSERT; G. (1995): Das Abwägungsproblem bei multikriteriellen Entscheidungen – Grundlagen und Lösungsansatz unter besonderer Berücksichtigung der Regionalplanung; Europ. Verlag d. Wissenschaften, Frankfurt/M u. a.
- ZANGMEISTER, Christof (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik – Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen. Diss. Techn. Univ. Berlin 1970, 4. Aufl., München: Wittemann, ISBN 3-923264-00-3

ANLAGEN

Anlage 1:

Kriterien der Begleitgruppe Asse II für den Optionenvergleich

Kriterien der stimmberechtigten Mitglieder der BA II für den Optionenvergleich (Stand 12.08.2009)

1. Die Mitglieder der BAI unterstützen die Anmerkungen, Empfehlungen und Bewertungen der AGO hinsichtlich der vorgeschlagenen Kriterien des BfS und der notwendigen Ergänzungen bzw. Konkretisierungen bezüglich der Wichtung, der Bewertungsmaßstäbe und –größen, sowie insbesondere der Methodik und Sensitivitätsprüfung.
2. Folgende Kriterien werden von den Mitgliedern der BAI als besonders wichtig angesehen: (Reihenfolge nach Wichtigkeit)
 1. Langzeitsicherheit
 2. Revidierbarkeit
 3. Zeitbedarf für die technische Umsetzbarkeit
 4. Strahlenbelastung während der Umsetzung und in der Nachbetriebsphase
 5. Einschlusswirksamer Gebirgsbereich
 6. Überwachbarkeit
3. Weitere Kriterien:
 - Gesundheit der Bevölkerung, Personal
 - Schutz des Grund- und Trinkwassers und der Biosphäre
 - Machbarkeit
 - Gebundene und trockene Verwahrung (Konzentration und Isolation) des radioaktiven Mülls auf Dauer
 - Instrumentalisierbarkeit für andere Genehmigungsverfahren
 - Fehlertoleranz
 - Ort und Art der Zwischen- bzw. Endlagerung bei einer Rückholung (Stichwort Schacht Konrad o.a.)
 - Prüfung des Mehrbarrierensystems
 - Sicherheit in der Betriebsphase
 - Unbefugte Erreichbarkeit
 - Gefahrenverschiebung auf später

Anlage 2:

Stellungnahme der AGO zum Diskussionspapier

Stellungnahme zum Diskussionspapier

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

„Kriterien zur Bewertung von Stilllegungs- optionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse“ (Stand 27.04.2009)

Arbeitsgruppe Optionenvergleich

Projekträger Forschungszentrum 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: 14.07.2009

Inhaltsverzeichnis

	INHALTSVERZEICHNIS	2
1	VORGANG UND AUFGABENSTELLUNG	3
2	GRUNDLEGENDE ASPEKTE ZUM ENTSCHEIDUNGSVERFAHREN	4
3	ANMERKUNGEN ZUM DISKUSSIONSPAPIER DES BFS	6
3.1	Grundsätzliche Bewertung des Verfahrensvorschlags von BfS	6
3.2	Anmerkungen zu Einzelaussagen im Diskussionspapier	6
3.3	Anmerkungen zu Beurteilungsfeldern und Bewertungskriterien	8
3.4	Anmerkungen zur Vorgehensweise zur Auswahl eines Stilllegungskonzepts	10
3.5	Erfüllung der Anforderungen der AGO	10
4	ANREGUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	13
	QUELLEN	14

1 Vorgang und Aufgabenstellung

Das von BfS am 27.04.2009 vorgelegte Diskussionspapier (BfS (2009), im Folgenden als Diskussionspapier bezeichnet) skizziert ein Verfahren zur vergleichenden Bewertung der Stilllegungsoptionen für das Endlager Asse. Dabei wird auch auf Arbeiten der Arbeitsgruppe Optionenvergleich aufgebaut (AGO (2009)), die die grundsätzlich denkbaren Stilllegungsoptionen danach differenziert hat, ob sie weiter verfolgt und in den Vergleich zur Auswahl der letztlich zu realisierenden Option einbezogen oder zurückgestellt werden sollen. Zudem hat die AGO Anforderungen formuliert, die bei der Methodenentwicklung erfüllt werden müssen.

In der vorliegenden Stellungnahme sind Anmerkungen und Empfehlungen der AGO zum Diskussionspapier des BfS zusammengestellt. Dabei wurde auch geprüft, inwieweit die Anforderungen der AGO erfüllt sind.

Darüber hinaus erscheint es vor dem Hintergrund der vielfältigen und intensiven gesellschaftlichen Diskussionen um die Kriterien zum Vergleich der Stilllegungsoptionen notwendig, einige grundlegende Aspekte zu Möglichkeiten und Grenzen von Entscheidungsverfahren bzw. der vergleichenden Bewertung von Optionen kurz darzulegen.

2 Grundlegende Aspekte zum Entscheidungsverfahren

- Das Verfahren zur Auswahl einer Stilllegungsoption bei der Asse ist eingebettet in einen bislang in Deutschland einmaligen übergeordneten gesellschaftlichen Prozess. Dieses Verfahren findet unter komplexen und für die Asse spezifischen Rahmenbedingungen statt, die eine Entscheidung über die zu realisierende Stilllegungsoption unverzüglich (d. h. ohne schuldhaftige Verzögerung) erfordern. Dabei sind vielfältige gruppenspezifische und individuelle Interessen und Erwartungen einzubeziehen.
- Die Auswahl einer Stilllegungsoption stellt also einen gesellschaftlichen Prozess dar. Dabei ist nicht zu erwarten, dass alle am Prozess Beteiligten die letztlich getroffene Entscheidung akzeptieren werden. Um dennoch eine möglichst weitgehende Zustimmung zu der Entscheidung zu erreichen bzw. ihre Legitimität zu untermauern, sind an den Prozess trotz der Notwendigkeit einer unverzüglichen Entscheidung bestimmte Anforderungen zu stellen (z. B. Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Handelns, Aufnahme und Diskussion von Bedenken). In FLÜELER (2002) werden Entscheidungsprozesse im Rahmen der schweizerischen Endlagerdiskussion detailliert analysiert.
- Der Vergleich von Stilllegungsoptionen für die Asse mit dem generellen Ziel, unter den gegebenen Randbedingungen die „relativ beste“ Option zu identifizieren, stellt ein Entscheidungsproblem dar, das mittels einer möglichst gut angepassten Methodik gelöst werden soll. Dabei muss man sich im Klaren darüber sein, dass es eine „objektiv richtige“ Lösung (Entscheidung) nicht gibt. Entscheidungen werden vielmehr gesteuert bzw. beeinflusst durch subjektive Erfahrungen, Ziele und Prämissen von Entscheidern und sonstigen Akteuren, Einflüsse aus dem Umfeld der Entscheidung, nicht beeinflussbare externe Faktoren. Wesentliche Aufgabe während des Entscheidungsprozesses muss es also sein, die subjektiven Erwartungen und Einflüsse sowie die Ziele und Prämissen offen zu legen und in der Entscheidung zu berücksichtigen. Dies kann nur durch einen rationalen Entscheidungsprozess geschehen. Rationalität bedeutet dabei, dass bestimmte Anforderungen an den Entscheidungsprozess gestellt und eingehalten werden (prozedurale Rationalität), und andererseits der Grundsatz der sachlichen Widerspruchsfreiheit verfolgt wird (z. B. sollten keine „logischen Fehler“ im Entscheidungsprozess gemacht werden).
- Bei der Wahl der dafür geeigneten Methodik gibt es keinen Königsweg. Alle Methoden haben spezifische Vor- und Nachteile (s. Übersicht bei MÜLLER-HERBERS (2007)). Dennoch stellen bestimmte Methoden für spezielle Fragestellungen die deutlich bessere Lösung dar als andere Methoden. Bei der vorliegenden Fragestellung bieten sich insbesondere Methoden an, die über Paarvergleiche zu einer Rangfolge der Stilllegungsoptionen führen und die auf einer sorgfältigen Abwägung der Vor- und Nachteile aller Optionen beruhen. Nicht geeignet zur Lösung dieser multikriteriellen Entscheidungsprobleme sind Verfahren, die die Vor- und Nachteile aller Kriterien auf einen gemeinsamen Nenner reduzieren („Nutzwert“, Kompensationsmethoden wie z.B. Nutzwertanalyse).
- Das Ergebnis des Auswahlverfahrens wird nicht allein durch die Festlegung von Kriterien bestimmt. Zwar werden Kriterien gerne im Umfeld von Entscheidungen diskutiert (verschiedene Akteure halten unterschiedliche Kriterien für relevant), aber andere Aspekte des Verfahrens sind für das Ergebnis genauso wichtig (siehe nachfolgende Spiegelstriche). Die Kriterienliste ist dem Problem angemessen zu erstellen. Eine möglichst umfassende Kriterienliste führt nicht zwingend zu einer besseren Entscheidung.
- Neben den Kriterien sind insbesondere folgende Aspekte von Bedeutung für das Ergebnis des Verfahrens: Bewertungsmaßstäbe und Bewertungsgrößen müssen zueinander passen. Nur die für den jeweiligen Skalentyp zulässigen Operationen dürfen vorgenommen werden. Eine Gewichtung der Kriterien, etwaige Kenntnislücken und Unsicherheiten sowie Qualität und Quantität benö-

tiger bzw. erforderlicher Informationen bei Anwendung der Kriterien und die Aggregation der einzelnen Bewertungsergebnisse wirken sich auf das Ergebnis des Entscheidungsprozesses aus

- Bei Entscheidungsprozessen können subjektive Bewertungen nicht vollständig verhindert werden. Es ist aber erforderlich, den subjektiven Anteil zu minimieren und im Entscheidungsprozess nachvollziehbar zu verdeutlichen.
- Beispielhaft seien folgende Ansatzpunkte für subjektive Einflüsse genannt: Die Auswahl der Kriterien aus der Gesamtheit möglicher Kriterien, die Gewichtung der Kriterien, die Anwendung von Kriterien (Ersatz gesicherter Erkenntnisse durch Expertenmeinungen, wenn der erforderliche Informationsbedarf nicht gedeckt ist) und die Abwägung der Handlungsoptionen.

3 Anmerkungen zum Diskussionspapier des BfS

Als notwendige Randbedingungen zur Erarbeitung einer vergleichenden Bewertung von Stilllegungsoptionen sind die in Kap. 2.1 von BfS (2009) dargelegten geologischen und gebirgsmechanischen Verhältnisse zu berücksichtigen. Diese zeigen, dass wegen des sehr stark beanspruchten Tragsystems der Südflanke ein Anschluss an hydraulisch leitfähige Gebirgsschichten mit der möglichen Folge eines unbeherrschbaren Lösungszuflusses aus dem Deckgebirge nicht ausgeschlossen werden kann. Ob und wann dies geschieht, ist offen.

3.1 Grundsätzliche Bewertung des Verfahrensvorschlags von BfS

In Kap. 3 des Diskussionspapiers wird der von BfS gewählte methodische Ansatz erläutert. Er beruht u. a. auf folgenden Grundlagen:

- Grundlage des Bewertungsverfahrens sind Methoden der Entscheidungstheorie,
- das multikriterielle Entscheidungsproblem bei der Anwendung von Kriterien wird anerkannt,
- der Entscheidungsprozess soll in einem Bewertungsverfahren (mit Elementen der Methode „Analytic Hierarchy Process – AHP“) operativ umgesetzt werden,
- die verschiedenen Schließungsvarianten sollen paarweise miteinander verglichen und auf diese Weise eine Rangreihenfolge erstellt werden,
- der Optionenvergleich soll im Wesentlichen verbal-argumentativ geführt werden,
- der Optionenvergleich soll in einzelnen aufeinander aufbauenden Schritten erfolgen.

Bewertung

Der vom BfS gewählte methodische Ansatz ist im Prinzip geeignet, die Aufgabe „vergleichende Bewertung von Stilllegungsoptionen“ unter unsicheren Randbedingungen zu lösen. Insbesondere die ausdrückliche Berücksichtigung des Problems der multikriteriellen Entscheidungsfindung und der daraus sich ergebenden Schwierigkeiten bei der Aggregation (Zusammenführung mehrerer Kriterien aus unterschiedlichen Themen- bzw. Einflussbereichen zu einem Gesamturteil) der unterschiedlichen Kriterien zu der abschließenden Entscheidung für eine Stilllegungsoption wird als zielführend angesehen. Auch der vorgesehene verbal-argumentative Optionenvergleich mit weitgehendem Verzicht auf „Rechenoperationen“ ist der richtige Ansatz, da er der tatsächlichen Qualität der Datenbasis gerecht wird.

Neben dieser vom Grundsatz her positiven Beurteilung des vom BfS gewählten Verfahrensansatzes ergeben sich aus dem Diskussionspapier etliche Fragen. Daher werden hier Kommentare zu Einzelaspekten und Hinweise zu Änderungsvorschlägen formuliert. Im weiteren Verlauf der Konkretisierung des Bewertungsverfahrens durch BfS empfiehlt die AGO, erkannte methodische Schwachstellen des Entscheidungsprozesses zu beseitigen.

3.2 Anmerkungen zu Einzelaussagen im Diskussionspapier

Im Folgenden werden einzelne Aussagen im Diskussionspapier auf ihre Stichhaltigkeit hin untersucht bzw. hinterfragt.

Ziel des Optionenvergleichs

Die Definition des Ziels des Optionenvergleichs erfolgt im Diskussionspapier nicht konsistent. So wird auf S. 12 die Definition der AGO (AGO (2009)) herangezogen, wonach das Ziel des Optionen-

vergleichs in der Ermittlung der optimalen Stilllegungsoption besteht. Wenige Abschnitte weiter unten auf S. 12 heißt es dann, das Ziel des Optionenvergleichs liegt in der Entwicklung einer objektiven und so mit hoher Akzeptanz versehenen Entscheidungsgrundlage für ein Stilllegungskonzept. Weitere und in ihren Aussagen nicht übereinstimmende Formulierungen finden sich auf S. 5, in denen Ziele benannt werden und die abgegrenzt werden sollten.

Ohne eine eindeutige Formulierung des Ziels der zu treffenden Entscheidung (bzw. klare Formulierung des Zielsystems) kommt es zu unnötigen Konflikten oder Reibungsverlusten, die alleine schon daraus erwachsen können, dass verschiedene Gruppierungen verschiedene (unausgesprochene oder unklare) Zielvorstellungen verfolgen. Nur wenn das Ziel des Optionenvergleichs eindeutig geklärt und formuliert ist, können die weiteren Schritte im Entscheidungsprozess richtig gesetzt und die Diskussion darüber erfolgreich geführt werden.

Objektive Entscheidungsgrundlage

Auf S. 12 wird eine objektive Entscheidungsgrundlage als Ziel formuliert. Dieses Ziel kann nicht erfüllt werden. Ein Grund dafür ist allein schon die Entscheidung unter Unsicherheit, die dazu führt, dass niemand voraussagen kann, welche Stilllegungsvariante tatsächlich (objektiv) die Beste – gemessen an der Zielvorstellung - sein wird (s. dazu Kap. 2). Die von BfS vorgeschlagene Entscheidungsmethodik kann nur zu einer rationalen Entscheidungsfindung führen, d.h. einer Entscheidung, die sachgerecht ist, alle wesentlichen Aspekte berücksichtigt sowie nachvollziehbar und transparent ist. Mehr kann vom Entscheider nicht verlangt werden – aber auch nicht weniger.

Verschiedene Aussagen zu den Grundlagen (Kap. 3.2 des Diskussionspapiers)

Kap. 3.2 des Diskussionspapiers enthält verschiedene Aussagen, die fraglich sind. Dazu gehört die Aussage, dass die Nutzwertanalyse, die im Kern die Kompensation verschiedener Kriterien beinhaltet, dann für den Vergleich von Varianten geeignet sei, wenn „weiche“, d. h. in Geld oder Zahlen nicht darstellbare Kriterien vorliegen, anhand deren zwischen verschiedenen Alternativen eine Entscheidung gefällt werden muss (S. 14).

Diese Aussage ist nicht haltbar. Das Hauptproblem der Nutzwertanalyse besteht darin, dass sie im Kern eine vollständige Kompensation zwischen verschiedenen Kriterien erlaubt (z.B. kann nach dieser Methode eine hohe Luftverschmutzung durch niedrige Schadstoffbelastungen im Abwasserstrom kompensiert werden). Diese Kompensation ist bei den meisten Problemstellungen gerade sachlich nicht möglich; wird sie dennoch vorgenommen, führt sie zu unsinnigen Ergebnissen. Anwendbar ist die Nutzwertanalyse allerdings dann, wenn es allein um (austauschbare) (Geld-)Werte geht. Denn Geld kann beliebig „kompensiert“ werden, und entsprechende Entscheidungen – v. a. betriebswirtschaftlicher Art – sind dann sehr wohl möglich. Wenn man wie im vorliegenden Falle aus gutem Grunde auf die Nutzwertanalyse verzichtet, dann sollte man auch die richtigen Argumente für diese Entscheidung anführen.

Ein Begründungsdefizit besteht zu der auf S. 14 diskutierten und favorisierten multikriteriellen Entscheidungstheorie. Diese wird nicht – wie im Diskussionspapier dargestellt - vorrangig wegen Ungewissheitssituationen angewandt, sondern vielmehr aus der richtigen Erkenntnis heraus, dass bei der Anwendung von Kriterien jeweils Vor- und Nachteile zu berücksichtigen sind, also gerade dann, wenn keine Kompensation schlechter durch gute Kriterienausbildung im Sinne eines „gemeinsamen Nenners“ möglich ist. Wenn man mehrere Kriterien aus unterschiedlichen Themen- bzw. Einflussbereichen zu einem Gesamturteil zusammenführen muss (Aggregation), dann steht man vor dem „multikriteriellen Entscheidungsproblem“. Dieses beruht darauf, dass man eigentlich nicht vergleichbare bzw. nicht normierbare Aspekte bzw. Sachverhalte zu einem Gesamturteil (einer Entscheidung) führen muss. STRASSERT (1995) hat versucht, für dieses methodisch bis heute nicht gelöste Problem einen Handlungsansatz zu finden, der über einen Vergleich der Varianten zu einer relativen Ordnung der Varianten führt.

Begründung der verbal-argumentativen Methode

Auf den Seiten 15 und 16 des Diskussionspapiers wird begründet, warum man ein verbal-argumentatives Verfahren anwenden will. So wird behauptet, dass mathematische Methoden den Nachteil aufweisen, durch Wichtungsfaktoren oder Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen nicht nachvollziehbare subjektive Wertungen in die Entscheidung einfließen zu lassen. Auch das Problem der Aggregation von „nicht-unabhängigen Kriterien“ soll durch die verbal-argumentative Methode vermieden werden.

Diese Begründungen gehen am Kern des Problems vorbei. So ist das Problem der Wichtungsfaktoren von Kriterien oder die Einbeziehung von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen zwar als ein Problem subjektiver Einflüsse in die Bewertung erkannt, doch dieses Problem stellt sich auch bei der verbal-argumentativen Methode (s. Kap. 2). Wenn dort z.B. keine offensichtlichen Wichtungsfaktoren eingebracht werden, so wird implizit doch eine Wichtung vorgenommen, indem alle Kriterien gleich gewichtet werden.

Das Problem der Festlegung von Wichtungsfaktoren für Kriterien kann also weder durch die verbal-argumentative Methode noch durch eine andere Methode gelöst werden. Vielmehr ist die Gewichtung von Kriterien (heute auch gerne „expert judgement“ genannt, um eine Pseudoobjektivität zu erzeugen) eine subjektive Angelegenheit des Methodenanwenders. Dieses Problem kann nur an anderer Stelle gelöst werden, und zwar durch Offenlegung der vorgenommenen subjektiven Einflüsse / Wichtungen.

Mathematische Entscheidungsverfahren und Wahrscheinlichkeitsaussagen können nur dann angewandt werden, wenn man über die entsprechenden Daten zur Beurteilung der Kriterien verfügt. Dazu sind kardinal skalierte Daten notwendig, mit denen man mathematische Operationen durchführen kann. Diese Daten liegen im vorliegenden Entscheidungsfall nicht oder nur sehr begrenzt vor, so dass sich mathematische Verfahren verbieten. Das ist ein wesentlicher Grund für die Auswahl der verbal-argumentativen Methode und der qualitativen Behandlung der Kriterien.

Unverständlich ist die Aussage auf S. 15 des Diskussionspapiers, das Problem der Aggregation von nicht-unabhängigen Kriterien sei mit der verbal-argumentativen Methode zu vermeiden. Das ist nicht der Fall. Das Problem der Aggregation ist identisch mit dem „multikriteriellen Problem“ (s. o.) und unabhängig von der benutzten Methodik. Eine Lösung dieses Problems ist nicht in Sicht, trotzdem muss damit umgegangen werden. Dazu ist nötig, dass man keine Bewertungsmethode mit Kompensation anwendet, und dass man eine klar strukturierte, nachvollziehbare Methode benutzt. Die verbal-argumentative Methode kann bei vernünftiger Anwendung beide Anforderungen weitgehend erfüllen.

3.3 Anmerkungen zu Beurteilungsfeldern und Bewertungskriterien

In Kap. 4 des Diskussionspapiers werden die Bewertungskriterien dargestellt und erläutert. Hierzu hat die AGO folgende generelle Anmerkung: Häufig sind bei Entscheidungsverfahren Bewertungskriterien Gegenstand vielfältiger Auseinandersetzungen und stehen im Fokus der Betrachtung. Dies wird bei der Entscheidung über die auszuwählende Stilllegungsoption nicht anders sein. Diese Konzentration auf die Bewertungskriterien greift zu kurz, denn sie stellen nur einen – wenn auch wichtigen – Teil des gesamten Bewertungsverfahrens dar. Allerdings sind sie der Diskussion für alle Akteure leichter zugänglich als andere Aspekte des Bewertungsverfahrens, die gleichfalls einen gleich großen Einfluss auf das Ergebnis des Verfahrens haben (s. Kap. 2).

Im Folgenden werden die Beurteilungsfelder und Kriterien des Diskussionspapiers beurteilt.

Beurteilungsfelder

Die von BFS vorgenommene Zuordnung von inhaltlich zusammengehörenden Kriterien zu Beurteilungsfeldern (Tab. 2, S. 17 Diskussionspapier) ist grundsätzlich sinnvoll und bringt Vorteile im weite-

ren Bewertungsverfahren mit sich (z. B. Aggregation nur der Kriterien, die inhaltlich zusammengehören, zu einer Aussage). Mit dieser Aggregation kann aber ein Informationsverlust einhergehen. Durch sorgfältiges methodisches Vorgehen ist dafür Sorge zu tragen, dass Fehlwichtungen nicht eintreten können. Die fünf Beurteilungsfelder „Sicherheit der Betriebsphase“, „Kurzfristige Umweltauswirkungen bei unkontrollierbarem Lösungszutritt“, „Langzeitsicherheit“, „Machbarkeit“ und „Zeitbedarf“ decken wesentliche sicherheitstechnische Aspekte ab. Darüber hinaus sind auch andere Beurteilungsfelder wie z. B. Revidierbarkeit der Stilllegungsmaßnahmen denkbar. Die AGO konnte bisher hierzu zu keinem gemeinsamen Votum kommen.

Kriterien

Die den Beurteilungsfeldern jeweils zugeordneten Kriterien sind zum Teil sinnvoll, teilweise tauchen Fragen auf, die im Folgenden erläutert werden.

Das dem Beurteilungsfeld Langzeitsicherheit zugeordnete Kriterium „Radiologische Konsequenzen“ erfordert für jede Stilllegungsoption eine Sicherheitsaussage mit Ermittlung der zukünftig zu erwartenden Individualdosis. Eine Sicherheitsanalyse wie im Planfeststellungsverfahren gefordert ist für alle zu prüfenden Optionen im Rahmen des Optionenvergleichs nicht realisierbar. Für die Mehrzahl der Stilllegungsoptionen werden nur Machbarkeitsstudien vorliegen, die sicherlich nicht den erforderliche Detaillierungsgrad (und die Datenlage) zur Durchführung von Sicherheitsanalysen in dem auf den Seiten 19 und 20 des Diskussionspapiers dargestellten Sinn liefern. Machbar sind folglich vergleichende Sicherheitsbetrachtungen auf Grundlage der eingeschränkten Datenbasis. Hierzu müsste BfS weitere Ausführungen treffen.

Zu der in Zusammenhang mit den radiologischen Konsequenzen der Stilllegungsoptionen von BfS im Diskussionspapier (S. 13) geforderten wissenschaftlichen Bewertung „hinsichtlich der Wichtigung“ einiger Bewertungskriterien besteht Klärungsbedarf.

Ein ähnliches Problem wie beim Kriterium „Radiologische Konsequenzen“ taucht auch bei dem Kriterium „Nachweis der Langzeitsicherheit“ auf. Dieses Kriterium sollte nachvollziehbar und plausibel erläutert werden.

Die Kriterien „Sicherheitsreserven bei unvorhergesehenem Systemverhalten“ und „Robustheit des Sicherheitssystems“ sind inhaltlich schwer voneinander zu trennen. Bei beiden Kriterien geht es um das Verhalten des Sicherheitssystems bei äußeren und inneren Einwirkungen. Vielleicht wäre es vorteilhaft, beide Kriterien unter dem neuen Kriterium „Robustheit der Stilllegungsoption“ zu subsumieren.

Dem Beurteilungsfeld Machbarkeit ist das Kriterium „Umweltverträglichkeit“ zugeordnet. Hier besteht die Gefahr der Doppelbewertung. So wird der Aspekt „Strahlenexposition“ bereits in anderen Beurteilungsfeldern (z. B. radiologische Auswirkungen Normalbetrieb) bewertet. Wenn er hier nochmals bewertet wird, stellt dies einen methodischen Fehler dar. Ähnliches mag auch mit anderen Emissionen und Immissionen der Fall sein. Im übrigen stellt sich die Frage, wieso das Kriterium Umweltverträglichkeit dem Beurteilungsfeld Machbarkeit zugeordnet ist. Es könnte zu einem eigenständigen Beurteilungsfeld gemacht werden.

Das Kriterium „Genehmigungsfähigkeit“ bedarf weiterer Erläuterungen durch das BfS.

Akzeptanz als Kriterium sollte aufgegeben werden, da es mit dem sicherheitstechnischen Vergleich von Stilllegungsoptionen nichts zu tun hat. Gleichwohl ist Akzeptanz ein wichtiges Ziel des Optionenvergleichs.

Im Beurteilungsfeld Zeitbedarf wird auch das Kriterium „Zeitbedarf bei vorausgehendem Planfeststellungsverfahren“ vorgestellt. Der Vergleich mit dem Planfeststellungsverfahren Konrad ist nicht zielführend. Entscheidend ist der Zeitbedarf bis zum Abschluss der technischen Umsetzung der verschiedenen Stilllegungsoptionen.

Unterkriterien

Der Sinn der dargestellten Unterkriterien hingegen erschließt sich nicht. Es ist sinnvoller, auf die Unterkriterien zu verzichten und stattdessen für jedes Kriterium den Bewertungsmaßstab und die zugeordnete Bewertungsgröße zu benennen, denn diese werden zwingend für die Beurteilung der Kriterien benötigt.

3.4 Anmerkungen zur Vorgehensweise zur Auswahl eines Stilllegungskonzepts

Im Diskussionspapier wird die Vorgehensweise zur Auswahl eines Stilllegungskonzepts in Kap. 5 knapp dargestellt. Dabei werden Elemente der Methode „Analytical Hierarchy Process“ (AHP) verwendet. Es handelt sich dabei um eine Methode aus der Entscheidungstheorie, die über Paarvergleiche der Optionen mit Hilfe mathematischer Verfahren zu einer Reihenfolge der Optionen gelangen soll.

Der Ansatz, über Paarvergleiche der Optionen unter Berücksichtigung der jeweiligen Rangfolgen der Beurteilungsfelder zur Bildung einer relativen Gesamtrangfolge der Optionen zu gelangen, ist nachvollziehbar und prinzipiell zu unterstützen. Er ist im vorliegenden Fall allein schon wegen der begrenzten Informationen zu den einzelnen Optionen und der jeweiligen Kriterien sinnvoll.

Problematisch wäre jedoch ein Einsatz von AHP, denn bei dieser Methode werden üblicherweise mathematische Operationen benötigt. Und genau dafür fehlt im vorliegenden Fall die Grundlage (keine oder nur sehr wenige kardinal skalierten Größen, weit überwiegend ordinal skalierte Größen – mit ordinal skalierten Größen darf man nicht „rechnen“). Da der grundsätzliche Ansatz, eine relative Rangfolge der Optionen zu erstellen, sinnvoll ist, sollte daran nichts geändert werden.

Es wäre zu überlegen, ob nicht die (gegebenenfalls problemmodifizierte) Methode nach STRASSERT (1995), die auf mathematische Operationen verzichtet, gleichfalls aber eine relative Rangfolge der Optionen zum Ziel hat, für die hier zu bewältigende Aufgabe angemessener ist. Bei fünf Beurteilungsfeldern und ca. vier Optionen ist die Herleitung einer Rangfolge noch halbwegs überschaubar. Sollte dies nicht der Fall sein, könnte man die Beurteilungsfelder nach ihrer Gewichtung abarbeiten und die weniger wichtigen Beurteilungsfelder erst dann berücksichtigen, wenn zwischen zwei Optionen kein klarer Unterschied erkennbar ist.

Die auf S. 25 des Diskussionspapiers vorgeschlagene Gewichtung der Beurteilungsfelder (und der einzelnen Kriterien) sollte nicht mit Hilfe numerischer Faktoren erfolgen, sondern sollte im Sinne einer verbal-argumentativen Abwägung und Begründung vollzogen werden.

Mit der auf S. 26 kurz angesprochenen Sensitivitätsanalyse soll die Schlüssigkeit der Bewertung überprüft werden. Wie dies genau geschehen soll, ist dem Diskussionspapier nicht zu entnehmen.

3.5 Erfüllung der Anforderungen der AGO

In AGO (2009) ist ein Katalog von Anforderungen an den Entscheidungsprozess aufgenommen worden, der auch im Diskussionspapier (S. 11) wiedergegeben ist. Zu prüfen ist, inwieweit diese Anforderungen im Diskussionspapier bereits erfüllt sind.

- Eindeutige Formulierung des Zielsystems

Das Ziel der Entscheidungsfindung ist noch unklar bzw. widersprüchlich formuliert (s. Kap. 3.2). Daraus können vermeidbare Konflikte mit anderen Akteuren resultieren. Notwendig ist eine unmissverständliche und frühzeitige Darstellung, zu welchem Ziel der Entscheidungsprozess führen soll.

- Festlegung des methodischen Rahmens des Bewertungssystems

Im Kern ist damit die Bewertungsmethodik der Entscheidungsfindung gemeint. Dazu hat BfS einen Vorschlag vorgelegt, der von den Grundlagen her in die richtige Richtung zeigt (v. a. multikriterielle Entscheidung, Paarvergleich, Rangfolge der Optionen).

- Klare Gliederung des Entscheidungsprozesses

Das vorliegende Diskussionspapier ist ein erster Vorschlag des BfS, in dem eine Gliederung des Entscheidungsprozesses bereits erkennbar ist. Hierbei geht es vornehmlich um den sicherheitstechnischen Entscheidungsprozess, mit dessen Hilfe die relativ beste Stilllegungsoption gewählt werden soll. Bereits im Diskussionspapier betont BfS den Entscheidungsprozess nachvollziehbar und transparent zu gestalten.

- Festlegung von Kriterien und ihrer Gewichtung

BfS hat einen Vorschlag zu den Kriterien vorgelegt. Eine Gewichtung ist noch nicht vorgenommen worden.

- Festlegung von Bewertungsmaßstab und Bewertungsgröße, Beachtung der Skalentypen

Zu jedem Kriterium muss ein Bewertungsmaßstab festgelegt werden und die dazu passende Bewertungsgröße bestimmt werden. Dabei sollten Bewertungsmaßstab und Bewertungsgröße kompatibel sein. Nur bei Erfüllung dieser Bedingungen sind die Kriterien anwendbar. BfS hat sich dazu noch nicht geäußert (Ausnahme: Dosis als quantitativer Bewertungsmaßstab und Bewertungsgröße für die Strahlenexposition). Ansonsten ist wegen der Informationslage mit weit überwiegender qualitativer Bewertung zu rechnen – ordinale Skalierung).

- Begründung der Abwägungsentscheidungen bei der Aggregation der einzelnen Bewertungsergebnisse

Für jedes Kriterium (und die Beurteilungsfelder) ist die jeweilige Abwägungsentscheidung nachvollziehbar zu begründen (Darstellung der jeweiligen Vor- und Nachteile). Vorteilhaft ist eine möglichst geringe – aber problemangemessene – Aggregation der Kriterien, damit die damit verbundenen Informationsverluste minimiert werden. Die Beurteilungsfelder sind geeignet, die Kriterien zu aggregieren. Ein dabei eintretender Informationsverlust ist zu beachten. Für die zwingend notwendige multikriterielle Abwägungsentscheidung (s. Kap. 3.1) sind paarweise qualitative Vergleiche mit Rangfolgenbildung, wie von BfS angedacht, eine angemessene Lösung.

- Verdeutlichung der den Entscheidungsprozess beeinflussenden normativen Elemente (subjektive Bewertungen)

BfS ist sich des Einflusses subjektiver Bewertungen auf den Entscheidungsprozess bewusst, eindeutige Regeln im Umgang damit sind dem Diskussionspapier noch nicht zu entnehmen. Diese sollten frühzeitig formuliert werden, damit allen Akteuren die große Bedeutung normativer Einflüsse auf den Entscheidungsprozess klar wird.

- Festlegung des Mindestinformationsbedarfs

Bei der Anwendung der Kriterien muss der erforderliche Informationsbedarf qualitativ und quantitativ abgedeckt werden. Er muss bereits bei der Formulierung der Kriterien festgelegt werden, da sonst die Anwendung der Kriterien Schwierigkeiten bereitet. Im Diskussionspapier ist eine kriteriengenaue Festlegung noch nicht erfolgt.

- Kenntnislücken und Unsicherheiten, Irrtumsvorbehalt

Kenntnislücken und Unsicherheiten sind bei der Anwendung von Kriterien durch gezielte Untersuchungen zu schließen. Wo dies nicht möglich ist, können hilfsweise begründete Annahmen benutzt werden. Bis zur abschließenden Bewertung der Schließungsoptionen auf Grundlage einer vollständi-

gen / ausreichenden Informationslage gilt der Irrtumsvorbehalt. Äußerungen dazu sind dem Diskussionspapier ansatzweise bzw. indirekt zu entnehmen.

- Darstellung von Art und Ausmaß von Unsicherheiten bei der Bewertung

Unsicherheiten bei der Bewertung und ihr Einfluss auf die Entscheidung sind darzustellen. Im Diskussionspapier sind zu diesem Aspekt Ansätze vorhanden, die im Zuge des weiteren Prozesses detailliert ausformuliert werden sollten (s. Diskussionspapier S. 26).

4 Anregungen und Empfehlungen

Mit Blick auf das von BfS vorgelegte Diskussionspapier lassen sich folgende Anregungen und Empfehlungen formulieren:

- Das Ziel des Optionenvergleichs muss eindeutig definiert werden. Unklare oder mehrdeutige Aussagen sind zu vermeiden.
- Aussagen im Diskussionspapier über die Objektivität von Entscheidungsgrundlagen sollten differenzierter formuliert werden, damit die Erwartung nach einer faktisch nicht erreichbaren umfassenden Objektivität des Optionenvergleichs nicht geweckt wird. Dies sollte anerkannt und entsprechend kommuniziert werden.
- Verschiedene Aussagen zu den Grundlagen des Optionenvergleichs (Kap. 3.2 des Diskussionspapiers) sollten überarbeitet werden, da an einigen Stellen Unklarheiten oder falsche Aussagen bzw. Zusammenhänge formuliert werden. Dies gilt vor allem für die Begründung der verbalargumentativen Methode. Die Darstellung der Grundlagen des Optionenvergleichs sollte belastbar sein, um eine möglichst weitreichende Akzeptanz für die Methodik des Prozesses herbeizuführen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass zu einem späteren Zeitpunkt die angewandte Methode erneut in Frage gestellt wird.
- Die den Beurteilungsfeldern zugeordneten Kriterien sollten auf ihre Sinnhaftigkeit bzw. ihre genaue Formulierung überprüft und gegeneinander abgegrenzt werden (s. Kap. 3.3). Der Sinn der Unterkriterien erschließt sich nicht; sinnvoller wäre, für jedes Kriterium den Bewertungsmaßstab und die erforderliche Beurteilungsgröße darzustellen.
- Die Gewichtung der Kriterien bzw. der Beurteilungsfelder sollte im Sinne einer verbalargumentativen Abwägung und Begründung vollzogen werden
- Als Vergleichsmethode wird eine auf Paarvergleichen und daraus resultierender Rangfolgenbestimmung beruhende Methode (z. B. nach STRASSERT (1995)) empfohlen.
- Die im Abschlussbericht zur Phase 1 der Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO (2009)) festgelegten Anforderungen an den Entscheidungsprozess sind teilweise erfüllt (s. Kap. 3.5). Es wird erwartet, dass BfS darlegt wie diese Anforderungen ggf. im Laufe des Prozesses erfüllt werden können.

Quellen

AGO (2009): Bewertung von Optionen zur Verbesserung der Sicherheitssituation im Rahmen der Stilllegung der Schachanlage Asse II. Abschlussbericht der AGO, Phase 1, 12.02.2009.

BFS (2009): Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse. Diskussionspapier. Bundesamt für Strahlenschutz, Stand 27.04.2009.

FLÜELER, THOMAS (2002): Radioaktive Abfälle in der Schweiz. Muster der Entscheidungsfindung in komplexen soziotechnischen Systemen, Band 1, Haupttext. Verlag dissertation.de, ISBN 3-89825-485-2, Berlin 2002.

MÜLLER-HERBERS, SABINE (2007): Methoden zur Beurteilung von Varianten. Arbeitspapier der Fakultät für Architektur und Stadtplanung, Universität Stuttgart, 4. Auflage, Mai 2007, <http://www.igp.uni-stuttgart.de/publika/pdf/methoden.pdf>

STRASSERT, GÜNTER (1995): Das Abwägungsproblem bei multikriteriellen Entscheidungen. Grundlagen und Lösungsansatz – unter besonderer Berücksichtigung der Regionalplanung. Verlag Peter Lang, Frankfurt a. M u. a.

Anlage 3:

Stellungnahme der AGO zum BfS - Bericht

„Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für
radioaktive Abfälle Asse (Stand: 01.09.2009)“

vom 28.09.2009

Stellungnahme zum Bericht

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

“Kriterien zur Bewertung von Stilllegungs- optionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse“ [Stand: 01. 09.2009]

Arbeitsgruppe Optionenvergleich

Projekträger Forschungszentrum 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: 28.09.2009

STELLUNGNAHME DER AGO

Veranlassung und Vorgehensweise

Die Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO) hat eine Stellungnahme (AGO (2009), Stand 14.07.2009) zum „Kriterien-Diskussionspapier“ (BfS (2009a), Stand 27.04.2009) des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) erarbeitet, in der Empfehlungen zu der vom BfS vorgeschlagenen Vorgehensweise sowie zu den aufgeführten und diskutierten Kriterien und Beurteilungsfeldern formuliert wurden. Das BfS veröffentlichte am 03.09.2009 einen Bericht (BfS (2009b), Stand 01.09.2009, im Folgenden „Kriterienbericht“ genannt), der auf der Grundlage des Kriterien-Diskussionspapiers erstellt wurde. In diesem und in der begleitenden Pressemitteilung (BfS (2009c) vom 03.09.2009) wurde dargestellt, dass mit den in diesem Bericht dargestellten Sachverhalten sowohl auf Vorschläge der Begleitgruppe Asse II als auch auf die Empfehlungen der AGO eingegangen worden sei.

Die AGO nimmt aufgrund bestehenden Zeitdruckes zu diesem fortgeschriebenen Bericht in der Fassung vom 01.09.2009 in verkürzter Form Stellung.

Allgemeines zum Kriterienbericht

Der „Kriterienbericht“ des BfS ist eine Revision und Fortschreibung des „Kriterien-Diskussionspapiers“. Die AGO erkennt die Überarbeitung und Verbesserung im Vergleich zum Diskussionspapier an. Zu den Anregungen aus der öffentlichen Diskussion und deren Berücksichtigung macht BfS explizite Ausführungen im Kriterienbericht.

Die AGO weist darauf hin, dass dieser Bericht vor seiner Veröffentlichung nicht mit der AGO abgestimmt wurde. Die AGO stellt weiterhin fest, dass die Anmerkungen aus der Stellungnahme der AGO nicht in allen Punkten umgesetzt wurden. Auf die in Form von Diskussionspapieren von einzelnen AGO-Mitgliedern dem BfS darüber hinaus bekannten Anmerkungen zu Kriterien und zum methodischen Vorgehen wurde zum Teil nicht eingegangen.

Zu dem Kriterienbericht, Stand 01.09.2009 weist die AGO mit Bezug auf die Kapitel des Kriterienberichts auf folgende Punkte hin:

Zu Kapitel 3 des Kriterienberichts

In die Zieldefinition des Optionenvergleichs in Abschnitt 3.4 sollte ein Hinweis aufgenommen werden, dass auch hinsichtlich Art und Menge des chemotoxischen und radioaktiven Inventars die technische Umsetzbarkeit gegeben sein müsste.

Zu Kapitel 4 des Kriterienberichts

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. Allerdings weist die AGO nochmals auf die bei dieser Methodik spezifischen Fehlermöglichkeiten und Probleme hin. In den Anmerkungen zu Kapitel 6 werden Details benannt (s. u.).

Zu Kapitel 5 des Kriterienberichts

Über die von BfS vorgestellten Kriterien und Beurteilungsfelder wurde eingehend diskutiert wobei zu Details subjektive und gegensätzliche Auffassungen innerhalb der AGO deutlich wurden. Eine einvernehmliche Stellungnahme zu diesem Gebiet war nicht zu erzielen. Die AGO setzt die interne Diskussion dazu in ihrer nächsten Sitzung fort.

Die AGO prüfte und diskutierte die 18 von BfS vorgeschlagenen Kriterien und erzielte Konsens, dass diese im Optionenvergleich grundsätzlich anwendbar sind. Es wurde aber auf die wiederholte Verwendung der Begriffe „radiologische und chemotoxische Auswirkungen bzw. Konsequenzen“ hingewiesen. BfS bezeichnet damit spezifische Kriterien in unterschiedlichen Beurteilungsfeldern. Herr Dr. Krupp plädierte dafür, die Kriterien „radiologische Konsequenzen“ und „chemotoxische Konsequenzen“ nicht als Kriterien, sondern als Bewertungsgrößen anzusehen.

Von Mitgliedern der AGO wurde auf das Fehlen von aus ihrer Sicht wichtigen Kriterien hingewiesen. Dies sind die Kriterien „Sortierbarkeit“ und „Kontrollierbarkeit“ sowie „Isolation und Konzentration der Abfälle“, „einschlusswirksamer Gebirgsbereich“, „Vorhandensein mehrerer geologischer Barrieren“ und „trockene Verwahrung“.

Die Revidierbarkeit als Möglichkeit, eine gewählte Option in Teilen oder in Gänze zurückzunehmen, wird hinsichtlich der Anwendung als Kriterium in der AGO nach wie vor kontrovers diskutiert.

Die AGO regt an, dem Kapitel 5 eine eindeutige und nachvollziehbare Definition der Begriffe Kriterium, Bewertungsgröße und Bewertungsmaßstab voranzustellen. Außerdem soll der erforderliche Informationsbedarf für jedes Kriterium erläutert werden. An verschiedenen Stellen wurden Verbesserungsvorschläge gemacht („radiologische / chemische Konsequenzen“, „Nachweisbarkeit der radiologischen Langzeitsicherheit“ und „sonstige Umweltauswirkungen“).

Hinsichtlich der Zusammenfassung der Kriterien zu Beurteilungsfeldern existieren unterschiedliche Auffassungen. Zum Beispiel sehen AGO-Mitglieder die Gefahr eines zusätzlichen Informationsverlustes und der unzulässigen Kompensation.

Zu Kapitel 6 des Kriterienberichts

Die AGO weist auf folgende Fehler in der Beschreibung der Vorgehensweise des BfS hin: Die in den Tabellen 3 und 4 dargestellten Operationen werden kritisiert. Die in Tabelle 3 vorgenommene Kompensation ist abzulehnen, da positive und negative Bewertungen der Kriterien gegeneinander aufgerechnet werden. Die positiven oder negativen Bewertungen sind beizubehalten und im Zuge der abwägenden verbal-argumentativen Beurteilung detailliert und nachvollziehbar zu diskutieren. Die in Tabelle 4 vorgenommene Gesamtrangfolgenbildung durch Addition der Ränge der Optionen über die einzelnen Beurteilungsfelder aus dem Paarvergleich ist wegen des ordinalen Skalenniveaus nicht zulässig.

QUELLEN

AGO (2009): Stellungnahme zum Diskussionspapier Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) „Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse“, Arbeitsgruppe Optionenvergleich, Stand: 14.07.2009

BfS (2009a): Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse. Diskussionspapier. Bundesamt für Strahlenschutz, Stand 27.04.2009.

BfS (2009b): Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse., Bundesamt für Strahlenschutz, Stand: 01.09.2009

BfS (2009c): Pressemitteilung 29/09 „Wie soll die Asse stillgelegt werden?“, Bundesamt für Strahlenschutz, 03.09.2009