

Kriterienbericht Faktenerhebung

Kriterien zur Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Fachbereiche

Sicherheit nuklearer Entsorgung

Strahlenschutz und Umwelt

Strahlenschutz und Gesundheit

Stand: 01. Dezember 2011



Bundesamt für Strahlenschutz

KURZFASSUNG

Verfasser: Bundesamt für Strahlenschutz,
Fachbereiche „Sicherheit nuklearer Entsorgung“, „Strahlenschutz und Umwelt“ und
„Strahlenschutz und Gesundheit“

Titel: Kriterien zur Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Stand: 01.12.2011

Stichworte: Endlager Asse, Faktenerhebung, Kriterien, Rückholung, Stilllegung

Im Rahmen des vom BfS in 2009 durchgeführten Optionenvergleichs wurde die Rückholung aller Abfälle aus der Schachanlage Asse II als die derzeit bestmögliche Stilllegungsvariante ermittelt. Aufgrund der begrenzten Kenntnisse über den Zustand der Abfälle und der Einlagerungskammern ist die Realisierung dieser Option mit Unsicherheiten behaftet. Daher hat das BfS entschieden, eine Faktenerhebung durchzuführen, bei der zwei Einlagerungskammern angebohrt, geöffnet und im letzten Schritt aus ihnen erste Abfälle probeweise geborgen werden sollen.

Bei der Faktenerhebung sind verschiedene Untersuchungen geplant, mit Hilfe derer die bestehenden Unsicherheiten nach Möglichkeit aufgeklärt werden sollen. Für die jeweiligen Untersuchungen werden Ergebnisse erwartet, die mit Hilfe von vorher festgelegten Kriterien sowie Bewertungsgrößen und -maßstäben zu bewerten sind.

Unsicherheiten bezüglich Umfang und Art des eingelagerten Inventars können durch die Faktenerhebung nicht geklärt werden, denn es werden keine Informationen bezüglich des konkreten Inventars für einzelne unversehrt geborgene Gebinde gewonnen.

Der hier vorliegende Bericht beschreibt die bei den jeweiligen Schritten der Faktenerhebung anzuwendenden Kriterien sowie das zur Anwendung kommende Bewertungsverfahren. Darüber hinaus werden im Vorfeld die in den Einlagerungskammern zu erwartenden Verhältnisse dargelegt. Die Kriterien werden den drei Beurteilungsfeldern Strahlenschutz, technische Machbarkeit und bergbauliche Sicherheit/Arbeitsschutz zugeordnet.

Ziel dieses Berichtes ist die transparente Darstellung aller Entscheidungsgrundlagen, auf Grund derer die bestehenden Unsicherheiten bewertet werden können. Er soll einer anschließenden Neubewertung der Machbarkeit und Rechtfertigung der Rückholung und somit einer Entscheidung zur tatsächlichen Durchführung der Rückholung dienen.

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	3
INHALTSVERZEICHNIS	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	6
TABELLENVERZEICHNIS	6
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	7
1 EINLEITUNG	8
2 EINSCHÄTZUNG ANZUTREFFENDER VERHÄLTNISSE	11
3 FESTLEGUNG DER KRITERIEN	13
4 KRITERIEN ZUR BEWERTUNG DER ERGEBNISSE DES SCHRITTES 1 “ANBOHREN AUSGEWÄHLTER EINLAGERUNGSKAMMERN“	16
4.1 BEURTEILUNGSFELD STRAHLENSCHUTZ – SCHRITT 1.....	16
4.1.1 Bewertungskriterium Radiologische Auswirkungen	16
4.1.2 Bewertungskriterium Anfälligkeit für Störfälle.....	17
4.1.3 Bewertungskriterium Erforderliche/mögliche Strahlenschutzmaßnahmen	17
4.2 BEURTEILUNGSFELD TECHNISCHE MACHBARKEIT – SCHRITT 1	18
4.2.1 Bewertungskriterium Zustand des Kammerverschlusses	18
4.2.2 Bewertungskriterium Zustand von sichtbaren Abfallgebinden	18
4.3 BEURTEILUNGSFELD BERGBAULICHE SICHERHEIT UND ARBEITSSCHUTZ – SCHRITT 1	19
4.3.1 Bewertungskriterium Zustand der Schweben und Pfeiler	19
4.3.2 Bewertungskriterium Vorhandensein explosiver/toxischer Gase	19
4.3.3 Bewertungskriterium Vorhandensein kontaminierter Lösungen.....	19
5 KRITERIEN ZUR BEWERTUNG DER ERGEBNISSE DES SCHRITTES 2 “KAMMERÖFFNUNG UND BEWERTUNG VON KAMMER- UND GEBINDEZUSTAND“ ..	21
5.1 BEURTEILUNGSFELD STRAHLENSCHUTZ – SCHRITT 2.....	21
5.1.1 Bewertungskriterium Radiologische Auswirkungen	21
5.1.2 Bewertungskriterium Anfälligkeit für Störfälle.....	21
5.1.3 Bewertungskriterium Erforderliche/mögliche Strahlenschutzmaßnahmen	21
5.2 BEURTEILUNGSFELD TECHNISCHE MACHBARKEIT – SCHRITT 2	21
5.2.1 Bewertungskriterium Handhabbarkeit der Abfallgebinde nach Augenschein.....	22
5.3 BEURTEILUNGSFELD BERGBAULICHE SICHERHEIT UND ARBEITSSCHUTZ – SCHRITT 2	22
5.3.1 Bewertungskriterium Zustand der Schweben und Pfeiler	22
5.3.2 Bewertungskriterium Vorhandensein explosiver und/oder toxischer Gase	23
5.3.3 Bewertungskriterium Vorhandensein kontaminierter Lösungen.....	23
6 KRITERIEN ZUR BEWERTUNG DER ERGEBNISSE DES SCHRITTES 3 “BERGEN VON ABFÄLLEN/ABFALLGEBINDEN“	24
6.1 BEURTEILUNGSFELD STRAHLENSCHUTZ – SCHRITT 3.....	24
6.1.1 Bewertungskriterium Radiologische Auswirkungen	24
6.1.2 Bewertungskriterium Anfälligkeit für Störfälle.....	24

6.1.3	Bewertungskriterium Erforderliche/mögliche Strahlenschutzmaßnahmen	24
6.2	BEURTEILUNGSFELD TECHNISCHE MACHBARKEIT – SCHRITT 3.....	24
6.2.1	Bewertungskriterium Handhabbarkeit der Abfallgebinde in Umsetzung	24
6.2.2	Bewertungskriterium Automatisierung.....	25
6.2.3	Bewertungskriterium Zeitbedarfe (Lösen, Aufnehmen, Transport und Verpackung des Abfalls und des kontaminierten Salzgruses).....	25
6.2.4	Bewertungskriterium Verfügbare Technik	25
6.3	BEURTEILUNGSFELD BERGBAULICHE SICHERHEIT UND ARBEITSSCHUTZ – SCHRITT 3	26
6.3.1	Bewertungskriterium Beeinflussung der Grubenstabilität.....	26
6.3.2	Bewertungskriterium Beeinflussung des Lösungszutritts	26
6.3.3	Bewertungskriterium Arbeitsschutz.....	26
7	BEWERTUNGSVERFAHREN	27
8	ZUSAMMENFASSUNG	30
	LITERATURVERZEICHNIS	32
	GLOSSAR	33

Gesamtseitenzahl: 36

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Prinzipielles Vorgehen bei der Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung.....	29
Abb. 2: Anwendung des Bewertungsverfahrens am Beispiel eines Kriteriums	29

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Beurteilungsfelder und Bewertungskriterien der jeweiligen Schritte der Faktenerhebung.....	14
Tab. 2: Beurteilungsfelder und Bewertungskriterien der jeweiligen Schritte der Faktenerhebung.....	30

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
AGO	Arbeitsgruppe Optionenvergleich
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
ELK	Einlagerungskammer
HMGU	Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)
IfG	Institut für Gebirgsmechanik
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KKW	Kernkraftwerk
LAW	schwach radioaktive Abfälle (low active waste)
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MAW	mittelradioaktive Abfälle (medium active waste)
NMU	Niedersächsisches Umweltministerium
ODL	Ortsdosisleistung
PTKA-WTE	Projekträger Forschungszentrum Karlsruhe - Wassertechnologie und Entsorgung
StrISchV	Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung)
Tab.	Tabelle
VBA	Verlorene Betonabschirmung

1 EINLEITUNG

Die Schachanlage Asse II bei Wolfenbüttel wurde von 1909 bis 1964 für die Gewinnung von Kali- und Steinsalz genutzt. Hierbei wurden ein Carnallitbaufeld und zwei Steinsalzbaufelder aufgefahren. Im Zeitraum von 1966 bis Ende 2008 wurde die Schachanlage vom heutigen Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (*HMGU*), ehemals Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (*GSF*), als Forschungsbergwerk für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in Salzformationen betrieben. Im Rahmen der Forschungsarbeiten wurden im Zeitraum von 1967 bis 1978 schwach- und mittelaktive radioaktive Abfälle in der Schachanlage Asse II eingelagert. Die Einlagerung von radioaktiven Abfällen wurde am 31.12.1978 beendet. Insgesamt wurden rund 124.500 Fässer mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen auf der 725 m- und 750 m-Sohle sowie etwa 1.300 Fässer mit mittelaktiven Abfällen auf der 511 m-Sohle eingelagert.

Mit der Schachanlage Asse II wurde ein Bergwerk zur Einlagerung von radioaktiven Abfällen genutzt, das ursprünglich der Salzgewinnung diente. Insbesondere resultierte aus der Steinsalzgewinnung ein hoher Durchbaugrad an der Südflanke. Da die Südflanke bis Mitte der 90er Jahre weitgehend unversetzt blieb, konnte das angrenzende bzw. anstehende Nebengebirge um mehrere Meter in das Grubengebäude konvergieren. Die starke Konvergenzbewegung führte zu einer Schädigung des Nebengebirges und den Verlust der Barriereintegrität. Seit 1988 werden Lösungszutritte aus dem Nebengebirge beobachtet. Diese betragen aktuell etwa 12 m³ pro Tag. Wegen der weiterhin anhaltenden bzw. fortschreitenden Verformungsprozesse im Grubengebäude sind Auswirkungen auf das Deckgebirge vorhanden und somit auch kurzfristig weitere oder steigende Lösungszutritte aus dem Deckgebirge nicht auszuschließen.

Das ehemalige Gewinnungsbergwerk Asse II erfüllt nicht die Anforderungen an ein Endlager für radioaktive Abfälle (BMI (1983), AKEND (2002), BMU (2009)), da es ungünstige geologische, bergbauliche und geomechanische Randbedingungen aufweist.

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 „...weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheitssituation der Asse...“ zu prüfen und bei Bedarf durchzuführen. Dabei stand 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 (bis Ende 2008) und dem vom BMBF beauftragten Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe (heute KIT - Karlsruher Institut für Technologien) - Wassertechnologie und Entsorgung (PTKA-WTE) das NMU sowie drei (ab Frühjahr 2010 vier) 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). Darin wurden vor einer abschließenden Bewertung von Stilllegungsoptionen die Durchführung weiterer Machbarkeitsstudien zu Stilllegungsoptionen und die Erstellung einer Vergleichsmethodik als Aufgabe definiert.

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). Im Ergebnis dieser Auseinandersetzung wurden die identifizierten Stilllegungsoptionen zwei Kategorien zugeordnet. Die Kategorie A umfasste diejenigen Optionen, die nach gegenwärtigem Kenntnisstand aus Sicht der AGO weiter betrachtet werden sollen und die im zweiten Bewertungsschritt vergleichend zu bewerten sind. Die Kategorie B enthält die Optionen, die aus derzeitiger Sicht der AGO nicht zielführend sind und daher zurückgestellt werden.

Die Bewertung durch AGO (AGO 2009) stellte damit bereits einen ersten Schritt der Bewertung von Stilllegungsoptionen dar. D. h., dass bei dem vom BfS geführten Optionenvergleich bereits die Optionen der Kategorie B ausgeschlossen worden sind. Daher wurden nur die in Kategorie A eingestuften Optionen in die vergleichende Bewertung einbezogen. Zu dieser Kategorie gehörten die Optionen der

- Vollverfüllung der Schachtanlage,
- Rückholung aller Abfälle aus der Schachtanlage,
- Umlagerung aller Abfälle in einen neuen Einlagerungsbereich.

Zu diesen Optionen wurden vom BfS Machbarkeitsstudien beauftragt, deren Ergebnisse am 2. Oktober 2009 öffentlich vorgestellt worden sind. Im Anschluss führte das BfS den Optionenvergleich durch, bei dem die Machbarkeitsstudien eine wesentliche Grundlage bildeten. Die Bewertung der Optionen erfolgte auf Grundlage des Berichts „Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse“ (BfS 2009), der noch vor der öffentlichen Darstellung der Ergebnisse der Machbarkeitsstudien erstellt worden ist.

Das Ergebnis des Optionenvergleichs (BfS 2010) zeigte, dass nach heutigem Kenntnisstand die vollständige Rückholung der Abfälle die beste Stilllegungsoption für die Schachtanlage Asse II darstellt. Allerdings gibt es bei der Option der vollständigen Rückholung noch erhebliche Unsicherheiten, die ihre Umsetzung beeinflussen können. So kann der Zustand der Fässer mit den radioaktiven Abfällen wesentlich schlechter sein als angenommen. Fässer könnten möglicherweise stark zusammengepresst und beschädigt worden sein, so dass die Abschirmungswirkung durch die Behälter und die Handhabbarkeit der Fässer nicht mehr oder nur teilweise gegeben ist. Des Weiteren bestehen Unsicherheiten über die eingelagerten radiologischen und chemotoxischen Inventare sowie mögliche radiochemische Wechselwirkungen.

Ein schlechterer Zustand der eingelagerten Abfälle oder höhere Inventare der Schadstoffe als in den Machbarkeitsstudien angenommen, können sowohl den erforderlichen Zeitbedarf als auch die Strahlenexpositionen der Beschäftigten in einem solchen Ausmaß negativ beeinflussen, so dass ggf. die Rückholung der Abfälle aus der Schachtanlage Asse II in Frage gestellt werden muss.

Die Abwägung dieser Unsicherheiten führte zu dem folgenden Handlungsplan des BfS (BfS 2010), der im Ergebnis des Optionenvergleichs umzusetzen ist:

- Die Planungen zur Rückholung sind bis zur Ausführungsreife zu vollenden.
- Durch die Faktenerhebung zur Rückholung sind umfassende Möglichkeiten zur systematischen Evaluierung der oben aufgeführten kritischen Unsicherheiten zu schaffen.
- Parallel hierzu sind alle technisch möglichen Maßnahmen zur Stabilisierung des Grubengebäudes fortzuführen.
- Gleichzeitig sind die Notfallmaßnahmen zu einer Begrenzung der Auswirkungen eines unbeherrschbaren Lösungszutritts zu treffen. Dies schließt eine Ermittlung ihrer Konsequenzen für die Langzeitsicherheit ein.

Gemäß des Handlungsplans sollen im Rahmen der Faktenerhebung erste Kammern untersucht und erste Abfallgebinde geborgen werden, um die mit der Rückholung verbundenen Unsicherheiten unter realistischen Bedingungen bewerten zu können. Die Faktenerhebung soll in drei Schritten erfolgen. Im ersten Schritt werden ausgewählte Kammern angebohrt und erste Untersuchungen über die Bohrungen ausgeführt. Hierbei sollen z. B. die Kammeratmosphäre beprobt, die Einlagerungskammer mit einer Kamera befahren und der gebirgsmechanische Zustand bewertet werden. Im zweiten Schritt ist das Öffnen der ausgewählten Kammern vorgesehen. Nach dem Öffnen sollen die Zustände von Kammer und Gebinden bewertet werden. Im dritten Schritt sollen dann Gebinde mit fernbedienbarer Technik geborgen werden. Bei diesem Schritt müssen alle untertägigen Arbeiten ausgeführt werden, die in gleicher Weise bei der Rückholung aller Abfälle notwendig sind.

Im Ergebnis der Faktenerhebung sollen die bestehenden Unsicherheiten und Wissenslücken beseitigt und die notwendigen Randbedingungen ermittelt werden, um so die technische Umsetzung der Rückholung konkret planen zu können. Im Rahmen der Faktenerhebung müssen so viele Daten wie möglich gesammelt werden

– beispielsweise über den Gebindezustand, über die radioaktive Belastung der Kammeratmosphäre sowie über die Stabilität der Einlagerungskammern, um die Sicherheit der Beschäftigten und der Bevölkerung bei der Rückholung gewährleisten zu können.

Basierend auf den bei der Faktenerhebung zu gewinnenden Daten müssen im Vorfeld auch Bewertungskriterien und Maßstäbe definiert werden, mit dessen Hilfe die Ergebnisse der Faktenerhebung zuverlässig und nachvollziehbar bewertet werden können. Ziel dieses Berichtes ist hierbei die transparente Darstellung aller Entscheidungsgrundlagen, auf Grund derer die bestehenden Unsicherheiten bewertet werden können. Er soll einer anschließenden Neubewertung der Machbarkeit und Rechtfertigung der Rückholung und somit einer Entscheidung zur tatsächlichen Durchführung der Rückholung dienen.

2 EINSCHÄTZUNG ANZUTREFFENDER VERHÄLTNISSE

Die Beschreibung möglicher Verhältnisse in den Einlagerungskammern bildet eine wichtige Grundlage für die Ableitung von Kriterien, die zur Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung herangezogen werden sollen. Aufbauend auf den bisherigen Kenntnissen und Erfahrungen werden nachfolgend die möglicherweise bei der Faktenerhebung anzutreffenden gebirgsmechanischen und radiologischen Verhältnisse sowie die Zustände in den Einlagerungskammern dargestellt. Diese Beschreibung bildet die Grundlage für die in Kapitel 3 abgeleiteten und in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Kriterien.

Die gebirgsmechanische Situation in den Einlagerungskammern – der Zustand der Tragelemente Pfeiler und Schweben – ist nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt. Seit Jahrzehnten kommt es in der Südflanke des Asse-Salzsattels aufgrund der langen offenen Standzeit der Abbaufelder zu gebirgsmechanischen Verformungen, die durch Entfestigungs- und Bruchprozesse in den Tragelementen gekennzeichnet sind. Das Tragsystem der Südflanke befindet sich in einem Grenzzustand der Tragfähigkeit und reagiert auf lokale Festigkeitsüberschreitungen mit der Ausbildung von Auflockerungszonen, Scherbändern, Rissen und Rissystemen in den Gesteinsschichten. Durch die gebirgsmechanische Beanspruchung sind rund 50 % der Schweben in der Südflanke stark geschädigt. Diese Schweben sind entfestigt, stark verformt und weisen Scherrisse und Spalten mit Weiten im Zentimeterbereich auf. In Folge der gebirgsmechanischen Beanspruchung „blättern“ die Schweben mit der Zeit auf und die Mächtigkeit der Schweben reduziert sich durch gewölbartige Abschaltungen sukzessiv. In stark beanspruchten Bereichen ist die Schwebenmächtigkeit zum Teil um mehrere Meter reduziert. Nur 15 % der Schweben im Baufeld der Südflanke werden als mechanisch beansprucht, aber noch als weitgehend intakt bewertet.

Um bei der Faktenerhebung möglichst umfangreich Informationen sammeln zu können, wurde auf der Basis der zur Schachanlage Asse II vorhandenen Dokumentationen die Einlagerungskammern 7 und 12 auf der 750 m-Sohle ausgewählt. Die dortigen Gegebenheiten werden nachfolgend dargestellt.

Aufgrund dieser bereits bekannten Sachverhalte ist davon auszugehen, dass in den Einlagerungskammern 7 und 12 auf der 750 m-Sohle ähnliche gebirgsmechanische Verhältnisse vorgefunden werden können, d. h. mechanisch stark beanspruchte Tragelemente Pfeiler und Schweben, die Auflockerungen und Risse aufweisen und ggf. von einer geringen oder nicht vorhandenen Tragfähigkeit sind. Insbesondere ist davon auszugehen, dass in Einlagerungskammern, die nicht versetzt worden sind, die Schweben dilatant aufgelockert und teilweise in den freien Raum verbrochen sind. Schweben in einem solchen Zustand oder dilatant aufgelockerte Bereiche müssten vor einer Rückholung zunächst beraubt und gesichert werden. Ohne eine solche Sicherung wäre das Befahren bzw. Betreten der Einlagerungskammern weder mit Geräten noch mit Personen möglich.

Der gegenwärtige Zustand der eingelagerten Abfallgebinde ist weitgehend unbekannt. Die Dokumentation aus der Einlagerungszeit erlaubt nur Rückschlüsse auf den Zustand der Abfallchargen zur jeweiligen Einlagerungszeit sowie zur Einlagerungstechnik, die in den betreffenden Kammern zum Einsatz kam.

In der Einlagerungskammer 7/750 wurden die Abfallgebinde mit Hilfe der Abkipptechnik im unteren Bereich und mit Hilfe der Stapeltechnik im oberen Bereich der Kammer eingelagert. Es ist davon auszugehen, dass bereits bei der Einlagerung mit der Abkipptechnik einige Abfallgebinde beschädigt wurden. Bei der Einlagerung wurden die abgekippten Abfallgebinde zusätzlich mit Salzgrus überdeckt, so dass auf den abgekippten Abfällen eine plane und befahrbare Oberfläche geschaffen worden ist. Somit war es möglich, auf den unteren frei verstürzten und mit Salzgrus überdeckten Gebinden auch noch VBA's (Gebinde mit einer verlorenen Betonabschirmung) in Stapeltechnik einzulagern. Aus der Fotodokumentation geht hervor, dass die Einlagerung bis dicht unter die Firste erfolgte. Darüber hinaus wurden noch vorhandene Hohlräume mit Salzgrus verblasen, so dass die Einlagerungskammer nahezu vollständig verfüllt worden ist. Die Einlagerungskammer 7/750 inklusive der eingelagerten Abfallgebinde ist seit über 30 Jahren den Konvergenzvorgängen ausgesetzt. Die daraus resultierenden Bewegungen und Krafterwirkungen des umgebenden Salzgesteins können zu Beschädigungen der Abfallgebinde geführt haben. Gebirgsmechanische Bewegungen wurden in der Vergangenheit bereits durch mikroseismische Aufzeichnungen bestätigt. Die Aufzeichnungen lassen vermuten, dass die mikroseismische Aktivität auf ein Zerbrecen der darin

eingelagerten Abfallgebände mit verlorenen Betonabschirmungen zurückzuführen ist. Derart verursachte Beschädigungen der Abfallgebände können dazu geführt haben, dass die Abschirmwirkung der Ummantelung (VBA) reduziert oder sogar verloren gegangen ist. Infolge dieser Befunde ist zu vermuten, dass sowohl die Abfallgebände als auch die Salzgrusschüttungen zu einem festen Konglomerat verwachsen sind, welches nur mit bergmännischen Mitteln gelöst bzw. aufgebrochen werden kann.

In der Einlagerungskammer 12/750 wurden die Abfallgebände ausschließlich liegend gestapelt. Zuvor wurde eine etwa 3 m hohe Schicht aus Salzgrushaufwerk eingebracht, um den Abstand zur damals schon durchfeuchteten Kammersohle zu erhöhen. Nach Abschluss der Einlagerung betrug die freie Höhe zwischen Gebände und Schweben ca. 2 m. Die Kammer wurde nach der Einlagerung der Gebände nicht versetzt. Es ist daher anzunehmen, dass aufgrund der relativ langen offenen Standzeit Abschalungen im Bereich der Pfeiler und der Firste gebildet haben. Insbesondere können Firstfälle auch zu Beschädigungen an den Abfallgebänden geführt haben.

Das Vorhandensein von Lösungen im Sohlenniveau der Einlagerungskammern auf der 750 m-Sohle ist bereits aus der Einlagerungszeit bekannt. Die Lösungen im Sumpf vor der Einlagerungskammer 12/750 stammen nach bisherigen Kenntnissen aus dem Altversatz der östlich gelegenen Kaliabbau und werden einem ausgedehnten hydraulisch kommunizierenden System zugeordnet. In diesem Sumpf werden bereits seit Jahren Proben entnommen, die bereits kontaminiert sind. Die Kontaminationen sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf die in der Kammer eingelagerten Abfälle zurückzuführen. Es ist daher möglich, dass die unten liegenden Abfallgebände in der Einlagerungskammer 12/750 bereits im Kontakt mit Lösungen stehen oder Abfallgebände defekt sind, so dass Kontaminationen in das auf der Kammersohle befindliche Salzgrushaufwerk eingetragen und diese über den Lösungspfad weiter getragen werden.

Entsprechend alten Betriebsdokumentationen wurden beim Versetzen der Einlagerungskammern mit Blasversatz unbekannte Mengen an $MgCl_2$ -Lösung zur Staubbindung eingebracht. Einige Verschlussbauwerke in den Zugängen zu den Einlagerungskammern wurden aus Salzbeton mit Wasserüberschüssen erstellt. Ein Teil der Überschusslösung gelangte dabei vermutlich in die Einlagerungskammern. Dies führt zu dem Schluss, dass bereits während der Einlagerungszeit nicht näher quantifizierbare Mengen an salinaren Lösungen in die Kammern eingebracht worden sind. Da auch eine unbekannte Anzahl der Abfallgebände mit flüssigem Inhalt eingelagert worden ist und die Abfallgebände infolge der Konvergenzeinwirkung bereits zerstört bzw. beschädigt worden sein können, ist das Vorhandensein von kontaminierten Lösungen in den Einlagerungskammern wahrscheinlich.

Bereits vor etwa 10 Jahren wurde im Zwischenlager Geesthacht an Gebänden festgestellt, dass diese nach rund 20 Jahre langer Zwischenlagerzeit aufgebläht und defekt waren. Das Aufblähen wurde durch eine Gasbildung im Gebände verursacht, die infolge der Eigenfeuchte und der ablaufenden Korrosionsprozesse entstanden war. Solche Gasbildungsprozesse sind auch in den in der Schachanlage Asse II eingelagerten Abfällen zu erwarten, so dass auch Gebände ohne gebirgsmechanische Einwirkungen defekt sein können.

Das Vorhandensein von Lösungen in den Einlagerungskammern, die im Kontakt mit Abfallgebänden bzw. Abfallbestandteilen stehen, sowie die ggf. in den Abfällen selbst vorhandenen Feuchtigkeiten oder Restlösungen können zu Korrosions- oder chemischen Prozessen mit anschließender Gasbildung führen. Werden diese Gase freigesetzt, kann in der Kammer eine explosive und/oder toxische Gasatmosphäre entstehen.

Bereits während der Einlagerung hatte sich gezeigt, dass Radon wie auch Tritium als flüchtige Radionuklide bzw. Radionuklidverbindungen aus den Abfällen entweichen und sich in den Einlagerungskammern akkumulieren. Die im Rahmen des betrieblichen Strahlenschutzes durchgeführten Messungen zur Bestimmung der Aktivitätskonzentration in der Atmosphäre der Einlagerungskammer 12/750 ergaben eine maximale Rn-222-Konzentration von $0,3 \text{ MBq/m}^3$. Des Weiteren wurde eine maximale Tritium-Konzentration von $0,5 \text{ MBq/m}^3$ ermittelt. Es ist davon auszugehen, dass sich die Radionuklidkonzentrationen heute im vergleichbaren Bereich bewegen.

Die an den ausgewählten Einlagerungskammern erhobenen Fakten müssen zwar nicht repräsentativ für alle Einlagerungskammern sein, decken jedoch ein weites Spektrum der zu erwartenden Verhältnisse ab.

3 FESTLEGUNG DER KRITERIEN

Als Ergebnis des Optionenvergleichs wurde die Rückholung aller Abfälle als die derzeit bestmögliche Stilllegungsvariante ermittelt. Aufgrund der begrenzten Kenntnisse des Zustandes der Abfälle und der Einlagerungskammern ist die Realisierung dieser Option derzeit mit Unsicherheiten behaftet. Diese wurden in der Machbarkeitsstudie zur Rückholung (DMT & TÜV NORD (2009)) und im Optionenvergleich (BfS 2010) benannt und bestehen im Wesentlichen in folgenden Punkten:

- der gebirgsmechanischen Beanspruchung der Einlagerungskammern,
- dem Zustand der Pfeiler und Schweben,
- dem tatsächlichen Zustand der Abfallgebände,
- dem Anteil der fernbedienbaren Arbeiten,
- der Dauer der einzelnen Arbeitsschritte vom Bergen bis zum Verpacken und Abtransport der rückgeholt Abfälle.

Unabhängig davon bestehen auch bezüglich des eingelagerten Inventars Unsicherheiten. Allerdings können diese nicht bei der Faktenerhebung ausgeräumt werden, denn es liegen keine Informationen bezüglich des Inventars für einzelne Gebinde vor. Somit können auch keine Rückschlüsse auf Inventarunsicherheiten im Rahmen einer Beprobung der bei der Faktenerhebung geborgenen Gebinde oder Gebindeteile erlangt werden.

Die hier abzuleitenden Kriterien müssen sich an den durch die Faktenerhebung zu erwartenden Erkenntnissen orientieren. Die Ausweisung von Kriterien, die sich nicht durch die bei der Faktenerhebung praktisch möglichen Schritte (Anbohren und Öffnen ausgewählter Einlagerungskammern, versuchsweises Bergen der Abfallgebände) verifizieren lassen, ist nicht zielführend und verbessert nicht die Bewertungsgrundlage. Neben den Bewertungskriterien müssen auch die dazugehörigen Bewertungsgrößen- und -maßstäbe identifiziert und beschrieben werden, anhand derer die Bewertung erfolgt. Des Weiteren sind Beurteilungsfelder zu definieren, in denen die Kriterien zusammengefasst werden, um ein gestuftes Bewertungsverfahren zu ermöglichen.

Auf Grund der bisher bekannten und identifizierten Unsicherheiten lassen sich drei Beurteilungsfelder identifizieren, für die entsprechende Kriterien festgelegt werden. Diese sind:

- Strahlenschutz,
- Technische Machbarkeit,
- Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz.

Die Betrachtung der im Optionenvergleich (BfS 2010) zusätzlich berücksichtigten Beurteilungsfelder „Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen“ und „Umweltauswirkungen bei unbeherrschbaren Lösungszutritt“ erfolgt nicht, da sie nicht Gegenstand der Faktenerhebung sind und hierzu keine Informationen erlangt werden. Im Gegensatz zum Kriterienbericht des Optionenvergleichs (BfS 2009) wird unter „Zeitbedarf“ nicht der in Abhängigkeit vom Genehmigungsverfahren erforderliche Gesamtzeitbedarf verstanden, sondern die konkrete Dauer einzelner Arbeitsschritte, die wesentliche Auswirkungen auf die Bewertung einzelner Kriterien in den Beurteilungsfeldern Strahlenschutz und Technische Machbarkeit hat.

Bei der Festlegung der Beurteilungsfelder und Kriterien wurde darauf geachtet, dass diese gegeneinander abgegrenzt werden können, so dass versteckte Doppelbewertungen soweit möglich vermieden werden. Allerdings ist festzustellen, dass trotz sachlicher oder inhaltlicher Trennung der Kriterien Wechselwirkungen zwischen den Beurteilungsfeldern bestehen bleiben. So haben zum Beispiel die ermittelten Zeitbedarfe sowohl einen Einfluss auf die Technische Machbarkeit als auch auf den Strahlenschutz. Ein solcher Sachverhalt bzw. mögliche Wechselwirkungen muss/müssen daher beim Bewertungsverfahren berücksichtigt werden.

Die Kriterien zielen auf die beim jeweiligen Schritt der Faktenerhebung zu erwartenden Erkenntnisse und werden einem jeweiligen Beurteilungsfeld zugeordnet. Dabei können die Beurteilungsfelder in Abhängigkeit

von dem jeweiligen Schritt der Faktenerhebung auch unterschiedliche Kriterien enthalten. Der zunehmende Erkenntnisfortschritt in den späteren Schritten der Faktenerhebung wird durch eine gleichfalls zunehmende Kriterienanzahl berücksichtigt. Einige der Kriterien stellen potentielle Abbruchkriterien („K.O.-Kriterien“) dar, soweit sie die Machbarkeit oder/und Rechtfertigung der Rückholung grundsätzlich in Frage stellen können. Eine Übersicht aller zugrunde gelegten Kriterien ist der Tabelle 1 zu entnehmen. Potentielle Abbruchkriterien sind durch *) gekennzeichnet.

Im **Beurteilungsfeld Strahlenschutz** wird für jeden Schritt der Faktenerhebung eine sicherheitstechnische Bewertung im Hinblick auf den zu gewährleistenden Schutz vor ionisierender Strahlung für die Beschäftigten und die Bevölkerung und Umwelt durchgeführt. Vor jedem Schritt sind die möglichen radiologischen Auswirkungen durch die Tätigkeiten zu ermitteln und im Hinblick auf die Einhaltung der Schutzziele (Dosisbegrenzung gem. § 5 StrlSchV in Verbindung mit den §§ 46, 47, 55, 56, 58 StrlSchV, Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen und Dosisreduzierung gem. § 6 StrlSchV, Sicherheitstechnische Auslegung für Anlagen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle gem. § 49 StrlSchV) zu bewerten. Mit jedem Schritt der Faktenerhebung werden mehr Kenntnisse gewonnen, um die radiologischen Auswirkungen verlässlicher prognostizieren zu können.

Im **Beurteilungsfeld Technische Machbarkeit** werden alle Aspekte betrachtet, die maßgeblich für die Bewertung der einzusetzenden Technik und des möglichen/notwendigen Automatisierungsgrades sowie des ggf. daraus resultierenden Bedarfs an den technologischen Neuentwicklungen sind. Hierbei wird auch der tatsächliche Zeitbedarf bei der Rückholung der Abfälle in Abhängigkeit vom Gebindezustand bewertet. Die Kriterien sind auf den jeweiligen Schritt der Faktenerhebung angepasst und orientieren sich an den zu erwartenden Erkenntnissen.

Im **Beurteilungsfeld Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz** werden die Kriterien betrachtet, die maßgeblich für die Bewertung des Arbeitsschutzes sowie der Arbeitssicherheit sind. Dies betrifft insbesondere den gebirgsmechanischen Zustand der Tragelemente sowie in den Kammern selbst aber auch den Schutz vor nicht-radioaktiven Schadstoffen. Auch in diesem Beurteilungsfeld wurde bei der Festlegung der Kriterien der zu erwartende Erkenntnisgewinn in Abhängigkeit vom Schritt der Faktenerhebung berücksichtigt. Eine vollständige Übersicht der Kriterien zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Beurteilungsfelder und Bewertungskriterien der jeweiligen Schritte der Faktenerhebung

Faktenerhebung	Beurteilungsfeld	Bewertungskriterien
<u>Schritt 1:</u> Anbohren ausgewählter ELK	Strahlenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und von Störfällen *) • Anfälligkeit für Störfälle • erforderliche / mögliche Strahlenschutzmaßnahmen
	Technische Machbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Zustand des Kammerverschlusses • Zustand von sichtbaren Abfallgebinden
	Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Zustand der Schweben und Pfeiler *) • Vorhandensein explosiver/toxischer Gase • Vorhandensein kontaminierter Lösungen
<u>Schritt 2:</u> Kammeröffnung	Strahlenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und von Störfällen *) • Anfälligkeit für Störfälle • erforderliche / mögliche Strahlenschutzmaßnahmen

Faktenerhebung	Beurteilungsfeld	Bewertungskriterien
	Technische Machbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Handhabbarkeit der Abfallgebinde nach Augenschein
	Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Zustand der Schweben und Pfeiler *) • Vorhandensein explosiver/toxischer Gase • Vorhandensein kontaminierter Lösungen
<u>Schritt 3:</u> Bergen von Abfällen/Abfallgebinden	Strahlenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und von Störfällen *) • Anfälligkeit für Störfälle • erforderliche / mögliche Strahlenschutzmaßnahmen
	Technische Machbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Handhabbarkeit der Abfallgebinde in Umsetzung • Automatisierung • Zeitbedarfe • Verfügbare Technik
	Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Beeinflussung der Grubenstabilität *) • Beeinflussung des Lösungszutritts *) • Arbeitsschutz *)

*) Abbruchkriterium

Die Beschreibung der in Tabelle 1 dargestellten Kriterien sowie der anzuwendenden Bewertungsgrößen und -maßstäbe erfolgt in den nachfolgenden Kapitel 4 bis 6.

4 KRITERIEN ZUR BEWERTUNG DER ERGEBNISSE DES SCHRITTES 1 “ANBOHREN AUSGEWÄHLTER EINLAGERUNGSKAMMERN“

4.1 BEURTEILUNGSFELD STRAHLENSCHUTZ – SCHRITT 1

Im Beurteilungsfeld Strahlenschutz wird auf Basis der Erkenntnisse (u. a. ODL, Aktivitätskonzentrationen in den Grubenwettern, Kontaminationen) für die weiteren Schritte der Faktenerhebung eine sicherheitstechnische Bewertung durchgeführt. Die zu erwartenden Strahlenexpositionen werden abgeschätzt und Strahlenschutzmaßnahmen geplant, um den Schutz der Beschäftigten und der Bevölkerung vor ionisierender Strahlung zu gewährleisten.

4.1.1 Bewertungskriterium Radiologische Auswirkungen

Im Rahmen der Faktenerhebung zur Rückholung werden Kenntnisse gewonnen, um die radiologischen Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und infolge von Störfällen ermitteln zu können. Durch die ionisierende Strahlung der Radionuklide in den Abfällen treten Strahlenexpositionen für die Beschäftigten und die Bevölkerung auf. Die Strahlenexposition wird als Individualdosis zunächst abgeschätzt, später messtechnisch erfasst bzw. berechnet, dokumentiert und anschließend bewertet.

Grundsätzlich wird jede Handlungsoption für jeden Schritt dahingehend bewertet, ob die Anforderungen der Strahlenschutzverordnung eingehalten werden. Hierzu gehören die Begrenzung der Strahlenexposition bei Berufsausübung nach §§ 54 bis 59 StrlSchV, der Schutz der Bevölkerung und Umwelt nach den §§ 46 bis 48 StrlSchV und das Gebot der Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen gemäß § 6 Abs. 1 StrlSchV und der Dosisreduzierung gemäß § 6 Abs. 2 StrlSchV.

Für die Bevölkerung können Expositionen durch die Ableitung von Radionukliden über die Grubenwetter entstehen. Die durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft verursachte Strahlenexposition darf die in § 47 StrlSchV festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten.

Außerdem darf die Summe der Expositionen 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. Unabhängig von dieser Forderung darf bis zur Stilllegung im ungünstigsten Störfall durch Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung eine effektive Dosis gemäß § 49 StrlSchV nicht überschritten werden.

Für Beschäftigte können Expositionen durch Direktstrahlung und durch Inhalation von Radionukliden entstehen. Durch geeignete Strahlenschutzmaßnahmen sind diese soweit sinnvoll möglich zu vermeiden bzw. wenn dies nicht möglich ist, nach Möglichkeit zu reduzieren. Die Grenzwerte des § 55 StrlSchV (Schutz bei beruflicher Exposition) und des § 56 (Berufslebensdosis) dürfen nicht überschritten werden.

Zur sicheren Einhaltung der Bewertungsmaßstäbe werden geeignete Warn- und Schwellenwerte abgeleitet und Dosisleistungswarngeräte eingesetzt. Für den Fall, dass der Bewertungsmaßstab für den geplanten Arbeitsvorgang nicht eingehalten wird, werden alternative Arbeitsabläufe (Handlungsoptionen) eingeplant. Bei der Umsetzung sind dann Handlungsoptionen zu realisieren, bei denen die Strahlenexposition von Beschäftigten, Bevölkerung und Umwelt möglichst gering bleibt.

Die Ergebnisse aus dem Schritt 1 der Faktenerhebung bezüglich der abzuschätzenden Individualdosis haben Auswirkungen auf die weiteren Schritte der Faktenerhebung. Es ergeben sich Anforderungen an die technische Auslegung und den betrieblichen Strahlenschutz, da zu gewährleisten ist, dass keine unzulässigen Strahlenexpositionen auftreten.

Im Rahmen der Faktenerhebung werden primär die Individualdosen für die Bewertung im Beurteilungsfeld Strahlenschutz herangezogen.

Anhand der Kenntnisse aus der Faktenerhebung für die geplante Rückholung wird für die Bewertung von Handlungsoptionen die aufsummiert über alle mit diesen Arbeiten befassten strahlenexponierten Personen der Kategorie A der StrlSchV sowie über den Zeitraum der Rückholung integrierte Gesamtdosis abgeschätzt und im Rahmen der Entscheidung zu Handlungsoptionen und zur Strahlenschutzoptimierung innerhalb der Optionen berücksichtigt. Diese Größe ermöglicht die Planung von Optimierungsmaßnahmen (beispielsweise unterschiedlicher technischer Konzepte) mit dem Ziel der Reduzierung der Gesamtdosis für die Gruppe der strahlenexponierten Personen.

Für die Bewertung der Gesamtdosis ist weder in der Strahlenschutzverordnung noch in anderen nationalen und internationalen Regelwerken ein Wert festgelegt, der als Bewertungsgröße für geplante Maßnahmen zugrunde gelegt werden kann. Vielmehr wird diese Größe vom BfS im Rahmen der Abwägung herangezogen, ob der Nutzen der Tätigkeit in einem akzeptablen Verhältnis zu der infolge der geplanten Tätigkeit auftretenden Strahlenexposition steht. Das BfS würde die Rückholung als nicht gerechtfertigt erachten, wenn die Auswertung der Ergebnisse der Faktenerhebung ergibt, dass die Gesamtdosis für die Beschäftigten die den oberen Wert der beim Rückbau kerntechnischer Anlagen in Deutschland bisher aufgetretenen Gesamtdosen für Beschäftigte wesentlich überschreiten würde. Diese summieren sich nach den in Deutschland vorliegenden Erfahrungen über den Zeitraum der jeweiligen Projekte integriert auf Werte zwischen etwa 2000 und 5000 mSv.

Die vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass durch Maßnahmen des praktischen Strahlenschutzes die real auftretenden Gesamtdosen gegenüber den planerisch abgeschätzten Werten auf rund die Hälfte reduzierbar sind. Das BfS hält es für realistisch, eine vergleichbare Reduktion bei der Durchführung der Rückholung zu erreichen, um das Gesundheitsrisiko der Beschäftigten so weit wie anhand bisheriger Erfahrungen realistischerweise erreichbar zu reduzieren.

4.1.2 Bewertungskriterium Anfälligkeit für Störfälle

Bei der Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung sind auch Strahlenexpositionen als Folge von Störfällen sowie deren Begrenzbarkeit zu beachten (§ 50 StrlSchV). Die Bewertung möglicher Auswirkungen betrieblicher Störfälle ist dabei nur qualitativ möglich, da diese einen auf die Faktenerhebung zur Rückholung bezogenen, spezifischen Charakter haben.

Mit zunehmender Komplexität der geplanten Maßnahmen (Anzahl der Arbeitsschritte) und der Dauer der Betriebsphase nimmt die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Störfällen zu. Zur Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung ist es zudem relevant, ob die Strahlenexposition aus Störfällen durch bauliche und technische Schutzmaßnahmen begrenzt werden kann.

Als Bewertungsgrößen werden die Komplexität und Dauer der Maßnahme sowie das mögliche Ausmaß der Schäden betrachtet.

Als Bewertungsmaßstab wird eine Anfälligkeitseinschätzung – als numerische Größe, insofern die verfügbare Datenbasis dies zulässt – zugrunde gelegt. Im Ergebnis erhält man eine Größe für die Störfallanfälligkeit. Handlungsoptionen mit einer geringeren Anfälligkeit für Störfälle sind zu bevorzugen.

4.1.3 Bewertungskriterium Erforderliche/mögliche Strahlenschutzmaßnahmen

Die Strahlenschutzmaßnahmen sollen sicherstellen, dass im Rahmen der anzuwendenden Grenzwerte die Exposition den Umständen einer Maßnahme entsprechend auf ein Minimum reduziert wird. Die erforderlichen bzw. möglichen Strahlenschutzmaßnahmen resultieren zum einen aus den jeweiligen Grenzwerten, zum anderen ist bei der Bewertung der Ergebnisse in jedem Schritt 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 dies nicht gewährleistet werden kann, besteht nach § 6 Abs. 2 StrlSchV die Verpflichtung, diese unter Beachtung des Standes von

Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.

Als Bewertungsgrößen werden somit der jeweils anzuwendende Grenz- oder Referenzwert der Strahlenexposition und die zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten für die geplante Maßnahme betrachtet.

Als Bewertungsmaßstab wird die Einschätzung der technischen Machbarkeit von Maßnahmen des Strahlenschutzes zur Gewährleistung des Minimierungsgebotes des § 6 StrlSchV herangezogen.

4.2 BEURTEILUNGSFELD TECHNISCHE MACHBARKEIT – SCHRITT 1

Im Beurteilungsfeld Technische Machbarkeit werden Kriterien definiert und zur Bewertung herangezogen, die mit den Erkundungszielen des 1. Schrittes der Faktenerhebung - Anbohren ausgewählter Einlagerungskammern kompatibel sind. Zu den Erkundungszielen zählen der Zustand des Kammerverschlusses und der optische Zustand der Abfallgebände.

Die im Schritt 1 der Faktenerhebung zu erwartenden Erkenntnisse haben unmittelbare Auswirkungen auf die Planung und Umsetzung der nächsten Schritte. Durch den zu erwartenden Erkenntniszuwachs in diesem Beurteilungsfeld werden keine direkten Abbruchkriterien erwartet, die die Rückholung der Abfälle in Frage stellen könnten.

4.2.1 Bewertungskriterium Zustand des Kammerverschlusses

Im Schritt 1 der Faktenerhebung „Anbohren ausgewählter Einlagerungskammern“ wird der genaue Aufbau und heutige Zustand der Verschlussbauwerke mit Hilfe von Bohrung und anschließender Kamerabefahrung des Bohrlochs sowie Probenentnahme erkundet. Für den Aufbau der Verschlussbauwerke liegen keine genauen Informationen vor. Der prinzipielle Aufbau ist jedoch aufgrund vorliegender Aufzeichnungen weitgehend bekannt. Beim Verschlussbauwerk vor der Einlagerungskammer 7/750 handelt es sich um einen fünfteiligen Verschluss aus drei Stützelementen und zwei Dichtungsteilen. Die Dichtungsteile wurden aus Asphaltplatten aufgebaut, deren Zwischenräume mit Heißbitumen vergossen wurden. Die Stützelemente bestehen aus gepumptem oder geblasenem Salzbeton. Das Verschlussbauwerk vor der Einlagerungskammer 12/750 besteht aus Salzbeton, Salz und einer Abschlussmauer aus Gasbetonsteinen.

Mit dem Bewertungskriterium „Zustand des Kammerverschlusses“ soll die Rückbaubarkeit des Verschlussbauwerkes (Bewertungsgröße) beurteilt werden. Als Bewertungsmaßstab wird der zeitliche Aufwand des Rückbaus herangezogen. Eine schnellere Aufwältigung und ein geringerer technischer Aufwand gehen positiv in die Bewertung ein. Eine mit höherem technischem Aufwand verbundene und dadurch langwierigere Aufwältigung des Kammerverschlusses kann jedoch nicht zu dem Schluss führen, dass eine Rückholung unmöglich ist, sondern sich ggf. im Zeitbedarf und/oder einer anderen Öffnungsvariante widerspiegeln. Dieses Kriterium ist für die Planbarkeit der Rückholung sowie der weiteren Schritte der Faktenerhebung von Bedeutung. Für die Beurteilung der Machbarkeit der Rückholung ist es eher zweitrangig.

4.2.2 Bewertungskriterium Zustand von sichtbaren Abfallgebänden

Im Schritt 1 der Faktenerhebung wird mit Hilfe einer Kamerabefahrung durch das erstellte Bohrloch eine erste optische Begutachtung des Zustandes der sichtbaren Abfallgebände angestrebt. Bei der Auswertung der Ergebnisse der Kamerabefahrung wird die optische Integrität der sichtbaren Abfallgebände hinsichtlich der Handhabbarkeit als Bewertungsgröße sowie der Grad der Integrität der sichtbaren Abfallgebände als Bewertungsmaßstab herangezogen. Außerdem wird die Anzahl der noch intakten sichtbaren Gebände als Verhältnis „intakt“ zu „nicht intakt“ bewertet.

Eine große Anzahl intakter Gebinde geht positiv in die Bewertung ein. Ein ungünstiges Verhältnis, bedingt durch eine große Anzahl an nicht intakten Gebinden, wird jedoch nicht zu dem Schluss führen, dass eine Rückholung unmöglich ist, sondern sich ggf. im Zeitbedarf und/oder einer anderen Bergungsvariante und/oder einem höheren Automatisierungsbedarf widerspiegeln. Das Ergebnis der visuellen Begutachtung weniger Abfallgebände durch das erstellte Bohrloch lässt sich nicht auf alle Abfallgebände übertragen und ist deshalb nur von einer beschränkten Aussagekraft.

4.3 BEURTEILUNGSFELD BERGBAULICHE SICHERHEIT UND ARBEITSSCHUTZ – SCHRITT 1

Im Beurteilungsfeld „Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz“ werden Kriterien definiert und zur Bewertung herangezogen, die mit den Erkundungszielen beim Anbohren der Einlagerungskammern korrespondieren. Hierzu zählen der Zustand der Schweben und Pfeiler, das Vorhandensein explosiver und/oder toxischer Gase sowie das Vorkommen kontaminierter Lösungen.

Die im Schritt 1 zu erwartenden Erkenntnisse haben unmittelbare Auswirkungen auf die Planung und Umsetzung der nächsten Schritte der Faktenerhebung.

4.3.1 Bewertungskriterium Zustand der Schweben und Pfeiler

Im Schritt 1 der Faktenerhebung wird mit Hilfe gebirgsmechanischer Messungen in den Bohrungen eine Zustandsbewertung der Pfeiler und Schweben in der unmittelbaren Umgebung der Einlagerungskammern vorgenommen. Die planerische Ausgestaltung der gebirgsmechanischen Untersuchungen (Messintervalle, Art und Umfang) erfolgt durch das Institut für Gebirgsmechanik in Leipzig (IfG). Bei der Auswertung der Spannungsmessungen wird die noch vorhandene Festigkeit der Tragelemente bewertet. Die Auflockerungen der Schweben und Pfeiler und/oder der Spannungszustand der Pfeiler gehen in die Bewertung als Bewertungsgrößen ein, die noch vorhandene Tragfähigkeit der Schweben und Pfeiler wird als Bewertungsmaßstab herangezogen.

Eine geringe Tragfähigkeit geht generell negativ in die Bewertung ein. Ein ungünstiges Tragverhalten führt zu einem höheren Aufwand bei der Herstellung der Arbeitssicherheit. Sollte sich hierbei bereits herausstellen, dass die Arbeitssicherheit abschließend nicht zu gewährleisten ist, muss die Machbarkeit der Rückholung bereits an dieser Stelle in Frage gestellt werden.

4.3.2 Bewertungskriterium Vorhandensein explosiver/toxischer Gase

Beim Anbohren ausgewählter Einlagerungskammern wird mit Hilfe von Gasprobenahmen eine Zustandsbewertung der Atmosphäre in den angebohrten Bereichen der Einlagerungskammern vorgenommen. Bei der Auswertung der Gasanalysen wird der Anteil explosiver und/oder toxischer Gasgemische (Bewertungsgröße) ermittelt. Die Zündfähigkeit/Toxizität (MAK-Werte) der Gase geht dabei als Bewertungsmaßstab ein.

Eine geringe Zündfähigkeit/Toxizität der Gase geht positiv in die Bewertung ein. Eine hohe Zündfähigkeit/Toxizität der Gase führt zu einem höheren Aufwand beim Arbeitsschutz. Die Erkenntnisse haben unmittelbar Auswirkungen auf die Planung und Umsetzung des Arbeitsschutzes bei den nächsten Schritten der Faktenerhebung, sie stellen jedoch die Machbarkeit der Rückholung nicht grundsätzlich in Frage.

4.3.3 Bewertungskriterium Vorhandensein kontaminierter Lösungen

Beim Anbohren der Einlagerungskammern wird mit Hilfe von Kamerabefahrung und Probenahmen die Gegenwart von ggf. kontaminierten Lösungen in den angebohrten Bereichen der Einlagerungskammern

ermittelt. Bei der Auswertung der Probennahmen wird die Menge der ggf. kontaminierten Lösungen als Bewertungsgröße herangezogen. Die Art (radio-/chemotoxisch) und der Umfang (Konzentration) der Kontamination sowie die Ausmaße der Verteilung (punktuell/flächenhaft) gehen dabei als Bewertungsmaßstab ein.

Eine große Menge oder hohe Konzentration an radiotoxisch und/oder chemotoxisch kontaminierter Lösung geht negativ in die Bewertung ein. Ein hoher Kontaminationsgrad und/oder ggf. freie Lösungen in den Einlagerungskammern führen zu einem höheren Aufwand beim Arbeitsschutz. Die Erkenntnisse haben unmittelbar Auswirkungen auf die Planung und Umsetzung des Arbeitsschutzes bei den nächsten Schritten der Faktenerhebung, sie stellen jedoch die Machbarkeit der Rückholung nicht grundsätzlich in Frage.

5 KRITERIEN ZUR BEWERTUNG DER ERGEBNISSE DES SCHRITTES 2 “KAMMERÖFFNUNG UND BEWERTUNG VON KAMMER- UND GEBINDEZUSTAND“

5.1 BEURTEILUNGSFELD STRAHLENSCHUTZ – SCHRITT 2

Im Beurteilungsfeld Strahlenschutz wird auf Basis der Erkenntnisse (u. a. ODL, Aktivitätskonzentrationen in den Grubenwettern, Kontaminationen) für die weiteren Schritte der Faktenerhebung eine sicherheitstechnische Bewertung durchgeführt. Die zu erwartenden Strahlenexpositionen werden abgeschätzt und Strahlenschutzmaßnahmen geplant, um den Schutz der Beschäftigten und der Bevölkerung vor ionisierender Strahlung zu gewährleisten.

Aus den Ergebnissen des Schrittes 1 können erste Rückschlüsse auf lokale radiologische Verhältnisse gezogen werden. Nach der Öffnung des Verschlussbauwerkes oder der Kammer an anderer Stelle besteht eine direkte Verbindung zur Kammeratmosphäre und zu den Abfallgebinden. Neben den rein radiologischen Messwerten werden auch optische Bewertungen der Kammerumgebung, des Zustandes der Kammer und der Gebinde vorgenommen. Die Ergebnisse aus Schritt 1 fließen als Bewertungsgrößen in die Aufstellung der Bewertungskriterien für den Schritt 2 mit ein.

5.1.1 Bewertungskriterium Radiologische Auswirkungen

Für den Schritt 2 der Faktenerhebung sind die in Schritt 1 bereits beschriebenen Bewertungsgrößen und Bewertungsmaßstäbe zugrunde zu legen (siehe Kapitel 4.1.1).

5.1.2 Bewertungskriterium Anfälligkeit für Störfälle

Für den Schritt 2 der Faktenerhebung sind die in Schritt 1 bereits beschriebenen Bewertungsgrößen und Bewertungsmaßstäbe zugrunde zu legen (siehe Kapitel 4.1.2).

5.1.3 Bewertungskriterium Erforderliche/mögliche Strahlenschutzmaßnahmen

Für den Schritt 2 der Faktenerhebung sind die in Schritt 1 bereits beschriebenen Bewertungsgrößen und Bewertungsmaßstäbe zugrunde zu legen (siehe Kapitel 4.1.3).

5.2 BEURTEILUNGSFELD TECHNISCHE MACHBARKEIT – SCHRITT 2

Die Ableitung der Kriterien zur Bewertung der technischen Machbarkeit im Schritt 2 der Faktenerhebung orientiert sich an den Erkundungszielen bzw. an zu erwartenden Erkenntnissen beim Öffnen der Einlagerungskammern. Hierzu zählen hauptsächlich Aussagen hinsichtlich des tatsächlichen Zustandes der Abfallgebinde und somit deren Handhabbarkeit.

Die im Schritt 2 zu erwartenden Ergebnisse haben unmittelbare Auswirkungen auf die Planung und Umsetzung des nächsten Schrittes der Faktenerhebung. Durch den zu erwartenden Erkenntniszuwachs in diesem Beurteilungsfeld werden jedoch keine direkten Abbruchkriterien erwartet, die eine Rückholung in Frage stellen könnten.

5.2.1 Bewertungskriterium Handhabbarkeit der Abfallgebinde nach Augenschein

Im Schritt 2 der Faktenerhebung werden die Einlagerungskammern geöffnet und der Zustand der Abfallgebinde und des umgebenden Salzgruses hinsichtlich der Handhabbarkeit optisch bewertet.

Zur Auswertung der Ergebnisse werden als Bewertungsgrößen die optische Integrität der Abfallgebinde, die Anzahl defekter Abfallgebinde, die Einbettung der Abfallgebinde in der Versatzmatrix sowie der Austritt von Lösungen und festen Abfallbestandteilen aus den vorgefundenen Abfallgebinden herangezogen. Als Bewertungsmaßstäbe gelten dabei der Grad der Integrität der Abfallgebinde, das Verhältnis „intakt“ zu „nicht intakt“ sowie die „Greifbarkeit“ der Abfallgebinde und die Handhabbarkeit des Salzgruses.

Eine große Anzahl intakter Abfallgebinde geht positiv in die Bewertung ein. Ein ungünstiges Verhältnis, bedingt durch eine große Anzahl an nicht intakten und/oder nicht greifbaren Abfallgebinden, kann jedoch nicht zu dem Schluss führen, dass eine Rückholung unmöglich ist, sofern die Bestimmungen des Strahlenschutzes eingehalten werden. Dies wird sich indessen im Zeitbedarf und/oder einer anderen Bergungsvariante und/oder höheren Automatisierungsbedarf widerspiegeln.

5.3 BEURTEILUNGSFELD BERGBAULICHE SICHERHEIT UND ARBEITSSCHUTZ – SCHRITT 2

Zur Beurteilung der bergbaulichen Sicherheit und des Arbeitsschutzes im Schritt 2 der Faktenerhebung werden ausschließlich Kriterien herangezogen, die mit den Erkundungszielen beim Öffnen der Einlagerungskammern kompatibel sind. Hierzu zählen der Zustand der Schweben und Pfeiler, das Vorhandensein explosiver und/oder toxischer Gase sowie das Vorkommen kontaminierter Lösungen.

Die im Schritt 2 zu erwartenden Erkenntnisse haben unmittelbar Auswirkungen auf die Planung und Umsetzung des nächsten Schritts.

5.3.1 Bewertungskriterium Zustand der Schweben und Pfeiler

Im Schritt 2 der Faktenerhebung wird durch Verformungsänderungen und ggf. einer optischen Einschätzung (Abschalungen, Auflockerungen, Nachbrechen, Durchfeuchtung) der Zustand der Pfeiler und der Schweben in der unmittelbaren Umgebung des Kammerzuganges vorgenommen. Die simultan laufenden Extensometermessungen, die bereits beim Schritt 1 der Faktenerhebung installiert wurden, werden hinsichtlich der Verformungsänderungen beim Öffnen der Einlagerungskammer ausgewertet. Die Auflockerungen der Schweben und der Pfeiler und die Verformungsänderung durch das Öffnen der Einlagerungskammer werden als Bewertungsgrößen herangezogen, die Rate der Verformungsänderung und das Auftreten von Abschalungen, Auflockerungen und Nachbrüchen über einen definierten Zeitraum sowie das Ausmaß der Durchfeuchtung gelten dabei als Bewertungsmaßstab.

Niedrige Verformungsraten und eine geringe Anzahl von Abschalungen und Nachbrüchen (optische Einschätzung) gehen positiv in die Bewertung ein. Eine hohe Anzahl von beobachteten Nachbrüchen und Abschalungen sowie größere Verformungsraten führen zu einem größeren Aufwand bei der Herstellung der Arbeitssicherheit. Sollte sich hierbei bereits herausstellen, dass die Arbeitssicherheit nicht zu gewährleisten ist, muss die Machbarkeit der Rückholung an dieser Stelle erneut bewertet werden.

5.3.2 Bewertungskriterium Vorhandensein explosiver und/oder toxischer Gase

Im Schritt 2 der Faktenerhebung wird mit Hilfe von Probenahmen eine Zustandsbewertung hinsichtlich der aus den Einlagerungskammern entweichenden Gase vorgenommen. Bei der Auswertung der Gasanalysen wird der Anteil explosiver und/oder toxischer Gasgemische (Bewertungsgröße) ermittelt. Als Bewertungsmaßstab wird dabei die Zündfähigkeit/Toxizität (MAK-Werte) der Gase herangezogen.

Eine geringe Zündfähigkeit/Toxizität der Gase geht positiv in die Bewertung ein. Eine hohe Zündfähigkeit/Toxizität der Gase führt zu einem höheren Aufwand beim Arbeitsschutz.

Die Erkenntnisse haben unmittelbare Auswirkungen auf die Planung und Umsetzung des nächsten Schrittes der Faktenerhebung. Durch den zu erwartenden Erkenntniszuwachs werden keine direkten Abbruchkriterien erwartet, die eine Rückholung in Frage stellen könnten.

5.3.3 Bewertungskriterium Vorhandensein kontaminierter Lösungen

Im Schritt 2 der Faktenerhebung wird die Gegenwart von ggf. kontaminierten Lösungen in den Einlagerungskammern optisch ermittelt. Beim Antreffen von Lösungen werden entsprechende Probenahmen durchgeführt. Die Menge und Verteilung der ggf. auftretenden Lösungsvorkommen in der Abfall/Salzgrus-Matrix wird qualitativ ermittelt und geht als Bewertungsgröße in die Bewertung ein. Die Art (radio-/chemotoxisch) und der Umfang (Konzentration) der Kontamination sowie die Ausmaße der Verteilung (punktuell/flächenhaft) gehen dabei als Bewertungsmaßstab ein.

Eine große Menge oder eine hohe Konzentration an radiotoxisch und/oder chemotoxisch kontaminierter Lösung sowie eine große Ausdehnung gehen negativ in die Bewertung ein. Ein hoher Kontaminationsgrad und/oder ggf. freie Lösungen in den Einlagerungskammern führen zu einem höheren Aufwand beim Arbeitsschutz. Die Erkenntnisse haben unmittelbar Auswirkungen auf die Planung und Umsetzung des Arbeitsschutzes beim nächsten Schritt der Faktenerhebung, sie stellen jedoch die Machbarkeit der Rückholung nicht grundsätzlich in Frage.

6 KRITERIEN ZUR BEWERTUNG DER ERGEBNISSE DES SCHRITTES 3 “BERGEN VON ABFÄLLEN/ABFALLGEBINDEN“

6.1 BEURTEILUNGSFELD STRAHLENSCHUTZ – SCHRITT 3

Aus den Ergebnissen des Schrittes 2 können weiterführende Rückschlüsse auf lokale radiologische Verhältnisse gezogen werden. Neben den rein radiologischen Messungen wird auch eine optische Bewertung der Kammerumgebung, des Zustandes der Kammer und der Abfallgebinde vorgenommen. Die Ergebnisse aus Schritt 2 fließen als Bewertungsgrößen in die Aufstellung der Bewertungskriterien für den Schritt 3 mit ein.

6.1.1 Bewertungskriterium Radiologische Auswirkungen

Für den Schritt 3 der Faktenerhebung sind die in Schritt 1 bereits beschriebenen Bewertungsgrößen und Bewertungsmaßstäbe zugrunde zu legen (siehe Kapitel 4.1.1).

6.1.2 Bewertungskriterium Anfälligkeit für Störfälle

Für den Schritt 3 der Faktenerhebung sind die in Schritt 1 bereits beschriebenen Bewertungsgrößen und Bewertungsmaßstäbe zugrunde zu legen (siehe Kapitel 4.1.2).

6.1.3 Bewertungskriterium Erforderliche/mögliche Strahlenschutzmaßnahmen

Für den Schritt 3 der Faktenerhebung sind die in Schritt 1 bereits beschriebenen Bewertungsgrößen und Bewertungsmaßstäbe zugrunde zu legen (siehe Kapitel 4.1.3).

6.2 BEURTEILUNGSFELD TECHNISCHE MACHBARKEIT – SCHRITT 3

Zur Beurteilung der technischen Machbarkeit im Schritt 3 werden ausschließlich Kriterien herangezogen, die mit den Erkundungszielen beim Bergen von Abfallgebänden kompatibel sind. Hierzu zählen die Handhabbarkeit der Abfallgebände, die Automatisierung der Arbeitsabläufe, die Zeitbedarfe beim Lösen, Aufnehmen, Transport und bei der Verpackung von Abfall bzw. Abfallgebänden sowie die Frage hinsichtlich erforderlicher technologischer Neuentwicklungen.

Die im Schritt 3 zu erwartenden Erkenntnisse haben unmittelbare Auswirkungen auf die Bewertung der Umsetzbarkeit der Rückholung aller Abfälle.

6.2.1 Bewertungskriterium Handhabbarkeit der Abfallgebände in Umsetzung

Im Schritt 3 der Faktenerhebung werden probeweise erste Abfallgebände geborgen. Es wird dabei angestrebt, eine repräsentative Anzahl an Gebänden mit unterschiedlichen Erhaltungszuständen zu bergen. Vorzunehmende Detailplanungen orientieren sich an den vorgefundenen Gegebenheiten nach Schritt 2. Bei der Auswertung der Ergebnisse hinsichtlich der Handhabbarkeit werden der Integritätserhalt der Abfallgebände beim automatisierten Bergen und das Lösen der Abfallgebände aus dem Versatz ohne Integritätsverlust als Bewertungsgrößen herangezogen. Der Bewertungsmaßstab ergibt sich aus dem Verhältnis der Anzahl der intakt geborgenen Abfallgebände zu nicht intakt geborgenen Abfallgebänden.

Eine große Anzahl intakt geborgener Abfallgebinde geht positiv in die Bewertung ein. Ein ungünstiges Verhältnis, bedingt durch eine große Anzahl an nicht intakt zu bergenden Abfallgebänden, kann jedoch nicht zu dem Schluss führen, dass eine Rückholung unmöglich ist, sondern sich im Zeitbedarf und/oder einer anderen Bergungsvariante und/oder im notwendigen Automatisierungsgrad widerspiegeln.

6.2.2 Bewertungskriterium Automatisierung

Bei der Auswertung der Ergebnisse des 3. Schrittes der Faktenerhebung wird der Grad der Automatisierung (Bewertungsgröße) als Verhältnis von fernhantierbarer Arbeit zu manueller Arbeit ermittelt. Das Ergebnis wird mit dem in der Machbarkeitsstudie dafür angegebenen Automatisierungsgrad in Relation gesetzt und gilt dabei als Bewertungsmaßstab.

Eine hoher Anteil an automatisch bzw. fernhantiert zu bergender Abfallgebinde geht unabhängig vom Zeitbedarf positiv in die Bewertung ein. Ein ungünstiges Verhältnis, bedingt durch einen hohen Anteil an manueller Arbeit, kann sich negativ auf die Strahlenexposition für die Beschäftigten auswirken.

Ein niedriger Automatisierungsgrad kann jedoch nicht alleine zu dem Schluss führen, dass eine Rückholung unmöglich ist, sondern muss immer im Hinblick auf die damit verbundene Strahlenexposition der Beschäftigten (veränderte Gesamtdosis) bewertet werden. Auf dieser Basis wäre die Neubewertung der Rechtfertigung der Rückholung vorzunehmen

6.2.3 Bewertungskriterium Zeitbedarfe (Lösen, Aufnehmen, Transport und Verpackung des Abfalls und des kontaminierten Salzgruses)

Bei der Auswertung der Ergebnisse zum Zeitbedarf für die jeweiligen Schritte/Prozesse (Bewertungsgröße) wird der Zeitbedarf für die sich bei der Rückholung ergebenden Zeiten beim Lösen, Aufnehmen, Transport und Verpackung des Abfalls und des kontaminierten Salzgruses erfasst und in ein Verhältnis zu den in der Machbarkeitsstudie dafür angegebenen Zeitbedarfen gesetzt (Bewertungsmaßstab).

Ein Zeitbedarf über den in der Machbarkeitsstudie angegebenen Werten geht negativ in die Bewertung ein. Ein höherer Zeitbedarf als angegeben kann jedoch nicht alleine zu dem Schluss führen, dass eine Rückholung unmöglich ist, sondern muss immer im Hinblick auf die damit verbundene Strahlenexposition der Beschäftigten (veränderte Gesamtdosis) bewertet werden. Auf dieser Basis wäre die Neubewertung der Rechtfertigung der Rückholung vorzunehmen.

6.2.4 Bewertungskriterium Verfügbare Technik

Im Rahmen der Arbeiten zum Bergen der Abfallgebinde wird der erforderliche Entwicklungsbedarf für technische Neuentwicklungen festgestellt (Bewertungsgröße). Die sich ergebenden notwendigen Neuentwicklungen zum Lösen, Aufnehmen, Transport und Verpackung der Abfallgebinde und des Salzgruses werden erfasst und in ein Verhältnis zu den in der Machbarkeitsstudie dafür angegebenen Techniken gesetzt (Bewertungsmaßstab).

Ein Entwicklungsbedarf entgegen den in der Machbarkeitsstudie angenommenen Randbedingungen geht negativ in die Bewertung ein. Ein größerer Entwicklungsbedarf wird sich negativ auf die Gesamtdauer der Rückholung auswirken.

6.3 BEURTEILUNGSFELD BERGBAULICHE SICHERHEIT UND ARBEITSSCHUTZ – SCHRITT 3

6.3.1 Bewertungskriterium Beeinflussung der Grubenstabilität

Im Schritt 3 der Faktenerhebung wird durch Verformungsänderungen und ggf. einer optischen Einschätzung (Abschalungen, Auflockerungen, Nachbrechen) der Zustand der Pfeiler und der Schewebe im Kammerinneren vorgenommen. Die simultan laufenden Extensometermessungen werden hinsichtlich der Verformungsänderungen beim Bergen erster Abfallgebände ausgewertet. Die Auflockerungen der Schewebe und der Pfeiler und die Verformungsänderungen durch das Bergen der Abfallgebände gehen als Bewertungsgrößen ein, die Rate der Verformungsänderung und das Auftreten von Abschalungen, Auflockerungen und Nachbrüchen über einen definierten Zeitraum gehen als Bewertungsmaßstab ein.

Niedrige Verformungsraten und eine geringe Anzahl von Abschalungen und Nachbrüchen gehen positiv in die Bewertung ein. Eine hohe Anzahl beobachteter Nachbrüche und Abschalungen sowie größere Verformungsraten führen zu einem größeren Aufwand bei der Herstellung der Arbeitssicherheit. Sollte sich hierbei herausstellen, dass die Arbeitssicherheit abschließend nicht gewährleistet werden kann, ist die Rückholung als nicht machbar zu bewerten.

6.3.2 Bewertungskriterium Beeinflussung des Lösungszutritts

Durch die mit der Bergung der Abfallgebände verbundenen bergbaulichen Tätigkeiten kann es zu einer Beeinflussung des Lösungszutritts kommen. Dies kann sich sowohl in Qualität als auch Quantität äußern (Bewertungsgrößen). Als Bewertungsmaßstäbe gelten dabei ggf. zu beobachtende signifikante Änderungen hinsichtlich der Lösungszusammensetzung und des Zutrittsortes (Qualität) und der Lösungsmenge (Quantität).

Geringe Veränderungen der Zutrittsrate, des Ortes und der Lösungszusammensetzung gehen positiv in die Bewertung ein. Eine große Änderung der Zutrittsrate, des Ortes und der Lösungszusammensetzung führen zu einem größeren Aufwand beim Arbeitsschutz und bei der Gewährleistung der bergbaulichen Sicherheit. Sollte sich hierbei herausstellen, dass der Arbeitsschutz und/oder die bergbauliche Sicherheit abschließend nicht gewährleistet werden kann, ist die Rückholung als nicht machbar zu bewerten.

6.3.3 Bewertungskriterium Arbeitsschutz

Im Schritt 3 der Faktenerhebung wird in den geöffneten Einlagerungskammern eine Zustandsbewertung hinsichtlich der beim Bergen der Abfälle aus dem Versatz (Abfallgebände-/Salzgrus-Matrix) entweichenden Gase vorgenommen. Bei der Auswertung der Gasanalysen wird der Anteil explosiver und/oder toxischer Gasgemische (Bewertungsgröße) ermittelt. Die Zündfähigkeit/Toxizität (MAK-Werte) der Gase geht als Bewertungsmaßstab ein. Das Bewertungskriterium beinhaltet zudem die Beurteilung des Arbeitsschutzes hinsichtlich der nicht-radioaktiven Schadstoffe. Hierzu zählen unter anderem die chemische Toxizität, radiochemische Wechselwirkungen, ggf. Asbestfreisetzung und Explosivität.

Eine geringe Zündfähigkeit/Toxizität der Gase geht positiv in die Bewertung ein. Eine hohe Zündfähigkeit/Toxizität der Gase führt zu einem höheren Aufwand beim Arbeitsschutz. Sollte sich hierbei herausstellen, dass der Arbeitsschutz abschließend nicht gewährleistet werden kann, ist die Rückholung als nicht machbar zu bewerten.

7 BEWERTUNGSVERFAHREN

Die in den vorhergehenden Kapiteln aufgeführten Kriterien werden nach jedem Schritt der Faktenerhebung einer systematischen Bewertung unterzogen. Ziel einer solchen systematischen Bewertung ist es, die Bewertung von Einzelkriterien in eine Gesamtbewertung der Rückholung überzuführen. Im Ergebnis soll ein Urteil über die Machbarkeit und die Rechtfertigung der Rückholung erfolgen. Voraussetzung für eine Entscheidung zur Durchführung der Rückholung ist der Nachweis der technischen Machbarkeit und der verbal-argumentative Nachweis der Rechtfertigung.

Bei der Gesamtbewertung müssen sowohl Grenzwerte als auch Entscheidungswerte aus den Beurteilungsfeldern „Strahlenschutz“ und „Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz“ berücksichtigt werden. Die Überschreitung von Grenzwerten oder das Nicht-Einhalten von Entscheidungswerten führt zum Abbruch der Option „Rückholung“.

Im Beurteilungsfeld „Strahlenschutz“ sind die Grenzwerte

- zur Begrenzung der Strahlenexposition bei der Berufsausübung (§§54 bis 59 StrlSchV) und
- zum Schutz von Bevölkerung und Umwelt bei Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten (§46 bis 48 StrlSchV)

einzuhalten. Zusätzlich zum Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte sind die Überlegungen und Maßnahmen zur „Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen und die Dosisreduzierung (§6 StrlSchV)“ auch unterhalb der Grenzwerte nachvollziehbar zu belegen.

Im Beurteilungsfeld „Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz“ sind die Grenz- und Entscheidungswerte zu beachten, die sich aus den einschlägigen Regelwerken ergeben. Darüber hinaus lassen sich Entscheidungswerte aus einem Abbruchkriterium ableiten, wenn es sich hierbei nicht um numerische Größen, sondern eine Ja-nein-Entscheidung handelt (z.B. „Ist die bergbauliche Arbeitssicherheit gegeben?“). Dem Beurteilungsfeld „Technische Machbarkeit“ ist kein Grenz- oder Entscheidungswert zuzuordnen, aus dem im Rahmen der Faktenerhebung ein Abbruchkriterium abgeleitet werden kann. Die geänderten Randbedingungen nach einer Überprüfung der Kriterien in diesem Beurteilungsfeld fließen somit nur indirekt in die Gesamtbewertung ein. So wird z.B. ein geringerer Automatisierungsgrad über eine höhere Strahlenexposition des einzusetzenden Personals im Beurteilungsfeld „Strahlenschutz“ berücksichtigt. Eine schlechte Handhabbarkeit der Gebinde fließt über den Zeitbedarf in die Beurteilungsfelder „Strahlenschutz“ und „Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz“ ein.

Im Beurteilungsfeld „Strahlenschutz“ wird im BfS zusätzlich zu den oben angeführten Grenzwerten nach StrlSchV die mit der Rückholung insgesamt verbundene Gesamtdosis bei der Bewertung der Option „Rückholung“ berücksichtigt. Diese Größe kann und soll im Rahmen der Abwägung als Maßstab herangezogen werden, um zu beurteilen, ob eine Handlungsoption insgesamt betrachtet zu einer akzeptablen Strahlenexposition führt und vermeidbare Expositionen verhindert. Für die Bewertung der mit der Rückholung verbundenen Gesamtdosis ist allerdings weder in der Strahlenschutzverordnung noch in anderen nationalen und internationalen Regelwerken ein entsprechender Wert festgelegt. Erfahrungswerte aus vergleichbaren Rückholverfahren liegen ebenfalls nicht vor. Man kann sich deshalb nur hilfsweise auf Erfahrungswerte aus Rückbauprojekten kerntechnischer Anlagen in Deutschland abstützen. Diese liegen im Bereich der Gesamtdosis zwischen 2.000 bis 5.000 mSv. Bei der Bewertung der Gesamtdosis im Rahmen der Faktenerhebung muss neben der Höhe des Absolutwerts vorrangig beurteilt werden, ob es sich bei der Abschätzung um einen realistischen, einen abdeckenden oder einen konservativen Schätzwert handelt. Schätzwerte am oberen Ende des Spektrums der vorliegenden Erfahrungswerte bedürfen der besonders gründlichen Beurteilung im Hinblick auf Möglichkeiten zur Reduktion der Gesamtdosis.

Das BfS würde die Rückholung als nicht mehr gerechtfertigt erachten, wenn die Auswertung der Ergebnisse der Faktenerhebung zu der Prognose führt, dass die Gesamtdosis für die Beschäftigten den oberen Erfahrungswert wesentlich überschreiten würde.

Die Auswertung der Ergebnisse der Faktenerhebung anhand von Kriterien erfolgt in einem mehrstufigen Verfahren (Abbildung 1). Dabei werden für jeden Schritt der Faktenerhebung in der ersten Stufe die gewonnenen Ergebnisse entsprechend der zuvor definierten Bewertungsgrößen und -maßstäbe für jedes Kriterium separat ausgewertet. Es wird für Abbruchkriterien überprüft, ob Grenz- oder Entscheidungswerte verletzt bzw. überschritten werden. Ist dieses der Fall, wird in zweiter Stufe geprüft, ob durch Optimierung der Arbeitsabläufe oder zusätzliche technische Maßnahmen die Einhaltung der Grenz- oder Entscheidungswerte gewährleistet werden kann. Sollte dies nicht möglich sein, fließt die Verletzung des Abbruchkriteriums direkt negativ in die Gesamtbewertung ein und führt zum Abbruch der Option „Rückholung“.

Des Weiteren werden in der ersten Stufe für alle Kriterien die im Optionenvergleich bzw. in der Machbarkeitsstudie unterstellten Voraussetzungen hinsichtlich ihrer Erfüllung überprüft. Hierbei wird herausgearbeitet, ob die gewonnenen Erkenntnisse die bisherigen Annahmen bestätigen oder von diesen abweichen. Werden die für das jeweilige Kriterium genannten Voraussetzungen bestätigt, geht die Bewertung des Kriteriums direkt positiv in die Gesamtbewertung (vierte Stufe) ein. Sind die Randbedingungen der Machbarkeitsstudie in einzelnen Kriterien nicht erfüllt, werden die daraus folgenden Konsequenzen für die Beurteilungsfelder ermittelt (Stufe 2). Dabei kann ein Kriterium Auswirkungen auf mehrere Beurteilungsfelder haben. Ist die notwendige Voraussetzung z. B. durch zusätzlichen technischen Aufwand erfüllbar, so wird die daraus erfolgende Auswirkung auf ein oder mehrere Beurteilungsfeld(er) ebenfalls bewertet.

In der dritten Stufe des Bewertungsprozesses werden die Auswirkungen geänderter Randbedingungen auf die Beurteilungsfelder unter Berücksichtigung aller Wechselwirkungen quantifiziert. Es wird abermals geprüft, ob nun Grenz- oder Entscheidungswerte verletzt werden. Ist dieses nicht der Fall, resultiert daraus in Stufe vier eine positive Gesamtbewertung. Eine Überschreitung von Grenzwerten oder die Verletzung von Entscheidungswerten führt zu einer negativen Gesamtbewertung.

In der Gesamtbewertung wird zusammenfassend dargestellt, wie sich die infolge des Erkenntnisgewinns durch die Faktenerhebung geänderten Voraussetzungen und Randbedingungen auf die Beurteilungsfelder auswirken und wie identifizierte Wechselwirkungen dabei berücksichtigt werden. Aus der Gesamtbewertung aller Wechselwirkungen aus allen Stufen der Bewertung ergibt sich, ob die insgesamt bestehenden Wechselwirkungen in ihren Auswirkungen zu akzeptieren sind. Führen die Auswirkungen zur Unterschreitung von Grenz- oder Entscheidungswerten, ist die Rückholung dennoch machbar und gerechtfertigt. Werden dagegen durch die Auswirkungen Grenz- oder Entscheidungswerte verletzt oder überschritten, ist die Rückholung der Abfälle als nicht machbar bzw. nicht gerechtfertigt zu bewerten.

Die Anwendung des Bewertungsverfahrens erfolgt verbal-argumentativ. Eine **Wichtung** von Einzelkriterien erfolgt prinzipiell nicht, mit Ausnahme der Tatsache, dass die unumkehrbare Verletzung von **Abbruchkriterien** direkt zu einer negativen Gesamtbewertung führt. Eine **Aggregation** von Kriterien findet nicht statt, da stets kriterienbezogen geprüft wird, ob Grenz- oder Entscheidungswerte verletzt werden. Ebenso wird auch eine **Kompensation** verschiedener Kriterien nicht vorgenommen. Selbst wenn auch nur ein Kriterium in letzter Konsequenz und unter Berücksichtigung aller Wechselwirkungen zur Nichteinhaltung von Grenz- oder Entscheidungswerten führt, muss eine negative Gesamtbewertung der Rückholung folgen.

Falls die Auswertung der Faktenerhebung anhand der Kriterien gegen eine Rückholung der Abfälle spricht, stellt sich die Frage nach dem weiteren Vorgehen. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand steht nicht in Aussicht, dass ein Planfeststellungsbeschluss für die sichere Schließung der Anlage erteilt werden kann, wenn die Abfälle in der Anlage verbleiben. Angesichts der Instabilität des Bergwerks und des daraus resultierenden Risikos, dass kurzfristig ein unbeherrschbarer Lösungszutritt einsetzen kann, könnte dies bedeuten, dass die Anlage geschlossen werden muss, ohne dass der Nachweis der Langzeitsicherheit geführt werden kann. Dies würde jedoch den Anforderungen des Atomgesetzes nicht entsprechen. Diese Problematik ist in der Geschichte der Anlage begründet; sie ist seit Jahren bekannt und stellt eine Herausforderung dar, die mit den eingeführten technischen Standards, den Anforderungen des Arbeitsschutzes und den geltenden rechtlichen Regelungen nicht bewältigt werden kann. Es wäre somit vor dem Hintergrund der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse über den weiter zu verfolgenden Weg zu entscheiden.

Stufe 4:

Gesamtbewertung der Machbarkeit/Rechtfertigung der Rückholung

Stufe 3:

Bewertung der Wechselwirkungen zwischen den Beurteilungsfeldern

Stufe 2:

Bewertung der Auswirkungen in den Beurteilungsfeldern

Stufe 1:

Bewertung der Ergebnisse anhand definierter Kriterien

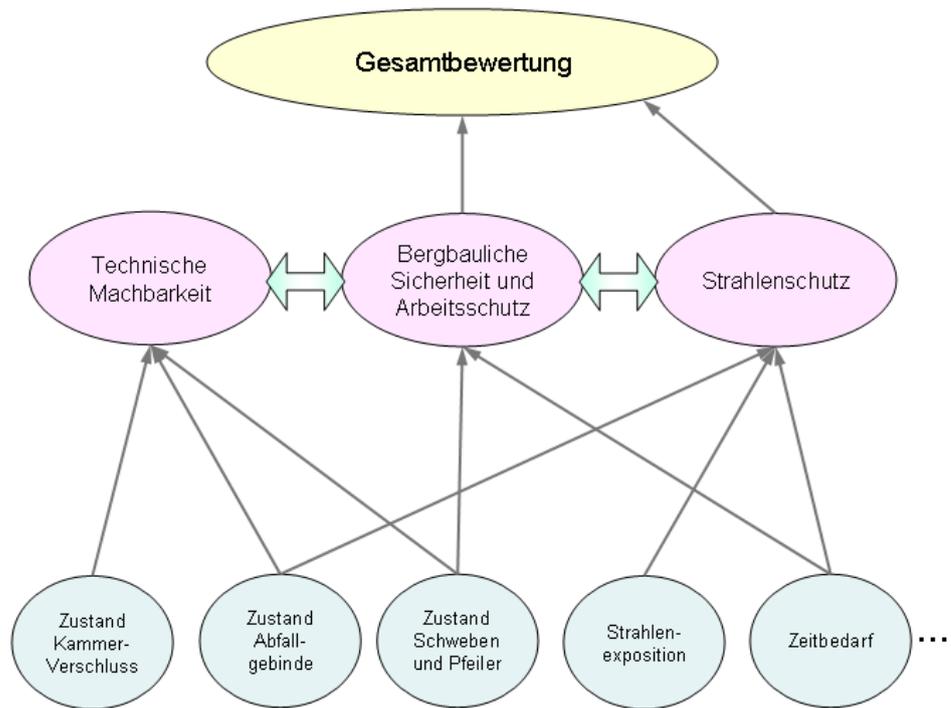


Abb. 1: Prinzipielles Vorgehen bei der Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Abbildung 2 zeigt die exemplarische Anwendung des vorgesehenen gestuften Bewertungsverfahrens am Beispiel eines Kriteriums.

Stufe 4:

Gesamtbewertung der Machbarkeit/Rechtfertigung der Rückholung

Stufe 3:

Bewertung der Wechselwirkungen zwischen den Beurteilungsfeldern

Stufe 2:

Bewertung der Auswirkungen in den Beurteilungsfeldern

Stufe 1:

Bewertung des Kriteriums

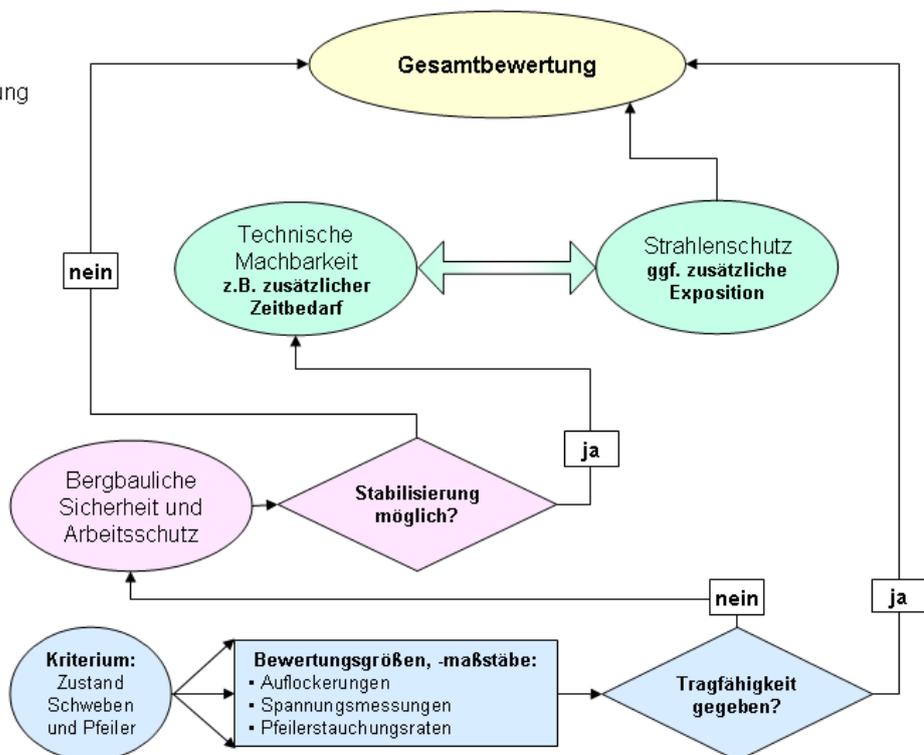


Abb. 2: Anwendung des Bewertungsverfahrens am Beispiel eines Kriteriums

8 ZUSAMMENFASSUNG

Das BfS hat sich verpflichtet, die Bewertungskriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung vor der Durchführung erster Untersuchungen verbindlich festzulegen und zu veröffentlichen. Die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung wird nach den hier vorliegenden Kriterien und der hier beschriebenen Methodik durchgeführt. Dabei sind die anzuwendenden Kriterien auf die jeweiligen Schritte der Faktenerhebung abgestimmt.

Die für die Faktenerhebung anzuwendenden Kriterien sind in der nachfolgenden Tabelle (siehe auch Tab. 1) dargestellt. Die Kriterien sind in den drei Beurteilungsfeldern „Strahlenschutz“, „Technische Machbarkeit“ und „Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz“ zusammengefasst. Bei der Festlegung der Beurteilungsfelder und Kriterien wurde darauf geachtet, dass diese gegeneinander abgegrenzt werden können, so dass Doppelbewertungen vermieden werden. Allerdings bestehen Wechselwirkungen zwischen den Beurteilungsfeldern, die bei der Bewertung der Ergebnisse zu berücksichtigen sind.

Tab. 2: Beurteilungsfelder und Bewertungskriterien der jeweiligen Schritte der Faktenerhebung

Faktenerhebung	Beurteilungsfeld	Bewertungskriterien
<u>Schritt 1:</u> Anbohren ausgewählter ELK	Strahlenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und von Störfällen *) • Anfälligkeit für Störfälle • erforderliche / mögliche Strahlenschutzmaßnahmen
	Technische Machbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Zustand des Kammerverschlusses • Zustand von sichtbaren Abfallgebinden
	Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Zustand der Schweben und Pfeiler *) • Vorhandensein explosiver/toxischer Gase • Vorhandensein kontaminierter Lösungen
<u>Schritt 2:</u> Kammeröffnung	Strahlenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und von Störfällen *) • Anfälligkeit für Störfälle • erforderliche / mögliche Strahlenschutzmaßnahmen
	Technische Machbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Handhabbarkeit der Abfallgebände nach Augenschein
	Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Zustand der Schweben und Pfeiler *) • Vorhandensein explosiver/toxischer Gase • Vorhandensein kontaminierter Lösungen
<u>Schritt 3:</u> Bergen von Abfällen/Abfall- gebinden	Strahlenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und von Störfällen *) • Anfälligkeit für Störfälle • erforderliche / mögliche Strahlenschutzmaßnahmen

Faktenerhebung	Beurteilungsfeld	Bewertungskriterien
	Technische Machbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Handhabbarkeit der Abfallbinde in Umsetzung • Automatisierung • Zeitbedarfe • Verfügbare Technik
	Bergbauliche Sicherheit und Arbeitsschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Beeinflussung der Grubenstabilität *) • Beeinflussung des Lösungszutritts *) • Arbeitsschutz *)

*) Abbruchkriterium

Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse erfolgt in vier Stufen. In der ersten Stufe werden die Ergebnisse entsprechend der festgelegten Bewertungsgrößen und –maßstäbe ausgewertet. Es wird für Abbruchkriterien überprüft, ob Grenz- oder Entscheidungswerte verletzt bzw. überschritten werden. In der zweiten Stufe der Bewertung wird geprüft, ob durch Optimierung der Arbeitsabläufe oder zusätzliche technische Maßnahmen die Einhaltung der Grenz- oder Entscheidungswerte gewährleistet werden kann. In der dritten Stufe des Bewertungsprozesses werden die Auswirkungen geänderter Randbedingungen auf die Beurteilungsfelder unter Berücksichtigung aller Wechselwirkungen quantifiziert. In der Gesamtbewertung (vierte Stufe) wird zusammenfassend dargestellt, ob die geänderten Randbedingungen und die bestehenden Wechselwirkungen in ihren Auswirkungen zu akzeptieren sind.

Falls die Auswertung der Faktenerhebung anhand der Kriterien gegen eine Rückholung der Abfälle spricht, stellt sich die Frage nach dem weiteren Vorgehen. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand steht nicht in Aussicht, dass ein Planfeststellungsbeschluss für die sichere Schließung der Anlage erteilt werden kann, wenn die Abfälle in der Anlage verbleiben. Angesichts der Instabilität des Bergwerks und des daraus resultierenden Risikos, dass kurzfristig ein unbeherrschbarer Lösungszutritt einsetzen kann, könnte dies bedeuten, dass die Anlage geschlossen werden muss, ohne dass der Nachweis der Langzeitsicherheit geführt werden kann. Dies würde jedoch den Anforderungen des Atomgesetzes nicht entsprechen. Diese Problematik ist in der Geschichte der Anlage begründet; sie ist seit Jahren bekannt und stellt eine Herausforderung dar, die mit den eingeführten technischen Standards, den Anforderungen des Arbeitsschutzes und den geltenden rechtlichen Regelungen nicht bewältigt werden kann. Es wäre somit vor dem Hintergrund der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse über den weiter zu verfolgenden Weg zu entscheiden.

LITERATURVERZEICHNIS

- AGO (2009): Bewertung von Optionen zur Verbesserung der Sicherheitssituation im Rahmen der Stilllegung der Schachtanlage Asse II; Abschlußbericht der AGO-Phase I (2008); Bericht der Arbeitsgruppe Optionenvergleich, Stand: 12.02.2009, Karlsruhe
- AKEND (2002): Auswahlverfahren für Endlagerstandorte - Empfehlungen des AkEnd – Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte; Abschlussbericht, Langfassung, Dezember 2002, 260 S.
- BfS (2009): Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse II, Fachbereiche Sicherheit nuklearer Entsorgung und Strahlenschutz und Umwelt, Stand 30.09.2009
- BfS (2010): Optionenvergleich Asse, Fachliche Bewertung der Stilllegungsoptionen für die Schachtanlage Asse II, BfS
- BMI (1983): Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk. Bundesanzeiger 35 (1983) Nr. 2
- BMU (2009): Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle.- Entwurf: Revision 1; Stand 18.03.2009
- BMU, BMBF & NMU (2007): Gemeinsame Pressemitteilung von BMU, BMBF, NMU. 21.11.2007
- DMT & TÜV NORD (2009): Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse, DMT GmbH & Co. KG, TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, bearbeitet von: Beckmann, K.; Dr. Feinhals, J.; Heinzel-Große, S.; Dr. Hucke, A.; Kohl, N.; Dr. te Kook, J.; Löffler, C.; Scior, C.; Dr. Walbrodt, D.; Wittenberg, D.; Essen/Hamburg, 25.09.2009
- EWN & TÜV NORD (2008): Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse, bearbeitet von: Hartmann, B.; Hillebrecht, S.; Kuntosch, S.; Rüger, G.; Dr. Feinhals, J.; Heinzel-Große, S.; Löffler, C.; Walbrodt, D., Lubmin/Hamburg November 2008

GLOSSAR

Abfall, radioaktiver:	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 des Atomgesetzes, die nach § 9a des Atomgesetzes geordnet beseitigt werden müssen.
Abfallgebinde:	Endzulagernde Einheit aus Abfallprodukt und Abfallbehälter.
Abschalungen:	Schalenförmig von der Hohlraumkontur eines Grubenhohlraums abgelöstes Gestein, wird beim Berauben entfernt.
Abwetter:	Wetterstrom hinter einem untertägigen Betriebspunkt bis zum Ausziehschacht.
Aerosole:	Gase mit festen oder flüssigen Schwebeteilchen. Der überwiegende Teil der natürlichen und künstlichen Radionuklide der Luft ist an Aerosole gebunden.
Aktivität:	Anzahl der in einem Zeitintervall auftretenden Kernumwandlungen eines Radionuklids oder Radionuklidgemisches dividiert durch die Länge des Zeitintervalls. Maßeinheit: $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$
Aktivitätskonzentration:	Aktivität bezogen auf die Volumeneinheit.
Beraubearbeiten:	Entfernen von losen Gesteinsstücken im Grubengebäude in den Strecken und Kammern. Es handelt sich um Routinearbeiten, die der Sicherheit dienen. Die Arbeiten werden z.B. regelmäßig an den Firsten (=Decken) durchgeführt. Die dabei eingesetzten Maschinen heißen Firstenfräsen.
Betrieb, bestimmungsgemäß:	Betriebsvorgänge, für die die Anlage bei funktionsfähigem Zustand der Systeme (ungestörter Zustand) bestimmt und geeignet ist (Normalbetrieb); auch Betriebsvorgänge, die bei Fehlfunktion von Anlagenteilen oder Systemen (gestörter Zustand) ablaufen, soweit hierbei einer Fortführung des Betriebs sicherheitstechnische Gründe nicht entgegenstehen (anomaler Betrieb); Instandhaltungsvorgänge (Inspektion, Wartung, Instandsetzung).
Beurteilungsfelder	Die Beurteilungsfelder fassen die in einem sachlichen Zusammenhang stehenden Kriterien zusammen. Sie tragen auch dazu bei, dass z. B. Kriterien für unterschiedliche Schritte der Faktenerhebung sinnvoll gegeneinander abgegrenzt werden können.
Bewertungskriterium	Ein Kriterium ist ein unterscheidendes Merkmal, welches bei der Bewertung der erlangten Ergebnisse zur Anwendung kommt. Damit das Kriterium auch als unterscheidendes Merkmal verwendbar ist, muss das Kriterium auf jeden Schritt der Faktenerhebung angepasst sein.
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).
Dosis:	Strahlenenergie, die bei der Wechselwirkung einer ionisierenden Strahlung mit Materie an diese abgegeben wird. Die Strahlungsarten unterscheiden sich durch ihre biologische Wirksamkeit. Um dieser verschiedenen Wirksamkeit Rechnung zu tragen, multipliziert man die Energiedosis mit einem Strahlungswichtungsfaktor und erhält so ein neues Maß für die Dosis, die man als Äquivalentdosis (Röntgenäquivalent) für den Menschen bezeichnet. Maßeinheit: $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$.

Dosis, effektive:	Kurzbezeichnung für die effektive Äquivalentdosis; dient der Ermittlung der Strahlenexposition des Menschen; dabei werden unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung und die Belastung der einzelnen Organe berücksichtigt; Maßeinheit = Sievert (Sv)
Dosisleistung:	Quotient aus der Dosis und der Zeit. (Maßeinheit: Sv/h).
Einlagerungskammer (ELK):	Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum in dem radioaktive Abfälle endgelagert sind.
Extensometer:	bezeichnet den Überbegriff für verschiedene Sensoren zur Messung von Längenänderung bzw. Dehnung
First:	Obere Grenzfläche eines Grubenbaus.
Gebirgsmechanik:	Lehre vom mechanischen Verhalten des Gebirges auf anthropogene Einwirkungen (Bergbau und Hohlraumprobleme)
Gesamtdosis:	Produkt aus der Anzahl der Personen der exponierten Bevölkerungsgruppe und der mittleren Pro-Kopf-Dosis. Die Einheit ist das man-Sievert
Grenzwert:	Höchstwert, der nicht überschritten werden darf.
Individualdosis:	individuelles Maß für die Strahlenexposition von Einzelpersonen durch ionisierende Strahlung
Integrität:	Unverletztheit, Unversehrtheit.
Konglomerat:	lateinisch con-glomerare (= zusammen-wickeln); geol: Sedimentgestein aus mindestens 50% gerundeten Gesteinsbruchstücken (Durchmesser > 2 mm)
Kontamination, radioaktive:	Verunreinigung von Arbeitsflächen, Geräten, Räumen, Wasser, Luft usw. durch radioaktive Stoffe.
Konvergenz:	lateinisch con-vergere (= sich zueinander neigen); Natürlicher Prozess der Volumenreduzierung von untertägigen Hohlräumen infolge Verformung bzw. Auflockerung aufgrund des Gebirgsdrucks.
Langzeitsicherheit:	Sicherheit für Menschen und Schutzgüter unter Berücksichtigung der möglichen zukünftigen Entwicklung am Standort ASSE
Langzeitsicherheitsanalyse:	Untersuchung der Auswirkungen von Maßnahmen auf die Langzeitsicherheit
MgCl₂ :	Chemische Formel für Magnesiumchlorid
Ortsdosis:	Äquivalentdosis für Weichteilgewebe, gemessen an einem bestimmten Ort.
Ortsdosisleistung:	Die Ortsdosisleistung ist die Strahlenexposition, die von außen auf den Menschen einwirkt. Sie wird angegeben als Äquivalentdosis, gemessen an einem bestimmten Ort pro Stunde. Die Ortsdosisleistung wird in der Regel in der Einheit Mikrosievert pro Stunde angegeben (µSv/h).
Pfeiler:	Stützelement (stehen bleibender Lagerstättenteil) des Hangenden zwischen Hohlräumen

Radionuklid:	lateinisch radius-nucleus (= Strahl-Kern); Als Radionuklid bezeichnet man ein radioaktives Nuklid im Grundzustand oder metastabilen Zustand. Es wird durch die Angabe des Elementsymbols sowie der zugehörigen Massenzahl gekennzeichnet, z. B. Sr-90, Tc-99m.
Radon:	Radon ist ein natürliches Zerfallsprodukt aus der Uran-Radium- Reihe, das überall auf der Erde vorhanden ist und wesentlich zur natürlichen Umweltradioaktivität beiträgt. Es ist ein Edelgas, das farb-, geruchs- und geschmacklos ist, sich nicht bindet und über Risse und Spalten aus dem Erdreich in die Atemluft entweicht. Durch weiteren Zerfall entstehen wiederum radioaktive Folgeprodukte, die über die Atemwege in die Lunge gelangen und dort u. a. Alpha-Strahlung aussenden. Diese kann die Zellen der Lunge schädigen. Diese Schäden können die Entstehung von Krebserkrankungen begünstigen.
Rate:	lateinisch ratus (= berechnet); Veränderung einer Größe in einer festgelegten Zeiteinheit
Salinare Lösungen:	Wässrige Lösungen mit unterschiedlicher Salzkonzentration.
Salzbeton	Baustoff bestehend aus den Grundbestandteilen Zement, Betonzusatzstoff, Salzzuschlag sowie Wasser oder Salzlösungen als Anmachflüssigkeit.
Salzgrus:	Feinkörniges Salzgesteinsmaterial.
Schwebe:	Horizontale Gebirgsschicht, die zwei übereinander angeordnete Grubenbaue von einander abgrenzt
Seismik:	Verfahren der Angewandten Geophysik: Künstlich erzeugte Schallwellen erzeugen ein Echo von den verschiedenen Gesteinsschichten des Untergrundes. Die reflektierten Echo-Signale werden an der Oberfläche mit Hilfe von Geophonen registriert. Die Interpretation der Ergebnisse liefert im Optimalfall ein detailliertes Bild des Untergrundes unterhalb der vermessenen Fläche.
seismische Messung:	Messung zum Erfassen von Bruchprozessen in der Erdkruste
Sievert:	SI-Einheit der Äquivalentdosis und der effektiven Dosis 1 Sievert (Sv) = 100 Rem, 1 Sievert = 1 000 Millisievert (mSv) = 1 000 000 Mikrosievert (µSv).
Sohle:	Gesamtheit der annähernd in einem Niveau aufgefahrenen Grubenbaue; auch untere Grenzfläche eines Grubenbaus.
Stilllegung:	Begriff für die Gesamtheit der Maßnahmen zur Stilllegung der Schachanlage Asse II.
Strahlenexposition:	lateinisch ex-ponere (= hinaus-setzen); bezeichnet man im Allgemeinen die Einwirkung von Strahlung auf den menschlichen Körper. Im Strahlenschutz wird beim Umgang mit oder bei der Anwendung von radioaktiven Stoffen die Einwirkung ionisierender Strahlung betrachtet.
Strahlenschutz:	Voraussetzungen und Maßnahmen zum Schutz vor schädlichen Wirkungen ionisierender Strahlen.
Strahlenschutzverordnung (StrlSchV):	Abkürzung für: Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung)

Strahlung, ionisierende:	Jede Strahlung, die direkt oder indirekt Materie ionisiert, d. h. Atome bzw. Moleküle elektrisch auflädt.
Störfall:	Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszulegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.
Sumpf:	Vertiefung unterhalb des Streckenniveaus in der sich Flüssigkeit sammelt.
Szenarium:	Ein Szenarium beschreibt die Entwicklungsmöglichkeit eines Endlagersystems, bestehend aus Biosphäre, Geosphäre und Endlager, das durch einen Satz von Merkmalen (Zuständen), Ereignissen und Prozessen spezifiziert wird und das System charakterisiert. Ein Szenarium wird durch einen Satz von Merkmalen, Ereignissen und Zuständen bestimmt.
Tritium:	Radioaktives Isotop des Wasserstoffs mit zwei Neutronen und einem Proton im Kern. Tritium wird z. B. zur Herstellung von Leuchtfarben, als Indikator in Tracer-Versuchen und als Brennstoff in kontrollierten Fusionsversuchen verwendet. Tritium ist ein Betastrahler ($E_{\text{max}}: 18 \text{ keV}$) mit einer Halbwertszeit von 12,323 Jahren.
Verlorene Betonabschirmungen (VBA):	<p>Radioaktive Abfälle mit höheren Dosisleistungen erhalten zur Strahlenabschirmung in der Regel eine zusätzliche Umkleidung mit einer Betonschicht. Fässer mit radioaktiven Abfällen werden zusammen mit der Umkleidung aus Beton eingelagert und verbleiben in der Einlagerungskammer. Die Verpackung aus Fass und Betonabschirmung ist somit 'verloren'.</p> <p>In der Schachtanlage Asse II wurden insgesamt 14.779 Abfallgebinde mit verlorenen Betonabschirmungen eingelagert.</p>
Versatz:	Material, mit dem die Hohlräume eines Bergwerks zur Stabilisierung verfüllt werden
Verschlussbauwerk:	Bauwerk, das die Einlagerungskammern vom restlichen Grubengebäude abtrennt
Wetter:	Bergmännischer Begriff für Luft im Bergwerk.