

## Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

AP-S17

Darmstadt, 30.07.2010

**Im Auftrag des BMU**

**Vorhaben UM09A03205 2010 06 01**

**Unterstützung des BMU bei der Aufsicht über Betrieb und Stilllegung der Asse**

**Öko-Institut e.V.  
Büro Darmstadt**

Rheinstraße 95  
D-64295 Darmstadt

**Telefon** +49 (0) 6151 - 8191 - 0

**Fax** +49 (0) 6151 - 8191 - 33

**Geschäftsstelle Freiburg**

Postfach 17 71  
D-79017 Freiburg

**Hausadresse**

Merzhauser Straße 173  
D-79100 Freiburg

**Telefon** +49 (0) 7 61 - 4 52 95-0

**Fax** +49 (0) 7 61 - 452 95-88

**Büro Berlin**

Novalisstraße 10  
D-10115 Berlin

**Telefon** +49 (0) 30 - 28 04 86-80

**Fax** +49 (0) 30 - 28 04 86-88



## **Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung**

### **Autoren:**

Dipl.-Biol. Mathias Steinhoff

Dipl.-Ing. Anne Minhans

### **Unter Mitwirkung von:**

Dipl.-Ing. (BA) Beate Kallenbach-Herbert

Dipl.-Phys. Christian Küppers

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der Meinung des Auftraggebers (Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) übereinstimmen.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung der Vorgehensweise zur Ableitung von Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Ableitung von Sicherheitszielen .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Ableitung der Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung.....</b>	<b>11</b>
4.1	Die Umgebung der Einlagerungskammern.....	12
4.1.1	Zustand der Schweben, Pfeiler und Stöße .....	12
4.1.2	Zugang zu den Einlagerungskammern .....	16
4.2	Das Innere der Einlagerungskammern.....	18
4.2.1	Stabilisierende Eigenschaften der Abfälle und des Kammerversatzes auf die Kammerumgebung.....	18
4.2.2	Lösungszutritte in die Einlagerungskammern .....	21
4.3	Abfallgebinde und Versatz.....	24
4.3.1	Zustand der Abfallgebinde und mechanische Wechselwirkungen zwischen Gebinden und Salzversatz.....	24
4.3.2	Radiologische Eigenschaften der Abfallgebinde und Inventar der Einlagerungskammern.....	29
4.3.3	Freisetzbarkeit .....	32
4.3.4	Vorkommen selbstentzündlicher Stoffe sowie explosiver und giftiger Gasgemische .....	34
4.3.5	Menge und Beschaffenheit des zu bergenden Salzes.....	36
<b>5</b>	<b>Vorschlag für ein Prüfverfahren zur Entscheidung über die Durchführbarkeit des Rückholkonzeptes .....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>43</b>
	Literaturverzeichnis .....	48

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Vorgehensweise zur Erarbeitung von Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung.....	6
Abbildung 2:	Bewertungsgang für die Prüfung der Durchführbarkeit des Rückholkonzeptes (dargestellt ist die Prüfung einer einzelnen Voraussetzung zur Bestätigung des gewählten Rückholkonzeptes).....	42

## 1 Einleitung

Die Studie zur Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse /DMT 09/ kommt zu dem Ergebnis, dass eine Rückholung der Abfälle aus der Asse möglich ist. Hierbei differenziert die Studie /DMT 09/ insgesamt nach Varianten, die sich im Hinblick auf den prozentualen Anteil der zurückzuholenden Abfälle, den Zeitaufwand und die Kosten unterscheiden. Im Optionenvergleich des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) wurde die vollständige Rückholung aller in der Asse eingelagerten Abfälle als die beste Option für eine Stilllegung der Asse bewertet /BfS o.J./.

Eine vollständige Rückholung aller eingelagerten schwachradioaktiven Abfälle mit anschließender Dekontamination und Freigabe des Grubengebäudes könnte nach /DMT 09/ einschließlich eines Genehmigungsverfahrens in etwa 14,6 Jahren realisiert werden. Mit Hinweis auf die großen Unsicherheiten bei der Zeitabschätzung geht das BfS davon aus, dass für eine Rückholung aller radioaktiven Abfälle in einem Planfeststellungsverfahren 21 Jahre benötigt werden /BfS o.J., S. 128/. In beiden Fällen ist unterstellt, dass die Rückholung der mittel- und schwachradioaktiven Abfälle gleichzeitig erfolgt /BfS o.J., S. 121/.

Wegen der vielen Unsicherheiten und Kenntnisdefizite, beispielsweise in Bezug auf den Gebindezustand, das Abfallinventar und die damit verbundenen Auswirkungen auf die technische Machbarkeit einer Rückholung, sind im Rahmen einer Faktenerhebung weitere Untersuchungen geplant. Die Faktenerhebung dient der Klärung der offenen Fragen zur Rückholung und ergänzt die bisherige Datengrundlage. Zur Faktenerhebung wurden in /DMT 10/ erste Schritte festgelegt:

Schritt 1: Anbohren ausgewählter Einlagerungskammern (ELK) sowie Ausführung der zu planenden Untersuchungen über die Bohrungen.

Schritt 2: Öffnen dieser Kammern und Bewertung von Kammer- und Gebindezustand.

Schritt 3: Erprobung der fernbedienbaren Techniken durch Bergen von Abfällen/ Abfallgebinden.

Zum ersten Schritt hat die DMT GmbH & Co. (DMT) im Auftrag des BfS das „Untersuchungskonzept zum Anbohren der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750“ mit Stand vom 14.04.2010 vorgelegt /DMT 10/.

Die hier vorliegende Studie des Öko-Instituts hat das Ziel, Kriterien für eine Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung zu formulieren. Dazu wurde das Öko-Institut gemäß Protokoll der Besprechung vom 28.04.2010 /Öko 10/ und gemäß E-Mail vom 01.06.2010 vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) beauftragt.

Die Studie ist folgendermaßen gegliedert: Im Kapitel 2 wird zunächst die Vorgehensweise für die Herleitung der Bewertungskriterien beschrieben. In Kapitel 3 werden Sicherheitsziele abgeleitet. Die Erarbeitung der Bewertungskriterien erfolgt in Kapitel 4. In Kapitel 5 wird ein Vorschlag für das weitere Bewertungsverfahren gegeben. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse findet sich in Kapitel 6.

## 2 Beschreibung der Vorgehensweise zur Ableitung von Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Nachfolgend wird die Vorgehensweise zur Erarbeitung von Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung beschrieben. Ein Schema, das die Arbeitsschritte zur Ableitung von Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung darstellt, ist am Ende dieses Kapitels in Abbildung 1 enthalten.

Die Faktenerhebung besteht aus den drei in Kapitel 1 genannten Schritten „Anbohren ausgewählter ELK“, „Öffnen dieser Kammern und Bewertung von Kammer- und Gebindezustand“ und „Erproben fernbedienter Techniken durch Bergen von Abfällen und Abfallgebinden“.

Für den ersten Schritt der Faktenerhebung wurden in /DMT 10/ folgende sogenannte „Erkundungsziele“ dargestellt:

1. Bestimmung von Gasen und Aerosolen in den Einlagerungskammern und ggf. der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in den Stößen,
2. Gebindezustand in den Einlagerungskammern,
3. Vorkommen von Lösungen in den Einlagerungskammern,
4. Aufbau des Verschlussbauwerkes als Vorbereitung für Schritt 2 der Kammeröffnung,
5. Gebirgsmechanische Verifizierung (u. a. Kammerzustand, Zustand der Schweben und Pfeiler).

Die o. g. „Erkundungsziele“ beschreiben, welche Sachverhalte bei der Erkundung von Einlagerungskammern und deren Umgebung untersucht und geprüft werden sollen. Es wird jedoch nicht beschrieben, welche Nachweisziele<sup>1</sup> anhand der Ergebnisse der Beprobungen erreicht oder verifiziert werden sollen und wie anhand der Ergebnisse der Faktenerhebung eine Entscheidung über die voraussichtliche Durchführbarkeit des vorliegenden Rückholkonzeptes herbeigeführt wird.

Für die Herleitung der Kriterien zur Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung sind daher zunächst konkrete Nachweisziele und über den Nachweiszielen stehende Sicherheitsziele zu definieren.

Die Sicherheitsziele werden aus den Kriterien zur Bewertung der Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse /BfS 10/ im Kapitel 3 hergeleitet.

---

<sup>1</sup> Nachweisziel: Sicherheitstechnisches Ziel der Nachweisführung, welches durch die Einhaltung von Nachweiskriterien erreicht wird. /BMU 09/

Die konkreten Nachweisziele werden aus der Studie zur Machbarkeit der Rückholung /DMT 09/ und dem Optionenvergleich des BfS /BfS o.J./ sowie aus den Sicherheitszielen hergeleitet und nachfolgend als **Voraussetzungen** bezeichnet. Diese Voraussetzungen für die Rückholung gemäß dem geplanten Konzept ergeben sich aus Annahmen, Randbedingungen und Einschätzungen, die in der Studie zur Machbarkeit der Rückholung /DMT 09/ und im Optionenvergleich des BfS /BfS o.J./ teilweise auf Basis unvollständiger Daten getroffen wurden und im Hinblick auf die Erreichbarkeit der Sicherheitsziele relevant sind.

Mit den in dieser Studie entwickelten **Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung** kann nachgewiesen werden, ob die jeweiligen Voraussetzungen erfüllt sind. Kann im Rahmen der Faktenerhebung eine Voraussetzung bestätigt werden, so bestehen hinsichtlich dieser Voraussetzungen keine Bedenken zur weiteren Verfolgung des bestehenden Konzeptes der Rückholung. Die Faktenerhebung ersetzt jedoch nicht eine Entscheidung über die Zulässigkeit eines beantragten Verfahrens für eine Rückholung, die im Rahmen einer Genehmigung erfolgt.

Die abgeleiteten Voraussetzungen beziehen sich nur auf die Bereiche die im Rahmen der Faktenerhebung erkundet werden (Kammerumgebung, Kammerinneres, Abfallbinde und Versatz) und basieren auf dem von DMT vorgelegten Konzept für die Rückholung. Somit sind offene sicherheitsrelevante Fragen der Rückholung außerhalb der Erkundungsbereiche wie beispielsweise Fragen zum Abteufen eines weiteren Schachtes unberücksichtigt. Bei der weiteren Ausarbeitung des Konzeptes zur Rückholung und ggf. notwendigen Modifikation können zudem zusätzliche sicherheitsrelevante Aspekte auftreten, die derzeit durch die Voraussetzungen noch nicht berücksichtigt sind.

Abbildung 1: Vorgehensweise zur Erarbeitung von Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Arbeitsschritte	Quellen
1 Ableitung von <b>Sicherheitszielen</b>	Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse /BfS 09/
2 Beschreibung des <b>Sachstandes</b> : Identifizierung von im Hinblick auf Sicherheitsziele relevante Randbedingungen, Annahmen und Bewertungen, die durch die Faktenerhebung geprüft werden können.	Sicherheitsziele Studie zur Machbarkeit der Rückholung /DMT 09/ Optionenvergleich des BfS /BfS o.J./ Konzept der Faktenerhebung
3 Formulierung von <b>Vorraussetzungen</b> , die als Nachweisziele zu bestätigen sind und zeigen, dass hinsichtlich der geprüften Voraussetzung keine Bedenken zur Weiterverfolgung des Konzept der Rückholung bestehen.	Sachstand Sicherheitsziele
4 Formulierung von <b>Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Kammerbeprobung</b> , die dazu dienen, dass eine eindeutige und vollständige Aussage darüber getroffen werden kann, ob die Vorraussetzungen gegeben sind oder nicht.	Voraussetzungen Sicherheitsziele
5 Darstellung der <b>potenziellen Auswirkungen bei abweichenden Gegebenheiten</b> auf die Sicherheitsziele und Darstellung der Wechselwirkungen	Voraussetzungen Sicherheitsziele Studie zur Machbarkeit der Rückholung /DMT 09/

### 3 Ableitung von Sicherheitszielen

In diesem Kapitel werden die Sicherheitsziele auf Basis der Bewertungskriterien des Optionenvergleichs hergeleitet.

Das grundlegende Sicherheitsziel ist der Schutz des Menschen und der Umwelt /BMU 09/. Die abzuleitenden Sicherheitsziele beziehen sich auf die im Rahmen der Faktenerhebung zu erkundenden Bereiche der Asse, wie z. B. die Umgebung der Einlagerungskammern und das Kammerinnere, und berücksichtigen nicht alle relevanten Aspekte einer sicherheitstechnischen Überprüfung, die in einem Genehmigungsverfahren erfolgt. Darüber hinaus beziehen sich die abgeleiteten Sicherheitsziele auf den Rückholbetrieb für eine vollständige Rückholung aller Abfälle aus dem Endlager Asse. Bei einer unvollständigen Rückholung wäre die Langzeitsicherheit für verbleibende radioaktive Abfälle im Endlager Asse zu betrachten, die in dieser Studie nicht berücksichtigt ist. Eine spätere Erweiterung der abgeleiteten Sicherheitsziele auf andere Bereiche der Asse oder auf zusätzliche Fragestellungen bei Änderungen des Konzeptes der Rückholung ist also möglich und ist bei Fortschreiten des Verfahrens zu überprüfen.

Zur Bewertung der Stilllegungsoptionen für das Endlager Asse /BfS 09/ wurden durch das BfS folgende Kriterien verwendet:

- Beurteilungsfeld „Sicherheit in der Betriebsphase“
  - radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebs
  - Anfälligkeit für Störfälle
  - Anfälligkeit gegenüber Eingriffen von Außen
- Beurteilungsfeld „Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt“
  - radiologische Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt
  - chemotoxische/chemische Auswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt
  - Einhaltung bergbaulicher Schutzziele
  - Wechselwirkungen mit Notfallmaßnahmen
- Beurteilungsfeld „vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen“
  - radiologische Auswirkungen
  - chemotoxische/chemische Auswirkungen
  - Konsequenzen menschlichen Eindringens in das Endlager
  - Robustheit der Stilllegungsoptionen
  - Nachweisbarkeit der radiologischen Langzeitsicherheit
  - Einhaltung bergbaulicher Schutzziele

- Beurteilungsfeld „Machbarkeit“
  - technische Umsetzbarkeit
  - rechtliche Umsetzbarkeit
  - weitere Umweltauswirkungen
- Beurteilungsfeld „Zeitbedarf“
  - Zeitbedarf im Rahmen einer Gefahrenabwehrmaßnahme
  - Zeitbedarf bei vorausgehendem Planfeststellungsverfahren

#### Für die Ableitung von Sicherheitszielen anwendbare Kriterien des Optionenvergleichs

Aus dem Beurteilungsfeld „*Sicherheit in der Betriebsphase*“ und dem Kriterium „Radiologische Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebs“ ist als Sicherheitsziel die Einhaltung der Anforderungen der Strahlenschutzverordnung zu definieren. Diese beinhalten den **Schutz der Bevölkerung** nach §§ 46 bis 48 StrlSchV und die **Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten** nach §§ 54 bis 59 StrlSchV unter Einhaltung des Gebotes zur Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und der Dosisreduzierung nach § 6 StrlSchV. Durch die radiologische Beprobung der Kammeratmosphäre und der Gebinde werden mittelbar nähere Erkenntnisse darüber gewonnen, ob das Konzept der Rückholung die Einhaltung dieser Sicherheitsziele ermöglichen kann.

Darüber hinaus ist aus dem Beurteilungsfeld „*Sicherheit in der Betriebsphase*“ und dem Kriterium „Anfälligkeit für Störfälle“ als Sicherheitsziel die **Begrenzung der Strahlenexposition als Folge von Störfällen** nach § 50 StrlSchV zu definieren. Dieses Sicherheitsziel wird dadurch erreicht, dass Störfälle durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen vermieden werden. Können Störfälle nicht vermieden werden, so sind deren radiologische Auswirkungen durch bauliche und technische Schutzmaßnahmen nach § 50 StrlSchV zu begrenzen. Durch die radiologische Beprobung der Kammeratmosphäre und der Gebinde sowie durch die Feststellung von Gaszusammensetzungen in den Kammern werden hinsichtlich der Gewährleistung dieser Sicherheitsziele durch das Rückholkonzept mittelbar Erkenntnisse gewonnen.

Das Beurteilungsfeld „*Machbarkeit*“ enthält das Kriterium „Rechtliche Umsetzbarkeit“. Die dazu gehörende Bewertungsgröße sind die Genehmigungsvoraussetzungen, deren Einhaltung nachzuweisen ist. Dies beinhaltet, dass die Einhaltung aller relevanten rechtlichen Vorschriften im Rahmen eines Planfeststellungsbeschlusses zu zeigen ist, u. a. auch der des Bergrechts und aus dem Bereich Arbeitssicherheit. Aus dem Beurteilungsfeld „Machbarkeit“ können daher aus dem Kriterium „Rechtliche Umsetzbarkeit“ die Sicherheitsziele **Gewährleistung der Standsicherheit** und **Gewährleistung der Arbeitssicherheit** abgeleitet werden. Zu diesen Sicherheitskriterien werden nach derzeitigem Stand der Faktenerhebung durch die vorgesehe-

ne „gebirgsmechanische Verifizierung“ und „Bestimmung von Gasen und Aerosolen“ Erkenntnisse gewonnen.

#### Für die Ableitung von Sicherheitszielen nicht verwendbare Kriterien des Optionenvergleichs

Aus dem Beurteilungsfeld „*Sicherheit in der Betriebsphase*“ findet das Kriterium „Anfälligkeit gegenüber Eingriffen von außen“ keine Anwendung auf die Faktenerhebung, da dieser Aspekt im Rahmen der Faktenerhebung nicht untersucht wird.

Aus dem Beurteilungsfeld „*Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt*“ kann keines der Kriterien herangezogen werden, da Aussagen zur Minimierbarkeit der Folgen des unbeherrschbaren Lösungszutritts nicht Gegenstand der Faktenerhebung sind. Die im Rahmen der Faktenerhebung gewonnenen Erkenntnisse zum Kammerinneren, zum Gebindezustand und zur Standsicherheit der Kammerumgebung können jedoch für die Planung von Notfallmaßnahmen wertvolle Ergebnisse liefern.

Aus dem Beurteilungsfeld „*Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen*“ kann keines der Kriterien des Optionenvergleichs für die im Rahmen der Faktenerhebung zu treffenden Entscheidungen verwendet werden, da die Ergebnisse der Faktenerhebung in erster Linie zur Entscheidung über den Betrieb der Rückholung dienen, Aspekte der Langzeitsicherheit werden dabei nicht betrachtet.

Aus dem Beurteilungsfeld „*Machbarkeit*“ findet das Kriterium „Weitere Umweltauswirkungen“ im Rahmen der Faktenerhebung keine Anwendung, da die Bewertungsgrößen Emissionen, Immissionen, Verkehrsaufkommen und Flächenversiegelung im Rahmen der Auswertung der Ergebnisse der Faktenerhebung keine unmittelbare Rolle spielen. Das Kriterium „technische Durchführbarkeit“ findet ebenfalls keine Anwendung, da im Rahmen der Faktenerhebung nicht unterschiedliche technische Konzepte verglichen werden sondern gezeigt werden soll, dass das bestehende technische Konzepte, das in der Studie zur Machbarkeit der Rückholung /DMT 09/ beschrieben ist, unter Einhaltung der Sicherheitsziele voraussichtlich durchgeführt werden kann.

Das Beurteilungsfeld „*Zeitbedarf*“ wird nicht verwendet, da für den insgesamt für die Rückholung erforderlichen Zeitbedarf derzeit kein eigener Bewertungsmaßstab existiert. Es muss aber sichergestellt werden, dass die definierten Sicherheitsziele eingehalten werden. So ist das Beurteilungsfeld „Zeitbedarf“ hinsichtlich einzelner Rückholtätigkeiten, beispielsweise Aufenthaltszeiten von Personal bei der Bergung von Abfällen, relevant. Veränderungen des Zeitbedarfs für solche Tätigkeiten werden jedoch bereits durch die abgeleiteten Sicherheitsziele, in diesem Fall „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“, berücksichtigt.

### Abgeleitete Sicherheitsziele

Aus den Bewertungskriterien des Optionenvergleichs wurden folgende Sicherheitsziele abgeleitet, deren Einhaltung bei einem Rückholbetrieb im Rahmen der Fakten-erhebung zu zeigen ist:

- Schutz der Bevölkerung
- Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten
- Begrenzung der Strahlenexposition als Folge von Störfällen
- Gewährleistung der Standsicherheit
- Gewährleistung der Arbeitssicherheit

Die Bewertungsmaßstäbe zur Einhaltung der Sicherheitsziele sind in den jeweils einschlägigen Gesetzen und Regelwerken enthalten.

## **4 Ableitung der Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung**

Im folgenden Kapitel werden die Kriterien zur Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung hergeleitet. Dabei wird in die folgenden Erkundungsbereiche gegliedert:

- Umgebung der Einlagerungskammern,
- Inneres der Einlagerungskammern sowie
- Abfallgebinde und Versatz.

Diese Themen gliedern sich wiederum in weitere Unterthemen auf, für die nachfolgend jeweils zunächst aus der Studie zur Machbarkeit der Rückholung /DMT 09/ und aus dem Optionenvergleich /BfS o.J./ der Sachstand beschrieben wird. Im Sachstand werden zu dem jeweiligen Thema Annahmen, Einschätzungen und Bewertungen aus /DMT 09/ und /BfS o.J./ beschrieben, zu denen keine sichere Beurteilungsgrundlage vorlag und die im Hinblick auf die definierten Sicherheitsziele relevant sind.

Anschließend werden aus dem Sachstand mit Blick auf die Sicherheitsziele Voraussetzungen abgeleitet. Diese Voraussetzungen sollen anhand der Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung überprüft werden.

Einige Kriterien zur Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung beinhalten ähnliche Sachverhalte für den Nachweis unterschiedlicher Voraussetzungen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich manche Erkundungsergebnisse, beispielsweise zur Durchfeuchtung, im Hinblick auf die Erfüllung unterschiedlicher Voraussetzungen auszuwerten sind. Die jeweiligen Kriterien, nach denen die Erkundungsergebnisse auch auf andere Voraussetzungen fokussierend zu bewerten sind, werden durch Verweise gekennzeichnet.

Abschließend werden potenzielle Auswirkungen bei Feststellung von den früheren Annahmen abweichender Gegebenheiten analysiert. Falls bei der Faktenerhebung festgestellt wird, dass die jeweils formulierte Voraussetzung nicht gegeben ist, ist eine Modifikation oder grundsätzliche Änderung des Rückholkonzeptes erforderlich. Es wird dargestellt, auf welche Sicherheitsziele sich angenommene Änderungen des Rückholkonzeptes auswirken können.

Die Einhaltung der Konradbedingungen, mit denen in /DMT 09/ gezeigt werden sollte, dass eine Entsorgung der zurückgeholten Abfälle möglich ist, wurden aus folgenden Gründen nicht berücksichtigt: Sollte sich bei der Faktenerhebung herausstellen, dass beispielsweise Abfälle gären, so könnten diese nach ihrer Rückholung nachkonditioniert werden. Sollten sich Annahmen zur Begrenzung der Kernbrenn-

stoffmasse in den in die Asse eingelagerten Gebinden nicht bestätigen, so wäre die Anzahl der zurückgeholt Gebinde, die in ein Endlagergebilde umverpackt werden sollen, stärker zu begrenzen als bisher in /DMT 09/ vorgesehen. Dies würde sich auf den technischen Aufwand der Rückholung und auf die insgesamt für die Rückholung (insbesondere der über Tage durchzuführenden Konditionierungsmaßnahmen) erforderliche Zeit auswirken, jedoch nicht auf die Einhaltung der abgeleiteten Sicherheitsziele.

## **4.1 Die Umgebung der Einlagerungskammern**

### **4.1.1 Zustand der Schweben, Pfeiler und Stöße**

#### **Sachstand zum Zustand der Schweben, Pfeiler und Stöße**

In /DMT 09, S. 75/ wird als Voraussetzung für den Einsatz von herkömmlichen Geräten bei der Bergung der Abfälle aus der Asse die Anforderung formuliert, dass die Kammern begehbar sind. Die Begehbarkeit hängt insbesondere von der Standfestigkeit und Tragfähigkeit der Schweben, Pfeiler und Stöße in der Umgebung der Einlagerungskammern ab.

Die Tragfähigkeit der Schweben der Einlagerungskammern wird in /DMT 09/ unterschiedlich dargestellt. Einerseits wird die Schweben zwischen der 750-m-Sohle und der 725-m-Sohle als mächtig und als tragfähig bewertet /DMT 09, S. 114/. Andererseits wird darauf hingewiesen, dass aktuelle markscheiderische Untersuchungen ergeben haben, dass im südlichen und südwestlichen Einlagerungsbereich der 750-m-Sohle – betroffen sind die ELK 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 und 11 – die Mächtigkeit der Schweben lokal um 6 bis 7 m geringer ist als bisher angenommen /DMT 09, S. 28/. Es wird daher in der Studie zur Machbarkeit der Rückholung explizit darauf hingewiesen, dass die neueren Erkenntnisse zur geringeren Mächtigkeit der Schweben in die Bewertungen nicht eingegangen sind und dass vor Durchführung einer Rückholung detaillierte Machbarkeitsüberlegungen zur Begehbarkeit der betroffenen Einlagerungskammern erforderlich sind. Die markscheiderischen Untersuchungen wurden bisher nur für die ELK 5/750 vorgenommen /Asse 09/.

Ursache potenziell geringerer Mächtigkeiten der Schweben sind entweder Beraubarbeiten vor der Einlagerung oder Löserfälle nach der Einlagerung.

Im Rahmen der Erstellung der Studie zur Rückholung wurde eine Begehung der ELK 5/750 und 4/750 durchgeführt und durch Spannungsmessungen festgestellt, dass die Tragelemente dieser Kammern ausreichend stabil sind. Es zeigte sich, dass die Tragelemente gemessen im Bereich ELK 4/750 stabiler waren als auf oberhalb davon gelegenen Bereichen. Daraus wurde in /DMT 09, S. 111/ die Anforderung formuliert, dass davon ausgegangen wird, dass die Tragelemente der gesamten 750-m-Sohle stabil sind und durch Spannungsmessungen keine ausgepräg-

ten Bruchstrukturen lokalisiert werden können, die auf ein Versagen der Tragelemente hinweisen. Die Begehungen zeigten zudem, dass die festgestellten Risse und Abschalungen durch regelmäßige Nacharbeitung (Reißen, Fräsen) beherrscht werden können.

Seit 2008 werden im Umfeld der ELK 4/750 anhand mikroseismischer Ereignisse vermehrt Bruchprozesse festgestellt. Nach /DMT 09, S. 113/ kann derzeit nicht zuverlässig abgeschätzt werden, ob es sich dabei um als gebirgsmechanisch normal einzustufende Bruch- und Bewegungsprozesse in Form einzelner Löserbildungen oder Abschalung handelt oder ob die detektierten Ereignisse als größere Schädigungen der Kammerumgebung zu interpretieren sind.

Die Standsicherheit der Schweben und Pfeiler der Asse kann, neben der starken Durchörterung der Asse und dem damit einhergehenden Verlust tragender Strukturen sowie Folgeprozessen der Konvergenz, auch durch Durchfeuchtungen geschwächt sein. Zu den Durchfeuchtungen der Pfeiler und Schweben im Bereich der Einlagerungssohle liegen derzeit keine Erkenntnisse vor.

Eine weitere wesentliche Voraussetzung für eine sichere Rückholung ist die Standsicherheit der Pfeiler. Nach /DMT 09, S. 10/ liegen die maximalen Stauchungsraten im oberen Drittel des Grubengebäudes zwischen der 500- und 600-m-Sohle. Zu den unteren Sohlen hin nehmen die Stauchungsraten ab, jedoch liegen zu den Sohlen der LAW-Einlagerung keine Messergebnisse vor.

Die in /DMT 09/ diesbezüglich getroffene Annahme basiert auf einer Extrapolation der bisherigen Ergebnisse zu den Pfeilerstauchungen auf der 500 und 600-m-Sohle. Dabei wird in /DMT 09/ davon ausgegangen, dass sich die gemessene Abnahme der Stauchungsraten in den oberen Sohlen der Asse bis in den Bereich der Sohle der Einlagerungskammern fortsetzt, so dass dort Stauchungsraten deutlich unter 60 mm/a vorliegen und eine fortgeschrittene Entfestigung nicht besteht. Wichtig ist nach /DMT 09/ die Durchführung einer kontinuierlichen Überwachung der Pfeilerstauchungsraten auf der Sohle der Einlagerungskammern.

Für alle durchzuführenden Sicherungsarbeiten (Firstvergütung einschließlich anteiligen Sicherns der Stöße) wird in /DMT 09, S. 190/ von einem Zeitbedarf von 15 Minuten/m<sup>2</sup> Firstfläche ausgegangen. Nach /BfS o.J., S. 121 u. S 128/ sind die in /DMT 09/ getroffenen Zeitabschätzungen generell zu knapp bemessen. Es wird deswegen pauschal für alle Rückholungsprozesse ein Korrekturfaktor von 1,25 angesetzt. Eine wesentliche längere Dauer der Sicherungsarbeiten würde sich unmittelbar auf die Strahlenexposition der Beschäftigten, die sich im zu sichernden Bereich im Strahlungsfeld der eingelagerten Abfälle aufhalten müssen, auswirken.

## Voraussetzung zum Zustand der Schweben, Pfeiler und Stöße

Für eine Durchführbarkeit der Rückholung nach dem derzeitigen Konzept dürfen sich Hinweise auf lokale Reduzierungen der Schweben, auf Durchfeuchtungen sowie bestehende Bruchprozesse und Pfeilerstauchungen nicht negativ auf die Standsicherheit auswirken. Eine sichere Begehbarkeit der Einlagerungskammern und deren Umgebung wird nach Sicherung der Firste und Stöße entsprechend den Vorgaben in /DMT 09/ und /BfS o.J./ vorausgesetzt:

### **Voraussetzung 1:**

*Die Standsicherheit der Einlagerungssohle ist gegeben.*

## Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Die Ergebnisse der Faktenerhebung sind im Hinblick auf die Standsicherheit der Schweben, Pfeiler und Stöße auszuwerten.

Mit Hilfe der folgenden Kriterien ist zu überprüfen, ob die Voraussetzung 1 erfüllt ist:

- Ausreichende Tragfähigkeit der Schweben, Pfeiler und Stöße in der ELK bzw. auf der Einlagerungssohle.
- Die Spannungsmessungen bestätigen eine für die Rückholung ausreichende Stabilität für die gesamte Einlagerungssohle.
- Es liegen keine Hinweise auf Stabilitätsverluste aufgrund von Durchfeuchtungen vor (vgl. Voraussetzung 4).
- Die Pfeilerstauchungen im Bereich der Einlagerungskammern liegen deutlich unterhalb von 60 mm/a,.
- Die Annahmen zum zeitlichen Aufwand für Stabilisierungsarbeiten, insbesondere der Firste, und die daraus resultierenden Aufenthaltszeiten der Beschäftigten werden bestätigt.
- Risse und Abschalungen werden durch vorgesehene technische Methoden innerhalb der dafür vorgesehenen Zeiten beherrscht.

## Potenzielle Auswirkungen bei abweichenden Gegebenheiten

Bei instabilen Firsten und fehlender Tragkraft der Schweben einer Einlagerungskammer sind eine Begehbarkeit der Kammer und damit der Einsatz der vorgesehenen Maschinen für die Bergung (Stapler, Bagger, Teleskoplader) nicht ohne Zusatzmaßnahmen möglich. Je nach Ausmaß der Instabilität der betroffenen Schweben ist eine Rückholung nach dem Konzept der Studie zur Rückholung /DMT 09/ - auch bei einer vollautomatischen Bergung der Abfälle - gänzlich unmöglich oder nur mit zusätzlichen Maßnahmen der Stabilisierung durchführbar.

Sofern eine Stabilisierung der Schweben nicht gegeben ist, sind nach /DMT 09/ eine komplette Verfüllung der Einlagerungskammer mit Sorelbeton oder eine Injektionsverfüllung und anschließend eine Rückholung durch bergmännische Auffahrung durchzuführen. Das bedeutet, dass die Rückholung auch unter diesen Bedingungen prinzipiell technisch machbar wäre. Die dazu erforderlichen technischen Methoden und Prozesse der Rückholung, die sich von dem Vorgehen in /DMT 09/ erheblich unterscheiden, sind jedoch im Hinblick auf die Sicherheitsziele „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ und „Gewährleistung der Standsicherheit“ vor dem Hintergrund des technischen und zeitlichen Aufwandes zu bewerten.

Sofern die Anforderungen an die Stabilität der Tragelemente durch Spannungsmessungen nicht bestätigt werden können, kann die Standsicherheit des betroffenen Rückholbereichs vollständig gefährdet sein. Zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen wären dann im Hinblick auf ihre technische Durchführbarkeit zu prüfen.

Instabile Pfeiler führen zu erheblichen Setzungen im betroffenen Bereich und wirken sich damit auch auf die Instabilität von Schweben aus. Je nach Ausmaß von Pfeilerinstabilitäten ist eine Rückholung nach dem Konzept von /DMT 09/ nicht durchführbar oder nur durch zusätzliche Maßnahmen realisierbar.

Die bei festgestellter Instabilität der Pfeiler ggf. einsetzbaren technischen Methoden einer Stabilisierung sind im Hinblick auf die Erreichbarkeit des Sicherheitsziels „Gewährleistung der Standsicherheit“ und im Hinblick auf die technische Durchführbarkeit zu bewerten.

Sowohl bei zusätzlichen technischen Methoden der Stabilisierung als auch bei erheblich größerem Aufwand für Stabilisierungsarbeiten (Bereisen, Fräsen) können sich durch die notwendige Dauer der Tätigkeiten zusätzliche Aufenthaltszeiten in den Kammern ergeben, die sich auf die Strahlenexposition der Beschäftigten auswirken.

Da davon ausgegangen werden kann, dass Stabilisierungsarbeiten und Arbeiten der Rückholung nicht gleichzeitig durchgeführt werden können und eine Stabilisierung zur Einhaltung der Sicherheitsziele „Gewährleistung der Standsicherheit“ und „Gewährleistung der Arbeitssicherheit“ gegenüber den Rückholarbeiten Vorrang hat, wirken sich zusätzliche Maßnahmen der Stabilisierung auf den insgesamt für die Durchführung der Rückholung veranschlagten Zeitraum aus.

Falls einzelne Einlagerungskammern bzw. Einlagerungsbereiche so instabil sind, dass eine vollständige Bergung aller Abfälle dort nicht möglich ist, so ist das bestehende Konzept einer vollständigen Rückholung aller Abfälle nicht durchführbar. Sollte nur eine Teilmenge der insgesamt eingelagerten Abfälle geborgen werden, erfordert dies eine Betrachtung der Langzeitsicherheit, die als Sicherheitsziel in dieser Studie des Öko-Instituts nicht berücksichtigt ist.

Falls die Voraussetzung 1 nicht erfüllt ist, sind zusätzlich erforderliche Stabilisierungsarbeiten, sofern dadurch Aufenthaltszeiten im Strahlenfeld der Abfälle bestehen, im Hinblick auf das Schutzziel „Begrenzung der Strahlenexposition des Betriebspersonals“ sowie hinsichtlich der technischen Durchführbarkeit und Auswirkungen auf bestehende zeitliche Randbedingungen der Rückholung zu bewerten.

Auswirkungen auf die Stabilität der Pfeiler, die sich durch eine stabilisierende Funktion der Abfälle selbst und deren Verlust bei Bergung der Abfälle ergeben, sind in Kapitel 4.2.1 berücksichtigt.

#### 4.1.2 Zugang zu den Einlagerungskammern

##### Sachstand zum Zugang zu den Einlagerungskammern

Für eine Rückholung von Abfallgebinden aus Einlagerungskammern, in denen die Gebinde verkippt eingelagert wurden, ist die Gewinnung der Abfälle durch einen firstbündigen Zugang vorgesehen /DMT 09/. Dadurch können Arbeiten zur Sicherung der Firste sofort durchgeführt und ein Zusammenfallen der Haufwerke aus Gebinden und Versatz während deren Bergung vermieden werden. Die wenigen firstbündigen Zugänge zu den betroffenen Kammern liegen überwiegend zwischen einzelnen Gewinnungskammern. Aus gebirgsmechanischen Gründen wird in /DMT 09, S. 130/ von einer Reaktivierung vorhandener Durchhiebe zwischen den einzelnen ehemaligen Gewinnungskammern abgeraten und davon ausgegangen, dass für die Rückholung aus Kammern mit verkippt eingelagerten Gebinden die Zugangsstrecken zu den Firstbereichen der betroffenen Kammern neu aufgefahren werden.

##### Voraussetzung zum Zugang zu den Einlagerungskammern

Aus den getroffenen Annahmen in /DMT 09/ zur Notwendigkeit einer firstbündigen Neuauffahrung von Zugängen zu den Kammern mit verkippt eingelagerten Gebinden wird folgende Voraussetzung formuliert:

##### **Voraussetzung 2:**

*Ein sicherer Zugang zu den Einlagerungskammern ist gegeben.*

##### Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Für die Rückholung von Abfällen aus Kammern, in denen verkippt eingelagert wurde, sind im Rahmen der Vorerkundungen geeignete Bereiche für die Auffahrung einer Zugangsstrecke auszuweisen.

Im Rahmen der Faktenerhebung erfolgt die Erkundung der Zugänglichkeiten zur ELK 7/750 über den Querschlag zwischen Abbaukammer 5/750 und ELK 7/750,

obwohl der Querschlag gebirgsmechanisch stark beansprucht ist und wiederholt Abschalungen an Stößen und Firsten entfernt werden mussten /DMT 10/. Nach /DMT 09/ soll die Rückholung jedoch über neu aufzufahrende Strecken mit firstbündigem Zugang zu ELK erfolgen. Dieser Sachverhalt wird in /DMT 10/ nicht diskutiert. Bei Nutzung des vorhandenen Zugangs für eine Rückholung aus Kammer 7/750 wäre der Nachweis zu erbringen, dass über die Dauer der Rückholung der gebirgsmechanische Zustand des Zugangs stabil bleibt.

Für die Überprüfung, ob die Voraussetzung 2 erfüllt ist, sind die durch die Faktenerhebung erzielten Ergebnisse im Hinblick auf folgende Kriterien zu bewerten:

- Vorhandensein von geeigneten Gebirgsbereichen für eine Neuauffahrung eines firstbündigen Zugangs zu den Einlagerungskammern oder
- die gebirgsmechanische Stabilität vorhandener verschlossener firstbündiger Zugänge ist gegeben und wird bei der Aufwältigung des Verschlussbauwerks nicht beeinträchtigt.

### Potenzielle Auswirkungen bei abweichenden Gegebenheiten

Sofern eine firstbündige Auffahrung von Einlagerungskammern mit verkippt eingelagerten Gebinden aufgrund fehlender gebirgsmechanischer Standsicherheit nicht gegeben ist, kann aus den betroffenen Einlagerungskammern eine Rückholung der Abfälle nach dem Konzept aus /DMT 09/ nicht erfolgen. Es ist zu überprüfen, ob die Rückholung der Abfälle aus den betroffenen Einlagerungskammern gegebenenfalls über andere Zugänge, z. B. Auffahrung im Bereich der Sohle oder durch Öffnen vorhandener Verschlussbauwerke, realisierbar ist.

Sofern sich die Notwendigkeit einer Bergung der Abfälle von der Sohle her ergibt, sind die dafür erforderlichen technischen Methoden insbesondere auch zur Sicherung der Firste zu erarbeiten und im Hinblick auf die Durchführbarkeit zu bewerten. Solche Änderungen des Konzeptes zur Rückholung können sich auf das Sicherheitsziel „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ auswirken, da bei einer Sicherung der Firste aus der Position der Sohle von längeren Aufenthaltszeiten des Personals auszugehen ist. Alternative Methoden der Bergung können darüber hinaus zu einem höheren Zeitaufwand für die gesamte Rückholung führen.

Ein firstbündiger Zugang zu Einlagerungskammern mit verkippt eingelagerten Gebinden durch Nutzung bestehender Zugänge, etwa der bestehenden firstbündigen Durchhiebe zu benachbarten Kammern, kann dazu führen, dass der Zeitaufwand für erforderliche Stabilisierungsarbeiten dieser Zugänge die bisherigen Annahmen zum Zeitaufwand der Stabilisierungsarbeiten übersteigt. Daraus können sich Auswirkungen auf das Sicherheitsziel „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ ergeben, falls sich Beschäftigte bei den Sicherungsarbeiten im ungeschützten Strahlenfeld der Abfälle aufhalten. Es können sich zudem Auswirkungen auf die insgesamt für die Rückholung geplante Zeit ergeben.

Falls die Voraussetzung 2 nicht erfüllt ist, ist folgendermaßen vorzugehen: Für den Fall, dass geeignete firstbündige Zugangsbereiche in Einlagerungskammern mit verkippt eingelagerten Gebinden nicht aufgefahren werden können und die vorhandenen firstbündigen Zugänge ebenfalls nicht nutzbar sind, sind alternative technische Methoden der Bergung der Abfälle zu entwickeln und im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf das Sicherheitsziel „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ zu bewerten. Es ist auch zu prüfen, in wie weit sich daraus Rückwirkungen auf die insgesamt für die Rückholung vorgesehene Zeit ergeben.

Für den Fall, dass vorhandene firstbündige Zugänge benutzt werden, sind ggf. erforderliche zusätzliche Maßnahmen der Stabilisierung im Hinblick auf die Auswirkungen auf das Sicherheitsziel „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ zu bewerten. Außerdem sind Auswirkungen auf die insgesamt für die Rückholung vorgesehene Zeit zu berücksichtigen.

Falls ein sicherer Zugang zu einzelne Einlagerungskammern nicht gewährleistet werden kann, so dass nur Teile der Gesamtabfallmenge geborgen werden können, so ist das bestehende Konzept zur Rückholung aller Abfälle nicht durchführbar. Sofern Abfälle in der Asse verbleiben, wäre die Langzeitsicherheit zu betrachten, die in dieser Studie als Sicherheitsziel nicht berücksichtigt ist.

## **4.2 Das Innere der Einlagerungskammern**

Die Voraussetzungen, die bei einer Erkundung des Inneren der Einlagerungskammern zu bestätigen sind, beziehen sich auf die Matrix aus Abfallgebinden, Salzgrus sowie ggf. vorhandene Flüssigkeiten und ihre Eigenschaften. Die Hohlräume der Einlagerungskammern, die nach dem Konzept der Faktenerhebung ebenfalls beprobt werden, werden im Kapitel 4.3 im Zusammenhang mit dem Zustand der Abfallbinde behandelt, da die Gaszusammensetzungen in den Hohlräumen im Wesentlichen durch Freisetzungen aus den Abfallgebinden bestimmt werden.

### **4.2.1 Stabilisierende Eigenschaften der Abfälle und des Kammerversatzes auf die Kammerumgebung**

**Sachstand zu den stabilisierenden Eigenschaften der Abfälle und des Kammerversatzes auf die Kammerumgebung**

In /DMT 09, S. 112/ wird dem Versatz der Lagerkammern bereits als loses Material eine positiv stützende Wirkung auf die Pfeiler zugeschrieben. Daraus ergibt sich die in /DMT 09/ formulierte Anforderung, dass eine Beräumung benachbarter Lagerkammern ausschließlich nacheinander erfolgen kann und wenn die beräumte La-

gerkammer bereits verfüllt ist. Damit sollen negative Einflüsse auf die Standsicherheit verhindert werden.

Eine bedeutend höhere Stabilitätsfunktion ergibt sich, wenn zwischen den eingelagerten Abfällen, dem Versatzmaterial und der Kammerumgebung bereits eine kraftschlüssige Verbindung besteht. Nach /Asse 09/ könnten die in der ELK 7/750 festgestellten erhöhten mikroseismischen Aktivitäten, die durch das Brechen verlorener Betonabschirmungen entstanden sein könnten, darauf hinweisen, dass eine kraftschlüssige Verbindung bereits besteht.

Im Umfeld der ELK 4/750 wurden ebenfalls vermehrt mikroseismische Ereignisse festgestellt. In diesem Fall wird in /DMT 09, S. 113/ jedoch kein Zusammenhang mit Setzungen hergestellt, da die freie Höhe zwischen Abfällen und First nach der Einlagerung etwa 3 m betrug /DMT 09, S. 31/. Daher muss hier eher davon ausgegangen werden, dass die mikroseismischen Ereignisse auf Löserbildungen oder Abschaltungen hinweisen.

Mit Ausnahme der unterschiedlich interpretierten mikroseismischen Aktivitäten existieren derzeit keine konkreten Erkenntnisse über die Festigkeit der Verbindungen zwischen Abfällen, Salzgrus und Kammerumgebung.

### Voraussetzung zu den stabilisierenden Eigenschaften der Abfälle und des Kammerversatzes auf die Kammerumgebung

Die Abfälle und der Salzgrus in den Einlagerungen dürfen im Falle einer Rückholung nur geringfügig zur Stabilität der Kammerumgebung beitragen. Hinweise auf stabilisierende Funktionen der Abfallbinde sollten sich nicht bestätigen.

#### **Voraussetzung 3:**

*Die Leerung der Abfallkammern führt nicht zu einer erheblichen Reduzierung der Stabilität der tragenden Elemente der Kammern.*

### Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Für die Überprüfung, ob die Voraussetzung 3 erfüllt ist, sind die durch die Faktenerhebung erzielten Ergebnisse im Hinblick auf die Stabilität der Kammerumgebung nach den folgenden Kriterien zu bewerten:

- Zwischen Abfällen, Kammerversatz und Kammerumgebung bestehen keine im Hinblick auf die Stabilität der Einlagerungskammer relevanten kraftschlüssigen Verbindungen (vgl. Voraussetzung 9).
- Die Bergung der Abfälle aus der Einlagerungskammer erfordert keine parallel zur Rückholung durchzuführenden Stabilisierungsmaßnahmen.

## Potenzielle Auswirkungen bei abweichenden Gegebenheiten

Wird die formulierte Voraussetzung, dass die Abfälle und der Salzgrus keine zusätzlichen relevanten stabilisierenden Eigenschaften besitzen, bestätigt, so bestehen in dieser Hinsicht keine Auswirkungen auf das Konzept der Rückholung. Insbesondere in vollversetzten Einlagerungskammern kann es jedoch zu einer kraftschlüssigen Verbindung zwischen Abfällen, Kammerversatz und Kammerumgebung gekommen sein. Eine Bergung der Abfälle und des Salzgruses kann dann erhebliche Auswirkungen auf das Sicherheitsziel „Gewährleistung der Standsicherheit“ haben, da die zu bergenden Abfälle und der Salzgrus die Kammerumgebung stabilisieren.

Sofern die Bergung in einem solchen Fall noch technisch durchführbar ist, sind für die zu treffenden Sicherungsmaßnahmen, die parallel zur Bergung durchzuführen wären, geeignete technische Methoden zu entwickeln und im Hinblick auf die Durchführbarkeit zu überprüfen. Arbeiten der Stabilisierung, beispielsweise parallel oder abwechselnd nacheinander durchzuführende Teilräumungs- und Teilversatzarbeiten, würden zu zusätzlichen Aufenthaltszeiten von Betriebspersonal in den noch teilweise gefüllten Einlagerungskammern führen. Damit bestünden Auswirkungen auf das Sicherheitsziel „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“.

Sofern die Abfälle und der Salzgrus derart stabilisierend auf eine betroffene Einlagerungskammer wirken, dass unter Beachtung der Standsicherheit nur eine Teilbergung erfolgen kann, wäre das bestehende Konzept zur Rückholung aller Abfälle nicht durchführbar. In einem solchen Fall wären radiologische Sanierungsziele für die Rückholung der Abfälle aus der betroffenen Kammer und geeignete Abbruchkriterien zu entwickeln. Die Abbruchkriterien würden sicherstellen, dass nur soviel Abfall und Salzgrus geborgen wird, dass die Standsicherheit der betroffenen Einlagerungskammer noch erhalten bleibt. Falls nur eine Teilrückholung von Abfällen möglich ist, ist in jedem Fall eine Betrachtung der Langzeitsicherheit für die verbleibenden Abfälle erforderlich, die als Sicherheitsziel in dieser Studie des Öko-Instituts nicht berücksichtigt ist (vgl. Ausführungen in Kapitel 3).

Einlagerungskammern, in denen zum Erhalt der Standsicherheit abwechselnd Maßnahmen der Teilentleerung und Maßnahmen der Verfüllung durchzuführen wären, könnten aufgrund der störenden Strahlung der noch in der Einlagerungskammer vorhandenen Abfälle nicht freigemessen werden.

Zusätzliche Stabilisierungsarbeiten parallel zur Räumung einer Einlagerungskammer wirken sich in jedem Fall auf die insgesamt für die Rückholung veranschlagten Zeiträume aus.

Falls die Voraussetzung 3 nicht erfüllt ist, sind in Fällen, in denen die Matrix aus Abfällen und Versatz eine stabilisierende Wirkung für die Kammerumgebung hat, alternative Methoden der Bergung zu erarbeiten und im Hinblick auf Auswirkungen auf das Sicherheitsziel „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ zu

bewerten. Es können sich dabei Auswirkungen auf die insgesamt für die Rückholung vorgesehene Zeitspanne ergeben.

Sofern in einer Einlagerungskammer aus Gründen der Standsicherheit nur eine Teilbergung der Abfälle möglich ist, so ist das bestehende Konzept zur Rückholung aller Abfälle aus der Asse nicht durchführbar. In einem solchen Falle wären in einem geänderten Konzept für die betroffene Einlagerungskammer radiologische Sanierungsziele sowie konzeptionell Abbruchkriterien im Hinblick auf die Stabilität der Kammerumgebung zu erarbeiten. Verbleiben radioaktive Abfälle in der Asse, so ist die Langzeitsicherheit zu betrachten, die als Sicherheitsziel in dieser Studie des Öko-Instituts nicht berücksichtigt ist.

Die durch eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Abfällen, Kammerversatz und Kammerumgebung bestehenden Auswirkungen auf die Bergung der Abfälle sowie weitere in diesem Zusammenhang bestehende Auswirkungen sind in den Kapiteln 4.3.1 und 4.3.5 berücksichtigt.

#### 4.2.2 Lösungszutritte in die Einlagerungskammern

##### Sachstand zu Erkenntnissen über Lösungszutritte in die Einlagerungskammern

In /DMT 09/ wird davon ausgegangen, dass die Zuflussmengen in die Asse beherrschbar bleiben und die Flüssigkeiten weitgehend vor Erreichen der 750-m-Sohle gesammelt werden. Das Rückholungskonzept in /DMT 09/ berücksichtigt keine wesentlichen Veränderungen der Lösungszutritte im Hinblick auf die Zutrittsorte, die Zutrittsmengen, die radiologischen Eigenschaften und die Salzzusammensetzung.

Der Zustand der einzelnen Lagerkammern wird im Hinblick auf vorhandene Salzlösungen in /DMT 09/ unterschiedlich bewertet. In den ELK 1/750, 2/750, 4/750, 6/750, 8/750, 10/750 und 12/750 werden Salzlösungen und feuchte Salzgesteine erwartet /DMT 09, S. 113/. Zu den ELK 1/750, 2/750 und 12/750 existieren keine Erkenntnisse über Wegsamkeiten in ihrer Umgebung, da diese Kammern weder unter- noch überbaut sind. Zu den ELK 2/750 Na<sub>2</sub> und 7/725 Na<sub>2</sub> liegen keine Erkenntnisse über Lösungszutritte vor /DMT 09, S. 114/.

Lösungszutritte in Einlagerungskammern weisen stets auf bestehende Durchfeuchtungen der Umgebung der Einlagerungskammer hin. Dabei kann es sich um lokale oder ausgebreitete Durchfeuchtungen handeln, die je nach Ausmaß auf die Kammerumgebung destabilisierend wirken. Hierzu liegen derzeit keine näheren Erkenntnisse vor.

Lösungsvorkommen können innerhalb der Einlagerungskammern sowohl im Hinblick auf das Ausmaß der Durchfeuchtung als auch im Hinblick auf die Verteilung feuchter und trockener Bereiche unterschiedliche Auswirkungen aufweisen. Darüber

hinaus können Lösungszutritte vorübergehend erfolgt sein oder kontinuierlich erfolgen. Derzeit liegen weder nähere Erkenntnisse zu vorhandenen Lösungszutritten in Einlagerungskammern noch zur Charakteristik von Lösungszutritten und ihrer Ausbreitung im Kammerinneren vor.

### Voraussetzung hinsichtlich Lösungszutritten in die Einlagerungskammern

Lösungszutritte in Einlagerungskammern dürfen lediglich begrenzt auftreten und im Hinblick auf ihre unterschiedlichen Auswirkungen die Durchführung der Rückholung nicht gefährden.

#### **Voraussetzung 4:**

*Lösungszutritte in die Einlagerungskammern sind begrenzt und gefährden nicht die Durchführung der Rückholung.*

### Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Aufgrund der unterschiedlichen Auswirkungen von Lösungszutritten auf Einzelfragen der Rückholung der Abfälle aus den betroffenen Einlagerungskammern sind für die Bewertung der Ergebnisse Kriterien zu berücksichtigen, die die Handhabbarkeit der Gebinde und des Salzgruses, die Notwendigkeit eines Lösungsmanagements und die Standsicherheit der Umgebung der Einlagerungskammern betreffen.

Fragen zur Standsicherheit der Umgebung der Einlagerungskammern sind grundsätzlich über die in Kapitel 4.1 entwickelten Kriterien berücksichtigt. Vorhandene Lösungszutritte in die Einlagerungskammern weisen jedoch immer auf Durchfeuchtungen der Umgebung der Einlagerungskammer über die jeweilige Zutrittsstelle hin, die bei der Untersuchung der Umgebung der Einlagerungskammer möglicherweise nicht erkannt wurden und im Hinblick auf Lokalisation der Lösungszutritte und die Ausdehnung einer Durchfeuchtung näher zu erkunden sind.

Für die Überprüfung, ob die Voraussetzung 4 erfüllt ist, sind die durch die Faktenerhebung erzielten Ergebnisse im Hinblick auf folgende Kriterien zu bewerten:

- Abwesenheit von Lösungen in den Einlagerungskammern oder die vorhandenen Lösungsmengen sind gering.
- Es ergeben sich keine Hinweise auf kontinuierlich zulaufende Lösungen, die ein Lösungsmanagement parallel zu den Rückholungsprozessen erfordern.
- Die in der Einlagerungskammer vorhandenen Lösungen haben im Hinblick auf eine daraus resultierende Entfestigung der Umgebung der Kammer keine Auswirkung (vgl. Voraussetzung 1).

- Die in der Einlagerungskammer vorhandenen Lösungen haben auf den Gebindezustand und die Handhabbarkeit der Gebinde keine negativen Auswirkungen.
- Die in den Einlagerungskammern ggf. vorhandenen Flüssigkeiten führen nicht zur Kontamination von Salzgrus und dem Austrag von radioaktiven Stoffen in das umgebende Salzgestein (vgl. Voraussetzung 9).

## Potenzielle Auswirkungen bei abweichenden Gegebenheiten

Lösungszutritte in die Einlagerungskammern können sich durch Durchfeuchtung der Umgebung der Einlagerungskammern auf die Standsicherheit der Umgebung der Einlagerungskammern ausgewirkt haben. Diese Aspekte sind in Kapitel 4.1.1 berücksichtigt.

Lösungszutritte in die Einlagerungskammern können sich unterschiedlich auf die Handhabbarkeit der Gebinde und auf die Durchführung einer Bergung der Abfälle auswirken:

- Durch fortgeschrittene Korrosion können Gebinde derart und in großer Menge beschädigt sein, dass die Bergung mit den geplanten technischen Methoden nicht durchführbar ist.
- Lösungszutritte können eine vorübergehende Wasserhaltung zur Entfernung dieser Flüssigkeiten vor dem Öffnen der Einlagerungskammern erfordern; um sicherzustellen, dass es nicht zu Freisetzungen kontaminierter Flüssigkeit in das Grubengebäude bei Öffnung der Einlagerungskammer kommt.
- Lösungszutritte können zudem zur Vermeidung unkontrollierter Freisetzungen eine kontinuierliche Lösungshaltung während der Bergung erfordern.

Die genannten potenziellen Folgen von Lösungszutritten können dazu führen, dass die geplanten technischen Methoden der Bergung nicht durchführbar sind und Alternativen zu entwickeln sind. Dabei kann es auch erforderlich sein, dass zusätzlich zu neu zu entwickelnden Bergungsmethoden auch Methoden des Lösungsmanagements innerhalb der Einlagerungskammern zu entwickeln sind. Dabei ist auch entscheidend, ob und in welchem Maße die auftretenden Lösungen kontaminiert sind. Solche Gegebenheiten führen zwangsläufig zu zusätzlichen Aufenthaltszeiten von Personen in den Einlagerungskammern durch längere Bergungsprozesse oder durch zusätzliche Arbeiten zum Umgang mit darin vorhandenen Lösungen. Somit ist eine Bewertung der insgesamt bestehenden Auswirkungen auf das Sicherheitsziel „Begrenzung die Strahlenexposition der Beschäftigten“ erforderlich. Falls keine anderen technischen Methoden entwickelt werden können, mit denen die Rückholung erfolgen kann, muss die Rückholung abgebrochen werden.

Lösungszutritte in die Einlagerungskammern können zudem zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Kammerumgebung (Sohle, Stöße, Pfeiler) geführt

haben, da Lösungen einerseits korrodierend wirken und andererseits die Ausbreitung freigesetzter radioaktiver Stoffe über Flüssigkeiten erfolgt. Dieser Aspekt wirkt sich auf die Menge und die Kontamination des zu bergenden Salzgruses aus und ist in Kapitel 4.3.5 berücksichtigt.

Darüber hinaus können sich Lösungszutritte in die Einlagerungskammern auf die insgesamt für die Rückholung der Abfälle aus der Asse vorgesehene Zeit auswirken.

Falls Lösungszutritte in einzelne Einlagerungskammern die Bergung der Abfälle aus dieser Kammern verhindern und damit nur eine Teilrückholung möglich ist, so ist das bestehende Konzept zur vollständigen Rückholung aller Abfälle nicht durchführbar. In einem geänderten Konzept wäre insbesondere die Langzeitsicherheit für verbleibende radioaktive Abfälle in der Asse zu betrachten, die in dieser Studie des Öko-Instituts als Sicherheitsziel nicht berücksichtigt ist.

Sofern die Voraussetzung 4 nicht bestätigt werden kann, ist die Rückholbarkeit der Abfälle aus der betroffenen Einlagerungskammer im Hinblick auf die dafür erforderlichen alternativen technischen Methoden und deren Auswirkungen auf die Strahlenexposition der Beschäftigten zu bewerten. Darüber sind die Auswirkungen auf den insgesamt für eine Rückholung vorgesehenen Zeitraum zu bewerten.

## **4.3 Abfallgebinde und Versatz**

### **4.3.1 Zustand der Abfallgebinde und mechanische Wechselwirkungen zwischen Gebinden und Salzversatz**

Sachstand zu Erkenntnissen über den Zustand der Abfallgebinde und die mechanischen Wechselwirkungen zwischen Gebinden und Salzversatz

In /DMT 09, S. 118/ und /BfS o.J., S. 95/ wird davon ausgegangen, dass die Gebinde mit handelsüblichen Geräten wie Baggern, Teleskopladern oder Staplern geborgen werden können. Gegebenenfalls sind Hammer- und Fräswerke über Schnellwechseleinrichtungen an die Bagger anzubringen und einzusetzen /DMT 09, S. 118/. In /BfS o.J., S. 95/ wird im Gegensatz dazu von einem gewissen Bedarf an Forschung und Entwicklung von Maschinen und Geräten ausgegangen. Dabei wird jedoch relativiert, dass für die Forschung und Entwicklung der notwendigen Maschinen kein beträchtlicher Zeitaufwand benötigt wird.

Der Einsatz der in /DMT 09/ beschriebenen Geräte setzt voraus, dass die Gebinde während der Bergung überwiegend nicht zerstört werden und im Wesentlichen als Ganzes inklusive Inhalt gewonnen werden. Im Optionenvergleich wird davon ausgegangen, dass 10 % der Abfallgebinde beschädigt sind /BfS o.J., S. 21/.

Die Strahlenexposition des mit der Bergung beschäftigten Personals ergibt sich aus der Dosisleistung, dem Abstand, der Abschirmung (soweit vorhanden) und der Aufenthaltszeit. Zu den Handhabungen der Gebinde während einer Rückholung werden folgende Randbedingungen in /DMT 09/ gesetzt:

- Für Berechnungen zur Freisetzung in den Rückholbereich wurde davon ausgegangen, dass während der Rückholung aus 1 % der VBA und aus 50 % der nVBA Freisetzungen erfolgen /DMT 09, S. 263/. Die Freisetzungsanteile wurden analog zur Systemanalyse Konrad und dem Verfahren zum Endlager ERAM berechnet und betragen für Partikel > 10 bis 70  $\mu\text{m}$  0,029 und für Partikel <10  $\mu\text{m}$  0,0024. Die aus diesen Angaben für die Bergung in den Rückholbereich freigesetzte Aktivität liegt für alle Nuklide im Bereich von etwa 4 Größenordnungen unter dem eingelagerten Aktivitätsinventar /DMT 09, S. 267/.
- Das Greifen eines VBA und Verladen auf ein Transportfahrzeug wird mit einem Zeitbedarf von 5 Minuten veranschlagt. Für nVBA in Form von 200- und 400-l-Fässern wird in /DMT 09, S. 191/ für diese Tätigkeiten ein Zeitbedarf von 3 Minuten pro Fass angesetzt. Diese Zeitbedarfe sind laut /BfS o.J., S. 121 u. 128/ zu knapp bemessen. Es wird ein pauschaler Korrekturfaktor von 1,25 angenommen.
- Für das Lösen des Versatzes um die Gebinde herum wird ein Zeitbedarf von 10 min/m<sup>3</sup> aufzunehmendem Salzgrus angenommen. Auch hier ist nach /BfS o.J./ eine Anpassung des Zeitbedarfs mittels des Korrekturfaktors von 1,25 notwendig.
- Die höchste mittlere Dosisleistung in einem Abstand von 3 m zu den Gebinden, der als wichtige Größe für die Ermittlung der Strahlenexposition der Beschäftigten bei Tätigkeiten in den Einlagerungskammern angenommen wird, besteht beim Bergen der VBA-Gebinde in ELK 7/750. Dem liegt die Annahme zu Grunde, dass 70 % der verkippt eingelagerten Gebinde unter manueller Bedienung der Maschinen geborgen werden müssen /DMT 09, S. 285/.

Nach /BfS o.J., S. 20/ wurde die Strahlenexposition in /DMT 09/ ausschließlich über die Gammastrahlung berechnet. Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Berechnung der Strahlenexposition generell auch die Inkorporation berücksichtigt werden muss, da im Vergleich zur externen Exposition jedoch gering ist /BfS o.J., S. 20/.

Es wird in /DMT 09, S. 145/ darauf hingewiesen, dass mittels Kamerabefahrungen der Zustand der Gebinde vor einer Rückholung festzustellen ist und in Abhängigkeit von den Ergebnissen Detailplanungen für die Gewinnung der Gebinde erforderlich sind. Gleichlautende Aussagen sind in /BfS o.J., S. 95/ enthalten. Dort wird darauf hingewiesen, dass für eine optimale Herangehensweise bei der Bergung der Abfälle Handhabungsversuche vorgesehen sind.

Zu den mechanischen Wechselwirkungen zwischen den Gebinden und dem Salzversatz in den Einlagerungskammern liegen derzeit keine Erkenntnisse vor. Die festgestellten erhöhten mikroseismischen Aktivitäten in der ELK 7/750 werden auf das Brechen verlorener Betonabschirmungen zurückgeführt /Asse 09/. Ein Nachweis dazu liegt jedoch nicht vor. Die Konvergenzeigenschaften des Salzes lassen aber darauf schließen, dass die mechanischen Wechselwirkungen zwischen Versatz und Gebinden seit Abschluss der Versatarbeiten zunehmen.

### Voraussetzung zur Rückholung hinsichtlich des Zustandes der Gebinde und der mechanischen Wechselwirkung zwischen Gebinden und Salzversatz

Der Gebindezustand, der aus unterschiedlichen Gründen beeinträchtigt sein kann, muss für eine Rückholung das Bergen der Abfälle nach den vorgesehenen technischen Methoden sowie nach den getroffenen Annahmen zu Handhabungszeiten ermöglichen. Diese Voraussetzungen dürfen durch die derzeit unbekanntem mechanischen Wechselwirkungen zwischen Gebinden und Salzversatz nicht beeinträchtigt sein.

#### **Voraussetzung 5:**

*Die Gebinde sind mit den vorgesehenen Techniken handhabbar.*

### Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Für die Überprüfung, ob die Voraussetzung 5 erfüllt ist, sind die durch die Faktenerhebung erzielten Ergebnisse zum Zustand der Gebinde im Hinblick auf folgende Kriterien zu bewerten:

- Der Gebindezustand sowie die mechanischen Wechselwirkungen zwischen Salzversatz und Gebinden erlauben das Lösen und Gewinnen der Gebinde überwiegend mit herkömmlichen Maschinen wie Bagger, Teleskoplader oder Stapler.
- Die Annahmen zum prozentualen Anteil beschädigter Abfallgebände bestätigen sich oder werden unterschritten (vgl. Voraussetzung 7).
- Die Annahmen zum zeitlichen Aufwand der Handhabungsvorgänge bestätigen sich.
- Es besteht kein Bedarf an Neuentwicklungen von alternativen Techniken und Methoden.
- Die Annahmen zur Freisetzung in den Rückholbereich werden bestätigt (vgl. Voraussetzung 7).

## Potenzielle Auswirkungen bei abweichenden Gegebenheiten

Derzeit existieren keine quantitativ messbaren Kriterien für den Gebindezustand etwa im Hinblick auf die noch bestehende Materialstärke, die mechanische Belastbarkeit oder hinsichtlich des Ausmaßes und der Anzahl an Gebindebeschädigungen, die bei einer Rückholung hingenommen werden können, ohne dass dabei relevante Auswirkungen auf die für die Rückholung vorgesehenen technischen Methoden und angenommenen Zeiten der Bergung bestehen. Gleiches gilt für die mechanischen Wechselwirkungen zwischen Gebinden und Salzversatz, die den derzeit bestehenden Gebindezustand teilweise bedingen.

Potenzielle Ursachen für Gebindebeschädigungen sind Korrosionen durch Salzlösungen und mechanische Belastungen. Beschädigungen durch mechanische Belastungen können bereits während der Einlagerung bei der Handhabung der Gebinde entstanden sein. Während der Einlagerungszeit können mechanische Belastungen auf Gebinde durch ggf. vorhandene Druckentwicklung im Inneren der Gebinde, Auflast durch darüber lagernde Gebinde und darüber lagernden Versatz, Löserfälle und Gebirgsdruck gewirkt haben. Im Rahmen der Rückholung entstehen mechanische Belastungen während der Bergarbeiten durch den Druck der Maschinen beim Herauslösen der Gebinde aus dem Versatz, beim Greifen und beim Verladen sowie ggf. beim Herabfallen gegriffener Gebinde.

Die für die Bergung vorgesehenen Geräte sowie die angenommenen Zeiten für die Bergung implizieren, dass die Gebinde bis zu einem gewissen Grad und in ausreichender Häufigkeit intakt geborgen werden können. Abweichungen davon, beispielsweise durch Schwierigkeiten beim Herauslösen der Gebinde aus verfestigtem Salzgrus oder häufiges Zerbrechen von Gebinden, können den Prozess der Gebindebergung verzögern. Es entstehen nicht nur längere Bergezeiten, sondern auch zusätzliche Bergezeiten für die Aufnahme der Abfälle als Schüttgut, nachdem Zeit für eine vergebliche Bergung als intaktes Gebinde bereits aufgewendet wurde. Schwierigkeiten der Bergung wirken sich dabei vor allem auf die Aufenthaltszeit des Personals in den Einlagerungskammern aus, das sich zwar abgeschirmt aber dennoch relevant exponiert in den Bergemaschinen aufhält. Jegliche Schwierigkeiten bei der Bergung und damit verbundene Zeitverzögerungen sind daher im Hinblick auf das Sicherheitsziel „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ zu bewerten.

Sofern die vorgesehenen technischen Methoden der Bergung nicht einsetzbar sind, müssen ggf. andere technische Methoden etwa das Herausfräsen der Abfälle aus der aus Gebinden und Versatz bestehenden Matrix entwickelt werden. Solche alternativen Methoden sind im Hinblick auf die damit verbundene Strahlenexposition der Beschäftigten und auf die angenommenen Zeiten für eine Rückholung zu bewerten. Dabei ist zu überlegen, inwiefern die Rückholung vollautomatisch ferngesteuert erfolgen kann. Aber auch bei einer vollautomatischen Vorgehensweise des Gewinnes und Sicherns kann für Sonderarbeiten auf Personal in den Einlagerungskammern

nicht verzichtet werden /BfS o.J., S. 95/. Ergibt sich insgesamt eine zu hohe Strahlenexposition der Beschäftigten, dann ist das Rückholkonzept nicht durchführbar.

Das Zerbrechen von Gebinden oder gar die Erfordernis der bergmännischen Gewinnung der Abfälle durch Fräsen führen zu Freisetzungen von Aerosolen, radioaktiven Feststoffen und ggf. in den Gebinden vorhandenen radioaktiven Flüssigkeiten und Gasen.

Freisetzungen von Aerosolen und Gasen erfordern die Rückhaltung durch Filterung. Sofern dadurch die Annahmen zu Freisetzungen in den Rückholbereich überschritten werden können und diese Überschreitungen nicht durch zusätzliche Auslegungen der Filteranlage kompensiert werden können, kann sich dies auf die Strahlenexposition der Bevölkerung und der Beschäftigten während der Rückholung auswirken. Darüber hinaus können sich höhere Strahlenexpositionen der Beschäftigten daraus ergeben, dass Arbeiten zur Wartung der Filter in den Einlagerungskammern aufgrund höherer Freisetzungen häufiger, als im Konzept zur Rückholung zugrunde gelegt, durchzuführen sind.

Darüber hinaus bestimmen die Freisetzungen in den Rückholbereich den Aufwand für Maßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen beim Ausschleusen von Bergemaschinen aus dem Rückholbereich in den Wartungsbereich sowie bei der Ausschleusung von Gebinden aus dem Rückholbereich. Ein erheblicher zusätzlicher Aufwand für Maßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen kann sich u. U. auf die Strahlenexposition der Beschäftigten auswirken.

Während der Gebindehandhabung freigesetzte Flüssigkeiten und Feststoffe können sich in Abhängigkeit von vorhandenen Salzlösungen in die Umgebung der Einlagerungskammer ausbreiten. Dadurch kann die Menge an Salzgrus, die im Rahmen der Dekontamination einer Einlagerungskammer zu bergen ist, größer sein als erwartet. Dies wirkt sich auf die Zeitannahmen zur Bergung und damit auf die Strahlenexposition des mit der Bergung beschäftigten Personals aus.

Alle Störungen der Bergung durch den Gebindezustand oder durch zusätzliche Arbeiten, wie häufige Wartungen der Filteranlagen, wirken sich auf die insgesamt für eine Rückholung vorgesehene Zeit auf.

Falls die oben diskutierten Auswirkungen dazu führen, dass eine vollständige Bergung aller Abfälle nicht möglich ist, so ist das bestehende Konzept einer vollständigen Rückholung aller Abfälle nicht durchführbar. Sollte nur eine Teilmenge der insgesamt eingelagerten Abfälle geborgen werden, erfordert dies eine Betrachtung der

Langzeitsicherheit, die als Sicherheitsziel in dieser Studie des Öko-Instituts nicht berücksichtigt ist.

Sofern die Voraussetzung 5 nicht bestätigt werden kann, ist die Rückholbarkeit der Abfälle aus der betroffenen Einlagerungskammer im Hinblick auf ggf. erforderliche alternative technische Methoden der Bergung der Gebinde zu betrachten. Alternative technische Methoden der Bergung oder zeitliche Verzögerungen der Maßnahmen der Bergung sind im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Sicherheitsziele „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ und „Schutz der Bevölkerung“ sowie auf den insgesamt für eine Rückholung vorgesehenen Zeitraum zu bewerten.

### 4.3.2 Radiologische Eigenschaften der Abfallgebände und Inventar der Einlagerungskammern

#### Sachstand zu den Erkenntnissen über die radiologischen Eigenschaften der Abfallgebände

In der Datenbank ASSEKAT ist das in die Kammern eingelagerte Aktivitätsinventar nuklidspezifisch für VBA und nVBA chargenweise erfasst. Die Angaben der ASSEKAT-Datenbank sind die Grundlage für die Ausgangsquelle zur Ermittlung der Strahlenexposition durch radiologisch relevante Störfälle und für die Ermittlung der Strahlenexposition durch Ableitungen.

Die in der Studie zur Rückholung /DMT 09/ betrachteten radiologisch relevanten Störfälle sind untertägige und übertägige Gebindeabstürze von noch nicht endlagergerecht verpackten Gebinden. In /BfS o.J., S. 35/ werden ergänzend dazu als mögliches Störfallszenario noch Transportunfälle genannt. Da die Aktivität einzelner Gebinde nicht in der ASSEKAT-Datenbank erfasst ist, wurde für das den Störfallbetrachtungen zu Grunde zu legende Gebindeinventar eine mittlere Aktivität aus der Gesamtaktivität der jeweiligen Charge und der Gebindezahl berechnet /DMT 09, S. 300/. Aus allen eingelagerten Chargen wurden die 10 Chargen bestimmt, die die Gebinde mit der höchsten mittleren Aktivität pro Charge enthalten (Alphastrahler und Beta/Gammastahler). Das Aktivitätsinventar dieser Gebinde ging in die Berechnungen der Strahlenexposition durch radiologisch relevante Störfälle ein.

Für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung wurde auf der Basis der ASSEKAT-Datenbank der Quellterm bestimmt, der unter Berücksichtigung einer Freisetzungsrates und unter Berücksichtigung der Rückhaltung durch Filter in die Umgebung abgeleitet wird. Die Daten für die ELK 7/750 /DMT 09, S. 265/ und die ELK 1/750 dienen der abdeckenden Berechnung.

Hinsichtlich dem in die Asse eingelagerten Nuklidinventar bestehen jedoch zahlreiche Hinweise darauf, dass das eingelagerte Inventar größer ist als bisher dokumen-

tiert /BfS o.J., S. 197/, /ESK 09/, /Gel 09/. Für Tritium und Plutonium haben sich diese Hinweise bereits bestätigt.

Auf die Aktivität einzelner Gebinde kann durch vorhandene Unterlagen nicht geschlossen werden, da einerseits in der ASSEKAT-Datenbank lediglich Chargen und die Anzahl der Gebinde pro Charge erfasst wurde und andererseits die Kennzeichnungen auf den Gebinde selbst bei einer Rückholung voraussichtlich nicht mehr entzifferbar sind. Die Aktivität einzelner Gebinde kann daher nur durch Messungen ermittelt werden.

### Voraussetzung zur Rückholung hinsichtlich der radiologischen Eigenschaften der Abfallgebände

Mit Blick auf die bestehenden Unsicherheiten hinsichtlich des Aktivitätsinventars in der Asse sowie des Aktivitätsinventars in einzelnen Gebinden und dessen Auswirkung auf die berechnete Strahlenexposition der Bevölkerung (im Normalbetrieb und als Folge von Störfällen) ist durch die Ergebnisse der Faktenerhebung sicherzustellen, dass die Rückholung gemäß den Annahmen des bestehenden Konzeptes durchführbar ist.

#### **Voraussetzung 6:**

*Abweichungen des Aktivitätsinventars von den Annahmen sind so gering, dass sich daraus keine relevanten Auswirkungen auf die gemäß dem vorgesehenen Rückholkonzept anzunehmende Strahlenexposition ergeben.*

### Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Für die Überprüfung der Voraussetzung 6 ist die tatsächliche Kenntnis über den Nuklidvektor der jeweiligen Einlagerungskammern und die Kenntnis über die Bandbreite der Gesamtaktivität in einzelnen Gebinden erforderlich. Hierzu sind im Rahmen der Faktenerhebung zur Rückholung Beprobungen eingelagerter Gebinde erforderlich. In den bisher vorliegenden Planungen für die Faktenerhebung gibt es jedoch noch keine Ausführungen über solche Beprobungen.

Für die zu entnehmenden Proben kann im Rahmen der Faktenerhebung nicht die Anforderung der Repräsentativität gestellt werden, da es sich um eine Erkundung handelt. Jedoch sollte gerade im Hinblick auf die Überprüfung der ASSEKAT-Datenbank eine große Anzahl von Messungen durchgeführt werden, damit die dem Rückholkonzept zu Grunde liegenden Annahmen hinsichtlich des Inventars möglichst weitgehend überprüft werden können.

Die radiologische Beprobung der Kammeratmosphäre, vorhandener Flüssigkeiten und des Salzgruses liefert lediglich ein eingeschränktes Bild, da das Ausmaß der Freisetzungen aus den Gebinden nicht bekannt ist (vgl. Kapitel 4.3.3).

Für die Überprüfung, ob die Voraussetzung 6 erfüllt ist, sind die durch die Faktenerhebung erzielten Ergebnisse zu den radiologischen Eigenschaften der Abfallgebände und zum Inventar der Einlagerungskammern im Hinblick auf folgende Kriterien zu bewerten:

- Die Angaben der ASSEKAT-Datenbank bestätigen sich
- oder Abweichungen von den Angaben der ASSEKAT-Datenbank wirken sich nicht auf die Einhaltung der Dosisgrenzwerte zum Schutz der Bevölkerung, zur Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten und zur Begrenzung der Strahlenexposition als Folge von Störfällen aus.

### Potenzielle Auswirkungen bei abweichenden Gegebenheiten

Sofern die Aktivität der zurückzuholenden Gebände einem gemittelten Nuklidvektor für VBA und nVBA der jeweiligen Einlagerungskammer nicht entspricht, sind die Randbedingungen für die in /DMT 09/ abgeschätzten radiologischen Auswirkungen nicht gegeben. Sollten sich Hinweise darauf ergeben, dass das Inventar einzelner Gebände größer ist als in /DMT 09/ angenommen, so ergeben sich daraus Auswirkungen auf das Sicherheitsziel „Begrenzung der Strahlenexposition als Folge von Störfällen“.

Neben dem Gebändezustand und der Handhabbarkeit der Gebände bestimmt das Inventar einzelner Einlagerungskammern den in den Rückholbereich freisetzbaren Quellterm. Durch die Filteranlage in der Asse und durch Maßnahmen des Aktivitätseinschlusses wird eine Freisetzung der Aktivität im Rückholbereich in die Umwelt weitgehend vermieden. Tritium und Kohlenstoff-14 werden jedoch nicht zurückgehalten. Eine vollständige Rückhaltung aller aerosolgebundenen Radionuklide ist aufgrund der technisch begrenzten Effektivität der Filteranlage (Vorfilter-Effektivität 99%, Schwebstofffilter-Effektivität 99,995 %) nicht möglich, sodass für die Rückholung relevante Strahlenexpositionen von Personen der Bevölkerung durch Freisetzungen gegeben sind, die in der Studie zur Machbarkeit Rückholung /DMT 09/ abgeschätzt wurden. Im Rahmen der Faktenerhebung festgestellte Abweichungen des Inventars in einzelnen Einlagerungskammern würden sich somit auf die Abschätzungen zur Strahlenexposition der Bevölkerung aus Ableitungen auswirken (Sicherheitsziel „Schutz der Bevölkerung“).

Falls die oben genannten Betrachtungen dazu führen, dass eine vollständige Bergung aller Abfälle nicht möglich ist, so ist das bestehende Konzept einer vollständigen Rückholung aller Abfälle nicht durchführbar. Sollte nur eine Teilmenge der insgesamt eingelagerten Abfälle geborgen werden, erfordert dies eine Betrachtung der Langzeitsicherheit, die als Sicherheitsziel in dieser Studie des Öko-Instituts nicht berücksichtigt ist.

Sofern die Voraussetzung 6 nicht bestätigt werden kann, sind die erzielten Ergebnisse der Faktenerhebung im Hinblick auf Auswirkungen auf die angenommene

potenzielle Strahlenexposition der Bevölkerung durch radiologisch relevante Störfälle und auf die angenommene Strahlenexposition der Bevölkerung durch Ableitungen bei einer Rückholung zu bewerten.

### 4.3.3 Freisetzbarkeit

#### Sachstand hinsichtlich der Freisetzbarkeit von Radionukliden bei einer Rückholung

Die Machbarkeitsstudie zur Rückholung /DMT 09/ unterscheidet zwischen insgesamt vier Gebinde- bzw. Abfallarten: intakte oder beschädigte Verlorene Betonabschirmungen (VBA), handhabbare Gebinde ohne Verlorene Betonabschirmungen (nVBA) als Einzelgebäude, zerstörte nVBA und Salzgrus. Für VBA wird davon ausgegangen, dass der überwiegende Anteil dieser Gebinde handhabbar ist, sodass die Betonummantelungen zwar Risse haben können, aber nicht auseinandergebrochen sind /DMT 09, S. 179/.

Für das in der ASSEKAT-Datenbank dokumentierte Inventar der eingelagerten Chargen wurde in /DMT 09/ für jede Einlagerungskammer ein Anteil berechnet, der bei der Rückholung in den Rückholbereich freigesetzt wird. Dabei wurde davon ausgegangen, dass während der Rückholung aus 1 % der VBA und aus 50 % der nVBA Freisetzungen erfolgen /DMT 09, S. 263/. Die Randbedingungen und Annahmen zur Freisetzung basieren auf Daten zur Freisetzung bei Behälterabstürzen aus der Systemanalyse Konrad und dem Stilllegungsverfahren des ERAM /DMT 09, S. 296/. Dabei wurde bei nicht störfallfesten Behältern nicht von der Barrierequalität des Behälters Kredit genommen. Die angenommenen Freisetzungsanteile betragen für Partikel > 10 bis 70 µm 0,029 und für Partikel <10 µm 0,0024 /DMT 09, S. 264/. Die für die Bergung in den Rückholbereich freigesetzte Aktivität ist für die einzelnen Nuklide im Bereich um etwa 4 Größenordnungen geringer als das eingelagerte Aktivitätsinventar /DMT 09, S. 267/.

#### Voraussetzung zur Rückholung hinsichtlich der radiologischen Eigenschaften der Abfallgebäude

Die Freisetzbarkeit von Radionukliden darf sich nicht über Auswirkungen auf die Sicherheitsziele „Schutz der Bevölkerung“ und „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ auf die Realisierbarkeit des Rückholkonzeptes auswirken.

#### **Voraussetzung 7:**

*Freisetzungen aus den Abfallgebänden sind so gering, dass sich daraus keine relevanten Auswirkungen auf die gemäß dem vorgesehenen Rückholkonzept anzunehmende Strahlenexposition ergeben.*

## Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Die Freisetzung in den Rückholbereich hängt vom Zustand der Abfälle, von der Gebindebeschaffenheit, von bereits bestehenden Freisetzungen durch Gebindeschäden, von der Freisetzungsrate bei der Handhabung sowie von Vorgängen der Staubaufwirbelung und des Staubniederschlags (Feuchtigkeit) ab.

Die Messung von Aktivitätskonzentrationen in Gasen und Flüssigkeiten von Gebinden oder Kammerhohlräumen liefert lediglich Hinweise auf Teilaspekte der Freisetzung, die von den lokalen Bedingungen der Freisetzung von Radionukliden in die beprobten mehr oder weniger abgeschlossenen Räume abhängt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Radionuklidkonzentrationen in beprobten Gasen oder Flüssigkeiten bereits verdünnt vorliegen können, weil ein Gas-/Flüssigkeitsaustausch stattgefunden hat.

Ein Eindruck über die bei einer Rückholung zu unterstellende gesamte Freisetzungsrate aus den Abfällen einer Einlagerungskammer kann daher erst nach ersten Erprobungen zur Rückholung der Gebinde gewonnen werden.

Für die Überprüfung, ob die Voraussetzung 7 erfüllt ist, sind die durch die Faktenerhebung erzielten Ergebnisse hinsichtlich potenzieller Freisetzungen im Hinblick auf folgende Kriterien zu bewerten:

- Keine Freisetzungen während der Einlagerung der Abfälle, durch chemische und mechanische Einwirkungen auf die Gebinde, oder
- die Annahmen zur freigesetzten Aktivität in den Rückholbereich werden bestätigt oder fallen günstiger aus. Angenommen wird eine Freisetzung aus 1 % der VBA und aus 50 % der nVBA (vgl. Voraussetzung 5).
- Keine zusätzlichen Freisetzungen bei der Bergung und Handhabung der Abfälle im Rahmen der Erprobung.

## Potenzielle Auswirkungen bei abweichenden Gegebenheiten

Die Annahmen in /DMT 09/ zur Freisetzungsrate in den Rückholbereich bilden zusammen mit den Angaben der ASSEKAT-Datenbank die Grundlage für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung über Ableitungen radioaktiver Stoffe aus der Asse. Die in das Wetter freigesetzten radioaktiven Stoffe werden durch Filter weitgehend zurückgehalten (Vorfiltereffektivität 99 %, Schwebstofffiltereffektivität 99,995 %). Der nicht zurückgehaltene Anteil wird jedoch in die Umgebung freigesetzt und trägt zur Strahlenexposition der Bevölkerung bei. In der Realität auftretende höhere Freisetzungsraten als in /DMT 09/ angenommen führen zu höherer Strahlenexposition der Bevölkerung durch Ableitungen.

Abweichungen von den Annahmen zu den Freisetzungen wirken sich auch auf die Strahlenexposition der Beschäftigten durch Inhalation aus.

Die Annahmen zur freigesetzten Aktivität in den Rückholbereich bestimmen den Umfang der erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen, die beim Ausschleusen der Gebinde und beim Ausschleusen von Maschinen aus den Rückholbereich zwecks Wartung erforderlich sind. Zusätzliche Maßnahmen gegen Kontaminationsverschleppungen bei höheren Freisetzungen als angenommen wirken sich auf die Dauer von Einzelprozessen der Rückholung aus und können die Gesamtdauer der Rückholung beeinflussen.

Sofern die Voraussetzung 7 nicht bestätigt werden kann, sind höhere Freisetzungsraten im Hinblick auf die Auswirkungen auf die Strahlenexposition der Bevölkerung und im Hinblick auf den Umfang der Maßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen zu bewerten.

#### 4.3.4 Vorkommen selbstentzündlicher Stoffe sowie explosiver und giftiger Gasgemische

##### Sachstand zu selbstentzündlichen Stoffen sowie explosiven oder giftigen Gasgemischen

Personen, die in den Einlagerungskammern tätig werden, sollen durch fremdbelüftete Anzüge vor einer Inhalation der Luft in den Einlagerungskammern geschützt werden. Der Rückholbereich wird saugend belüftet, so dass ein Luftstrom aus dem Grubengebäude in Richtung des Rückholbereiches entsteht. Ein gasdichter Verschluss des Rückholbereichs gegenüber dem restlichen Grubengebäude besteht nicht.

Die Studie zur Machbarkeit der Rückholung /DMT 09/ geht davon aus, dass bei Vorhandensein explosiver und giftiger Gasgemische geeignete Maßnahmen zur Vermeidung von Störfällen getroffen werden können. Solche Maßnahmen wurden im Detail aber nicht betrachtet.

##### Voraussetzung zur Rückholung hinsichtlich des Vorkommens selbstentzündlicher Stoffe sowie explosiver und giftiger Gasgemische

Vor einer Rückholung ist im Rahmen der Faktenerhebung sicherzustellen, dass selbstentzündliche Stoffe sowie explosive oder giftige Gasgemische in den Abfällen nicht in derartigen Mengen enthalten sind, dass Freisetzungen während der Tätigkeiten zur Rückholung zu relevanten Gefährdungen der Sicherheit und die Gesundheit von Beschäftigten führen.

### **Voraussetzung 8:**

*Die Kammeratmosphäre ist ungefährlich für die Rückholung und erfordert keine über die im Konzept hinaus gehenden Maßnahmen zur Arbeitssicherheit und Störfallvermeidung.*

### **Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung**

Im Rahmen der Faktenerhebung ist durch Messungen der Gasatmosphäre in Hohlräumen der Einlagerungskammern und durch Beprobung von Gebinden zu zeigen, dass selbstentzündliche Stoffe sowie explosive und giftige Gasgemische bei einer Bergung nicht die Arbeitssicherheit oder die Störfallsicherheit gefährden.

Für die Überprüfung, ob die Voraussetzung 8 erfüllt ist, sind die durch die Faktenerhebung erzielten Ergebnisse im Hinblick auf folgende Aspekte zu bewerten:

- Abwesenheit sicherheitsrelevanter Mengen selbstentzündlicher Stoffe in Hohlräumen der Einlagerungskammern und in Gebinden.
- Keine sicherheitsrelevanten Konzentrationen explosiver Gasgemische in Hohlräumen der Einlagerungskammern und in Gebinden.
- Abwesenheit sicherheitsrelevanter Mengen giftiger Gasgemische in Hohlräumen der Einlagerungskammern und in Gebinden.

### **Potenzielle Auswirkungen bei abweichenden Gegebenheiten**

Sofern die Voraussetzung nicht zutrifft, sind die Auswirkungen auf das Sicherheitsziel „Gewährleistung der Arbeitssicherheit“ zu bewerten. Zur Vermeidung solcher Auswirkungen sind dann entsprechende Maßnahmen zur Störfallvorsorge zu erarbeiten. Diese Maßnahmen können je nach Ergebnis der Beprobung mehr oder weniger aufwändig sein. Gegebenenfalls sind Absaugungen und spezielle Filterungen der Gase erforderlich. Maßnahmen zur Vermeidung von Störfällen erfordern besondere Ausstattungen der Geräte zur Bergung der Abfälle. Gegebenenfalls muss eine funkenfreie Handhabung und Anbohrung der Gebinde sichergestellt werden.

Zusätzliche technische Ausstattungen an Geräten zur Vermeidung von Störfällen durch die Freisetzungen von selbstentzündlichen Stoffen oder giftigen oder explosiven Gasgemischen können sich auf die Durchführbarkeit der bisher geplanten technischen Methoden der Rückholung auswirken und auf die geplanten Zeiten für Bergung, Konditionierung und Transport.

Bei Auswirkungen auf Arbeitsschritte, die für den Arbeitsfortschritt relevant sind (z. B. Tätigkeiten der Bergung), ergeben sich auch Auswirkungen auf die insgesamt für die Rückholung erforderliche Zeit.

Alarmmeldungen entsprechender Messgeräte bei Freisetzungen von Gasen oder bei Detektion von selbstentzündlichen Stoffen führen zu Unterbrechungen der Tä-

tigkeiten und zu einer ggf. erforderlichen Separation und speziellen Behandlung der betroffenen Gebinde. Für diese Zwecke sind dann geeignete räumliche Bereiche in der Asse bereitzustellen, die eine sichere Handhabung der Gebinde ermöglichen. Solche Unterbrechen können sich erheblich auf die insgesamt für die Rückholung vorgesehene Zeit auswirken, wenn sie häufiger auftreten und die Rückholarbeiten für längere Zeit, z. B. über Tage, unterbrechen.

Sofern die Voraussetzung 8 nicht bestätigt werden kann, sind ggf. erforderliche Anpassungen des bestehenden Rückholkonzeptes im Hinblick auf Maßnahmen zur Vermeidung konventioneller Störfälle und zur Vermeidung von Arbeitsunterbrechungen zu erarbeiten. Der Einsatz alternativer technischer Geräte sowie die Anwendung zusätzlicher oder alternativer technischer Methoden sind im Hinblick auf ihre Auswirkung auf die insgesamt für die Rückholung geplante Zeit zu bewerten. Bei vorhandenen selbstentzündlichen Stoffen sowie explosiven oder giftigen Gasgemischen sind die Unterbrechungen des Workflows abzuschätzen und im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die insgesamt für die Rückholung geplante Zeit zu bewerten.

#### 4.3.5 Menge und Beschaffenheit des zu bergenden Salzes

##### Sachstand zur Menge des zu bergenden Salzes

Nach dem bestehenden Rückholkonzept ist die vollständige Rückholung allen Salzgruses aus der Asse vorgesehen /BfS o.J./. Demnach beträgt das dabei insgesamt zu gewinnende Salzvolumen fast 75.000 m<sup>3</sup> /DMT 09, S. 254/ und erfordert für die spätere Lagerung übertage eine Anzahl von 20.320 Konrad-Containern vom Typ V.

Das im Rahmen einer vollständigen Rückholung zu bergende Salz setzt sich aus folgenden Teilmengen zusammen:

- In die Einlagerungskammern eingebrachter Versatz,
- Salz, das sich durch Löserfälle auf den Abfällen angehäuft hat,
- Salz, das bei der Nachschneidung der Kammern aus Gründen der Dekontamination gewonnen wird.

Zur Menge des in die Einlagerungskammern eingebrachten Versatzes liegen aktuelle Berechnungen in /Asse 09/ vor. Bei der Erstellung der Studie zur Machbarkeit der Rückholung konnten diese aktuellen Berechnungen nicht mehr berücksichtigt werden, stattdessen wurden die Angaben aus der vorherigen Version des Dokumentes verwendet /DMT 09, S. 27/. So ergeben sich daraus beispielsweise zur ELK 12/750 unterschiedliche Ausgangsmengen des in die Kammer eingebrachten Versatzes. Während /DMT 09, S. 35/ von einer im Liegenden eingebrachten Ausgleichsschicht von 2,2 m ausgeht, wird in /Asse 09/ eine Ausgleichsschicht von 2,7 m angegeben.

Auf Grund der Unsicherheiten solcher Berechnungen, die bei einzelnen Parametern zur Charakterisierung der Einlagerungskammern etwa zwischen 10 und 20 % liegen /Asse 09/, bestehen insgesamt Unsicherheiten hinsichtlich der Menge des eingebrachten und damit des im Rahmen der Rückholung zu bergenden Salzgruses.

Die Menge an Salz, die sich durch Löserfälle auf den Abfällen abgelagert hat und ebenfalls zu bergen wäre, existieren derzeit keine Angaben. Sollte es sich bestätigen, dass die Schweben lokal um einige Meter eingebrochen sind /Asse 09/, so würde sich daraus eine erheblich größere Menge an zu bergendem Salzgrus ergeben als im Konzept zur Rückholung angenommen.

Die Menge des Salzes, das beim Nachschneiden der Kammern gewonnen wird, ergibt sich aus der in /DMT 09, S. 256/ getroffenen Annahme, dass für eine spätere Freigabe die Firste und Stöße um 0,3 m und die Sohle durchschnittlich um 1 m nachgeschnitten werden. Für die ELK 1/750, 2/750 und 12/750 wird davon ausgegangen, dass die eingebrachten Ausgleichsschichten aufgrund einer angenommenen Durchfeuchtung um 2 m nachgeschnitten werden. Die tatsächliche Menge an Salzgrus hängt davon ab, wie tief Kontaminationen in die Umgebung der Einlagerungskammern eingedrungen sind.

Zur Beschaffenheit des Salzgruses in den Einlagerungskammern liegen derzeit keine konkreten Angaben vor. Es kann bereits zu Setzungen und Verdichtungen gekommen sein.

### Voraussetzung zur Rückholung hinsichtlich der Menge und Beschaffenheit des Salzgruses

Vor einer Rückholung ist im Rahmen der Faktenerhebung sicherzustellen, dass die Menge und Beschaffenheit des Salzgruses in den Einlagerungskammern eine Bergung mit den vorgesehenen Methoden unter Einhaltung der Sicherheitsziele, insbesondere dem Sicherheitsziel „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ gewährleistet ist.

#### **Voraussetzung 9:**

*Menge und Beschaffenheit des zu bergenden Salzes ermöglichen eine Handhabung mit den vorgesehenen Techniken.*

### Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung

Die Ergebnisse der Faktenerhebung sind hinsichtlich der voraussichtlichen Menge des zu bergenden Salzgruses sowie den Eigenschaften des Salzgruses zu bewerten. Dabei sind die jeweiligen Teilmengen, aus denen sich die Gesamtmenge an Salzgrus zusammensetzt, zu berücksichtigen. Darüber hinaus ist die Beschaffenheit des Salzgruses im Hinblick auf die getroffenen zeitlichen Annahmen für die Bergung

zu bewerten. Dabei spielen kraftschlüssige Verbindungen zwischen Salz und Abfällen eine Rolle.

Für die Überprüfung, ob Voraussetzung 9 erfüllt ist, sind die durch die Faktenerhebung erzielten Ergebnisse im Hinblick auf folgende Aspekte zu bewerten:

- Die Annahmen des zu bergenden Salzvolumens bestätigen sich.
- Der angenommene Zeitbedarf bestätigt sich oder der Zeitbedarf ist geringer als angenommen.
- Die Bergung wird nicht durch kraftschlüssige Verbindungen zwischen Salz und Abfallgebänden beeinträchtigt (vgl. Voraussetzung 3).
- Aktivitätsausbreitungen in den Einlagerungskammern führen nicht zu einer erheblichen Zunahme des im Hinblick auf eine radiologische Freigabe zu bergenden Salzes (vgl. Voraussetzung 4).

### Potenzielle Auswirkungen bei abweichenden Gegebenheiten

Die Menge und Beschaffenheit des Salzgruses wirkt sich auf zeitliche Vorgänge des Bergens und der Ausschleusung aus. Bei manueller Handhabung von Bergemaschinen können sich zeitliche Verzögerungen der Vorgänge der Bergung auf die Strahlenexposition des Betriebspersonals auswirken. Sofern die aus den Einlagerungskammern zu bergende Menge an Salzgrus größer ist als im bestehenden Rückholkonzept angenommen, ist eine Bewertung der Auswirkungen auf das Sicherheitsziel „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ erforderlich.

Neben Auswirkungen auf zeitliche Vorgänge der Bergung bewirken größere Mengen an zu bergendem Salzgrus durch vermehrt durchzuführende Schüttvorgänge erhebliche Staubemissionen in den Rückholbereich. Solche Staubemissionen in den Rückholbereich wirken sich auf die Strahlenexposition der Beschäftigten und auf die Strahlenexposition der Bevölkerung aus, wenn die Stäube radioaktiv sind, da nur ein Teil der freigesetzten Stäube durch die Filteranlagen zurückgehalten werden kann. Es spielen also auch Aspekte der Handhabbarkeit der Gebinde und der Freisetzbarkeit eine Rolle, die in den Kapiteln 4.3.1 und 4.3.3 berücksichtigt sind. Hinzu kommen ggf. häufigere Aufenthaltszeiten des Personals bei der Wartung von Filteranlagen, die sich ebenfalls auf die Strahlenexposition der Beschäftigten auswirken.

Sofern die Menge an Salzgrus höher ist als erwartet, ist eine Betrachtung der Durchführbarkeit des Rückholkonzeptes hinsichtlich der Auswirkungen auf die Sicherheitsziele „Schutz der Bevölkerung“ und „Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten“ erforderlich.

## **5 Vorschlag für ein Prüfverfahren zur Entscheidung über die Durchführbarkeit des Rückholkonzeptes**

In diesem Kapitel wird ein Vorschlag für ein Verfahren unterbreitet, das zur Herbeiführung einer Entscheidung über die Durchführung des Rückholkonzeptes dienen soll. Das Verfahrensschema ist in Abbildung 2 dargestellt. Eine Entscheidung über die Durchführbarkeit des Rückholkonzeptes nimmt eine Genehmigung zur Rückholung nicht vorweg. Sie basiert auf einem Antrag einschließlich einer verbindlichen Verfahrensbeschreibung, deren Genehmigungsfähigkeit im Rahmen des Genehmigungsverfahrens im Detail zu prüfen ist.

Die Zulässigkeit einer Rückholung nach einem Rückholkonzept ist dann absehbar wenn u. a. die in Kapitel 3 hergeleiteten Sicherheitsziele erreicht werden:

- Schutz der Bevölkerung
- Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten
- Begrenzung der Strahlenexposition als Folge von Störfällen
- Gewährleistung der Standsicherheit
- Gewährleistung der Arbeitssicherheit

Das Rückholkonzept wird durch die Studie zur Machbarkeit der Rückholung /DMT 09/ beschrieben und durch den Optionenvergleich des BfS /BfS o.J./ ergänzt. In der Studie zur Machbarkeit der Rückholung /DMT 09/ und zum Optionenvergleich /BfS o.J./ werden Einschätzungen und Randbedingungen beispielsweise hinsichtlich der Standsicherheit von Schweben und Pfeilern, dem Gebindezustand und den Möglichkeiten der Bergung getroffen, die derzeit nicht vollständig belegt werden können, die sich jedoch auf die Einhaltung der Sicherheitsziele der Rückholung mittelbar oder unmittelbar auswirken.

Diese in /DMT 09/ und /BfS o.J./ enthaltenen Randbedingungen und Einschätzungen wurden in der vorliegenden Studie des Öko-Instituts als jeweils thematisch voneinander abgegrenzte Voraussetzungen formuliert.

Im Rahmen der Faktenerhebung ist zu überprüfen, ob die jeweiligen Voraussetzungen erfüllt sind. Dies erfolgt unter Anwendung der Kriterien zur Prüfung der Ergebnisse der Faktenerhebung.

Ist eine Voraussetzung gegeben, so bestehen im Hinblick auf diese jeweilige Voraussetzung keine Bedenken hinsichtlich der weiteren Verfolgung des Rückholkonzeptes.

Sofern die Voraussetzung durch die Faktenerhebung nicht bestätigt werden kann, ist eine Bewertung des Prüfergebnisses hinsichtlich der bestehenden Auswirkungen auf die Sicherheitsziele erforderlich.

Für jedes Sicherheitsziel sind Grenz- oder Entscheidungswerte zu definieren, deren Überschreitung nicht hinnehmbar ist. Die Grenzwerte zur Einhaltung der Anforderungen an die Strahlenexposition ergeben sich aus den Anforderungen der Strahlenschutzverordnung. Bei der Durchführung der Tätigkeiten zur Rückholung sind demnach die Grenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen gemäß § 55 StrlSchV einzuhalten. Darüber hinaus sind nach § 6 Abs. 2 StrlSchV Strahlenexpositionen 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.

Für die Bewertung der Standsicherheit sind Entscheidungswerte festzulegen, die sowohl die rechtlichen Anforderungen des Bergrechtes als auch die Gegebenheiten der Asse berücksichtigen. Dabei kann die Bewertung der Standsicherheit anhand von Entscheidungswerten für Einzelparameter oder anhand von Entscheidungswerten für Summenparameter erfolgen.

Sind die jeweiligen Grenz- oder Entscheidungswerte der Sicherheitsziele unterschritten, so sind die bestehenden Auswirkungen in einer Gesamtschau aus der Prüfung aller Voraussetzungen abzuwägen. Aus der Gesamtschau aller Auswirkungen aus allen Prüfvorgängen ist eine Entscheidung darüber zu fällen, ob die insgesamt bestehenden Auswirkungen akzeptabel sind. Diese Gesamtschau ist zur Berücksichtigung von kumulativen Effekten und Wechselwirkungen erforderlich.

Sind die Auswirkungen akzeptierbar, so ist das Rückholkonzept voraussichtlich durchführbar. Sind die Auswirkungen nicht akzeptierbar, so ist - wie auch für den Fall, dass Grenz- oder Entscheidungswerte überschritten sind - zu überprüfen, ob die Rückholung durch ergänzenden Aufwand gegenüber dem bestehenden technischen Verfahren oder mit anderen technischen Mitteln und Konzepten möglich ist.

Können die Voraussetzungen auch durch andere technische Verfahren oder durch ergänzenden Aufwand gegenüber dem bestehenden technischen Verfahren nicht bestätigt werden, so ist die Rückholung nicht durchführbar. Dies wäre beispielsweise der Fall, wenn das Sicherheitsziel „Gewährleistung der Standsicherheit“ auch durch andere technische Verfahren als bisher vorgesehen nicht erreicht werden kann.

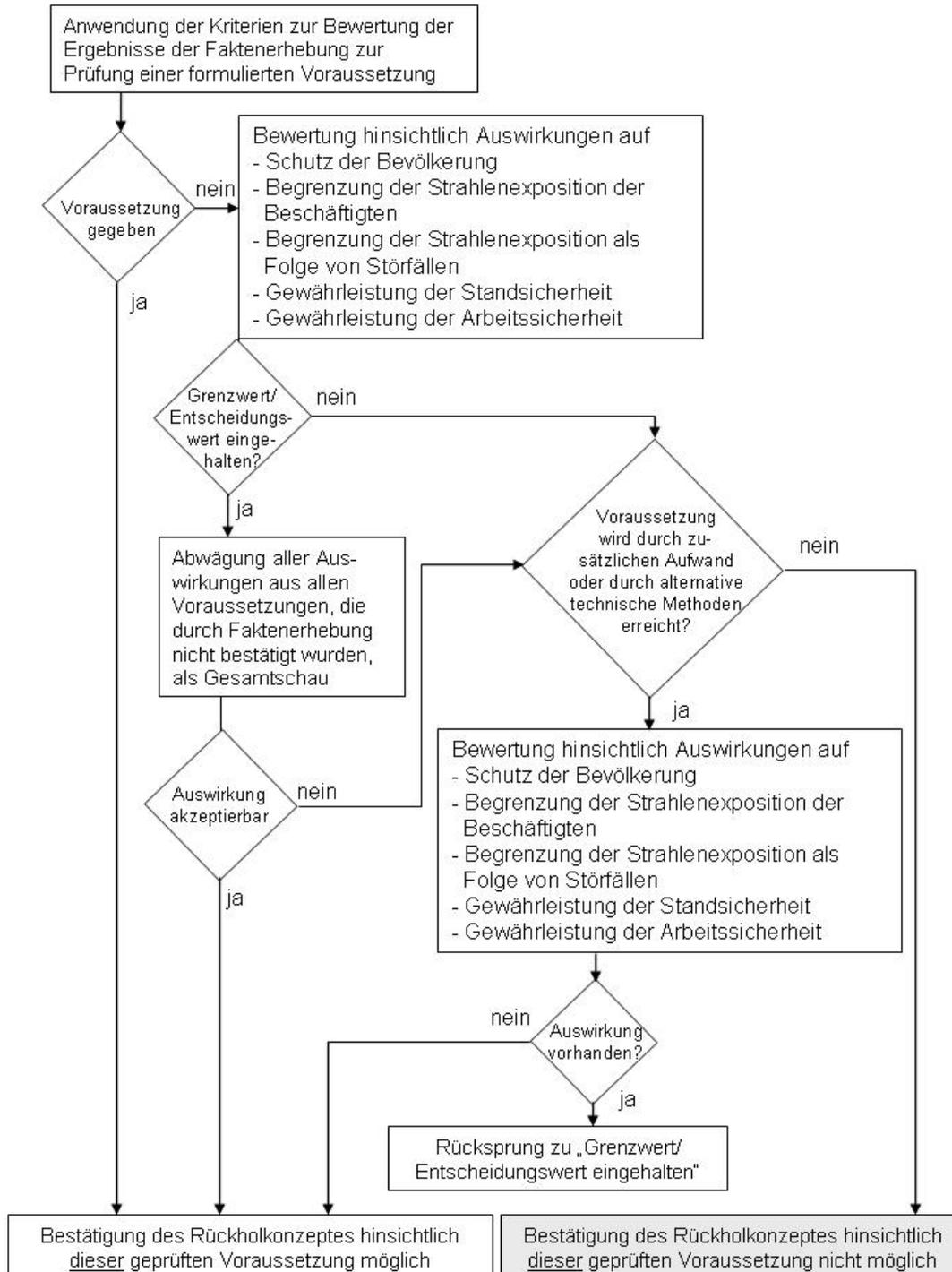
Für den Fall, dass zunächst nicht erfüllte Voraussetzungen durch eine Änderung des Rückholkonzeptes erfüllt werden können, entsteht ein neuer Prüfschritt. Nun sind die vorgesehenen Änderungen des Rückholkonzeptes hinsichtlich der Sicherheitsziele zu bewerten. Dabei sind ggf. auftretende Wechselwirkungen zu berücksichtigen. Ergeben sich aus dieser Prüfung keine Auswirkungen auf die Sicherheits-

ziele, so bestehen hinsichtlich dieser geprüften Voraussetzungen keine Bedenken gegen die weitere Verfolgung des modifizierten Rückholkonzeptes.

Ergeben sich aus dieser Prüfung dagegen Auswirkungen, so sind diese in einem Rücksprung hinsichtlich der Einhaltung von Grenz- und Entscheidungswerten und hinsichtlich der Akzeptierbarkeit bei Überschreitung der Grenz- und Entscheidungswerte zu überprüfen. Dies bedeutet auch, dass die Gesamtschau mit allen noch bestehenden Auswirkungen aus allen anderen Prüfungen zur Einhaltung der definierten Voraussetzungen erfolgt.

Das Rückholkonzept ist erst dann voraussichtlich durchführbar, wenn alle formulierten Voraussetzungen uneingeschränkt bestätigt werden oder wenn eine eingeschränkte Bestätigung aller formulierten Voraussetzungen in der Gesamtschau zu akzeptablen Auswirkungen auf die Erfüllung der Sicherheitsziele führt. Solche akzeptablen Auswirkungen auf Sicherheitsziele sind Risiken, für die dann die Entscheidung getroffen wurde, dass sie eingegangen werden sollen.

Abbildung 2: Bewertungsgang für die Prüfung der Durchführbarkeit des Rückholkonzeptes (dargestellt ist die Prüfung einer einzelnen Voraussetzung zur Bestätigung des gewählten Rückholkonzeptes)



## 6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie des Öko-Instituts werden Kriterien zur Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung hergeleitet.

Das BfS hatte für die Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus dem Endlager Asse das Untersuchungskonzept zum Anbohren der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750, als Schritt 1 der Faktenerhebung, vorgelegt. Das Konzept enthält Ausführungen zu den geplanten Untersuchungen mittels Bohrungen. In den beiden folgenden Schritten zur Faktenerhebung sind das Öffnen der Kammern mit der Bewertung des Kammer- und Gebindezustandes (Schritt 2) und die Erprobung fernbedienbarer Techniken durch Bergen von Abfällen und Abfallgebinden (Schritt 3) vorgesehen.

Die Analyse der in dem vorgelegten Konzept zur Faktenerhebung beschriebenen „Erkundungsziele“ zeigte, dass diese zwar den Untersuchungsgegenstand der Faktenerhebung und die zu erkundenden Bereiche (Umgebung der Kammern, Kammerinneres, Gebinde) beschreiben. Die Nachweisziele der Faktenerhebung sowie die weitere Vorgehensweise zur Herbeiführung einer Entscheidung über die weitere Verfolgung des Rückholkonzeptes werden jedoch nicht beschrieben.

Für die Herleitung der Kriterien zur Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung war es deshalb erforderlich, zunächst in einem ersten Schritt Sicherheitsziele abzuleiten. Auf Basis der Bewertungskriterien des Optionenvergleichs /BfS 09/ wurden folgende Sicherheitsziele definiert:

- Schutz der Bevölkerung
- Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten
- Begrenzung der Strahlenexposition als Folge von Störfällen
- Gewährleistung der Standsicherheit
- Gewährleistung der Arbeitssicherheit

In einem zweiten Schritt wurden die konkreten Nachweisziele der Faktenerhebung erarbeitet. Dies erfolgte durch die Definition von sogenannten Voraussetzungen. Diese Voraussetzungen fassen die Annahmen, Randbedingungen und Einschätzungen zusammen, die auf Basis unvollständiger Daten in der Studie zur Machbarkeit der Rückholung /DMT 09/ und dem Optionenvergleich des BfS /BfS o.J./ getroffen bzw. festgelegt wurden. Es wurden dabei nur solche Aspekte berücksichtigt, die für die Erreichbarkeit der zuvor abgeleiteten Sicherheitsziele relevant sind.

Anschließend wurden im dritten Schritt aus den definierten Voraussetzungen unter Berücksichtigung der Sicherheitsziele die Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung entwickelt. Mit den Kriterien kann überprüft werden, ob unter Berücksichtigung aller sicherheitsrelevanten Aspekte die jeweilige Voraussetzung erfüllt ist.

Es wurden folgende Voraussetzungen mit den jeweils dazu gehörigen Kriterien zur Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung abgeleitet:

**Voraussetzung 1:** *Die Standsicherheit der Einlagerungssohle ist gegeben.*

- Ausreichende Tragfähigkeit der Schweben, Pfeiler und Stöße in der ELK bzw. auf der Einlagerungssohle.
- Die Spannungsmessungen bestätigen eine für die Rückholung ausreichende Stabilität für die gesamte Einlagerungssohle.
- Es liegen keine Hinweise auf Stabilitätsverluste aufgrund von Durchfeuchtungen vor (vgl. Voraussetzung 4).
- Die Pfeilerstauchungen im Bereich der Einlagerungskammern liegen deutlich unterhalb von 60 mm/a.
- Die Annahmen zum zeitlichen Aufwand für Stabilisierungsarbeiten, insbesondere der Firste, und die daraus resultierenden Aufenthaltszeiten der Beschäftigten werden bestätigt.
- Risse und Abschalungen werden durch vorgesehene technische Methoden innerhalb der dafür vorgesehenen Zeiten beherrscht.

**Voraussetzung 2:** *Ein sicherer Zugang zu den Einlagerungskammern ist gegeben.*

- Vorhandensein von geeigneten Gebirgsbereichen für eine Neuauffahrung eines firstbündigen Zugangs zu den Einlagerungskammern oder
- die gebirgsmechanische Stabilität vorhandener verschlossener firstbündiger Zugänge ist gegeben und wird bei der Aufwältigung des Verschlussbauwerks nicht beeinträchtigt.

**Voraussetzung 3:** *Die Leerung der Abfallkammern führt nicht zu einer erheblichen Reduzierung der Stabilität der tragenden Elemente der Kammern.*

- Zwischen Abfällen, Kammerversatz und Kammerumgebung bestehen keine im Hinblick auf die Stabilität der Einlagerungskammer relevanten kraftschlüssigen Verbindungen (vgl. Voraussetzung 9).
- Die Bergung der Abfälle aus der Einlagerungskammer erfordert keine parallel zur Rückholung durchzuführenden Stabilisierungsmaßnahmen.

**Voraussetzung 4:** *Lösungszutritte in die Einlagerungskammern sind begrenzt und gefährden nicht die Durchführung der Rückholung.*

- Abwesenheit von Lösungen in den Einlagerungskammern oder die vorhandenen Lösungsmengen sind gering.
- Es ergeben sich keine Hinweise auf kontinuierlich zulaufende Lösungen, die ein Lösungsmanagement parallel zu den Rückholungsprozessen erfordern.
- Die in der Einlagerungskammer vorhandenen Lösungen haben im Hinblick auf eine daraus resultierende Entfestigung der Umgebung der Kammer keine Auswirkung (vgl. Voraussetzung 1).
- Die in der Einlagerungskammer vorhandenen Lösungen haben auf den Gebindezustand und die Handhabbarkeit der Gebinde keine negativen Auswirkungen (vgl. Voraussetzung 5).
- Die in den Einlagerungskammern ggf. vorhandenen Flüssigkeiten führen nicht zu Kontamination von Salzgrus und dem Austrag von radioaktiven Stoffen in das umgebende Salzgestein (vgl. Voraussetzung 9).

**Voraussetzung 5:** *Die Gebinde sind mit den vorgesehenen Techniken handhabbar.*

- Der Gebindezustand sowie die mechanischen Wechselwirkungen zwischen Salzversatz und Gebinden erlauben das Lösen und Gewinnen der Gebinde überwiegend mit herkömmlichen Maschinen wie Bagger, Teleskoplader oder Stapler.
- Die Annahmen zum prozentualen Anteil beschädigter Abfallgebände bestätigen sich oder werden unterschritten (vgl. Voraussetzung 7).
- Die Annahmen zum zeitlichen Aufwand der Handhabungsvorgänge bestätigen sich.
- Es besteht kein Bedarf an Neuentwicklungen von alternativen Techniken und Methoden.
- Die Annahmen zur Freisetzung in den Rückholbereich werden bestätigt (vgl. Voraussetzung 7).

**Voraussetzung 6:** *Abweichungen des Aktivitätsinventars von den Annahmen sind so gering, dass sich daraus keine relevanten Auswirkungen auf die gemäß dem vorgesehenen Rückholkonzept anzunehmende Strahlenexposition ergeben.*

- Die Angaben der ASSEKAT-Datenbank bestätigen sich oder
- Abweichungen von den Angaben der ASSEKAT-Datenbank wirken sich nicht auf die Einhaltung der Dosisgrenzwerte zum Schutz der Bevölkerung, zur Begrenzung der Strahlenexposition der Beschäftigten und zur Begrenzung der Strahlenexposition als Folge von Störfällen aus.

**Voraussetzung 7:** *Freisetzungen aus den Abfallgebinden sind so gering, dass sich daraus keine relevanten Auswirkungen auf die gemäß dem vorgesehenen Rückholkonzept anzunehmende Strahlenexposition ergeben.*

- Keine Freisetzungen während der Einlagerung der Abfälle, durch chemische und mechanische Einwirkungen auf die Gebinde, oder
- die Annahmen zur freigesetzten Aktivität in den Rückholbereich werden bestätigt oder fallen günstiger aus. Angenommen wird eine Freisetzung aus 1 % der VBA und aus 50 % der nVBA (vgl. Voraussetzung 5).
- Keine zusätzlichen Freisetzungen bei der Bergung und Handhabung der Abfälle im Rahmen der Erprobung.

**Voraussetzung 8:** *Die Kammeratmosphäre ist ungefährlich für die Rückholung und erfordert keine über die im Konzept hinaus gehenden Maßnahmen zur Arbeitssicherheit und Störfallvermeidung.*

- Abwesenheit sicherheitsrelevanter Mengen selbstentzündlicher Stoffe in Hohlräumen der Einlagerungskammern und in Gebinden.
- Keine sicherheitsrelevanten Konzentrationen explosiver Gasgemische in Hohlräumen der Einlagerungskammern und in Gebinden.
- Abwesenheit sicherheitsrelevanter Mengen giftiger Gasgemische in Hohlräumen der Einlagerungskammern und in Gebinden.

**Voraussetzung 9:** *Menge und Beschaffenheit des zu bergenden Salzes ermöglichen eine Handhabung mit den vorgesehenen Techniken.*

- Die Annahmen des zu bergenden Salzvolumens bestätigen sich.
- Der angenommene Zeitbedarf bestätigt sich oder der Zeitbedarf ist geringer als angenommen.
- Die Bergung wird nicht durch kraftschlüssige Verbindungen zwischen Salz und Abfallgebinden beeinträchtigt (vgl. Voraussetzung 3).
- Aktivitätsausbreitungen in den Einlagerungskammern führen nicht zu einer erheblichen Zunahme des im Hinblick auf eine radiologische Freigabe zu bergenden Salzes (vgl. Voraussetzung 4).

Die abgeleiteten Voraussetzungen und Kriterien beziehen sich nur auf die Bereiche, die im Rahmen der Faktenerhebung erkundet werden (Kammerumgebung, Kammerinneres, Abfallgebinde und Versatz), und basieren auf dem DMT-Konzept /DMT 09/ für die vollständige Rückholung aller Abfälle aus dem Endlager Asse. Somit sind offene sicherheitsrelevante Fragen der Rückholung außerhalb der Erkundungsbereiche, wie beispielsweise Fragen zum Abteufen eines weiteren Schachtes, unberücksichtigt. Außerdem können bei der weiteren Ausarbeitung des Konzeptes zur

Rückholung zusätzliche sicherheitsrelevante Fragen zur Rückholung auftreten, die derzeit durch die Voraussetzungen noch nicht berücksichtigt sind. Darüber hinaus sind Fragen der Langzeitsicherheit, die beispielsweise dann auftreten würden, wenn Teilmengen der Abfälle aus dem Endlager Asse nicht zurückgeholt werden könnten, nicht berücksichtigt.

In der vorliegenden Studie wird zusätzlich ein Vorschlag für ein Verfahren zur Herbeiführung einer Entscheidung über die Durchführbarkeit des Rückholkonzeptes erarbeitet.

Können durch die Faktenerhebung die formulierten Voraussetzungen bestätigt werden, ist in dieser Hinsicht die weitere Verfolgbarkeit des Rückholkonzeptes möglich.

Sofern einzelne Voraussetzungen nicht bestätigt werden können, ist eine detaillierte Prüfung der dadurch bedingten Auswirkungen auf die Sicherheitsziele erforderlich. Werden dabei Grenz- oder Entscheidungswerte überschritten, so sind die Sicherheitsziele nicht erreicht und damit das Rückholkonzept nicht durchführbar. Unterhalb der Grenz- und Entscheidungswerte liegende Auswirkungen auf die Sicherheitsziele sind in ihrer Gesamtheit mit allen anderen Auswirkungen, die sich ggf. aus der Prüfung anderer Voraussetzungen ergeben, abzuwägen. Werden die insgesamt verbleibenden Auswirkungen als akzeptierbar bewertet, so kann das Rückholkonzept weiterverfolgt werden. Andernfalls, wie auch bei einem Überschreiten der Grenz- und Entscheidungswerte, sind eine Änderung des Rückholkonzeptes und eine erneute Prüfung der damit verbundenen Auswirkungen auf die Sicherheitsziele erforderlich.

Die Entscheidung über die Weiterverfolgung des Rückholkonzeptes ersetzt nicht die Entscheidung über die Genehmigungsfähigkeit der Rückholung, die im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens erfolgen müsste.

## Literaturverzeichnis

- Asse 09      Asse GmbH: Beschreibung der Lagerbereiche, 27.03.2009
- BfS o.J.      Bundesamt für Strahlenschutz: Optionenvergleich Asse - Fachliche Bewertung der Stilllegungsoptionen für die Schachtanlage Asse II, ohne Jahresangabe, veröffentlicht im Januar 2010
- BfS 09      Bundesamt für Strahlenschutz: Kriterien zur Bewertung von Stilllegungsoptionen für das Endlager für radioaktive Abfälle Asse, 30.09.2009
- BMU 09      Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, Revision D, April 2009
- DMT 09      Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse, DMT GmbH & Co. KG TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, Stand: 25.09.2009
- DMT 10      DMT GmbH & Co KG: Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus dem Endlager Asse – Schritt 1: Untersuchungskonzept zum Anbohren der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750, Stand 26.03.2010
- ESK 09      Entsorgungskommission: Inventar der Schachtanlage Asse II - Beratungsergebnisse der Ad-hoc-Arbeitsgruppe ASSE der ESK und der SSK, Schreiben an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 02.11.2009, mit Anlagen
- Gel 09      Gellermann, R.: Sensitivitätsbetrachtungen zum Nuklidvektor in Bezug auf den Grundwasserpfad, unveröffentlicht, Stellungnahme als Mitglied der ESK/SSK-Arbeitsgruppe Asse, 2009
- ÖKO 10      Protokoll der Besprechung vom 28.04.2010, abgestimmt zwischen BMU und Öko-Institut (UM09A03205\_2010\_06\_01)