



BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

# Deckblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	B2583044	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Titel der Unterlage:

Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II –  
Schritt 2: Öffnen der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750

Hier: **Recherche zu radiologischen Störfällen in Bereich der Schachtförderung des Schachtes  
Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Ersteller:

DMT GmbH & Co. KG

Stempelfeld:

bergrechtlich verantwortliche  
Person:

atomrechtlich verantwortliche  
Person:

Projektleitung:

Freigabe zur Anwendung:

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der BGE.



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

# Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	<b>B2583044</b>	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Titel der Unterlage:

Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II –  
Schritt 2: Öffnen der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750

Hier: **Recherche zu radiologischen Störfällen in Bereich der Schachtförderung des Schachtes  
Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer	Rev. Seite	Kat.*	Erläuterung der Revision

\*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur  
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung  
 Kategorie S = substantielle Änderung  
 mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 1 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

# **Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II**

## **Schritt 2: Öffnen der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750**

**Hier: Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

**PSP-Element: 9A 2340**

**DMT GmbH & Co. KG**

**DMT-Untersuchungsbericht-Nr.: U2709-BfS-MCE-G**

Essen, 12.10.2016



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 2 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

**Impressum:**

**Auftraggeber:** Bundesamt für Strahlenschutz  
Willy-Brandt-Straße 5  
38228 Salzgitter  
Deutschland  
Telefon: 030 18333 0  
Telefax: 030 18333 1885  
E-Mail: ePost@bfs.de  
Internet: www.bfs.de

**Ersteller:**

DMT GmbH & Co. KG

Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) erstellt. Das BfS behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des BfS zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

Datum: 12.10.2016



# Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 3 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

## Zusammenfassung

### Autoren

### Titel

Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2: Öffnen der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750

Hier: Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars

### Schlüsselwörter

Aktivitätsbegrenzung  
Endlager Konrad  
Ereignisanalyse  
Faktenerhebung  
Probabilistische Bewertung  
Schachtförderung  
Störfall

### Zusammenfassung

Zur Bewertung des Kammer- und Gebindezustands werden Kammerzugangsstrecken und Strecken innerhalb der versetzten ELK 7/750 aufgefahren. Dabei fällt Haufwerk an, das radioaktiv kontaminiert sein kann. Das Konzept zum Entsorgungs- und Freigabeverfahren sieht vor, radioaktive Abfälle nach über Tage zu fördern und an die Landessammelstelle abzugeben. Derzeit steht für diese Förderung nur der Schacht Asse 2 zur Verfügung. Der vorliegende Bericht behandelt die Frage, unter welchen Voraussetzungen eine Förderung radioaktiver Stoffe im Schacht Asse 2 unter Störfallgesichtspunkten möglich ist.

Der Schacht Asse 2 sowie dessen Einrichtungen müssen so ausgelegt sein, dass für einen Störfall mit potentieller Freisetzung radioaktiver Stoffe im Schacht eine ausreichende Vorsorge getroffen ist, um eine störfallbedingte Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung der Anlage zu vermeiden. Andernfalls sind die Auswirkungen einer störfallbedingten Freisetzung radioaktiver Stoffe im Schacht derart zu begrenzen, dass der Störfallplanungswert unterschritten wird. Bisher liegen für den Schacht Asse 2 keine Nachweise vor, dass der Absturz von Behältern mit radioaktiven Stoffen in den Schacht ausgeschlossen werden kann.

Es wird untersucht, ob die Vorgehensweise und Argumentation im Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad im Hinblick auf eine probabilistische Störfallbewertung auf die Nutzung des Schachtes Asse 2 für den Schritt 2 der Faktenerhebung übertragbar ist. Die Untersuchung zeigt, dass Vorgehensweise und Ergebnisse im Verfahren Konrad wegen der unterschiedlichen Ausstattung der Schachtförderanlage und der inzwischen weiterentwickelten Methodik probabilistischer Sicherheitsanalysen nicht unmittelbar auf den Schacht Asse 2 übertragbar sind. Deshalb ist eine eigenständige sicherheitstechnische Bewertung der Förderung im Schacht Asse 2 anzuraten. Es wird ein Vorschlag für die Vorgehensweise und die Inhalte einer sicherheitstechnischen Bewertung skizziert. Falls für ein oder mehrere Ereignisse keine ausreichenden technischen Maßnahmen getroffen werden können, die geeignet sind das Ereignis zu verhindern, verbleibt die Begrenzung des Aktivitätsinventars bei der Schachtförderung als weitere Möglichkeit zum Nachweis der erforderlichen Schadensvorsorge. Eine mögliche Vorgehensweise hierzu wird dargestellt. Erste Abschätzungen zur Festlegung eines zulässigen Aktivitätsinventars zeigen, dass auch mit einer Aktivitätsbegrenzung Spielraum für die Förderung radioaktiver Stoffe im Schacht Asse 2 besteht.



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 4 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Zusammenfassung.....	3
1 Einleitung .....	6
1.1 Aufgabenstellung .....	6
1.2 Ausgangssituation und Herangehensweise .....	7
1.3 Sachstand von Ereignisanalysen im Bereich der Schachtförderung .....	8
1.3.1 Generelle Vorgehensweise bei der Ereignisanalyse.....	8
1.3.2 Unterlagen zu Ereignisanalysen .....	9
2 Radiologische Störfälle im Bereich der Schachtförderung des Endlagers Konrad .....	11
2.1 Recherche zu radiologischen Störfällen im Planfeststellungsverfahren zum Endlager Konrad .....	11
2.2 Auswertung des Berichts mit probabilistischer Störfallbewertung.....	12
3 Radiologische Störfälle im Bereich der Schachtförderung der Schachtanlage Asse II .....	15
3.1 Bedeutung der Darstellung im Planfeststellungsverfahren Konrad für die Förderung im Schacht Asse 2.....	15
3.2 Randbedingungen einer Nachweisführung für die Förderung radioaktiver Stoffe im Schacht Asse 2 .....	16
4 Begrenzung des Aktivitätsinventars für die Schachtförderung.....	19
4.1 Mögliche Vorgehensweise .....	19
4.2 Abschätzung des zulässigen Aktivitätsinventars für ausgewählte Einzelnuclide .....	21
4.3 Einordnung der Ergebnisse.....	25
5 Literaturverzeichnis .....	29
6 Glossar.....	31
7 Abkürzungsverzeichnis .....	36
8 Stichwortverzeichnis .....	38
Gesamtseitenanzahl.....	38



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 5 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

**Tabellenverzeichnis**

**Seite**

**Tabelle 1:** Berechneter Quellterm für ausgewählte Einzelnuclide bei 40 % Ausschöpfung der jeweiligen Störfallplanungswerte und Störfallplanungswerte gem. § 49 StrlSchV für Organe .....23

**Tabelle 2:** Zulässiges Aktivitätsinventar auf dem Förderkorb bei Einzelnucliden.....24

**Tabelle 3:** Zulässiges Aktivitätsinventar auf dem Förderkorb bei Einzelnucliden, Vergleich zu einem Fass mit durch ein Einzelnuclid kontaminiertem Haufwerk und höchstes Aktivitätsinventar des jeweiligen Einzelnuclids in einem einzelnen eingelagerten Gebinde der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750.....27



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 6 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

## 1 Einleitung

### 1.1 Aufgabenstellung

Bei der gemäß § 57b des AtG gesetzlich vorgesehenen Rückholung der Abfälle aus der Schachanlage Asse II bestehen Unsicherheiten und Kenntnisdefizite, die im Rahmen einer Faktenerhebung weitgehend beseitigt werden sollen. Die Faktenerhebung dient dazu, Kenntnisse über den aktuellen Zustand der Gebinde und der Einlagerungskammern zu ermitteln und somit die erforderlichen Planungsgrundlagen zu schaffen, um die bei der Rückholung tatsächlich zu erwartenden Strahlenexpositionen und erforderlichen Zeitdauern zu bestimmen. Für das Vorhaben Faktenerhebung wurde eine aufeinander aufbauende dreistufige Vorgehensweise gewählt:

- Schritt 1: Anbohren ausgewählter Einlagerungskammern sowie erste 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/Gebinden.

Für die Durchführung der Faktenerhebung wurden die zwei Einlagerungskammern 7/750 und 12/750 ausgewählt.

Zur Öffnung der Einlagerungskammern werden Kammerzugangsstrecken aufgefahren. Innerhalb der versetzten ELK 7/750 ist außerdem das Auffahren einer Strecke im Versatz zur Freilegung von Gebinden erforderlich [1]. Auch in der unversetzten ELK 12/750 kann es erforderlich sein Versturzmateriale zu entfernen, um Sicht auf die Gebinde zu erhalten. Bei diesen Vorgängen fällt Haufwerk an, das insbesondere innerhalb der Einlagerungskammern radioaktiv kontaminiert sein kann und einer Entsorgung als radioaktiver Abfall bedarf [1]. Das Konzept zum Entsorgungs- und Freigabeverfahren [2] sieht vor, radioaktive Abfälle nach über Tage zu fördern und an die Landessammelstelle abzugeben.

Hierzu ist es erforderlich zu klären, unter welchen Voraussetzungen eine Förderung radioaktiver Stoffe im Schacht Asse 2 unter Störfallgesichtspunkten möglich ist, da derzeit für die Förderung nur dieser Schacht zur Verfügung steht. Die dazugehörigen Überlegungen sind Gegenstand dieses Berichtes.

Der Schacht Asse 2 sowie dessen Einrichtungen (z. B. Seile, Fördermaschine, Bremsen) müssen so ausgelegt sein, dass für einen Störfall mit potentieller Freisetzung radioaktiver Stoffe



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 7 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

im Schacht eine ausreichende Vorsorge nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (sofern dies gemäß § 57b AtG und der zugehörigen Begründung [3] in der Schachanlage Asse II sinnvoll realisierbar ist) getroffen ist, um eine störfallbedingte Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung der Anlage zu vermeiden. Andernfalls sind die Auswirkungen einer störfallbedingten Freisetzung radioaktiver Stoffe im Schacht derart zu begrenzen, dass der Störfallplanungswert, der nach § 57b AtG von der Genehmigungsbehörde festzulegen ist, unterschritten wird.

Eine störfallbedingte Strahlenexposition von Personen, die sich auf dem Betriebsgelände der Schachanlage Asse II befinden können, ist nicht Gegenstand dieses Berichtes.

## 1.2 Ausgangssituation und Herangehensweise

Für den Schacht Asse 2 liegen keine Nachweise vor, dass der Absturz von Behältern mit radioaktiven Stoffen in den Schacht, z. B. bei der Förderung, ausgeschlossen werden kann. Der Schacht Asse 2 verfügt z. B. nicht über eine berechenbare Übertreibeisicherung. Die Nachrüstung einer Selda-Anlage, die diese Anforderung nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erfüllt, ist platzmäßig nicht möglich. Es soll der Frage nachgegangen werden, ob mit zusätzlichen Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen, eine Nachweisführung dennoch aussichtsreich erscheint.

Im Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad [4] wurde neben der üblichen deterministischen Vorgehensweise bei der Ereignisanalyse zur Identifizierung möglicher Störfälle auch eine probabilistische Bewertung der Störfälle durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht wird untersucht, ob die Vorgehensweise und Argumentation im Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad auf die Nutzung des Schachtes Asse 2 für den Schritt 2 der Faktenerhebung übertragbar ist. Hierzu erfolgt zunächst eine Zusammenstellung des Sachstandes zu Ereignisanalysen im Bereich der Schachtförderung bei den Schachanlagen Asse II, Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) und Konrad. Es folgt eine Recherche im Planfeststellungsbeschluss (PFB) Konrad nach weiteren Unterlagen zu Störfällen im Bereich der Schachtförderung insbesondere mit probabilistischen Methoden sowie eine Auswertung dieser Unterlagen. Die Bedeutung der Rechercheergebnisse für die Förderung radioaktiver Stoffe im Schacht Asse 2 unter Störfallgesichtspunkten (möglicher Absturz von Behältern in den Schacht) wird abschließend dargestellt.

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 8 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Wenn die Schadensvorsorge für die Förderung radioaktiver Stoffe im Schacht Asse 2 nachweislich derart getroffen ist, dass die Eintrittshäufigkeit von radiologischen Störfällen dem Bereich des Restrisikos zugeordnet werden kann, sind die diesbezüglichen Genehmigungsvoraussetzungen erfüllt. Andernfalls kann durch eine Begrenzung des Aktivitätsinventars auf dem Förderkorb der Nachweis erbracht werden, dass der Störfallplanungswert, der nach § 57b AtG von der Genehmigungsbehörde festzulegen ist, unterschritten wird. Eine mögliche Vorgehensweise hierzu wird im Kapitel 4 aufgezeigt.

### **1.3 Sachstand von Ereignisanalysen im Bereich der Schachtförderung**

#### **1.3.1 Generelle Vorgehensweise bei der Ereignisanalyse**

Ein Störfall ist in § 3 Abs. 2 Nr. 28 StrlSchV definiert als ein „Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszulegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind“. Je nach Art und Menge der freigesetzten radioaktiven Stoffe, kann eine Freisetzung am Störfallort innerhalb der Anlage (bzw. im Tätigkeitsbereich z. B. der Faktenerhebung) sicherheitstechnisch relevant i. S. des § 3 Abs. 2 Nr. 28 StrlSchV sein.

Bei der Planung von Tätigkeiten ,z. B. den Schritt 2 der Faktenerhebung, ist eine Identifizierung möglicher Störfälle erforderlich, um geeignete Maßnahmen zur Schadensvorsorge vorzusehen. Zur Identifizierung möglicher Störfälle für wird eine Ereignisanalyse durchgeführt. Dabei werden die geplanten Betriebsabläufe und die eingesetzte Technik auf mögliche Ereignisse, bei denen radioaktive Stoffe freigesetzt werden können, analysiert. Ergänzend werden außerdem Ereignisanalysen des derzeitigen Betriebs der Schachtanlage Asse II und weiterer Anlagen zur Einlagerung radioaktiver Abfälle (ERAM, Konrad) herangezogen, um vor allem zu überprüfen, ob alle Ereignisse erfasst wurden, und Maßnahmen zur Schadensvorsorge abzuleiten. Dies ist eine deterministische Vorgehensweise, bei der bewertet wird, ob die Maßnahmen zur Schadensvorsorge geeignet sind, ein Ereignis hinreichend sicher zu vermeiden oder bei nicht vermeidbaren Ereignissen die radiologischen Auswirkungen ausreichend zu begrenzen.

Je nach zu erwartender Eintrittshäufigkeit und radiologischen Auswirkungen sind die Ereignisse dem anomalen Betrieb – als Teil des bestimmungsgemäßen Betriebs – oder den radiologischen Störfällen zuzuordnen. Diese Zuordnung erfolgt für die identifizierten Ereignisse im

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 9 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Schritt 2 der Faktenerhebung [1] nach der Vorgehensweise im Genehmigungsverfahren nach § 7 StrlSchV (Sicherheitsüberprüfung des bestimmungsgemäßen Betriebes der Schachtanlage Asse II [5] und Sicherheitsüberprüfung der Störfallvorsorge der Schachtanlage Asse II [6]) unter Berücksichtigung des § 57b (5) AtG.

Ein Endlager bzw. die Schachtanlage Asse II kann für die Ereignisanalyse unterteilt werden in

- übertägige Anlage,
- die Schachtförderanlage und
- untertägige Anlage.

Für die hier vorliegende Fragestellung ist lediglich der Bereich der Schachtförderung einschließlich der Schachtzugänge (Rasenhängebank, Füllort) von Interesse.

### 1.3.2 Unterlagen zu Ereignisanalysen

Für die Schachtanlage Asse II wurden in den bisherigen Genehmigungsverfahren [7, 8] keine expliziten Betrachtungen zu Ereignissen mit radiologischen Auswirkungen im Bereich der Schachtförderung durchgeführt.

In der Machbarkeitsstudie zur Rückholung der LAW der Schachtanlage Asse II [9] wird unterstellt, dass Ereignisse mit radiologischen Auswirkungen durch technische Maßnahmen (Ertüchtigung und Nachrüstung) ausgeschlossen werden können. In der Machbarkeitsstudie zur Rückholung der MAW [10] wird die Möglichkeit zur Ertüchtigung und Nachrüstung der Schachtförderung nicht betrachtet. Der Absturz eines geborgenen und in einen Transportbehälter eingestellten Gebindes im Schacht wird als mögliches Ereignis unterstellt und dessen Auswirkungen ermittelt.

In der „Sicherheitsanalyse für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)“ [11] wurde die damals bestehende Anlage bewertet. Aufgrund des seinerzeit vorliegenden Kenntnisstandes über die Anlagenauslegung waren nach erster Einschätzung der Autoren [11] folgende Auslegungstörfälle im Bereich der Schachtförderung betrachtet:

- Absturz von Abfallgebinden bei der Förderung nach untertage,
- Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes und
- Brandereignisse im Förderturmgebäude.

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 10 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Die Unterlage „Systemanalyse Konrad, Teil 3: Ermittlung und Klassifizierung von Störfällen“ [12] stellt die für die Schachtanlage Konrad identifizierten Störfälle dar und führt eine deterministische Bewertung durch.

Die Störfälle wurden in zwei Klassen unterteilt.

- Klasse 1: Ereignisse, die in ihren radiologischen Auswirkungen durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallgebinde begrenzt werden.
- Klasse 2: Ereignisse, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebänden vermieden werden.

Die ermittelten Auslegungsstörfälle im Bereich der Schachtförderung sind:

- Absturz von Abfallgebänden bei der Beschickung des Förderkorbs
- Absturz von Abfallgebänden bei der Förderung nach untertage
- Mechanische Einwirkung auf Abfallgebinde bei der Förderung nach untertage
- Absturz von Lasten auf Abfallgebinde im Förderkorb
- Anlageninterner Brand

Aufgrund der Auslegung der Anlage und der Abfallgebinde werden diese Störfälle vermieden bzw. es resultieren keine Freisetzungen radioaktiver Stoffe.



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 11 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

## **2 Radiologische Störfälle im Bereich der Schachtförderung des Endlagers Konrad**

### **2.1 Recherche zu radiologischen Störfällen im Planfeststellungsverfahren zum Endlager Konrad**

Der Planfeststellungsbeschluss (PFB) mit der zugehörigen Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) zum Endlager Konrad [4] wurde hinsichtlich der Sachverhalte (insbesondere technische Beschreibung), Festlegungen und Begründungen

- zum Schacht Konrad 2 (Förderung radioaktiver Abfälle nach unter Tage) und
- zur radiologischen Störfallanalyse insbesondere Störfälle bei der Schachtförderung

ausgewertet.

Für das Planfeststellungsverfahren wurde außerdem die Unterlage „Systemanalyse Konrad Teil 3: Anlagenbewertung des geplanten Endlagers Konrad“ [13] erstellt. Diese Unterlage mit der verfahrensinternen Bezeichnung EU 238 enthält auch eine probabilistische Bewertung der in dem Bericht „Ermittlung und Klassifizierung von Störfällen“ [12] identifizierten Ereignisse. Die Auswertung dieser Unterlage im Hinblick auf die vorliegende Fragestellung erfolgt in Kapitel 2.2.

Im Begründungsteil des PFB zum Endlager Konrad [4] finden sich Ausführungen zur Vorgehensweise des Antragstellers bei der Störfallanalyse. Demnach ist die deterministische Vorgehensweise bei der Störfallanalyse (in Anlehnung an die Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren [14]) gemäß § 49 Abs. 2 StrlSchV auch für ein Endlager für radioaktive Abfälle unmittelbar anzuwenden. In Anwendung des § 49 Abs. 2 StrlSchV sieht die Planfeststellungsbehörde die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden als getroffen an.

Im Weiteren heißt es im Begründungsteil des PFB [4]: „Die vom Antragsteller vorgenommene probabilistische Bewertung der einzelnen Ereignisse der Störfallanalyse zeigt auf, dass das Endlager sicherheitstechnisch ausgewogen ausgelegt ist. In Einzelfällen lässt das verfügbare statistische Datenmaterial nur eine grobe probabilistische Klassifizierung der Ereignisse zu. Daher ist die Vorgehensweise des Antragstellers gerechtfertigt, für jeden Anlagenbereich - außer der Schachtförderanlage Konrad 2 - deterministisch radiologisch repräsentative Störfälle festzulegen. Ereignisse im Bereich der Schachtförderanlage Konrad 2 haben eine Eintrittshäufigkeit von ca.  $1E-06/a$  oder niedriger. Sie können daher zu Recht dem Restrisikobereich zugeordnet werden.“

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 12 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Daraus können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- Die deterministische Ereignisanalyse und Bewertung der Ergebnisse ist die gebotene Vorgehensweise.
- Eine probabilistische Bewertung der in einer deterministischen Ereignisanalyse (im Planfeststellungsverfahren Konrad [12]) identifizierten Störfälle soll aufzeigen, ob das Endlager sicherheitstechnisch ausgewogen ausgelegt ist. Neben dieser Zielsetzung stellt sie eine Ergänzung der deterministischen Ereignisanalyse auf probabilistischer Basis dar.
- Die Unterlage EU 238 [13], in der die probabilistische Bewertung vorgenommen wurde, ist im PFB nicht aufgeführt oder zitiert. Dies ist ein Hinweis darauf, dass diese Unterlage für die Nachweisführung nicht belastet werden sollte.

## 2.2 Auswertung des Berichts mit probabilistischer Störfallbewertung

Das Ziel des Berichtes „Systemanalyse Konrad Teil 3: Anlagenbewertung des geplanten Endlagers Konrad“ [13], ist die Bewertung der Ausgewogenheit der sicherheitstechnischen Auslegung der Anlage auf Basis des Planungsstandes mit probabilistischen Methoden als Ergänzung der deterministischen Störfallanalyse [12].

Ein Bewertungskriterium ist die Häufigkeit, mit der ein Ereignis eintreten kann. Im Bericht [13] wird folgendes Bewertungskriterium formuliert. Die vorgesehene sicherheitstechnische Auslegung der Schachanlage Konrad gilt als ausgewogen, wenn

- ein als Störfall der Klasse 1 (siehe Kapitel 1.3.2 und [12]) eingestuftes Ereignis maximal einmal während der Betriebszeit zu erwarten ist,
- ein als Störfall der Klasse 2 (siehe Kapitel 1.3.2 und [12]) eingestuftes Ereignis mit einer Häufigkeit zu erwarten ist, die im Restrisikobereich (Häufigkeit < 1E-05/a) liegt.

Ereignisse, die häufiger als einmal während der Betriebszeit zu erwarten sind, sind keine Störfälle, sondern dem bestimmungsgemäßen Betrieb als Betriebsstörung zuzuordnen.

Die wesentliche Aufgabe zur Durchführung der probabilistischen Bewertung der Störfälle war die Erhebung von Häufigkeiten, mit der diese Störfälle zu erwarten sind. Dazu wurden Daten aus etwa 35 Jahren Betriebserfahrungen bis 1980 im Erz-, Salz-, Kali- und Kohlebergbau in



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 13 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

der Bundesrepublik Deutschland zur Bewertung und Errechnung der Eintrittshäufigkeiten herangezogen. Die Anzahl der aufgetretenen Ereignisse wird auf die Anzahl der Treiben der untersuchten Anlagen im untersuchten Zeitraum bezogen (z. B. 3 Ereignisse bei 1,615E+09 Treiben ergibt eine zu erwartende Häufigkeit von 2E-09/Treiben). Bei einigen Ereignissen im Bereich der Schachtförderung werden auch die sicherheitstechnischen Besonderheiten der Schachanlage Konrad (größerer Umfang an wiederkehrenden Prüfungen, Auslegungsmerkmale) berücksichtigt; eine im Vergleich zu den untersuchten Anlagen höherwertige Sicherheitstechnik führt zur Reduktion der ermittelten Häufigkeiten. Die Störfallhäufigkeit wird schließlich auf die geplante Anzahl Treiben mit Abfallgebinderbeförderung für Schacht Konrad 2 (3.400/a) bezogen.

Es werden im Zusammenhang mit der Schachtförderanlage mehrere Ereignisszenarien angeführt und bewertet, von denen diejenigen, die einen Absturz von Behältern mit radioaktiven Stoffen zur Folge haben können, im Folgenden skizziert werden.

Im untersuchten Zeitraum ist es zu keinem Förderkorbabsturz an einer Mehrseilförderanlage gekommen, wie sie für die Schachtförderanlage Konrad 2 relevant sind. Ein großer Teil der Förderkorbabstürze wurde in Blindschächten oder bei Haspelförderung verzeichnet. Für Hauptseilfahranlagen mit Treibscheibeförderung ergibt sich eine Absturzhäufigkeit von 4E-09/Treiben. Unter Einbeziehung der sicherheitstechnischen Ausstattung (z. B. 8-Seil-Förderanlage) und administrativen Regelungen zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs der Schachtförderanlage Konrad 2 wurde für das Ereignis „Förderkorbabsturz“ eine Ereignishäufigkeit von 1E-09/Treiben festgelegt.

Im Untersuchungszeitraum waren die Ursachen von schwerem Übertreiben des Förderkorbs je zur Hälfte Überlast und Bremsversagen. Die Ereignisse mit Überlast wurden nicht einbezogen, da die Abfallgebinder vor der Förderung im Schacht Konrad 2 gewogen werden. Betriebserfahrungen aus anderen Schachanlagen sind in die Auslegung des Bremssystems für die Fördermaschine Konrad 2 eingeflossen. Es wurden dennoch alle Ereignisse mit schwerem Übertreiben des Förderkorbs durch Bremsversagen berücksichtigt und eine zu erwartende Häufigkeit für das schwere Übertreiben des Förderkorbs von 2E-09/Treiben angegeben.

Für das Versagen der Verriegelung der Schachtbeschickungseinrichtung mit der Folge eines Absturzes eines Plateauwagens mit Abfallgebinder wurde ebenso die Sicherheitsausstattung der Schachanlage Konrad miteinbezogen, so dass eine Wahrscheinlichkeit von 1E-10/Treiben festgelegt wurde.



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 14 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Im Hinblick auf eine mögliche Übertragung der Darstellungen im Bericht EU 238 [13] zu Störfällen mit der möglichen Folge des Absturzes von Behältern mit radioaktiven Stoffen im Schacht Asse 2 lässt sich Folgendes zusammenfassen:

- Für das Ereignis „schweres Übertreiben des Förderkorbes“ wurden die besonderen Sicherheitseinrichtungen der Schachtförderanlage Konrad 2 bei der Ermittlung der Häufigkeit nicht berücksichtigt. Diese Vorgehensweise ist konservativ, da die Schachtförderanlage Konrad 2 sicherheitstechnisch höherwertig ausgelegt ist, als die Anlagen, deren Ereignisse ausgewertet wurden.
- Es wurde eine Störfallhäufigkeit von 7E-06/a für dieses Ereignis ermittelt.
- Die Störfallhäufigkeit ist < 1E-05/a und damit nach den Bewertungskriterien dem Restrisikobereich zuzuordnen
- Alle anderen Ereignisse im Bereich der Schachtförderanlage haben eine geringere Störfallhäufigkeit
- Für die beiden anderen Störfälle, bei denen es zu einem Absturz von Abfallgebinden in den Schacht kommen kann (Förderkorbabsturz, Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes), werden die aus Betriebserfahrungen ermittelten Häufigkeiten aufgrund der speziellen Sicherheitsmaßnahmen für die Schachtförderanlage Konrad 2 reduziert
- Störfälle infolge eines Erdbebens wurden nicht probabilistisch bewertet.



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 15 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

### **3 Radiologische Störfälle im Bereich der Schachtförderung der Schachtanlage Asse II**

#### **3.1 Bedeutung der Darstellung im Planfeststellungsverfahren Konrad für die Förderung im Schacht Asse 2**

Für die Bewertung der radiologischen Störfälle bei der Förderung im Schacht Asse 2 sind die Ereignisse von Bedeutung, die einen Absturz der Behälter mit radioaktiven Stoffen in den Schacht zur Folge haben können. Diese Ereignisse wären aufgrund der großen Fallhöhe im Schacht mit hohen radiologischen Auswirkungen verbunden. Daher wird im Folgenden die Übertragbarkeit der Vorgehensweise in der Unterlage zum Planfeststellungsverfahren Konrad [13] auf die Förderung im Schacht Asse 2 untersucht. Für die Faktenerhebung und die Rückholung liegen noch keine Planungen zur Anzahl Treiben mit Förderung von Behältern mit radioaktiven Stoffen vor. Daher wird auf Basis der im Bericht zum Planfeststellungsverfahren Konrad [13] ermittelten Daten die maximale Anzahl dieser Treiben ermittelt, bei der die Störfallhäufigkeit noch im Bereich des Restrisikos liegt.

Beim Ereignis „Förderkorbabsturz“ sind die besonderen Sicherheitseinrichtungen der Schachtförderanlage Konrad 2 in die Bewertung eingeflossen, insbesondere die Ausstattung mit acht Seilen und ein erweitertes Mess- und Prüfprogramm. Die Störfallhäufigkeit wurde deshalb in [13] um einen Faktor 4 reduziert. Die Schachtförderanlage Asse 2 ist eine Einseilanlage, insofern kann die Störfallhäufigkeit hier nicht ohne weitere Prüfung reduziert werden und würde nach [13] 4E-09/Treiben betragen. Um auf Basis dieser Daten eine Störfallhäufigkeit im Bereich des Restrisikos zu erhalten, müsste die Anzahl der Treiben/a mit Förderung von Behältern mit radioaktiven Stoffen weniger als 2.500 betragen.

Beim Ereignis „schweres Übertreiben des Förderkorbes“ sind die besonderen Sicherheitseinrichtungen (z. B. SELDA-Anlage) der Schachtförderanlage Konrad 2 konservativ nicht in die Bewertung eingeflossen. Daraus könnte für die Schachtförderanlage Asse 2 gefolgert werden, dass auf eine SELDA-Anlage verzichtet werden kann. Die Störfallhäufigkeit liegt nach [13] bei 2E-09/Treiben. Um auf Basis dieser Daten eine Störfallhäufigkeit im Bereich des Restrisikos zu erhalten, müsste die Anzahl der Treiben/a mit Förderung von Behältern mit radioaktiven Stoffen weniger als 5.000 betragen.

Beim Ereignis „Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes“ sind die besonderen Sicherheitseinrichtungen der Schachtförderanlage Konrad 2 in die Bewertung eingeflossen, insbesondere die Ausstattung der Schachtbeschickungseinrichtungen und die



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 16 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Schachtverriegelung. Die Störfallhäufigkeit wurde deshalb in [13] um einen Faktor 63/Treiben reduziert. Die Schachtförderanlage Asse 2 verfügt nicht über vergleichbare Beschickungseinrichtungen und Verriegelungen. Demnach kann die Störfallhäufigkeit hier nicht ohne weitere Prüfung reduziert werden und würde nach [13]  $6,3E-09$ /Treiben betragen. Um auf Basis dieser Daten eine Störfallhäufigkeit im Bereich des Restrisikos zu erhalten, müsste die Anzahl der Treiben/a mit Förderung von Behältern mit radioaktiven Stoffen weniger als 1.587 betragen oder eine entsprechende Nachrüstung erfolgen.

Die möglichen Störfälle infolge eines Erdbebens wurden in der Unterlage [13] nicht probabilistisch bewertet. Für die Schachtförderanlage Asse 2 wurden die möglichen Auswirkungen von Erdbeben bisher nicht untersucht. Eine entsprechende Nachweisführung müsste erstellt werden.

Seit der Untersuchung [13] im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens Konrad hat sich sowohl die Schachtfördertechnik mit den entsprechenden Sicherheitseinrichtungen als auch die Methodik der probabilistischen Anlagenbewertung weiterentwickelt. Im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens wäre eine erneute probabilistische Bewertung der technischen Einrichtungen der Schachtförderanlage Asse 2 erforderlich. Es wären Daten und probabilistische Methoden des heutigen Kenntnisstandes zu verwenden. Da die Vorgehensweise und die Ergebnisse im Verfahren Konrad wegen der unterschiedlichen Ausstattung der Schachtförderanlage und der inzwischen weiterentwickelten Methodik probabilistischer Sicherheitsanalysen nicht unmittelbar auf den Schacht Asse 2 übertragbar sind, ist eine eigenständige sicherheitstechnische Bewertung der Schachtförderanlage Asse 2 im Hinblick auf die ausreichende Schadensvorsorge anzuraten.

### **3.2 Randbedingungen einer Nachweisführung für die Förderung radioaktiver Stoffe im Schacht Asse 2**

Bei einer eigenständigen sicherheitstechnischen Bewertung der Schachtförderanlage Asse 2 im Hinblick auf die ausreichende Schadensvorsorge sind alle Ereignisse, die aus unterschiedlichen Ursachen zu einem Absturz von Behältern mit radioaktiven Stoffen im Schacht führen können, zu berücksichtigen. Alternativ können auch die Behälter, in denen die radioaktiven Stoffe im Schacht gefördert werden, so ausgelegt sein, dass bei nicht auszuschließenden Einwirkungen keine Freisetzung radioaktiver Stoffe resultiert.

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 17 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Im Folgenden wird ein Vorschlag für die Vorgehensweise und die Inhalte einer sicherheitstechnischen Bewertung skizziert.

- Bestandsaufnahme der sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteile,
- Bewertung der Anlagenteile und der Gesamtanlage im Hinblick auf die Aufgabe „Aufwärtsförderung radioaktiver Stoffe in Behältern“ (im Gegensatz zur Abwärtsförderung von endzulagernden Abfallgebinden im Schacht Konrad 2, die z. T. andere Anforderungen an das System stellt),
- Bewertungsmaßstäbe: bergrechtliches und sinngemäß kerntechnisches Regelwerk, insbesondere die Technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS) [15]. Grundgedanke: Maßnahmen zum Schutz von Personen bei der Schachtförderung (insbesondere gegen einen Absturz im Schacht) sind zielführend und ausreichend für die Förderung radioaktiver Stoffe,
- Berücksichtigung von neueren Entwicklungen in der Sicherheitstechnik,
- Bestandsschutz kann nur für Anlagenteile gelten, die nach einer Bewertung gemäß Regelwerk ausreichend sicher sind,
- Ggf. Erhöhung des Sicherheitsniveaus durch festzulegende zusätzliche/häufigere Überprüfungen von Anlagenteilen,
- Ggf. ergänzend probabilistische Sicherheitsanalyse und Bewertung sowie
- Ableitung erforderlicher Ertüchtigungs- und Sanierungsmaßnahmen.

Für eine probabilistische Bewertung kann die im Bericht zum Planfeststellungsverfahren Konrad [13] definierte Abgrenzung von Störfällen einerseits zum anomalen Betrieb (und damit bestimmungsgemäßer Betrieb) und andererseits zum Restrisiko (und damit auslegungsüberschreitend) herangezogen werden. Dies wird durch die weiterhin bestätigte Sicherheitsphilosophie der Reaktorsicherheitskommission (RSK) [16] unterstützt. „Die Ereignisse und Anlagenzustände, die zu sicherheitstechnisch relevanten Abweichungen vom Normalbetrieb führen können, sind Ereignisklassen und Sicherheitsebenen mit jeweils zu berücksichtigenden Anfangs- und Randbedingungen, Postulaten sowie einzuhaltenden Nachweiszielen zuzuordnen. Es sind folgende Ereignisklassen und zugeordnete Sicherheitsebenen zu unterscheiden, wobei deren jeweils angegebenen Eintrittshäufigkeiten als Orientierungswerte zu verstehen sind:



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 18 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

- Normalbetrieb  
(Sicherheitsebene 1)
- Betriebsstörung > ca.  $10^{-2}/a$   
(Sicherheitsebene 2)
- Auslegungsstörfälle <  $10^{-2}/a$  bis >  $10^{-5}/a$   
(Sicherheitsebene 3)
- Auslegungsüberschreitende Anlagenzustände <  $10^{-5}/a$   
(Sicherheitsebene 4)“

Falls für ein oder mehrere Ereignisse keine ausreichenden technischen Maßnahmen getroffen werden können, die geeignet sind das Ereignis zu verhindern, verbleibt die Begrenzung des Aktivitätsinventars bei der Schachtförderung (siehe Kapitel 4) als weitere Möglichkeit zum Nachweis der erforderlichen Schadensvorsorge. Durch eine Beschränkung des Aktivitätsinventars soll erreicht werden, dass die möglichen radiologischen Auswirkungen bei einem Absturz eines Behälters mit radioaktiven Stoffen und deren Freisetzung im Schacht Asse 2 begrenzt wird.

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 19 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

## 4 Begrenzung des Aktivitätsinventars für die Schachtförderung

### 4.1 Mögliche Vorgehensweise

Da bisher keine Nachweise vorliegen, dass der Absturz von Behältern mit radioaktiven Stoffen bei der Förderung im Schacht Asse 2 ausgeschlossen werden kann, wurde im Sicherheits- und Nachweiskonzept für den Schritt 2 der Faktenerhebung [1] eine Begrenzung des Aktivitätsinventars auf dem Förderkorb als mögliche Schadensvorsorge beschrieben. Diese Ausführungen werden im vorliegenden Bericht wiedergegeben und insbesondere um konkrete Beispiele ergänzt.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit der Begrenzung des Aktivitätsinventars auf dem Förderkorb zur Schadensvorsorge ist eine untertägige Bestimmung des Aktivitätsinventars der nach über Tage zu fördernden Behälter. Eingelagerte radioaktive Abfälle, die aus defekten Gebinden in den Salzversatz oder den Kammerzugang der Einlagerungskammern gelangt sind, sowie Behälter mit stark kontaminiertem Haufwerk, deren Aktivitätsinventar die festzulegende Begrenzung übersteigt, verbleiben unter Tage.

Im Schritt 2 der Faktenerhebung können radioaktive Abfälle – insbesondere kontaminiertes Haufwerk aus der ELK 7/750 – anfallen, die nach über Tage gefördert werden müssen. Im Rahmen der bestehenden Genehmigungen (1/2010 [7], 1/2011 [8]) wurden keine Ereignisse mit radiologischen Auswirkungen bei der Förderung radioaktiver Stoffe im Schacht Asse 2 untersucht. Lediglich für den Umgang mit kontaminierten Lösungen im Rahmen der Genehmigung 1/2010 [7] wurden die radiologischen Auswirkungen eines Handhabungsstörfalls abdeckend ermittelt [6]. Die Ergebnisse sind inhaltlich auf den Absturz eines solchen Behälters mit radioaktiven Stoffen bei der Förderung im Schacht Asse 2 übertragbar.

Mit einer Begrenzung des Aktivitätsinventars der Behälter mit radioaktiven Stoffen auf dem Förderkorb soll erreicht werden, dass die möglichen Auswirkungen bei einem Störfall „Absturz von Behältern mit radioaktiven Feststoffen oder Flüssigkeiten bei der Förderung im Schacht“ [1] ausreichend begrenzt werden. Die Begrenzung des Aktivitätsinventars ist so festzulegen, dass der Störfallplanungswert der StrlSchV bzw. des AtG unterschritten und dem Reduzierungsgebot des § 6 (2) StrlSchV Rechnung getragen wird. Die Einhaltung der Begrenzung ist vor der Beladung des Förderkorbes messtechnisch zu überprüfen.

Eine ähnliche Vorgehensweise gab es im Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad. Hier hat der Antragsteller mit einer Selbstbeschränkung den Störfallplanungswert auf 20 mSv



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 20 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

– anstelle von 50 mSv nach StrlSchV – festgelegt. Aus der Einhaltung dieses Störfallplanungswertes wird das maximal zulässige Aktivitätsinventar eines Radionuklids pro Transporteinheit abgeleitet. Bei einem Gemisch von Radionukliden in einer Transporteinheit ist die Einhaltung des zulässigen Aktivitätsinventars durch Anwendung eines Summenkriteriums nachzuweisen. Zur weiteren Reduzierung des Risikos hat der Antragsteller in den Endlagerungsbedingungen festgeschrieben, dass der Summengrenzwert für ein Radionuklidgemisch nur zu 10 % ausgeschöpft werden darf. Für die Annahme von Transporteinheiten, die das Summenkriterium zu über 10 % ausschöpfen, behält sich der Antragsteller die Zustimmung vor und beschränkt ihren Anteil auf 1 % aller Abfallgebinde. Diese weitere Reduzierung der Eintrittshäufigkeit eines Störfalls mit Strahlenexpositionen im Bereich der Störfallplanungswerte wird von der Planfeststellungsbehörde als Minimierungsmaßnahme im Hinblick auf § 6 StrlSchV gewertet.

Für die Förderung radioaktiver Abfälle im Schacht Asse 2 während der Faktenerhebung Schritt 2 schlagen wir in Anlehnung an die Festlegungen im Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad eine derartige Begrenzung des Aktivitätsinventars, dass der Störfallplanungswert, der gemäß § 57b AtG von der Genehmigungsbehörde im Einzelfall festzulegen ist, auf 20 mSv (effektive Dosis) beschränkt wird. Dies sind 40 % des für andere Anlagen in § 49 bzw. § 50 i.V.m. § 117 (16) StrlSchV festgelegten Störfallplanungswertes von 50 mSv. Aus der Einhaltung dieses Störfallplanungswertes wird das maximal zulässige Aktivitätsinventar eines Radionuklids in Behältern auf dem Förderkorb des Schachtes Asse 2 abgeleitet. Bei einem Gemisch von Radionukliden in Abfallbehältern auf dem Förderkorb ist die Einhaltung des zulässigen Aktivitätsinventars durch Anwendung eines Summenkriteriums nachzuweisen. Dazu sind entsprechende Ausbreitungs- und Dosisberechnungen für Einzelnuclide und Nuklidgruppen durchzuführen und ein Summenkriterium zu formulieren. Analog zur Vorgehensweise im Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad ist zu zeigen, dass nur ein gewisser Prozentsatz der Schachtförderungen das zulässige Aktivitätsinventar ausschöpft bzw. andere Konservativitäten das Risiko weiter reduzieren.

Aus dem Planfeststellungsbeschluss für das Endlager Konrad geht nicht hervor wie die Organodosismerte des § 49 StrlSchV bei der Festlegung der Aktivitätsgrenzwerte berücksichtigt wurden. Formal ist der § 49 StrlSchV für die Schachanlage Asse II nicht zutreffend, da die Festlegung des Störfallplanungswertes im § 57b AtG geregelt ist. Der Ausschöpfungsgrad der Organodosismerte kann bei der Dominanz von Alphastrahlern – wie sie in vielen der in die Schachanlage Asse II eingelagerten Gebinden vorliegt – aber höher sein als der Ausschöp-

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 21 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

fungsgrad der effektiven Dosis. Im Genehmigungsbescheid 1/2011 [8] hat die Genehmigungsbehörde den § 50 StrlSchV als Bewertungsgrundlage für die radiologischen Auswirkungen von Störfällen herangezogen (Begrenzung der effektiven Dosis auf 50 mSv) und zusätzlich die für Anlagen nach § 49 StrlSchV geltenden Organdosen betrachtet. Entsprechende Entscheidungen zur Einbeziehung der Organdosen für die Festlegung des zulässigen Aktivitätsinventars sind erforderlich. Für die weiteren Überlegungen wird für die Organdosen eine maximale Ausschöpfung der Störfallplanungswerte des § 49 StrlSchV von 40 % empfohlen.

#### 4.2 Abschätzung des zulässigen Aktivitätsinventars für ausgewählte Einzelnuclide

Im Folgenden wird am Beispiel ausgewählter Einzelnuclide aufgezeigt, welches zulässige Aktivitätsinventar sich für die Förderung im Schacht Asse 2 ergibt. Zunächst sind weitere Festlegungen für die Ermittlung der Freisetzungen beim Absturz eines Behälters mit radioaktiven Stoffen bei der Förderung im Schacht Asse 2 und der daraus resultierenden Ableitung in die Umgebung erforderlich. Für eine erste Abschätzung werden die folgenden konservativen Randbedingungen zu Grunde gelegt:

- Alle auf dem Förderkorb befindlichen Behälter mit radioaktiven Stoffen stürzen in den Schacht.
- Das gesamte Aktivitätsinventar dieser Behälter wird im Schacht freigesetzt.
- Das gesamte freigesetzte Aktivitätsinventar wird mit den Abwettern in die Umgebung abgeleitet (eine Rückhaltung innerhalb des Grubengebäudes wird nicht berücksichtigt).
- Die Ableitung erfolgt innerhalb von maximal acht Stunden (konservative Randbedingung aus den Störfallberechnungsgrundlagen [17]).

Die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen erfolgen analog den für die Genehmigungsunterlage „Sicherheits- und Störfallanalyse“ [18] durchgeführten Berechnungen. Für jedes der ausgewählten Einzelnuclide wird eine eigene Berechnung mit einem fiktiven Quellterm erstellt. Die ungünstigste Einwirkungsstelle liegt jeweils in 51 m Entfernung am Zaun des Betriebsgeländes der Schachtanlage Asse II. Anhand der für diese Einwirkungsstelle berechneten Dosiswerte wird die Ausschöpfung der Störfallplanungswerte für die effektive Dosis und die Organdosen ermittelt. Dafür wird jeweils die Altersgruppe gem. Anlage VII Tabelle 2 StrlSchV herangezogen, für die sich die höchsten Dosiswerte ergeben. Per Dreisatz kann nun derjenige Quellterm

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 22 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

für das Einzelnuclid bestimmt werden, der zu der festgelegten Ausschöpfung der Störfallplanungswerte für die effektive Dosis und die Organdosen von 40 % führt.

Die Auswahl der Einzelnuclide erfolgte im Hinblick auf deren Dosisrelevanz und die Höhe des in den Einlagerungskammern eingelagerten Aktivitätsinventars, welches der Datenbank Assekata [19] mit Stichtag 01.01.2010 in Bezug auf die Aktivitäten entnommen wurde.

Die Ergebnisse der Ausbreitungs- und Dosisberechnungen sind in Form des Quellterms, bei dem sich eine Ausschöpfung der Störfallplanungswerte von 40 % ergibt, in Tabelle 1 dargestellt. Es wird jeweils ein Quellterm für die effektive Dosis und das oder die Organe mit der höchsten Ausschöpfung der Störfallplanungswerte für Organdosen angegeben sowie die Störfallplanungswerte für Organdosen gem. § 49 StrlSchV.



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 23 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Quellterm bei 40 % Ausschöpfung der Störfallplanungswerte				Störfallplanungs- wert Organe
Einzel- nuklid	Effektive Dosis	Organdosis	Organ	Gem. § 49 StrlSchV
	Bq	Bq	Bq	mSv
H-3	1,4E+14	1,4E+14	Hoden, Ovarien, rotes Knochenmark, Uterus	50
C-14	3,3E+12	3,4E+12	Hoden, Ovarien, rotes Knochenmark, Uterus	50
Co-60	4,3E+09	4,5E+09	Ovarien	50
Sr-90	2,0E+09	3,2E+08	Rotes Knochenmark	50
I-129	2,2E+09	3,6E+08	Schilddrüse	150
Cs-137	4,2E+09	4,3E+09	Hoden	50
Eu-154	6,3E+09	6,3E+09	Rotes Knochenmark	50
Pb-210	2,5E+08	5,5E+07	Knochenoberfläche	300
Ra-226	2,0E+08	3,3E+07	Knochenoberfläche	300
Th-230	2,0E+08	2,2E+07	Knochenoberfläche	300
U-234	2,5E+09	7,5E+08	Lunge	150
U-238	2,5E+09	1,0E+09	Lunge	150
Pu-239	1,8E+08	3,2E+07	Knochenoberfläche	300
Pu-241	1,0E+10	1,6E+09	Knochenoberfläche	300
Am-241	2,3E+08	3,0E+07	Knochenoberfläche	300

**Tabelle 1:** Berechneter Quellterm für ausgewählte Einzelnuclide bei 40 % Ausschöpfung der jeweiligen Störfallplanungswerte und Störfallplanungswerte gem. § 49 StrlSchV für Organe

Bei einer konservativen Festlegung eines zulässigen Aktivitätsinventars auf dem Förderkorb wird der jeweils niedrigere Quellterm für ein Einzelnuclid zu Grunde gelegt. In der Tabelle 2 sind die so festgelegten zulässigen Aktivitätsinventare dargestellt. Wenn Behälter mit radioaktiven Stoffen auf dem Förderkorb z. B. nur Am-241 enthalten, kann das Aktivitätsinventar bis zu 3,0E+07 Bq betragen.



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 24 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Einzelnuclid	zulässige Aktivitätsinventare auf dem Förderkorb bei Einzelnucliden
	Bq
H-3	1,4E+14
C-14	3,3E+12
Co-60	4,3E+09
Sr-90	3,2E+08
I-129	3,6E+08
Cs-137	4,2E+09
Eu-154	6,3E+09
Pb-210	5,5E+07
Ra-226	3,3E+07
Th-230	2,2E+07
U-234	7,5E+08
U-238	1,0E+09
Pu-239	3,2E+07
Pu-241	1,6E+09
Am-241	3,0E+07

**Tabelle 2:** Zulässiges Aktivitätsinventar auf dem Förderkorb bei Einzelnucliden

Die niedrigsten zulässigen Aktivitätsinventare ergeben sich für Cs-137 (Gammastrahlung) mit 4,2E+09 Bq, Sr-90 (Betastrahlung) mit 3,2E+08 Bq und Th-230 (Alphastrahlung) mit 2,2E+07 Bq. Im Hinblick auf Kontamination aus den Zerfallsprodukten des gasförmigen Rn-222 als Tochternuclid von Ra-226 ist auch das Einzelnuclid Pb-210 mit einem niedrigen zulässigen Aktivitätsinventar von 5,5E+07 Bq von Bedeutung.

Ferner zeigt ein Vergleich der zulässigen Aktivitätsinventare mit dem Aktivitätsinventar des jeweiligen Einzelnuclids in den Einlagerungskammern 7/750 und 12/750 Folgendes: für die Einzelnuclide H-3, C-14 und I-129 ist das zulässige Aktivitätsinventar mindestens rund eine Größenordnung höher als das Aktivitätsinventar dieser Einzelnuclide in den jeweiligen Einlagerungskammern. Diese Einzelnuclide sind damit nicht relevant und brauchen bei einer Festlegung des zulässigen Aktivitätsinventars nicht weiter berücksichtigt werden.

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 25 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

### 4.3 Einordnung der Ergebnisse

Es ist geplant, im Schritt 2 der Faktenerhebung Zugänge zu den Einlagerungskammern zu öffnen. Zur Freilegung von Gebinden zur Inaugenscheinnahme ist Versatz- bzw. Versturzmateriale zu entfernen. Eine mögliche Kontamination des dabei anfallenden Haufwerks kann auf folgenden Wegen verursacht worden sein:

- Diffusion oder Migration radioaktiver Gase (Radon) in den Versatz bzw. Versturz und Ablagerung fester Zerfallsprodukte,
- Wegsamkeiten von der ELK in den Zugang, in denen sich feste Zerfallsprodukte radioaktiver Gase (Radon) abgelagert haben (darunter fallen auch Diffusionsvorgänge),
- Eindringen von Lösung, die in der ELK radioaktive Stoffe aus beschädigten Gebinden aufgenommen hat, in den Zugang oder den Versatz bzw. Versturz und
- Kontamination des Versatzes bzw. Versturzes mit aus beschädigten Gebinden stammenden Abfallbestandteilen.

Über das Ausmaß der Kontamination über diese Wege werden die Ergebnisse der Untersuchungen im Schritt 1 der Faktenerhebung teilweise Aufschluss geben. Erste Ergebnisse der Bohrungen im Schritt 1 der Faktenerhebung zeigen geringe Kontaminationen des erbohrten Versatzes in der ELK 7/750 vornehmlich durch Radonzerfallsprodukte.

Weiteren Aufschluss über mögliche Kontaminationen, die durch Eindringen von Lösungen in die Einlagerungskammern entstehen können, geben Untersuchungen von Lösungen in der Nähe der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750. Bisher liegen Daten aus der Erkundungsbohrung R5-4 vor dem Verschlussbauwerk zur ELK 7/750 und Messwerte von kontaminierter Lösung aus dem Sumpf vor der ELK 12/750 vor [20], [21]. Die maßgeblichen Radionuklide in den beprobten Lösungen sind H-3 und Cs-137. Andere Radionuklide wurden nur mit geringen Aktivitätskonzentrationen nachgewiesen. Wegen der deutlich niedrigeren Dosiskoeffizienten ist das vorhandene H-3 im Hinblick auf die Begrenzung des Aktivitätsinventars bei der Schachtförderung nicht relevant. Die Cs-137-Aktivitätskonzentrationen im Laugensumpf liegen etwa eine Größenordnung über denen in der Lösung der Bohrung R5-4. Im Bodensatz des Laugensumpfes vor der ELK 12/750 wurden zudem 5- bis 10-fach höhere Cs-137-Aktivitätskonzentrationen vorgefunden als in den überstehenden Lösungen [21]. Konservativ wird eine hohe Aktivitätskonzentration von 600 kBq/kg Cs-137 aus dem Bodensatz im Sumpf vor ELK 12/750 für durch Lösungen kontaminiertes Haufwerk herangezogen. Ein 400-l-Fass mit 500 kg mit Cs-137 kontaminiertem Haufwerk hat dann ein Aktivitätsinventar von rund



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 26 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

3E+08 Bq. Dieser Wert ist etwa eine Größenordnung niedriger als das in Tabelle 2 angegebene zulässige Aktivitätsinventar für Cs-137 in Höhe von 4,2E+09 Bq. Demnach können theoretisch in Bezug auf eine Aktivitätsbegrenzung rund 14 solcher Fässer gleichzeitig im Schacht Asse 2 gefördert werden.

Nach dem Konzept zum Entsorgungs- und Freigabeverfahren [2] soll Haufwerk mit Aktivitätskonzentrationen bis zum 10-fachen der Freigrenze möglichst unter Tage verwertet werden. Bei höheren Aktivitätskonzentrationen oder wenn eine Verwertung unter Tage nicht möglich ist soll das Haufwerk als radioaktiver Abfall zur Entsorgung nach über Tage gebracht werden. Daher wird für Einzelnuclide das Aktivitätsinventar eines 400-l-Fasses abgeschätzt, das mit 500 kg mit dem jeweiligen Einzelnuclid kontaminiertem Haufwerk befüllt ist. Die Aktivitätskonzentration des kontaminierten Haufwerks entspricht hypothetisch dem 10-fachen der Freigrenzen nach Anlage III, Tabelle 1, Spalte 3 StrlSchV in Bq/g (siehe Tabelle 3). Ein Vergleich mit den in Kapitel 4.2 ermittelten und in Tabelle 3 ebenfalls aufgeführten zulässigen Aktivitätsinventaren zeigt, dass die Förderung dieser Fässer im Schacht Asse 2 im Hinblick auf Einzelnuclide auch mit einer Begrenzung des Aktivitätsinventars größten Teils möglich sein wird - außer für Sr-90, Ra-226 und evtl. weiterer hier nicht untersuchter Nuclide -, wenn die Aktivitätskonzentrationen im Bereich des 10-fachen der Freigrenze liegen. Für die Einzelnuclide Sr-90 und Ra-226 ist das Aktivitätsinventar eines Fasses mit 500 kg kontaminiertem Haufwerk höher als das zulässige Aktivitätsinventar für die Schachtförderung (siehe Tabelle 3). Fässer mit diesem Inhalt können demnach nicht im Schacht Asse 2 gefördert werden.

Zum Vergleich sind in Tabelle 3 außerdem die höchsten Aktivitätsinventare der jeweiligen Einzelnuclide in einem einzelnen Gebinde in den Einlagerungskammern 7/750 und 12/750 aufgeführt. Die Aktivitätsinventare gelten für den Stichtag 01.01.2010 in Bezug auf die Aktivitäten. Es gibt kammer-spezifische Unterschiede. Das Aktivitätsinventar von Th-230 ist in einem einzelnen Gebinde der ELK 7/750 so gering, dass es für die Festlegung einer Aktivitätsbegrenzung irrelevant ist. In ELK 12/750 ist das entsprechende Aktivitätsinventar von Th-230 etwas höher als das für Th-230 abgeschätzte zulässige Aktivitätsinventar und damit zunächst zu berücksichtigen. Auch die höchsten Aktivitätsinventare von Uranisotopen sind in Gebinden der ELK 7/750 um zwei Größenordnungen niedriger als in ELK 12/750, liegen aber in einem Bereich, der bei Vorhandensein mehrerer Nuclide nicht von vorn herein irrelevant ist. Im Hinblick auf Kontaminationen des Salzversatzes durch aus beschädigten Gebinden stammenden Abfällen sind die Nuclide Am-241 und Pu-239 aufgrund des großen Verhältnisses von höchstem



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 27 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Aktivitätsinventar in einem Gebinde zu zulässigem Aktivitätsinventar auf dem Förderkorb voraussichtlich am bedeutsamsten.

Einzel-nuklid	zulässige Akti- vitätsinventare auf dem För- derkorb bei Einzelnucliden	Aktivitätsinventar eines Fasses mit 500 kg kontami- niertem Haufwerk (Aktivi- tätskonzentration 10-fache der Freigrenze in Bq/g des jew. Einzelnuclids)	Höchstes Aktivitätsinventar (zum Stichtag 01.01.2010) des jeweiligen Einzelnucl- lids in einem einzelnen Ge- binde	
			ELK 7/750	ELK 12/750
	Bq	Bq	Bq	Bq
Co-60	4,3E+09	5,0E+07	5,0E+09	1,7E+09
Sr-90	3,2E+08	5,0E+08	5,9E+10	4,7E+10
Cs-137	4,2E+09	5,0E+07	9,2E+10	6,8E+10
Eu-154	6,3E+09	5,0E+07	1,1E+09	1,7E+08
Pb-210	5,5E+07	5,0E+07	2,3E+08	2,5E+08
Ra-226	3,3E+07	5,0E+07	3,6E+08	3,6E+08
Th-230	2,2E+07	5,0E+06	1,3E+02	6,7E+07
U-234	7,5E+08	5,0E+07	2,5E+07	2,0E+09
U-238	1,0E+09	5,0E+07	2,7E+07	1,9E+09
Pu-239	3,2E+07	5,0E+06	1,4E+10	1,3E+10
Pu-241	1,6E+09	5,0E+08	5,9E+11	2,8E+11
Am-241	3,0E+07	5,0E+06	7,1E+10	4,1E+10

**Tabelle 3:** Zulässiges Aktivitätsinventar auf dem Förderkorb bei Einzelnucliden, Vergleich zu einem Fass mit durch ein Einzelnuclid kontaminiertem Haufwerk und höchstes Aktivitätsinventar des jeweiligen Einzelnuclids in einem einzelnen eingelagerten Gebinde der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750

Die ersten Abschätzungen zur Festlegung eines zulässigen Aktivitätsinventars (siehe Kapitel 4.2) zeigen, dass auch mit einer Aktivitätsbegrenzung Spielraum für die Förderung radioaktiver Stoffe im Schacht Asse 2 besteht. Zur weiteren Konkretisierung der Vorgehensweise und Randbedingungen zur Festlegung einer Aktivitätsbegrenzung sind Kriterien für die Berücksichtigung von mehreren gleichzeitig vorhandenen Nucliden zu entwickeln. Außerdem können die Randbedingungen der Freisetzung bei einem Störfall mit Absturz von Behältern im Schacht weniger konservativ angesetzt werden, ohne dass die Auswirkungen unterschätzt werden. So



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 28 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

ist es z. B. realistisch, dass nicht das gesamte Aktivitätsinventar der auf dem Förderkorb befindlichen Behälter mit radioaktiven Stoffen bei einem Sturz in den Schacht freigesetzt und mit den Abwettern in die Umgebung abgeleitet wird.

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 29 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] BfS, Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II - Schritt 2 - Öffnen der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750 und Bewertung der Zustände von Kammern und Gebinden Hier: Konzeptplanung 2. Teilbericht: Öffnungskonzept, BfS-KZL: 9A/23400000/GHB/RA/0031/00, Stand: 30.01.2015.
- [2] BfS, Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II - Schritt 2 - Öffnen der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750 und Bewertung der Zustände von Kammern und Gebinden Hier: Konzept zum Entsorgungs- und Freigabeverfahren, BfS-KZL: 9A/23400000/GHB/RZ/0010/00, Stand: 02.09.2014.
- [3] Deutscher Bundestag, Entwurf eines Gesetzes zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachanlage Asse II, Drucksache 17/11822, 11.12.2012.
- [4] NMU, Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerkes Konrad in Salzgitter als Anlage zur Endlagerung fester oder verfestigter radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, 22. Mai 2002.
- [5] BfS, Sicherheitsüberprüfung des bestimmungsgemäßen Betriebes der Schachanlage Asse II, BfS-KZL: 9A/24113000/EA/E/0001/01, Stand: 30.10.2009.
- [6] BfS, Sicherheitsüberprüfung der Störfallvorsorge der Schachanlage Asse II, BfS-KZL: 9A/24112000/EB/T/0002/01, Stand: 30.10.2009.
- [7] NMU, Genehmigungsbescheid für die Schachanlage Asse II: Bescheid 1/2010: Umgang mit radioaktiven Stoffen gemäß § 7 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) vom 08.07.2010, Aktenzeichen: 43 - 40326/8/19.
- [8] NMU, Genehmigungsbescheid für die Schachanlage Asse II: Bescheid 1/2011: Umgang mit Kernbrennstoffen gemäß § 9 Atomgesetz (AtG) Faktenerhebung Schritt 1 vom 21.4.2011, Akten-Zeichen: 43 - 40326/8/19.
- [9] DMT & TÜV NORD SysTec, Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse, Essen/Hamburg, 2009.

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 30 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

- [10] EWN GmbH & TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse, 2008.
- [11] Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Sicherheitsanalyse des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM), 1991.
- [12] BfS, Systemanalyse Konrad Teil 3: Ermittlung und Klassifizierung von Störfällen, EU 228, GRS-A-1504, BfS-KZL: 9K/33219/-/EB/RB/0001/0004, 3. Revision, Stand: 24.02.1997.
- [13] PTB, Systemanalyse Konrad Teil 3: Anlagenbewertung des geplanten Endlagers Konrad, EU 238, GRS-A-1493, KZL-PTB: 9K/33219/-/EB/RB/0003/01, Stand: Mai 1989.
- [14] BMI, „Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung - Störfall-Leitlinien -,“ 1983.
- [15] Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld (u.a.), Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS), Stand Dezember 2005.
- [16] Reaktorsicherheitskommission (RSK), RSK-Verständnis der Sicherheitsphilosophie, Bundesanzeiger, 12.05.2013.
- [17] Strahlenschutzkommission (SSK), Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV - Neufassung des Kapitels 4: Berechnung der Strahlenexposition, SSK Heft 44, 2004.
- [18] BfS, Sicherheits- und Störfallanalyse, BfS-KZL: 9A/24000000/EA/E/0002/01, Stand: 14.01.2011.
- [19] Datenbank Assekat Version 9.2, Stand: 02.02.2010.
- [20] IFG, Auszug aus: Ergebnisse der Kamerabefahrungen und der geotechnischen Messungen in den Erkundungsbohrungen im Bereich der geplanten Strömungsbarrieren SB-750-11 und SB-750-12, unveröffentlichter Entwurf, Stand: 22.09.2008.
- [21] BfS, Systembeschreibung: Potenziell kontaminierte und kontaminierte Lösungen und Feststoffe in der Schachtanlage Asse II, BfS-KZL 9A/24113000/LE/E/0002/01, 2009.

				<b>Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars</b>			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 31 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

## 6 Glossar

**Abfall, radioaktiver:** Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 des Atomgesetzes, die nach § 9 a des Atomgesetzes geordnet beseitigt werden müssen

**Abfallgebinde:** Einheit aus verarbeitetem radioaktiven Abfall und Verpackung bzw. Behälter; bezieht sich nicht auf die in die Schachtanlage Asse II eingelagerten radioaktiven Abfälle (siehe Gebinde)

**Abwetter:** Wetterstrom hinter einem untertägigen Betriebspunkt bis zur Abgabe in die Umgebung an der Tagesoberfläche

**Aktivität:** Anzahl der in einem Zeitintervall auftretenden Kernumwandlungen eines Radionuklids oder Radionuklidgemisches dividiert durch die Länge des Zeitintervalls, Maßeinheit: 1 Bq = Zerfälle  $\times$  s<sup>-1</sup>

**Aktivität, spezifische:** Aktivität bezogen auf die Masseneinheit

**Aktivitätsinventar:** Die in einer Probe oder einem Medium enthaltene Aktivität in Bq

**Aktivitätskonzentration:** Aktivität bezogen auf die Volumeneinheit

**Atomgesetz:** Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren

**Auffahren/Auffahrung:** Herstellung einer söhlichen oder geneigten Strecke oder eines anderen Grubenbaus

**Ausbreitungsrechnung:** Berechnung der Auswirkungen der Abgabe von Schadstoffen bzw. radioaktiven Stoffen mit der Abluft unter Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse am Standort

**Betrieb, anomaler:** Siehe Betrieb, bestimmungsgemäßer

**Betrieb, bestimmungsgemäßer:** Bestimmungsgemäßer Betrieb umfasst:

a) Betriebsvorgänge, für die die Anlage bei funktionsfähigem Zustand der Systeme (ungestörter Zustand) bestimmt und geeignet ist (Normalbetrieb)

b) Betriebsvorgänge, die bei Fehlfunktion von Anlagenteilen oder Systemen (gestörter Zustand) ablaufen, soweit hierbei einer Fortführung des Betriebes sicherheitstechnische Gründe nicht entgegenstehen (anomaler Betrieb) sowie

c) Instandhaltungsvorgänge (Inspektion, Wartung, Instandsetzung)



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 32 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

**Dosis:** Aufnahmemenge ionisierender Strahlung

**Dosis, effektive:** Kurzbezeichnung für die effektive Äquivalentdosis; dient der Ermittlung der Strahlenexposition des Menschen; dabei werden unterschiedliche Arten ionisierender Strahlung und die Belastung der einzelnen Organe berücksichtigt; Maßeinheit = Sievert (Sv)

**Dosiskoeffizient:** Faktor zur Ermittlung der Strahlenexposition einzelner Organe und des gesamten Körpers durch inkorporierte radioaktive Stoffe

**Einlagerungskammer:** Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum, in dem radioaktive Abfälle eingelagert sind

**Einwirkungsstelle, ungünstigste:** Stelle in der Umgebung einer Anlage oder Einrichtung, an der aufgrund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umwelt unter Berücksichtigung realer Nutzungsmöglichkeiten durch Aufenthalt oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Strahlenexposition der Referenzperson zu erwarten ist

**Entsorgungskonzept:** Darstellung der beim Abbau einer Anlage zu erwartenden Stoffströme einschließlich deren Mengengerüste, der wesentlichen Bearbeitungsschritte und der Pfade zur schadlosen Beseitigung bzw. Verwertung oder zur Entsorgung als radioaktive Abfälle

**Förderkorb:** Am Förderseil hängendes Gestell, mit dem Personen und Materialien im Schacht befördert werden

**Freigabe:** Verwaltungsakt, der die Entlassung radioaktiver Stoffe aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes bewirkt. Die Voraussetzungen für die Freigabe werden in § 29 StrlSchV geregelt

**Freigrenzen:** Werte der Aktivität und spezifischen Aktivität radioaktiver Stoffe, die in der Anlage III der StrlSchV aufgeführt sind, und bei deren Überschreitung Tätigkeiten mit diesen radioaktiven Stoffen der Überwachung nach StrlSchV unterliegen

**Gebinde:** Einheit aus eingelagerten Stoffen mit Fixierungsmittel und Behälter. Oberbegriff für VBA und nVBA

**Grubenbaue:** Planmäßig bergmännisch hergestellte Hohlräume unter Tage (Strecken, Schächte, Kavernen, Abbaue)

**Grubengebäude:** Gesamtheit aller bergmännisch hergestellten Grubenbaue eines Bergwerks

**Haufwerk:** Aus dem Gebirgsverband herausgelöstes Gestein; auch aus Bauwerken herausgelöstes Material sowie Versatzmaterial



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 33 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

**Kammerzugang:** Neben den Zugängen im engeren Sinn auch Durchhiebe zu benachbarten Abbauen bzw. Einlagerungskammern, Bohrungen in die Einlagerungskammern oder Rolllöcher. Zugänge im engeren Sinn erfordern bei Auffahrung eine radiologische Charakterisierung des gesamten Haufwerks

**Kammerzugangsstrecke:** Strecke von der Ausrichtungsstrecke zur ELK, bestehend aus der Vorrichtungsstrecke und der Durchschlagszone

**Kontamination:** Verunreinigung von Oberflächen mit gefährlichen Stoffen. Diese umfasst die festhaftende, nicht festhaftende und die über die Oberfläche eingedrungene Stoffe

**Landessammelstelle:** Zwischenlager für (schwach) radioaktive Abfälle, die von den deutschen Bundesländern unterhalten werden. Im Kontext ist immer die Landessammelstelle von Niedersachsen gemeint

**Lösungen, saline:** Wässrige Lösungen mit unterschiedlicher Salzkonzentration

**Low Active Waste:** Schwachradioaktive Stoffe gemäß der „Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse“

**Medium Active Waste:** Mittelradioaktive Stoffe gemäß der „Vorläufigen Bedingungen für die Versuchseinlagerung mittelradioaktiver Abfallstoffe im Salzbergwerk Asse“

**Nuklid:** Durch Protonenzahl (Ordnungszahl) und Massenzahl charakterisierte Atomart

**Quellterm:** Quantitative Angabe über die Ableitung oder Freisetzung radioaktiver Stoffe als Funktion von Zeit und Ort für Ausbreitungsrechnungen (Ziel: Dosisberechnungen für die Bevölkerung)

**Radioaktivität:** Eigenschaft instabiler Atomkerne sich spontan unter Energieabgabe umzuwandeln und diese in Form ionisierender Strahlung abzugeben

**Radionuklid:** Ein Radionuklid ist ein instabiles Nuklid, das spontan ohne äußere Einwirkung unter Aussendung energiereicher (ionisierender) Strahlung in ein anderes Nuklid zerfällt. Zurzeit sind über 3.300 verschiedene Nuklide bekannt, die sich auf die 118 zurzeit bekannten Elemente verteilen

**Radon:** Radioaktives Edelgas, u. a. Rn-220 (Thoron) und Rn-222

**Schacht:** Vertikaler Grubenbau von der Tagesoberfläche bis zu den Sohlen eines Bergwerks; dient zur Beförderung von Personen, Materialien oder zur Belüftung



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 34 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

**Störfall:** Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszuliegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind

**Stoffe, mittelradioaktiv:** Radioaktive Abfälle, die den Bedingungen zur Versuchseinlagerung in der Kammer 8a im Salzbergwerk Asse von Dezember 1976 entsprechen

**Stoffe, potenziell kontaminierte:** Alle Stoffe, die in den Strahlenschutzbereichen und Verdachtsflächen anfallen, werden zunächst als potenziell kontaminiert eingestuft. Über die weitere Behandlung der potenziell kontaminierten Stoffe entscheidet das vor Ort für den Strahlenschutz verantwortliche Personal

**Stoffe, schwachradioaktiv:** Radioaktive Abfälle, die den Bedingungen für die Lagerung im Salzbergwerk Asse entsprechen

**Strahlenexposition:** Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper oder Körperteile

**Strahlenschutz:** Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädigenden Wirkungen ionisierender Strahlung aus natürlichen und künstlichen Strahlenquellen

**Strahlenschutzverordnung:** Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen

**Strahlung, ionisierende:** Strahlung radioaktiver Substanzen, die direkt oder indirekt Ionen erzeugt (z. B. Alpha-, Beta-, Gamma- und Neutronenstrahlung)

**Strecke:** Tunnelartiger Grubenbau, der nahezu söhlig aufgefahren ist

**Tochternuklid:** Bei radioaktivem Zerfall direkt aus dem ursprünglichen Mutternuklid entstehendes Nuklid

**Treiben:** Jedes Bewegen eines Fördermittels bis zum Stillsetzen; Umsetzen und Nachsetzen gelten nicht als Treiben

**Tritium:** Radioaktives Isotop des Wasserstoffs mit zwei Neutronen und einem Proton im Kern. Tritium ist ein Betastrahler mit einer Halbwertszeit von 12,323 Jahren

**Übertreiben:** bergm., Bewegung der Fördermittel über die Endanschläge hinaus

**Verlorene Betonabschirmung:** Gebinde, welches von einem zylinderförmigen Betonbehälter allseitig umschlossen ist und mit diesem zusammen eingelagert wurde



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 35 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

**Versatz:** Material, mit dem die Hohlräume eines Bergwerks zur Stabilisierung verfüllt werden

**Versturz:** Durch Löser oder Abschaltung verursachtes Gesteinsmaterial

**Verwertung, schadlose:** Bezeichnet die Verwendung und Verwertung von radioaktiven Reststoffen innerhalb einer atomrechtlichen Genehmigung und/oder die Freigabe des Stoffes aus dem Atomgesetz

**Verwertung unter Tage:** Nutzung von Haufwerk unter Tage als radioaktiver Reststoff auf Grundlage des § 57b AtG z. B. für stabilisierende Verfüllmaßnahmen, dessen spezifische Aktivität das 10-fache der Werte der Spalte 3 Anlage III StrlSchV (Freigrenzen pro Gramm) unterschreitet, ohne ein ggf. mögliches vorgeschaltetes Freigabeverfahren nach § 29 StrlSchV durchzuführen

**Wegsamkeit:** Zonen im Gebirge wie Risse, Klüfte oder Auflockerungen, die zu einer erhöhten Permeabilität des Gebirges für Gase und Flüssigkeiten führen

**Wetter:** Bergmännischer Begriff für die Luft im Grubengebäude

**Zerfall, radioaktiver:** Prozess der spontanen Kernumwandlung von Radionukliden unter Abgabe ionisierender Strahlung

**Zerfallsprodukt:** Nuklid, welches aus radioaktivem Zerfall eines Radionuklides entstanden ist



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 36 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

## 7 Abkürzungsverzeichnis

Am-	Isotop von Americium z. B. 241
AtG	Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (kurz: Atomgesetz)
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
Bq	Becquerel
C-	Isotop von Kohlenstoff z. B. 14
Co-	Isotop von Cobalt z. B. 60
Cs-	Isotop von Cäsium z. B. 137
DMT	DMT GmbH & Co. KG
ELK	Einlagerungskammer
ERAM	Endlager Morsleben
Eu-	Isotop von Europium z. B. 154
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH
H-	Isotop von Wasserstoff z. B. 3 (Tritium)
I-	Isotop von Iodine z. B. 129
LAW	Low Active Waste (schwachaktive Abfälle)
MAW	Medium Active Waste (mittelaktive Abfälle)
Pb-	Isotop von Blei z. B. 210
PFB	Planfeststellungsbeschluss
Pu-	Isotop von Plutonium z. B. 238
Ra-	Isotop von Radium z. B. 226
Sr-	Isotop von Strontium z. B. 90
StrlSchV	Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (kurz: Strahlenschutzverordnung)
Sv	Sievert (Einheit der Äquivalentdosis)



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 37 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

Th- Isotop von Thorium z. B. 230

U- Isotop von Uran z. B. 238

UVP Umweltverträglichkeitsprüfung

VBA Gebinde mit verlorener Betonabschirmung



**Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Schritt 2 – Recherche zu radiologischen Störfällen im Bereich der Schachtförderung des Schachtes Asse 2 einschließlich Begrenzung des Aktivitätsinventars**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2583044	Seite: 38 von 38
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 12.10.2016
9A	23400000	GHB	RZ	0074	00		

## 8 Stichwortverzeichnis

Absturz .....	3, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 27
Ausschöpfung.....	5, 21, 22, 23
Bohrung.....	6
Eintrittshäufigkeit.....	8, 11, 20
Entsorgung .....	6, 26, 32
Erdbeben.....	16
Förderkorb.....	5, 8, 10, 19, 20, 21, 23, 24, 27, 28, 32
Freigrenze .....	26, 27
Genehmigungsbescheid.....	21, 29
Haufwerk .....	3, 5, 6, 19, 25, 26, 27, 33, 35
Kontamination .....	24, 25, 33
Lösung.....	25
Methodik.....	3, 16
Organdosis .....	23
Restrisiko.....	17
Sicherheitsebene.....	18
Störfallplanungswert.....	3, 7, 8, 19, 20, 23
Verwertung .....	26, 32, 35