

Deckblatt



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Blatt: 1
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23520000				GHB	RA	0049	00	Stand: 16.12.2019

Titel der Unterlage:
 RÜCKHOLUNG DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE AUS DER SCHACHTANLAGE ASSE II -
 KONZEPTPLANUNG FÜR DIE RÜCKHOLUNG DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE VON DER 511-M-
 SOHLE
 4. TEILBERICHT: SICHERHEITS- UND NACHWEISKONZEPT

Ersteller/Unterschrift: DMT	P
--------------------------------	---

Stempelfeld:

IVST:	bergrechtlich verantwortliche Person: 04. MRZ 2020	atomrechtlich verantwortliche Person:	Bereichsleitung: RZ. 2020	Freigabe zur Anwendung: 04. MRZ 2020
_____	_____	_____	_____	_____
Datum und Unterschrift	atum und Unterschrift	Datum und Unterschrift	_____ und Unterschrift	Datum und Unterschrift

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.

Revisionsblatt



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Blatt: 2
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23520000				GHB	RA	0049	00	Stand: 16.12.2019

Titel der Unterlage:

RÜCKHOLUNG DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE AUS DER SCHACHTANLAGE ASSE II -
KONZEPTPLANUNG FÜR DIE RÜCKHOLUNG DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE VON DER 511-M-
SOHLE

4. TEILBERICHT: SICHERHEITS- UND NACHWEISKONZEPT

Rev.	Rev.-Stand Datum	Verantwortliche Stelle	Revidierte Blätter	Kat.*	Erläuterung der Revision
00	16.12.2019	ASE-RH.2			Ersterstellung

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



Stand: 16.12.2019

Blatt: 1

DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	23520000	RRA			BB	BY	0003	00

Kurztitel der Unterlage:
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Ersteller / Unterschrift:
DMT

Prüfer / Unterschrift:

Titel der Unterlage:

Rückholung der Radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II

Konzeptplanung für die Rückholung der Radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle

4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Freigabevermerk:

Freigabedurchlauf

Fachbereich: ASE-RH Datum: 25.02.20 Name:	Stabsstelle Qualitätssicherung: Datum: 02. MRZ. 2020 Name:	Endfreigabe: Bereichsleitung ASE Datum: 04. MRZ. 2020 Name:
Unterschrift	Unterschrift	Unterschrift

REVISIONSBLATT

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	23520000	RRA			BB	BY	0003	00

Kurztitel der Unterlage:

4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Rev	Revisionsstand Datum	Verantwortl. Stelle	revidierte Blätter	Kat. *)	Erläuterung der Revision
00	16.12.2019	ASE-RH.2		-	Neuerstellung

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur, Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung, Kategorie S = substantielle Änderung. Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23520000	RRA			BB	BY	0003	00	
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept									Blatt: 3



Inhaltsverzeichnis

Blatt

Deckblatt.....	1
Revisionsblatt	2a
Inhaltsverzeichnis	3

Fremddokumentation

DMT: Rückholung der Abfälle aus der Schachtanlage Asse II Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle, 4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept KZL: 9A/23520000/GHB/RA/0049/00.....	101
Anzahl der Blätter dieses Dokumentes	104



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 1 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II
Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle**

4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept, Entsorgungskonzept

DMT GmbH & Co. KG

DMT-Untersuchungsbericht-Nr.: U-2799-BGE-MCE-G

Essen, 16.12.2019





**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 2 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Impressum:

Auftraggeber: BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Planung Rückholung
Salzgitter
Willy-Brandt-Straße 5
38226 Salzgitter Lebenstedt
Telefon: 030 18 333-0
Telefax: 030 18 333-1885
E-Mail: ePost@bge.de
Internet: www.bge.de

Ersteller:

DMT GmbH & Co. KG
Internet: www.dmt-group.com

Dieser Bericht wurde im Auftrag der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) erstellt. Die BGE behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung der BGE zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 3 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Revisionsblatt

Rev.	Rev.-Stand Datum	Revidierte Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Revision
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 4 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

KURZFASSUNG

Autoren:

Titel: Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Stand: 16.12.2019

Der hier vorliegende Bericht ist der vierte von fünf Teilberichten zur Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Einlagerungskammer 8a von der 511-m-Sohle. Im vorherigen Planungsschritt (Rückholkonzept) wurden geeignete technische Verfahren für die Durchführung der Rückholung der MAW-Abfälle aus der ELK 8a/511 dargestellt. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Rückholung über einen sohlennahen (Grundkonzept) sowie über einen firstnahen Zugang (Alternativkonzept) erfolgen kann.

Im hier vorliegenden Teilbericht wird gezeigt, welche Nachweise für die Erlangung der Genehmigung zur Rückholung erbracht werden müssen. Dabei wird auf Basis des Prozessablaufes der Rückholung der MAW-Gebinde aus der ELK 8a/511 beschrieben, welche Risiken und Gefahren für die Bevölkerung und das Personal durch verschiedene Ereignisse bestehen. Hierbei werden einerseits die radiologischen Risiken durch die ereignisbedingte Freisetzung radioaktiver Stoffe, andererseits die Gefahren für das Personal aufgrund der bergbaulichen Tätigkeiten unter Tage beschrieben. Durch verschiedene geplante Vorsorgemaßnahmen kann das Eintreten von Ereignissen vermieden oder die Auswirkungen der betrachteten Ereignisse reduziert werden. Hierzu gehören Einrichtungen zur Vermeidung von Ereignissen, die zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe (z. B. durch Brand oder Explosion) führen können bzw. Einrichtungen, die die Auswirkungen einer Freisetzung reduzieren (z. B. Schleusen und Filteranlagen).

Eine erste Abschätzung der Strahlenexposition der Bevölkerung durch die im Zuge der Rückholung möglichen Ableitungen aus dem Betrieb sowie durch Störfälle bedingte Freisetzungen wird auf Basis der geplanten Betriebsabläufe und der möglichen Ereignisse mit radiologischen Auswirkungen auf die Bevölkerung durchgeführt. Die Möglichkeit der Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für den bestimmungsgemäßen Betrieb und für Störfälle unter Berücksichtigung der möglichen Reduzierung der Strahlenexposition wird gezeigt.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 5 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	4
INHALTSVERZEICHNIS	5
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	8
TABELLENVERZEICHNIS	9
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	10
1 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	12
2 GENERELLER PROZESSABLAUF DER RÜCKHOLUNG	15
2.1 VORBEREITENDE MAßNAHMEN	16
2.2 AUS- UND VORRICHTUNG	19
2.3 ARBEITSBEREICHE UND SCHLEUSEN.....	19
2.4 ÖFFNEN DER ELK 8a/511	21
2.5 SICHERN DER ELK 8a/511.....	22
2.6 BERGEN DER GEBINDE AUS ELK 8a/511	22
2.7 UMVERPACKUNG	23
2.8 TRANSPORT	23
2.9 ABSCHLIEßENDE ARBEITEN	24
3 STRAHLENSCHUTZRECHTLICHE ANFORDERUNGEN	25
3.1 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN	25
3.1.1 Atomgesetz	25
3.1.2 Strahlenschutzgesetz.....	26
3.1.3 Untergesetzliches Regelwerk.....	27
3.1.4 Sicherheits- und Schutzziele sowie Planungsgrundsätze des Strahlenschutzes	29
3.2 EREIGNISANALYSE	31
3.2.1 Strahlenexposition der Bevölkerung.....	49
3.2.2 Strahlenexposition des Personals.....	50
3.2.3 Nachweis der Kritikalitätssicherheit.....	51
3.2.4 Organisatorische Maßnahmen.....	51
Vorbemerkungen	51
4 BERGRECHTLICHE ASPEKTE.....	54
4.1 BERGRECHTLICHE REGELWERKE.....	54
4.1.1 Bundesberggesetz (BBergG).....	54
4.1.2 Allgemeine Bundesbergverordnung (ABBergV).....	54



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 6 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

4.2	SICHERHEITS- UND SCHUTZZIELE SOWIE PLANUNGSGRUNDSÄTZE DES BERGRECHTS	55
4.3	KONVENTIONELLER ARBEITSSCHUTZ	57
4.3.1	Schutz vor Gefährdungen durch die Arbeitsplatzgestaltung	57
4.3.2	Schutz vor mechanischen Gefährdungen	61
4.3.3	Schutz vor elektrischen Gefährdungen	65
4.3.4	Schutz vor gefährdenden Stoffen.....	65
4.3.5	Schutz vor Unterschreitung des Mindestsauerstoffgehaltes	67
4.4	BRANDSCHUTZ	67
4.4.1	Baulicher Brandschutz	67
4.4.2	Technischer Brandschutz.....	69
4.4.3	Abwehrender Brandschutz.....	70
4.5	EXPLOSIONSSCHUTZ	71
4.6	WEITERE SCHUTZMAßNAHMEN	73
4.6.1	Schutz vor physikalischen Einwirkungen	73
4.6.2	Schutzmaßnahmen bei einem Lösungszutritt	73
4.6.3	Prozessüberwachung und -steuerung.....	73
4.6.4	Alarmierung.....	74
5	ERPROBUNGEN AN KONTAMINATIONSFREIEN MODELLEN (MOCK-UP)	75
6	MAßNAHMEN NACH BEENDIGUNG DER RÜCKHOLUNG	77
7	ENTSORGUNGSKONZEPT	78
7.1	GENERELLER UMGANG MIT RESTSTOFFEN	79
7.2	SCHADLOSE VERWERTUNG	79
7.2.1	Herausgabe	79
7.2.2	Freigabe.....	80
7.2.3	Verwertung unter Tage	81
7.3	GEORDNETE BESEITIGUNG.....	81
7.4	RESTSTOFFSTRÖME	81
7.4.1	Haufwerk.....	81
7.4.2	Sonstige Reststoffe.....	82
7.5	UMGANG MIT INTAKTEN GERÄTEN UND MASCHINEN.....	82
7.6	UMSETZUNG DES ENTSORGUNGSKONZEPTES	83
8	ZUSAMMENFASSUNG.....	85
9	LITERATURVERZEICHNIS.....	86
10	GLOSSAR.....	88
ANHANG		91



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 7 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

RADIOLOGISCHE BEWERTUNG92

- A-1 ABLEITUNGEN IM BESTIMMUNGSGEMÄßEN BETRIEB92
 - A-1.1 Aktivitätsflussanalyse93
 - A-1.2 Bewertung der Ergebnisse der Ableitung über die Luft97
- A-2 STÖRFALLBETRACHTUNG97
 - A-2.1 Abdeckendes Ereignis97
 - A-2.2 Störfallszenario98
 - A-2.3 Aktivitätsfreisetzung98
 - A-2.4 Strahlenexposition.....99
 - A-2.5 Ergebnisbewertung Störfallbetrachtung101
- A-3 ZUSAMMENFASSUNG DER RADIOLOGISCHEN BEWERTUNG101

Gesamtseitenzahl: 101

Stichworte: MAW, Rückholung Sicherheitsziele, Schutzziele, Vorsorgemaßnahmen



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 8 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 7-1: Grundsätzliche Entsorgungswege 78



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 9 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1: Gegenüberstellung Ausgangsszenarien für Grundkonzept und Alternativkonzept.. 16

Tabelle 2-2: Erkundungsziele und Messverfahren zur Erkundung der Einlagerungskammer im Vorfeld der Öffnung 17

Tabelle 2-3: Aufbau Schleusensystem, angrenzende Bereiche und zugehörige Tätigkeiten 20

Tabelle 3-1: Beispielhaft anwendbares untergesetzliches Regelwerk im Rahmen der Konzeptplanung* 28

Tabelle 3-2: Ereignisliste..... 34

Tabelle 3-3: Zusammenstellung der sicherheitstechnisch relevanten Anlagen, Systeme und Komponenten (ASK) 49

Tabelle A-1: Aktivitätsinventar relevanter Nuklide der ELK 8a/511 zum Bezugsdatum 01.01.2028 93

Tabelle A-2: Mittlere Aktivität der 1.301 Gebinde in der ELK 8a/511 95

Tabelle A-3: Aktivitätsfreisetzung innerhalb der ELK 8a/511 96

Tabelle A-4: Skalierungsfaktoren zur Herleitung des Freisetzunganteils (0 – 10 µm) 99

Tabelle A-5: Resultierende Freisetzunganteile - Firstfall..... 99

Tabelle A-6: Eingangsparameter für die Berechnung der Strahlenexposition 100

Tabelle A-7: Quellterm – Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung 100

Tabelle A-8: Maximale Strahlenexposition im Störfall 101



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 10 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABBergV	Allgemeine Bundesbergverordnung
ABVO	Allgemeine Bergverordnung
AED	aerodynamisch äquivalenter Durchmesser
AGG	Abfallgebindegruppe
Am-	Isotop von Americium z. B. 241
AP	Arbeitspaket
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ARTM	Atmosphärisches Radionuklid-Transport-Modell
ASiG	Arbeitssicherheitsgesetz
AtEV	Atomrechtliche Entsorgungsverordnung
AtG	Atomgesetz
aü	Auslegungsüberschreitend
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BBergG	Bundesberggesetz
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung
BlmschG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BuT	Bergbau unter Tage
CH₄	Methan
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO₂	Kohlenstoffdioxid
Co-	Isotop von Kobalt, z. B. 60
Cs-	Isotop von Cäsium, z. B. 137
DMS	Datenmanagementsystem
EHB	Einschienehängbahn
ELK	Einlagerungskammer
Eu-	Isotop von Europium, z. B. 154
FA	Freisetzunganteil
g. e. A.	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GesBergV	Gesundheitsschutz-Bergverordnung
H	Höhe
H-	Isotop von Wasserstoff, z. B. 3 (Tritium)
H₂	Wasserstoff
H₂S	Schwefelwasserstoff
HRD	High Rate Discharge (Hohe Ausstoßrate)
HTO	Tritiiertes Wasser
IBS	Inbetriebsetzung
i. V. m.	In Verbindung mit
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
LAW	Low active waste



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 11 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

LZSN	Langzeitsicherheitsnachweis
MAW	Medium active waste
MTO	Mensch-Technik-Organisation
Ni-	Isotop von Nickel, z. B. 63
Pb-	Isotop von Blei, z. B. 210
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
PSP	Projektstrukturplan
Pu-	Isotop von Plutonium, z. B. 241
SK	Störfallklasse
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
Sr-	Isotop von Strontium, z. B. 90
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TP	Teilprojekt
u. T.	unter Tage
ü. T.	über Tage
UEG	untere Explosionsgrenze
USV	Unabhängige Stromversorgung
VM	Vorsorgemaßnahme
W&T	Wissenschaft und Technik



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 12 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

1 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Schachtanlage Asse II ist ein ehemaliges Kali- und Steinsalzbergwerk südöstlich von Braunschweig, in dem in den Jahren von 1909 bis 1964 zunächst Carnallitit sowie später auch Jüngerer und Älterer Steinsalz abgebaut wurde. Nach Einstellung der Abbautätigkeit wurde im Auftrag des Bundes Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Salzformationen betrieben. In diesem Zuge wurden von 1967 bis 1978 rund 124.500 Gebinde mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen (LAW) in 11 Kammern auf der 750-m-Sohle und einer Kammer auf der 725-m-Sohle sowie 1.301 Gebinde mit mittelradioaktiven Abfällen (MAW) in einer Kammer auf der 511-m-Sohle eingelagert. Die letztgenannte ELK 8a/511 hat eine Grundfläche von ca. 500 m² und eine Höhe von ca. 14 m. Die Einlagerung der Gebinde erfolgte ausgehend von der darüber liegenden Beschickungskammer 8a/490 durch die ca. 6 m mächtige Schwebel. Die Gebinde wurden mittels einer Krananlage aus der Beschickungskammer durch eine Beschickungsöffnung herabgelassen. Weitere Bohrungen in der Schwebel dienten u. a. der Bewetterung der Einlagerungskammer und der Überwachung des Einlagerungsprozesses. Durch ein Bleiglasfenster auf der 511-m-Sohle wurde eine direkte Beobachtung der Einlagerung ermöglicht.

Nach der Änderung des Atomgesetzes im Jahre 2013 ist gemäß § 57b (2) AtG die Rückholung der radioaktiven Abfälle vor der unverzüglichen Stilllegung gesetzlich verankert. Somit sind auch die in der ELK 8a/511 eingelagerten Abfälle zurückzuholen. Um diese Gebinde bergen, handhaben und transportieren zu können, müssen dafür geeignete Techniken und Verfahren bereitstehen.

Hierfür wird zunächst eine Konzeptplanung erstellt, die als Grundlage für weitere Planungsschritte dient. Ziel dieser Planung ist die Entwicklung eines technischen Konzeptes zur sicheren und schnellen Rückholung aller Abfälle aus der ELK 8a/511. Wesentliche Bestandteile dieser Planung auf konzeptioneller Ebene sind:

- Erarbeitung eines Erkundungskonzeptes für die ELK 8a auf der 511-m-Sohle (für die der Konzeptplanung nachfolgenden Planungsphasen),
- Planung aller für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus dieser Einlagerungskammer erforderlichen Anlagen und Techniken (z. B. für die Bergung, Handhabung, Freimessung, Verpackung und den Transport),
- Beschreibung aller technischen Abläufe,
- Planung des Bewetterungssystems sowie die Abtrennung der Strahlenschutzbereiche,
- Planung eines Entsorgungs- und Freigabekonzeptes,
- Ermittlung und Planung der benötigten Infrastrukturen und Infrastrukturräume unter Tage,
- Erstellung eines Sicherheits- und Nachweiskonzeptes als Grundlage der Sicherheitsanalysen für die bergrechtlichen und atomrechtlichen Genehmigungsverfahren,
- Betrachtung der radiologischen Konsequenzen für das Betriebspersonal und die Bevölkerung,
- Erarbeitung von Grundlagen für Störfallanalysen,
- Betrachtungen zur Arbeitssicherheit (nicht strahlenschutzbezogene Risiken),
- Betrachtung möglicher Wechselwirkungen mit den Notfall- und Vorsorgemaßnahmen.

Die komplexe Aufgabe der Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 wurde in Form eines Projektstrukturplanes in plan- und kontrollierbare Einzelelemente strukturiert. In diesem PSP ist das Projekt in Teilprojekte (TP) und zugehörige Arbeitspakete (AP) gegliedert (DMT, 2017). Die insgesamt neun Teilprojekte setzen sich aus jeweils 3 bis 19 Arbeits-



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 13 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

paketen zusammen. Insgesamt werden im Rahmen der Konzeptplanung 81 Arbeitspakete bearbeitet. Die Planungsergebnisse der einzelnen Arbeitspakete werden innerhalb des jeweiligen Teilprojektes zusammengefasst und anschließend in fünf Teilberichten schrittweise für weitere Planungen zur Verfügung gestellt.

Die Teilprojekte der Konzeptplanung werden in folgenden Berichten dargestellt (TP 1 beinhaltet die Projektleitung und bedarf keines gesonderten Berichtes):

- 1. Teilbericht „Planungsgrundlagen“: Festlegung der Planungsrandbedingungen (TP 3) auf Basis der Grundlagenermittlung (TP 2),
- 2. Teilbericht „Grobkonzept und Variantenvergleich“: Aus einem Grobkonzept (TP 4) werden auf Basis von Planungselementen (TP 5) Rückholungsvarianten sowie Beurteilungskriterien zu deren Vergleich entwickelt; anhand von möglichen Ausgangssituationen erfolgt die Ermittlung eines Grundkonzeptes, das den Austausch von Varianten bei abweichenden Bedingungen erlaubt (TP 6),
- 3. Teilbericht „Rückholungskonzept“: Konstruktive Ausgestaltung des technischen Konzeptes sowie eines Alternativkonzeptes (TP 7),
- 4. Teilbericht „Sicherheits- und Nachweiskonzept“: Darstellung eines Sicherheits- und Nachweiskonzeptes (TP 8), hier vorliegend,
- 5. Teilbericht „Terminplanung und Kostenrechnung“: Darstellung der Ergebnisse der Termin- und Kostenplanung für die Umsetzung der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 (TP 9).

Der 4. Teilbericht beschreibt konzeptionell die Nachweise, die für die Erlangung der Genehmigung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 gegenüber der entsprechenden Genehmigungs- und Zulassungsbehörden geführt werden müssen, und auf welcher Basis die Nachweise geführt werden. In diesen Nachweisen muss unter anderem gezeigt werden, dass die Rückholung grundsätzlich sicher durchgeführt werden kann. Dabei sind einerseits die Belange des Personals hinsichtlich des bergrechtlichen und radiologischen Arbeitsschutzes, andererseits auch die Belange der Bevölkerung in Bezug auf die Auswirkungen von Aktivitätsfreisetzungen und –ableitungen zu berücksichtigen.

Der Nachweis eines sicheren Betriebes aus strahlenschutzrechtlicher Sicht erfolgt auf Basis der gesetzlichen Grundlagen wie des Atomgesetzes und des Strahlenschutzgesetzes sowie die jeweils untergesetzlichen Verordnungen und untergesetzlichen Regelwerke (siehe Kapitel 3). In den gesetzlichen Grundlagen werden verschiedene Sicherheitsziele (§ 1 AtG, § 1 StrlSchG) genannt. Diese sehr allgemein beschriebenen Sicherheitsziele werden in den mitgeltenden Rechtsvorschriften durch verschiedene Schutzziele weiter konkretisiert. Zur Erreichung dieser Schutzziele sind im Rahmen der Durchführung Maßnahmen erforderlich, die den Schutz von Personal und Bevölkerung vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung sicherstellen. Diese Maßnahmen werden durch die Planungsgrundsätze beschrieben. Die Sicherheits- und Schutzziele sowie die Planungsgrundsätze werden im Kapitel 3.1.4 dieses Berichtes dargestellt.

In Kapitel 3.2 werden technische Vorsorgemaßnahmen zum Schutz gegen die Freisetzung radioaktiver Stoffe sowie zur Sicherstellung des Arbeitsschutzes beschrieben. Auf Basis der im Kapitel 2 dieses Berichtes beschriebenen geplanten betrieblichen Abläufe der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 wurden in einer Ereignisanalyse Ereignisabläufe identifiziert, die zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung führen können. Zur Vermeidung der einzelnen Er-



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 14 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

eignisse bzw. zur Reduzierung ihrer Auswirkungen werden auf Basis der Planungsgrundsätze verschiedene technische Vorsorgemaßnahmen vorgesehen. Neben den technischen Vorsorgemaßnahmen sind auch organisatorische Maßnahmen geplant. Diese werden im Kapitel 3.2.4 erläutert.

Für den Nachweis der sich aus dem Bergrecht ergebenden Anforderungen zu erfüllenden Anforderungen werden in Kapitel 4 die Maßnahmen zur Reduzierung bergbaulicher Gefahren beschrieben. Dort werden die gemäß § 55 BbergG einzuhaltenden Sicherheitssziele beschrieben, und die sich aus diesen abgeleiteten Schutzziele sind im Kapitel 4.2 dargestellt.

Der Schwerpunkt liegt jedoch auf den Vorsorgemaßnahmen gegen die Freisetzung radioaktiver Stoffe. Insbesondere die Betrachtungen der potenziellen Auswirkungen auf die Bevölkerung sind von Bedeutung, da die Genehmigung des Vorhabens entscheidend davon abhängt, ob die Grenzwerte für die Strahlenexposition der Bevölkerung eingehalten werden können. Daher beinhaltet dieser Bericht im Anhang eine erste Abschätzung der Strahlenexposition für die Bevölkerung aufgrund der betrieblichen Ableitungen einerseits und der störfallbedingten Freisetzungen andererseits.

Ein weiteres Kriterium zum Nachweis der sicheren Durchführung der Rückholung wird bezüglich der Kritikalitätssicherheit betrachtet. Im Kapitel 3.2.3 dieses Berichtes wird gezeigt, dass eine kritische Anordnung des in der ELK 8a/511 eingelagerten Kernbrennstoffes auch im Fall eines Lösungszutritts nicht zu besorgen ist.

Weiterhin wird im Kapitel 5 dieses Berichtes das Erfordernis der Erprobung an kontaminationsfreien Modellen beschrieben. Diese Erprobungen dienen dem Nachweis, dass die eingesetzten technischen Verfahren sowie die Tätigkeiten die sichere Durchführung der Rückholung ermöglichen.

Im Kapitel 6 werden die strahlenschutztechnischen und bergrechtlichen Belange nach Beendigung der Rückholung beschrieben.

Außerdem muss gezeigt werden, dass die während der Rückholung anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle sicher entsorgt werden können. Das entsprechende Entsorgungskonzept wird im Kapitel 7 des Berichtes vorgestellt.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 15 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

2 GENERELLER PROZESSABLAUF DER RÜCKHOLUNG

Aufgrund des komplexen Ablaufs der Rückholung der Abfälle aus der ELK 8a/511 wird einleitend in Kapitel 2 der generelle Ablauf des Rückholungsprozesses, beginnend mit den vorbereitenden Maßnahmen bis hin zur abschließenden Verfüllung der Einlagerungskammer, untergliedert und skizziert:

- Kapitel 2.1 Vorbereitende Maßnahmen
- Kapitel 2.2 Aus- und Vorrichtung
- Kapitel 2.3 Arbeitsbereiche und Schleusen
- Kapitel 2.4 Öffnen der ELK 8a/511
- Kapitel 2.5 Sichern der ELK 8a/511
- Kapitel 2.6 Bergen der Gebinde aus ELK 8a/511
- Kapitel 2.7 Umverpackung
- Kapitel 2.8 Transport
- Kapitel 2.9 Abschließende Arbeiten

Wesentliche Fakten zum Zustand der ELK 8a/511 bzw. zum Zustand und der Lage der eingelagerten Gebinde sind derzeit nicht bekannt. Erkundungsergebnisse, die Aufschluss bringen können, werden in der aktuellen Konzeptplanungsphase nicht rechtzeitig zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund wird eine angepasste Vorgehensweise zur Entwicklung des Rückholungskonzeptes bevorzugt. Im Rahmen des 2. Teilberichtes „Variantenvergleich“ (DMT, 2018) wurden anhand der Planungsgrundlagen und theoretischen Überlegungen mögliche Ausgangssituationen für den Kammer- und Gebindezustand entwickelt. Basierend auf dem bisherigen Kenntnisstand wurden u.a. für den gebirgsmechanischen Zustand der ELK 8a/511 wie auch für den Zustand der Gebinde die wahrscheinlichsten Situationen abgeleitet. Auf Grundlage dieser Vorüberlegungen wurde ein wahrscheinlich vorliegendes Szenario für Kammer- und Gebindezustand festgelegt, welches Basis für ein Konzept der Rückholung, das sogenannte Grundkonzept, ist. Unter Berücksichtigung des Erfordernisses einer abdeckenden, situationsangepassten Konzeptplanung wurden weitere mögliche, abweichende Szenarien des Kammer- und Gebindezustands definiert und bewertet und ein darauf angepasstes Alternativkonzept für die Rückholung der Gebinde aus ELK 8a/511 erstellt. In Tabelle 2-1 sind die grundlegenden Ausgangssituationen der beiden Konzepte gegenüber gestellt.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 16 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Tabelle 2-1: Gegenüberstellung Ausgangsszenarien für Grundkonzept und Alternativkonzept

Situation	Grundscenario	Alternativscenario
Zustand Firste	Firste intakt bzw. leicht geschädigt, Schwebe intakt	Firste intakt bzw. leicht geschädigt, Schwebe intakt
Zustand Stöße	Ein oder mehrere Stöße nicht intakt, Feste intakt	Ein oder mehrere Stöße nicht intakt, Feste intakt
Position Gebinde	Gebinde kegelartig verteilt, Sohle befahrbar	Gebinde kegelartig verteilt
Zustand Gebinde	Wenige Gebinde defekt, evtl. Bitumenausritt, keine einheitliche Gebindeform	Wenige Gebinde defekt, evtl. Bitumenausritt, keine einheitliche Gebindeform
Zustand Sohle	Sohle uneben, aber stabil	Sohle geschädigt, nicht befahrbar
Konzept	Grundkonzept Zugang sohlennah	Alternativkonzept Zugang firstnah

Aufgrund der unterschiedlichen Zugangsniveaus zur ELK 8a/511 unterscheiden sich die beiden Konzepte in erster Linie in der Vorgehensweise beim Öffnen/Anbinden der ELK 8a/511, Sichern der Einlagerungskammer und dem Bergen der Gebinde. Die Vorgehensweisen bei der Aus- und Vorrichtung sowie beim Umverpacken, Schleusen und Transportieren sind weitgehend identisch. Zum jetzigen Planungsstand sind beide Konzepte umsetzbar. Aus den zum späteren Zeitpunkt vorliegenden Erkundungsergebnissen können entscheidungsrelevante Kriterien für bzw. wider eines der beiden Konzepte resultieren.

2.1 VORBEREITENDE MAßNAHMEN

Im Vorfeld des eigentlichen Rückholungsprozesses sind vorbereitende Maßnahmen erforderlich. So sind beispielsweise Tätigkeiten zur Erkundung des Kammerzustandes und Festlegung der Kammerzugangsstrecke ebenso notwendig wie die Errichtung der Infrastruktur, die Gerätebereitstellung und die Personalplanung.

Erkundung der Einlagerungskammer

Die Erkundung des Kammer- und Gebindezustandes im Vorfeld der Rückholung ist von maßgeblicher Bedeutung für die Festlegung der geeigneten Vorgehensweise bei der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511. Basierend auf der Ermittlung des gebirgsmechanischen Zustandes der Einlagerungskammer können ausbautechnische Maßnahmen festgelegt werden, die zur Verbesserung der gebirgsmechanischen Situation beitragen. Die Kenntnis über den Zustand der Firste, Sohle und Stöße wie auch über Gebindezustand sowie Lage der Gebinde ermöglicht die Festlegung der Lage der Kammerzugangsstrecke wie auch die Auswahl geeigneter Geräte und Verfahrensweisen zur Handhabung der Gebinde.

Die Erkundung der Einlagerungskammer im Vorfeld der Öffnung erfolgt mit und ohne Eindringen in die Einlagerungskammer teils über zu erstellende Bohrungen, ausgehend von der oberhalb der ELK 8a/511 liegenden Beschickungskammer 8a/490. Bereits vorhandene Bohrungen werden für die Erkundung genutzt, sofern sie formstabil sind und der Bohrlochdurchmesser einen reibungslosen



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 17 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Ein- und Ausbau von Messsonden zulässt. Für eine zielgerichtete Erkundung werden die in der Tabelle 2-2 aufgeführten Maßnahmen durchgeführt.

Tabelle 2-2: Erkundungsziele und Messverfahren zur Erkundung der Einlagerungskammer im Vorfeld der Öffnung

Relevantes Erkundungsziel	Messverfahren
Gebirgsmechanischer Zustand der ELK und des umgebenden Gebirges	<ul style="list-style-type: none"> • Geophysikalische Messungen • Geotechnische Messungen • Visuelle Begutachtung mittels bildgebender Verfahren hinsichtlich Löserbildung, Löserfälle
Gebindezustand	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Begutachtung mittels bildgebender Verfahren hinsichtlich Gebindezustand (z. B. Anteil intakter, verformter oder zerstörter Gebinde)
Radiologische Situation	<ul style="list-style-type: none"> • Radiologische Messungen (z. B. Aktivität; Art der Strahlung)
Kammeratmosphäre	<ul style="list-style-type: none"> • Gasmessungen

Festlegung Kammerzugangsstrecke

Maßgeblich für die Festlegung der Lage der Kammerzugangsstrecke sind Kenntnisse über den Kammer- und Gebindezustand, die sich im Wesentlichen aus der Erkundung der Einlagerungskammer und Bewertung der Ergebnisse ergeben. Im Rahmen der Konzeptplanung finden die verschiedenen möglichen Situationen von Kammer- und Gebindezustand Berücksichtigung und wirken sich auf das Grundkonzept und das Alternativkonzept in Bezug auf Lage der Kammerzugangsstrecke aus.

Bewetterung

Die Einrichtungen zur Bewetterung der Grubenräume und der ELK 8a/511 sind ein wichtiger Bestandteil der untertägigen Infrastruktur. Hierbei wird die Versorgung der Personen mit Frischwettern und die Filterung und Abfuhr von Abwettern sichergestellt. Das Bewetterungskonzept für die Bewetterung während der Aus- und Vorrichtung der Strecken zur ELK 8a/511 sowie während der Rückholung der Gebinde aus der Einlagerungskammer ist im Bericht (DMT, 2018a) beschrieben.

Infrastruktur

Bereits vor der Aufnahme der Tätigkeiten zum Öffnen der ELK 8a/511 müssen infrastrukturelle Voraussetzungen geschaffen werden. Dies betrifft insbesondere Streckenauffahrungen zwischen dem Schacht Asse 2, über den die Förderung der geborgenen radioaktiven Abfälle auftragsgemäß auch erfolgen kann, und der ELK 8a/511, um eine direkte Anbindung an das Grubengebäude herzustellen. Dies gilt ebenso für eine Verbindung zwischen der Wendelstrecke und Schacht Asse 5, falls die Förderung der geborgenen Gebinde über diesen Schacht erfolgt. Des Weiteren müssen u. a. die Einrichtungen für Bewetterung, Energie- und Medienversorgung sowie Leit- und Steuerungstechnik erstellt werden und Lagerflächen eingerichtet werden.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 18 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Lagerkapazitäten

Materiallager sind für die Lagerung von beispielsweise Verbrauchsmaterialien und Ersatzteilen sowie Interventionsgeräten erforderlich. Pufferlager dienen zur Minimierung von Förderstaus um z. B. Verzögerungen bei der Be- und Entschickung der Schachtförderanlage zu vermeiden. Da das Platzangebot unter Tage begrenzt ist, werden hier nur Materialien gelagert, die für einen schnellen und ungehinderten Ablauf der Prozesse erforderlich sind. Alle anderen Materialien werden auch aus Gründen der Vermeidung untertägiger Brandlasten über Tage gelagert. Entsprechende Lagerorte werden während der vorbereitenden Maßnahmen eingerichtet und bestückt.

Energie- und Medienversorgung

Die Erfordernisse der eingesetzten Ausrüstungen und Maschinen bestimmen die Versorgung mit elektrischer Energie und Druckluft. Dazu werden notwendige Leitungen, Schaltschränke, Kompressoren, usw. platziert und installiert. Zudem werden Ausrüstungen zur Kameraüberwachung, Kommunikation und Beleuchtungen eingerichtet. Die Einrichtung erfolgt vorbereitend sowohl am Schacht als auch in der Vorrichtungsstrecke für die spätere Versorgung im Schleusensystem und in der ELK 8a/511.

Personalplanung

Das für die Maßnahmen zur Rückholung eingesetzte Personal wird im Vorfeld geschult und weitergebildet. Unter anderem wird über Tage das Bedienen der Maschinensteuerung sowie der Ablauf von Arbeitsprozessen trainiert, um mögliche Fehler auszuschließen und die Dauer von Prozessabläufen zu minimieren.

Gerätebereitstellung und Schachtgängigkeit von Ausrüstung und Material

Sowohl für die Neuauffahrung der Strecke als auch für das Sichern der ELK 8a/511 und das Bergen der Gebinde müssen Ausrüstungen und Maschinen bereitgestellt werden. Hierbei muss die Schachtgängigkeit berücksichtigt werden, da die Kapazität des Fördermittels hinsichtlich des Gewichtes und der Abmessungen begrenzt ist. Ggf. werden Maschinen ü. T. zerlegt und u. T. an gewählten Standorten montiert.

Um den Instandhaltungsaufwand für die einzusetzende Technik sowie mögliche notwendige Unterweisungen des Personals in neue Techniken zu minimieren, wird so weit wie sinnvoll möglich auf zugelassene und bewährte Technik zurückgegriffen. Ausrüstung und Maschinen, die in der ELK zum Einsatz kommen, müssen mannos und fernbedient gesteuert werden können.

Schachtförderanlagen dienen der Beförderung von Materialien und Personen zwischen unter und über Tage. Zum Zeitpunkt der Rückholung werden zwei Schächte zur Auswahl stehen – Schacht Asse 2 sowie Schacht Asse 5. Die Förderkapazität der Schächte ist bezüglich der Abmessungen und des Gewichtes der zu fördernden Ausrüstung wie folgt begrenzt:

- Die Außenmaße der Ausrüstung und Materialien bei einer Förderung über den Schacht Asse 2 sind auf 1,15 m x 2,00 m x 5,60 m begrenzt. Das maximale Gesamtgewicht inklusive der Transporthilfsmittel beträgt 5 t und damit der zulässigen Nutzlast des Förderkorbes. Für spezielle Transportanforderungen kann durch Wechsel des Gegengewichtes die max. zulässige Nutzlast auf 10 t erweitert werden. Im täglichen Grubenbetrieb ist die maximale Nutzlast von 5 t ausreichend. Zur Vermeidung der erforderlichen Umrüstmaßnahmen wird auch in der Konzeptplanung (DMT, 2018a) für die Rückholung der MAW-Gebinde eine Beladung des Förderkorbes mit max. 5 t unterstellt.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 19 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

- Die Außenmaße der Ausrüstung und Materialien bei einer Förderung über den Schacht Asse 5 sind auf 2,90 m x 4,90 m x 5,60 m begrenzt. Das maximale Gesamtgewicht inklusive der Transporthilfsmittel beträgt 25 t.

2.2 AUS- UND VORRICHTUNG

Der Begriff Ausrichtung bezeichnet im Bergbau das Herstellen von Grubenbauen zur Erschließung einer Lagerstätte. Der Begriff Vorrichtung definiert den Zugang zur Lagerstätte und umfasst die Grubenbaue, die zur Gewinnung einer Abbauf front erforderlich sind. Auf die Rückholung der Gebinde aus ELK 8a/511 bezogen, sind die Ausrichtungsgrubenbaue die Schächte Asse 2 und Asse 5 sowie diejenigen Grubenbaue, die bis in die Nähe der ELK 8a/511, in das so genannte Zielgebiet, führen. Das Zielgebiet befindet sich je nach Höhe des Kammerzugangs (firstnah oder sohlennah) auf dem Niveau 500 m bzw. 511 m. Von diesem Zielgebiet aus erfolgt der eigentliche Anschluss an die Einlagerungskammer über eine oder mehrere Vorrichtungsstrecken. Die Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue schaffen mindestens für den Zeitraum der Rückholung eine dauerhafte Verbindung zwischen der Einlagerungskammer und der Tagesoberfläche. Sie dienen dem Transport von Material, Ausrüstung und Personen wie auch dem Abtransport von Haufwerk und geborgenen Gebinden. Weiterhin können sie der Wetterführung dienen und beinhalten die für die Maßnahmen der Rückholung der radioaktiven Abfälle erforderliche Infrastruktur.

Die Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue müssen ausreichend groß dimensioniert sein, um das für das Sichern der Einlagerungskammer und Bergen der Gebinde erforderliche Equipment sicher handhaben zu können. Andererseits sollten die Querschnitte der Strecken so klein dimensioniert sein, dass die gebirgsmechanischen Verhältnisse möglichst wenig beeinflusst werden. Die Ausgestaltung der Strecken sollte keine Sanierungsmaßnahmen während der Rückholung erfordern, so dass das Bergen, Schleusen und Transportieren während der Rückholung nicht behindert wird.

Für die Rückholung der Gebinde aus ELK 8a/511 steht sowohl der Schacht Asse 2 als auch der Schacht Asse 5 zur Verfügung. Je nach Festlegung werden daher Ausrichtungsgrubenbaue vom jeweiligen Schacht zum Zielgebiet aufgef ahren. Ausgehend vom Zielgebiet erfolgt anschließend die Auffahrung der Vorrichtungsstrecke zur Einlagerungskammer. Das entstehende Haufwerk wird entweder unter Tage gelagert und ggf. im Rahmen einer späteren Verfüllmaßnahme verwertet oder zu Tage gefördert.

Eine detaillierte Beschreibung zu Lage, Dimensionierung und Ausgestaltung der Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue findet sich im 3. Teilbericht (DMT, 2018a).

2.3 ARBEITSBEREICHE UND SCHLEUSEN

Zur Vermeidung der Verschleppung von Kontaminationen aus der Einlagerungskammer in das restliche Grubengebäude wird die ELK 8a/511 über ein Schleusensystem vom angrenzenden Grubenraum räumlich und wettertechnisch abgetrennt. Die Schleusen sind dabei technisch so ausgelegt, dass sowohl von den eingelagerten radioaktiven Abfällen ausgehende Direktstrahlung in ausreichendem Maße abgeschirmt werden kann, als auch mechanische Lasten wie beispielsweise ein durch einen Löserfall in der Einlagerungskammer verursachter Druckstoß keine Auswirkungen (z. B. durch Austritt von Stäuben) auf den sonstigen Grubenraum hat.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 20 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Die Einrichtung der Schleusen beginnt vor dem Öffnen der ELK 8a/511. Das Schleusensystem wird dabei so errichtet, dass einzelne Bereiche, die unterschiedliche Aufgaben erfüllen, voneinander getrennt sind. Damit ist gewährleistet, dass Kontaminationen nicht in den nächsten Raumbereich verschleppt werden. Das Schleusensystem ist mehrstufig aufgebaut und setzt sich wie in Tabelle 2-3 aufgeführt, zusammen:

Tabelle 2-3: Aufbau Schleusensystem, angrenzende Bereiche und zugehörige Tätigkeiten

Bereich	Durchgeführte Tätigkeiten / Maßnahmen
Innerer Arbeitsbereich (beinhaltet die ELK 8a/511 sowie den Zugang zur Einlagerungskammer)	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherungsmaßnahmen • Tätigkeiten zur Bergung der Abfälle • Einbringen der Abfälle in Innenbehälter unter Berücksichtigung der spezifischen Dosisleistung • Transport der Innenbehälter zur Inneren Schleuse
Innere Schleuse (Barriere zwischen Innerem und Äußerem Arbeitsbereich)	<ul style="list-style-type: none"> • Umverpackung der Innenbehälter • Radiologische Messungen an auszuscheidenden Materialien und Personen • Transport der Umverpackungen
Äußerer Arbeitsbereich (Bereich zwischen Innerer und Äußerer Schleuse)	<ul style="list-style-type: none"> • Instandhaltungsarbeiten an Maschinen • Dekontaminationsarbeiten • Transport der Umverpackungen
Äußere Schleuse (Barriere zwischen Äußerem Arbeitsbereich und Sonstigem Grubenraum)	<ul style="list-style-type: none"> • Kontaminationsmessungen an auszuscheidenden Umverpackungen, Materialien und Personen • Transport der Umverpackungen
Sonstiger Grubenraum	<ul style="list-style-type: none"> • Transport von Material und beladenen Umverpackungen zum Schacht • Transport leerer Innenbehälter und Umverpackung sowie sonstiger Materialien zur Schleuse

In den beiden Schleusenbereichen erfolgt eine messtechnische Überwachung der Aktivitätskonzentration von an Schwebstoffen gebundenen Radionukliden in der Luft. Eine gerichtete Luftströmung sorgt dafür, dass ein Übertritt kontaminierter Atmosphäre aus der ELK 8a/511 in den Sonstigen Grubenraum vermieden wird. Zudem werden Einrichtungen zur Branderkennung und Brandbekämpfung installiert. Darüber hinaus werden Lutten für die Bewetterung, Leitungen für elektrische Energie, Leit- und Steuerungstechnik sowie Druckluft in bzw. durch die Schleusen bis in die Einlagerungskammer geführt.

Die Arbeiten zum Öffnen der Einlagerungskammer finden ausgehend vom Inneren Arbeitsbereich statt. So lange sich die Einlagerungskammer im geschlossenen Zustand befindet, sind Tätigkeiten durch Personen im Inneren Arbeitsbereich (Zugang zur Einlagerungskammer) zulässig. Nach dem Öffnen bilden die ELK 8a/511 und der Innere Arbeitsbereich eine räumliche Einheit und damit einen entsprechend vergrößerten Inneren Arbeitsbereich. Der Innere Arbeitsbereich ist nach dem Öffnen



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 21 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

der Einlagerungskammer der Bereich mit dem höchsten Kontaminationsniveau und der höchsten Dosisleistung. Die Arbeiten im Inneren Arbeitsbereich werden nach der Öffnung der ELK 8a/511 mannlos und fernbedient durchgeführt. Auch für ggf. mögliche Interventionsfälle ist vornehmlich ein mannloses und fernbedientes Agieren in der Einlagerungskammer vorgesehen. Mit fortschreitender Leerung der ELK 8a/511 und abnehmender Dosisleistung kann ggf. ein Einsatz von Personal mit geeigneter Schutzausrüstung zulässig werden.

Im Inneren Arbeitsbereich werden die geborgenen Abfälle in Innenbehälter eingebracht und anschließend in diesen zur Inneren Schleuse transportiert. Dort werden die beladenen Innenbehälter in die entsprechende Umverpackung eingestellt. Hierfür ist der Einsatz einer Doppeldeckelschleuse vorgesehen. Das Konzept der Befüllung der Umverpackung über eine Doppeldeckelschleuse stellt sicher, dass die Umverpackungen außen kontaminationsfrei bleiben (siehe 2. Teilbericht Variantenvergleich (DMT, 2018a)). Über die Doppeldeckelschleuse werden die beladenen Umverpackungen aus dem Inneren Arbeitsbereich in die Innere Schleuse überführt. Auch das Hineinbringen der Innenbehälter in den Inneren Arbeitsbereich erfolgt in entgegengesetzter Richtung auf diesem Weg.

Die Abläufe in der Inneren Schleuse, die als innere Barriere gegen Kontaminationsverschleppungen dient, erfolgen weitestgehend automatisiert bzw. ferngesteuert, es kann aber im Bedarfsfall in der Inneren Schleuse auch Personal mit geeigneter Schutzausrüstung eingesetzt werden. Zur Sicherstellung, dass keine Kontaminationen aus dem Inneren Arbeitsbereich in den Äußeren Arbeitsbereich verschleppt werden, finden in der Inneren Schleuse Kontaminationsmessungen an auszuführenden Materialien wie den beladenen Umverpackungen statt. Im Bedarfsfall werden dort auch Kontaminationsmessungen an Personen durchgeführt.

Anschließend erfolgt der Transport der beladenen Umverpackungen in den Äußeren Arbeitsbereich. Dieser bildet die Verbindung zwischen der Inneren und der Äußeren Schleuse und verfügt beispielsweise über einen Bereich für Instandhaltungsarbeiten von Maschinen. Im Äußeren Arbeitsbereich befindet sich ein Transportsystem zur Förderung der Umverpackungen. Es übernimmt die Umverpackungen und befördert diese zur Äußeren Schleuse. Dort werden die Umverpackungen erneut auf Kontaminationen geprüft und ggf. dekontaminiert, um die Verschleppung von Kontamination in den Sonstigen Grubenraum zu verhindern. Umverpackungen mit leeren Innenbehältern werden in umgekehrter Richtung durch die Äußere Schleuse in den Äußeren Arbeitsbereich gebracht. Die Äußere Schleuse ist die äußere Barriere der Strahlenschutzbereiche. Sie stellt die zweite Begrenzung der Doppelschleuse dar und trennt den Äußeren Arbeitsbereich vom Sonstigen Grubenraum.

Zugangsstreckensicherung

Bei einem Lösungszutritt nach der Kammeröffnung ist sicherzustellen, dass keine Lösung in die Einlagerungskammer eintritt. Für den Fall des Lösungszutrittes ist als eine Notfallmaßnahme die kurzfristige Verfüllung der Einlagerungskammer mit Sorelbeton vorgesehen. Aufgrund dessen wird im Inneren Arbeitsbereich eine Zugangsstreckensicherung (z. B. Schalungen für Barriere aus Sorelbeton) vorbereitet, bevor die Kammer geöffnet wird. Die Zugangsstreckensicherung dient dann als Widerlager für den einzubringenden Sorelbeton. Ggf. kann sie auch bei der planmäßigen Verfüllung nach Abschluss der Arbeiten zur Rückholung der MAW-Gebinde genutzt werden.

2.4 ÖFFNEN DER ELK 8a/511

Das Öffnen der ELK 8a/511 findet ausgehend von der Vorrichtungsstrecke im Inneren Arbeitsbereich statt. Die Vorrichtungsstrecke wird aus dem Zielgebiet heraus zunächst bis einige Meter vor



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 22 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

den erwarteten Durchbruch in die ELK 8a/511 konventionell mit Teilschnittmaschine und Lader oder Förderband zum Abtransport des Haufwerks aufgefahren. Begleitend zur Auffahrung werden beweissichernde Kontaminationsmessungen am Haufwerk durchgeführt.

Bei einem Abstand von mehreren Metern zum Kammerdurchbruch wird der Auffahrprozess für den Aufbau der Schleusen unterbrochen. Eine konventionelle Auffahrung bis einige Meter Abstand zur ELK 8a/511 ohne vorherigen Aufbau der Schleusen hat den Vorteil, dass es u. a. keine Behinderung beim Einsatz von Maschinen verursacht durch die Schleusenbauwerke gibt. Nach Aufbau der Schleusen wird der Innere Arbeitsbereich als Kontrollbereich festgelegt und die Kammeröffnung, also die Auffahrung bis zum Kammerdurchbruch, erfolgt fernbedient. Das während der Auffahrung anfallende Haufwerk wird zunächst im Inneren Arbeitsbereich zwischengelagert. Während der Öffnung der Einlagerungskammer anfallende Stäube werden über eine Entstaubungsanlage abgesaugt. Zur Rückhaltung von möglichen an Schwebstoffen gebundenen Kontaminationen weist die Entstaubungsanlage eine entsprechende Rückhaltewirkung im Sinne einer H13-Qualität auf.

2.5 SICHERN DER ELK 8a/511

Nach der Kammeröffnung ist es ggf. notwendig, die Einlagerungskammer für das Bergen der Gebinde zu sichern. Die ELK 8a/511 ist standsicher, wenn keine Gefährdung besteht, dass durch herabfallende Löser sowohl Maschinen als auch die zu bergenden Gebinde unzulässig beschädigt werden können. Die Sicherungsmaßnahmen betreffen die Stöße und die Firste und sind abhängig von deren Zustand. Dieser wird bestimmt aus den Ergebnissen der Erkundungen und deren gebirgsmechanischer Bewertung.

Eine insbesondere im Salzbergbau eingesetzte und bewährte Methode zur Sicherung der Firste und der Stöße ist das Bereißen/Nachschnitten. Unter Bereißen versteht man das mechanische Lösen und Entfernen von aufgelockerten Gesteinsbereichen. Beim Nachschneiden wird der Querschnitt der Einlagerungskammer mittels einer Fräse erweitert, bis fest anstehendes Salzgestein erreicht wird. Eine weitere gängige Methode ist das Ausbauen, z. B. durch Anker. Das Verfahren beruht darauf, sowohl abgelöste Gesteinspartien dauerhaft zu fixieren, als auch die Eigentragwirkung der Schweben zu erhöhen. Anker werden vorwiegend dann eingesetzt, wenn die Stöße und Firste für einen längeren Zeitraum stabilisiert werden müssen. Hierbei besteht neben dem Einbringen der Anker von innerhalb der Einlagerungskammer die Möglichkeit, Ankerungen oder Injektionsmaßnahmen von außerhalb der Einlagerungskammer durchzuführen.

Die Umsetzung der Sicherungsmaßnahmen ist abhängig von der Lage des Zugangs zur ELK 8a/511. So können bei einem sohlennahen Zugang (Grundkonzept) flurgebundene Werkzeugträger zur Durchführung von Sicherungsmaßnahmen eingesetzt werden. Bei einem firstnahen Zugang (Alternativkonzept) kann die Ausführung der Sicherungsmaßnahmen mit dem hierbei eingesetzten Kragarmkransystem durchgeführt werden.

2.6 BERGEN DER GEBINDE AUS ELK 8a/511

Nach Durchführung der Sicherungsmaßnahmen werden Maßnahmen für das Bergen getroffen. Das Bergen beinhaltet das Lösen, Heben und Laden der Gebinde und ggf. loser Abfälle innerhalb der Einlagerungskammer. Die Ausführung der Bergemaßnahmen ist abhängig von Lage und Zustand der Gebinde sowie von der Befahrbarkeit der Sohle. Bei einer standsicheren Sohle (Grundkonzept) können flurgebundene Werkzeugträger eingesetzt werden, welche die zuvor genannten Tätigkeiten mittels unterschiedlicher Werkzeuge ausführen können. Sind die Gebinde weitgehend intakt, sind



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 23 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

einfache Werkzeuge zum Heben und Laden ausreichend. Sollte sich jedoch aus der Erkundung ergeben, dass z. B. einige Gebinde verformt oder beschädigt sind und beispielsweise Bitumen ausgelaufen ist, dann ist ein zusätzliches Werkzeug zum Trennen notwendig. Erfolgt das Bergen der Gebinde bzw. der losen Abfälle ausgehend von einem firstnahen Zugang (Alternativkonzept), kommt hierzu ein Kragarmkransystem zur Anwendung. Im 3. Teilbericht Konzeptplanung (DMT, 2018a) sind die verschiedenen Konzepte zur Bergung der Gebinde dargestellt.

Die geborgenen Gebinde und losen radioaktiven Abfälle werden im Zuge der Bergung bereits entsprechend der Dosisleistung so sortiert, dass in einen Innenbehälter jeweils Gebinde mit einer ähnlichen Dosisleistung eingebracht werden (siehe Kapitel 2.7).

2.7 UMPERPACKUNG

Im Zuge der Bergung der Gebinde bzw. ggf. lose vorliegender radioaktiver Abfälle werden diese in einen Innenbehälter eingebracht und anschließend in der Inneren Schleuse in eine Umverpackung mittels Doppeldeckelschleuse eingestellt. Die Umverpackung dient dem sicheren Transport, so dass es nicht zur Kontaminationsverschleppung in den Sonstigen Grubenraum kommen kann. Zur Reduzierung der Direktstrahlung hat die Umverpackung eine entsprechende Abschirmwirkung, die - abhängig von der Direktstrahlung der beladenen Innenbehälter ausgewählt wird. So ist geplant, Umverpackungen mit vier unterschiedlichen Abschirmstärken einzusetzen. Für Gebinde mit einer sehr geringen Dosisleistung werden Umverpackungen ohne spezifizierte Abschirmwirkung vorgehalten. Eine detaillierte Beschreibung der Umverpackung und des Beladekonzeptes findet sich im 3. Teilbericht Konzeptplanung (DMT, 2018a).

2.8 TRANSPORT

Transportstrecken sind einerseits erforderlich für den Transport von Geräten und Materialien, die für die Rückholung der Abfälle aus ELK 8a/511 notwendig sind, und andererseits für den Abtransport geborgener und umverpackter Gebinde. Neben den neu aufgefahrenen Aus- und Vorrichtungsstrecken (siehe Kapitel 2.2) werden dafür auch vorhandene Strecken wie z. B. die Wendelstrecke genutzt. Für den Transport der Gebinde sowie der eingesetzten Geräte und Materialien kommen unterschiedliche Transportmittel in Frage. Bei der Wahl eines geeigneten Transportmittels ist dabei neben den Abmessungen und Gewichten der zu transportierenden Materialien auch die Steigung/Neigung, Kurvenradien und Streckenquerschnitt der Transportstrecken zu berücksichtigen. Als Transportmittel stehen vorrangig schienengebundene Fahrzeuge wie Einschienenhängebahn sowie gleislose Flurfahrzeuge zur Wahl. Diese sind im 3. Teilbericht Konzeptplanung (DMT, 2018a) beschrieben.

Nach dem Bergen der Abfälle und Schleusen der umverpackten Gebinde erfolgt der Transport der Umverpackungen von der Äußeren Schleuse bis zum Füllort am Schacht. Das Füllort ist der Umschlagplatz der Umverpackungen vom Transportmittel in den Förderkorb des Förderschachtes. Die Festlegung, ob die beladenen Umverpackungen über Schacht Asse 2 oder Schacht Asse 5 nach über Tage transportiert werden, ist derzeit offen und erfolgt erst im Rahmen der Entwurfsplanung. In der vorliegenden Konzeptplanung wurden dementsprechend die Möglichkeiten zur Nutzung beider Schächte betrachtet.

Die Anbindung an Schacht Asse 2 erfolgt am Füllort auf der 490-m-Sohle. Von hier aus kann der Transport über die vorhandene Wendelstrecke und die Richtstrecke nach Osten auf der 511-m-



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 24 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Sohle sowie über eine anschließende Neuauffahrung von der Richtstrecke nach Osten zum Zielgebiet auf der 511-m-Sohle erfolgen. Alternativ kann über eine komplette Neuauffahrung vom Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle zum Zielgebiet auf der 511-m-Sohle eine Transportstrecke eingerichtet werden. Bei einer Nutzung von Schacht Asse 5 sind deutlich größere Transportentfernungen vom Schacht zur Einlagerungskammer zurückzulegen. Der Anschluss des Transportweges an Schacht Asse 5 erfolgt über das Füllort auf der 595-m-Sohle. Von hier aus führt der Transportweg über die neu aufzufahrende Verbindung zur Wendelstrecke und von dort aus entweder über das Füllort 490-m-Sohle/Schacht Asse 2 und weiter über eine Neuauffahrung zum Zielgebiet auf der 511-m-Sohle oder alternativ aus der Wendelstrecke über die Richtstrecke nach Osten auf der 511-m-Sohle und eine anschließende Neuauffahrung zum Zielgebiet auf der 511-m-Sohle. Die verschiedenen Transportwege für die Anbindung an die Schächte Asse 2 bzw. Asse 5 sind im 3. Teilbericht Konzeptplanung (DMT, 2018a) detailliert erläutert.

Nach dem Transport der beladenen Umverpackungen zum Füllort am Schacht erfolgt die Beladung des Förderkorbes, die sogenannte Beschickung. Um die Transportschritte gering zu halten und Umschläge der Umverpackungen zu vermeiden, ist eine Abstimmung von Transportmittel und Beschickungseinrichtung sinnvoll, beispielsweise wenn die Umverpackungen mittels Einschienenhängebahn (EHB) auf den Förderkorb transportiert werden, indem die EHB durch diesen hindurch fährt. Die Be- und Entschickung (d. h. die Entladung) erfolgt automatisiert und mannlos, um die Arbeits- und Strahlenschutzsicherheit für das Personal zu maximieren. Die Entladevorrichtung über bzw. unter Tage muss ggf. auf die Beladevorrichtung abgestimmt sein.

Für die hier vorgestellten Planungen wird angenommen, dass Einrichtungen zum innerbetrieblichen Transport über Tage, zur Charakterisierung, Konditionierung bzw. transportfertigen Verpackung und zur Zwischenlagerung über Tage vorhanden und annahmefähig sind.

2.9 ABSCHLIEßENDE ARBEITEN

Nach Abschluss der Bergung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 erfolgen die vorbereitenden Maßnahmen zur Verfüllung der Einlagerungskammer. Die im Inneren Arbeitsbereich eingesetzten Maschinen und Werkzeuge werden – sofern möglich bzw. sinnvoll – dekontaminiert und weiterverwendet, z. B. für die Rückholung der schwachradioaktiven Abfälle von der 725- bzw. 750-m-Sohle. Die Dekontamination erfolgt in den Schleusen bzw. im Äußeren Arbeitsbereich. Ebenso werden die Infrastrukturbauten wie Schleusenbauwerke, Bewetterungseinrichtungen usw. einer Kontaminationskontrolle unterzogen, bei Bedarf dekontaminiert und wenn möglich (ggf. unter Tage) weiterverwendet. Sollte eine Weiterverwendung unter Tage nicht möglich sein, wird das verwendete Equipment zerlegt und der Entsorgung zugeführt. Die Entsorgung der Reststoffe ist im Kapitel 7 beschrieben.

Abschließend erfolgt die anforderungsgerechte Verfüllung der ELK 8a/511. Zusätzlich zur Einlagerungskammer werden ebenfalls die für die Rückholung der radioaktiven Abfälle genutzten Bereiche des Grubengebäudes verschlossen, sofern sie nicht anderweitig genutzt werden sollen. Dazu zählen die Grubenbaue, die zum Schleusen, Transportieren oder Lagern aufgefahren wurden. Die Verfüllung ist im 3. Teilbericht Konzeptplanung (DMT, 2018a) beschrieben.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 25 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

3 STRAHLENSCHUTZRECHTLICHE ANFORDERUNGEN

3.1 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Gemäß § 57b AtG ist die Schachtanlage Asse II unverzüglich stillzulegen, wobei die Stilllegung nach der Rückholung der radioaktiven Abfälle erfolgen soll. Die Rückholung der radioaktiven Abfälle ist durch die bisherigen Genehmigungen nicht abgedeckt und muss daher entsprechend beantragt und genehmigt werden. Ein Planfeststellungsverfahren ist für die Rückholung gemäß § 57b Abs. 2 nicht erforderlich.

Für die Beantragung der Genehmigung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle muss auf Basis der vorliegenden Daten bezüglich des vorhandenen Aktivitätsinventars geprüft werden, auf welcher gesetzlichen Grundlage (AtG oder StrlSchG) die Genehmigung für die Rückholung beantragt werden soll. Für den hier betrachteten Antrag zur Genehmigung der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 hat eine erste Bewertung der Daten zum eingelagerten Aktivitätsinventar (DMT, 2017) ergeben, dass das Kernbrennstoffinventar maximal 130 g je Gebinde beträgt. Da die maximale Masse der entsprechenden Gebinde nicht bekannt ist, kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese mehr als 15 g Kernbrennstoff je 100 kg enthalten. Der Inhalt solcher Fässer wäre als Kernbrennstoff zu führen, da sowohl mehr als 15 g/100 kg Abfall als auch 15 g Kernbrennstoff insgesamt zu unterstellen sind (s. § 3(3) StrlSchG). Hierbei wird unterstellt, dass die Gebindestruktur weitgehend erhalten und somit keine Vermischung und damit Verdünnung der radioaktiven Abfälle eingetreten ist. Es ist daher davon auszugehen, dass irgendein Einzelgebinde mehr als 15 g Kernbrennstoff führen kann. Daher ist für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 eine Genehmigung für Kernbrennstoffe nach dem § 9 AtG erforderlich.

Eine Grundvoraussetzung für die Durchführung der Rückholung stellt das Vorhandensein eines genehmigten Zwischenlagers dar. Dahingehend wurde auftragsgemäß davon ausgegangen, dass ein derartiges Zwischenlager zum Beginn der Rückholung vorhanden ist.

3.1.1 Atomgesetz

Gemäß § 57b Abs. 1 sind für den Betrieb und die Stilllegung der Schachtanlage Asse II, die für die Anlagen des Bundes nach § 9A AtG gelten Vorschriften einzuhalten. Weiterhin enthält das Atomgesetz im § 57b Abs. 2 - 5 spezielle Anforderungen zu Betrieb und Stilllegung der Schachtanlage Asse II. Im Hinblick auf die Nachweisführungen ist § 57b Absatz 5 AtG von besonderer Bedeutung. Demnach findet der § 114 StrlSchV (2001) Anwendung, der behördliche Ausnahmen von Strahlenschutzvorschriften mit Ausnahme der Dosisgrenzwerte zulässt. Diese Ausnahmeregelung ist aufgrund der eindeutigen Zitatzführung im § 57b (5) auch nach Revision der StrlSchV in 2018 weiterhin gültig.

Zwei weitere Ausnahmen sind im Gesetz konkret genannt:

- In der Schachtanlage Asse II ist die untertägige Bearbeitung, Verarbeitung, Lagerung oder sonstige Verwendung radioaktiver Stoffe, die nicht als radioaktive Abfälle eingebracht wurden, nicht genehmigungsbedürftig, wenn die Aktivität der Stoffe das Zehnfache der Freigrenzen der Anlage III Tabelle 1 Spalte 3 der Strahlenschutzverordnung (2001) nicht überschreitet und der Beginn dieser Tätigkeiten der zuständigen Genehmigungsbehörde vorher angezeigt wurde,
- der Störfallplanungswert für die Planung von Rückholungsmaßnahmen bei der Schachtanlage Asse II ist von der Genehmigungsbehörde im Einzelfall festzulegen.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 26 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Bei einem Antrag auf atomrechtliche Genehmigung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle ist gemäß § 9 Abs. 2 AtG i. V. m. § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG nachzuweisen, dass für die geplanten Tätigkeiten im bestimmungsgemäßen Betrieb und für Störfälle die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (sofern dies gemäß § 57b AtG und der zugehörigen Begründung (Deutscher Bundestag, 2012) in der Schachtanlage Asse II sinnvoll realisierbar ist) erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist. Auf die Machbarkeit der für die Erfüllung dieser Genehmigungsvoraussetzung notwendigen Nachweise wird in den folgenden Kapiteln eingegangen.

3.1.2 Strahlenschutzgesetz

Wesentliche Nachweise zur Einhaltung dieser Vorgaben aus dem StrlSchG und der StrlSchV betreffen die Einhaltung der Dosisgrenzwerte in Verbindung mit den Strahlenschutzgrundsätzen des StrlSchG sowie der StrlSchV.

Die für die Planung zu beachtenden Strahlenschutzgrundsätze „Vermeidung unnötiger Strahlenexposition“ und „Dosisreduzierung“ sind in den §§ 8 und 9 StrlSchG verankert. Sie gelten gemeinsam für den bestimmungsgemäßen Betrieb und werden auch für die Nachweisführung in Bezug auf die erforderlichen Vorsorgemaßnahmen bei Störfällen und der daraus abgeleiteten sicherheitstechnischen Auslegung der Einrichtungen für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 berücksichtigt.

Gemäß § 8 Absatz 1 StrlSchG ist bei der Planung oder Ausübung des Umgangs mit radioaktiven Stoffen jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden. Weiterhin ist gemäß § 8 Absatz 2 StrlSchG bei der Planung oder Ausübung des Umgangs mit radioaktiven Stoffen jede Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik in der Schachtanlage Asse II sinnvoll realisierbar ist) und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls (sofern dies gemäß § 57b AtG und der zugehörigen Begründung (Deutscher Bundestag, 2012) auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten. Die Grenzwerte für die Strahlenexposition werden in den folgenden Abschnitten genannt

Strahlenexposition der Bevölkerung

Bestimmungsgemäßer Betrieb

Durch den § 80 des StrlSchG ist ein Grenzwert der effektiven Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung von 1 mSv pro Kalenderjahr festgelegt, der in Bezug auf die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 und weitere Tätigkeiten am Standort zu berücksichtigen ist. Durch den § 99 der StrlSchV wird konkretisiert, dass die Grenzwerte der effektiven Dosis der durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser jeweils bedingten Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung 0,3 mSv pro Kalenderjahr betragen.

Die Ermittlung der für Einzelpersonen der Bevölkerung zu erwartenden Exposition ist durch den § 100 der StrlSchV geregelt. Die zugrunde zulegenden Annahmen und Berechnungsverfahren für die Ermittlung der zu erwartenden Exposition einer repräsentativen Person ist durch Allgemeine Verwaltungsvorschriften vorgegeben. Im Kapitel 3.2.1 wird beschrieben, wie die Grenzwerte der Strahlenexposition der Bevölkerung im bestimmungsgemäßen Betrieb eingehalten werden.

Störfall

Die Begrenzung der Exposition durch Störfälle mit Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung ist durch den § 104 StrlSchV vorgegeben. Demnach ist der Nachweis für die Einhaltung einer effek-



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 27 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

tiven Dosis von 50 mSv infolge eines Störfalls zu führen. Zusätzlich sind die Grenzwerte der jeweiligen Organ-Äquivalenzdosis zu berücksichtigen. Im Kapitel 3.2.1 wird beschrieben, wie die Grenzwerte der Strahlenexposition der Bevölkerung im Störfall eingehalten werden.

Strahlenexposition des Personals

Für die beruflich strahlenexponierten Personen sind Dosisgrenzwerte im § 78 StrlSchG festgelegt. Es wird im Kapitel 3.1.4 aufgezeigt, mit welchen Maßnahmen die Einhaltung dieser Grenzwerte bei den Tätigkeiten im Rahmen der Rückholung der MAW-Abfälle erreicht werden kann, und im Kapitel 3.2.2 zusammengefasst, wie die einzelnen Maßnahmen ineinandergreifen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Strahlenschutzmaßnahmen für das Personal stark abhängig sind von der konkreten Ausführung der eingesetzten technischen Einrichtungen. Eine Festlegung der Relevanz der einzelnen im Kapitel 3.1.4 genannten Planungsgrundsätze kann im Rahmen der weiteren Planungen erfolgen.

3.1.3 Untergesetzliches Regelwerk

Zur Anwendbarkeit des untergesetzlichen Regelwerkes auf die Tätigkeiten im Rahmen der Rückholung der Abfälle aus der Schachtanlage Asse II hat das BMUB dem BfS als damaligen Betreiber den Bericht (GRS, 2014), der hierzu Hinweise enthält, zur Verfügung gestellt. Gemäß Kapitel 3.2.1 „Sicherheitskriterien, Sicherheitsanforderungen“ des vorgenannten Berichtes sind Sicherheitsnachweise in Form von Sicherheitsanalysen zu erstellen. Die Voraussetzung für den Nachweis der Einhaltung der radiologischen Schutzziele ist demnach eine Sicherheitsanalyse. Darin ist nachzuweisen, dass die für den Betrieb der Anlage nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist.

Gegen Störfälle sind bauliche oder sonstige technische Schutzmaßnahmen so zu planen, dass in der Umgebung der Anlage im ungünstigsten Störfall durch Freisetzung radioaktiver Stoffe der Störfallplanungswert nicht überschritten wird. Der Störfallplanungswert für die Rückholung wird gemäß § 57b Abs. 5 Satz 3 AtG bis zum Inkrafttreten allgemeiner Verwaltungsvorschriften zur Störfallvorsorge von der Genehmigungsbehörde im Einzelfall festgelegt.

Eine beispielhafte Übersicht anwendbarer Regelungen und Richtlinien ist in der Tabelle 3-1 dargestellt.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 28 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Tabelle 3-1: Beispielhaft anwendbares untergesetzliches Regelwerk im Rahmen der Konzeptplanung*

Untergesetzliches Regelwerk	Anwendungsbereich
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen in der zum Zeitpunkt der Antragsstellung gültigen Fassung	Nachweisführung zur Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte gemäß § 99 StrlSchV aus Ableitungen im bestimmungsgemäßen Betrieb
Störfallberechnungsgrundlagen (Strahlenschutzkommission (SSK), 2004)	Ermittlung der radiologischen Störfallfolgen
Richtlinien Physikalische Strahlenschutzkontrolle (BMU, 2003), (BMU, 2007)	Abschätzung der Personendosis
ESK-Leitlinien zur Stilllegung (ESK, 2015)	Die ESK-Leitlinien sind für die übertägige Stilllegung von KKW, Einrichtungen zum Umgang mit Kernbrennstoffen nach §§ 6 und 9 AtG sowie Umgang mit radioaktiven Stoffen nach § 7 StrlSchV (2001) vorgesehen. Sie stellen gemäß § 57b Absatz 1 AtG keine explizit für Anlagen des Bundes nach § 9a Absatz 3 AtG geltende Anforderung dar. können jedoch wahrscheinlich sinngemäß für die Rückholung von radioaktiven Abfällen aus der Schachtanlage Asse II angewandt werden.
Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes (BMU, 2016)	Der Leitfaden ist zwar nur für die übertägige Stilllegung von KKW vorgesehen. Der Leitfaden stellt gemäß § 57b Absatz 1 AtG keine explizit für Anlagen des Bundes nach § 9a Absatz 3 AtG geltende Anforderung dar. Der Leitfaden kann sinngemäß für die Rückholung von radioaktiven Abfällen aus der Schachtanlage Asse II angewendet werden (GRS, 2014).
Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (BMU, 2015)	Die Sicherheitsanforderungen sind nur für den übertägigen Betrieb sowie die übertägige Stilllegung von KKW vorgesehen. Sie stellen gemäß § 57b Absatz 1 AtG keine explizit für Anlagen des Bundes nach § 9a Absatz 3 AtG geltende Anforderung dar. Zur möglichen sinngemäßen Anwendbarkeit wird auf (GRS, 2014) verwiesen



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 29 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Sicherheitsanforderungen für die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle (BMU, 2010)	Die Richtlinie ist nur für die Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle vorgesehen, die in der Schachtanlage Asse II nicht eingelagert sind. Sie stellt aber gemäß § 57b Absatz 1 AtG eine geltende Anforderung für den geplanten Betrieb der Schachtanlage Asse II dar. Die Richtlinie muss gemäß (GRS, 2014) sinngemäß für die Rückholung von radioaktiven Abfällen aus der Schachtanlage Asse II angewendet werden. In Bezug auf die in (BMU, 2010) Kapitel 7.1 genannten Sicherheitsanalysen ist die Anwendbarkeit probabilistischer Methoden für den geplanten Rückholungsbetrieb der Schachtanlage Asse II ausgehend von In Bezug auf die in (BMU, 2010, Kapitel 7.1) genannten Sicherheitsanalysen ist die Anwendbarkeit probabilistischer Methoden für den geplanten Rückholungsbetrieb der Schachtanlage Asse II ausgehend von dem hier dargestellten Stand der Konzeptplanung unwahrscheinlich.
KTA-Regelwerk	Das Regelwerk legt sicherheitstechnisch wichtige technischen und organisatorische Maßnahmen bzw. Auslegungsanforderungen. Das Regelwerk stellt gemäß § 57b Absatz 1 AtG keine geltende Anforderung für den geplanten Betrieb der Schachtanlage Asse II dar. Verschiedene Teile des Regelwerks können gemäß (GRS, 2014) sinngemäß oder aber auch uneingeschränkt für die Rückholung von radioaktiven Abfällen aus der Schachtanlage Asse II angewendet werden.

*Für das Vorhaben der Rückholung der radioaktiven Abfälle sind ggf. weitere untergesetzliche Regelwerke heranzuziehen.

3.1.4 Sicherheits- und Schutzziele sowie Planungsgrundsätze des Strahlenschutzes

Aus den übergeordneten Gesetzen AtG und StrlSchG ergeben sich Sicherheitsziele, die erreicht werden müssen. Diese allgemeinen Sicherheitsziele werden weiter konkretisiert durch die Definition von Schutzziele. Auf Basis dieser konkretisierenden Schutzziele werden in diesem Bericht für die spätere Entwurfsplanung die Planungsgrundsätze abgeleitet. Diese dienen dazu, die technische Entwurfsplanung so zu gestalten, dass die Schutzziele erreicht und die Sicherheitsziele eingehalten werden. Im Folgenden werden die Sicherheits- und Schutzziele sowie die Planungsgrundsätze im Detail betrachtet.

Sicherheitsziele des Strahlenschutzes

Die Sicherheitsziele sind in den Zweckbestimmungen der einschlägigen Gesetze festgelegt.

- § 1 AtG: Schutz von Leben, Gesundheit und Sachgütern vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung,
- § 1 StrlSchG: Schutz des Menschen vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 30 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Der erfolgreiche Nachweis der Einhaltung der Sicherheitsziele ist Voraussetzung für die Genehmigung des Vorhabens zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511.

Schutzziele des Strahlenschutzes

Die Schutzziele stellen die nächste Konkretisierungsstufe zur Erreichung der Sicherheitsziele dar. Grundsätzliche Schutzziele des Strahlenschutzes werden beispielsweise in den ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen (ESK, 2015) konkret aufgeführt. Diese Schutzziele sind sinngemäß auch für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II einzuhalten. Die radiologischen Schutzziele werden der technischen Auslegung der Anlage zugrunde gelegt und sind beim Betrieb einzuhalten und bestehen, den Grundsätzen des Strahlenschutzes folgend, in

- der sicheren Einhaltung der Unterkritikalität,
- dem sicheren Einschluss der radioaktiven Stoffe sowie der
- Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und der Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition des Personals und der Bevölkerung.

Diese Schutzziele sind teilweise in der StrlSchV konkretisiert.

Planungsgrundsätze für die Einhaltung der strahlenschutzrechtlichen Schutzziele

Die StrlSchV sieht unabhängig von der letztlichen Umsetzung der Konzeptplanung für genehmigungspflichtige Tätigkeiten Maßnahmen zur Freigabe, der betrieblichen Organisation des Strahlenschutzes, zur Fachkunde und zu Kenntnissen, zur physikalischen Strahlenschutzkontrolle, zu Strahlenschutzbereichen, besondere Vorschriften zum Schutz und zur Überwachung beruflich exponierter Personen, zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt sowie Maßnahmen bei Vorkommnissen (z. B. Störfällen) vor.

Die vorgenannten Sicherheits- und Schutzziele beschreiben, welche Ziele in Bezug auf den Schutz von Personal und Bevölkerung sowie der Umwelt vor den möglichen Auswirkungen der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 erreicht werden müssen. Aus diesen Schutzzielen werden Planungsgrundsätze abgeleitet. Diese strahlenschutzrechtlichen Planungsgrundsätze werden im Folgenden dargestellt.

Schutzziel: Begrenzung der Strahlenexposition des Personals:

Daraus werden zum Beispiel folgende Planungsgrundsätze abgeleitet:

- Abschirmung, Einhalten von Abständen, Reduzierung von Aufenthaltszeiten z.B. durch die räumliche Anordnung und ggf. Abschirmung von aktivitätsführenden Komponenten und Behältern (§ 75 StrlSchV),
- Errichtung von Barrieren und Rückhalteeinrichtungen zur Reduzierung von Kontaminationsverschleppungen (§ 58 StrlSchV) an Personen, Material, Gegenständen und in den Wettern,
- Einrichtungen zur Messung von Kontaminationen und Maßnahmen zur Dekontamination (§ 57 StrlSchV)
- Überwachung und Ermittlung der Strahlenexposition des Personals (§§ 64, 65 und 66 StrlSchV)
- Fernbedienbarkeit und weitgehend mannloser Betrieb in Bereichen mit Inkorporationsrisiko (Reduzierung der Strahlenexposition und des toxischen Gefahrenpotentials durch Inkorporation) (§ 75 StrlSchV),
- Automatisierung (Prozesssicherheit, Reduzierung der Strahlenexposition (§ 75 StrlSchV),



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 31 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

- Vermeidung unnötiger Strahlenexposition (§ 8 StrlSchG)
 - Optimierte fernhantierte Handhabung
 - Durch Erprobung von bisher nicht für den Anwendungsfall eingesetzter Technik an kontaminationsfreien Modellen (Mock-up, siehe Kapitel 5) – möglichst im Maßstab 1:1, werden die Abläufe optimiert und somit die Strahlenexposition des Personals reduziert.
- Zur Einhaltung des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung“ werden zur Einhaltung des im § 99 StrlSchV festgelegten Dosisgrenzwertes
 - Geeignete Abwetterführung über HEPA-Filter und ein geeignetes Abwetterbauwerk
 - Berücksichtigung des fail-safe-Prinzips
 - Unterdruckhaltung in der ELK durch saugende Bewetterung
 - (messtechnische) Überwachung von Barrieren und Rückhalteeinrichtungen sowie sicherheitsrelevanter Prozessparameter,
 - Sicherungsmaßnahmen gegen Beschädigungen von Gebinden (Firstsicherung)
- Zur Einhaltung des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung“ werden zur Einhaltung des im § 104 StrlSchV festgelegten Dosisgrenzwertes
 - planungsbegleitende Ereignisanalysen (radiologisch),
 - Einbeziehung des Brand- und Explosionsschutzes,
 - Schutz gegen mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde (Fall, Absturz schwerer Lasten, Transportunfälle)
 - Zugangsstreckensicherung bei Eintritt eines Lösungszutritts (Sicherheitszustand der Einlagerungskammer qualitativ vergleichbar mit dem Zustand vor dem Öffnen).

Die technischen und organisatorischen Maßnahmen, die sich aus den vorgenannten Planungsgrundsätzen ergeben, werden im Kapitel 3.2.4 dargestellt.

3.2 EREIGNISANALYSE

Im Rahmen einer Ereignisanalyse wird nachfolgend das zu berücksichtigende Ereignisspektrum anhand des Standes der Konzeptplanung abgeleitet und die radiologisch relevanten Ereignisse identifiziert. Dabei werden Vorsorgemaßnahmen geplant, wodurch Ereignisse ausgeschlossen bzw. ihre radiologischen Auswirkungen reduziert werden können.

Im Kapitel 3.2.1 wird betrachtet, wie das Schutzziel der Vermeidung einer Strahlenexposition von Personal und Bevölkerung erreicht werden kann. Hierzu werden verschiedene Ereignisse beschrieben, die zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe im Zuge der Rückholung führen können. Zur Verringerung der Auswirkungen dieser Ereignisse werden verschiedene Vorsorgemaßnahmen beschrieben.

Die Vermeidung bergbaulicher Gefahren beinhaltet vor allem die Anforderungen aus dem allgemeinen Arbeitsschutz sowie bergbauspezifische Schutzmaßnahmen. Diese sind in dem Kapitel 4.2 beschrieben. Im Folgenden wird beschrieben, welche Technischen Maßnahmen für die Erfüllung von Anforderungen an den Brandschutz (Kapitel 4.4) und den Explosionsschutz (Kapitel 4.5) zu erfüllen sind. Im Kapitel 4.6 werden weitere Schutzmaßnahmen wie der Schutz vor Einwirkungen auf das



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 32 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Grubengebäude erläutert. Das Kapitel 5 beschreibt Erprobungen an einem kontaminationsfreien Modell (Mock-up), und im Kapitel 6 werden die erforderlichen Maßnahmen nach Beendigung der Rückholung dargestellt.

Auf der Grundlage von vorgesehenen Handhabungsvorgängen sowie geplanten Vorsorgemaßnahmen werden potenzielle Ereignisse identifiziert, Ereignisabläufe postuliert sowie die radiologischen Folgen ermittelt bzw. bewertet. Für die radiologische Bewertung werden die Aktivitätsangaben der eingelagerten radioaktiven Abfälle aus dem Auszug der Datenbank Assekat (Assekat 9.2, 2010) mit Bezugsdatum 01.01.2028 herangezogen.

Folgende Ereignisse sind gemäß (ESK, 2015) sowie (GRS, 2014) sinngemäß zu berücksichtigen:

Einwirkungen von innen:

- Mechanische Einwirkungen
 - o Absturz von Abfallgebinden
 - o Herabstürzen der größten in Frage kommenden Last auf die Abfälle
 - o Ereignisse bei Transportvorgängen (Kollision)
 - o Löserfälle
 - o Kollision von mit geborgenen Abfällen beladenen Transport-/Bergungsfahrzeugen
- Thermische Einwirkungen
- Anlageninterne Explosion
- Chemische Einwirkungen
- Ausfall sicherheitstechnische wichtiger Einrichtungen
 - o Ausfall und Störung von Versorgungseinrichtungen
 - o Ausfall Leittechnischer Einrichtungen und Überwachungseinrichtungen
 - o Ausfall und Störung von Brandschutzeinrichtungen
 - o Ausfall von Hebezeugen und Transportmitteln
 - o Ausfall und Störung von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe
- Fehlbedienung (Personalhandlungen)
- Lösungszutritt

Einwirkungen von außen

Naturbedingt

- Hochwasser
- Erdbeben
- Sturm, Regen, Schneefall, Frost, Blitzschlag
- Biologische Einwirkungen

Zivilisatorisch Bedingt

- Flugzeugabsturz
- Anlagenexterne Explosion
- Eindringen gefährlicher Stoffe
- Anlagenexterner Brand



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 33 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Im Rahmen der Ereignisanalyse werden identifizierte Ereignisse entsprechend folgender Vorgaben klassifiziert:

- Ereignisse der Störfallklasse (SK) 1: Die radiologischen Auswirkungen eines Störfalls auf die Bevölkerung werden berechnet bzw. bewertet.
- Ereignisse der Störfallklasse (SK) 2: Das Ereignis kann aufgrund von Vorsorgemaßnahmen ausgeschlossen werden, bzw. führt nicht zur Freisetzung radioaktiver Stoffe.

Auf der Grundlage der derzeitig geplanten Handhabungsvorgängen sind folgende Ereignisse identifiziert worden, die ein Freisetzungspotential aufweisen:

- First- und/oder Stoßfall in der ELK 8a/511 mit Zerstörung von Gebinden,
- Zerstörung von Gebinden bei der Bergung,
- Absturz von beladenen Umverpackungen bzw. Behältern mit radioaktiven Feststoffen oder Flüssigkeiten bei Handhabungen in den Schleusen (z. B. bei Dekontaminationserfordernis),
- Kollision von Fahrzeugen oder Fördergeräten mit beladenen Umverpackungen bzw. Behältern mit radioaktiven Feststoffen oder Flüssigkeiten in den Schleusen (z. B. bei Dekontaminationserfordernis),
- Absturz von beladenen Umverpackungen bzw. Behältern mit radioaktiven Feststoffen oder Flüssigkeiten bei der Lagerung,
- Beschädigung von beladenen Umverpackungen bzw. Behältern beim Beladen/Entladen der Transportmittel,
- Beschädigung von beladenen Umverpackungen bzw. Behältern beim Transport unter Tage,
- Absturz von beladenen Umverpackungen bzw. Behältern mit radioaktiven Feststoffen oder Flüssigkeiten bei der Be- und Entschickung des Förderkorbes,
- Brandereignisse und
- Explosionsereignisse.

In der folgenden Ereignisliste (Tabelle 3-2) werden die identifizierten Ereignisse konkretisiert sowie der Ereignisablauf analysiert. Die Ereignisse werden den entsprechenden Störfallklassen (SK) zugeordnet.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 34 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Tabelle 3-2: Ereignisliste

Ereignis 1: Freisetzung radioaktiver Stoffe durch Gewinnung von kontaminiertem Haufwerk				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Bei der Öffnung der Einlagerungskammer fallen Haufwerk und sonstige Reststoffe an. Das Haufwerk ist mit radioaktiven Stoffen kontaminiert. Durch den Gewinnungsprozess werden radioaktive Stoffe in die Atmosphäre des Tätigkeitsbereiches freigesetzt.	Die Aktivität in der Atmosphäre wird mittels der Messung von an Schwebstoffe gebundene Radionukliden erkannt.	Die Auswirkungen werden ausreichend begrenzt durch das gestaffelte Schleusensystem, die gerichtete Luftströmung und die Filterung der Abwetter aus dem entsprechenden Bereich. Weiterhin werden für die Förderung des Haufwerkes aus diesem Bereich dicht verschließbare Umverpackungen verwendet.	Abgedeckt durch Ereignis 2	(1)
Ereignis 2: Freisetzung radioaktiver Stoffe durch Löser-/Firstfall auf Gebinde				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Ein Löserfall in der geöffneten Einlagerungskammer auf den Gebindekegel führt zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen. Der Absturz eines Löser mit den Abmessungen der gesamten Firste wird als Firstfall bezeichnet. Alle eingelagerten Gebinde sind einer mechanischen Einwirkung durch die herabstürzende Firste ausgesetzt.	Der Löser-/Firstfall wird optisch erkannt. Die Aktivitätsfreisetzung wird durch die Überwachung der Abwetter detektiert.	Auswirkungen eines Löserfalls in der ELK 8a/511 werden begrenzt durch das gestaffelte Schleusensystem, die gerichtete Luftströmung und die Filterung der Wetter.	Abdeckende mechanische Einwirkung (alle Gebinde betroffen)	(1)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 35 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Ereignis 3:

Freisetzung radioaktiver Stoffe durch Lastabsturz auf Gebinde

Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Ein Absturz von Lasten (z. B. Absturz des Kragarmkranes) in der geöffneten Einlagerungskammer auf den Gebindekegel führt zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen.	Der Lastabsturz wird visuell erkannt. Die Aktivitätsfreisetzung wird durch die Überwachung der Abwetter detektiert.	Auswirkungen eines Lastabsturzes in der ELK 8a/511 werden begrenzt durch das gestaffelte Schleusensystem, die gerichtete Luftströmung und die Filterung der Wetter.	Ereignis ist durch Ereignis 2 abgedeckt	(1)

Ereignis 4:

Absturz von Gebinden bei der Bergung führt zur Freisetzung radioaktiver Stoffe

Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Durch das Abrutschen eines Gebindes im Zuge der Bergung stürzt dieses auf die Sohle der Einlagerungskammer oder andere eingelagerte Gebinde. Dabei kommt es zu einer Freisetzung von Aktivität.	Der Absturz eines Gebindes wird visuell erkannt. Die Aktivitätsfreisetzung wird durch die Überwachung der Abwetter detektiert.	Auswirkungen eines Gebindeabsturzes in der ELK 8a/511 werden begrenzt durch das gestaffelte Schleusensystem, die gerichtete Luftströmung und die Filterung der Wetter.	Abgedeckt durch Ereignis 2	(1)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 36 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Ereignis 5:

Beschädigung von Gebinden durch die Kollision des Transportmittels

Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Durch die Kollision von Transportmitteln, die geborgene Gebinde bzw. Innenbehälter innerhalb der ELK fördern, mit Hindernissen oder anderen Transportmitteln kommt es zur Freisetzung von Aktivität.	Visuelle Erkennung des Austrittes von Abfällen; Kontaminationsmessungen an den Umverpackungen, Transportmitteln und sonstigen Oberflächen.	Die Auswirkungen der Kollision wird durch einen Kollisionschutz sowie die Begrenzung der Transportgeschwindigkeit auf Schrittgeschwindigkeit reduziert. Alle bei der Rückholung eingesetzten Maschinen und Geräte verfügen über Kollisionschutzsysteme (Maschine-Mensch, Maschine-Maschine, Maschine-Stoß/Einbauten). In der Einlagerungskammer sowie den Schleusen wird außerdem durch die gerichtete Luftströmung und die Filterung der Wetter eine mögliche Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Grubenwetter ausreichend begrenzt. Freisetzung durch Kollisionen werden ausgeschlossen.	Durch VM ausgeschlossen	(2)

Ereignis 6:

Kontaminationen in Luft und auf Oberflächen: Risiko von Kontaminationsverschleppungen durch Defekt an Rückhalteeinrichtungen

Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Durch einen Defekt an der Schleuse für die Umverpackung gelangen radioaktive Stoffe aus der Einlagerungskammer über Oberflächen oder durch den Wetterstrom in andere Bereiche des Grubengebäudes (Schleusen, Äußerer Arbeitsbereich, Sonstiger Grubenraum).	Durch kontinuierliche Messung von an Schwebstoffe gebundenen Radionukliden in den Schleusen (Umverpackungsschleuse, Innere und Äußere	Durch die gerichtete Luftströmung, die Filterung der Wetter durch die Abwetterfilteranlage sowie das Prinzip der gestaffelten Schleusen (Doppelschleuse) (DMT, 2018) wird eine Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Grubenwetter ausreichend begrenzt. Bei Beschädigungen der Schleusen werden diese unverzüglich wieder instandgesetzt. Für solche Reparaturen steht geeignete Ausrüstung zur Verfügung. Der Äußere Arbeitsbereich sowie die Innere und Äußere Schleuse werden regelmäßig auf Kontaminationen überwacht und bei	Durch VM ausgeschlossen	(2)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 37 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

	Schleuse) wird eine leakagebedingte Kontamination frühzeitig erkannt. Durch Kontaminationsmessungen an den Oberflächen werden Kontaminationen mit radioaktiven Stoffen auf diesen rechtzeitig erkannt.	Bedarf dekontaminiert (geringes Freisetzungspotential). Für die Auslegung der Schleusen wird die lokale Gebirgsverformung berücksichtigt. Bei einem mechanischen Schaden wird der Bergebetrieb und der Beladevorgang bis zur vollständigen Instandsetzung der Schleusen unterbrochen.		
Ereignis 7:				
Absturz von beladenen Umverpackungen oder anderen mit radioaktiven Stoffen beladenen Behältern				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Eine mit geborgenen Gebinden beladene Umverpackung oder ein mit anderen radioaktiven Abfällen beladener Behälter stürzt während des Transportes in den Schleusen, dem Äußeren Arbeitsbereich oder dem Sonstigen Grubenraum vom Transportmittel.	Visuelle Erkennung des Absturzes	Die Auswirkungen eines Absturzes von Behältern werden durch die Begrenzung der maximalen Fallhöhe von 1,2 m sowie die mechanische Auslegung der Umverpackungen bzw. Behälter reduziert. Innerhalb des Äußeren Arbeitsbereiches wird weiterhin durch die gerichtete Luftströmung und die Filterung der Wetter eine mögliche Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Grubenwetter reduziert.	Außerhalb des Äußeren Arbeitsbereiches ausgeschlossen, innerhalb abgedeckt durch Ereignis 2	(1)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 38 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Ereignis 8:

Beschädigung von beladenen Umverpackungen durch die Kollision des Transportmittels

Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Durch die Kollision von Transportmitteln, welche beladene Umverpackungen transportieren, mit Hindernissen oder anderen Transportmitteln kommt es zur Freisetzung von Aktivität.	Visuelle Erkennung; Kontaminationmessungen	Die Auswirkungen der Kollision werden durch einen Kollisionsschutz sowie die Begrenzung der Transportgeschwindigkeit auf Schrittgeschwindigkeit reduziert. Alle bei der Rückholung eingesetzten Maschinen und Geräte verfügen über Kollisionsschutzsysteme (Maschine- Mensch, Maschine-Maschine, Maschine-Stoß/Einbauten). In den Arbeitsbereichen sowie den Schleusen wird außerdem durch die gerichtete Luftströmung und die Filterung der Wetter eine mögliche Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Grubenwetter begrenzt.	Außerhalb des Äußeren Arbeitsbereiches abgeschlossen, innerhalb abgedeckt durch Ereignis 2	(1)

Ereignis 9:

Kollision beim Transport von beladenen Umverpackungen bzw. Behältern mit radioaktiven Stoffen im Sonstigen Grubenraum

Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Während des Transportes von mit radioaktiven Abfällen beladenen Umverpackungen kommt es zur Kollision des Transportmittels mit einem Hindernis (Stoß, Einbauten, andere Transportmittel).	Visuelle Erkennung	Die Geschwindigkeit aller Fahrzeuge/Fördermittel, die radioaktive Stoffe transportieren, ist auf Schrittgeschwindigkeit begrenzt und Begegnungsverkehr organisatorisch ausgeschlossen. Beim Einsatz von autonom fahrenden Transportfahrzeugen sind diese mit einem Kollisionsschutzsystem ausgestattet. Die beladenen Umverpackungen werden vor dem Transport auf dem Fördermittel gesichert. Die Umverpackungen sind so konstruiert, dass sie bei einer Fallhöhe von $\leq 1,2$ m integer bleiben. Durch die technische Begrenzung der max. Fallhöhe auf 1,2 m beim Transport wird	Außerhalb des Äußeren Arbeitsbereiches abgeschlossen, innerhalb abgedeckt durch Ereignis 2	(1)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 39 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

		bei einem Absturz vom Fahrzeug/Fördermittel eine Freisetzung begrenzt.		
Ereignis 10:				
Absturz von beladenen Umverpackungen bzw. Behältern mit radioaktiven Stoffen in den Schacht bei der Beschickung des Förderkorbes				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Bei der Beschickung des Förderkorbes mit beladenen Umverpackungen kommt es durch einen technischen Defekt bzw. menschliches Versagen zu einem Absturz der Umverpackung in den Förder-schacht.	Visuelle Erkennung	Als Vorsorge gegen Absturz von Behältern in den Tages-schacht bei der Beschickung sind eine geeignete Steuerung der Schachtore sowie eine Sicherung gegen Absturz erforderlich. Diese ist ggf. nachzurüsten (Schacht Asse 2) oder bei der Planung des Schachtes Asse 5 zu berücksichtigen.	Durch VM ausgeschlossen	(2)
Ereignis 11:				
Freisetzung radioaktiver Stoffe durch Brand in der Einlagerungskammer				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Brand in der ELK 8a/511	Die Wetter im Inneren Arbeitsbereich werden durch Gasmessungen überwacht. Zur Branderkennung wird eine Brandmeldeanlage eingesetzt.	Die Wahrscheinlichkeit der Entstehung eines Brandes in der ELK ist sehr gering. Durch eine Reduzierung der Brandlasten (nicht brennbare Hydrauliköle, schwer entflammbare Reifen bei flurgebundenen Radfahrzeugen, Einsatz von Kettenfahrzeugen) an den in der ELK eingesetzten Geräten und Maschinen wird das Risiko einer Brandentstehung weiter reduziert. Im Brandfall erfolgt frühzeitig die Bekämpfung des Brandherdes bzw. bei einer größeren Ausdehnung des Brandes eine Inertisierung der ELK, sodass keine Ausbreitung des lokalen Brandherdes auf ein oder mehrere Gebinde zu	Durch VM ausgeschlossen	(2)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 40 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

		<p>besorgen ist. Die Abführung des Inertgas-Brandgasgemisches aus der ELK erfolgt mit der Wetterführung über die Abwetterfilteranlage.</p> <p>Durch die getroffenen Vorsorgemaßnahmen kann es maximal zu einem Entstehungsbrand kommen. Der Übergriff auf Gebinde und eine damit verbundene Freisetzung wird ausgeschlossen.</p>		
Ereignis 12:				
Sonstige Brände in den Arbeitsbereichen oder den Schleusen				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Es kommt zu einem Brand in den Arbeitsbereichen oder den Schleusen	Die Branderkennung erfolgt durch eine Brandmeldeanlage.	<p>Als Vorsorge dienen dabei der Einsatz nicht brennbarer Materialien sowie die Minimierung von Brandlasten. Brennbare Materialien werden nur nach vorheriger negativer Prüfung der Substitution, im unbedingt erforderlichen Umfang vor Ort vorgehalten. Lösungsmittel werden in geeigneten Gefäßen in Sicherheitsschränken gelagert.</p> <p>Geborgene Gebinde sind in Umverpackungen eingestellt, aus denen bei einem Feuer von 30 min keine Freisetzung von radioaktiven Stoffen erfolgt.</p> <p>Durch die gerichtete Luftströmung in den Arbeitsbereichen und Schleusen sowie die Filterung der Wetter (über die Abwetterfilteranlage) wird eine Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Grubenwetter begrenzt.</p>	Durch VM ausgeschlossen	(2)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 41 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Ereignis 13:

Brand im Pufferlager im Sonstigen Grubenraum

Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Es kommt zu einem Brand im untertägigen Pufferlager für beladene Umverpackungen.	Die Branderkennung erfolgt durch eine Brandmeldeanlage.	Brände in Puffer-/Behälterlagern im Sonstigen Grubenraum werden durch Brandmeldeanlagen erkannt und durch geeignete Methoden (Feuerlöschanlage, Personal mit Feuerlöschern, Inertisierungsanlage) bekämpft. Als Vorsorge werden diese Puffer-/Behälterlager räumlich bzw. baulich so errichtet, dass eine Inertisierung möglich wird. Die Deckeldichtungen der Behälter, in denen sich radioaktive Stoffe befinden, sind so ausgelegt, dass bei einem Feuer von 30 min bei 800°C keine relevante Freisetzung dieser Stoffe erfolgt.	Durch VM ausgeschlossen	(2)

Ereignis 14:

Fahrzeugbrand im Sonstigen Grubenraum beim Transport von Behältern mit radioaktiven Feststoffen oder Flüssigkeiten ohne mechanische Beschädigung

Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Beim Transport von mit geborgenen Gebinden beladenen Umverpackungen kommt es zum Brand an einem Transportmittel.	Visuelle Erkennung des Brandes, ggf. Branderkennungsanlage am Transportmittel	Die Deckeldichtungen der Behälter, in denen sich radioaktive Abfälle befinden, sind so ausgelegt, dass bei einem Feuer von 30 min bei 800°C keine Freisetzung radioaktiver Stoffe erfolgt. Die Fahrzeuge sind mit einer automatischen Löscheinrichtung ausgestattet. Ein Fahrzeugbrand bei gleichzeitiger mechanischer Beschädigung des Behälters ist nicht zu unterstellen, weil der Behälter so beschaffen ist, dass er bei den gegebenen Transportrandbedingungen (Schrittgeschwindigkeit, Fallhöhe) seine Integrität nicht verliert. Vorher-	Durch VM ausgeschlossen	(2)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 42 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

		gehende Beschädigungen infolge einer Kollision sind aufgrund der Ausschlusses von Kollisionen (siehe Ereignis 9) ausgeschlossen.		
Ereignis 15: Stromausfall				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Stromausfall am Betriebspunkt der Rückholung.	Visuelle Erkennung des Stromausfalls	Bei einem Stromausfall werden alle Tätigkeiten eingestellt. Sicherheitsrelevante Maschinen und Geräte werden weiter über eine unabhängige Stromversorgung (USV) mit elektrischer Energie versorgt oder sind batteriebetriebene mobile Geräte, so dass eine Unterbrechung der Stromversorgung eine ausreichende Zeit lang ausgeglichen werden kann, um entsprechende Maßnahmen zu treffen. Zu den sicherheitsrelevanten Maschinen und Geräten gehören beispielsweise strahlenschutztechnische Einrichtungen. Der Ausfall der Lüfter der Abwetterfilteranlage der ELK wird im Ereignis 16 betrachtet.	Keine Aktivitätsfreisetzung, lediglich Betriebsstörung	(2)
Ereignis 16: Ausfall eines Lüfters der Abwetterfilteranlage				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Der Lüfter der Abwetterfilteranlage fällt aufgrund eines Stromausfalls oder eines technischen Defekts aus.	Ein Stillstand des Lüfters wird durch die ortsfeste Wet-	Durch das System der Doppelschleuse mit abdichtendem Verschluss des Streckenquerschnitts sowie selbsttätig schließenden Klappen bei Ausfall der Bewetterung und durch die Wetterführung wird auch bei Ausfall des Lüfters der Abwetterfilteranlage eine Freisetzung radioaktiver Stoffe in die	Keine Aktivitätsfreisetzung, lediglich	(2)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 43 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

	terstrommesseinrichtung erfasst und angezeigt.	Grubenwetter verhindert. Beim Ausfall des Lüfters der Abwetterfilteranlage werden der Bergevorgang sowie der Umverpackungs- und Schleusbetrieb unterbrochen.	lich Betriebsstörung	
Ereignis 17: Versagen der Entstaubungsanlage in der Inneren Schleuse				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Die Entstaubungsanlage für die Entstaubung der Wetter in der ELK 8a/511 fällt aufgrund eines technischen Defektes oder eines Stromausfalls aus.	Das Versagen der Entstaubungsanlage in der Inneren Schleuse wird anhand der Messung der Druckdifferenz und/oder durch die Überwachung der Partikelzahl hinter den Filterzellen erkannt.	Durch das gestaffelte Schleusenkonzept und weitere Maßnahmen ist in diesen Fällen die Auswirkung ausreichend begrenzt. Beim Überschreiten von festzulegenden Schwellenwerten der Messwerte wird der Lüfter der Abwetterfilteranlage abgeschaltet, der Bergevorgang sowie der Umverpackungs- und Schleusbetrieb werden unterbrochen. Die Situation wird bewertet und festzulegende Maßnahmen ergriffen (z. B. Wechsel von Filterzellen).	Keine Aktivitätsfreisetzung, lediglich Betriebsstörung	(2)
Ereignis 18: Versagen der Filter der Abwetterfilteranlage				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Es kommt zu einem Versagen der Filter in der Abwetterfilteranlage	Das Versagen der Filters der Abwetterfilteranlage wird anhand der	Der Durchsatz der Filter der Abwetterfilteranlage wird z. B. mit Hilfe einer Differenzdruckmessung oder der Messung der Partikelzahl hinter den Filterzellen überwacht. Beim Unter-/Überschreiten von festzulegenden Schwellenwerten der	Keine Aktivitätsfreisetzung, lediglich	(2)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 44 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

	Messung der Druckdifferenz und/oder durch die Überwachung der Partikelzahl hinter den Filterzellen erkannt.	Messwerte werden der Bergevorgang sowie der Umverpackungs- und Schleusbetrieb unterbrochen, die Situation bewertet und festzulegende Maßnahmen ergriffen (z. B. Umschalten auf eine redundante Abwetterfilteranlage, Wechsel von Filterzellen).	lich Betriebsstörung	
Ereignis 19: Ausfall des Hauptgrubenlüfters				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Der Hauptgrubenlüfter fällt aufgrund eines Stromausfalls oder eines technischen Defekts aus.	Signalisierung am Betriebspunkt der Rückholung	Bei Ausfall des Hauptgrubenlüfters kann die Abwetterfilteranlage nicht zweckbestimmt weiterbetrieben werden, da nicht genügend Frischwetter zugeführt bzw. die Abwetter nicht auslegungsgemäß abgeführt werden können. Durch das gestaffelte Schleusensystem und die Wetterführung wird bei Ausfall dieser Lüfter eine Freisetzung in die Grubenwetter verhindert. Beim Ausfall dieser Lüfter werden der Bergevorgang sowie der Umverpackungs- und Schleusbetrieb unterbrochen. Durch selbsttätig schließende Klappen wird auch bei Ausfall des Hauptgrubenlüfters eine Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Grubenwetter verhindert.	Keine Aktivitätsfreisetzung, lediglich Betriebsstörung	(2)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 45 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Ereignis 20				
Explosion beim Öffnungsbetrieb				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Aufgrund einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (g. e. A.) in der ELK kommt es zu einer Explosion in der ELK.	Visuelle Erkennung der Explosion	Durch die kontinuierliche Bewetterung der ELK 8a/511 bereits vor dem Öffnen sowie eine höchstvorsorgliche Überwachung der Konzentration an brennbaren Gasen bereits vor dem Öffnen der ELK ist das Vorhandensein einer g. e. A. in der ELK nicht zu erwarten. Die Gefahr von explosionsfähigen Staub-Luft-Gemischen ist aufgrund des bekannten Inventars der ELK 8a/511 auszuschließen. Eine Ausgasung brennbarer Gase in relevanten Mengen ist nicht zu erwarten, und wird jedoch durch die eingesetzte Technik erkannt.	Durch VM ausgeschlossen	(2)
Ereignis 21				
Explosion in den Bereichen von der Inneren Schleuse bis zum Schacht				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Aufgrund einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (g. e. A.) in den Schleusen bzw. im Sonstigen Grubenraum kommt es zu einer Explosion	Visuelle Erkennung der Explosion	Eine Ausgasung brennbarer Gase aus den geborgenen radioaktiven Abfällen sowie eine Reaktion der Abfälle mit den verwendeten Behältern werden ausgeschlossen. Nach der Befüllung der Umverpackungen erfolgt die Handhabung und Lagerung der geborgenen radioaktiven Abfälle in dicht verschlossenen Umverpackungen. Brennbarer Gase sind in den Behältern nicht vorhanden, da keine Quellen für Gase vorhanden sind. Bedingungen für eine Staubexplosion sind nicht gegeben. Die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre ist daher ausgeschlossen. In der Inneren und Äußeren Schleuse werden Behälter und Gegenstände ggf. mit Tüchern und Reinigungsflüssigkeiten	Durch VM ausgeschlossen	(2)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 46 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

		<p>dekontaminiert. Es werden nur sehr geringe Mengen an Reinigungsflüssigkeit verwendet und freigesetzt. Durch die Bewitterung der Schleusen wird sichergestellt, dass die Dämpfe ausreichend verdünnt und abgeführt werden. Die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre durch das Verdampfen von Reinigungsflüssigkeit ist in der Inneren Schleuse bis zum Schacht darum nicht zu erwarten.</p> <p>Die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre durch aus Fahrzeugbatterien ausgasenden Wasserstoff oder brennbare Reinigungsflüssigkeiten ist in den Schleusen und im Äußeren Arbeitsbereich nicht möglich, da diese Stoffe nur sehr verdünnt vorhanden sind. Die Verwendung von Dieseltreibstoff in diesen Bereichen ist nicht vorgesehen.</p>		
Ereignis 22				
Erdbeben				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Untertägig sind die Erdbebeneinwirkungen nur von untergeordneter Bedeutung.	-	Keine spezifischen Vorsorgemaßnahmen gegen Erdbebeneinwirkungen vorgesehen	Denkbare Erdbebeneinwirkungen wie z.B. Gebindeabsturz sind durch Ereignis 2 abgedeckt	(1)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 47 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Ereignis 23				
Hochwasser				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Standortbedingt sind keine Auswirkungen aufgrund von Hochwasser zu besorgen.	-	Lediglich Vorsorgemaßnahmen gegen Starkregen	Ausgeschlossen	(2)
Ereignis 24				
Meteorologische Einwirkungen, Sturm, Regen, Schneefall, Frost, Blitzschlag				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Auswirkungen durch meteorologische Einwirkungen auf Abfallgebinde untertage	-	Vorsorgemaßnahmen gegen meteorologische Einwirkungen, z. B. Witterungsschutz, Blitzschutz	Durch VM ausgeschlossen	(2)
Ereignis 25				
Biologische Einwirkungen				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Standortbedingt sind keine biologische Einwirkungen auf Abfallgebinde untertage zu besorgen	-	-	Ausgeschlossen	(2)
Ereignis 26				
Flugzeugabsturz				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Auswirkungen durch Flugzeugabsturz auf Abfallgebinde untertage sind nicht zu besorgen	-	-	Ausgeschlossen	(2)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 48 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Ereignis 27				
Externe Explosion				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Auswirkungen durch externe Explosionen auf Abfallgebinde untertage sind nicht zu besorgen	-	-	Ausgeschlossen	(2)
Ereignis 28				
Eindringen gefährlicher Gase				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Auswirkungen durch Eindringen gefährlicher Gase auf Abfallgebinde untertage sind nicht zu besorgen	-	-	Ausgeschlossen	(2)
Ereignis 29				
Anlagenexterner Brand				
Beschreibung	Erkennung	Vorsorgemaßnahmen	Bewertung	SK
Auswirkungen durch anlagenexterne Brände auf Abfallgebinde untertage sind nicht zu besorgen	-	-	Ausgeschlossen	(2)



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 49 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Im Rahmen der Ereignisanalyse wurde das Ereignis 2 „Firstfall“ aufgrund der höchsten Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung als das radiologisch abdeckende Ereignis identifiziert.

In der Tabelle 3-3 sind alle sicherheitstechnisch relevanten Anlagen, Systeme und Komponenten zusammengefasst, die im Rahmen der Ereignisanalyse kreditiert werden.

Tabelle 3-3: Zusammenstellung der sicherheitstechnisch relevanten Anlagen, Systeme und Komponenten (ASK)

Ereignis	Vorsorge	Dafür erforderliche ASK	Auslegungsmerkmal
Brandereignisse	Branderkennung und Bekämpfung	Brandmeldeanlage Feuerlöschsysteme Inertisierung	Redundanz, Diversität
Ereignisse SK (1)	Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen und Aktivitätsausbreitung	Schleuse Überwachungseinrichtungen Umverpackung Transportmittel	Integrität der Schleuse durch Doppeltürsystem Verfügbare und funktionsfähige Überwachungseinrichtungen Stabilität der Umverpackung Kollisionsschutz, Begrenzung der Fallhöhe
Ereignisse SK (1)	Aktivitätsrückhaltung	HEPA-Filter	Redundanz, Überwachung

3.2.1 Strahlenexposition der Bevölkerung

Bestimmungsgemäßer Betrieb

Die Strahlenexposition für die Bevölkerung im bestimmungsgemäßen Betrieb der Rückholung ist gemäß des § 99 StrlSchV begrenzt (siehe Kapitel 3.1.2). Für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung ist es erforderlich, dass die in die Umgebung abgeleiteten Radionuklide qualitativ und quantitativ bekannt sind, d.h. am Ort der Ableitung müssen die nuklidspezifischen Aktivitäten bestimmt werden. Dieser sogenannte Quellterm wurde in dem Modell zur Nachweisführung (weitere Details siehe Anhang) dargelegt. In diesem Modell wird eine Aktivitätsflussanalyse erstellt. Für diese Analyse wird ein abdeckendes Szenario angenommen, welches zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus den eingelagerten Gebinden führt. Der Anteil an der Gesamtaktivität der betroffenen Abfallgebände, die realistischer Weise freigesetzt werden kann (Freisetzunganteil), wurde unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Daten berechnet. Unter Berücksichtigung der Rückhaltewirkung des geplanten Filters in der Abwetteranlage (DMT, 2018a) wird gezeigt, dass die Ableitung radioaktiver Stoffe im bestimmungsgemäßen Betrieb den im § 99 StrlSchV festgelegten Grenzwert von 0,3 mSv/a für die Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung zu 3% ausschöpft und diesen somit sicher unterschreitet. Details zu der Berechnung sind im Anhang dargestellt.

Die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 der Strahlenschutzverordnung (Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen)“ vom 28. August 2012 befindet sich derzeit in der Überarbeitung. Die wesentliche Änderung der AVV besteht



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 50 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

darin, dass die Aktivitätsausbreitung zukünftig auf der Basis eines Lagrange Partikelmodells (ARTM) erfolgen wird. Sobald die neue AVV rechtskräftig ist, wird die Ermittlung der Strahlenexposition (siehe Anhang) entsprechend angepasst.

Neben der Strahlenexposition aus Ableitungen ist gemäß § 100 StrlSchV auch die Strahlenexposition für Einzelpersonen der Bevölkerung durch Direktstrahlung zu berücksichtigen. Beiträge zur Direktstrahlung liefern lediglich die übertägige Handhabung und Lagerung radioaktiver Abfälle, die bei der Rückholung der MAW-Abfälle anfallen. Da die übertägige Lagerung der rückgeholt Abfälle aus der ELK 8a/511 auftragsgemäß hier nicht betrachtet wird, erfolgt im Rahmen des vorliegenden Sicherheits- und Nachweiskonzeptes keine derartige Abschätzung.

Störfall

Die Begrenzung der Exposition durch Störfälle mit Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung ist durch den § 104 StrlSchV vorgegeben. Für das radiologisch abdeckende Ereignis wird repräsentativ für alle anderen Ereignisse nachgewiesen, dass der Störfallplanungswert gemäß § 104 StrlSchV sicher eingehalten wird. Dahingehend werden die radiologischen Folgen für Einzelpersonen der Bevölkerung entsprechend der Vorgaben der Störfallberechnungsgrundlage ermittelt. Zu diesem Zweck wurde auf Basis der Ereignisanalysen eine Berechnung der Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung der Schacht aufgrund des Ereignisses durchgeführt, welches potenziell zu der Freisetzung der größten Aktivitätsmenge führt. Entsprechend der Ereignisliste (siehe Tabelle 3-2) ist dies das Ereignis 2 „Freisetzung radioaktiver Stoffe durch Löser-/Firstfall auf Gebinde“. In diesem stürzt die Firste auf die eingelagerten Gebinde und zerstört diese vollständig. In Analogie zu den Betrachtungen für die Strahlenexposition der Bevölkerung während des bestimmungsgemäßen Betriebes wurde auf Basis des eingelagerten Radionuklidinventars, des Freisetzunganteils sowie des Rückhaltevermögens der radiologischen Filteranlage die Strahlenexposition der Bevölkerung im Störfall berechnet. Diese Berechnungen zeigen, dass die effektive Dosis ca. 3,2 mSv beträgt und der Störfallplanungswert von 50 mSv damit deutlich unterschritten wird. Details zu der Berechnung sind im Anhang dargestellt.

3.2.2 Strahlenexposition des Personals

Die Strahlenexposition des Personals wird durch unterschiedliche Maßnahmen (siehe Kapitel 3.1.4) begrenzt. Schutz vor Direktstrahlung wird beispielsweise durch die fernbediente Bergung und den fernbedienten Transport der Gebinde, deren Verpackung in abgeschirmte Umverpackungen und abstandsgebende Hilfsmittel ermöglicht. Die Führung des Nachweises, dass die Grenzwerte für die Strahlenexposition des beruflich strahlenexponierten Personals eingehalten werden, erfolgt in den weiteren Planungsschritten, da erst zu diesem Zeitpunkt die konkrete Ausführung der technischen Umsetzung feststeht.

Als Schutzmaßnahmen gegen die Strahlenexposition durch Inkorporation und Kontaminationsverschleppungen dienen die Einrichtung von Schleusen, die Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung durch die Sonderbewetterung, die Filterung der Abwetter und Kontaminationsmessungen sowie Dekontaminationsmaßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen. Die Strahlenexposition des Personals wird weiterhin durch die Nutzung von Persönlicher Schutzausrüstung wie zusätzlicher Schutzkleidung und Atemschutz erreicht. Durch eine dauerhafte Überwachung von begangenen Bereichen auf die Konzentration von an Schwebstoffen gebundenen Radionukliden wird das Risiko einer Inkorporation weiter reduziert.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 51 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Die vorgenannten Schutzmaßnahmen dienen sowohl dem Schutz vor einer Strahlenexposition im Betrieb als auch im Störfall.

Weitere betriebliche Strahlenschutzmaßnahmen werden in den nächsten Planungsschritten festgelegt, wenn der Detaillierungsgrad der Planung eine präzisere Strahlenschutzplanung ermöglicht.

3.2.3 Nachweis der Kritikalitätssicherheit

Betrachtungen zur Kritikalitätssicherheit der eingelagerten Kernbrennstoffe wurden für die ELK 8a/511 bereits in dem Bericht (FZK-INE, 2006) durchgeführt. Im vorgenannten Bericht konnte nachgewiesen werden, dass unter den dort angenommenen Randbedingungen die Kritikalitätssicherheit gegeben ist. Weitere Betrachtungen auf Basis des aktualisierten Kernbrennstoffinventars wurden für andere ELK im Rahmen des Schrittes 2 der Faktenerhebung durchgeführt (BfS, 2015). In diesem Bericht wird nicht auf die ELK 8a/511 eingegangen, allerdings sind die dort veröffentlichten Ergebnisse auf die ELK 8a/511 übertragbar. Im Bericht (BfS, 2015) wurde für die Bewertung der Kritikalitätssicherheit das Kernbrennstoffinventar der Einlagerungskammer mit der höchsten Anreicherung (ELK 2/750 Na3, Anreicherung 2,97 %, Kernbrennstoffgehalt 9,12 kg) herangezogen. Diesem Bericht lagen die aktualisierten Daten aus der Datei Assekat 9.2 (Assekat 9.2, 2010) mit dem Bezugsdatum 01.01.2010 zu Grunde. In dem betrachteten Modell hat sich das gesamte Kernbrennstoffinventar in einer gesättigten Natriumchloridlösung gelöst und liegt in einer Kugel vor, welche von reinem Wasser als Reflektor umgeben ist. Die Berechnungen zeigen, dass bei einem Lösungsvolumen von ca. 50 l ein maximaler Neutronenmultiplikationsfaktor k von 0,87 vorliegt und sich damit im sicher unterkritischen Bereich ($k < 0,95$) befindet. Dabei lag den Berechnungen ein Kernbrennstoffinventar in der ELK 2/750 Na3 von 9,12 kg mit einem Anreicherungsgrad von 2,97 % zu Grunde.

Für das vorliegende Sicherheits- und Nachweiskonzept wurden die Daten aus dieser Version der Datenbank mit dem Bezugsdatum 01.01.2028 verwendet. Diese Daten ergaben, dass sich in der ELK 8a/511 insgesamt 4,63 kg Kernbrennstoffe mit einem Anreicherungsgrad von 1,6 % eingelagert sind.

Die Ergebnisse der Betrachtungen im Bericht (BfS, 2015) sind für die ELK 8a/511 abdeckend, da der Kernbrennstoffgehalt und der Anreicherungsgrad in der ELK 8a/511 geringer als in der ELK 2/750 Na3 sind. Somit ist auch für die ELK 8a/511 die Unterkritikalität unter den vorgenannten Randbedingungen nachgewiesen. Eine Zerfallskorrektur des Kernbrennstoffinventars aufgrund der auf der beiden unterschiedlichen Bezugsdaten ist unter Berücksichtigung der im Vergleich zur Zeitdifferenz langen Halbwertszeiten der Kernbrennstoffe nicht erforderlich.

3.2.4 Organisatorische Maßnahmen

Vorbemerkungen

Für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage wird der Nachweis der ausreichenden Vorsorge durch Vermeidung, Reduzierung bzw. Begrenzung der Strahlenexpositionen von Einzelpersonen der Bevölkerung und des Personals durch Direkt- und Streustrahlung sowie durch Ableitungen flüchtiger radioaktiver Stoffe geführt, indem die Anforderungen an die Anweisung gemäß § 45 StrlSchV umgesetzt werden. Darin sind die geplanten Betriebsabläufe des bestimmungsgemäßen Betriebs und die Maßnahmen der Störfallvorsorge festzulegen. Hierzu zählen insbesondere die Anforderung an die Strahlungsüberwachung der gesamten Anlage einschließlich der radiologischen Unterteilung der Betriebsbereiche und Arbeitsplätze sowie die Festlegung von Alarm- und Schwellenwerten,



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 52 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Maßnahmen des betrieblichen Strahlenschutzes sowie der Emissions- und Immissionsüberwachung. Die Einrichtungen und Maßnahmen zur radiologischen Überwachung der Anlage im bestimmungsgemäßen Betrieb finden grundsätzlich auch bei potenziellen Störfällen Anwendung. Darüber hinaus ist zu gewährleisten, dass bei Störfällen die Expositionsbedingungen und ggf. weiterer Bedingungen (z.B. Verwendung von Atemschutz oder Schutzkleidung) so weit festgestellt werden können, dass die Körperdosis betroffener beruflich strahlenexponierter Personen durch äußere Bestrahlung und durch Inkorporation ermittelt und damit beurteilt werden kann, ob Überschreitungen der Grenzwerte für beruflich strahlenexponierter Personen stattgefunden haben.

In diesem Kapitel wird konzeptionell beschrieben, welche Dokumente zur Gewährleistung eines sicheren Betriebes vor Beginn der Tätigkeiten der Rückholung bzw. während dieser erstellt werden müssen. Die Erstellung der Unterlagen wie beispielsweise Anweisungen selbst ist Gegenstand der Entwurfsplanung.

Gemäß § 45 StrlSchV ist für die Tätigkeiten zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 eine Strahlenschutzanweisung zu erstellen.

Die Strahlenschutzanweisung beinhaltet auch Regelungen, die gleichzeitig aufgrund bergrechtlicher Anforderungen erstellt werden. Hierzu zählt der Alarmplan.

Betriebliche Anweisungen des Strahlenschutzes

Die Gewährleistung des Strahlenschutzes wird durch Festlegungen in einer übergreifenden Strahlenschutzordnung und in konkreten Strahlenschutzfachanweisungen erreicht. Die Strahlenschutzordnung beschreibt die grundlegenden Aufgaben im Strahlenschutz und deren Implementierung für die Schachtanlage Asse II zum Schutz der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, der Bevölkerung und der Umwelt. Die Strahlenschutzordnung hat den Zweck, die für die in der Schachtanlage Asse II tätigen Personen sowie für Besucherinnen und Besucher spezifischen Anforderungen und Regeln im Strahlenschutz festzulegen. Im Rahmen der Entwurfsplanung wird geprüft, inwieweit die bestehende Strahlenschutzordnung der Schachtanlage Asse II (BfS, 2015a) für die Rückholung der MAW-Abfälle angepasst werden muss. In Strahlenschutzfachanweisungen werden insbesondere die ordnungsgemäße Durchführung organisatorischer und technischer Strahlenschutzmaßnahmen beschrieben sowie innerbetriebliche Interventionswerte und resultierende Maßnahmen festgelegt.

Das bestehende Prüfhandbuch der BGE (BGE, 2018) wird im Rahmen der Entwurfsplanung um die erforderlichen wiederkehrenden Prüfungen ergänzt. Es werden entsprechende Prüfanweisungen zur Durchführung der wiederkehrenden Prüfungen erstellt.

In Arbeitsanweisungen und Messanweisungen werden für konkrete Abläufe Handlungsanweisungen gegeben. Der Detaillierungsgrad entspricht dem einer Bedienungsanleitung.

Das Konzept zum Entsorgungs- und Freigabeverfahren (siehe Kapitel 7) enthält organisatorische Maßnahmen zur Freigabe und Entsorgung.

Für die gesamte Inbetriebsetzung (IBS) der sicherheitsrelevanten Einrichtungen und Geräte (wie Messgeräte, Fernbedienbarkeit, Freimessanlage, Doppeldeckelschleuse, gerichtete Luftströmung) wird eine Übersicht erstellt, in der alle erforderlichen Inbetriebsetzungen von einzelnen Einrichtungen und Geräten aufgeführt sind. Für eine Inbetriebsetzung werden im Rahmen der Entwurfsplanung ein Inbetriebsetzungsprogramm und ein Abnahmeprotokoll generiert. Diese bilden die Grundlage für die Abnahme- und Funktionsprüfung.

Bei der Erstellung der Unterlagen werden die Ergebnisse aus Erprobungen an kontaminationsfreien Modellen (Mock-up) – möglichst im Maßstab 1:1 – einbezogen. Weitere Details zum mock-up sind im Kapitel 5 dargestellt.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 53 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Die Strahlenschutzordnung und das Prüfhandbuch sind Genehmigungsunterlagen. Auf die Regelung bestimmter Sachverhalte in konkreten Strahlenschutzfachanweisungen wird bei Erfordernis im Genehmigungsantrag hingewiesen. Die Erstellung der Strahlenschutzfachanweisungen erfolgt im Rahmen der Entwurfsplanung. Alle übrigen Anweisungen sind nicht Bestandteil des Genehmigungsantrags. Sie werden ebenfalls im Rahmen der Entwurfsplanung erstellt.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 54 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

4 BERGRECHTLICHE ASPEKTE

4.1 BERGRECHTLICHE REGELWERKE

4.1.1 Bundesberggesetz (BBergG)

Aus § 52 BBergG ergibt sich die Betriebsplanpflicht für die Führung des Betriebes. In § 52 (4) BBergG wird ausgeführt, dass Betriebspläne eine Darstellung des Umfangs, der technischen Durchführung und der Dauer des Vorhabens sowie den Nachweis enthalten müssen, dass die in § 55 BBergG bezeichneten Voraussetzungen erfüllt sind. Die für die Rückholung der MAW-Abfälle wesentlichen nachzuweisenden Voraussetzungen gemäß § 55 BBergG sind, dass

- die erforderliche Vorsorge gegen Gefahren für Leben, Gesundheit und zum Schutz von Sachgütern, Beschäftigter und Dritter im Betrieb, insbesondere durch die den allgemein anerkannten Regeln der Sicherheitstechnik entsprechenden Maßnahmen, sowie dafür getroffen ist, dass die für die Errichtung und Durchführung eines Betriebes auf Grund dieses Gesetzes (BBergG) erlassenen oder geltenden Vorschriften und die sonstigen Arbeitsschutzvorschriften eingehalten werden,
- die anfallenden Abfälle ordnungsgemäß verwendet oder beseitigt werden,
- die erforderliche Vorsorge getroffen ist, dass die Sicherheit des Offenhaltungsbetriebs der Schachtanlage Asse II nicht gefährdet wird.

Im BBergG ist festgelegt, dass der Bund bzw. die Landesregierungen für bestimmte Belange Bergverordnungen erlassen können. Für die Schachtanlage Asse II sind die neben den vom Bund erlassenen Bergverordnungen die niedersächsischen Bergverordnungen sowie das untersetzende Regelwerk für Art und Umfang der zu erbringenden Nachweise zu beachten.

4.1.2 Allgemeine Bundesbergverordnung (ABergV)

Neben den Allgemeinen Pflichten (§ 2 ABergV) eines Bergwerkbetreibers sind die im § 3 genannten Vorgaben zum Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument sowie die in § 11 aufgeführten Vorschriften zu spezifischen Schutzmaßnahmen von besonderer Bedeutung.

Aus dem Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument muss unter anderem hervorgehen, dass die Gefährdungen, denen Beschäftigte, auch besonders gefährdete Beschäftigtengruppen, an den jeweiligen Arbeitsstätten ausgesetzt sind, ermittelt und einer Beurteilung unterzogen worden sind und zu welchen Ergebnissen die Beurteilung von Gefährdungen geführt hat.

Gemäß § 11 ABergV werden folgende spezifische Schutzmaßnahmen für die Rückholung der MAW-Abfälle – über die auf der Schachtanlage Asse II bereits vorhandenen Maßnahmen hinaus – berücksichtigt:

- das Entstehen und Ausbreiten von Bränden und Explosionen sowie gesundheitsgefährdender Atmosphäre durch Tätigkeiten im Rahmen der Rückholung der MAW-Abfälle wird verhindert, erkannt und bekämpft,
- bei Gefahr sind geeignete Fluchtwege und Notausgänge sowie Flucht- und Rettungsmittel für ein sicheres Verlassen der Arbeitsbereiche und Schleusen für alle Beschäftigten vorhanden und werden ordnungsgemäß instandgehalten,
- es erfolgt eine Anbindung an die auf der Schachtanlage Asse II vorhandenen Alarm- und sonstigen Kommunikationssysteme zum Einleiten von Hilfs-, Evakuierungs- und Rettungsmaßnahmen. Dies gilt analog auch für Erste Hilfe, eine medizinische Notversorgung und ein Transport Verletzter sowie für den Notfall vorhandenen Verbindungen zu außerbetrieblichen Stellen,



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 55 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

- als Bestandteil des Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokumentes wird ein Notfallplan für vorhersehbare größere Ereignisse aufgestellt, auf dem neuesten Stand und im Betrieb verfügbar gehalten.

Für die geplante Rückholung der MAW-Abfälle sind ein oder mehrere Sonderbetriebspläne aufzustellen, in denen der Umfang, die technische Durchführung und die Dauer des Vorhabens sowie die erforderlichen Nachweise dargestellt werden.

4.2 SICHERHEITS- UND SCHUTZZIELE SOWIE PLANUNGSGRUNDSÄTZE DES BERGRECHTS

Aus Bundesberggesetz (BBergG) ergeben sich Sicherheitsziele, die erreicht werden müssen. Diese allgemeinen Sicherheitsziele werden weiter konkretisiert durch die Definition von Schutzziele. Auf Basis dieser konkretisierenden Schutzziele werden für die Entwurfsplanung die Planungsgrundsätze abgeleitet. Diese dienen dazu, die technische Planung so zu gestalten, dass die Schutzziele erreicht und die Sicherheitsziele eingehalten werden. Im Folgenden werden die Sicherheits- und Schutzziele sowie die Planungsgrundsätze im Detail betrachtet.

Sicherheitsziele des Bergrechtes

Die Sicherheitsziele sind in den Zweckbestimmungen des BBergG festgelegt:

- Gewährleistung der Sicherheit der Betriebe und der Beschäftigten des Bergbaus sowie Verstärkung der Vorsorge gegen Gefahren, die sich aus bergbaulicher Tätigkeit für Leben, Gesundheit und Sachgüter Dritter ergeben, sowie die Verbesserung des Ausgleichs unvermeidbarer Schäden.

Die Einhaltung der Sicherheitsziele sind Voraussetzung für die Genehmigung des Vorhabens zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511.

Schutzziele des Bergrechtes

Der Begriff Schutzziel wird in Bezug auf die Gefährdungs- und Belastungsfaktoren der nach ABergV durchzuführenden Gefährdungsbeurteilung angewandt und wird daher hier unter dem Stichwort Bergrechtliche Schutzziele aufgeführt.

Die wesentlichen aus der ABergV abgeleiteten Schutzziele bei der Durchführung der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle sind insbesondere:

- Brandschutz (§ 11 (1) 1. ABergV)
- Explosionsschutz (§ 11 (1) 1. ABergV)
- Notfallschutz (§ 11 (1) 3. - 6. ABergV)
- Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz (§ 3 ABergV)

Die aufgeführten bergrechtlichen Schutzziele entsprechen letztendlich erforderlichen Vorsorgemaßnahmen zur Einhaltung der strahlenschutzrechtlichen Schutzziele. Die Umsetzung erforderlicher Vorsorgemaßnahmen ist im Kapitel 4.3.3 Planungsgrundsätze beschrieben.

Planungsgrundsätze für die Einhaltung der bergrechtlichen Schutzziele

Die vorgenannten Sicherheits- und Schutzziele beschreiben, welche Ziele in Bezug auf den Schutz von Personal und Bevölkerung sowie der Umwelt vor den möglichen Auswirkungen der Rückholung



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 56 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 erreicht werden müssen. Aus diesen Schutzziele werden Planungsgrundsätze abgeleitet. Diese bergrechtlichen Planungsgrundsätze werden entsprechend im Folgenden dargestellt:

- Schutzziel Brandschutz (§ 11 (1) 1. ABergV):
 - Vorbeugung der Entstehung eines Brandes,
 - Vermeidung bzw. Begrenzung möglicher schädlicher Auswirkungen durch Brände (einschließlich durch Freisetzung radioaktiver Stoffe),
 - Verhinderung der Ausbreitung von Feuer und Rauch,
 - Menschenrettung.
- Schutzziel Explosionsschutz (§ 11 (1) 1. ABergV):
 - Vermeidung von Explosionen oder Verminderung von deren Auswirkungen.
- Schutzziel Notfallschutz (§ 11 (1) 3ff ABergV):
 - Minimierung der Auswirkungen durch Lösungszutritt,
 - Einrichtung von Fluchtwegen und Notausgängen,
 - Aufstellung und Aktualisierung von Alarm- und Notfallplänen.
- Schutzziel Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz (§ 3 ABergV):
 - Schutz vor Gefährdungen durch die Arbeitsplatzgestaltung wird beispielsweise erreicht durch:
 - Sicherheit der genutzten Grubenbaue und errichteten Arbeitsräume,
 - Sicherheit der Fahr- bzw. Verkehrswege.
 - Schutz vor Gefährdungen durch Instabilitäten von Grubenbauen wird beispielsweise erreicht durch:
 - Berücksichtigung der Auswirkungen von aufzufahrenden Strecken einschließlich der Einlagerungskammer auf die Stabilität anderer Grubenbaue,
 - Beherrschen der genutzten Grubenbaue mit Nachweis deren Standsicherheit und deren Überwachung.
 - Schutz vor Gefährdungen durch ergonomische Faktoren wird beispielsweise erreicht durch:
 - Schutz vor schwerer und einseitig belastender körperlicher Arbeit,
 - Schutz vor Gefährdungen durch Beleuchtung,
 - Schutz vor Belastungen durch das Grubenklima sowie Einhaltung der Klima-Bergverordnung,
 - Schutz vor Belastungen bei der Informationsaufnahme, durch den Wahrnehmungsumfang und bei der Nutzung von Bildschirm-Arbeitsplätzen.
 - Schutz vor mechanischen Gefährdungen wird beispielsweise erreicht durch:
 - Gewährleistung der dauerhaften Sicherheit der eingesetzten Maschinen und Transportmittel.
 - Schutz vor elektrischen Gefährdungen wird beispielsweise erreicht durch:
 - Gewährleistung der dauerhaften Sicherheit der eingesetzten elektrisch betriebenen Geräte und Ausrüstungen.
 - Schutz vor Gefährdungen durch (toxische) Stoffe wird beispielsweise erreicht durch:
 - Sicherheit gegen die gesundheitsschädigende Wirkung von Gasen, Dämpfen, Aerosolen, Stäuben, flüssigen und festen Stoffen.
 - Einschluss toxischer Stoffe,



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 57 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

- Begrenzung und Reduzierung der Exposition des Personals.
- Schutz vor physikalischen Einwirkungen wird beispielsweise erreicht durch:
 - Schutz vor Lärm, Schall, Schwingungen, ionisierender und optischer Strahlung, elektromagnetischen Feldern, heißen oder kalten Medien und Elektrostatik.
- Schutz vor Unterschreitung des Mindestsauerstoffgehaltes wird beispielsweise erreicht durch:
 - Sicherstellung der Bewetterung im Untertagebetrieb zur Wahrung der Atemfähigkeit,
 - Sicherstellung ausreichender Sonderbewetterung,
 - Geeignete Abwetterführung und ein geeignetes Abwetterbauwerk.

4.3 KONVENTIONELLER ARBEITSSCHUTZ

Die wesentliche gesetzliche Grundlage für den Arbeitsschutz in Bergwerksbetrieben bildet das Bundesberggesetz (BBergG) und die Bergverordnung für alle bergbaulichen Betriebe (Allgemeine Bundesbergverordnung – ABBergV). Übergeordnete Regelungen bezüglich des Arbeitsschutzes finden sich z. B. im Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), in der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und dem Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG). Die in diesen Unterlagen festgelegten Regelungen dienen dem Schutz der Beschäftigten vor Sicherheits- und Gesundheitsgefährdungen. Ziel ist somit aus Gefährdungen entstehende sicherheitliche und gesundheitliche Risiken zu vermeiden. Die Sicherstellung des Arbeitsschutzes erfolgt neben nachfolgend beschriebenen technischen auch durch administrative Maßnahmen, wobei vorrangig technische Maßnahmen eingesetzt werden. Zu den administrativen Maßnahmen zählen z. B. Gefährdungsbeurteilungen, Arbeitsanweisungen, Betriebsanweisungen und Unterweisungen. Die vorgenannten Maßnahmen werden in dem zusammenfassenden, den Arbeitsbereich betreffenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument dokumentiert. Mit diesem Dokument wird nachgewiesen, dass alle erforderlichen Maßnahmen berücksichtigt wurden und getroffen werden.

Entsprechend den Vorgaben des ABBergV ist gemäß § 3 ABBergV ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument und gemäß § 7 ABBergV schriftliche Anweisungen zu erstellen. Für das Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument werden auch vorhandene Unterlagen verwendet, die aufgrund bergrechtlicher bzw. strahlenschutzrechtlicher Anforderungen erstellt werden. Auch neu zu erstellenden betriebliche Anweisungen des Strahlenschutzes werden für das Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument genutzt.

Für die Tätigkeiten zur Rückholung der aus der ELK 8a/511 werden vorzugsweise bereits bestehende Anweisungen genutzt, sofern dies möglich ist. Neue Anweisungen werden im Zuge der weiteren Planungsschritte erstellt.

4.3.1 Schutz vor Gefährdungen durch die Arbeitsplatzgestaltung

Die Schutzmaßnahmen vor den bergbaulichen Gefahren beziehen sich zum größten Teil auf Maßnahmen für das Personal. Bergbauliche Gefahren für die Bevölkerung ergeben sich nur durch die Instabilität des Grubengebäudes. Daher sind in diesem Kapitel die Vorsorgemaßnahmen auf einzelne Gefahren bezogen und dementsprechend dargestellt.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 58 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Arbeitsräume/ Grubenbaue

Alle im Rahmen der Rückholung zu nutzenden Grubenräume werden dauerhaft standfest bzw. so gesichert und ausgebaut, dass vom Zustand der Grubenräume keine Gefahr für Personen oder die geborgenen radioaktiven Abfälle ausgeht. Die Gewährleistung der First- und Stoßsicherheit wird regelmäßig durch Prüfungen dokumentiert. Die vorgenannten Grubenräume mit Ausnahme der ELK 8a/511 werden frei von gefährlichen Stoffen bzw. gefährlichen Ablagerungen gehalten bzw. in dieser Hinsicht überwacht.

Gefahrenbereiche werden abgegrenzt, gekennzeichnet und abgesperrt. Für bestimmte Gefahrenbereiche (z. B. Schleusen sowie Transportstrecken während des Transportes von umverpackten radioaktiven Abfällen) werden automatisierte Zugangs- und Aufenthaltskontrollen eingerichtet. Eine detaillierte Festlegung dieser Bereiche erfolgt im Rahmen der Entwurfsplanung.

Transportstrecken und Fahrwege

Alle genutzten Transportstrecken und Fahrwege werden so dimensioniert, dass sie auch mit Ausbau und Einbauten (einschließlich der Bewetterungseinrichtungen) ausreichend Freiraum für die sichere Durchführung sämtlicher Tätigkeiten im Rahmen der Rückholung und einen sicheren Fahrweg bieten. Während des Transportes von umverpackten radioaktiven Abfällen wird jeglicher Begegnungsverkehr mit anderen Fahrzeugen oder Personen ausgeschlossen.

Der Transport der umverpackten radioaktiven Abfälle erfolgt ausschließlich mit Fahrzeugen, die während des Transportes von radioaktiven Abfällen eine Höchstgeschwindigkeit von 6 km/h nicht überschreiten.

Für Interventionsfälle muss das Passieren eines liegengebliebenen Transportfahrzeuges mit einem Befahrungsfahrzeug, mindestens aber zu Fuß gewährleistet sein. Das gilt auch für die Bereiche von Wetter- und Brandschutztüren. Das Vorhandensein der erforderlichen Freiräume, einschließlich der zusätzlichen Freiräume für eine Flucht, ist regelmäßig zu prüfen und bei Bedarf wiederherzustellen. Auf die Nutzung von Strecken mit einer so starken Neigung, dass z. B. Gegenstände auf der Sohle herabrutschen können, wird im Rahmen der Rückholung verzichtet.

Fluchtwege

Vom Schleusenzugang/-ausgang werden zwei getrennte, ständig unterhaltene, beleuchtete und zu Fuß befahrbare Fluchtwege zu Tagesausgängen vorgesehen, die auch mit angelegtem Selbstretter befahren werden können. Die Fluchtwege werden grundsätzlich planmäßig mit einer Notbeleuchtung und zusätzlich mit Orientierungs-/Fahrhilfen ausgestattet.

Die in Gefahrenbereichen möglicherweise zum Einsatz kommenden Beschäftigten müssen nachweislich körperlich in der Lage sein, eine Flucht ohne zur Hilfenahme von Beförderungsmitteln durchzuführen.

Die Fluchtzeit wird vor Aufnahme der Rückholungsarbeiten im Rahmen von Übungen ermittelt und regelmäßig überprüft. Über die Ermittlung der Fluchtzeiten wird ein Nachweis geführt.

Es dürfen grundsätzlich nur Selbstretter mit einer Mindesthaltezeit von 90 Minuten verwendet werden.

Da die ELK 8a/511 voraussichtlich nicht über zwei Zugänge verfügen wird, sind mögliche Interventionsfälle planerisch durch technische Maßnahmen auf ein Minimum zu begrenzen.

Alle im Fluchtfall zu passierenden Tore bzw. Türen lassen sich von innen leicht und unmittelbar von jeder Person in Fluchtrichtung öffnen.

Eine frühzeitige Warnung der Beschäftigten im Falle eines Ereignisses – auch bei Ausfall der elektrischen Energie – ist sichergestellt.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 59 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Sturz/Absturz

Die Grubenbaue und Einrichtungen werden so gestaltet, dass ein Absturz von Personen, Maschinen und Material aller Art, z. B. in die ELK, sicher verhindert wird.

Schutz vor Instabilitäten von Grubenbauen

Für die Durchführung der Tätigkeiten im Rahmen der Rückholung der MAW-Abfälle werden Grubenbaue benötigt, die die Einlagerungskammer mit über Tage verbinden. Um die Lagerstätte nach den Stabilisierungs- und Notfallmaßnahmen und bestehende Grubenbaue gebirgsmechanisch so wenig wie möglich zu beeinträchtigen, werden für die Rückholung der MAW-Abfälle möglichst wenige Grubenbaue sowie im kleinsten möglichen Querschnitt aufgefahren. Diese Grubenbaue müssen bis zum Ende der Rückholung zur Verfügung stehen. Im Laufe der Standzeit ist mit Streckenverformungen und ggf. Auflockerungen (z. B. Lösern) zu rechnen.

Bei den für die Rückholung der MAW-Abfälle genutzten Grubenbauen ist die Hohlraumkontur in einigen genutzten Bereichen (speziell in der Einlagerungskammer) nicht ohne weiteres zugänglich. Weiterhin erfordern die Innere und Äußere Schleuse umfangreiche Einbauten in einer Strecke, deren Streckenquerschnitt aus oben genannten Gründen so klein wie möglich ist. Dadurch ist die Beurteilung der Streckenkontur erschwert und dessen Nachschneiden ohne eine Beseitigung der Schleuse nicht oder nur mit hohem Aufwand möglich. Die Streckenkontur des Äußeren Arbeitsbereichs kann ebenfalls nicht ohne Entfernen von Einbauten oder radiologischer Untersuchung des bei der Sanierung anfallenden Haufwerks vor dessen Entsorgung ohne Weiteres nachgeschnitten werden. Die zum Erhalt des Streckenquerschnitts getroffenen Maßnahmen müssen zudem eine Zugangsstreckensicherung bei einem Lösungszutritt an den vorgesehenen Stellen ermöglichen und ggf. vorhandene Zuflüsse von Wässern und Lösungen aus dem Streckenmantel berücksichtigen.

Bislang wird die gegenwärtige Standsicherheit aller Grubenbaue in der jeweiligen Nutzungsphase (nach der Auffahrung, während des Betriebs oder nach einer Sanierung) in der Regel über den Eigensachverstand von Mitarbeitern der Schachtanlage Asse II beurteilt, in unklaren Fällen über externe Stellungnahmen. Bei der großen Bedeutung der Grubenbaue für die Rückholung der MAW-Abfälle reicht die Beurteilung einer gegenwärtigen Standsicherheit nicht mehr aus. Vielmehr ist bereits vor der Auffahrung zu klären, ob die Strecken am Ende der voraussichtlichen Standzeit noch standsicher sind oder welche Maßnahmen eine Standsicherheit ermöglichen.

Im vorliegenden Fall lassen die spezifische Situation auf der Schachtanlage Asse II und die Standzeiten bis zum Abschluss der Rückholung Streckenverformungen erwarten. Da die Strecken nicht alle zwangsläufig im gebirgsmechanisch günstigen Steinsalz aufgefahren werden können, müssen verformungsmindernde Maßnahmen, insbesondere im gebirgsmechanisch ungünstigen Carnallit, bereits bei der Auffahrung – wie etwa ein geeigneter Ausbau – erwogen werden. Dies betrifft insbesondere eine ggf. notwendige Anbindung des Schachtes Asse 5 an die bestehende Wendelstrecke im Bereich der 595-m-Sohle.

Statt mit einem empirischen Nachweis können kleinräumige numerische Modelle, die auf dem großräumigen Modell aufbauen und die Gebirgsgüte berücksichtigen, eine Beurteilung ermöglichen, ob ein Ausbau in den untersuchten Streckenabschnitten erforderlich ist. Sollte ein Ausbau erforderlich sein, werden die tatsächlichen Ausbaukräfte in Folge einer eingetretenen Streckenverformung ermittelt und die Standsicherheit beurteilt. Da numerische Modelle auch die Wirkung von Ausbau hinsichtlich einer Verringerung der Streckenverformung berücksichtigen können, wird ein Standsicherheitsnachweis auf dieser Basis vorgesehen. Um die numerischen Modelle zu kalibrieren, sind frühzeitig begonnene, geeignete Langzeitmessungen der Verformung erforderlich.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 60 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Für eine über die gesamte Standzeit wartungs- und sanierungsfreie Strecke bedarf es einer Berechnung der Standsicherheit bereits vor deren Auffahrung für alle absehbaren Nutzungsphasen unter Berücksichtigung des verwendeten Ausbaues und der zu erwartenden Streckenverformung, da ein Nachschneiden als Reaktion auf eingetretene Streckenverformungen nicht mehr überall anwendbar ist. Dies betrifft vor allem die Grubenbaue, in denen die Schleusen und der Innere sowie der Äußere Arbeitsbereich eingerichtet sind. Auch für alle weiteren Grubenbaue außerhalb von Strahlenschutzbereichen, also im Sonstigen Grubenraum, in denen zwar weniger Einbauten vorhanden sein werden und mehr Möglichkeiten für eine Sanierung bestehen, soll deren Standsicherheit im Voraus nachgewiesen werden.

Zum Nachweis der Standsicherheit sind folgende Schritte notwendig:

1. Aufbau eines großräumigen numerischen Modells unter Einbeziehung der notwendigen Parameter zur
 - Ermittlung des Ausmaßes der Auswirkungen neuer Grubenbaue auf bestehende Grubenräume,
 - Quantifizierung der Auswirkungen bestehender Grubenräume auf die geplanten Grubenbaue (z. B. Spannungsanalyse).
2. Geotechnische und hydrologische Beurteilung entlang der vorgesehenen Streckentrasse (z. B. durch Bohrungen) mit anschließender Ermittlung der Gebirgsgüte.
3. Kleinräumige, numerische Modelle auf Basis des großräumigen, numerischen Modells unter
 - Berücksichtigung von Ausbau und Gebirgsgüte,
 - Verformungsnachweis des Grubenbaus,
 - Nachweis ausreichender Ausbaukräfte,
 - Nachweis, dass der Restquerschnitt größer sein wird als der erforderliche Nutzungsquerschnitt,
4. bei Strecken mit Ausbau:
 - Nachweis durch o. g. hydrologische Beurteilung, dass Wasserzuflüsse die Ausbaukräfte und damit Ausbauwirkung nicht beeinträchtigen,
 - Anlage und Bettung des Ausbaus ans Gebirge (kein Hinterspülen),
 - Änderung der Materialeigenschaften des Ausbaus verhindern und
 - Drainage oder Abdichtung.
5. Nachweis, dass die Oberfläche des Streckenmantels oder ein geplanter Ausbau falls erforderlich auch eine Zugangsstreckensicherung bei einem Lösungszutritt ermöglicht.

Nach den Ergebnissen der Erkundung und der Auswertung der numerischen Modelle bzw. des Empirischen Ansatzes wird dann über die Anwendung von und die Art des Ausbaus entschieden werden. Entsprechende Möglichkeiten für die ggf. erforderliche Sicherung der Einlagerungskammer sind im 3. Teilbericht „Rückholungskonzept“ (DMT, 2018a) beschrieben.

Beleuchtung

Die Forderung nach Umsetzung eines mannlosen Betriebs mit dem Einsatz von Fernsteuerungen in Verbindung mit Kameratechnik stellt besondere Anforderungen an die Auswahl und Gestaltung der Beleuchtung in den Arbeitsbereichen der ferngesteuerten Maschinen und Geräte. In jedem Fall wird sichergestellt, dass der Bediener jederzeit in der Lage ist, die Maschine sicher zu bedienen. Für den Fall, dass eine Sichtbedienung nicht möglich ist, werden geeignete Verfahren eingesetzt, die es ermöglichen die Maschinenbewegungen im Raum nachzuvollziehen.

Die Beleuchtung im Gefahrenbereich wird redundant zumindest aber mit einer Notbeleuchtung ausgeführt. Bei Ausfall der Energieversorgung müssen die Arbeiten eingestellt werden.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 61 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Bewetterung/Klima

Die Einlagerungskammer wird ständig bewettert. Die Bewetterung erfolgt in erster Linie zur Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung in die Einlagerungskammer hinein (siehe Kapitel 3.2), so dass eine grundsätzlich atembare, nicht explosible, für Sicherheit und Gesundheit unbedenkliche Atmosphäre vorhanden ist. Die Bewetterung von ständig begangenen Bereichen ist so bemessen, dass für jede Person an ihrem Arbeitsplatz wenigstens 2 m³/min frische Wetter zugeführt werden. Zusätzlich wird der Wetterbedarf der geplanten Technik beachtet und eingeplant. Der Betrieb innerhalb der Schleusen sowie der Arbeitsbereiche erfolgt weitgehend automatisiert, so dass diese Bereiche nicht ständig begangen sind.

Für die Einlagerungskammer wird eine durchgehende Bewetterung mit einer Abwetterfilteranlage eingerichtet.

Die geplanten Bewetterungsanlagen sind so ausgeführt und verlegt, dass sie durch Arbeitsvorgänge, Förderung und Fahrung nicht beschädigt werden. Knicke, Stauchungen, Einschnürungen und dergleichen werden vermieden. Die Ausblasöffnungen von Luttenleitungen sind gegen Hineinfallen von Haufwerk und weiteren Materialien geschützt. Die verwendeten Lüfter und Luttenleitungen entsprechen den Regeln der Technik. Die Energieeinspeisung für die Sonderbewetterungseinrichtungen (Abwetterfilteranlage, Bewetterung der Schleusen) ist so gestaltet, dass beim Abschalten der elektrischen Anlagen von Arbeitsmaschinen bzw. der Beleuchtung der Weiterbetrieb der Sonderbewetterung sichergestellt ist.

Die Stabilität und Kontinuität der Bewetterung ist gewährleistet und wird fortlaufend überwacht. Die verwendeten wettertechnischen Strömungs-, Druck- und Klimamessrichtungen sind geprüft und zugelassen. Über die Bewetterung der Grubenbaue wird ein Nachweis geführt.

Für den Ausfall der Sonderbewetterungseinrichtungen im Bereich der Rückholung werden besondere Maßnahmen festgelegt (siehe auch Kapitel 3.2).

Informationsaufnahme/Wahrnehmungsumfang/Erschwerte Handhabbarkeit von Arbeitsmitteln durch Fernbedienung/Bildschirmarbeitsplätze

Entsprechend der Konzeption der Rückholung als weitgehend mannloser Betrieb mit dem Einsatz fernbedienter und fernüberwachter Maschinen, Geräte und Vorgänge werden bei der Konzeption der Warten/Leitstände/Steuerstände die ergonomischen Anforderungen an Bildschirmarbeitsplätze umgesetzt. Durch organisatorische Maßnahmen werden Über- bzw. Unterforderungen der Informations- und Wahrnehmungsfähigkeiten der Mitarbeiter vermieden.

In Bezug auf die erschwerte Handhabbarkeit der Maschinen durch den Einsatz von Fernbedienungen werden vor Aufnahme der Arbeiten im Gefahrenbereich Versuche und Schulungen mit der geplanten Technik durchgeführt (siehe Kapitel 5).

4.3.2 Schutz vor mechanischen Gefährdungen

Alle eingesetzten Maschinen, auswechselbare Ausrüstungen, Sicherheitsbauteile, Lastaufnahmemittel, Ketten, Seile und Gurte entsprechen der Maschinenrichtlinie. Für den Einsatz von Einschienenhängebahnen sowie Schienenflurbahnen müssen das darüberhinausgehende bergrechtliche Regelwerk und für den Einsatz von Kranen ggf. das Regelwerk der Unfallversicherung zusätzlich beachtet werden.

Für alle geplanten Maschinen und Geräte wird ein Lastenheft erstellt. Alle Sondermaschinen (speziell für eine Verwendung in kerntechnischen Bereichen konstruierte oder eingesetzte Maschinen, deren Ausfall zu einer Freisetzung von Radionukliden führen kann) fallen nicht unter den Geltungsbereich der Maschinenrichtlinie. Ihre Eignung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 62 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

ELK 8a/511 wird vor dem Einsatz unter Tage im Rahmen des Mock-up nachgewiesen (siehe Kapitel 5).

Für alle eingesetzten Maschinen wird unabhängig vom Geltungsbereich der Maschinenrichtlinie eine Risikobeurteilung vorgenommen, um die für die Maschinen geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zu ermitteln. Die Maschinen werden erst danach unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Risikobeurteilung konstruiert und gebaut.

Dazu werden insbesondere auch für die Sondermaschinen

- die Grenzen der Maschinen bestimmt, was ihre bestimmungsgemäße Verwendung und jede vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung einschließt;
- die Gefährdungen, die von den Maschinen ausgehen können, und die damit verbundenen Gefährdungssituationen beschrieben und
- die Risiken unter Berücksichtigung der Schwere möglicher Verletzungen oder Gesundheitsschäden und der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens abgeschätzt und bewertet.

Grundsätzlich dürfen von allen Maschinen – auch unter Berücksichtigung einer vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung – während der voraussichtlichen Lebensdauer, einschließlich der Zeit in der die Maschinen transportiert, montiert, demontiert, außer Betrieb gesetzt und entsorgt werden, keine Gefährdungen für Personen ausgehen. Die erkannten Gefährdungen müssen beseitigt oder durch Anwendung von Schutzmaßnahmen gemindert werden. Bei der Wahl der angemessenen Lösungen werden folgende Grundsätze in der angegebenen Reihenfolge angewendet:

- Integration der Sicherheit in Konstruktion und Bau der Maschinen,
- Schutzmaßnahmen gegen Risiken, die sich nicht beseitigen lassen,
- Unterrichtung der Benutzer über die Risiken aufgrund der nicht vollständigen Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen; Hinweis auf eine eventuell erforderliche spezielle Ausbildung oder Einarbeitung und persönliche Schutzausrüstung.

Im konkreten Fall sollte besonders beachtet werden, dass

- der Hersteller die Gesamtverantwortung für die Maschinen nach Maschinenrichtlinie trägt,
- die Maschinen über einen möglichst autonomen Elektroantrieb verfügen,
- batteriebetriebene Maschinen so ausgeführt werden, dass selbst beim Überrollen oder Umkippen kein Elektrolyt frei werden kann und keine Gefährdungen durch die Ansammlung von Dämpfen bestehen,
- die Maschinen so gebaut werden, dass Batterien automatisch abgeklemmt werden können,
- bei kabelgebundenen Maschinen die robust ausgeführten Kabel automatisch geführt werden,
- die Maschinen so konstruiert und gebaut werden, dass ihre Funktion weder durch ionisierende und nichtionisierende Strahlung von außen beeinträchtigt wird,
- die Maschinen so konzipiert werden, dass sie auch den möglichen Sohlenverhältnissen (Kippsicherheit) gerecht werden,
- die Maschinen in jedem Fall mit einer Fernsteuerung ausgestattet werden,
- als Fernsteuerungen Funkfernsteuerungen bevorzugt werden, die alle entsprechenden Sicherheitsanforderungen und Anforderungen bezüglich der Sicherheit der Datenübertragung erfüllen,
- die Maschinen für die Fernbedienung mit einer den Arbeitsgängen entsprechenden Beleuchtung und Kameratechnik ausgestattet werden,
- im Falle der Nutzung einer Fernbedienung eine Gefährdung von Mitarbeitern lediglich bei Störungen/Interventionen an der jeweiligen Maschine besteht (für diesen Fall werden Maßnahmen vorgesehen),



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 63 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

- ggf. besondere Anforderungen an die Größe des Zugangs und der vorgeschalteten Schleusen gestellt werden, da die Montage und Reparatur der Maschinen grundsätzlich außerhalb der ELK erfolgen sollte,
- die Maschinen über Fehlerdiagnoseeinrichtung und die dazugehörigen Schnittstellen verfügen,
- Teile von automatischen Maschinen, die häufig ausgewechselt werden müssen, für eine einfache und gefahrlose Montage und Demontage auszulegen sind, und der Zugang zu diesen Teilen so zu gestalten ist, dass diese Tätigkeiten mit den notwendigen technischen Hilfsmitteln nach einem festgelegten Verfahren durchgeführt werden können,
- bei der Konstruktion und beim Bau der Maschinen den Belastungen Rechnung getragen wird, denen das Bedienungspersonal durch die notwendige oder voraussichtliche Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen bei Interventionen im Strahlenbereich ausgesetzt ist,
- für den Ausfall von Energiearten (Elektrische Energie, Hydraulik, Pneumatik) der sichere Zustand der jeweiligen Maschine definiert und realisiert wird,
- die Maschinen – sofern sinnvoll anwendbar – mit einem Kollisionsschutzsystem ausgestattet werden, und
- Brandfrüherkennungs- und ggf. automatische Brandbekämpfungssysteme im Falle eines Maschinenbrandes vorgesehen werden.

Auf Grund der geplanten Fernsteuerungen kommt der Sicherheit der Steuerungen und Befehlseinrichtungen eine besondere Bedeutung zu. Diese werden so ausgelegt, dass es nicht zu Gefährdungssituationen durch sie kommen kann. Insbesondere müssen sie so ausgelegt und beschaffen sein, dass

- sie den zu erwartenden Betriebsbeanspruchungen und Fremdeinflüssen standhalten,
- ein Defekt der Hardware oder der Software der Steuerung nicht zu Gefährdungssituationen führt,
- Fehler in der Logik des Steuerkreises nicht zu Gefährdungssituationen führen,
- vernünftigerweise vorhersehbare Bedienungsfehler nicht zu Gefährdungssituationen führen.

Bei kabelloser Steuerung wird ein automatisches Stillsetzen bzw. Fahren in die sichere Position ausgelöst, wenn die Verbindung ausfällt oder keine einwandfreien Steuersignale empfangen werden.

Es werden Maßnahmen getroffen, die eine unerlaubte Benutzung der Steuerung verhindern. Bei den Fernsteuerungen muss an jedem Bedienungsgerät klar ersichtlich sein, welche Maschine von diesem Gerät aus bedient werden soll. Die Fernsteuerungen sind so ausgelegt, dass sie ausschließlich die betreffenden Maschinen steuern. Die ferngesteuerten Maschinen reagieren nur auf Steuerbefehle von dem für sie vorgesehenen Bedienungsgerät.

Von jedem Bedienungsplatz aus muss sich das Bedienungspersonal vergewissern können, dass niemand sich in den Gefahrenbereichen aufhält. Andernfalls muss die Steuerung so ausgelegt und gebaut sein, dass das Ingangsetzen verhindert wird, solange sich jemand im Gefahrenbereich aufhält. Alle diesbezüglich infrage kommenden Maschinen werden daher mit Personenerkennungssystemen ausgestattet, die gefährliche Maschinenbewegungen bei Annäherung von Personen automatisch stoppen.

Da unter Umständen mehrere Bedienungsplätze vorhanden sind, werden die Steuerungen so ausgelegt, dass die Steuerung jeweils nur von einem Bedienungsplatz aus möglich ist; hiervon ausgenommen sind Befehlseinrichtungen zum Stillsetzen und Nothalt.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 64 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Selbstfahrende Maschinen und gegebenenfalls dazugehörige Anhänger müssen in Bezug auf das Abbremsen, Anhalten und Feststellen bei jeder möglichen Betriebsart, Belastung, Fahrgeschwindigkeit, Sohlenbeschaffenheit und Strecken-/Sohlenneigung die erforderliche Sicherheit gewährleisten. Ferngesteuerte Maschinen werden mit Einrichtungen ausgestattet, den Brems-/Anhaltevorgang automatisch und unverzüglich einleiten, wenn der Bediener die Kontrolle über sie verloren hat, sie ein Haltesignal empfängt, ein Fehler an einem sicherheitsrelevanten Teil des Systems festgestellt wird oder wenn innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne kein Überwachungssignal registriert wurde. Das Bremssystem der Maschinen darf keine Funken erzeugen oder Brände verursachen. Zusätzlich wird sichergestellt, dass alle Aufnahme-, Verlade- und Transporteinrichtungen so ausgelegt werden, dass eine Überladung der Einrichtungen in Hinsicht auf die Tragfähigkeit ausgeschlossen ist.

Die Maschinen, die Lastaufnahmemittel und ihre Bauteile müssen den Belastungen, denen sie im Betrieb und gegebenenfalls auch außer Betrieb ausgesetzt sind, unter den vorgesehenen Montage- und Betriebsbedingungen und in allen entsprechenden Betriebszuständen standhalten können. Diese Anforderungen gelten auch bei Transport, Montage und Demontage.

Ein Versagen infolge Ermüdung und Verschleiß wird ausgeschlossen.

Die zum Einsatz kommenden Maschinen halten Überlastungen, zum Beispiel durch Firstfall, möglichst ohne bleibende Verformung und ohne offenkundige Schäden stand.

Die Greif-/Ladeeinrichtungen der Maschinen umschließen die aufgenommenen Gebinde, Gebinde-/Abfallteile sowie Haufwerk derart, dass ein Absturz und/oder das Herabfallen von Teilen der Ladung weitgehend vermieden werden kann. Die Auswirkungen eines Absturzes von Gebinden/Behältern werden durch die technische Begrenzung der max. Fallhöhe reduziert. Es wird sichergestellt, dass bei Energieausfall, unabhängig von der Energieart, die von den Maschinen gehaltenen Gebinde oder Behälter nicht herabfallen können.

Transportmittel

Der Transport, die Entladung der Transporteinheit, die Überleitung zum Schacht und die Schachtbeschickung erfolgen vorzugsweise mannos oder so, dass sich der Personaleinsatz auf ein Minimum reduziert.

Für die Beschaffung, die Beschaffenheit und den Betrieb von nicht an Schienen gebundenen Fahrzeugen und zugehörigen Einrichtungen ist in Niedersachsen der „Leitfaden für den Einsatz von gleislosen Fahrzeugen im Untertagebergbau“ zu beachten, der auch auf die relevanten Normen verweist (Bergbehörden, 2011).

Unabhängig von der Fahrzeugart und den grundsätzlich geltenden Vorschriften muss danach jedes Fahrzeug den Besonderheiten des jeweiligen Bergbaubetriebs angepasst sein. Sollten deshalb an einem Fahrzeug nachträglich wesentliche Veränderungen vorgenommen werden, die zu neuen Gefährdungen führen (z.B. Anpassungen an spezielle Einsatzzwecke, Änderungen an der Karosserie oder Beleuchtungsanlage) ist die Konformität neuerlich zu prüfen.

Der Betrieb von Fahrzeugen wird in Niedersachsen grundsätzlich betriebsplanmäßig geregelt. Die Betriebsplananträge müssen die geforderten Angaben enthalten.

Der Transport erfolgt mit ferngesteuerten oder autonom fahrenden Fahrzeugen ohne Verbrennungsmotor. Für den Einsatz von Akkumulatoren sind Lade- bzw. Wechselstationen außerhalb des Gefahrenbereiches (Transportweg und Frischwetterweg der Schleusen bzw. der Einlagerungskammer) vorzusehen. Die besonderen Gefährdungen durch Akkumulatoren sind zu berücksichtigen.

Für den Ablauf der Transporte sind zusätzlich zur Grubenverkehrsordnung detaillierte organisatorische Regelungen zu treffen.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 65 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Sämtliche Grubenbaue des Transportweges, einschließlich des Füllortes, werden möglichst frei von Brandlasten gehalten, gegebenenfalls werden vorhandene elektrische Einrichtungen vor dem Transport freigeschalten.

Im Transportweg wird der Aufenthalt von Personen durch administrative Regelungen ausgeschlossen. Unabhängig davon werden Transportmittel mit einem Kollisionsschutzsystem ausgestattet.

Vor Aufnahme der Transporte wird auf jeder Transportschicht der Transportweg durch eine verantwortliche Person freigegeben, welche sich vorher vom ordnungsgemäßen Zustand der Strecken in Hinblick auf First- und Stoßsicherheit, Beschaffenheit der Sohle, Vorhandensein der erforderlichen Freiräume und der Einhaltung der administrativen Regelungen überzeugt hat. Darüber hinaus erfolgt die technische Freigabe der Transporteinheit durch eine verantwortliche Person des Maschinenbetriebes.

4.3.3 Schutz vor elektrischen Gefährdungen

Alle elektrischen Geräte und Einrichtungen entsprechen den geltenden europäischen Richtlinien, den anerkannten Regeln der Technik und der Elektro-Bergverordnung und werden gemäß dieser Regelungen errichtet und überwacht. Dies gilt ebenso für Explosions- und Brandschutzanforderungen an elektrische Geräte und Einrichtungen.

Die Energieeinspeisung für sicherheitsrelevante Maschinen und Geräte wird redundant ausgelegt. Bei einem Stromausfall werden alle Tätigkeiten eingestellt, ggf. nach Erreichen einer sicheren Position.

Die Nachweisführung der Sicherheit der elektrischen Anlagen erfolgt für alle mit der Rückholung der MAW-Abfälle in Verbindung stehenden elektrischen Anlagen vor der Inbetriebnahme durch eine elektrotechnische Sachverständigenprüfung hinsichtlich ihres ordnungsgemäßen Zustands, der Montage, der Installation und des Betriebs.

4.3.4 Schutz vor gefährdenden Stoffen

Dem besonderen, erhöhten Gefährdungspotenzial für die Gesundheit der Beschäftigten im untertägigen Bergbau wird insbesondere durch das Zulassungsverfahren nach § 4 Gesundheitsschutz-Bergverordnung (GesBergV) Rechnung getragen. Durch dieses Zulassungsverfahren entstehen zum einen Erleichterungen für die Betriebe, wenn die entsprechenden Pflichten der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) dort materiell geregelt sind. Zum anderen entlasten sie das behördliche Betriebsplanverfahren, da u. a. die Gesichtspunkte des Arbeits- und Gesundheitsschutzes bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auf der Grundlage der Begutachtung durch Prüfinstitute in der allgemeinen Zulassung oder der Ausnahmezulassung geregelt werden.

Nach § 4 Abs. 1, Nr. 1 GesBergV besteht ein untertägiges Umgangsverbot mit Gefahrstoffen, die nach der Gefahrstoffverordnung als krebserzeugend, erbgutverändernd, fortpflanzungsgefährdend, sehr giftig und giftig zu kennzeichnen sind, und nach Nr. 2 ein allgemeines Zulassungsverfahren für andere kennzeichnungspflichtige Gefahrstoffe.

Alle bei der Rückholung eingesetzten Produkte, Baustoffe, Versatz/Versatzmaterialien, Kunststoffe (einschließlich flüssiger Kunststoffe) und schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeiten verfügen über eine Zulassung für den Untertagebetrieb und sind nach den Prüfbestimmungen für allgemeine Zulassungen nach § 4 in Verbindung mit Anlage 5 der GesBergV geprüft.

Unabhängig von einer Zulassungspflicht werden bei Tätigkeiten mit Stoffen im Rahmen der Rückholung die einschlägigen Vorgaben des Arbeitsschutzes, des Gefahrstoffrechtes sowie sonstiger einschlägiger Bestimmungen berücksichtigt. Das betrifft auch die Gefahren, die von Stoffen, Gemischen oder Erzeugnissen ausgehen, die nicht kennzeichnungspflichtig sind, aber aufgrund ihrer



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 66 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

physikalisch-chemischen, chemischen oder toxikologischen Eigenschaften und der Art und Weise der Anwendung am Arbeitsplatz ein Risiko darstellen können. Für jeden potenziell gefährdenden Stoff, der bei der Rückholung eingesetzt werden soll, ist eine Substitution zu prüfen; das gilt auch für Klein- und Kleinstmengen.

Der Schutz vor Gefährdungen durch Gase, Dämpfe, Aerosole und Stäube werden im Wesentlichen durch wettertechnische Maßnahmen sichergestellt. Das Bewetterungskonzept gewährleistet, dass im Normalbetrieb eine Gefährdung durch diese Stoffe ausgeschlossen werden kann. Das Auftreten dieser Stoffe und deren Konzentrationen sowie die Wirkung der Bewetterungsmaßnahmen werden ständig messtechnisch überwacht. Die Messtechnik wird regelmäßig überprüft und kalibriert. Sämtliche bei der Rückholung eingesetzten Maschinen werden so ausgestattet und betrieben, dass die Entstehung zusätzlicher gefährlicher Gase, Dämpfe, Aerosole und Stäube vermieden wird.

Sämtliche im Rückholungsbereich installierten Rohrleitungen und Behälter werden verwechslungssicher gekennzeichnet. Die Verschlüsse und Sicherheitsventile der Behälter und Rohrleitungen können gefahrlos bedient werden, so dass niemand durch austretende Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten gefährdet wird. Beim Laden der Akkumulatoren der entsprechend ausgestatteten Maschinen und Geräte treten keine gefährlichen Konzentrationen dieser Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten auf.

Schutz vor toxischen Stoffen

Die in die Schachtanlage Asse II eingelagerten Abfälle enthalten eine Reihe Stoffe, von denen eine toxische Wirkung auf den menschlichen Organismus und die Umwelt ausgehen kann. Im Zuge der Tätigkeiten zur Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle besteht deshalb auch ein toxisches Gefahrenpotential. Deshalb werden geeignete Schutzvorkehrungen für den nicht auszuschließenden Fall einer Freisetzung von toxischen Stoffen getroffen. Dabei werden zum einen Schutzmaßnahmen für die vor Ort tätigen Personen eingehalten (Arbeitsschutz), zum anderen werden auch die Bevölkerung und die Umwelt vor den Folgen einer möglichen Freisetzung toxischer Stoffe geschützt (Immissionsschutz).

Aufgrund der großen Bandbreite möglicher toxischer Stoffe und der Unsicherheit der Mengenangaben werden für die Festlegung von Schutzmaßnahmen abdeckende Freisetzungsszenarien herangezogen. Die geplanten Maßnahmen und Einrichtungen zum Schutz des Personals vor radioaktiven Stoffen (Barriersystem, gerichtete Luftströmung, persönliche Schutzausrüstung (PSA), Fernbedienung, Automatisierung) sind weitgehend auch geeignet, einer Gefährdung durch toxische Stoffe vorzubeugen. Für den Interventionsfall in Bereichen in denen Personen gesundheitsgefährlichen Wetter ausgesetzt sein könnten, sind geeignete Atemschutz- und Wiederbelebungsgeräte in ausreichender Anzahl verfügbar. Die Geräte stehen ständig ortsnah und einsatzbereit zur Verfügung. Sämtliche bei der Rückholung eingesetzten Personen sind für die Benutzung der Geräte gesundheitlich geeignet, unterwiesen und trainiert. Zum Nachweis der vorbeugenden Maßnahmen wird ein entsprechender Plan aufgestellt. Höchstvorsorglich werden zusätzlich zur sicheren Verhinderung einer Exposition abdeckend flüssigkeits-, aerosol- und schwebstoffundurchlässige Vollschutzanzüge mit Fremdluftversorgung vorgehalten.

Für ein Monitoring hinsichtlich eines toxischen Gefahrenpotenzials sind spezielle Messungen vorgesehen, die im Rahmen der Entwurfsplanung festgelegt werden.

Zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt dient die Filterung der Abwetter in der Abwetterfilteranlage. Gegebenenfalls weitergehende Filteranforderungen können sich im Rahmen der Nachweissführung ergeben. Des Weiteren dienen alle Maßnahmen zur Verhinderung von Kontaminationsverschleppungen im Rahmen des Arbeitsschutzes ebenfalls dem Schutz der Bevölkerung.

Zum Schutz der Bevölkerung vor toxischen Stoffen sind im Allgemeinen für den Betrieb von Anlagen mindestens folgende rechtliche Anforderungen zu erfüllen:



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 67 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG),
- TA Luft (legt Emissions- und Immissionsbegrenzungen fest).

Unabhängig von der Frage, in welchem Umfang das BImSchG formal auf die Schachtanlage Asse II zutrifft, wird die Nachweisführung auf Basis des BImSchG und der TA Luft beschrieben, da keine anderen rechtlichen Regelungen zu dieser Thematik vorhanden sind.

Aus Sicht der Arbeitssicherheit werden in allen Betriebsphasen der Rückholung der MAW-Abfälle Maßnahmen gegen eine gesundheitsgefährdende Atmosphäre getroffen. Die Maßnahmen werden am Entstehungsort getroffen und die Gefahren an der Quelle bekämpft. Die wettertechnischen Maßnahmen im Rückholungsbereich sind geeignet, die Ansammlung toxischer Stoffe in den Wettern auf ein zulässiges Maß zu verdünnen. Zusätzlich werden die Abwetter aus der ELK 8a/511 hinsichtlich gefährlicher Gase überwacht. Die genaue Festlegung der zu überwachenden Stoffe sowie die zu ergreifenden Maßnahmen erfolgt im Rahmen der Entwurfsplanung.

4.3.5 Schutz vor Unterschreitung des Mindestsauerstoffgehaltes

Der Schutz vor Unterschreitung des Mindestsauerstoffgehaltes erfolgt durch die Bewetterung der untertägigen Bereiche der Schachtanlage Asse II in Verbindung mit der für die Tätigkeiten zur Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle vorgesehenen Sonderbewetterung durch die Abwetterfilteranlage. Die Anforderungen des § 16 ABergV sowie im Abschnitt „Bewetterung“ der Allgemeinen Bergverordnung über Untertagebetriebe, Tagebaue und Salinen (ABVO) des Landes Niedersachsen werden bei der Planung der wettertechnischen Einrichtungen beachtet.

4.4 BRANDSCHUTZ

Für die Schachtanlage Asse II sind die Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes in den Unterlagen „Brandschutz der Schachtanlage Asse II“ (BfS, 2010) und „Alarmplan“ (BfS, 2016) dargestellt. Der Notfallplan und Brandschutzplan (gem. ABergV) sowie die Rettungspläne (gem. ABVO) der Schachtanlage Asse II (BfS, 2011) werden gemäß bergrechtlichen Vorgaben ständig aktualisiert und enthalten in ihrer jeweils gültigen Fassung die Brandschutz-, Flucht- und Rettungspläne.

Bei der Betrachtung des Brandschutzes für die Rückholung der MAW-Abfälle werden auch die KTA-Regeln 2101 zum Brandschutz in Kernkraftwerken beachtet, soweit diese herangezogen werden können (Deutscher Bundestag, 2012).

Darüber hinaus sind spezifische Maßnahmen des Brandschutzes in allen unter- und übertägigen Bereichen, in denen Tätigkeiten zur Rückholung der MAW-Abfälle stattfinden, erforderlich. Der Brandschutz umfasst bauliche, technische, organisatorische sowie abwehrende Maßnahmen.

4.4.1 Baulicher Brandschutz

Brandlastenermittlung/Minimierung der Brandlasten

Die größten im Rahmen der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle zu erwartenden Brandlasten hängen mit den eingesetzten Maschinen, Geräten und Fahrzeugen zusammen. Für die eigentliche Rückholung wird auf dieselgetriebene Fahrzeuge, Maschinen und Geräte verzichtet. Zusätzlich wird für die neu zu beschaffenden Fahrzeuge, Maschinen und Geräte die Substitution der brennbaren Hydraulik- und Getriebeflüssigkeiten geprüft. Durch den Betrieb fallen weitere brennbare Materialien an wie Elektroverteilung, Elektrokabel, Dichtungen, Kleidung, Putzlappen, Kunststofffolien, Abfall, Lösungsmittel für die Dekontamination. Für jeden eingesetzten brennbaren Stoff wird die Substitution geprüft. Weiterhin sind in den Mess- und Aufenthaltsräumen Brandlasten



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 68 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

in Form von Boden- und Wandbelägen, Tischen, Stühlen, Messgeräten, Abfallbehältern usw. vorhanden.

Um die Brandlasten gering zu halten, werden brennbare Stoffe auf ein notwendiges Minimum reduziert und brennbare Abfälle (z. B. lösemittelhaltige Putzlappen usw.) unter geeignetem Verschluss gesammelt (z. B. geschlossene Sammelbehälter) und entsorgt. Zur Aufbewahrung brennbarer Flüssigkeiten werden zugelassene Sicherheitsschränke für feuergefährliche, flüssige und feste Stoffe verwendet. Die Sicherheitsschränke bestehen aus nichtbrennbaren Materialien, die einer Brandeinwirkung von 90 Minuten widerstehen.

Der Einsatz von Kunststoffen wird auf das notwendige Minimum beschränkt, das gilt auch für die Materialien der Arbeitskleidung. Es kommen nur geprüfte und für den Einsatz unter Tage zugelassene Kunststoffe zum Einsatz.

In die Brandlastermittlung werden auch sämtliche brennbaren Luttenleitungen und elektrische Kabel einbezogen, für die zudem nicht brennbares bzw. schwerentflammbares Material bevorzugt wird.

Auf die Durchführung von Brenn-, Schweiß- und Schneidarbeiten im Rückholungsbereich wird weitestgehend verzichtet. In Ausnahmefällen müssen besondere Maßnahmen festgelegt werden.

Abhängig von den Ergebnissen der späteren Brandlastenaufnahme und -berechnung kann es ggf. erforderlich werden, dass zur Beherrschung einzelner Streckenbereiche aufgrund möglicher thermischer Einwirkungen durch einen Brand diese mit einem feuerfesten Beschichtungsmaterial versehen werden müssen.

Baustoffe und Bauteile

Für die Messräume, die örtlichen Leitstände und die Sozialräume werden vorzugsweise nichtbrennbare Baustoffe verwendet. Um die Brandlast weiter zu reduzieren, kommen mineralische Isolierstoffe zur Anwendung. Für den Bau der Schleusen werden ebenfalls nur nichtbrennbare Baustoffe verwendet. Als Umverpackungen werden Behälter eingesetzt, deren Deckeldichtungen so ausgelegt sind, dass bei einem Feuer von 30 min bei 800°C keine relevante Freisetzung radioaktiver Stoffe erfolgt.

Elektrische Anlagen

Während vorhersehbarer Unterbrechung der Rückholungsarbeiten und im Gefahrfall müssen sich alle elektrischen Anlagen und elektrischen Betriebsmittel im Rückholbereich abschalten lassen, sofern sie nicht zu betrieblichen Zwecken oder aus sicherheitlichen Gründen, z. B. Sonderbewetterung, Wetterüberwachung und dergleichen unter Spannung bleiben müssen.

Brandabschottung

Die Leitungs- und Kabeldurchführungen der Messcontainer, der örtlichen Leitstände und der Sozialräume sowie der Schleusen werden rauchdicht abgeschottet. In Lutten bzw. Lüftungsleitungen werden bei Notwendigkeit an relevanten Stellen Brandabschottungen zu nachgeschalteten Bereichen eingebracht. Alle rauchdichten Abschottungen bestehen aus nichtbrennbaren Baustoffen.

Bauliche Anordnung

Zwischen Umverpackungen mit radioaktiven Abfällen oder Behältern mit kontaminiertem Material und ggf. vorhandenen Brandlasten ist abhängig vom Freisetzungspotential eine bauliche Trennung oder ein räumlicher Abstand vorgesehen.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 69 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

4.4.2 Technischer Brandschutz

Feuerlöschgeräte

Für die Bekämpfung von Entstehungsbränden werden BuT-Feuerlöschgeräte (BuT = Bergbau unter Tage) vorgehalten. Die Feuerlöschgeräte sind dauerhaft durch Sicherheitszeichen gekennzeichnet. In den Messräumen, den örtlichen Leitständen und den Sozialräumen werden für Brände der Brandklassen A, B und C an geeigneter Stelle eine ausreichende Anzahl von Pulverlöschern vorgehalten. Zusätzlich werden an geeigneten Stellen CO₂-Löscher für die Elektrobrandbekämpfung bereitgestellt.

Innerer und Äußerer Arbeitsbereich sowie Schleusen, Pufferlager und die Transportstrecke sind ggf. zusätzlich mit automatischen Lösch- bzw. Inertisierungsanlagen auszustatten, da im weitgehend mannslosen Betrieb ein möglicher Entstehungsbrand nicht schnell genug und wirksam bekämpft werden kann. In der Entwurfsplanung werden darüber hinaus ggf. Stellen festgelegt, an denen automatisch wirkende, einen dichten Abschluss bildende Brandschutztore vorgesehen werden.

Auslegung von Räumen und Maschinen

Abwetter aus Instandsetzungs- und Wartungsräumen, in denen mit offenem Feuer umgegangen wird, werden nicht dem Rückholungsbereich zugeleitet. Diese Räume sind aus nichtbrennbaren Materialien errichtet, besitzen keine brennbaren Einbauten und sind ggf. mit selbsttätigen Löschanlagen abgesichert. Sie verfügen für den Brandfall über selbsttätig schließende, nichtbrennbare Türen, Klappen oder ähnliche Einrichtungen. Die Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen mit offenem Feuer außerhalb derartiger Räume, z. B. an Abstellplätzen, ist untersagt.

Maschinen und Geräte sind so konstruiert, dass jegliche durch sie selbst oder durch von ihnen freigesetzte oder verwendete Gase, Flüssigkeiten, Stäube, Dämpfe und andere Substanzen verursachte Explosions-, Brand- oder Überhitzungsgefahr vermieden wird. Sie dürfen nur mit den für ihren sicheren Betrieb erforderlichen Schutz- und Überwachungseinrichtungen sowie entsprechend den Bedienungs-, Wartungs- und Überwachungsvorschriften betrieben werden.

Alle Kleinfahrzeuge sind gemäß den bergrechtlichen Vorgaben mit Handfeuerlöschern ausgerüstet. Großfahrzeuge werden gemäß dem „Leitfaden für den Einsatz von gleislosen Fahrzeugen im Untertagebergbau“ (Bergbehörden, 2011) mit automatisch auslösenden HRD-Feuerlöschanlagen (HRD = High Rate Discharge = Hohe Ausstoßrate) ausgerüstet.

Während der Durchführung der Transporte der unverpackten radioaktiven Abfälle zwischen der Äußeren Schleuse und dem jeweiligen Schacht ist das zeitgleiche Befahren der Strecken mit Kleinfahrzeugen und Fahrzeugen ohne selbsttätig/automatisch auslösende bordfeste Feuerlöschanlagen untersagt.

Inertisierung

Mit hoher Wahrscheinlichkeit kann ein Brand in der Einlagerungskammer während der Durchführung der Tätigkeiten zur Rückholung der radioaktiven Abfälle ausgeschlossen werden. Für den Fall, dass in der Einlagerungskammer doch ein Brand entsteht, ist nach einer Branderkennung durch Überwachung brennbarer Gase eine Inertisierung der Einlagerungskammer vorgesehen. Auf diese Weise wird erreicht, dass ein Brandereignis keine Auswirkungen auf die eingelagerten Gebinde hat und die Freisetzung radioaktiver Stoffe aufgrund eines Brandes vermieden wird. Die Umsetzung der Inertisierungseinrichtung ist Bestandteil der Entwurfsplanung.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 70 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Branderkennung und Alarmierung

Die Branderkennung und die Alarmierung der Belegschaft im Grubenbetrieb erfolgen gemäß den Unterlagen (BfS, 2016), (BfS, 2010) und (BfS, 2011) über die vorhandenen Alarmierungssysteme. Brände in den Messräumen, den örtlichen Leitständen und den Sozialräumen bzw. in den Arbeits- und Transportbereichen und Schleusen sowie in der Einlagerungskammer werden frühzeitig und automatisch durch eine kontinuierliche Überwachung der Wetter auf Brandgase erkannt und lösen automatisch eine zuverlässige und eindeutig erkennbare Alarmierung aus. Im gesamten Grubenbereich, in dem Tätigkeiten zur Rückholung der MAW-Abfälle stattfinden, sowie allen wettertechnisch vorgeschalteten Bereichen werden zu diesem Zweck geeignete, kontinuierlich arbeitende, automatische Branderkennungs- und -meldesysteme installiert.

Rauchabführung

Der in den Bereichen Einlagerungskammer, Innerer Arbeitsbereich und Innere Schleuse im Brandfall anfallende Brandrauch wird über die Abwetterfilteranlage zum jeweiligen Ausziehschacht geführt, da die Abwetter auch an Schwebstoffe gebundene Radionuklide enthalten können. Daher sind die Filterzellen auch für eine kurzzeitige thermische Belastung ausgelegt. Der im Äußeren Arbeitsbereich und der Äußeren Schleuse anfallende Brandrauch kann direkt mit den übrigen Abwetterern zum jeweiligen Ausziehschacht geführt werden.

Im Zusammenhang mit der Brandgasabfuhr bei Bränden in den Arbeitsbereichen ggf. notwendige spezielle Maßnahmen werden im Rahmen der Entwurfsplanung festgelegt.

4.4.3 Abwehrender Brandschutz

Grubenwehr

Für den abwehrenden Brandschutz ist die Grubenwehr der Schachtanlage Asse II zuständig. Sie wird gemäß Alarmplan (BfS, 2016) alarmiert und eingesetzt. Die Aufgabe der Grubenwehr bei der indirekten Brandbekämpfung ist die Überwachung der inertisierungs- und wettertechnischen Maßnahmen sowie die Sicherung der Belegschaft und der Anlagen in den übrigen Arbeitsbereichen des Offenhaltungsbetriebes.

Betriebliche Löschkräfte

Alle im Zusammenhang mit der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle eingesetzten Mitarbeiter werden zu betrieblichen Löschkäften ausgebildet bzw. nachgeschult. Diese betrieblichen Löschkäfte werden vor Arbeitsaufnahme über die besonderen Gegebenheiten im Zusammenhang mit den Tätigkeiten unterwiesen. Hierzu gehört auch die Unterweisung in der Handhabung der Feuerlöschgeräte.

Brandbekämpfung

Durch passiven Brandschutzmaßnahmen wie der Reduzierung der Brandlasten sowie der Vermeidung von Zündquellen wird das Risiko eines Brandes in der Einlagerungskammer stark reduziert. Sollte es trotzdem zu einem Entstehungsbrand kommen, wird eine Brandbekämpfung durch entsprechende (auch fernbediente) Feuerlöschgeräte durchgeführt. Im Einzelfall (u. a. Zugänglichkeit, Größe, radiologische Situation des Brandbereiches) kann die Löschung des Brandes in diesen Bereichen auch unter Einsatz von Löschkäften mit entsprechender Schutzausrüstung unter Beachtung der radiologischen und toxischen Situation durchgeführt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit,



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 71 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Brände in der Einlagerungskammer oder im Inneren Arbeitsbereich durch die Einleitung von Inertgas zu bekämpfen.

Brände bei Kleinfahrzeugen werden mit den vorhandenen Handfeuerlöschgeräten und bei Großfahrzeugen mit automatisch auslösenden HRD-Feuerlöschanlagen bekämpft.

Organisatorischer Brandschutz

Der bestehende Alarmplan (BfS, 2016) muss im Hinblick auf die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle überprüft werden.

Die betrieblichen Löschkkräfte werden u. a. in den Themen Brandverhütung, Verhalten im Brandfall, Brandmeldung, Flucht- und Rettungswege, Brand- und Rauchausbreitung, Brandmelde- und Löscheinrichtungen und besondere Maßnahmen im Brandfall unterwiesen.

Zur Vorbereitung der Brandbekämpfung werden die Vorgaben gemäß § 54 StrlSchV beachtet.

Für die Durchführung und Überwachung der brandschutztechnischen Maßnahmen im Bereich der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle wird eine verantwortliche Person (Brandschutzsteiger) bestellt. Der Brandschutzsteiger sowie ggf. eingesetzte Brandschutz Helfer und Brandschutzgerätewarte verfügen über eine entsprechende Ausbildung. Der Brandschutzsteiger ist dafür verantwortlich, dass die Einzelmaßnahmen durch Aufstellung eines "Plans für den Brandschutz im Rückholbereich" gesondert dokumentiert und deren Umsetzung nachgewiesen werden kann. Der Plan wird regelmäßig auf den neuesten Stand gebracht und im Betrieb verfügbar gehalten.

4.5 EXPLOSIONSSCHUTZ

Da die ELK 8a/511 ständig bewettert wird, ist das Vorhandensein einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (g. e. A.) mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließen (DMT, 2017). Eine denkbare Bildung von Wasserstoff in der ELK 8a/511 wäre lediglich in einem „Blähfass“ möglich. Aufgrund von gebindespezifischen Eigenschaften kann es in der Theorie zu einer Freisetzung größerer Mengen von Wasserstoff aus diesen eingelagerten Fässern kommen. Durch eingebrachte Feuchtigkeit kommt es in einem solchen Fass zu Korrosionsprozessen, bei denen über einen langen Zeitraum Wasserstoffgas gebildet wird. Sollte ein derartiges Fass eingelagert sein, ergibt sich unter der hypothetischen Annahme, dass das Fass ausschließlich mit Gas gefüllt ist, jedoch ein geringes Gefährdungspotential aufgrund des Vorhandenseins einer g. e. A. Im Rahmen der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle handelt es sich um ein äußerst unwahrscheinliches Szenario, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass vollständig leere 200-l-Fässer eingelagert worden sind.

Im Folgenden soll gezeigt werden, dass auch unter sehr konservativen Annahmen eine Freisetzung einer g. e. A. aus eingelagerten Abfallgebinden beherrscht wird und dass eine Explosion aufgrund der Freisetzung von Wasserstoffgas in die ELK 8a/511 auch unter den angenommenen sehr konservativen Randbedingungen nicht möglich ist.

Die Betrachtungen einer Gasfreisetzung aus einem „Blähfass“ erfolgen unter folgenden konservativen Randbedingungen:

- Das Vorhandensein des Fasses wird durch vorlaufende Detektionsverfahren sicher erkannt. Dies ist insbesondere deswegen zu unterstellen, da ein „Blähfass“ über eine intakte Stahlwandung verfügen muss, weil es ansonsten nicht dem sich entwickelnden Druck standhalten würde.
- Das Fass war bei seiner Einlagerung nur mit Wasser in geringer Menge (ausreichend für eine Korrosion über einen langen Zeitraum von 50 Jahren) gefüllt, das restliche Volumen



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 72 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

wird durch Luft ausgefüllt. Somit beträgt das Leervolumen ca. 200 l (davon ca. 160 l Stickstoff)

- Die Wasserstoffbildung im Fass führt zu einem Druckaufbau von max. 3 bar über Umgebungsdruck (entspricht einem Absolutdruck von 4 bar). Ein Druckanstieg auf noch größere Werte führt zu einem Versagen der Dichtung des Fasses und wird daher nicht unterstellt (Deutscher Bundestag 11. Wahlperiode, 1988).
- Das Fass ist bis zum Kontakt mit dem Bergwerkzeug dicht.
- Das „Blähfass“ wird bei der Handhabung unbeabsichtigt beschädigt und dabei entweicht der Wasserstoff unter hohem Druck sehr schnell. Daher wird sichergestellt, dass am Bergwerkzeug keine Zündquellen vorhanden sind, z. B. durch die Materialwahl des Bergwerkzeugs, Vermeidung bzw. Kapselung elektrischer Bauteile.
- Mittels der Abluftfilteranlage werden die Abwetter aus der ELK 8a/511 abgeführt und die Frischwetter zugeführt.
- Die Entstaubungsanlage führt die Wetter aus der ELK 8a/511 im Kreislauf und vermischt diese im Hohlraumvolumen der Einlagerungskammer.

Die Betrachtung der Gasfreisetzung unter den vorgenannten Randbedingungen zeigt, dass im Fass bei einem Überdruck von 3 bar ein Volumen von 640 l Wasserstoff und 160 l Stickstoff vorhanden ist. Diese Werte ergeben sich aus dem Absolutdruck im Fass von 4 bar und der Annahme, dass der ursprünglich vorhandene Sauerstoff vollständig als Feststoff in Form von Eisenoxiden vorliegt.

Bei einer vollständigen Freisetzung des Wasserstoffvolumens von 640 l (= 0,64 m³) innerhalb des Zeitraumes von 1 min beträgt die Wasserstoffkonzentration im Wetterstrom innerhalb der Entstaubungsanlage bei einem Volumenstrom von 500 m³/min ca. 1.280 ppm für den vorgenannten Zeitraum und liegt damit weit unterhalb der UEG von Wasserstoff (4,0 Vol.-%, ca. 40.000 ppm). Die Entstaubungsanlage führt die entstaubten Wetter wieder in die Einlagerungskammer. Bei einem unterstellten Hohlraumvolumen der ELK 8a/511 von ca. 7.500 m³ ergibt sich eine mittlere Wasserstoffkonzentration von 85 ppm. Diese liegt weit unterhalb der UEG. In den folgenden Minuten sinkt die Gaskonzentration durch die Zuführung der Frischwetter und der zeitgleichen Abführung des Abwetter über die Abwetterfilteranlage schnell ab.

Die Bildung von Wasserstoff ist auf die Korrosion von Eisen über einen sehr langen Zeitraum mit geringen Bildungsraten von maximal 0,8 ml m⁻² h⁻¹) (Nagra, Dezember 1983) (Forschungszentrum Jülich, 1988) zurückzuführen. Allerdings ist das vorgenannte Szenario als sehr unwahrscheinlich anzusehen, da für die Einlagerung der Abfälle in die ELK 8a/511 die Verfestigung der Abfälle mit Beton oder Bitumen festgeschrieben war. Aufgrund des aufwändigen Konditionierungsprozesses der MAW-Abfälle und die hohen technischen Anforderungen an diesen kann jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, dass ein derartiges Gebinde eingelagert wurde.

Die Bildung von Wasserstoff als Folge der Radiolyse ist aufgrund der Konditionierung der eingelagerten Abfälle und der Abwesenheit von Flüssigkeit in der Einlagerungskammer nur von marginaler Bedeutung und wird daher nicht weiter betrachtet.

Die Umsetzung von organischen Stoffen unter Bildung von Methan wird aufgrund des eingelagerten Inventars aus metallischen Abfällen und Verdampferkonzentraten nicht weiter betrachtet, da diese Stoffe aufgrund der stofflichen Zusammensetzung kein oder nur langsam Methan bilden (ISTec, 2005). Weiterhin sind die hier genannten Explosionsschutzmaßnahmen aufgrund der spezifischen Eigenschaften von Wasserstoff (insbesondere die Mindestzündenergie) auch bei der Anwesenheit von Methan abdeckend. Aus beweissichernden Gründen ist jedoch parallel zur Überwachung der Wasserstoffkonzentration auch die Messung der Methankonzentration vorgesehen.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 73 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

4.6 WEITERE SCHUTZMAßNAHMEN

4.6.1 Schutz vor physikalischen Einwirkungen

Die Rückholung der MAW-Abfälle ist als weitgehend mannloser Betrieb konzipiert. Die physikalischen Einwirkungen beschränken sich daher im Normalbetrieb auf Funkwellen, Magnetfelder, optische und die im Vordergrund stehende ionisierende Strahlung. Die möglichen Einwirkungen von ionisierender Strahlung werden im Kapitel 3.2.2 behandelt.

Über die ionisierende Strahlung hinaus muss bei den Montage-, Installations- und Wartungsarbeiten aber auch mit Lärm- und Schwingungseinwirkungen sowie Gefährdungen durch heiße Medien gerechnet werden. Zusätzlich können Gefährdungen durch Funkwellen, Magnetfelder und optische Strahlung bestehen. Für all diese möglichen Gefährdungen sind die dafür geltenden technischen Regeln geprüft und umgesetzt, zusätzlich wird die Gesundheitsschutzbergverordnung (GesBergV) beachtet.

Im Rückholungskonzept (DMT, 2018) spielen, bedingt durch die geplanten Möglichkeiten der Fernbedienung von Leitständen und Warten aus, Bildschirmgeräte eine herausragende Rolle. Für sie und die Arbeit an ihnen werden spezielle Regeln beachtet. Nach § 13 der GesBergV werden solche sowohl an das Sehvermögen der Beschäftigten als auch an Beschaffenheit und Aufstellung der Bildschirmgeräte, die Umgebung und die Software sowie die Arbeitsorganisation gestellt. Zusätzlich werden die Regelungen der Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) berücksichtigt. Diese Verordnung ist für Arbeitsstätten in Betrieben, die dem Bundesberggesetz unterliegen, für Bildschirmarbeitsplätze anzuwenden.

4.6.2 Schutzmaßnahmen bei einem Lösungszutritt

Für den Fall, dass ein Lösungszutritt bei geöffneter Einlagerungskammer eintritt, muss Vorsorge getragen werden, dass die Lösung nicht ungehindert in die Einlagerungskammer eintreten und zu einer Schadstoffmobilisierung führen kann. Vor Beginn der Herrichtung des Inneren Arbeitsbereiches wird daher eine sogenannte Zugangsstreckensicherung im Inneren Arbeitsbereich vorbereitet (DMT, 2018). Durch die Zugangsstreckensicherung wird die Einlagerungskammer nach bei einem Lösungszutritt so vom restlichen Grubengebäude abgeschottet, dass der Sicherheitszustand der Einlagerungskammern qualitativ vergleichbar mit dem Zustand vor dem Öffnen ist.

4.6.3 Prozessüberwachung und -steuerung

Das Öffnen der ELK 8/511 erfolgt durch Prozesse und Teilprozesse, die zum einen koordiniert und gesteuert, zum anderen aus Betriebs- und Sicherheitsgründen überwacht und zumindest teilweise dokumentiert werden müssen. Die Prozessüberwachung und -steuerung im Rahmen der Rückholung der MAW-Abfälle umfasst die Erfassung, Verarbeitung und Speicherung von Prozess-, Betriebs- und Messdaten. Viele der Teilprozesse werden fernbedient oder automatisiert durchgeführt. Sie werden von Maschinensteuerständen, in denen die Daten der Maschinen und Einrichtungen erfasst und verarbeitet werden, überwacht und gesteuert. Die verarbeiteten Daten werden ggf. in Steuerbefehle umgesetzt und an die Maschinen und Einrichtungen zurückgesendet. Weiterhin kann das Bedienungspersonal an Hand der visualisierten Messdaten notwendige Handlungen manuell ausführen und Maßnahmen veranlassen. Ebenso erfolgt in den Maschinensteuerständen eine Speicherung aller Betriebs- und Messdaten der zugeordneten Maschine bzw. Einrichtung.

Die untertägigen Prozesse werden einem örtlichen Leitstand zugeordnet, in dem die relevanten Daten aus den jeweiligen Maschinensteuerständen sowie aller zusätzlichen, nicht einzelnen Maschi-



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 74 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

nensteuerständen zugeordneten Mess- und Prozessdaten gesammelt werden. Der örtliche Leitstand hat Zugriff auf die Daten der Maschinensteuerstände und kann bei Bedarf übergeordnet in den Prozessablauf eingreifen.

Eine weitere Entscheidungsebene im Bereich der Prozessüberwachung und -steuerung befindet sich über Tage in der Warte. Dort werden ausgewählte Daten und Informationen der örtlichen Leitstände zusammengeführt und gespeichert. In der Warte wird die Kommunikation mit den Arbeitsbereichen und den in den Schleusen befindlichen Personen sowie anderen zentralen Stellen der Schachtanlage Asse II, z. B. der Grubenwehr, sichergestellt. Die Daten der Überwachungseinrichtungen zum Strahlenschutz und zur Bewetterung werden an das Betriebssteuerungs- und Datenmanagementsystem übermittelt. Die Weiterverarbeitung der Daten wird mittels einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) bzw. anderen Regelungs- und Steuerungssystemen für die Warte aufbereitet. Zu diesen Daten gehören z. B.:

- Messwerte zur Überwachung der Radonaktivitätskonzentration,
- Messwerte zur Überwachung der Aktivitätskonzentration von an Schwebstoffe gebundenen Radionukliden,
- Daten der Sonderbewetterung (Volumenstrom, Geschwindigkeit, Druck, Temperatur),
- Gasmesswerte der Wetter z. B. H₂, H₂S, CO, CO₂ und CH₄ und
- Daten automatisierter Ablaufsteuerungen z. B. Transport in der Inneren Schleuse.

Weiterhin werden auch andere spezifische Daten der Schachtanlage Asse II, die nicht der Rückholung zuzuordnen sind, angezeigt und überwacht. Hierzu gehören z. B. Wettermessdaten, Daten der Fördermaschine, Daten von Brandmeldeanlagen, Energieverbräuche und radiologische Messdaten aus allen relevanten Bereichen der Schachtanlage Asse II.

4.6.4 Alarmierung

Bei der Durchführung der Tätigkeiten zur Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle werden verschiedene Maschinen und Geräte eingesetzt. Von diesen laufen Meldungen von Sensoren in den Maschinensteuerständen auf, die bestimmte Betriebszustände (z. B. Drücke, Volumenströme, Bewegungen) messen. Weiterhin sind im Rückholungsbereich Messgeräte integriert, die den Abwetterstrom und die Atmosphäre in den einzelnen Arbeitsbereichen hinsichtlich radiologischer und toxischer Belastung überwachen. Die Signale werden im örtlichen Leitstand, in der Warte und dezentral an den Komponenten bzw. Messgeräten selbst angezeigt und signalisiert.

Bei Auftreten eines anomalen Betriebszustandes oder bei Über- bzw. Unterschreiten von Schwellenwerten erfolgt die Auslösung eines Alarms. Der Alarm kann örtlich begrenzt sein oder den gesamten Bereich betreffen. Die Alarmierung wird in einer gesonderten Anweisung festgelegt.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 75 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

5 ERPROBUNGEN AN KONTAMINATIONSFREIEN MODELLEN (MOCK-UP)

Der Einsatz der für die Rückholung erforderlichen Technik stellt in ihrer Gesamtheit und in Bezug auf einzelne Komponenten unter Tage ein Novum dar. Während bei der Planung der Schleusentechnik auf Erfahrungen aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen zurückgegriffen werden kann, ist für die Bergetechnik ein nennenswerter Entwicklungsaufwand zu leisten. Hierbei sind neben der technischen Umsetzung der Bergetechnik hinsichtlich Konstruktion und Festigkeit auch sicherheitstechnische Aspekte wie die Störfallsicherheit und die technische Auslegung der einzelnen Bauteile zu betrachten. Insbesondere der Handhabungsprozess an den zu bergenden radioaktiven Abfällen ist noch im Detail zu entwickeln.

Aus diesem Grund werden die verschiedenen Prozesselemente, Teilprozesse und Prozesse an kontaminationsfreien Modellen (Mock-up) im Maßstab 1:1 übertägig oder in geeigneten untertägigen Bereichen erprobt.

Das Mock-up wird bereits unmittelbar nach Abschluss der Planungen der technischen Einrichtungen aufgebaut. Zu diesem Zeitpunkt werden noch keine technischen Geräte zur Verfügung stehen, die für die Rückholung eingesetzt werden sollen, allerdings kann auf Basis der bis zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Erkundungsergebnisse die ELK 8a/511 maßstabsgerecht aufgebaut werden. Neben den räumlichen Abmessungen der Einlagerungskammer kann auch bereits deren Innereinrichtung erfolgen. Beispielhaft sind hier das Aufbringen des Bodenbelages (Salzgrus), die Modellierung der Bodenfläche (Nachbildung des Höhenprofils, eventuelles Lockermaterial auf der Sohle) und die Darstellung des Gebindekegels mit beispielsweise betongefüllten Rollreifenfässern. Die Einlagerungskammer wird dann bei Vorliegen weiterer Erkundungsergebnisse weiter ausgebaut und detailreicher gestaltet. Sobald die ersten Maschinen und Geräte geliefert sind, beginnt der Betrieb am Mock-up. So wird zum Beispiel die Handhabung der Gebinde mittels verschiedener Greifeinrichtungen erprobt. Diese können bereits genutzt werden, bevor das eigentliche Bergegerät geliefert ist. Somit kann die Greiftechnik bereits ausgiebig an einem inaktiven Modell unter realistischen Randbedingungen getestet und optimiert werden. Sobald das Bergegerät zur Verfügung steht, wird das Zusammenspiel zwischen Greifgerät, den anderen Komponenten und den zu bergenden Gebinden in der geplanten Konstellation erprobt.

Vor dem Beginn der Rückholung

Im Rahmen des Mock-up werden neben der Erprobung der einzelnen Geräte und Bauteile sowie deren Zusammenspiel im Rahmen des Betriebes der Rückholung auch die unterschiedlichen Arbeitsabläufe erprobt. Diese Erprobung dient einerseits dazu, das Bedienpersonal für die Durchführung einer sicheren und schnellen Rückholung zu schulen, und andererseits die Abläufe für die Inbetriebnahme, den Betrieb und den Rückbau anhand eines radioaktivitätsfreien Modells für die jeweilige Abnahme durch die Sachverständigen darzustellen.

Zu der Erprobung gehören neben der Ausbildung und Training des Personals für den Normalbetrieb und den anomalen Betrieb auch die Ausbildung für das Verhalten bei möglichen Störfällen. Dabei werden neben der technischen Durchführung der eigentlichen Rückholung auch das mitgeltende Regelwerk wie betriebliche Vorschriften und Dokumentationsunterlagen erstellt. Beispielsweise werden Unterlagen für Betrieb und Inbetriebnahme wie Arbeitsanweisungen, Prüfanweisungen oder auch Inbetriebsetzungsprogramme anhand der geplanten Arbeitsabläufe an den originalgetreuen Maschinen und Geräten zusammengestellt und optimiert.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 76 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Während der Rückholung

Eine weitere bedeutende Funktion kommt dem Mock-up in Bezug auf die Ermittlung von Ursachen beim Versagen von Geräten, Maschinen oder Bauteilen bzw. bei Betriebsstörungen zu. Im Rahmen des Probetriebes wird bei technischen Störungen am Mock-up eine umfangreiche Analyse der Ursachen durchgeführt. Diese Ursachenanalyse dient dazu, mögliche Fehlerquellen zu erkennen und zu beseitigen sowie ein nochmaliges Auftreten vergleichbarer Fehler zu vermeiden.

Zur Beseitigung von Betriebsstörungen insbesondere an Geräten und Maschinen, die sich innerhalb der Einlagerungskammer befinden oder die sich in Bereichen mit potenziell hoher Dosisleistung befinden (wie beispielsweise ein technischer Defekt an der Umverpackungsschleuse beim Durchschleusen einer beladenen Umverpackung) ist aufgrund der hohen Dosisleistung der Einsatz von Personal möglicherweise nicht möglich. In solchen Fällen muss die Störungsbeseitigung fernbedient erfolgen. Die für diese Störungsbeseitigung erforderliche Technik wird am Mock-up erprobt. Auch die detaillierte Durchführung von Störungsbeseitigungen wird, unabhängig davon, ob diese fernbedient oder durch den Einsatz von Personal vor Ort erfolgt, am Mock-up simuliert und optimiert. Auf diese Weise kann die Störungsbeseitigung unter Tage sicher und effizient durchgeführt werden.

In Bezug auf mögliche Änderungsmaßnahmen an den bereits im Einsatz unter Tage befindlichen Geräten werden am Mock-up die erforderlichen Änderungen durchgeführt und für das entsprechende Änderungsverfahren technisch beschrieben. Zusätzlich werden die Änderungen am Mock-up den Sachverständigen der zuständigen Genehmigungs- und/oder Aufsichtsbehörden bereits vor ihrer endgültigen Umsetzung unter Tage vorgeführt. Auf diese Weise kann das erforderliche Änderungsverfahren verkürzt werden.

Eine weitere Funktion kann das Mock-up als kurzfristig verfügbares Ersatzteillager erfüllen. Sollte es zu einem technischen Defekt an den unter Tage eingesetzten Geräte kommen, welcher eine Reparatur nicht zulässt, können kurzfristig die im Mock-up verwendeten Geräte eingesetzt werden. Für das Mock-up müssen dann entsprechende Ersatzgeräte beschafft werden.

Nach der Rückholung

Sobald die Rückholung beendet ist, soll die ELK 8a/511 verfüllt werden. Für diese Verfüllung kann am Mock-up die erforderliche Technik sowie die möglichen Zugangspunkte bestimmt werden. Mit Hilfe des Mock-up können somit die Verfüllmaßnahmen optimiert werden.

Sonstige Nutzung

Das Mock-up wird von der Planungsphase bis zur Verfüllung der Einlagerungskammer während des gesamten Prozesses der Rückholung kontinuierlich erweitert und in seiner Funktionalität verbessert. Somit bildet es jederzeit den aktuellen Kenntnisstand über den Zustand der ELK 8a/511 und den Stand der unter Tage eingesetzten Technik ab. Somit kann das Mock-up auch dazu dienen, der interessierten Öffentlichkeit die technische Durchführung der Rückholung zu visualisieren und den Stand der Rückholung zu präsentieren.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 77 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

6 MAßNAHMEN NACH BEENDIGUNG DER RÜCKHOLUNG

Die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 ist beendet, wenn sämtliche als eingelagerte radioaktive Abfälle erkennbare Stoffe aus der Einlagerungskammer entfernt worden sind. In der Einlagerungskammer verbliebene Kontaminationen an den Stößen, der Firste, auf der Sohle und im Haufwerk werden im Rahmen einer abschließenden gammaspektrometrischen Messung und auf Basis von Kontaminationsmessungen am Haufwerk bilanziert. Das in der Einlagerungskammer verbliebene Aktivitätsinventar wird in den Datensatz (Kontaminationskataster) zur Führung des Langzeitsicherheitsnachweises für die Schließung der Schachtanlage Asse II aufgenommen. Anschließend erfolgt eine qualitätsgerechte Verfüllung der ELK 8a/511.

Die Führung des Langzeitsicherheitsnachweise erfolgt nicht separat für die ELK 8a/511, da hierfür die Betrachtung des gesamten in der Schachtanlage Asse II verbleibenden Aktivitätsinventars erforderlich ist. Somit wird dieser übergeordnet für die Gesamtanlage geführt und ist nicht Teil der Planung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511.

Nach der Verfüllung der ELK 8a/511 erfolgt der Rückbau der Schleusenbauwerke. Dabei werden durch begleitende Kontaminationsmessungen an den Materialien, Geräten und Maschinen, die den potenziell kontaminierten Bereich verlassen, den Betrieb einer Abwetterfilteranlage und ggf. Dekontaminationsmaßnahmen das Risiko einer Kontaminationsverschleppung aus den verbleibenden noch offen stehenden Bereichen zwischen ELK 8a/511 und der Inneren Schleuse reduziert. Die weiteren Strahlenschutzmaßnahmen werden auf den Einzelfall angepasst.

Aktivitätsfreisetzungen in die Umgebung, die auf die Tätigkeiten nach Beendigung der Rückholung zurückzuführen sind, erfolgen aufgrund des geringen Freisetzungspotenzials von radioaktiven Stoffen aus den verbleibenden Oberflächen und dem Haufwerk einerseits und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen (Abwetterfilterung, Kontaminationsmessungen, Dekontaminationsmaßnahmen) andererseits nur in einem geringen Maße, welches durch die geplanten genehmigten Ableitungen aus der Schachtanlage Asse II in die Umgebung abgedeckt sein wird. Die Aktivitätsfreisetzungen sind weiterhin auf den Zeitraum zwischen der Beendigung der Rückholung und dem Verfüllen der ELK 8a/511 bzw. der benachbarten Kammerzugangsstrecke begrenzt. Eine störfallbedingte Freisetzung ist nach der Beendigung der Rückholung nicht zu besorgen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 78 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

7 ENTSORGUNGSKONZEPT

Im Rahmen der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 fallen verschiedene Arten von Reststoffen an. Diese sollten vorrangig verwertet werden. Dabei muss beachtet werden, dass diese Reststoffe nach Art und Herkunft mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sein können.

Die Entsorgung der rückgeholt Abfälle wurde auftragsgemäß nicht betrachtet. Im Folgenden werden nur die Entsorgung von potenziell radioaktiven Stoffen bzw. radioaktiven Stoffen beschrieben. Die Entsorgung konventioneller Abfälle erfolgt auf Basis des bestehenden Regelwerkes.

Das bei der Auffahrung der Vorrichtungsstrecke und den Infrastrukturräumen im Zielbereich anfallende Haufwerk wird in Bereichen gewonnen, welche keinen Kontakt zu den eingelagerten radioaktiven Abfällen haben. Daher kann dieses Material uneingeschränkt gemäß dem geltenden Regelwerk (z.B. Strahlenschutzfachanweisung zur Herausgabe (BfS, 2012)) auf der Schachtanlage Asse II weiterverwendet werden. Gleiches gilt auch für das Haufwerk, welches im Zuge der Auffahrung der Ausrichtungsstrecke bis kurz vor den Durchstoß zur ELK 8a/511 anfällt. Die Verwertung dieses Haufwerks ist nicht Bestandteil des Entsorgungskonzeptes.

Das Haufwerk hingegen, welches während des Durchstoßes in die ELK 8a/511 anfällt oder sich bereits in der ELK befindet, muss eventuell aufgrund vorhandener Kontaminationen oder auch aufgrund der Materialeigenschaften entsorgt werden.

Weiterhin fallen während des Rückholbetriebes weitere radioaktive Reststoffe wie z. B. defekte Maschinen oder Anlagenteile, kontaminierte Filter, Dekontaminationslösungen, Schutzkleidungen an. Gemäß § 9a AtG Abs. 1 hat der Betreiber einer Anlage dafür zu sorgen, dass zum Schutz der Allgemeinheit „anfallende radioaktive Reststoffe sowie ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile [...] schadlos verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden.“

Ziel dieses Konzeptes zur Entsorgung und Freigabe ist es, die jeweils möglichen Entsorgungswege darzustellen, um die Einhaltung der Schutzziele aus dem AtG und dem StrlSchG (Schutz von Mensch und Umwelt bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle, Minimierung radioaktiver Abfälle, siehe Kapitel 3) sicherzustellen. In § 9a AtG sind die Entsorgungswege der schadlosen Verwertung und der geordneten Beseitigung von radioaktiven Reststoffen als radioaktiver Abfall vorgeschrieben. Die Herausgabe von nachweislich nicht kontaminierten oder aktivierten Reststoffen, die aber einer Entlassung aus der atomrechtlichen Aufsicht bedürfen, wird dabei in die Betrachtung eingeschlossen (siehe Abbildung 7-1).

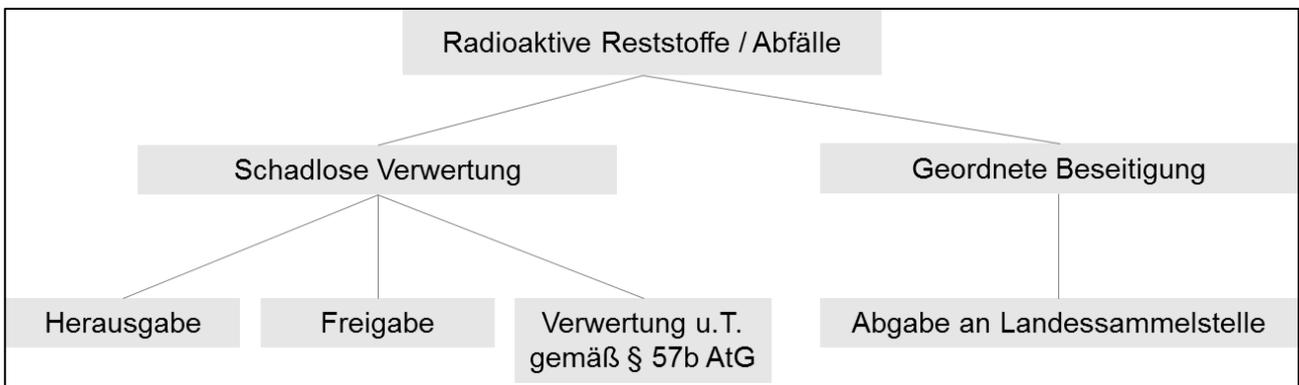


Abbildung 7-1: Grundsätzliche Entsorgungswege für radioaktive Reststoffe und Abfälle



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 79 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Unter einem Entsorgungsweg wird in diesem Konzept der mögliche Weg eines Reststoffes vom Beginn seiner Entstehung bis zum Abschluss der schadlosen Verwertung (Entlassung aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes oder Wiederverwertung in diesem Regelungsbereich) oder bis zur geordneten Beseitigung (Abgabe an eine zur Entsorgung qualifizierte Stelle wie z. B. die Landessammelstelle oder ein Endlager) verstanden.

7.1 GENERELLER UMGANG MIT RESTSTOFFEN

Die Maßnahmen zur Minimierung der Mengen radioaktiver Reststoffe sind grundsätzlich wie folgt:

- Festlegung der optimalen Entsorgungswege,
- Auswahl geeigneter und industriereprobter Verfahren und Geräte zur Vermeidung des Anfalls von zusätzlichen Reststoffen durch Reparaturen, Austausch, Wartung usw.,
- Dekontamination von Maschinen, Geräten und Anlagenteilen und
- Minimierung der in den Kontrollbereich einzubringenden Materialien.

Infolge der seit der Einlagerung vergangenen Zeit von mehr als 40 Jahren ist der Benefit durch eine Abklinglagerung (ESK, 2015) am Standort durch den Zerfall der kurzlebigen Nuklide wie Co-60 weitgehend verbraucht. Eine weitere signifikante Reduzierung des Aktivitätsinventars bis zum Zeitpunkt der Rückholung ist nicht zu erwarten, daher wird eine Minimierung der Abfälle durch Abklinglagerung im Entsorgungskonzept nicht weiter betrachtet.

Das Konzept soll in Abstimmung mit den Verfahrensbeteiligten eine ausreichende Planungssicherheit ermöglichen und im weiteren Planungsverlauf als Grundlage für eine Antragsunterlage dienen, in der das Verfahren zur Entsorgung und Freigabe von Stoffen, die während der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 anfallen, beschrieben wird.

Weiterhin muss der Rückbau und die Entsorgung der technischen Einrichtungen aus der Einlagerungskammer nach Beendigung der Rückholung betrachtet werden.

Die Entsorgung der aus der Einlagerungskammer geborgenen radioaktiven Abfälle (Gebinde, Gebindebruchstücke, ausgetretene Abfälle usw.) erfolgt erst nach einer Konditionierung über Tage und ist auftragsgemäß nicht Teil dieses Konzeptes.

7.2 SCHADLOSE VERWERTUNG

Zur schadlosen Verwertung (z. B. von Haufwerk, Maschinen, Verbrauchsmaterialien usw.) bestehen die folgenden drei Möglichkeiten:

1. Herausgabe,
2. Freigabe und
3. Verwertung unter Tage.

Diese drei Möglichkeiten werden im Folgenden weiter beschrieben.

7.2.1 Herausgabe

Die Herausgabe kann für Stoffe aus Bereichen angewendet werden, bei denen aufgrund der Betriebshistorie und der Nutzung eine Kontamination oder Aktivierung nachweislich ausgeschlossen ist. Bestehen Zweifel an der Kontaminations- und Aktivierungsfreiheit, wird diese durch eine geeignete stichprobenhafte Messung nachgewiesen. Art und Umfang dieser Stichproben sind im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren festgelegt. Nach Durchführung der festgelegten Vorgehensweise endet die atomrechtliche Aufsicht, ohne dass es eines Freigabebescheides nach § 33 StrlSchV bedarf.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 80 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Für Stoffe, die innerhalb eines Kontrollbereiches verwendet wurden oder dort entstanden sind bzw. bei denen Überschreitungen der für die Herausgabe betrieblich festgelegten Werte festgestellt worden sind, ist eine Herausgabe nicht möglich. Diese Stoffe sind radiologisch zu charakterisieren und den anderen Entsorgungswegen der schadlosen Verwertung oder der geordneten Beseitigung entsprechend zuzuführen.

In der Schachtanlage Asse II besteht Kontaminationsverdacht für Stoffe, die aus Strahlenschutzbereichen oder von Verdachtsflächen, bei denen die Abdeckung einer bekannten Kontamination durch Tätigkeiten beeinträchtigt wurde, stammen oder die dem generellen Kontaminationsverdacht auf H-3 oder Pb-210 unterliegen. Hierzu sind die Auflage 14 der Genehmigung 1/2010 (NMU, 2010) und die Regelungen der Strahlenschutzfachanweisung STS-FAW-016 (BfS, 2012) zu beachten.

7.2.2 Freigabe

Die Strahlenschutzverordnung definiert den Begriff der Freigabe als einen Verwaltungsakt, der die Entlassung von Stoffen aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes als nicht radioaktive Stoffe bewirkt. Dies sind radioaktive Stoffe wie bewegliche Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteile, die aktiviert oder mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind und die aus Tätigkeiten nach § 4 StrlSchG Abs. 1 stammen.

Die Voraussetzungen für die Freigabe sind in den §§ 31-42 StrlSchV geregelt. Festlegungen zur Durchführung erfolgen im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren. Die freigegebenen Reststoffe werden als Abfälle nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) behandelt.

Der Entsorgungsweg der Freigabe wird nach uneingeschränkter und spezifischer Freigabe unterschieden.

Uneingeschränkte Freigabe

Bei der uneingeschränkten Freigabe erfolgt die Freigabe der Reststoffe ohne Zweckbestimmung, d. h., die Reststoffe können ohne Einschränkungen nach den Regelungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) verwendet werden und benötigen keinen Annahmenachweis eines geeigneten Verwertungsbetriebes.

Einzelheiten für die uneingeschränkte Freigabe sind im § 35 StrlSchV geregelt. Es sind die Freigabewerte der Anlage 4, Tabelle 1, Spalte 3 ggf. in Verbindung mit Spalte 5 und die Festlegungen der Anlage 8 der StrlSchV einzuhalten.

Spezifische Freigabe

Bei der spezifischen Freigabe erfolgt die Freigabe mit einer Zweckbestimmung zur Abgabe an einen Entsorgungsbetrieb (konventionelle Deponie, Verbrennungsanlage, Versatzbergwerk oder Einschmelzbetrieb). Das Verfahren zur Abgabe von diesen freigegebenen Stoffen ist detailliert reglementiert. Eine Verwertung oder Wiederverwendung außerhalb des konkret vorgesehenen Entsorgungsweges ist nicht zulässig. Die spezifische Freigabe erfordert einen Annahmenachweis des Betreibers der Verwertungs- und Beseitigungsanlage (z. B. Deponie bzw. Verbrennungsanlage).

Einzelheiten für die spezifische Freigabe sind im § 36 StrlSchV geregelt. Es sind die Freigabewerte der Anlage 4, Tabelle 1, Spalten 6-14 ggf. in Verbindung mit Spalte 4 und die Festlegungen der Anlage 8 der StrlSchV einzuhalten. Darüber hinaus können gesonderte Freigabewerte beantragt werden, wenn ein Nachweis erbracht wird, dass für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von 10 µSv im Kalenderjahr auftreten kann (§ 37 StrlSchV).



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 81 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

7.2.3 Verwertung unter Tage

Die Verwertung von radioaktiven Reststoffen ist eine gängige Vorgehensweise in kerntechnischen Anlagen. Verwertete Reststoffe verbleiben dabei weiterhin in der atomrechtlichen Aufsicht. Gemäß der Empfehlung der Strahlenschutzkommission (SSK) zur Freigabe von Materialien, Gebäuden und Bodenflächen mit geringfügiger Radioaktivität ist vor der Freigabe zu prüfen, ob eine Wiederverwendung oder Verwertung ggf. im kerntechnischen Bereich unter zumutbaren Bedingungen möglich ist (Strahlenschutzkommission (SSK), 1998).

Die Verwertung unter Tage von kontaminiertem Haufwerk als radioaktiver Reststoff soll in den Grenzen und auf Grundlage des § 57b AtG erfolgen. Die in der Schachtanlage Asse II verwerteten radioaktiven Reststoffe müssen dann nicht weiter als Reststoff geführt werden, sind aber im Rahmen des Nachweises zur Schadensvorsorge für die Langzeitsicherheit im Rahmen eines Kontaminationskatasters zu berücksichtigen.

Die Verwertung unter Tage in der Schachtanlage Asse II ist in diesem Konzept sowohl für herausgegebenes Haufwerk, als auch für kontaminiertes Haufwerk vorgesehen. Dabei ist auch für kontaminiertes Haufwerk, das gem. § 31 StrlSchV freigebbar wäre, kein vorgeschaltetes Freigabeverfahren, sondern eine Verwertung als radioaktiver Reststoff vorgesehen. Dabei wird für die Eintragung im Kontaminationskataster der gemessene Wert der Aktivität herangezogen. Ein erforderlicher Langzeitsicherheitsnachweis zur Schadlosigkeit der Verwertung unter Tage wird im Rahmen dieses Konzepts allerdings nicht weiter betrachtet.

7.3 GEORDNETE BESEITIGUNG

Radioaktive Reststoffe, die nicht der in Kapitel 7.2 beschriebenen schadlosen Verwertung zugeführt werden können, müssen gemäß § 9a AtG als radioaktive Abfälle deklariert werden und sind geordnet zu beseitigen. Hierbei besteht gemäß § 5 der atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) die Verpflichtung zur Ablieferung an die zuständige Landessammelstelle. Es kann aber auch ein externer Dienstleister mit der Konditionierung der radioaktiven Abfälle entsprechend den Annahmbedingungen eines Endlagers und zur Bereitstellung für die spätere Endlagerung beauftragt werden.

7.4 RESTSTOFFSTRÖME

7.4.1 Haufwerk

Im Zuge der Auffahrung der Ausrichtungstrecke in die Einlagerungskammer fällt Haufwerk an. Dieses wird zu großen Teilen nicht kontaminiert sein, da das Gebirge um die ELK 8a/511 im Vergleich zu den Einlagerungskammern auf der 725-m-Sohle und der 750-m-Sohle relativ intakt ist und, anders als in den LAW-Einlagerungskammern, in der ELK 8a/511 kein Radium und nur vergleichsweise wenig Tritium eingelagert worden ist. Somit sind auch keine Radonfolgeprodukte in radiologisch relevanten Mengen aus den eingelagerten Abfällen in das Gebirge eingedrungen. In Bezug auf Tritium ist zu prüfen, in wie weit dieses Radionuklid als tritiiertes Wasserdampf bzw. Wasser (HTO) in die Stöße, Firste und Sohle der ELK 8a/511 eingedrungen ist. Bedingt durch die Einlagerungstechnik haben weiterhin die eingelagerten Gebinde wahrscheinlich auch keinen direkten Kontakt zu den Kammerstößen. Somit ist auch nicht davon auszugehen, dass auf diesem Weg radioaktive Stoffe in das Gebirge eingedrungen sind.

Daher ist im überwiegenden Teil des Haufwerks, welches im Zuge der Auffahrung der Ausrichtungstrecke anfällt, nicht mit Kontaminationen durch radioaktive Stoffe zu rechnen. Dieses Haufwerk kann nach einer Herausgabe unter Tage verwertet werden, sofern das Haufwerk stofflich dafür geeignet ist.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 82 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Im Gegensatz dazu ist an dem Haufwerk, welches unmittelbar während der Erstellung des Durchstoßes in die Kammer entsteht, mit Kontaminationen zu rechnen. Diese Annahme begründet sich neben dem möglicherweise in die Stöße eingedrungenen HTO auf den radiologischen Befunden am Abwetterfilter. Es ist davon auszugehen, dass sich auf den Stößen radioaktiv kontaminierte Partikel abgelagert haben. Solches kontaminiertes Haufwerk kann nicht herausgegeben werden. Das Haufwerk kann jedoch nach Zustimmung der zuständigen Behörden ggf. auch unter Tage verwertet werden (siehe Kapitel 7.2.3), sofern nach erfolgter Kontaminationsmessung feststeht, dass die vorhandene Aktivität dies zulässt und die stoffliche Eignung gegeben ist. Gleiches gilt auch für das Haufwerk innerhalb der Einlagerungskammer, welches sich bereits zum Zeitpunkt der Einlagerung in der ELK 8a/511 befand. Dieses kann durch die aus den Gebinden austretenden Abfällen (Schwebstoffe und feste Abfälle) sowohl mit radioaktiven Stoffen als auch Schadstoffen wie Bitumen kontaminiert sein. In diesem Fall kann eine Verwertung unter Tage aus radiologischer Sicht möglich sein, die stofflichen Eigenschaften lassen eine Verwertung jedoch nicht zu.

Daher ist ein Abgrenzungsverfahren mit entsprechenden messbaren Kriterien zur Unterscheidung zwischen kontaminiertem Haufwerk in der Einlagerungskammer und losen, aus Gebinden ausgetretenen, eingelagerten Abfällen zu entwickeln. Während das Haufwerk auf Basis des Nachweises einer schadlosen Verwertung möglicherweise in der Einlagerungskammer verbleiben kann, müssen die Abfälle, die auch als eingelagerte Abfälle erkennbar sind, gemäß dem gesetzlichen Auftrag zurückgeholt werden.

Kontaminiertes Haufwerk, das aus stofflichen Gründen oder mangels Bedarf nicht unter Tage verwertet werden kann, kann bei entsprechender radiologischer Eignung der Freigabe zugeführt werden oder muss als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden.

Weiterhin wird im Rahmen der weiteren Planungen festgelegt, in welchem Umfang und nach welchen Kriterien das in der Einlagerungskammer verbleibende kontaminierte Haufwerk im Hinblick auf den zu führenden Langzeitsicherheitsnachweis radiologisch zu charakterisieren ist.

7.4.2 Sonstige Reststoffe

Im Zuge der Rückholtätigkeiten werden neben dem Haufwerk auch andere Abfallströme anfallen. Dieser Reststoffstrom setzt sich zum einen aus sehr vielfältigen, flüssigen und festen Mischabfällen wie beispielsweise Dekontaminationslösungen, Verbrauchsmaterialien wie Schutzkleidung oder Putzlappen, kontaminierte Filterzellen, defekten Maschinen- oder Geräteteilen zusammen. Weiterhin müssen auch Großkomponenten wie defekte Fahrzeuge oder Bergegeräte, die im Einsatz in der Einlagerungskammer kontaminiert worden sind, betrachtet werden.

Für diese sonstigen Reststoffe müssen entsprechende Entsorgungswege vorhanden sein. Im Einzelnen können die Reststoffe entweder der schadlosen Verwertung über eine Herausgabe oder über eine Freigabe zugeführt werden. Sollte dies nicht möglich sein, erfolgt eine geordnete Beseitigung im Rahmen der Ablieferung an eine zur Entsorgung berechtigten Stelle. Im Rahmen der Entwurfsplanung der Rückholung wird geprüft, in wie weit bereits vorhandene Regelungen bspw. auf Basis des zu den bestehenden Genehmigungsbescheiden gehörenden Regelwerkes für die Entsorgung genutzt werden können bzw. als Basis für neu zu erstellende Regeln dienen können.

7.5 UMGANG MIT INTAKTEN GERÄTEN UND MASCHINEN

Voraussichtlich müssen nach Beendigung der Bergungsarbeiten die in der ELK 8a/511 eingesetzten Geräte und Maschinen ggf. aus dieser Einlagerungskammer herausgebracht werden. Hierzu gehören neben der Berge- und Handhabungstechnik auch die Schleuse inklusive der Verpackungstechnik sowie die Entstaubungs- und Bewetterungstechnik.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 83 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Eine Weiternutzung der für die Rückholung aus der ELK 8a/511 genutzten Geräte und Maschinen für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus den Einlagerungskammern auf der 725-m-Sohle und der 750-m-Sohle ist grundsätzlich möglich. Da bisher jedoch keine ausreichende Planungstiefe für die Ausführung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle an der 725-m- und 750-m-Sohle vorliegt, können in diesem Konzept keine Aussagen zur Möglichkeit der Weiternutzung getroffen werden.

Allerdings soll dieser Aspekt im Zuge der weiteren Rückholungsplanungen berücksichtigt werden. Sollte eine Weiternutzung nicht möglich sein, müssen die Geräte und Maschinen entsorgt werden. Die Entsorgung der Maschinen und Geräte kann entweder in einem Stück erfolgen, sofern eine Förderung nach über Tage möglich ist und ein kontaminationsfreier Transport durch eine entsprechende Verpackung gegeben ist, oder es kann alternativ eine Dekontamination sowie Demontage der Geräte und Maschinen bspw. innerhalb der Schleuse erfolgen. Im Anschluss an diese Tätigkeiten und nach Durchführung weiterer Dekontaminationsarbeiten können die einzelnen Bauteile als radioaktiver Abfall einer geordneten Beseitigung oder der Freigabe zugeführt werden.

7.6 UMSETZUNG DES ENTSORGUNGSKONZEPTES

Für die Entsorgung der radioaktiven Reststoffe ist gemäß den Vorgaben des § 9a AtG und entsprechenden Verordnungen ein Entsorgungskonzept zu erstellen. Hierbei sind besondere Bedingungen bzgl. der sehr begrenzten räumlichen Kapazität am Standort zur Lagerung unter und über Tage zu berücksichtigen.

Betriebliche Reststoffe können gemäß den bestehenden betrieblichen Regelungen entsorgt werden.

Zur Einhaltung der Schutzziele (Schutz von Mensch und Umwelt bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle, Minimierung radioaktiver Abfälle) wird für Haufwerk mit einer spezifischen Aktivität bis zum Zehnfachen der Freigrenzen gemäß Tabelle 1 Spalte 3 der Anlage 4 StrlSchV vorrangig eine Verwertung unter Tage auf Grundlage des § 57b AtG vorgesehen. Das Gesetz zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachtanlage Asse II bewirkt hierbei durch die Neufassung des § 57b AtG Abs. 5 Satz 2 eine Verfahrensbeschleunigung, indem für eine Verwertung im Rahmen der oben genannten radiologischen Werte auf ein zeitintensives Genehmigungsverfahren verzichtet wird und nur eine Anzeigepflicht besteht. Eine radiologische Charakterisierung muss hierbei zwingend bereits unter Tage erfolgen, um die Verwertung unter Tage nutzen zu können. Ist Haufwerk stofflich geeignet und besteht Bedarf zur Verwertung unter Tage, kann dieses Haufwerk ohne vorgeschaltetes Freigabeverfahren z. B. bei der Stabilisierung des Grubengebäudes verwertet werden. Der Nachweis der Schadensvorsorge für die Langzeitsicherheit ist im Planfeststellungsbeschluss für die Stilllegung der Schachtanlage Asse II für dieses Haufwerk zu führen. Sollte die radiologische Charakterisierung zeigen, dass das Haufwerk freigabefähig ist, kann bei Bedarf auch eine Freigabe erfolgen.

Die radiologische Charakterisierung ist auch Basis für die Freigabe im Sinne des § 31 StrlSchV von Haufwerk, welches mangels stofflicher Eignung oder Bedarfes nicht unter Tage verwertet werden kann.

Die Abgabe freigegebener radioaktiver Reststoffe muss durch entsprechende Annahmeerklärungen eines geeigneten Entsorgungsbetriebes (spezifische Freigabe) bzw. durch die Möglichkeit zur Verwertung außerhalb des Regelungsbereiches des AtG (uneingeschränkte Freigabe) abgesichert werden.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 84 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Die Abgabe radioaktiver Abfälle zur geordneten Beseitigung ist an eine zur Entsorgung berechnigte Stelle abzugeben und soll zur Vermeidung großer Lagerkapazitäten auf der Schachtanlage Asse II zeitnah erfolgen.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 85 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

8 ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegenden Sicherheits- und Nachweiskonzept beschreibt, welche atom- und bergrechtlichen Vorgaben aus dem entsprechenden Regelwerk wie dem Atomgesetz (AtG), dem Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und dem Bundesberggesetz (BBergG) sowie den dazugehörigen untersetzenden Regelwerken einzuhalten sind. Es wird gezeigt, wie die Sicherheits- und Schutzziele aus dem Regelwerk erreicht werden, und somit die Erfüllung der Genehmigungsvoraussetzungen nachgewiesen wird. Für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 ist voraussichtlich aufgrund des eingelagerten Kernbrennstoffinventars eine Genehmigung nach § 9 AtG erforderlich. Diese hat, sofern dies gemäß § 57b AtG beantragt wurde, eine konzentrierende Wirkung und beinhaltet neben den reinen atomrechtlichen Anforderungen auch Vorgaben aus anderen Rechtsbereichen wie bspw. dem Bergrecht.

Somit muss der Antrag auf die Genehmigung neben den atom- und strahlenschutzrechtlichen Anforderungen auch die Anforderungen aus anderen Rechtsbereichen, vor allem dem Bergrecht, erfüllen.

Zur Einhaltung der Sicherheits- und Schutzziele wird der Prozess der Rückholung auf mögliche Risiken und Gefahren untersucht. Auf Basis der einzelnen für die Rückholung der eingelagerten Gebinde aus der ELK 8a/511 erforderlichen Prozessschritte ergibt sich eine Ereignisliste, in der die wesentlichen Ereignisse, die zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in das Grubengebäude oder auch in die Umgebung führen können, aufgeführt sind. Aus diesen Ereignissen leiten sich entsprechende Vorsorgemaßnahmen ab, mit denen die radiologischen Auswirkungen der Freisetzung radioaktiver Stoffe auf die Umgebung begrenzt wird. Darauf aufbauend ist eine Abschätzung erforderlich, in wie weit die vorgesehenen Vorsorgemaßnahmen sowohl die Ableitungen als auch die störfallbedingten Freisetzungen so weit begrenzen, dass die Grenzwerte für die Bevölkerung in beiden Szenarien eingehalten werden können. Unter den Annahmen der Konzeptplanung zeigt sich, dass für die Bevölkerung sowohl der Grenzwert für die Ableitungen über den Luftpfad als auch für die Körperdosis durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung eingehalten werden.

Neben der Begrenzung der Freisetzung bzw. Ableitung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zur Reduzierung der radiologischen Auswirkungen auf das Personal und die Bevölkerung sind in diesem Sicherheits- und Nachweiskonzept weitere Maßnahmen beschrieben, die den Schutz des Personals vor radiologischen Risiken und bergbaulichen Gefahren sicherstellen und Gefährdungen für das Personal hieraus vermeiden. Hinzu kommen die hierfür erforderlichen technischen und administrativen Maßnahmen.

Der Nachweis der Funktionsfähigkeit der bisher in dieser Zusammenstellung einmalige Technik für die Rückholung der radioaktiven Abfälle wird vor Beginn der Rückholung im Rahmen eines kontaminationsfreien Modells (Mock-up) intensiv erprobt. Im Rahmen dieser Erprobungen wird nachgewiesen, dass mit der eingesetzten Technik die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 sowohl für die Bevölkerung als auch das Personal sicher durchgeführt werden kann.

Zur Vervollständigung der konzeptionellen Überlegungen für den Genehmigungsantrag wird die Vorgehensweise zur Führung des Nachweises der ordnungsgemäßen Beseitigung der im Zuge der Rückholung anfallenden betrieblichen radioaktiven Reststoffe aufgezeigt. Hierbei werden diese Reststoffe entweder schadlos verwertet oder einer geeigneten Beseitigung zugeführt. Von den Betrachtungen zur Entsorgung explizit ausgenommen sind auftragsgemäß die aus der ELK 8a/511 geborgenen radioaktiven Abfälle, da deren Verbleib im Rahmen eines anderen Projektes betrachtet wird.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 86 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

9 LITERATURVERZEICHNIS

- Assekat 9.2. (2010). *Datenbank Assekat Version 9.2 Stand: 02.02.2010, hier: Auswertung der Inventardaten der ELK 8a/511m zum Stichtag 01.01.2028.*
- Bergbehörden. (2011). *Leitfaden für den Einsatz von gleislosen Fahrzeugen im Untertagebergbau.* Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Clausthal-Zellerfeld unter Mitarbeit der Bergbehörden Hessens, Sachsen-Anhalts und Thüringens, Erarbeitet von den Bergbehörden der Bundesländer Hessens, Niedersachsen, Sachsen-Anhalts, Thüringens und der Bezirksregierung Arnsberg.
- BfS. (2010). *Brandschutz der Schachtanlage Asse II, Stand: 11.11.2010.* BfS-KZL: 9A/66400000/ND/RB/0001/01.
- BfS. (2011). *Notfallplan für Vorhersehbare Ereignisse (Gemäß § 11 Abs. 1 Nr. 6 ABergV) und Brandschutzplan über Maßnahmen und Einrichtungen zum Brandschutz (Gemäß Anhang 1 Nr. 1.4.5 ABergV) sowie Rettungspläne (Gemäß § 201A ABVO) der Schachtanlage Asse II [...].* BGE-Asse-KZL: 9A/61000000/RWN/NC/LA/0001/01.
- BfS. (2012). *STS-FAW-016 Herausgabe von Stoffen aus der Schachtanlage Asse II, Stand: 13.09.2012.* BfS-KZL: 9A/65170000/LRA/J/0011/04.
- BfS. (2015). *Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II Hier: Kritikalitätssicherheit bei der Faktenerhebung Schritt 2 und Schritt 3, Stand: 01.06.2015.* BfS-KZL: 9A/23400000/GHB/RZ/0050/00.
- BfS. (2015a). *Strahlenschutzordnung der Schachtanlage Asse II, Stand 22.01.2015.* BfS-KZL: 9A/65210000/LRA/JD/0001/04.
- BfS. (2016). *Alarmplan, Stand: 18.11.2016.* BfS-KZL: 9A/60000000/N/JE/LA/0002/03.
- BGE. (2017). *Schachtanlage Asse II: Konzeptplanung für einen weiteren Schacht - Nachweisführung zur Strahlenexposition der Bevölkerung, Stand: 16.05.2017.* BGE-SZ-KZL: 9A/23440000/GA/TG/0002/00.
- BGE. (2018). *Prüfhandbuch (PHB) der Asse GmbH für die in der Schachtanlage Asse II zum Einsatz kommenden strahlenschutzrelevanten Systeme, deren Komponenten und Geräte Rev. 06, Stand: 02.07.2018.* BGE-KZL: 9A/65200000/01STS/-/LL/DF/0001/06.
- BMU. (2003). *Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen Teil 1: Ermittlung der Körperdosis bei äußerer Strahlenexposition (§§ 40, 41, 42 StrlSchV; § 35 RöV) vom 08.12.2003.*
- BMU. (2007). *Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen Teil 2: Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung) (§§ 40, 41 und 42 StrlSchV).*
- BMU. (2010). *Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle, Stand: 30.09.2010.*
- BMU. (2015). *Bekanntmachung: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Stand: 24.11.2012, Neufassung vom 03.03.2015.* BAnz AT 30.3.2015 B2; zul. geändert im BAnz AT 24.01.2013 B3.
- BMU. (2016). *Bekanntmachung: Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes, Stand: 23.06.2016.* BAnz AT 19.07.2016 B7.
- Deutscher Bundestag 11. Wahlperiode. (1988). *Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Daniels (Regensburg), Frau Wollny und die Fraktion DIE GRÜNEN -*



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 87 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Drucksache 11/1828 - Aufgeblähte Atommüllfässer, 25.03.1988. Drucksache 11/2060, Sachgebiet 751.

Deutscher Bundestag. (2012). *Entwurf eines Gesetzes zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachtanlage Asse II, Stand: 11.12.2012. Drucksache 17/11822.*

DMT. (2017). *Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II - Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 1. Teilbericht: Planungsgrundlagen, Stand: 29.11.2017. Essen: DMT; BGE-KZL: 9A/23530000/GHB/RA/0046/00.*

DMT. (2018). *Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 2. Teilbericht: Grobkonzept und Variantenvergleich, Stand: 30.05.2018. Essen: DMT; BGE-KZL: 9A/23520000/GHB/RA/0047/00.*

DMT. (2018a). *Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 3. Teilbericht: Rückholungskonzept. Essen: BGE-SZ-KZL: 9A/23520000/GHB/RA/0048/00.*

DMT, Thyssen Schachtbau, K-UTEC. (2017). *Schachtanlage Asse II Konzeptplanung für einen weiteren Schacht - Konzeptplanung für die standortunabhängigen Faktoren - Stand: 17.02.2017. BGE-KZL: 9A/2344000/GA/RA/0014/00: Essen.*

ESK. (2015). *Empfehlung: Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Stand: 16.03.2015.*

Forschungszentrum Jülich. (1988). *Wasserstoffbildung durch Metallkorrosion, Stand: Jan 1998.*

FZK-INE. (2006). *Stellungnahme zur langfristigen Kritikalitätssicherheit der in der Schachtanlage Asse eingelagerten kernbrennstoffhaltigen Abfälle unter Berücksichtigung der Anwesenheit von Schutzfluid, FZK-INE 008/06, Stand 14.12.2006. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Nukleare Entsorgung; BfS-KZL: 9A/24260000/E/E/0002/00.*

GRS. (2013). *Vertiefung und Ergänzung ausgewählter Aspekte der Abfalltransportrisikoanalyse für die Standortregion der Schachtanlage Konrad -Abschlussbericht zum Vorhaben 3607R02600 Arbeitspaket 1 Teilaufgaben 11 – 14 GRS - A - 3684.*

GRS. (2014). *Auswertung des untergesetzlichen kerntechnischen Regelwerkes (Bekanntmachungen des BMU/BMI und KTA-Regeln) bei strahlenschutz- und atomrechtlichen Genehmigungen zur Rückholung von radioaktiven Abfällen.*

ISTec. (2005). *Realistische und maximale Gasbildung in der Schachtanlage Asse, Stand: Juli 2005. ISTec-A-979.*

Nagra. (Dezember 1983). *Rechnischer Bericht 83-16 Experimente zur korrosionsbedingten Wasserstoffbildung in Endlagern für mittelaktive Abfälle.*

NMU. (2010). *Genehmigungsbescheid für die Schachtanlage Asse II: Bescheid 1/2010: Umgang mit radioaktiven Stoffen gemäß § 7 StrlSchV vom 08.07.2010. Hannover: Aktenzeichen: 43 - 40326/8/4; BfS-KZL: 9A/13231000/DA/E/0002/00.*

Strahlenschutzkommission (SSK). (1998). *Freigabe von Material, Gebäuden und Bodenflächen mit geringfügiger Radioaktivität aus anzeige- und genehmigungspflichtigem Umgang, Stand: 12.02.1998.*

Strahlenschutzkommission (SSK). (2004). *Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV - Neufassung des Kapitels 4: Berechnung der Strahlenexposition. SSK Heft 44.*



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 88 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

10 GLOSSAR

- Abbau:** Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum zur Mineralgewinnung.
- Abfall, radioaktiver:** Radioaktive Stoffe im Sinne des §2 Abs. 1 und 2 des Atomgesetzes, die nach §9a Abs. 1 Nr. 2 des Atomgesetzes geordnet beseitigt werden müssen.
- Abfallgebinde:** Endzulagernde Einheit aus Abfallprodukt und Abfallbehälter.
- 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: $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$.
- Aktivitätsinventar:** Die in einer Probe oder einem Medium enthaltene Aktivität in Bq.
- Arbeitsbereich, Äußerer:** Gegen den Sonstigen Grubenraum durch die Äußere Schleuse und zum Inneren Arbeitsbereich durch die Innere Schleuse abgegrenzter Bereich
- Arbeitsbereich, Innerer:** Arbeitsbereich vor der Inneren Schleuse, in dem Tätigkeiten stattfinden
- Auffahren:** Herstellung einer söhligem oder geneigten Strecke oder eines anderen Grubenbaus.
- Ausbau:** Sammelbegriff für alle Mittel, die zum Offenhalten und Sichern von Grubenbauen in diese eingebracht werden, z. B. Ankerausbau mit Maschendraht, Unterstützungsausbau.
- Ausrichtungsstrecke:** Strecke zur Erschließung des Grubengebäudes mit dem Zweck, die Umgebung der Einlagerungskammern zu erreichen.
- Bewetterung:** Planmäßige Versorgung der Grubenbaue mit frischer Luft.
- Carnallitit:** Salzgestein, das aus Carnallit, Steinsalz und anderen Salzmineralien besteht; Bestandteile sind Bischofit ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Carnallit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Kieserit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Steinsalz (NaCl), Anhydrit (CaSO_4).
- Datenmanagementsystem:** Datenbankgestützte Verwaltung elektronischer Dokumente
- Doppeldeckelschleuse:** Einrichtung zum kontaminationsfreien Ausschleusen von Reststoffen und Abfällen
- Einlagerungskammer:** Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum, in dem radioaktive Abfälle eingelagert sind.
- Firste:** Obere Grenzfläche eines Grubenbaus.
- Füllort:** Unter Tage die funktionelle Schnittstelle zwischen der seigeren Schachtförderung und der söhligem Streckenförderung.
- Gebinde:** Einheit aus eingelagerten Stoffen mit Fixierungsmittel und Behälter.
- Gebirgsmechanik:** Lehre vom mechanischen Verhalten des Gebirges auf anthropogene Einwirkungen.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 89 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

- Grubengebäude:** Gesamtheit aller bergmännisch hergestellten Grubenbaue eines Bergwerks.
- Haufwerk:** Aus dem Gebirgsverband herausgelöstes Gestein; auch aus Bauwerken herausgelöstes Material sowie Versatzmaterial.
- Innerer Arbeitsbereich** Arbeitsbereich vor der Inneren Schleuse, in dem Tätigkeiten stattfinden
- Kammerzugangsstrecke:** Strecke von der Ausrichtungsstrecke zur ELK bestehend aus der Vorrichtungsstrecke und dem Kammerzugang.
- Kontamination:** Verunreinigung von Oberflächen mit radioaktiven Stoffen. Dies umfasst die festhaftende, nicht festhaftende und die über die Oberfläche eingedrungene Aktivität.
- Kontrollbereich:** Strahlenschutzbereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv erhalten können.
- Konvergenz:** Natürlicher Prozess der Volumenreduzierung von untertägigen Hohlräumen infolge Verformung bzw. Auflockerung aufgrund des Gebirgsdrucks.
- Low Active Waste:** Schwachradioaktive Stoffe
- Medium Active Waste:** Mittelradioaktive Abfälle
- Mock-up:** Räumliche Nachbildung eines Einsatzortes mit relevanten funktionsfähigen Einrichtungen, um technische Komponenten, deren Zusammenspiel, und/oder begleitende Organisationsstrukturen zu entwickeln, zu erproben bzw. einzuüben
- Salzgrus:** Aus dem Gebirgsverband herausgelöstes feinkörniges Salzgestein.
- Schutzziel:** Schützenswertes Ziel in Rechtsvorschriften
- Schleuse, Äußere:** Einziger Zugang vom Sonstigen Grubenraum zum abgegrenzten Äußeren Arbeitsbereich
- Schleuse, Innere:** Teil eines Bauwerks gegen Kontaminationsverschleppung und mit Barrierefunktion mit Zugang zum Äußeren Arbeitsbereich und Inneren Arbeitsbereich
- Sohle:** Gesamtheit der annähernd in einem horizontalen Niveau aufgefahrenen Grubenbaue; auch untere Grenzfläche eines Grubenbaus.
- Sonstiger Grubenraum:** Teile des Grubengebäudes, die nicht in Überwachungs-, Kontroll- oder Sperrbereichen liegen
- Sonderbewetterung:** Bewetterung einer Einhausung über einen gesonderten Lüfter.
- Steinsalz:** Salzmineral, auch Halit genannt, chemische Formel NaCl.
- Störfall:** Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszulegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.
- Strahlenschutz:** Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädigenden Wirkungen ionisierender und nicht ionisierender Strahlung (aus natürlichen und künstlichen Strahlenquellen).



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 90 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

- Strahlenschutzbereich:** Überwachungsbereich, Kontrollbereich oder Sperrbereich.
- Strahlung, ionisierende:** Strahlung radioaktiver Substanzen, die direkt oder indirekt Ionen erzeugt (z. B. Alpha-, Beta-, Gamma- und Neutronenstrahlung).
- Überwachungsbereich:** Nicht zum Kontrollbereich gehörende betriebliche Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.
- Umverpackung:** Behältnis, in das geborgene Abfälle zum Zweck des innerbetrieblichen Transport und der Pufferlagerung eingestellt werden.
- Versatz:** Material, mit dem die Hohlräume eines Bergwerks zur Stabilisierung verfüllt werden.
- Vorrichtungsstrecke:** Streckenteil der Kammerzugangsstrecke, der ohne radiologische Charakterisierung des gesamten Haufwerks aufgefahren werden kann.
- Wetterführung:** Planmäßige Lenkung der Wetter durch das Grubengebäude.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 91 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

ANHANG



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 92 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

RADIOLOGISCHE BEWERTUNG

A-1 ABLEITUNGEN IM BESTIMMUNGSGEMÄßEN BETRIEB

Der bestimmungsgemäße Betrieb umfasst den Normalbetrieb und anomale Betriebszustände (Betriebsstörungen, die mit betrieblichen Mitteln behoben werden können, sowie Wartung und Instandhaltung).

Gemäß § 99 StrlSchV ist die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft in die Umgebung soweit zu begrenzen, dass die daraus bedingte Strahlenexposition für Einzelpersonen der Bevölkerung 0,3 mSv im Kalenderjahr nicht überschreitet.

Im Rahmen der Bergung und Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 kann aufgrund des unbekanntes Zustandes der eingelagerten Gebinde (200-I-Fässer) eine luftgetragene Ableitung in die Umgebung nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Im Folgenden wird ein Modellansatz zur Quantifizierung der potenziellen Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft im Rahmen des Bergungsvorhabens beschrieben. Eine erste Abschätzung bezüglich des benötigten Zeitraums für die vollständige Bergung der in der ELK 8a/511 eingelagerten 200-I-Fässer kommt zu dem Ergebnis, dass das Vorhaben etwa ein Jahr in Anspruch nehmen wird. Daher wird konservativ angenommen, dass die Rückholung innerhalb eines Kalenderjahres durchgeführt wird und somit die Dosis für die Bevölkerung aus Ableitungen über die Luft für die gesamte Rückholung der Abfallgebände in diesem Jahr anfällt.

Die geborgenen Abfälle werden eine Umverpackung befördert, die über eine Materialschleuse (Umverpackungsschleuse) aus der ELK 8a/511 ausgeschleust wird (DMT, 2018a).

Zur Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung im Schleusenbetrieb ist eine entsprechende Abwetterfilteranlage vorgesehen. Diese Abwetterfilteranlage verfügt über einen Filter (Filterklasse H13 mit einem Rückhaltegrad 99,95 %) zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe.

Das eingelagerte Aktivitätsinventar ist bekannt und in der Datenbank Assekat (Assekat 9.2, 2010) abrufbar. Zur Bewertung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft werden die radiologisch relevanten Nuklide, sowie die Nuklide mit wesentlichem Anteil an der Gesamtaktivität der ELK 8a/511 berücksichtigt (siehe Tabelle A-1). Die gesamte Aktivität alpha-Strahlung emittierender Radionuklide wird abdeckend als Pu-239-Aktivität geführt.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 93 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Tabelle A-1: Aktivitätsinventar relevanter Nuklide der ELK 8a/511 zum Bezugsdatum 01.01.2028

Nuklid	Aktivitätsinventar [Bq]
Co-60	1,3 E+12
Ni-63	1,7 E+14
Sr-90	4,8 E+13
Cs-137	7,2 E+13
Pu-241	5,6 E+13
Pu-239*	3,5 E+13

* Die Gesamtaktivität aller Alphastrahlung emittierender Radionuklide ist abdeckend als Pu-239-Aktivität angegeben.

A-1.1 Aktivitätsflussanalyse

Trotz einer in Bezug auf das Bergungsvorhaben optimierten Bergungstechnologie kann aufgrund des unbekanntem Zustands der eingelagerten Gebinde nicht ausgeschlossen werden, dass es im Rahmen der Bergung zu Aktivitätsfreisetzungen beispielsweise infolge von mechanischen Einwirkungen auf die Gebinde kommen kann. Gebinde können beim Greifversuch abrutschen und den Gebindekegel herunter rollen. Einzelne Gebinde könnten so stark korrodiert sein, dass diese beim Greifprozess abreißen und der gesamte Gebindeinhalt herausfällt.

Um diese Sachverhalte zu berücksichtigen, wird im Folgenden eine Modellannahme mit dem Ziel beschrieben, die durch die Bergungsmaßnahmen zu erwartenden Aktivitätsfreisetzungen innerhalb der ELK 8a/511 konservativ abzuschätzen.

Es wird angenommen, dass es im Rahmen der Bergung bei 1 % der eingelagerten Gebinde (13 Gebinde) zum Abrutschen kommt und diese zurück in den Gebindekegel fallen. Beim Abrutschen und Aufprallen eines Gebindes auf den Gebindekegel kommen weitere 10 Gebinde in Bewegung und rollen den Gebindekegel hinunter. Insgesamt werden somit im Rahmen des Bergungsvorhabens 143 Fässer einer mechanischen Einwirkung mit dadurch verursachter Aktivitätsfreisetzung unterzogen.

Zur Ermittlung eines konservativen Freisetzunganteils wird die Vertiefungsstudie zur Transportstudie Konrad (GRS, 2013) herangezogen. Über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten wurden empirische Erkenntnisse gesammelt und unnötige Konservativitäten bei der Ermittlung von Freisetzunganteilen durch mechanische Einwirkungen sukzessive abgebaut. Der im Bericht (GRS, 2013) dargelegte Ansatz zur Ableitung von Freisetzunganteilen durch mechanische Einwirkungen basiert auf empirischen Erkenntnissen aus Fallversuchen mit unterschiedlichen Verpackungen gefüllt mit dem sehr leicht dispergierbaren Material Flugasche. Die in (GRS, 2013) dargestellte Herangehensweise zur Ermittlung von Freisetzunganteilen aus Gebinden durch mechanische Einwirkungen stellt diesbezüglich den aktuellen Stand von W&T dar. Die Grundlage zur Ermittlung eines abdeckenden Freisetzunganteils bildet der in (GRS, 2013) erläuterte Referenz-Fallversuch eines mit 0,1 m³ Flugasche gefüllten Glaskolbens aus 9 m Höhe, bei dem ein Freisetzunganteil von 1,0 E-03 bestimmt wurde. Ausgehend von diesem Referenzfallversuch für die Abfallgebindegruppe 1 (AGG 1), die mit



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 94 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

nicht kompaktierten und nicht verfestigten Abfällen die Abfallgebinde mit dem geringsten Rückhaltevermögen repräsentiert, werden gemäß (GRS, 2013) folgende empirisch bestimmte Gesetzmäßigkeiten berücksichtigt:

- Die lungengängige Freisetzungsmenge unverpackter Pulver skaliert linear mit der Fallhöhe bzw. der spezifischen kinetischen Energie.
- Der Freisetzunganteil reduziert sich mit steigendem Volumen ($\sim V^{-2/3}$).
- Der Freisetzunganteil im aerodynamisch äquivalenten Durchmesser (AED)-Bereich 10 – 100 μm ist etwa doppelt so groß wie der im lungengängigen Bereich (0 – 10 μm).

Wie zuvor beschrieben wird bei 1 % der aus der ELK 8a/511 zu bergenden Gebinde angenommen, dass diese beim Bergungsversuch abrutschen bzw. auseinanderbrechen und in den Gebindekegel zurückfallen. Dafür entsprechend wird ein Aufprall aus etwa 1 m Höhe angenommen. Aus der Fallhöhe von 1 m und dem Volumen eines Gebindes (200 l) werden entsprechende Skalierungsfaktoren zur Ermittlung des Freisetzunganteils berücksichtigt. Für die 13 abrutschenden Gebinde wird konservativ keine Rückhaltung durch die Außenhülle des Gebindes angenommen, wodurch letztendlich jeglicher Integritätszustand der Gebinde berücksichtigt wird.

Durch die 13 abrutschenden Gebinde kommen jeweils 10 weitere Gebinde in Bewegung und rollen den Gebindekegel hinunter. Diese 130 rollenden Gebinde werden einer mechanischen Einwirkung unterzogen, die repräsentativ durch einen Aufprall mit einer Geschwindigkeit von 35 km/h beschrieben wird. Dies entspricht umgerechnet einer Fallhöhe aus 4,8 m. Mit dieser Fallhöhe und dem Volumen von 200 l ergeben sich die entsprechenden Skalierungsfaktoren. Für die 130 rollenden Gebinde wird ein Ausströmanteil von 0,1 gemäß (GRS, 2013) berücksichtigt.

Zur Ermittlung der betroffenen Aktivität in Bezug auf die Freisetzung im Rahmen des Bergungsvorganges wird zunächst entsprechend des Aktivitätsinventars gemäß Tabelle A-1 und der Anzahl eingelagerter Gebinde eine mittlere Gebindeaktivität bestimmt (siehe Tabelle A-2).

Die Analyse der Daten aus der Datenbank Assekat ergab, dass bei einem wesentlichen Anteil der eingelagerten Gebinde die mittlere Gebindeaktivität gemäß Tabelle A-2 unterschritten wird. Bei einer nicht unerheblichen Anzahl an Gebinden wird nuklidspezifisch die mittlere Gebindeaktivität überschritten. Dies ist insbesondere bei den Inventardaten von Cs-137 und Am-241 relevant. Aufgrund der Vielzahl an möglichen Konstellationen bezüglich der nuklidspezifischen Überschreitung der mittleren Gebindeaktivität wird zum jetzigen Zeitpunkt davon abgesehen, eine „worst-case-Betrachtung“ vorzunehmen. Zur Einschätzung der resultierenden radiologischen Folgen ist die Verwendung der mittleren Gebindeaktivität zweckmäßig und hinreichend.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 95 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Tabelle A-2: Mittlere Aktivität der 1.301 Gebinde in der ELK 8a/511

Nuklid	Mittlere Gebindeaktivität [Bq]
Co-60	1,0 E+09
Ni-63	1,3 E+11
Sr-90	3,7 E+10
Cs-137	5,5 E+10
Pu-241	4,3 E+10
Pu-239*	2,7 E+10
Gesamtaktivität	2,9 E+11

In der Tabelle A-3 sind zum einen alle relevanten Parameter zur Ermittlung der Freisetzungsteile zusammengefasst und zum anderen die daraus resultierenden Aktivitätsfreisetzungen innerhalb der ELK 8a/511 dargelegt.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 96 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Tabelle A-3: Aktivitätsfreisetzung innerhalb der ELK 8a/511

Referenzfallversuch gemäß (GRS, 2013)	
Volumen [m ³]	0,1
Fallhöhe [m]	9
Freisetzunganteil	1,0 E-03
1 % der Gebinde rutschen ab	
Anzahl Fässer	13
Betroffene Aktivität [Bq]	3,78 E+12
Fallhöhe 1 m	Faktor Höhe = 0,11
Volumen 200-l-Fass	Faktor Volumen = 0,63
Ausströmanteil	1
Resultierender FA (0 – 100µm)	2,10 E-04
Freigesetzte Aktivität [Bq]	7,94 E+08
Jeweils 10 weitere Gebinde kommen ins Rollen	
Anzahl Fässer	130
Betroffene Aktivität [Bq]	3,78 E+13
Fallhöhe 4,8 m	Faktor Höhe = 0,53
Volumen 200-l-Fass	Faktor Volumen = 0,63
Ausströmanteil	0,1
Resultierender FA (0 – 100µm)	1,01 E-04
Freigesetzte Aktivität [Bq]	3,81 E+09

Die gesamte Aktivitätsfreisetzung innerhalb der ELK 8a/511 ergibt sich aus dem Anteil der abrutschend Fässer sowie aus dem Anteil der ins Rollen kommende Fässer. Die gesamte Aktivitätsfreisetzung innerhalb der ELK 8a/511 beträgt somit 4,60 E+09 Bq.

Für die Ermittlung der in die Umgebung ausgetragenen Aktivität wird die Aktivitätsrückhaltung durch den Filter (H13, Rückhaltegrad 99,95 %) berücksichtigt.

Ein wesentlicher Anteil der in die ELK 8a/511 freigesetzten Aktivität verbleibt aufgrund der geringen Luftwechselzahl und der damit verbundenen Sedimentationsvorgänge innerhalb der Einlagerungskammer. Diese Sedimentationsvorgänge bleiben jedoch konservativ unberücksichtigt. Des Weiteren bleiben sämtliche Ablagerungsvorgänge entlang des Abwetterweges (Lutten, Schachtwandungen) unberücksichtigt.

Die somit resultierende freigesetzte Aktivität in die Umgebung beträgt 2,30 E+06 Bq pro Kalenderjahr. Für eine Bewertung der radiologischen Folgen durch die ermittelte Aktivitätsfreisetzung wird auf eine vorangegangene Untersuchung verwiesen (BGE, 2017). In (BGE, 2017) wurde bereits eine Ausbreitungs- und Dosisberechnung gemäß den Vorgaben der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift“ (AVV) zu § 47 StrlSchV (alt) durchgeführt. Eine erneute Berechnung nach AVV im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist nicht erforderlich, da bis auf die freigesetzte Aktivität alle Randbedingungen als gleichbleibend angenommen werden. Daher erfolgt lediglich ein Vergleich der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelten freigesetzten Aktivität von 2,30 E+06 Bq mit der in (DMT, Thyssen Schachtbau, K-UTEK, 2017) ermittelten freigesetzten Aktivität von 8,40 E+05 Bq.

Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelte freigesetzte Aktivität ist somit um den Faktor 3 größer als die in (BGE, 2017) ermittelte Ableitung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511. Die in (BGE, 2017) berechnete effektive Dosis aus der Ableitung bei der



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 97 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 schöpft den gesetzlichen Grenzwert von 0,3 mSv/a gemäß § 99 StrlSchV (neu) zu weniger als 1 % aus.

Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelte freigesetzte Aktivität von 2,30 E+06 Bq schöpft demzufolge den gesetzlichen Grenzwert von 0,3 mSv/a zu weniger als 3 % aus. Es wurde somit dargelegt, dass in Bezug auf die geplante Maßnahme – Bergung aller Gebinde der ELK 8a/511 – der gesetzliche Grenzwert für die Dosis aus der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft deutlich unterschritten wird.

A-1.2 Bewertung der Ergebnisse der Ableitung über die Luft

Anhand einer sehr konservativen Modellannahme wurde dargelegt, dass in Bezug auf die geplante Maßnahme – Bergung aller Gebinde der ELK 8a/511 – der gesetzliche Grenzwert gemäß § 99 StrlSchV deutlich unterschritten wird. Die ermittelte Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung von 2,30 E+06 Bq pro Kalenderjahr kann als sehr konservativ angesehen werden, da im Rahmen der Modellannahme für 10 % der eingelagerten Gebinde eine Aktivitätsfreisetzung unterstellt wurde. Dieser Ansatz wurde aus dem Grund so konservativ gewählt, da zur Zeit keine Informationen zum Integritätszustand der eingelagerten Fässer vorliegen. Unabhängig davon wird im Rahmen des Bergungsvorhabens die Aktivitätsfreisetzung durch den Einsatz von optimierten Bergungstechnologien minimiert. Des Weiteren wurde zur quantitativen Ermittlung der Aktivitätsfreisetzung auf die Transportstudie Konrad bzw. die Vertiefungsstudie verwiesen. Die Freisetzungsanteile wurden auf der Grundlage von Fallversuchen mit Flugasche ermittelt. Die in der ELK 8a/511 eingelagerten Gebinde liegen überwiegend als betonierte Metallteile, Schrotte und Harze sowie bituminierte Verdampferkonzentrate vor, deren Freisetzungsvermögen im Vergleich zu Flugasche wesentlich geringer ist. Die abgeschätzten Freisetzungsanteile führen somit zu einer deutlichen Überschätzung.

Ein weiterer konservativer Ansatz besteht darin, sämtliche Sedimentationsvorgänge innerhalb und außerhalb der ELK 8a/511 nicht zu berücksichtigen.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, dass die Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der radiologischen Folgen (AVV) derzeit überarbeitet werden. Im Zuge der Veröffentlichung der neuen AVV zu § 99 StrlSchV (neu) ist eine erneute Berechnung der radiologischen Folgen vorgesehen.

A-2 STÖRFALLBETRACHTUNG

A-2.1 Abdeckendes Ereignis

Bei der Betrachtung von Ereignissen, die zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe führen können, wird auf Basis des freigesetzten Aktivitätsinventars die Strahlenexposition der Bevölkerung berechnet. Die Strahlenexposition, welche aus dem Ereignis mit der größten Freisetzung resultiert, deckt auch die potenzielle Strahlenexposition aller anderen Ereignisse ab. Daher wird dieses Ereignis als abdeckendes Ereignis bezeichnet. Die Bestimmung des abdeckenden Ereignisses ist somit auch für die Genehmigungsfähigkeit des Vorhabens entscheidend.

Im Rahmen der Analyse der potentiell zu unterstellenden Ereignisse wurden verschiedene Lastabsturzscenarien sowie mechanische Einwirkungen infolge von Kollisionsszenarien berücksichtigt.

Dabei zeigte sich, dass das Ereignis „Firstfall“ sowohl aufgrund der Anzahl der betroffenen Gebinde als auch des mechanischen Lasteintrages aufgrund der großen Fallhöhe das abdeckende auf mechanische Einwirkungen zurückzuführende Ereignis ist.

Dies ist im Wesentlichen durch die Wahl der im Kapitel A-2.2 beschriebenen konservativen Randbedingungen zu begründen. Der Vergleich mit weiteren potentiell zu unterstellenden Ereignissen erfolgt über die freigesetzte Aktivität am Ereignisort, welche sich aus der im Rahmen des Ereignisses



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 98 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

betroffenen Gebindeaktivität und dem zugrunde zu legenden Freisetzunganteil ergibt. Beim Vergleich von Ereignisorten innerhalb und außerhalb der ELK 8a/511 ist der Filterrückhaltefaktor zu berücksichtigen.

A-2.2 Störfallszenario

In der ELK 8a/511 sind insgesamt 1.301 Gebinde in Form von 200-l-Fässern eingelagert. Aufgrund der Einlagerungsmethode sind die Gebinde kegelförmig angeordnet. Als vorbeugende Maßnahme wird vor dem Bergungsvorhaben eine Sicherung der Firste vorgenommen. Die Firstsicherung erfolgt aufgrund der innerhalb der ELK 8a/511 vorherrschenden hohen Dosisleistung fernbedient oder von außen. Während der Sicherungsmaßnahmen kann ein Firstfall nicht vollständig ausgeschlossen werden. Es wird daher unterstellt, dass sich ein Firstsegment mit einer Fläche von 400 m² und einer Dicke von 1 m löst und somit eine Firstmasse von 1.000 t aus einer Höhe von 21 m auf den Gebindekegel abstürzt.

Ein Firstfall kann bereits zum derzeitig vorliegenden Einlagerungszustandes nicht vollständig ausgeschlossen werden. Aufgrund der zum Zeitpunkt der Maßnahmen zur Firstsicherung bereits eingerichteten Materialschleuse besteht in Bezug auf den Ereignisablauf und dessen Folgen kein Unterschied im Vergleich zum derzeitig vorliegenden Einlagerungszustand.

A-2.3 Aktivitätsfreisetzung

Für die Ermittlung einer abdeckenden Aktivitätsfreisetzung infolge des beschriebenen Störfallszenarios werden die Aktivitätsdaten gemäß Datenbank Assekate (Assekate 9.2, 2010) herangezogen. Für die Störfallberechnungen werden die radiologisch relevanten Nuklide sowie die Nuklide mit wesentlichem Anteil an der Gesamtaktivität der ELK 8a/511 berücksichtigt. In der Tabelle A-1 ist das für die Störfallberechnung berücksichtigte Aktivitätsinventar der ELK 8a/511 für den Stichtag 01.01.2028 dargelegt. Die gesamte Aktivität alpha-Strahlung emittierender Radionuklide wird abdeckend als Pu-239-Aktivität geführt.

Durch die angenommenen Abmessungen sowie die Masse des Löser wird davon ausgegangen, dass alle eingelagerten Gebinde betroffen sind und beschädigt werden. Es wird angenommen, dass der Gebindekegel durch den Löser bedeckt wird.

Der kinetische Energieeintrag auf die eingelagerten Gebinde durch das abstürzende Firstsegment entspricht in erster sehr konservativer Näherung dem gleichen kinetischen Energieeintrag, der sich aus dem ungebremsten Absturz aller eingelagerten Fässer aus derselben Höhe (21 m) auf eine un nachgiebige Grundplatte ergeben würde.

Für die Ableitung eines konservativ abdeckenden Freisetzunganteils wird, wie bereits für die im Abschnitt A-1.1 erläuterte Modellannahme, der in der Vertiefungsstudie zur Transportstudie Konrad (GRS, 2013) beschriebene Referenz-Fallversuch für die AGG 1 herangezogen und auf das Störfallszenario „Firstfall“ in der ELK 8a/511 projiziert. Entsprechend der empirischen Gesetzmäßigkeiten wird die Fallhöhe linear skaliert sowie die Volumenabhängigkeit entsprechend $\sim V^{2/3}$ berücksichtigt. Die Volumenskalierung wird dabei für ein 200-l-Fass vorgenommen. Dies stellt einen sehr konservativen Ansatz dar, da sich der Gebindekegel im Rahmen des Störfallszenarios quasi wie ein großes Einzelgebäude verhält und somit von starken Rückhalte Mechanismen auszugehen ist. Des Weiteren wirkt auch das abgestürzte Firstsegment einer Ausbreitung der freigesetzten Aktivität entgegen.

Entsprechend den Erläuterungen in (GRS, 2013) wird für die Herleitung der Freisetzunganteile ausgehend von dem Referenz-Fallversuch auch ein Ausströmanteil berücksichtigt, der die Umhüllung des Abfalls repräsentiert. Da zum jetzigen Zeitpunkt keine Aussagen zum Integritäts-Zustand



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 99 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

der eingelagerten Gebinde möglich ist, wird konservativ keine Rückhaltung durch die Umhüllung unterstellt (Ausströmanteil = 1). Die getroffenen Annahmen sind in der Tabelle A-4 zusammengefasst.

Tabelle A-4: Skalierungsfaktoren zur Herleitung des Freisetzunganteils (0 – 10 µm)

Referenz-Fallversuch gemäß (GRS, 2013)	V = 0,1 m ³
	H = 9 m
	FA = 1,0 E-03
Störfallszenario Firstfall ELK 8a/511 Skalierungsfaktoren	Faktor Volumen = 0,63
	Faktor Höhe = 1,67
	Ausströmanteil = 1

Mit den in der Tabelle A-4 angegebenen Skalierungsfaktoren ergeben sich die in der Tabelle A-5 dargestellten Freisetzunganteile.

Tabelle A-5: Resultierende Freisetzunganteile - Firstfall

Partikelgröße	0 – 10 µm	10 – 100 µm
Freisetzunganteil	1,05 E-03	2,10 E-03

Mit den in der Tabelle A-5 angegebenen Freisetzunganteilen kann die Aktivitätsfreisetzung innerhalb der ELK 8a/511 infolge des Firstfalls konservativ abgeschätzt werden. Im Folgenden werden weitere Rückhalte-mechanismen entlang des Abwetterweges bis hin zum Austrag in die Atmosphäre über Tage beschrieben.

Zum Zeitpunkt der Bergung verfügt die ELK 8a/511 über eine Abwetterfilteranlage, die eine gerichtete Luftströmung im Schleusenbetrieb gewährleistet. Im Abluftweg ist ein Filter (H13) mit einem Rückhaltegrad von 99,95% (entspricht einem Durchlassgrad von 5,0 E-04) vorgesehen, von dem im Rahmen der Störfallbetrachtung Kredit genommen wird.

Während des Bergungsbetriebes ist die Materialschleuse geschlossen, sodass die Abwetterfilteranlage einen Unterdruck in der ELK 8a/511 und den Schleusen erzeugt. Der Wettervolumenstrom besteht lediglich aus den Wettermengen, die aufgrund von Undichtigkeiten der ELK 8a/511 und der Schleusen in die Einlagerungskammer strömen. Aufgrund der daraus resultierenden geringen Luftwechselzahl ist davon auszugehen, dass der wesentliche Anteil der in die ELK 8a/511 freigesetzten Aktivität bereits innerhalb der Einlagerungskammer sedimentiert. Die Sedimentationsvorgänge innerhalb der ELK 8a/511 bleiben aber konservativ unberücksichtigt. Des Weiteren bleiben sämtliche Ablagerungsvorgänge entlang des Hauptabwetterweges unberücksichtigt.

Für den Aktivitätsaustrag in die Atmosphäre wird somit ein Freisetzunganteil von 3,15 E-03 gemäß Tabelle A-5 angesetzt.

A-2.4 Strahlenexposition

Die Berechnung der aus dem Störfallszenario „Firstfall“ resultierenden Strahlenexposition für Einzelpersonen der Bevölkerung erfolgt gemäß den Vorgaben der Störfallberechnungsgrundlagen (Strahlenschutzkommission (SSK), 2004).



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 100 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Die Quelhöhe wurde entsprechend der Höhe des derzeit vorhandenen Diffusors des Schachtes Asse 2 mit 11 m angenommen. Der Luftaustritt des neu zu errichtenden Schachtes 5 wird mit etwa 70 m voraussichtlich deutlich höher liegen (DMT, Thyssen Schachtbau, K-UTEC, 2017).

Der kürzeste Abstand vom Schachtaustritt zur Anlagengrenze (Aufpunkt) wurde mit 50 m angenommen. Das Anlagengelände ist derzeit noch nicht vollumfänglich definiert. Die Orographie und Gebäudeeinfluss bleiben bei der Berechnung unberücksichtigt, und die für die Berechnung relevanten Parameter sind in der Tabelle A-6 zusammengefasst.

Tabelle A-6: Eingangsparameter für die Berechnung der Strahlenexposition

Freisetzunganteil	3,15 E-03
Rückhaltefaktor Filter	5,00 E-04
Quelhöhe	11 m
Abstand zum Aufpunkt	50 m
Quellterm	s. Tabelle A-7

Der Quellterm, der sich aus der Aktivitätsfreisetzung innerhalb der ELK 8a/511 und dem Rückhaltefaktor des Filters ergibt, ist in der Tabelle A-7 dargestellt. Der angegebene Quellterm basiert auf dem in der Tabelle A-1 angegebenen Aktivitätsinventar.

Tabelle A-7: Quellterm – Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung

Nuklid	Aktivitätsfreisetzung in die ELK 8a/511 [Bq]	Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung [Bq]
Co-60	4,1 E+09	2,1 E+06
Ni-63	5,4 E+11	2,7 E+08
Sr-90	1,5 E+11	7,5 E+07
Cs-137	2,3 E+11	1,1 E+08
Pu-241	1,8 E+11	8,7 E+07
Pu-239*	1,1 E+11	5,4 E+07

* Alphastrahlung emittierenden Radionuklide sind repräsentativ durch Pu-239 berücksichtigt

Die maximalen effektiven Dosen für die einzelnen Altersgruppen am ungünstigsten Aufpunkt in einer Entfernung von 50 m (Entfernung zum Anlagenzaun) sind in der Tabelle A-8 aufgeführt.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
4. Teilbericht: Sicherheits- und Nachweiskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2927909	Seite: 101 von 101
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 16.12.2019
9A	23520000	GHB	RA	0049	00		

Tabelle A-8: Maximale Strahlenexposition im Störfall

Altersgruppe	≤ 1 a	1 – 2 a	2 – 7 a	7 – 12 a	12 – 17 a	> 17 a
Eff. Dosis [mSv]	1,82	1,94	2,22	2,69	2,89	3,17

Für die am stärksten betroffene Altersgruppe der Erwachsenen (> 17 a) wurde eine maximale effektive Dosis von 3,17 mSv berechnet. Der Störfallplanungswert von 50 mSv gemäß § 104 StrlSchV wird deutlich unterschritten.

A-2.5 Ergebnisbewertung Störfallbetrachtung

Die Konservativität in den Annahmen zur Ermittlung der radiologischen Folgen des Firstfalls besteht im Wesentlichen darin, dass der Freisetzunganteil repräsentativ auf ein 200-l-Fass skaliert wurde. Der gesamte Gebindekegel verhält sich beim unterstellten Firstfall aber eher wie ein einzelnes Gesamtgebäude. Daher wäre es zutreffender, eine volumenabhängige Skalierung für den gesamten Gebindekegel vorzunehmen, wodurch sich der Freisetzunganteil und somit die resultierende effektive Dosis um fast zwei Größenordnungen reduzieren würde. Die hier vorgestellten Betrachtungen sind somit als konservativ anzusehen.

Des Weiteren basiert die Ableitung des Freisetzunganteils auf der Grundlage von Fallversuchen mit Flugasche. Die in der ELK 8a/511 eingelagerten Gebinde beinhalten hingegen überwiegend betonierte Metallteile, Schrotte und Harze sowie bituminierte Verdampferkonzentrate, deren Freisetzungsvermögen im Vergleich zu Flugasche wesentlich geringer ist.

Ein weiterer konservativer Ansatz besteht darin, dass sämtliche Sedimentationsvorgänge innerhalb und außerhalb der ELK 8a/511 nicht berücksichtigt wurden.

Daher wird die in die Umgebung freigesetzte Aktivität insgesamt deutlich überschätzt.

A-3 ZUSAMMENFASSUNG DER RADIOLOGISCHEN BEWERTUNG

Auf Basis der geplanten Betriebsabläufe sowie der vorgesehenen Vorsorgemaßnahmen wurden die Ableitungen durch den bestimmungsgemäßen Betrieb sowie die störfallbedingten Freisetzungen abgeschätzt. Basis für den Anteil der aus den betroffenen Gebinden freigesetzten Aktivität (Freisetzunganteil) aus den eingelagerten Gebinden sind Versuche zur Bestimmung des Freisetzunganteils aus Abfallgebinden, die im Rahmen der Planungsprozesse für das Endlager Konrad durchgeführt worden sind. Die Ergebnisse der Betrachtungen in diesem Bericht zeigen, dass unter den angenommenen Randbedingungen im bestimmungsgemäßen Betrieb der zulässige Grenzwert der Strahlenexposition für die Bevölkerung mit ca. 9 µSv/a zu weniger als 3 % ausgeschöpft wird. Die störfallbedingte Freisetzung von Aktivität führt zu einer Dosis von ca. 3,2 mSv und damit zu einer Ausschöpfung des Störfallplanungswertes von weniger als 7 %.