

Deckblatt



**BUNDEGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite:
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	I
9A	23520000				GHB	RA	0047	00	Stand: 30.05.2018

Titel der Unterlage:
**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

Ersteller:
DMT

UnidRIO:
B2841298

Stempelfeld:

bergrechtlich verantwortliche
Person:

atomrechtlich verantwortliche
Person:

Projektleitung:

Freigabe zur Anwendung:

28. OKT. 2019

28. OKT. 2019

Datum 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.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23520000				GHB	RA	0047	00	Stand: 30.05.2018

Titel der Unterlage:

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

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer	Rev. Seite	Kat.*	Erläuterung der Revision
00	30.05.2018					Ersterstellung

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 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
2. Teilbericht: Grobkonzept und Variantenvergleich**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2841298	Seite: 1 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

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

DMT GmbH & Co. KG

DMT-Untersuchungsbericht-Nr.: U-2775-BGE-MCE-G

Essen, 30.05.2018



**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**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 2 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Impressum:

Auftraggeber: Bundesamt für Strahlenschutz
Willi-Brandt-Straße 5
38228 Salzgitter
Telefon: 030 18 333-0
Telefax: 030 18 333-1885
E-Mail: ePost@bfs.de
Internet: www.bfs.de

Ersteller:

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

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



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 3 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	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
2. Teilbericht: Grobkonzept und Variantenvergleich

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 4 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

0 KURZFASSUNG

Autoren:

Titel: 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

Im hier vorliegenden 2. Teilbericht wird auf Basis der Planungsgrundlagen ein Grobkonzept zur schnellstmöglichen und sicheren Rückholung aller Abfälle aus der ELK 8a auf der 511-m-Sohle entwickelt. Dieses beinhaltet einen generellen technischen Ablauf, der aus den Phasen Anbinden, Sichern, Bergen, Schleusen und Umverpacken sowie Transportieren besteht. Für jede dieser Phasen werden Varianten beschrieben, mit denen sich die Durchführung technisch realisieren lässt. Die Varianten der einzelnen Phasen des Grobkonzeptes werden anhand einer Darstellung der jeweiligen Vor- und Nachteile auf Basis von Beurteilungskriterien verglichen und diskutiert.

Um unterschiedliche – insbesondere bisher nicht hinreichend bekannte – Zustände in die Weiterentwicklung des Grobkonzeptes zu integrieren, werden anhand der Planungsgrundlagen und theoretischen Überlegungen mögliche Ausgangssituationen entwickelt. Basierend auf dem bisherigen Kenntnisstand werden für den gebirgsmechanischen Zustand der ELK, den Zustand der Gebinde etc. die wahrscheinlichsten Situationen abgeleitet. Für diese wird die jeweils bevorzugte Variante innerhalb der einzelnen Phasen ermittelt. Die bevorzugte Variante erfüllt die an sie gestellte Aufgabe hinreichend und ist die optimale Lösung hinsichtlich Sicherheit, Schnelligkeit und Aufwand. Die so ermittelten Varianten bilden die Basis für das Grundkonzept, das die wesentlichen Abläufe der Rückholung beinhaltet.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 5 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

INHALTSVERZEICHNIS

0	KURZFASSUNG	4
	INHALTSVERZEICHNIS	5
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	7
	TABELLENVERZEICHNIS	10
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	11
1	EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	12
2	PLANUNGSMETHODIK	14
3	GROBKONZEPT	17
3.1	ENTWICKLUNG GROBKONZEPT	17
3.2	PHASE 1 ANBINDEN	18
3.3	PHASE 2 SICHERN	21
3.4	PHASE 3 BERGEN	26
3.5	PHASE 4 UMVERPACKEN UND SCHLEUSEN	33
3.6	PHASE 5 TRANSPORTIEREN	35
3.7	FORMULIERUNG SCHNITTSTELLEN	48
4	VARIANTENDARSTELLUNG UND –VERGLEICH	51
4.1	BEURTEILUNGSKRITERIEN	51
4.2	VARIANTENVERGLEICH	53
4.2.1	Variantenvergleich Sichern	54
4.2.2	Variantenvergleich Bergen	56
4.2.3	Variantenvergleich Anbinden	57
4.2.4	Variantenvergleich Umverpacken und Schleusen	59
4.2.5	Variantenvergleich Transportieren	63
5	MÖGLICHE AUSGANGSSITUATIONEN	68
5.1	KAMMERZUSTAND FIRSTE	68
5.2	KAMMERZUSTAND STÖBE	69
5.3	KAMMERZUSTAND SOHLE	71
5.4	ZUSTAND GEBINDEKEGEL	73
5.5	ZUSTAND UND LAGE DER GEBINDE	73
6	GRUNDKONZEPT	76
6.1	VORBEMERKUNG	76



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 6 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

6.2	WAHRSCHEINLICHE AUSGANGSSITUATIONEN AUF BASIS DES AKTUELLEN KENNTNISSTANDES	76
6.2.1	Wahrscheinlicher Zustand der Kammerfirse	76
6.2.2	Wahrscheinlicher Zustand der Kammerstöße	76
6.2.3	Wahrscheinlicher Zustand der Kammersohle	77
6.2.4	Wahrscheinliche Lage der Gebinde	77
6.2.5	Wahrscheinlicher Zustand der Gebinde	78
6.2.6	Nutzbarkeit Schacht Asse 2 für Transport radioaktiver Abfälle	78
6.3	ENTWICKLUNG DES GRUNDKONZEPTES	78
7	AUSWIRKUNGEN ABWEICHENDER SITUATIONEN	84
8	LITERATURVERZEICHNIS	85
9	GLOSSAR.....	86
10	ANHÄNGE.....	88

Gesamtseitenzahl: 103

Stichworte: Beurteilungskriterien, Gebindezustand, Grobkonzept, Grundkonzept, Kammerzustand, MAW, Rückholung



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 7 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Genereller Prozessablauf der Rückholung	18
Abbildung 2: Ausgangssituation vor Beginn der Rückholung der MAW (Seitenansicht)	19
Abbildung 3: Prinzipielle Anbindungsvarianten der ELK 8a/511 an das Grubengäude in der Seitenansicht	20
Abbildung 4: Prinzipielle Anbindungsvarianten der ELK 8a/511 an das Grubengäude in der Draufsicht.....	20
Abbildung 5: Seitenansicht verschiedener Anbindungsvarianten.....	21
Abbildung 6: Fräskopf zum Bereißen/Nachschneiden der Hohlraumkontur (Aufgenommen auf der Schachtanlage Asse II).....	22
Abbildung 7: Ankerbohrwagen (Quelle: GHH Fahrzeuge GmbH)	23
Abbildung 8: Gleitbogenausbaustrecke auf der 725-m-Sohle der Schachtanlage Asse II (Quelle: https://www.bge.de/de/aktuelle-arbeiten/asse/2018/2/kw-72018/)	24
Abbildung 9: Betonstütze zur Abstützung der Firste (Quelle: Bullflex, BuM GmbH).....	25
Abbildung 10: Lage der Gebinde in der ELK 8a/511 während der Einlagerung (April 1976).....	26
Abbildung 11: Werkzeuge zum Greifen, Heben und Laden der Gebinde (links: Magnetheber, Quelle: www.pixabay.com , mitte: Polypgreifer, Quelle: www.pixabay.com , rechts: Fassklammer	27
Abbildung 12: Flurgebundener Werkzeugträger	27
Abbildung 13: Krananlage in der Beschickungskammer der 490-m-Sohle vor Beginn der Einlagerung (05.08.1971)	28
Abbildung 14: Deckenkran (Quelle: Gersag Krane, Schweiz)	28
Abbildung 15: Links: Seilgeführte Krananlage nach dem Prinzip der Stadionkamera. Rechts: Seilgeführte Stadionkamera (Quelle: J. Glover - Atlanta, Georgia, Wikipedia).....	29
Abbildung 16: Portalkran (Quelle: www.pixabay.com).....	29
Abbildung 17: Kragarmkran (EWN & TÜV NORD SysTec, 2008)	30
Abbildung 18: Prinzipbild einer flächigen Verteilung der Gebinde innerhalb der ELK 8a/511	30
Abbildung 19: Prinzipbild für teilweise beschädigte und vereinzelt durch Löser bedeckte Gebinde	31
Abbildung 20: Beispiele für Trenn- und Kneifwerkzeuge (Quelle: Bild links: www.pixabay.com , Bild rechts: Epirock).....	31
Abbildung 21: Prinzipbild für teilweise beschädigte Gebinde, die überwiegend durch Löser überdeckt und in Salz eingebettet sind.....	31
Abbildung 22: Auger Mining (Quelle: Tunnelcorp, Australia).....	32
Abbildung 23: Exemplarische Darstellung der Varianten der mit Gebinden beladenen Umverpackung.....	34



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 8 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Abbildung 24: Variante Anbindung der ELK 8a/511 von oben über die Beschickungskammer und Transport zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle 36

Abbildung 25: Transport der umverpackten Gebinde über bestehende Grubenbaue auf der 490-m-Sohle von der Beschickungskammer zum Füllort Schacht Asse 2..... 37

Abbildung 26: Transport der umverpackten Gebinde über eine neu aufzufahrende Strecke auf der 490-m-Sohle von der Beschickungskammer zum Füllort Schacht Asse 2 37

Abbildung 27: Variante Anbindung der ELK 8a/511 im Bereich der Kammerfirste und Transport zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle über eine neu aufzufahrende Strecke mit rund 10% Neigung 38

Abbildung 28: Variante Anbindung der ELK 8a/511 im Bereich der Kammersohle und Nutzung der bestehenden Wendelstrecke für den Transport zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle 39

Abbildung 29: Variante Anbindung der ELK 8a/511 im Bereich der Kammersohle und Neuaufahrung einer Wendelstrecke für den Transport zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle 40

Abbildung 30: Variante Anbindung der ELK 8a/511 im Bereich der Kammersohle und Transport Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle über eine neu aufzufahrende Rampe 41

Abbildung 31: Variante Anbindung der ELK 8a/511 von unten und Transport zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle über eine neu aufzufahrende Rampe und die bestehende Wendelstrecke 42

Abbildung 32: Anbindung der ELK 8a/511 von oben und Transport der Gebinde zum Schacht Asse 5 über die 490-m-Sohle, die bestehende Wendelstrecke und eine neue Verbindungstrecke auf der 595-m-Sohle 43

Abbildung 33: Transportvariante über einen neu zu errichtenden Blindschacht sowie eine neue Verbindungsstrecke auf der 595-m-Sohle 44

Abbildung 34: Variante der steilen Rampe zum Transport der Gebinde 45

Abbildung 35: Gleisverkehr mittels Lokomotiven (Quelle: Rennsman)..... 46

Abbildung 36: Beschickung des Förderkorbs mittels Stapler im Füllort 750-m-Sohle der Schachtanlage Asse II 47

Abbildung 37: Einschienenhängebahn (Quelle: Becker Mining Europe GmbH)..... 47

Abbildung 38: Kettengeriebene Schienenflurbahn (Quelle: Becker Mining Europe GmbH) 48

Abbildung 39: Gleislosfahrzeug (Quelle: Herbst SMAG) 48

Abbildung 40: Prinzipdarstellung der Doppelschleuse mit zwei Inneren Schleusen und großem Äußeren Arbeitsbereich (Seitenansicht) 62

Abbildung 41: Situation 1: Keine Schädigung der Firste 68

Abbildung 42: Situation 2: Schädigung der Firste..... 69

Abbildung 43: Situation 3: Schädigung von Firste und Schwebel 69

Abbildung 44: Situation 1: Keine Schädigung der Stöße 70

Abbildung 45: Situation 2: Ein oder mehrere Stöße nicht intakt, Gebirge jenseits Stoß intakt 70



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 9 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Abbildung 46: Situation 3: Ein oder mehrere Stöße nicht intakt, Gebirge jenseits Stoß nicht intakt 71

Abbildung 47: Situation 1: Sohle nicht geschädigt..... 71

Abbildung 48: Situation 2: Sohle uneben, aber stabil 72

Abbildung 49: Situation 3: Sohle nicht intakt und nicht befahrbar 72

Abbildung 50: Situation 1: Anordnung der Gebinde in Kegelform 73

Abbildung 51: Situation 2: Großflächige Verteilung der Gebinde 73

Abbildung 52: Situation 1: Alle eingelagerten Gebinde intakt..... 74

Abbildung 53: Situation 2: Einige Gebinde defekt, Bitumenausstritt 74

Abbildung 54: Situation 3: Einige Gebinde defekt, Bitumenausstritt, Gebinde mit Salzgrus bedeckt oder in Salzgrus eingebunden 75

Abbildung 55: Links: Fotografische Aufnahme des Gebindekegels durch das Bleiglasfenster von 1984, Rechts: Ergebnisse innerhalb der ELK 8a/511 aus der Radarmessung der Schwebe (Asse-GmbH, 2017c) 78

Abbildung 56: Seitlicher, söhlicher Zugang auf der 511-m-Sohle mit einem Doppelschleusensystem 80

Abbildung 57: Einsatz einer Fräse installiert auf einem flurgebundenen Werkzeugträger 81

Abbildung 58: Einsatz eines auf einem flurgebundenen Werkzeugträger installierten Teleskopkrans 81

Abbildung 59: Einsatz eines flurgebundenen Manipulator-Fahrzeugs zur Beladung der kleinen Multi-Umverpackung..... 82

Abbildung 60: Transport über den Zugang auf der 511-m-Sohle über eine neu aufgefahrne Strecke (hellgrün) sowie die bestehende Wendelstrecke (dunkelgrün) und einer Neuauffahrung (hellgrün) zum Füllort Schacht Asse 5 82

Abbildung 61: Variante mit Transport über die bestehende Wendelstrecke zu Schacht Asse 2 83



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 10 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Auflistung der Beurteilungskriterien mit der jeweils zugeordneten Gewichtung.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Tabelle A-1: Bewertung des Variantenvergleichs SICHERN (Vgl. 4.2.1)	90
Tabelle A-2: Bewertung des Variantenvergleichs BERGEN (Vgl. 4.2.2)	92
Tabelle A-3: Bewertung des Variantenvergleichs ANBINDEN (Vgl. 4.2.3)	94
Tabelle A-4: Bewertung des Variantenvergleichs SCHLEUSEN (Vgl. 4.2.4.2).....	96
Tabelle A-5: Bewertung des Variantenvergleichs TRANSPORTTECHNIK (Vgl. 4.2.5.1).....	98
Tabelle A-6: Bewertung des Variantenvergleichs TRANSPORTWEGE SCHACHT ASSE 2 (Vgl. 4.2.5.2.).....	100
Tabelle A-7: Bewertung des Variantenvergleichs TRANSPORTWEGE SCHACHT ASSE 5 (Vgl. 4.2.5.13).....	102



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 11 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABVO	Allgemeine Bergverordnung
ÄA	Äußerer Arbeitsbereich
ÄS	Äußere Schleuse
AP	Arbeitspaket
AÜL	Auslegungsüberschreitender Lösungszutritt
AtG	Atomgesetz
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
BK	Beschickungskammer
DMT	DMT GmbH & Co. KG
EHB	Einschienehängbahn
ELK	Einlagerungskammer
ES	Einzel Schleuse
IS	Innere Schleuse
LAW	Low active waste
MAW	Medium active waste
PSP	Projektstrukturplan
SBPL	Sonderbetriebsplan
SFB	Schiene flurbahn
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TP	Teilprojekt



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 12 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

1 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Schachtanlage Asse II ist ein ehemaliges Kali- und Steinsalzbergwerk südöstlich von Braunschweig, in dem von 1909 bis 1964 zunächst Carnallitit sowie später auch Jüngerer und Älteres 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. Von 1967 bis 1978 wurden rund 124.500 Gebinde mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen (LAW und MAW) 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 annähernd quadratische 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 starke 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 in der Strahlenschutzmauer auf der 511-m-Sohle war eine direkte Beobachtung der Einlagerung möglich. Im Dezember 1998 wurde ein weiteres Bauwerk vor dieser Strahlenschutzmauer errichtet, sodass eine direkte Sicht in die Kammer nicht mehr möglich ist.

Nach der Änderung des AtG 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 schnellstmöglichen 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 ELK 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 Notfallvorsorgemaßnahmen.

Auftragsgemäß nicht betrachtet wird in diesem Projekt die Förderung der Gebinde im Schacht Asse 2 und Schacht Asse 5 und die dazugehörigen Sicherheitsbetrachtungen. Die komplexe Aufgabe der Konzeptplanung für die Rückholung aller radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 wurde in Form eines Projektstrukturplanes (PSP) in plan- und kontrollierbare Einzelelemente strukturiert. Der PSP ist im Anhang 1 auszugsweise dargestellt. In diesem PSP ist das Projekt in Teilprojekte (TP) und zugehörige Arbeitspakete (AP) gegliedert (DMT, 2017).



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 13 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Die einzelnen Teilprojekte setzen sich aus 3 bis 19 Arbeitspaketen 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 Teilberichten dargestellt

- 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 (TP 7)
- 4. Teilbericht „Sicherheits- und Nachweiskonzept“: Darstellung eines Sicherheits- und Nachweiskonzeptes (TP 8)
- 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)



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 14 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

2 PLANUNGSMETHODIK

Die Konzeptplanung der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 erfolgt auf Basis der festgelegten Planungsrandbedingungen (DMT, 2017).

Aufgrund des komplexen Ablaufes der Rückholung ist die Konzeptplanung stufenweise aufgebaut und wird fortlaufend um weitere Planungsaspekte ergänzt. Zunächst wird ein genereller technischer Ablauf – das Grobkonzept – festgelegt. Dieses Grobkonzept umfasst Tätigkeiten, die einerseits nach den vorbereitenden Maßnahmen und dem Schaffen der erforderlichen Infrastruktur und andererseits vor der Nachbehandlung der geleerten ELK ausgeführt werden. Es umfasst fünf Arbeitsschritte, die im Folgenden Phasen genannt werden:

- Phase 1: Anbinden der ELK 8a/511 an das Grubengebäude,
- Phase 2: Sichern der ELK 8a/511 gegen gebirgsmechanische Risiken während der Rückholung,
- Phase 3: Bergen der in der ELK 8a/511 eingelagerten Abfälle,
- Phase 4: Umverpacken und Schleusen der geborgenen Abfälle als Vorbereitung für den weiteren Transport,
- Phase 5: Transportieren der umverpackten Abfälle zum Schacht Asse 5 und/oder zum Schacht Asse 2.

Alle Phasen sind geprägt von Abhängigkeiten und Zuständen, die zum jetzigen Zeitpunkt teilweise nicht hinreichend bekannt sind. Dies betrifft insbesondere

- den gebirgsmechanischen Zustand der ELK im Bereich der Firste, der Stöße und der Sohle,
- den Zustand der eingelagerten Gebinde,
- die Verteilung der Gebinde innerhalb der ELK sowie
- die Verfügbarkeit des Schachtes Asse 2 für den Transport von radioaktiven Abfällen.

Während der Dauer der Konzeptplanung kann nicht von eindeutigen Verbesserungen des Kenntnisstandes ausgegangen werden. Um dennoch die anstehenden Aufgaben im Rahmen der Rückholung lösen zu können, werden für die jeweiligen Phasen des Grobkonzeptes verschiedene technische Lösungsmöglichkeiten vorgestellt, die im Folgenden als Varianten bezeichnet werden. Bevor diese wieder zu einem Gesamtablauf zusammengestellt werden können, ist eine Betrachtung der Schnittstellen/Abhängigkeiten sowohl zwischen den einzelnen Phasen (interne Schnittstellen, z. B. mögliche Beeinträchtigung des Bergens durch Sicherungsmaßnahmen) als auch zu weiteren Tätigkeiten innerhalb der Schachtanlage Asse II (externe Schnittstellen, z. B. Aufwältigung von Grubenbauen, die im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen erfüllt wurden) erforderlich. Um die relevanten Schnittstellen zielgerichtet identifizieren zu können, weicht die Reihenfolge der Phasen in der Planung von der Reihenfolge der Phasen während der Ausführung ab. So erfolgt beispielsweise während der Ausführung zunächst die Anbindung der ELK 8a/511 an das Grubengebäude, bevor ggf. notwendige Sicherungsmaßnahmen an der Firste ergriffen werden können. Demgegenüber dienen im Rahmen der Planung die Erfordernisse des Sicherns und des Bergens als Grundlage für die Festlegung, wie und wo das Anbinden erfolgt.

Die im Grobkonzept ohne jegliche Bewertung beschriebenen Varianten werden im Hinblick auf bergbauliche und konstruktive Gestaltung, Strahlenschutz, Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit nachfolgend beurteilt. Zur Beurteilung der einzelnen Varianten werden relevante Beurteilungskriterien ermittelt, die bezüglich ihrer Bedeutung für die Rückholung gewichtet und zur besseren Übersichtlichkeit in sechs Beurteilungsfelder aufgeteilt werden. Grundlagen sowohl für die Beurteilungskriterien als auch für die vorgestellten Varianten sind u. a. die im Teilprojekt 5 (TP 5) festgelegten 19 Planungselemente (siehe Anhang 1).



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 15 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Die Planungselemente haben unterschiedlich starken Einfluss auf die Variantendarstellung und -vergleiche. So haben die Planungselemente Ausbautechnik (AP 5.1), Bergetechnik (AP 5.2), Förder-technik (AP 5.3), Schleusentechnik (AP 5.11), Verpackung (AP 5.12), Öffnungstechnik (AP 5.13) und Anschluss-, Ausrichtungs- und Kammerzugangsstrecken (AP 5.16) einen planungsprägenden Einfluss auf die Varianten der Phasen Sichern, Bergen und Transportieren. Beispielsweise werden im Planungselement Ausbautechnik Werkzeugträger, Werkzeuge und Hilfsmittel betrachtet, die die zur Sicherung der ELK notwendigen technischen Voraussetzungen bieten und dort eingesetzt werden können. Aus diesen Betrachtungen heraus werden die unterschiedlichen Varianten zum Sichern der ELK entwickelt, vorgestellt und im weiteren Verlauf beurteilt.

Weitere Planungselemente sind zwar von hoher Bedeutung für die Beurteilungskriterien, bestimmen aber nicht das Grobkonzept. Hierbei handelt es sich um die Planungselemente Wettertechnik/Filtrierung (AP 5.4), Brand- und Explosionsschutztechnik (AP 5.5), Fernhandlung/Automation/Leitwarte (AP 5.7), Charakterisierung (AP 5.10), Strahlenschutz (AP 5.17) sowie Steuerungs- und Leittechnik (AP 5.18). Beispielsweise fließen aus dem Planungselement Brand- und Explosionsschutztechnik Betrachtungen zum Aufwand für die jeweilige Technik bei den einzelnen Varianten der Phase Sichern ein. Diese finden sich in den entsprechenden Beurteilungskriterien wieder.

Die übrigen Planungselemente Infrastruktur (AP 5.6), Verschluss/Verfüllung (AP 5.8), Fluchtwege (AP 5.9), Erkundungsmaßnahmen (AP 5.14), konventionelle Messtechnik (AP 5.15) sowie Nachweisführung (AP 5.19) haben zunächst nur geringen Einfluss auf den generellen Ablauf und werden erst bei der weiteren Ausgestaltung der Konzeptplanung im TP 7 berücksichtigt.

Die Varianten der einzelnen Phasen des Grobkonzeptes werden anhand einer Darstellung der jeweiligen Vor- und Nachteile auf Basis der Beurteilungskriterien verglichen und diskutiert (TP 6). Nicht weiter betrachtet werden Varianten, deren technische Realisierbarkeit als sehr schwierig oder deren technischer bzw. zeitlicher Aufwand für Neuentwicklungen bzw. Nachweisführung als unverhältnismäßig hoch eingeschätzt werden.

Um unterschiedliche – insbesondere bisher nicht hinreichend bekannte – Zustände in die Weiterentwicklung des Grobkonzeptes zu integrieren, werden anhand der Planungsgrundlagen und theoretischen Überlegungen mögliche Ausgangssituationen entwickelt. Diese Situationen stellen die Bandbreite verschiedener Zustände der ELK 8a/511, des Gebindekegels und der eingelagerten Fässer dar, die auf Basis der Planungsrandbedingungen realistisch möglich sind. Beispielhaft sei hier der Zustand der Gebinde genannt. Die Situation 1 beschreibt intakte Gebinde, in der Situation 2 wird von teilweise zerstörten Gebinden ausgegangen, aus denen Stoffe (z. B. Bitumen) ausgetreten sind. Basierend auf dem bisherigen Kenntnisstand werden für den Zustand der ELK 8a/511, den Zustand der Gebinde etc. die wahrscheinlichsten Situationen abgeleitet, welche im sogenannten Grundkonzept zusammengefasst werden. Für dieses wird die jeweils bevorzugte Variante innerhalb der einzelnen Phasen ermittelt. Die bevorzugte Variante erfüllt die an sie gestellte Aufgabe hinreichend und ist die optimale Lösung hinsichtlich Sicherheit, Schnelligkeit und Aufwand. Dabei wird insbesondere auch die Tatsache berücksichtigt, dass in die ELK 8a/511 lediglich 1.301 Gebinde eingelagert wurden. Die so ermittelten Varianten bilden die Basis für das Grundkonzept, das die wesentlichen Abläufe der Rückholung beinhaltet.

Sollten die wahrscheinlichsten Situationen aufgrund abweichender Ergebnisse im Rahmen der weiteren Erkundung (z. B. geringerer Schädigungsgrad der Firste/Stöße der ELK 8a/511) oder abweichender Entscheidungen (z. B. Schacht Asse 2 kann für den Transport der umverpackten Abfälle genutzt werden) nicht zutreffen, kann das Grundkonzept durch den Austausch bzw. Entfall einzelner oder mehrerer ebenfalls im vorliegenden Bericht beschriebenen Varianten angepasst werden. Durch diese Planungsmethodik bei der Konzeptplanung können bei abweichenden Situationen deren Auswirkungen abdeckend berücksichtigt werden.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 16 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Im anschließenden 3. Teilbericht wird die detaillierte Ausarbeitung des Grundkonzeptes unter Berücksichtigung abweichender Situationen beschrieben. Im Rahmen der Ausarbeitung werden auch die bisher nur untergeordnet betrachteten Abläufe, wie z. B. die Bewetterung oder die Verfüllung der ELK 8a/511 nach der Leerung, einbezogen, so dass ein Gesamtablauf der Rückholung konzeptionell dargestellt werden kann.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 17 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

3 GROBKONZEPT

3.1 ENTWICKLUNG GROBKONZEPT

Die Entwicklung des Grobkonzeptes für die Rückholung wird, wie bereits in Kapitel 2 beschrieben, in die Phasen Anbinden, Sichern, Bergen, Umverpacken/Schleusen, Transportieren unterteilt (Abbildung 1, rechts). Die Phasen stellen den generellen technischen Ablauf der Bergung der Abfälle aus der Einlagerungskammer vereinfacht dar. Innerhalb jeder Phase bestehen verschiedene Möglichkeiten der Aus- bzw. Durchführung, die im Folgenden Varianten genannt werden.

In der Phase Anbinden werden verschiedene Möglichkeiten betrachtet die Einlagerungskammer an das bestehende Grubengebäude anzuschließen.

Die Phase Sichern beschreibt verschiedene Varianten der ggf. erforderlichen gebirgsmechanischen Sicherung (Stabilisierung) der Kammerfirste und der Kammerstöße.

Die Phase Bergen beinhaltet Varianten des Lösens, des Hebens und des Ladens/Transportierens der Abfälle innerhalb der Einlagerungskammer.

Die vierte Phase Umverpacken/Schleusen umfasst die verschiedenen Varianten, wie die geborgenen Abfälle umverpackt und in den Sonstigen Grubenraum geschleust werden können.

Die Phase Transportieren beinhaltet einerseits verschiedene Varianten von Transportwegen zum Schacht Asse 2 bzw. zum Schacht Asse 5 und andererseits verschiedene Transporttechniken bzw. -fahrzeuge.

Vorbereitende Maßnahmen wie z. B. die Erkundung des Kammerzustandes sind Tätigkeiten, die unabhängig vom gewählten Bergungskonzept erforderlich sind. Ähnliches gilt für das Verfüllen der Kammern nach Abschluss des Bergens der Gebinde. Diese sind im Prozessablauf der Rückholung (Abbildung 1) grau dargestellt und finden erst bei der Ausgestaltung der Konzeptplanung (3. Teilbericht) Berücksichtigung.

Die im linken Teil der Abbildung 1 aufgeführten Planungselemente richten sich nach dem technischen Ablauf des Bergungskonzeptes, bestimmen diesen jedoch nicht unmittelbar. Beispielhaft seien hierfür die Fernbedienbarkeit und die Nachweisführung genannt. Unabhängig davon, welches Verfahren z. B. zum Bergen der Gebinde zum Einsatz kommen soll, ist es entsprechend der Planungsrandbedingungen erforderlich, dass dies zumindest zu Beginn der Rückholung fernbedienbar erfolgt. Unabhängig von der Entscheidung für eine Variante (z. B. für die Sicherung der ELK 8a/511), muss der Nachweis ihrer Eignung geführt werden. Die im linken Teil von Abbildung 1 aufgeführten Planungselemente werden daher nicht bereits im Grobkonzept, sondern erst nachfolgend bei der späteren Ausgestaltung der Konzeptplanung, berücksichtigt. Bereits während der Erstellung des Grobkonzeptes wird jedoch geprüft, dass dieses auch unter Berücksichtigung aller Planungselemente umsetzbar ist.

				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											
								Projekt		PSP-Element		Aufgabe		UA	
NAAN		NNNNNNNNNN		AAAA		AA		NNNN		NN		Stand: 30.05.2018			
9A		23520000		GHB		RA		0047		00					

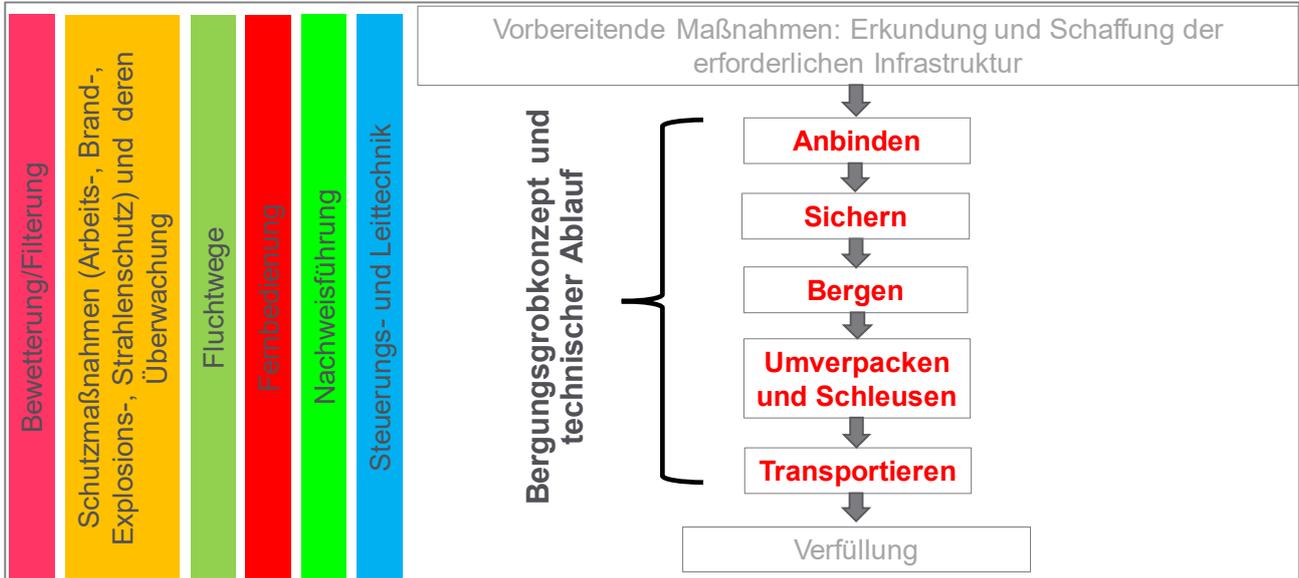


Abbildung 1: Genereller Prozessablauf der Rückholung

Im Grobkonzept werden für diese Phasen verschiedene Varianten der technischen Umsetzung unter Berücksichtigung der Planungsrandbedingungen dargestellt.

Zahlreiche Aspekte des Grobkonzeptes werden sowohl in der Variantendarstellung und -vergleich (Kapitel 4) als auch im Grundkonzept (Kapitel 6) wieder aufgriffen und detailliert beschrieben. Aus diesem Grund werden die verschiedenen Phasen des Bergungskonzeptes (Anbinden, Sichern, Umverpacken/Schleusen sowie Transport) in den nachfolgenden Unterkapiteln lediglich in zusammengefasster Form beschrieben.

3.2 PHASE 1 ANBINDEN

Die erste Phase des Grobkonzeptes beinhaltet das Anbinden der ELK 8a/511 an das Grubengebäude. Die Zugangsvarianten beschreiben hierbei die verschiedenen Möglichkeiten, die ELK 8a/511 vom Grubengebäude aus anzuschließen. Bei der Anbindung der ELK 8a/511 an das Grubengebäude sind verschiedene Planungsrandbedingungen zu berücksichtigen:

- Neben den Schächten Asse 2 und Asse 5 wird die Nutzung weiterer Tagesschächte für die Rückholung nicht betrachtet. Hierdurch wird die Möglichkeit, die eingelagerten Gebinde über einen Schacht, der von der Tagesoberfläche bis in die ELK 8a/511 reicht, zu bergen, nicht betrachtet.
- Durch die bergbaulichen Maßnahmen soll keine relevante Verschlechterung des Sicherheitsniveaus hinsichtlich eines AÜL bzw. dessen Konsequenzen sowie keine relevante Verschlechterung des gebirgsmechanischen Zustandes des Grubengebäudes erfolgen. Hieraus ergibt sich ein möglichst schonender Umgang mit dem Gebirge beispielsweise durch eine Beschränkung der Anzahl und der Größe der Kammerzugänge auf ein für die sichere und schnelle Rückholung erforderliches Minimum.
- Bei der Auffahrung von Grubenräumen dürfen festgelegte Sicherheitspfeiler ggf. durchörtert werden. Dies erfolgt auf Basis der ABVO und erfordert möglicherweise entsprechende Ausnahmebewilligungen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 19 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

- Die Notfall- und Vorsorgemaßnahmen sind abgeschlossen, können aber während der Rückholung temporär in ihrer Wirkung beschränkt sein. Diese Randbedingung erlaubt es, dass bereits verfüllte Grubenbaue wieder aufgewältigt werden dürfen, sofern dies in der Gesamtbetrachtung vorteilhaft für den Rückholungsprozess ist.

Die Erstellung der Anbindungstrecken kann mit gängiger Technik z. B. Nutzung einer Teilschnittmaschine erfolgen.

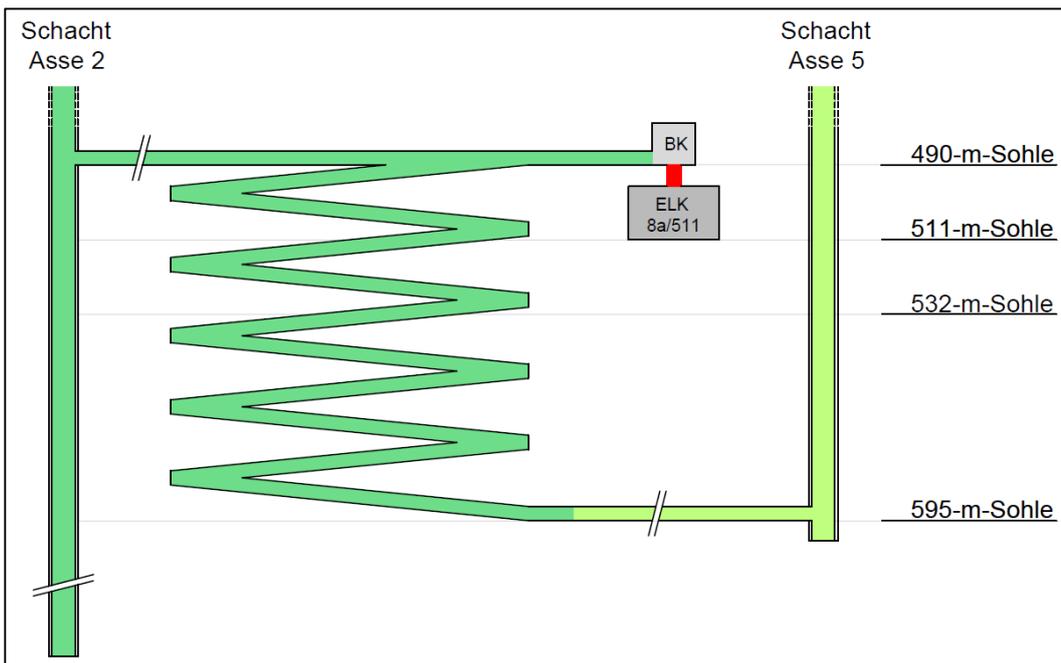


Abbildung 2: Ausgangssituation vor Beginn der Rückholung der MAW (Seitenansicht)

Abbildung 2 zeigt die Ausgangssituation zu Beginn der Rückholung. Dunkelgrüne Grubenbaue bestehen bereits zum aktuellen Planungsstand, wohingegen hellgrüne Grubenbaue noch erstellt werden müssen. Zum Beginn der Rückholung stehen sowohl der Schacht Asse 2 als auch der Schacht Asse 5 zur Verfügung. Das Füllort am Schacht Asse 5 ist nach derzeitigem Planungsstand auf der 595-m-Sohle eingerichtet. Der bestehende Schacht Asse 2 verfügt derzeit über Füllörter in den Niveaus der 490-m-Sohle und der 750-m-Sohle. Die zum Einlagerungszeitpunkt verwendete Beschickungskammer befindet sich auf der 490-m-Sohle und die ELK 8a/511 auf der 511-m-Sohle. Bis auf wenige Infrastrukturräume auf der 490-m-Sohle werden die Grubenbaue auf den Sohlen 490-m bis 595-m im Rahmen der Notfall- und Vorsorgemaßnahmen bis zum Beginn der Rückholung weitgehend verfüllt sein.

Abbildung 3 zeigt Varianten der Anbindung der ELK 8a/511 an das Grubengebäude in der Seitenansicht. Von oben kann die ELK 8a/511 über die Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle durch die Schwebe zwischen der ELK 8a/511 und der Beschickungskammer angeschlossen werden. Ein söhlicher Zugang zur ELK 8a/511 ist im Niveau der 511-m-Sohle möglich. Bei einem firstnahen Zugang müsste eine Höhendifferenz zur 490-m-Sohle von ca. 10 m überbrückt werden. Die Höhendifferenz zur 511-m-Sohle beträgt bei einem firstnahen Zugang ebenfalls ca. 10 m. Eine weitere Möglichkeit (nicht in der Abbildung 3 dargestellt) ist ein Zugang im Niveau der Kammermitte. Ein Zugang von unten an die ELK 8a/511 könnte beispielsweise über die 532-m-Sohle erfolgen. Bei dieser Variante ist zu berücksichtigen, dass der bereits verfüllte Abbau 8a/532 mit der Anbindungstrecke durchfahren werden müsste.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 20 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

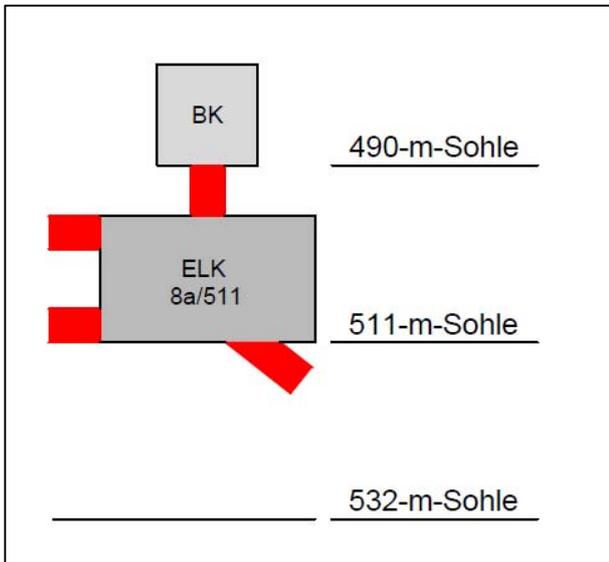


Abbildung 3: Prinzipielle Anbindungsvarianten der ELK 8a/511 an das Grubengänge in der Seitenansicht

Zusätzlich zur Seitenansicht in Abbildung 3 ist in Abbildung 4 eine Draufsicht auf die ELK 8a/511 zu sehen. Hier ist dargestellt, dass eine Anbindung der ELK 8a/511 entweder im Bereich der Kammer-ecken oder auch in der Kammermitte erfolgen kann.

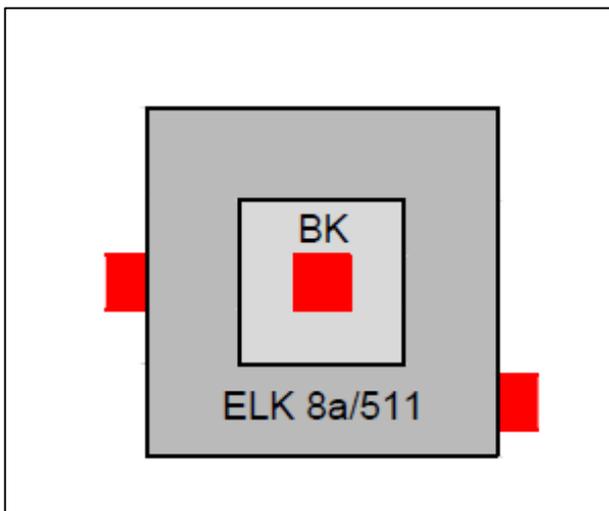


Abbildung 4: Prinzipielle Anbindungsvarianten der ELK 8a/511 an das Grubengänge in der Draufsicht

				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			
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	Stand: 30.05.2018	
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Verschiedene Anbindungsvarianten in der Seitenansicht sind in der Abbildung 5 schematisch dargestellt. In Grün ist jeweils die Richtung kenntlich gemacht, aus der die Zugangsstrecke in die Kammer stößt.

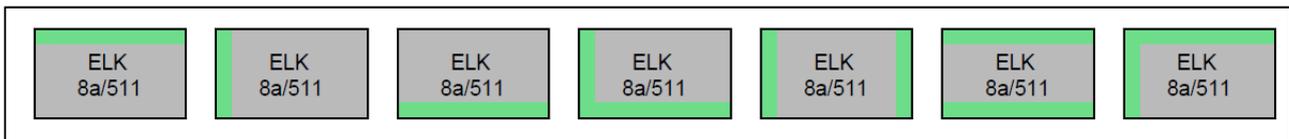


Abbildung 5: Seitenansicht verschiedener Anbindungsvarianten

Die drei linken Darstellungen in Abbildung 5 symbolisieren Zugänge zur ELK 8a/511 von einer einzelnen Richtung aus (Oben, Seite, Unten), die vier rechten Abbildungen dagegen stehen für Zugangskombination wie Seite/Unten, zwei Seiten und Seite/Oben. Allein aus diesen Darstellungen ergeben sich 22 verschiedene Anbindungsvarianten. Berücksichtigt man ferner, dass es von jeder Kammerseite (2x Ecke, 1x Mitte) sowie Firste, Mitte und Sohle weitere Zugangsmöglichkeiten gibt, so ergeben sich in Summe weit über 100 verschiedene Anbindungsvarianten. Da eine Bewertung jeder dieser einzelnen Variante zu einem unnötig hohen Aufwand führen würde, werden für den Variantenvergleich (Kapitel 4.2.3) die verschiedenen Möglichkeiten zu fünf Gruppen (Seitliche Anbindung 511-m-Sohle, seitliche Anbindung oberhalb 511-m-Sohle, von Oben durch die Firste, von Unten durch die Sohle sowie Mehrfachzugänge) zusammengefasst.

3.3 PHASE 2 SICHERN

In der zweiten Phase des Grobkonzeptes wird die Durchführung von Maßnahmen zur Sicherung der Firste und/oder den Stößen der Einlagerungskammer beschrieben. Diese Maßnahmen sind erforderlich, um eine aus gebirgsmechanischer Sicht sichere Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 zu gewährleisten. Die Sicherungsmaßnahmen in der Einlagerungskammer sind abhängig von den Ergebnissen der Erkundungsmaßnahmen bzw. gebirgsmechanischen Untersuchungen/Bewertungen und den betrieblichen Anforderungen für die Durchführung der Rückholung. Wesentliche Randbedingungen für die Phase des Sicherens der Kammer sind:

- Die Arbeiten innerhalb der MAW-Kammer müssen während der Rückholung weitgehend mannlos und fernbedient durchgeführt werden, solange dies zur Sicherstellung des angemessenen Arbeitsschutzes in der ELK 8a/511 erforderlich ist.
- Ein Einsatz von zugelassener und bewährter bzw. auf der Schachtanlage Asse II bereits eingesetzter Technik ist zu bevorzugen.
- In der ELK 8a/511 wird keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre unterstellt, da aufgrund der Bewetterung der Einlagerungskammer die Zusammensetzung der Kammeratmosphäre identisch ist mit der zuströmenden Atmosphäre aus dem Grubengebäude.

Der ersten Randbedingung folgend, müssen Sicherungsmaßnahmen innerhalb der Einlagerungskammer aufgrund der hohen Dosisleistung zunächst mittels einer Maschinenteknik erfolgen, die eine Fernbedienbarkeit ermöglicht. Zu einem späteren Zeitpunkt der Rückholung kann gegebenenfalls auf die Fernbedienbarkeit innerhalb der ELK 8a/511 verzichtet werden, sofern es die Dosisleistung der dann noch in der Einlagerungskammer verbliebenen Abfälle zulässt. Die zweite Randbedingung zielt darauf ab, dass erprobte bestehende Verfahren und Techniken denen einer Neuentwicklung vorzuziehen sind. Die Randbedingung, dass eine nicht explosionsfähige Atmosphäre angenommen werden kann, erlaubt es, auf den zeit- und kostenintensiven Prozess zur Entwicklung

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 22 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

explosionsschutzter Geräte und Fahrzeuge zu verzichten. Es empfiehlt sich, diese Randbedingung frühzeitig mit den zuständigen Genehmigungsbehörden abzustimmen, um mögliche grundlegende Planungsannahmen abzusichern.

Zu den betrachteten Sicherungsmaßnahmen gehören Bereißen/Nachschneiden, Ankern, Injizieren und das Einbringen von Unterstützungsbau.

Bereißen/Nachschneiden

Unter der Sicherungsmaßnahme Bereißen versteht man das planmäßige Hereingewinnen bereits vorhandener bzw. erkannter Löser. Damit wird in erster Linie die Gefahr des ungeplanten Löserfalls minimiert. Beim Nachschneiden wird die Kammer oder Teile der Kammer im Querschnitt derart mit einer Fräse erweitert, dass bereits aufgelockerte Gesteinsbereiche der Hohlraumkontur entfernt werden, bis festes anstehendes Salzgestein erreicht wird und die Gefahr von Löserfällen nachhaltig minimiert ist. Ein Fräskopf kann entweder an ein flurgebundenes Fahrzeug montiert werden oder an einen Manipulatorarm, der z. B. an der Kammerfirste befestigt ist.

Das Bereißen und das Nachschneiden der Hohlraumkontur (Firste und auch Stöße) sind insbesondere ein im Salzbergbau jahrzehntelang erfolgreich eingesetztes Verfahren. Stand der Technik ist ein Einsatz flurgebundener Fahrzeuge, die sich normalerweise innerhalb des Grubenbaus befinden.



Abbildung 6: Fräskopf zum Bereißen/Nachschneiden der Hohlraumkontur (Aufgenommen auf der Schachtanlage Asse II)

Ankern

Das Sichern durch Anker ist eine in Salzgesteinen ebenfalls sehr bewährte Methode und entspricht dem Stand der Technik; sie vermindert nach Installation der Anker das Risiko eines Löserfalls deutlich und nachhaltig. Beispielsweise mittels eines Bohrwagens (siehe Abbildung 7) werden vom Hohlraum aus Gebirgsanker gesetzt, deren Aufgabe darin besteht, die Eigentragwirkung der Schweben

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 23 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

zu erhöhen. Die Steuerung des Ankerbohrwagens kann durch Personal außerhalb der Einlagerungskammer über eine Fernbedienung erfolgen. Andere Möglichkeiten bestehen darin, die Ankerung mittels einer Bohrlafette, die in der Einlagerungskammer aufgestellt wird, oder eines an der Firste befestigten Manipulatorgerätes durchzuführen.



Abbildung 7: Ankerbohrwagen (Quelle: GHH Fahrzeuge GmbH)

Die Wirkungsweise des Ankerns besteht darin, das Bilden und Öffnen potenzieller Trennflächen und die Entstehung von Klüftkörpern zu vermeiden. Üblich ist auch der Einsatz von Ankerausbau in Verbindung mit Verzugmatten. Die Verzugmatten verhindern das Lösen und ggf. Herabfallen von Gesteinsbrocken zwischen den Ankern (Steinfall). Mittels der Ankertechnik können sowohl Firste als auch Stöße stabilisiert werden.

Sowohl für das Bereißen/Nachschnitten als auch für das Setzen der Anker müssen Maschinen in die Einlagerungskammer eingebracht werden. Die Stabilisierung der Firste der ELK 8a/511 mithilfe einer Ankerung könnte zumindest in einem großen Teilbereich auch von der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle aus erfolgen; zusätzlich ist je nach Bewertung der gebirgsmechanischen Situation in der Einlagerungskammer ggf. eine weitere Sicherung gegen das Herabfallen von kleineren Gesteinsbrocken aus der Firste erforderlich (Steinfallsicherung). Zur Sicherung der Stöße und ggf. Teilbereichen der Firste von außen müssten zunächst außerhalb der Einlagerungskammer Grubenbaue erstellt werden, von denen aus die Ankerung durchgeführt wird. Im Anschluss werden von außerhalb der Einlagerungskammer zunächst Bohrlöcher erstellt, die bis kurz vor die Einlagerungskammer reichen. Hierzu können z. B. kleine Bohrlafetten eingesetzt werden. In die Bohrlöcher werden zunächst die Patronen zum Verkleben der Anker und anschließend die Anker selbst eingebracht. Ein Anbohren der Einlagerungskammer sollte nicht erfolgen, um eine Kontamination und Freisetzung von Radioaktivität und deren Folgen zu vermeiden.

Injizieren

Die Injektionstechnik ist ebenfalls ein Standardverfahren zur Stabilisierung des Gebirges und wird häufig in Verbindung mit der Ankertechnik angewandt. Im Salzbergbau werden Injektionsverfahren aufgrund der meist geringeren Klüftung weniger häufig eingesetzt als in anderen Bergbauzweigen. Beim Injizieren wird durch Bohrlöcher das Injektionsmittel in vorhandene Risse gepresst, um diese zu „verkleben“ und den Gebirgsverbund zumindest teilweise wiederherzustellen sowie Hohlräume bzw. Auflockerungen zu verfüllen. Auf der Schachtanlage Asse II wird die Injektionstechnik bereits

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 24 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

heute beispielsweise zum Abdichten von Strömungsbauwerken und zum Verschließen von Bohrlöchern und Klüften eingesetzt. Ähnlich wie beim Ankern könnten auch die Injektionsmaßnahmen zur Stabilisierung der Firste der ELK 8a/511 aus der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle heraus erfolgen.

Unterstützungsausbau

In vielen Bergbauzweigen ist der Einsatz von Unterstützungsausbau zur Gewährleistung der Standsicherheit von Grubenbauen gängige Praxis. Unterstützungsausbau wird im Allgemeinen zur Beherrschung von Strecken und in Schächten eingesetzt. Im Salzbergbau ist der Einsatz von Unterstützungsausbau zur Beherrschung von Strecken wenig verbreitet, da oftmals Bereiß- und Nachschneidemaßnahmen ausreichend sind. Als Schachtausbau zum Beispiel im Deckgebirgsbereich kommt der Unterstützungsausbau auch auf Salzbergwerken regelmäßig zum Einsatz.



Abbildung 8: Gleitbogenausbaustrecke auf der 725-m-Sohle der Schachtanlage Asse II (Quelle: <https://www.bge.de/de/aktuelle-arbeiten/asse/2018/2/kw-72018/>)

Unter anspruchsvollen gebirgsmechanischen Bedingungen kann ein Unterstützungsausbau (Abbildung 8) aus mehreren Schalen bestehen. Einer Systemankerung zur vorläufigen Sicherung des Gebirges folgt dann beispielsweise ein hinterfüllter Gleitbogen zur Gewährleistung der Standsicherheit. Der Querschnitt der Grubenbaue, in denen Unterstützungsausbau eingesetzt wird, beträgt für Strecken meist bis zu 35 m², in Bereichen von Füllrörtern auf großen Schachtanlagen wurden aber auch

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 25 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Querschnitte bis zu 200 m² realisiert. In Schächten wird in der Regel horizontal eingebauter Unterstützungsausbau bis zu einem Querschnitt von ca. 90 m² eingesetzt. In Abbaukammern mit großen Seitenlängen und Höhen wird aufgrund der Dimensionen nur lokal Unterstützungsausbau zur Stabilisierung der Kammerfirse eingesetzt.

Eine Variante zum Stabilisieren der Kammerfirse bietet beispielsweise der Einsatz von Betonstützen (siehe Abbildung 9). Diese Stützen werden vor Ort erstellt, indem armierte Gewebesläuche mit Beton aufgepumpt werden und dieser darin aushärtet.



Abbildung 9: Betonstütze zur Abstützung der Firse (Quelle: Bullflex, BuM GmbH)

Mittels mehrerer derartiger Stützen können hohe Tragkräfte aufgenommen werden, um beispielsweise einen drohenden Schwebendurchbruch zu verhindern. Mit zunehmender Höhe der Stützen steigt deren Knickempfindlichkeit an. Um das Knickverhalten zu kompensieren muss der Durchmesser vergrößert werden, folglich steigt der Platzbedarf.

In der Phase Sichern kann es bei allen vorgestellten Verfahren – vor allem beim Sichern durch Bereißen/Nachschnitten insbesondere der Firse – dazu kommen, dass Gesteinsbrocken oder für die Sicherung eingesetztes Material auf den Gebindekegel fallen. Zum Schutz des Gebindekegels kann dieser vor der Durchführung von Tätigkeiten zum Bereißen/Nachschnitten beispielsweise mit Salzgrus überdeckt werden oder eine entsprechende Auffangeinrichtung an den Werkzeugträger der Fräse montiert werden. Ob der Ausschluss einer Gebindebeschädigung unter Störfallgesichtspunkten erforderlich ist, ist Bestandteil des 4. Teilberichtes „Sicherheits- und Nachweiskonzept“.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 26 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

3.4 PHASE 3 BERGEN

In der Phase Bergen werden verschiedene Varianten beschrieben, auf deren Basis die radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 geborgen werden können. Das Bergen beinhaltet die Tätigkeiten des Lösens, des Hebens und des Ladens/Transportierens der Abfälle innerhalb der Einlagerungskammer. Welche Bergungsvarianten geeignet sind, ist insbesondere abhängig vom Zustand und von der Lage der eingelagerten Gebinde sowie vom gebirgsmechanischen Zustand der Einlagerungskammer. Zum Bergen können Werkzeugträger zum Einsatz kommen, die mit verschiedenen Werkzeugen bestückt werden. Für die Phase Bergen gelten die gleichen exemplarischen Randbedingungen wie für die Phase Sichern:

- Die Arbeiten innerhalb der MAW-Kammer müssen während der Rückholung weitgehend mannos und fernbedient durchgeführt werden, solange dies zur Sicherstellung des angemessenen Arbeitsschutzes in der ELK 8a/511 erforderlich ist.
- Die Planung erfolgt unter bevorzugter Berücksichtigung des Einsatzes von zugelassener und bewährter bzw. auf der Schachtanlage Asse II bereits eingesetzter Technik.
- In der ELK 8a/511 wird keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre unterstellt.

Zusätzlich gilt:

- Für alle erforderlichen Tätigkeiten zur Vorbereitung und Durchführung der Rückholung der MAW werden innerhalb des Schleusenbereiches bzw. innerhalb der Einlagerungskammer keine dieselpetriebenen Maschinen eingesetzt.

Varianten angelehnt an klassische Verfahren

Die Abbildung 10 zeigt die Lage der Gebinde während der Einlagerung.



Abbildung 10: Lage der Gebinde in der ELK 8a/511 während der Einlagerung (April 1976)

Bei einer solchen Lage der Gebinde sind einfache Werkzeuge zum Greifen, Heben und Laden der Gebinde ausreichend (siehe Abbildung 11).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 27 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		



Abbildung 11: Werkzeuge zum Greifen, Heben und Laden der Gebinde (links: Magnetheber, Quelle: www.pixabay.com, mitte: Polypgreifer, Quelle: www.pixabay.com, rechts: Fassklammer)

Zur Nutzung dieser Werkzeuge bedarf es eines Werkzeugträgers. Hinsichtlich der Werkzeugträger sind prinzipiell sehr unterschiedliche Varianten möglich. Bei einem Zugang im Bereich der Kammer-
 sohle können flurgebundene Fahrzeuge (siehe Abbildung 12) eingesetzt werden, bei denen die Gebinde mittels eines entsprechenden Auslegers gegriffen und gehoben werden.

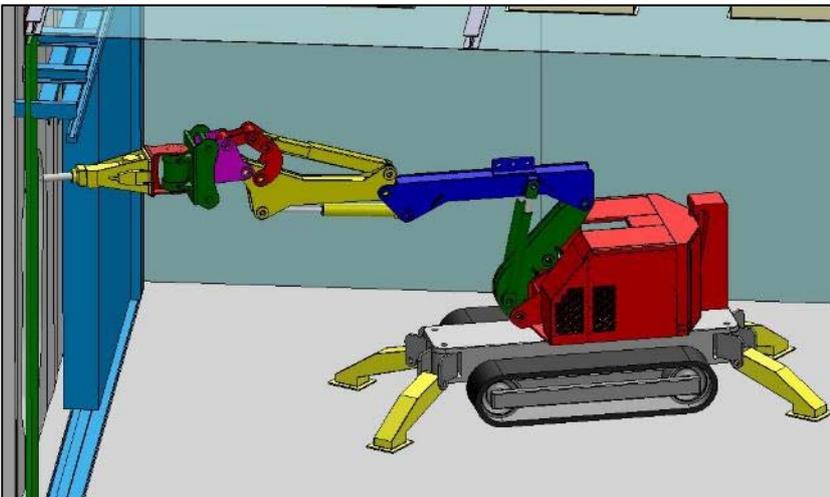


Abbildung 12: Flurgebundener Werkzeugträger

Bei einem Kammerzugang von oben über die Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle besteht ggf. die Möglichkeit, die existierende Krananlage, möglicherweise mit einigen Umbauten, als Werkzeugträger zu nutzen (siehe Abbildung 13).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 28 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

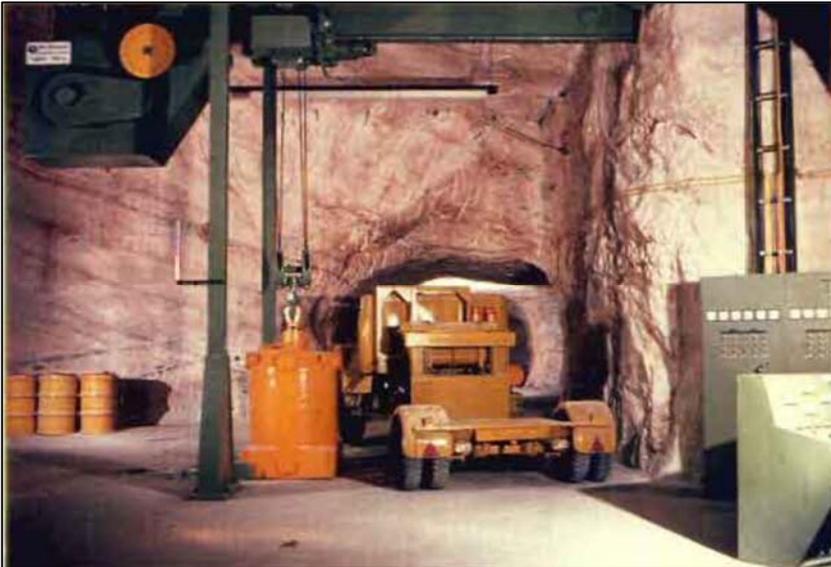


Abbildung 13: Krananlage in der Beschickungskammer der 490-m-Sohle vor Beginn der Einlagerung (05.08.1971)

Die Bergung der Gebinde könnte aber auch über eine Krananlage erfolgen, die innerhalb der Einlagerungskammer an der Firste befestigt ist (siehe Abbildung 14).



Abbildung 14: Deckenkran (Quelle: Gersag Krane, Schweiz)

Eine weitere Variante einer an der Firste befestigten Seilkrananlage folgt dem Prinzip einer Stadionkamera wie in Abbildung 15 dargestellt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 29 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

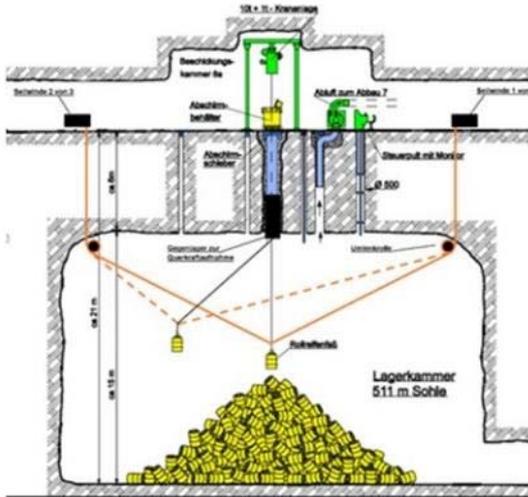


Abbildung 15: Links: Seilgeführte Krananlage nach dem Prinzip der Stadionkamera. Rechts: Seilgeführte Stadionkamera (Quelle: J. Glover - Atlanta, Georgia, Wikipedia)

Für die Bergung der Gebinde von der Gebindekegelspitze aus eignet sich auch ein innerhalb der Einlagerungskammer aufzustellender Portalkran gemäß Abbildung 16.



Abbildung 16: Portalkran (Quelle: www.pixabay.com)

Bei einem seitlichen Zugang im Bereich der Kammerfirste besteht die Option des Einsatzes eines Kragarmkrans (siehe Abbildung 17).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 30 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

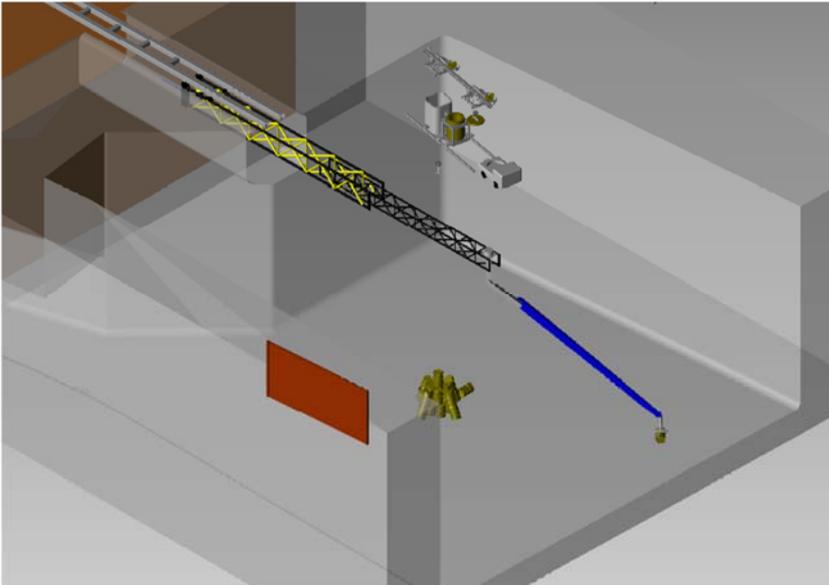


Abbildung 17: Kragarmkran (EWN & TÜV NORD SysTec, 2008)

Die bisher genannten Werkzeugträger sind vom Prinzip her alle in der Lage, die als Gebindekegel gelagerten Abfälle zu greifen und zu heben. Dies gilt mit einigen Einschränkungen auch für den Fall, dass die Gebinde nicht mehr kegelartig, sondern wie in Abbildung 18 dargestellt in der Einlagerungskammer flächig verteilt sind.

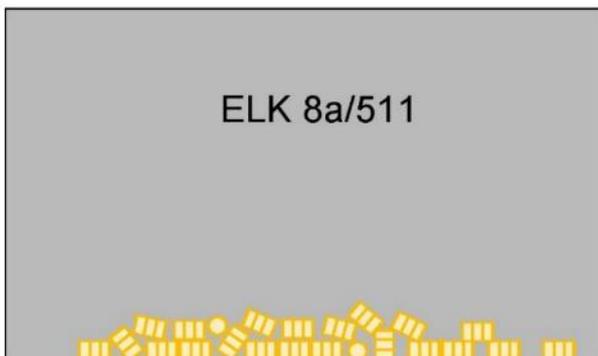


Abbildung 18: Prinzipbild einer flächigen Verteilung der Gebinde innerhalb der ELK 8a/511

Es ist zudem nicht auszuschließen, dass einige Gebinde beschädigt sind, beispielsweise Bitumen ausgelaufen ist und die Gebinde teilweise miteinander verklebt bzw. durch Korrosion untereinander verbunden sind. Ferner besteht die Möglichkeit, dass durch vereinzelt Löser ein Teil der Gebinde bedeckt ist (siehe Abbildung 19).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 31 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

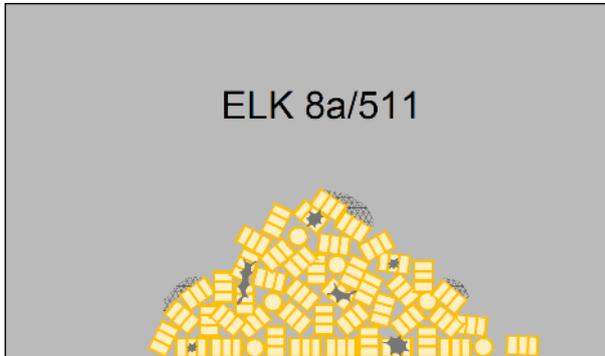


Abbildung 19: Prinzipbild für teilweise beschädigte und vereinzelt durch Löser bedeckte Gebinde

Ist dies der Fall, müssen die Gebinde vor dem Greifen, Heben und Laden voneinander getrennt werden. Dies kann z. B. mittels Trenn- oder Kneifwerkzeugen erfolgen (siehe Abbildung 20), die an entsprechende Werkzeugträger montiert werden.



Abbildung 20: Beispiele für Trenn- und Kneifwerkzeuge (Quelle: Bild links: www.pixabay.com, Bild rechts: Epirock)

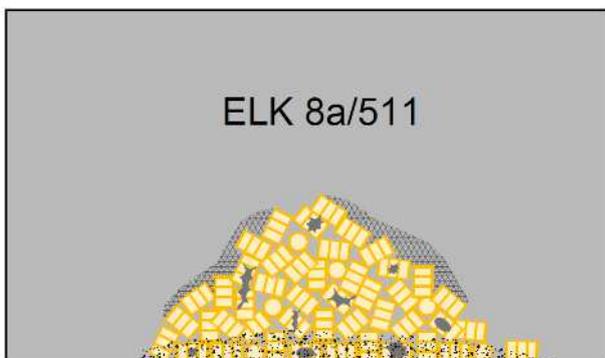


Abbildung 21: Prinzipbild für teilweise beschädigte Gebinde, die überwiegend durch Löser überdeckt und in Salz eingebettet sind

Im Falle von beschädigten, überwiegend von Lösern bedeckten und/oder im Salz eingebetteten Gebinden (siehe Abbildung 21), ist vor dem Trennen, Greifen, Heben und Laden ein weiterer Arbeitsschritt zum Freilegen der Gebinde erforderlich. Gängige Werkzeuge, die sich zum Freilegen der

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 32 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Gebinde eignen, sind hydraulischer Hammer und Schaufel, die an einen Werkzeugträger wie z. B. ein flurgebundenes Fahrzeug montiert werden können, oder auch mittels eines fest verbundenen Manipulatorarmes an eine Krankonstruktion angebracht sind.

Alternative Varianten

Zusätzlich zu den zuvor beschriebenen klassischen Varianten gibt es weitere Möglichkeiten zum Bergen der Gebinde. Eine davon ist beispielsweise das aus dem Gewinnungsbergbau stammende Verfahren des Auger Minings, bei dem mittels großkalibriger Bohrlöcher das Mineral hereingewonnen wird (siehe Abbildung 22). Um diese Technik für das Bergen der Gebinde adaptieren zu können, muss zunächst ein festes Gefüge hergestellt werden, z.B durch Verfüllung mittels Baustoff zumindest im Bereich des Fasskegels. Diese Maßnahme ist auch bei anderen bohrtechnischen Lösungen erforderlich.



Abbildung 22: Auger Mining (Quelle: Tunnelcorp, Australia)

Aufgrund der geringen Anzahl der eingelagerten Gebinde (1.301 Stück) ist der technische und zeitliche Aufwand bei diesen bohrtechnischen Varianten unverhältnismäßig hoch, weshalb Bergevarianten, die ein vorheriges Verfüllen der Einlagerungskammern erfordern, im Rahmen der Konzeptplanung nicht weiter betrachtet werden.

Bergevarianten wie das Auflösen des Kammerinhaltes, z. B. in Säure, und Abpumpen der Lösung über Rohrleitungen oder eine Flutung der Einlagerungskammer mit hochdichtem Fluid, damit Gebinde aufschwimmen und „abgefischt“ werden können, sind in der technischen Umsetzung sehr aufwändig und werden deshalb hier nicht weiter berücksichtigt.

Auch das Schreddern und Zerkleinern aller Abfälle vor der anschließenden Umverpackung des Materials in geeignete Transportverpackungen erfordert unter den gegebenen Randbedingungen einen unverhältnismäßig hohen Zeitaufwand. Da außerdem basierend auf dem heutigen Kenntnisstand keine Notwendigkeit besteht, die Abfälle zu schreddern und zu zerkleinern, werden diese Varianten nicht weiter betrachtet.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 33 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Bei thermischen Trennfahren mit Hoch- bzw. Tieftemperaturbehandlung des ELK-Inhaltes ist der technische Aufwand ebenfalls extrem hoch sowie die Nachweisführung der Eignung schwierig. Verfahren wie Hochtemperatur-Trennverfahren (beispielsweise Plasmaschneiden) erfordern darüber hinaus extrem aufwändige Maßnahmen zur Gewährleistung des Brand- und Explosionsschutzes.

3.5 PHASE 4 UMVERPACKEN UND SCHLEUSEN

Die vierte Phase des Grobkonzeptes beinhaltet die verschiedenen Varianten des Umverpackens und Schleusens der geborgenen Abfälle aus der ELK 8a/511. Eine Verschleppung von Kontamination aus dem Inneren der ELK 8a/511 bzw. dem Strahlenschutzbereich in den Sonstigen Grubenraum, ist zu vermeiden. Hierzu müssen die geborgenen Abfälle in eine geeignete Umverpackung transferiert werden, bevor diese von außen kontaminationsfreie Umverpackung über die Schleuse in den Sonstigen Grubenraum transportiert wird.

Umverpackung

Die geborgenen radioaktiven Abfälle (intakte, beschädigte bzw. zerstörte Gebinde und lose Abfälle wie Salzgrus und möglicherweise bituminöse Abfallbestandteile) werden in eine entsprechende Umverpackung eingestellt bzw. eingefüllt. Die Umverpackungen

- können sowohl Gebinde als auch lose Abfälle aufnehmen,
- umschließen die Abfälle (Gebinde und lose Abfälle) dergestalt, dass radioaktive bzw. toxische Stoffe nicht mit der Umgebung in Kontakt kommen und
- reduzieren die durch Gammastrahlung verursachte Dosisleistung an der Außenseite der Umverpackung, und weisen
- bei einer Förderung über Schacht Asse 2 maximale Außenmaße von 2,00 m x 1,15 m x 5,60 m und ein Gesamtgewicht von max. 10 t bzw.
- bei einer Förderung über Schacht Asse 5 maximale Außenmaße von 4,90 m x 2,90 m x 5,60 m und ein Gesamtgewicht von max. 25 t auf.

Für die Umverpackung werden drei verschiedene Varianten betrachtet:

- Einzel-Umverpackung zur Aufnahme eines Gebindes,
- Kleine Multi-Umverpackung zur Aufnahme von 2 – 3 Gebinden und
- Große Multi-Umverpackung zur Aufnahmen von mehr als drei Gebinden.

Die einzelnen Varianten sind in der Abbildung 23 dargestellt. Exemplarisch ist hier die Beladung mit Gebinden dargestellt. Alle Umverpackungen können auch loses Material aufnehmen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 34 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

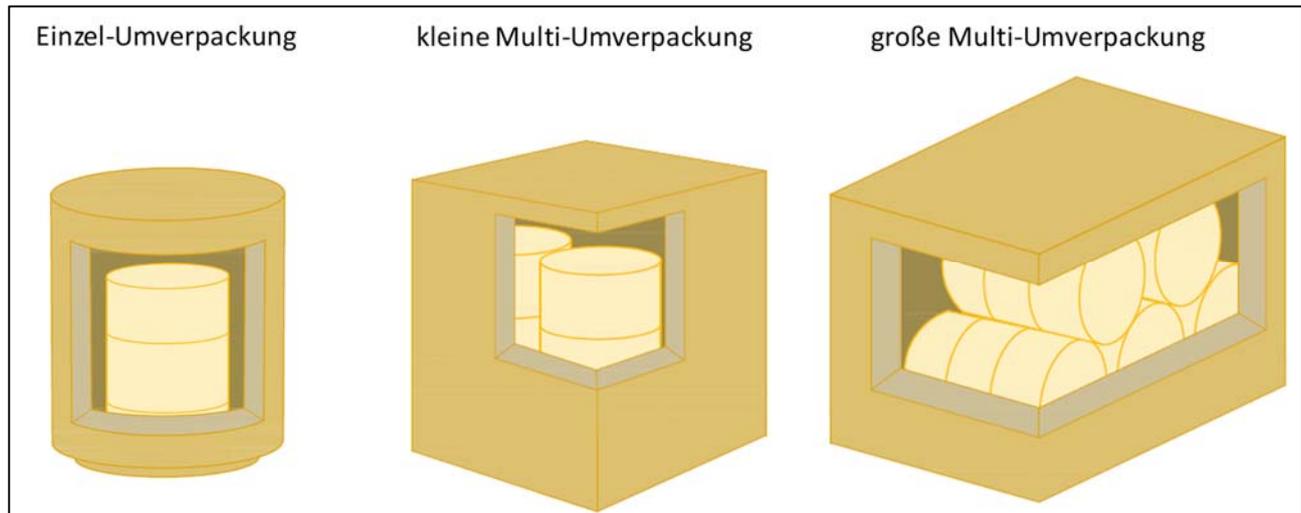


Abbildung 23: Exemplarische Darstellung der Varianten der mit Gebinden beladenen Umverpackung

Die kleine Multi-Umverpackung hat exemplarisch eine Kapazität von zwei Gebinden, die große Multi-Umverpackung exemplarisch eine Kapazität von fünf Gebinden. Im weiteren Verlauf der Planungen wird die Kapazität der Umverpackung weiter konkretisiert.

Schleusen

Die Einrichtung von Schleusen dient dem Transfer von Materialien, Geräten, Maschinen und ggf. Personen vom Sonstigen Grubenraum in die Einlagerungskammer bzw. von der Einlagerungskammer in den Sonstigen Grubenraum. Die Schleusen

- vermeiden, dass radioaktive Kontamination aus der Einlagerungskammer über die Außenflächen der Umverpackung bzw. von Maschinen und Geräten aus der Einlagerungskammer in die Umgebung gelangen,
- vermeiden die Kontaminationsverschleppung durch Personen,
- stellen einen lüftungstechnischen Abschluss zwischen der Einlagerungskammer und dem Sonstigen Grubenraum her,
- verhindern durch eine geeignete Wetterführung mit Abwetterfilterung, dass an Schwebstoffe gebundene Radionuklide aus der Einlagerungskammer in die Umgebung gelangen,
- stellen eine gerichtete Luftströmung vom Sonstigen Grubenraum über die Schleusen in die Einlagerungskammer hinein sicher,
- dienen dem Transfer von Materialien (Umverpackungen) und Geräten in die Einlagerungskammer bzw. aus dieser heraus sowie – sofern vorhanden – in den Äußeren Arbeitsbereich und den Sonstigen Grubenraum und
- ermöglichen den Transfer von Personen in den ggf. vorhandenen Äußeren Arbeitsbereich und den Sonstigen Grubenraum.

In Bezug auf die Schleusen lassen sich drei Varianten beschreiben, die sich hinsichtlich des Aufbaus unterscheiden. Die erste Variante umfasst die Einzelschleuse (ES). Hierbei wird die ELK 8a/511 durch ein System aus zwei Schleusentüren vom Sonstigen Grubenraum abgegrenzt. Die Abfälle werden in der Einlagerungskammer umverpackt und in die Einzelschleuse transportiert. Dort erfol-



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 35 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

gen weitere Messungen wie die Prüfung auf Kontaminationen an der Außenseite der Umverpackung, eine Dosisleistungsmessung und eine Massenbestimmung der Umverpackung. Im Bedarfsfall können auch Interventionsmaßnahmen an der Umverpackung stattfinden.

Die zweite Variante der Schleuse definiert sich über zwei hintereinanderfolgende Schleusenbauwerke, wobei diese insgesamt eine Innere Schleuse (IS), einen daran anschließenden kleinen Äußeren Arbeitsbereich (ÄÄ) sowie eine anschließende Äußere Schleuse (ÄS) bilden. Die Umverpackung wird aus der Einlagerungskammer in die Innere Schleuse geführt, in der Messungen wie die Prüfung auf Kontaminationen an der Außenseite der Umverpackung, der Dosisleistung und des Gewichtes der Umverpackung stattfinden. Zwischen der Inneren Schleuse und der Äußeren Schleuse befindet sich der Äußere Arbeitsbereich. Dieser hat eine Länge von wenigen zehn Metern und dient der räumlichen Trennung zwischen IS und ÄS. Die befüllten Umverpackungen werden über den ÄÄ in die ÄS transportiert und von dort nach einer erneuten Kontaminationsmessung in den Sonstigen Grubenraum ausgeschleust.

Die dritte Variante stellt eine Doppelschleuse mit großem Äußeren Arbeitsbereich dar. Der grundsätzliche Aufbau der Schleusenbauwerke ist identisch zur Variante 2 „Doppelschleuse mit kleinem Äußeren Arbeitsbereich“, allerdings ist in der Variante 3 der Äußere Arbeitsbereich erheblich größer und kann sich auch über weitere Teile des Grubengebäudes wie Strecken auf unterschiedlichen Sohlen bzw. neu aufzufahrende Räume erstrecken. Somit kann der ÄÄ eine Länge von einigen zehn bis mehreren hundert Metern aufweisen. Aufgrund der Länge und der damit verbundenen räumlichen Ausdehnung kann der ÄÄ ggf. für die Pufferlagerung von leeren oder auch befüllten Umverpackungen oder auch für das Abstellen von kontaminierten Geräten oder Material genutzt werden.

3.6 PHASE 5 TRANSPORTIEREN

In der fünften Phase des Grobkonzeptes werden Varianten für das Transportieren der umverpackten radioaktiven Abfälle im Sonstigen Grubenraum nach dem Verlassen der Schleuse bis vor die Beschickung des Tagesschachtes beschrieben. Die Phase Transportieren beinhaltet sowohl die Transportwege als auch die Transporttechnik.

Bei den Transportwegen kann es sich um die Nutzung vorhandener Grubenbaue oder um Neuauffahrungen bzw. Aufwältigungen ehemaliger Grubenbaue handeln.

Die Transporttechniken bieten technisch unterschiedliche Möglichkeiten, die umverpackten radioaktiven Abfälle über die jeweiligen Transportwege zu befördern.

3.6.1 Transportwege

Für die Transportwege gelten folgende wesentliche Randbedingungen:

- Die Gebinde sollen über den Schacht Asse 2 (Füllort 490-m-Sohle) und/oder den Schacht Asse 5 (Füllort 595-m-Sohle) nach ü. T. gefördert werden.
- Die Streckenführung soll eine maschinelle Auffahrung zulassen.
- Streckenauffahrungen für gleislose Transporte sollen hinsichtlich Breite (5 m), Höhe (4 m) und Neigung (max. 11 %) an die Wendelstrecke angepasst werden.
- Bei der Auffahrung von Grubenräumen werden ggf. festgelegte Sicherheitspfeiler durchörtert. Dies erfolgt auf Basis der ABVO und erfordert ggf. Ausnahmegenehmigungen.

Als Transportweg wird die Strecke von der Schleuse zu den Schächten Asse 2 bzw. Asse 5 bezeichnet, über die die umverpackten Gebinde zum jeweiligen Schacht gebracht werden.

Transport zum Schacht Asse 2

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 36 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Für den Transport zum Schacht Asse 2 ist je nach Anbindung der ELK 8a/511 an das Grubengebäude ein Höhenunterschied zwischen null Meter (bei Anbindung der Einlagerungskammer über die Beschickungskammer) und 42 m (bei Anbindung der ELK an die 532-m-Sohle) zu überwinden. Hierfür gibt es in Abhängigkeit von der gewählten Anbindung folgende Varianten für den Transportweg:

- Weitgehende Nutzung vorhandener Grubenbaue wie z. B. der bestehenden Wendelstrecke,
- Neuauffahrung von Grubenbauen zum Anschluss an den Schacht Asse 2 (söhlig, neue Wendelstrecke, flache Rampe, steile Rampe).

Bei der Variante „Anbindung der ELK 8a/511 von oben über die Beschickungskammer“ können die unverpackten Abfälle über die 490-m-Sohle zum Schacht Asse 2 transportiert werden (siehe Abbildung 24).

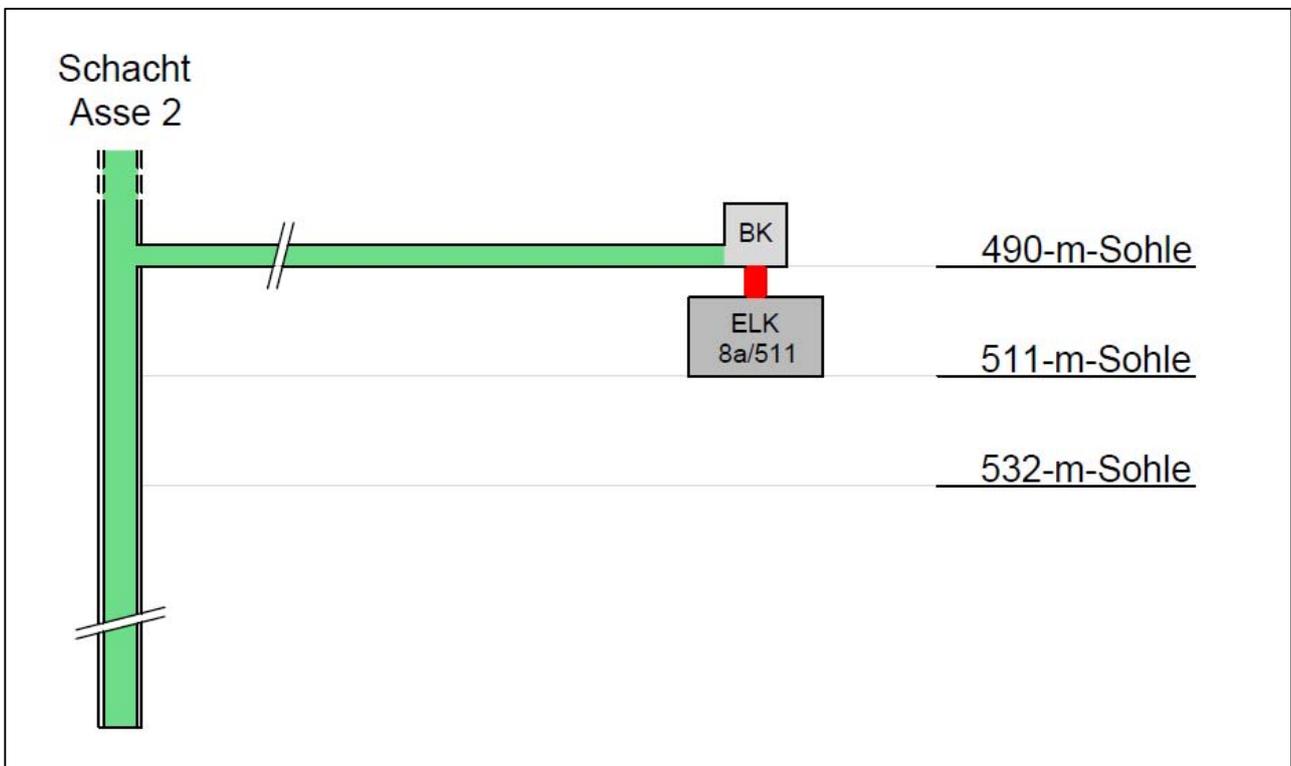


Abbildung 24: Variante Anbindung der ELK 8a/511 von oben über die Beschickungskammer und Transport zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle

Der Transport auf der 490-m-Sohle kann entweder über bereits bestehende Grubenbaue (siehe Abbildung 25) oder über eine neu aufzufahrende Strecke z. B. nördlich der alten Abbaue (siehe Abbildung 26) erfolgen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 37 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

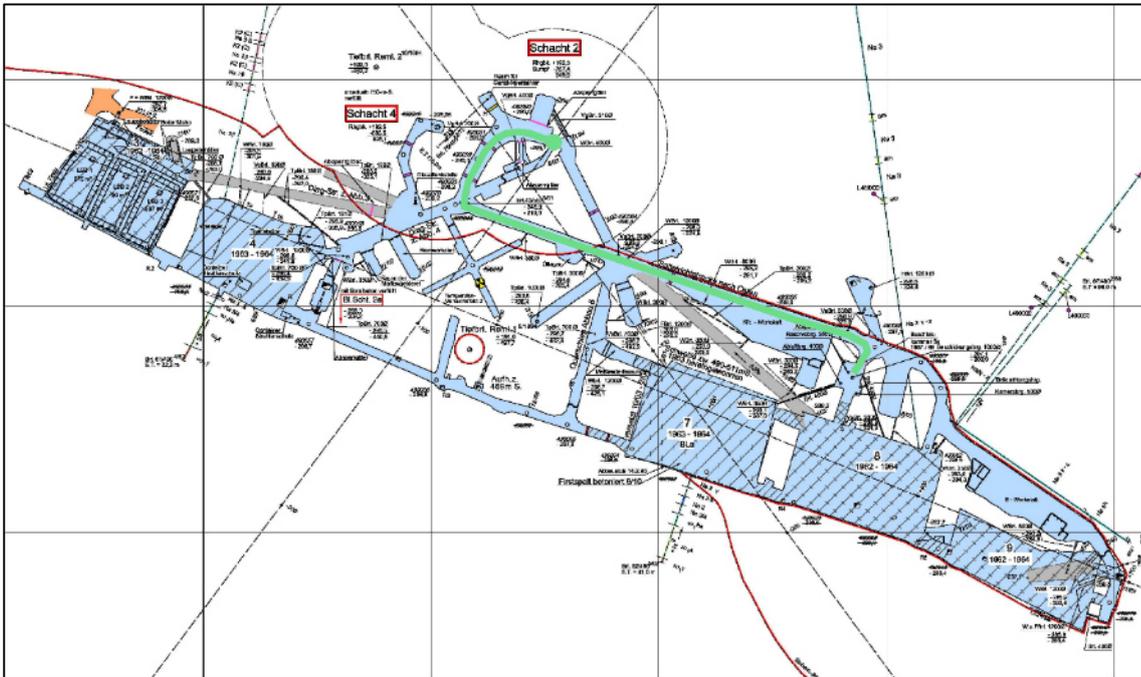


Abbildung 25: Transport der unverpackten Gebinde über bestehende Grubenbaue auf der 490-m-Sohle von der Beschickungskammer zum Füllort Schacht Asse 2

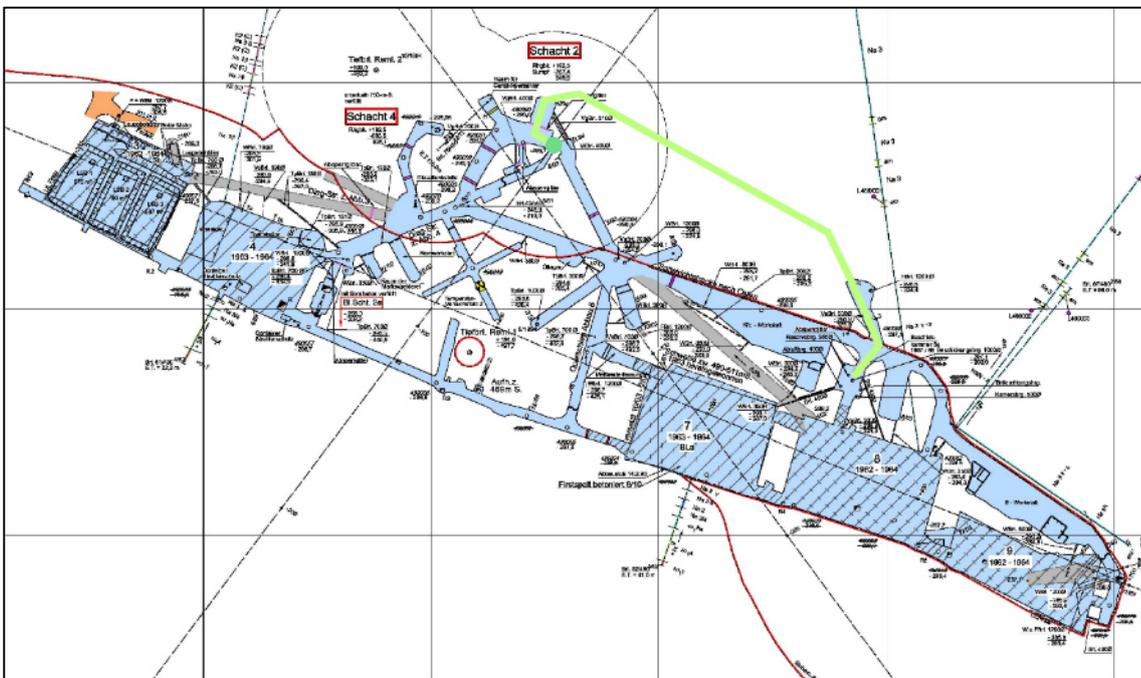


Abbildung 26: Transport der unverpackten Gebinde über eine neu aufzufahrende Strecke auf der 490-m-Sohle von der Beschickungskammer zum Füllort Schacht Asse 2

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 38 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Bei einer Anbindung der ELK 8a/511 an das Grubengebäude im Bereich der Kammerfirste von einer der vier Kammerseiten aus ist für den Transport zum Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle ein Höhenunterschied von rund 10 m zu überbrücken. Dies könnte über eine neu aufzufahrende, geneigte Strecke mit einer Neigung von rund 10 % erfolgen (siehe Abbildung 27).

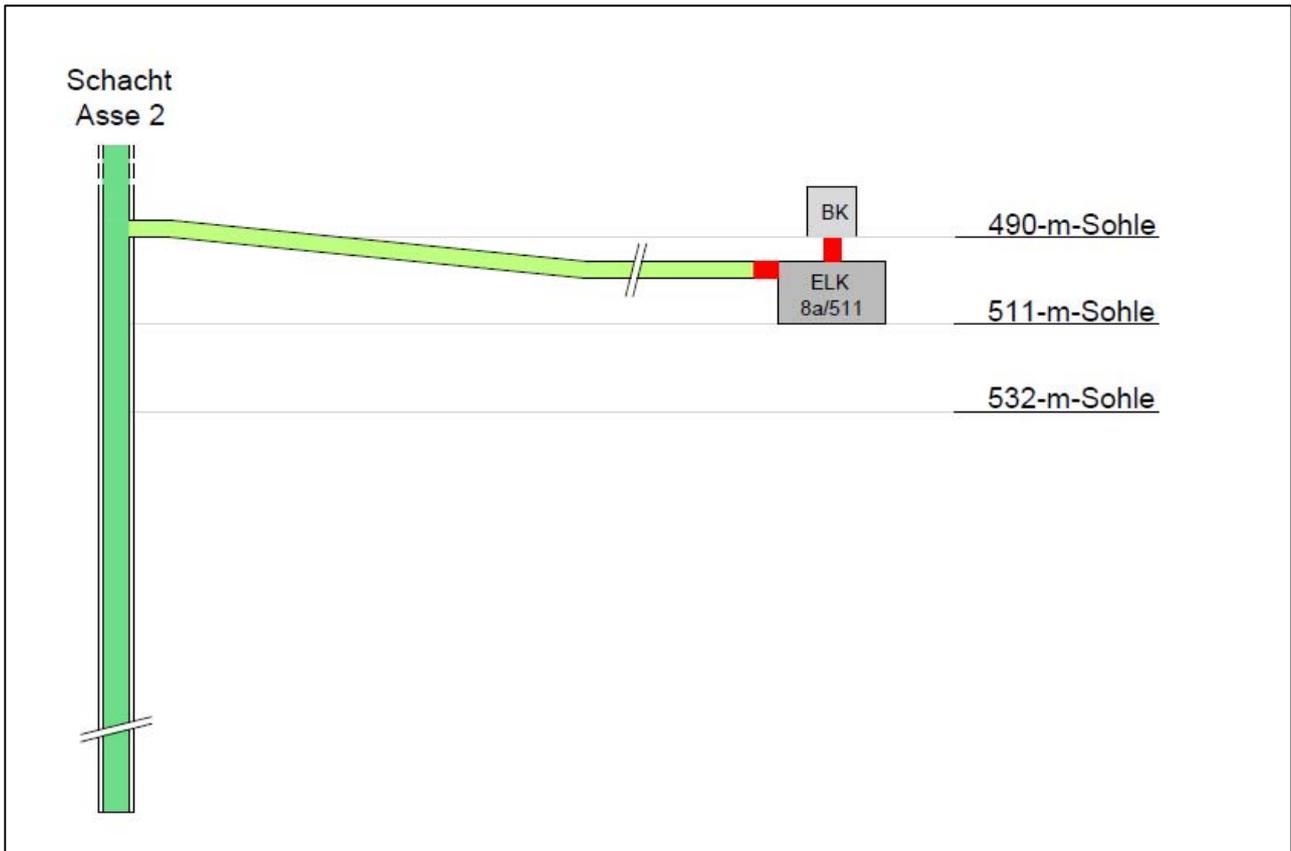


Abbildung 27: Variante Anbindung der ELK 8a/511 im Bereich der Kammerfirste und Transport zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle über eine neu aufzufahrende Strecke mit rund 10 % Neigung

Bei einem söhligen Zugang von der 511-m-Sohle aus besteht eine Variante darin, eine Verbindungsstrecke zur bestehenden Wendelstrecke zu erstellen und im Weiteren die Wendelstrecke als Transportweg zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle zu nutzen (siehe Abbildung 28).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 39 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

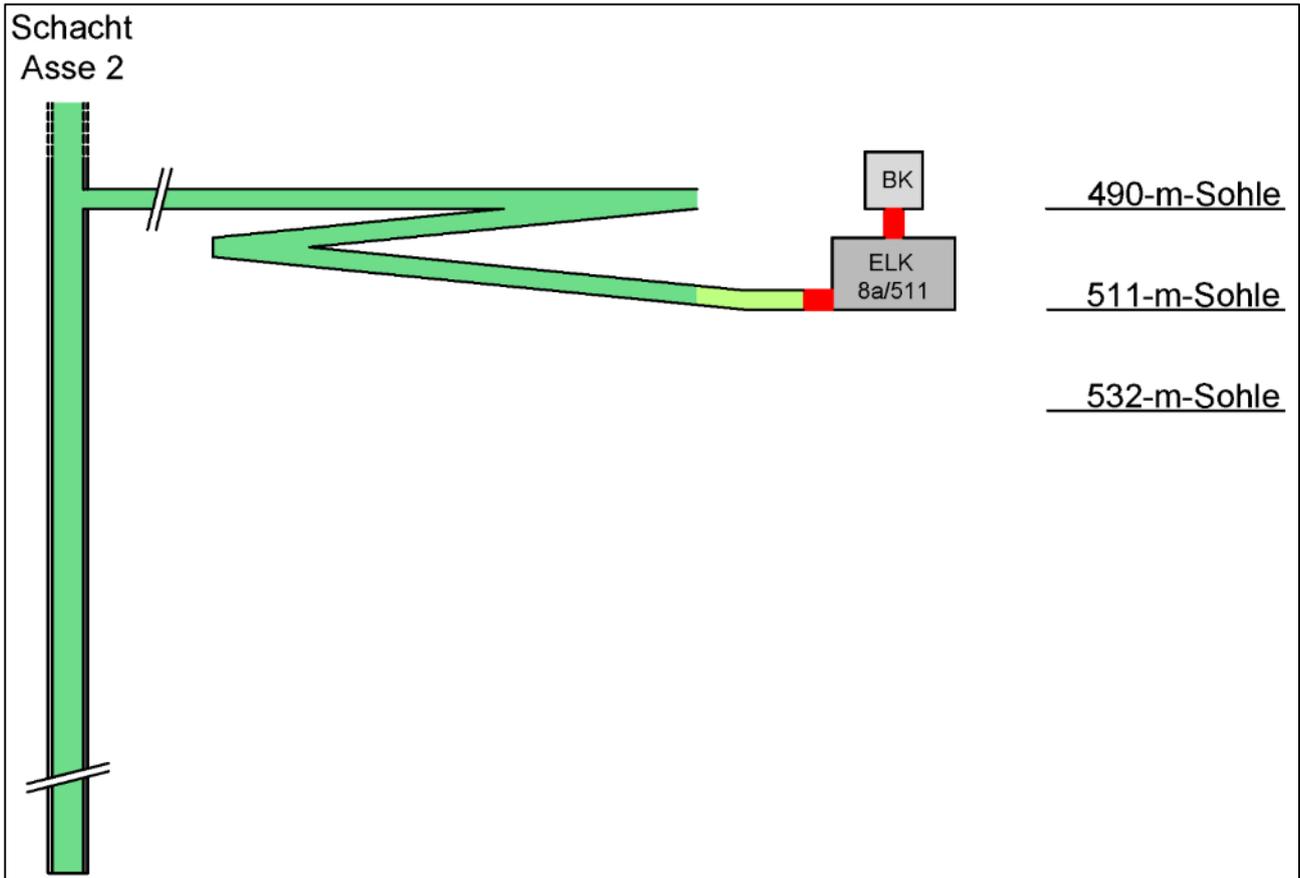


Abbildung 28: Variante Anbindung der ELK 8a/511 im Bereich der Kammersohle und Nutzung der bestehenden Wendelstrecke für den Transport zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle

Alternativ hierzu bestehen die Möglichkeiten zur Anbindung der ELK 8a/511 an den Schacht Asse 2 über eine neue Wendelstrecke von der 511-m-Sohle zur 490-m-Sohle (siehe Abbildung 29) oder den Anschluss über eine Rampe (siehe Abbildung 30).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 40 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

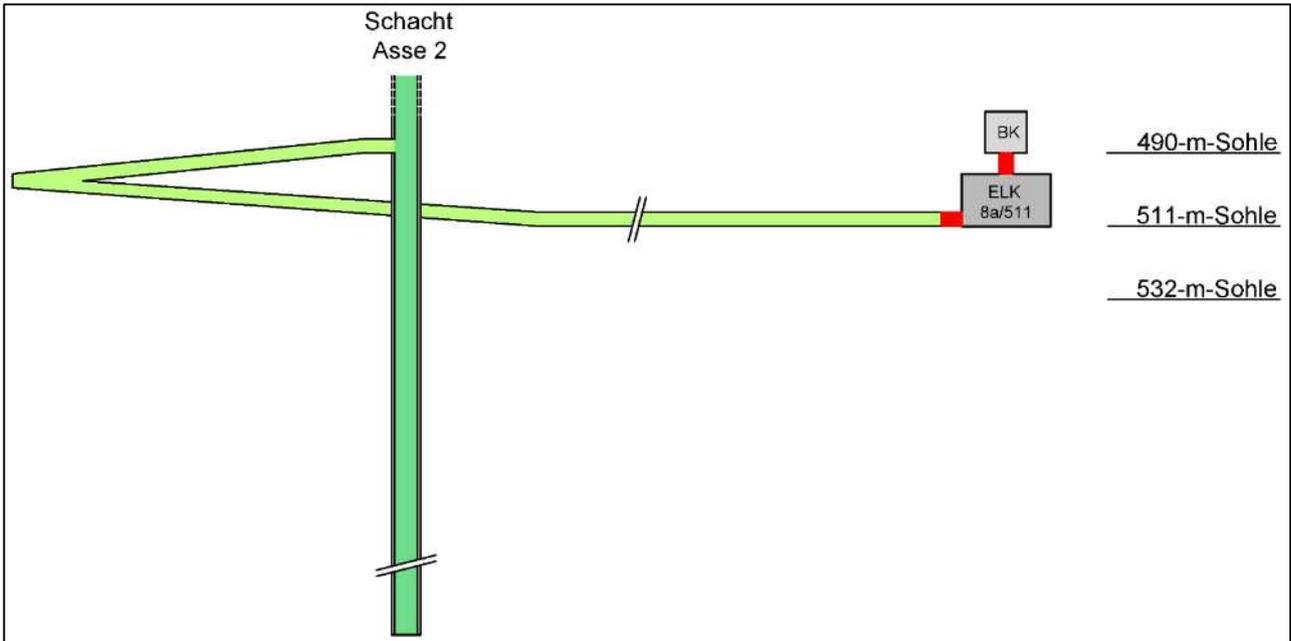


Abbildung 29: Variante Anbindung der ELK 8a/511 im Bereich der Kammersohle und Neuaufahrung einer Wendelstrecke für den Transport zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 41 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

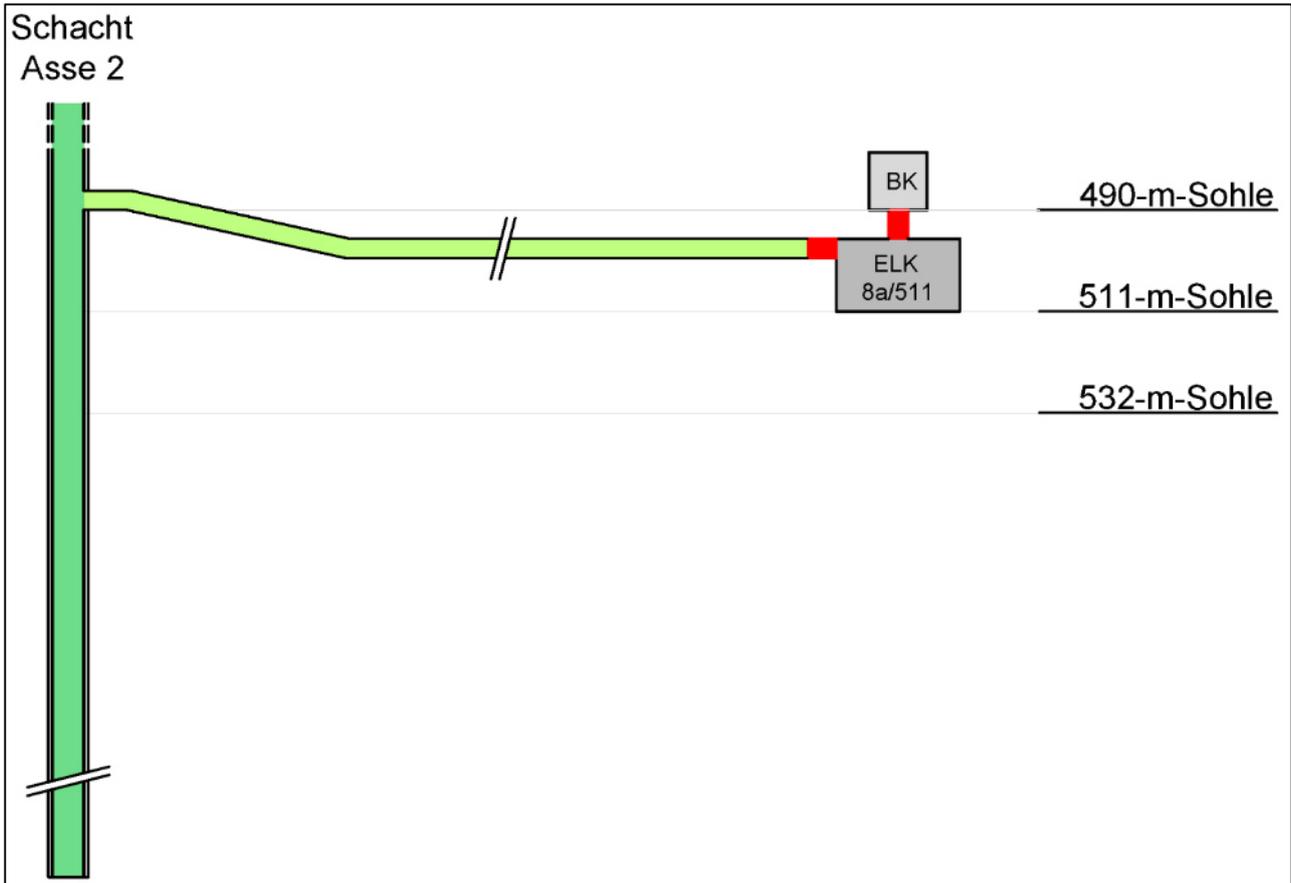


Abbildung 30: Variante Anbindung der ELK 8a/511 im Bereich der Kammersohle und Transport Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle über eine neu aufzufahrende Rampe

Wird die ELK 8a/511 von der Kammersohle aus angeschlossen, so besteht die Möglichkeit über Rampen eine Verbindung zur bestehenden Wendelstrecke herzustellen und über diese Wege die umverpackten Gebinde zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle zu transportieren (siehe Abbildung 31).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 42 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

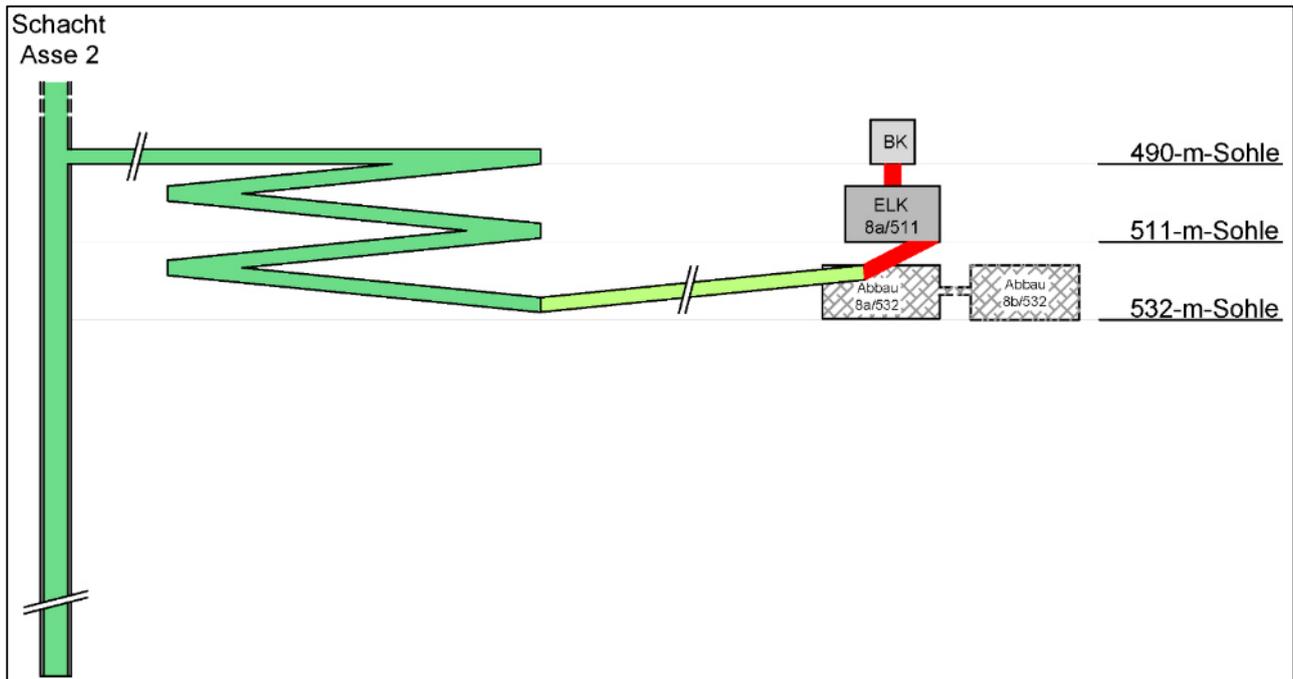


Abbildung 31: Variante Anbindung der ELK 8a/511 von unten und Transport zum Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle über eine neu aufzufahrende Rampe und die bestehende Wendelstrecke

Der Transport der umverpackten Gebinde zum Schacht Asse 5 anstelle des Transports zum Schacht Asse 2 erfordert die Überbrückung einer deutlich größeren Höhendifferenz. Bezogen auf die Kammer-sohle der ELK 8a/511 beträgt der Höhenunterschied zum Füllort auf der 595-m-Sohle am Schacht Asse 5 84 m.

Wenn die ELK 8a/511 von oben angebinden und die Gebinde z. B. über die Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle geborgen werden, ist zum Füllort Schacht Asse 5 eine Höhendifferenz von rund 100 m zu überwinden. In diesem Fall ist eine Variante, die umverpackten Gebinde über die 490-m-Sohle zunächst zur Wendelstrecke und anschließend über die Wendelstrecke bis zur 595-m-Sohle zu transportieren. Auf der 595-m-Sohle kann der Transport söglich über eine neu herzustellende Strecke zum Schacht Asse 5 erfolgen (siehe Abbildung 32).

Die Möglichkeit der Nutzung der bestehenden Wendelstrecke und einer neuen Verbindungstrecke im Niveau der 595-m-Sohle zum Transport der umverpackten Gebinde zum Schacht Asse 5 ist auch bei einem söglichen Kammerzugang auf der 511-m-Sohle sowie bei einem Zugang von unten in die ELK 8a/511 möglich. Anstelle der Nutzung der bestehenden Wendelstrecke besteht ferner die Möglichkeit, eine neue Wendelstrecke aufzufahren.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 43 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

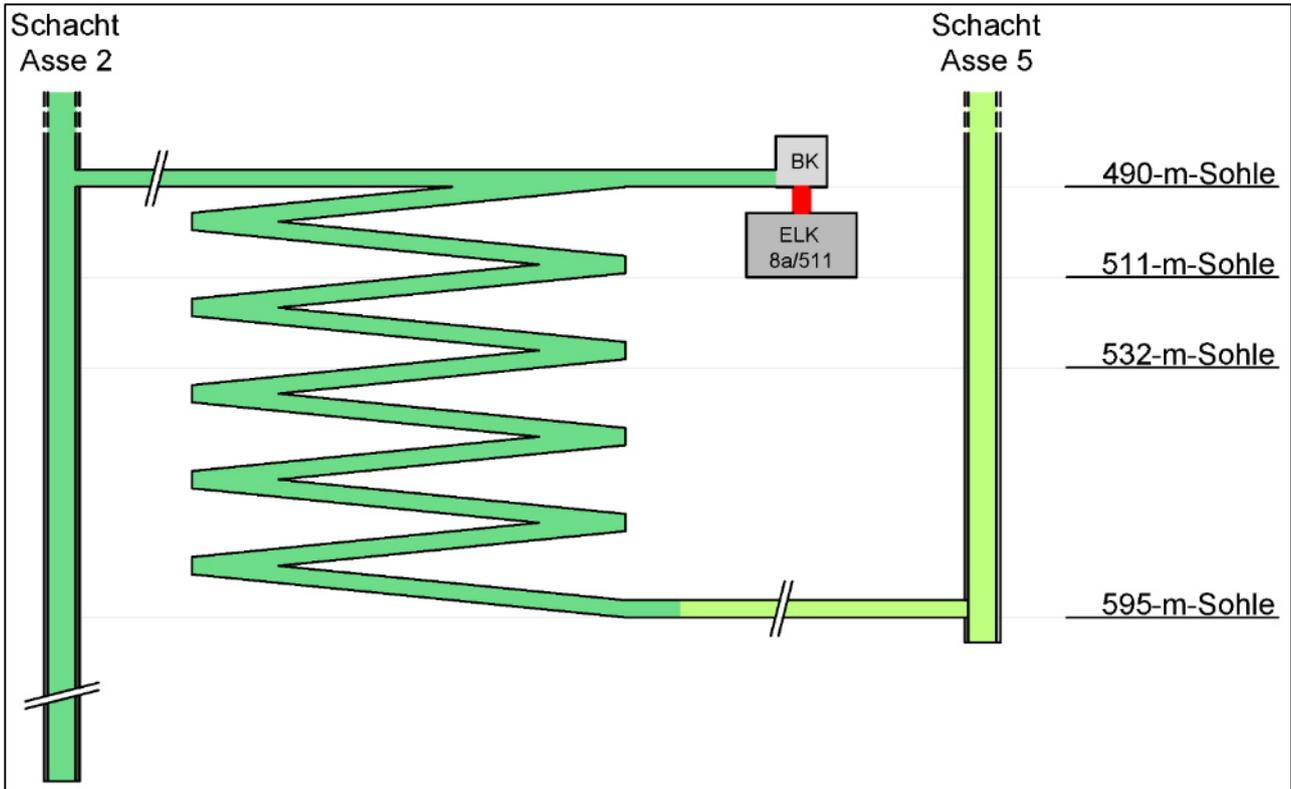


Abbildung 32: Anbindung der ELK 8a/511 von oben und Transport der Gebinde zum Schacht Asse 5 über die 490-m-Sohle, die bestehende Wendelstrecke und eine neue Verbindungstrecke auf der 595-m-Sohle

Unabhängig davon, ob die ELK 8a/511 von oben, von einer der Seiten oder von unten angeschlossen wird, gibt es die Variante des Transportes der Gebinde über einen neu zu errichtenden Blindschacht. Abbildung 33 zeigt diese Variante stellvertretend für eine sölhliche Anbindung der ELK 8a/511 im Niveau der 511-m-Sohle. Auf der 595-m-Sohle können die Gebinde dann sölhlich über eine neue Verbindungstrecke zum Schacht Asse 5 transportiert werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 44 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

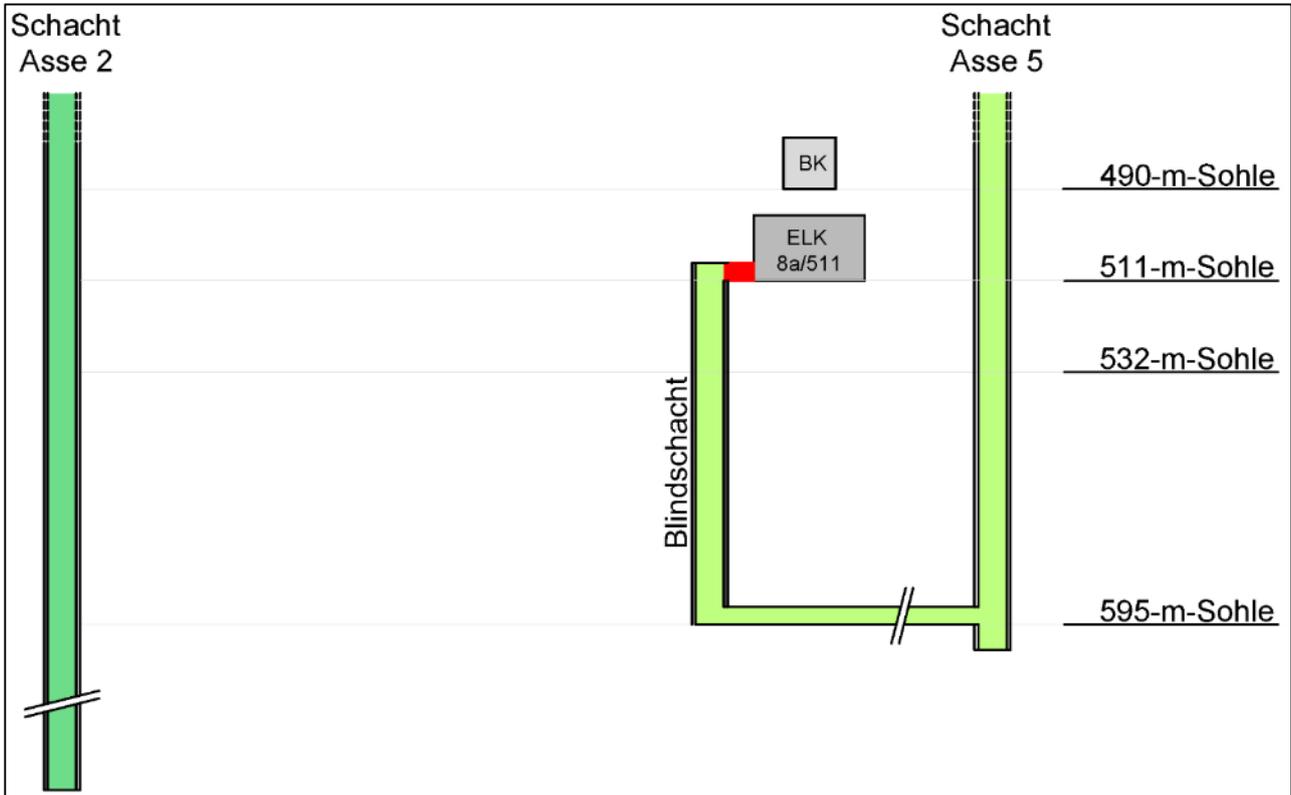


Abbildung 33: Transportvariante über einen neu zu errichtenden Blindschacht sowie eine neue Verbindungsstrecke auf der 595-m-Sohle

Darüber hinaus kann die Höhendifferenz zwischen der ELK 8a/511 und der 595-m-Sohle mittels einer steilen Rampe überwunden werden (siehe Abbildung 34). Auch die Auffahrung einer steilen Rampe zur Anbindung der ELK 8a/511 kann auf verschiedene Weisen erfolgen, z.B. firstnah oder von oben über die Beschickungskammer.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 45 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

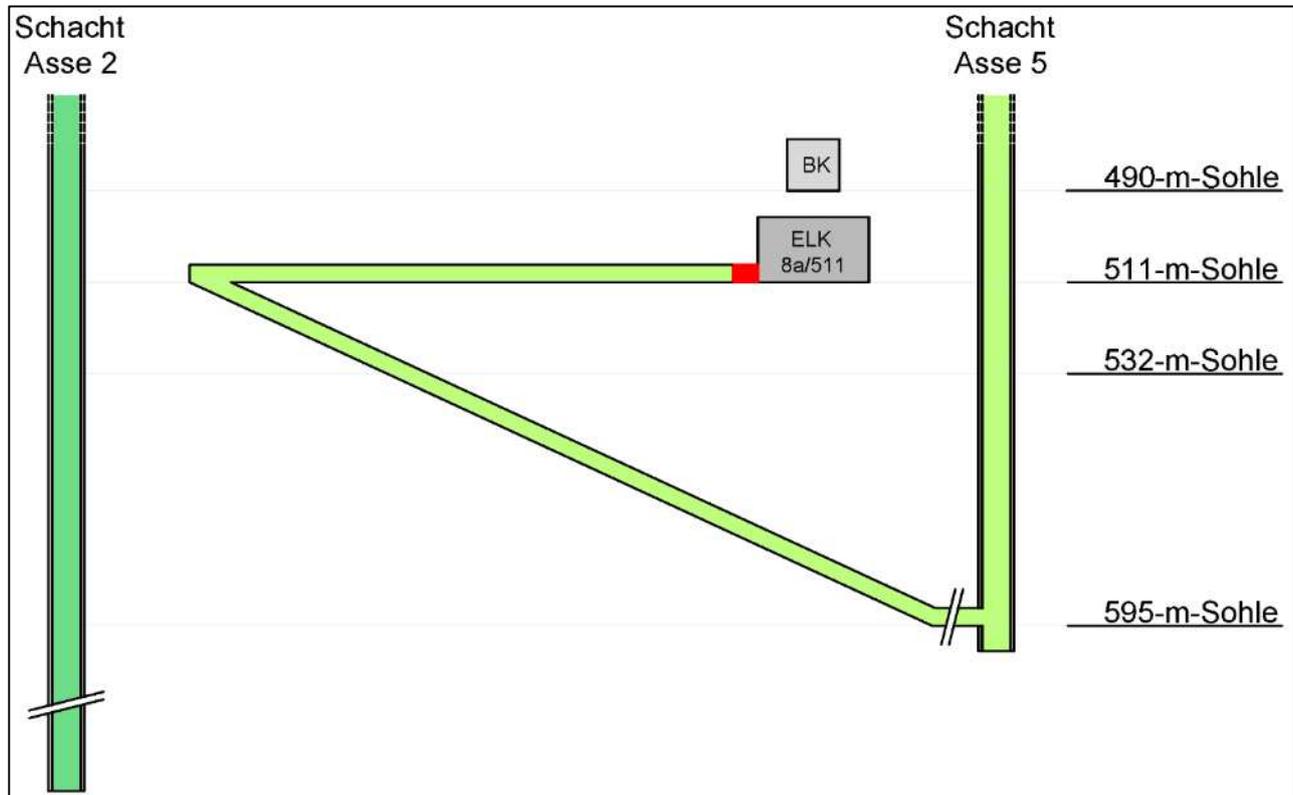


Abbildung 34: Variante der steilen Rampe zum Transport der Gebinde

3.6.2 Transportmittel

Für die Transporttechnik gelten folgende wesentliche Planungsrandbedingungen:

- Die Planung erfolgt unter bevorzugter Berücksichtigung des Einsatzes von zugelassener und bewährter bzw. auf der Schachtanlage Asse II bereits eingesetzter Technik.
- Die Auslegung der eingesetzten Maschinen und Einrichtungen erfolgt – wenn sinnvoll – im Hinblick auf eine Weiternutzung für die Rückholung weiterer Abfälle.
- Die Transporttechnik wird an die Breite, Höhe und Neigung des gewählten Transportweges angepasst.

Zwischen dem Transportweg und der Transporttechnik bestehen oftmals direkte Abhängigkeiten. Wird zuerst der Transportweg festgelegt, so muss die Transporttechnik dem Weg entsprechend z. B. durch eine ausreichende Steigfähigkeit angepasst werden. Wird umgekehrt zunächst die Transporttechnik festgelegt, so muss der Weg derartig gestaltet werden, dass die gewählte Technik genutzt werden kann.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 46 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		



Abbildung 35: Gleisverkehr mittels Lokomotiven (Quelle: Rennsmann)

Eine Variante des Gleisverkehrs mittels Lokomotiven (siehe Abbildung 35), elektrisch oder dieseltreibend, kommt häufig dann zum Einsatz, wenn in einem Bergwerk horizontale Entfernungen von zahlreichen Kilometern zurückgelegt werden sollen. Wegen der geringen Steigfähigkeit von rund 3° werden zur Überbrückung von Höhenunterschieden die transportierten Gegenstände in der Regel umgeschlagen und dann beispielsweise mittels eines Förderkorbes in einem Schacht vertikal transportiert (Beispiel siehe Abbildung 36).



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 47 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		



Abbildung 36: Beschickung des Förderkorbs mittels Stapler im Füllort 750-m-Sohle der Schachtanlage Asse II

Eine weitere Variante des schienengebundenen Transportes stellen Schienenhängebahnen (siehe Abbildung 37) und Schienenflurbahnen dar. Diese werden im Bergbau häufig zum Transport von Material und Maschinen bei mittelgroßen Entfernungen von einigen hundert Metern bis wenigen Kilometern eingesetzt. Im Unterschied zu Lokomotiven sind solche Systeme in der Lage, Steigungen von bis zu 30° zu überwinden. Seil- oder kettengetriebene Schienenflurbahnen (siehe Abbildung 38) können Steigungen bis ca. 40° überwinden.



Abbildung 37: Einschienenhängebahn (Quelle: Becker Mining Europe GmbH)



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 48 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		



Abbildung 38: Kettengeriebene Schienenflurbahn (Quelle: Becker Mining Europe GmbH)

Neben schienengeführten Transportmitteln und Förderkörben gibt es noch die Variante des gleislosen Transports der Gebinde. Die Steigfähigkeit dieser Fahrzeuge (siehe Abbildung 39) beträgt ca. 10°.



Abbildung 39: Gleislosfahrzeug (Quelle: Herbst SMAG)

Die aufgeführten Transportmittel können alleine oder in Kombination für jede in Kapitel 3.6.1 dargestellte Transportwegvariante eingesetzt werden.

3.7 FORMULIERUNG SCHNITTSTELLEN

Zwischen den einzelnen Phasen sowie zwischen der Rückholung der MAW und anderen Tätigkeiten des Betriebes der Schachtanlage Asse II gibt es Schnittstellen, die betrachtet werden müssen, um den reibungslosen Ablauf der Rückholung sicherzustellen. Im Folgenden werden exemplarisch einige Schnittstellen dargestellt. Dabei wird zwischen externen und internen Schnittstellen unterschieden.

Externe Schnittstellen beschreiben Verknüpfungen zwischen der Rückholung der Abfälle aus der ELK 8a/511 einerseits und weiteren Tätigkeiten innerhalb der Schachtanlage Asse II andererseits. Wichtige externe Schnittstellen bestehen zu den Notfall- und Vorsorgemaßnahmen.

Für den Fall eines Auslegungsüberschreitenden Lösungszutrittes (AÜL) ist als eine der Notfallmaßnahmen die kurzfristige Verfüllung aller Einlagerungskammern mit Sorelbeton vorgesehen. Dies soll



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 49 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

nach heutigem Planungsstand über Verfüllbohrungen in der Kammerfirste erfolgen. Die Konzeptplanung zur Rückholung der MAW muss daher berücksichtigen, dass der Kammerzugang derart gestaltet ist, dass im Notfall kurzfristig ein sorelbetondichter Kammerverschluss erstellt werden kann. Weiterhin ist sicherzustellen, dass die Verfüllung der Einlagerungskammer über die Verfüllbohrungen im Notfall gewährleistet ist.

Falls es erforderlich werden sollte, die eingelagerten Gebinde zum Schutz gegen herunterfallende Löser mit Salzgrus zu bedecken, kann dies möglicherweise zu einem Qualitätsverlust der Notfallmaßnahme „Verfüllen der ELK 8a/511“ führen, da die Verfüllung der ELK 8a/511 nicht den Qualitätsanforderungen der Notfallmaßnahmen entspricht, die eine vollständige Verfüllung mit Sorelbeton erfordert. Bei einer geplanten Abdeckung der Gebinde mit Salzgrus ist diese Schnittstelle im weiteren Verlauf zu betrachten.

Eine andere Schnittstelle zu den Vorsorgemaßnahmen entsteht dadurch, dass eventuell bereits verfüllte Grubenbaue temporär wieder aufgewältigt werden müssen.

Bei der Variante des Transportes der Gebinde über bestehende Grubenbaue – beispielsweise der Wendelstrecke – gibt es eine Schnittstelle zum Offenhaltungsbetrieb, der diese Grubenbaue ggf. auch nutzt. Obwohl die Rückholung der MAW einen weitgehend unabhängigen Prozess von der Rückholung der schwachradioaktiven Abfälle von der 750-m- bzw. 725-m-Sohle darstellt, ist es ggf. vorteilhaft, beispielsweise die eingesetzte Technik hierfür ebenfalls zu nutzen, falls dies möglich ist. Auch könnte die eingesetzte Technik ggf. im Offenhaltungsbetrieb weiterverwendet werden.

Zur Schachtförderung (nicht Bestandteil der Konzeptplanung MAW) besteht die Schnittstelle, dass der Förderkorb und die Beschickungsanlage hinsichtlich der technischen Ausgestaltung aufeinander abgestimmt sein müssen, um eine sichere Beschickung des Förderkorbes zu gewährleisten.

Interne Schnittstellen bestehen zwischen den technischen Abläufen der zuvor vorgestellten einzelnen Phasen der Rückholung der Abfälle aus der ELK 8a/511. Im Folgenden werden die Zusammenhänge verdeutlicht:

Die Anbindung der ELK 8a/511 an das Grubengebäude soll so erfolgen, dass ggf. erforderliche Sicherungsmaßnahmen innerhalb der Einlagerungskammer mit möglichst geringem Aufwand durchgeführt werden können. Die Anbindungsgrubenbaue müssen mit Fahrzeugen befahrbar sein, wenn Sicherungs-, Bergungs- und Transportmaßnahmen von der Sohle aus durchgeführt werden sollen. Weiterhin müssen diese Grubenbaue grundsätzlich ausreichend groß dimensioniert werden, sodass sie das Einbringen von Gerätschaften zum Sichern der Kammer sowie zum Bergen der Gebinde ermöglichen. Andererseits sollten die Querschnitte der Anbindungsstrecken so klein wie möglich dimensioniert sein, um die gebirgsmechanischen Verhältnisse möglichst wenig zu beeinflussen. Die Ausgestaltung der Strecken sollte keine Sanierungsmaßnahmen während der Rückholung erfordern, um das Bergen, Schleusen und Transportieren nicht zu behindern.

Die geplanten Sicherungsmaßnahmen sollen geeignet sein, einen gebirgsmechanischen Zustand der Einlagerungskammer zu erreichen, mit dem die radioaktiven Abfälle möglichst in einem Zug aus der ELK 8a/511 geborgen werden können. Ferner sollten die Sicherungsmaßnahmen die Montage und Bewegungsfreiheit der zum Bergen vorgesehenen Techniken nicht behindern und den Aufwand für das Bergen falls unabdingbar nur geringfügig erhöhen.

Das Bergen der Gebinde muss so erfolgen, dass hinsichtlich des Volumens und der Form der geborgenen Gebinde ein anschließendes Umverpacken und Schleusen der radioaktiven Abfälle möglich ist.

Das Umverpacken und Schleusen muss so erfolgen, dass das Transportieren der beladenen Umverpackungen hinsichtlich Volumen, Form und Masse möglich ist. Das bedeutet beispielsweise, dass das mit der Umverpackung beladene Fahrzeug auch die Strecken im Grubengebäude nutzen



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 50 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

sowie mögliche Steigungen überwinden kann oder dass die Umverpackung auf den Korb des Blindschachtes passen muss. Dabei ist zu gewährleisten, dass die umverpackten radioaktiven Abfälle kontaminationsfrei ins Sonstige Grubengebäude überführt werden können.

Die Umverpackungen bzw. die Transportmittel müssen so ausgelegt sein, dass ein Transportunfall nicht zu einer Freisetzung von Kontaminationen führt.

Die vorgenannten Schnittstellen werden bei der weiteren Planung rekursiv berücksichtigt, in dem jede Variante einer Phase auf ihre Kompatibilität zu den Varianten der anderen Phasen geprüft wird.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 51 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

4 VARIANTENDARSTELLUNG UND –VERGLEICH

4.1 BEURTEILUNGSKRITERIEN

Das Verfahren, einen Variantenvergleich mit Hilfe von Beurteilungskriterien und Gewichtungen durchzuführen, hat sich bereits im Projekt „Konkretisierung der Machbarkeitsstudie bewährt und dient der Findung der Lösung zum optimalen Vorgehen bei der Rückholung der LAW-Gebinde“ (DMT, 2014). Trotz ähnlicher Beurteilungskriterien und Gewichtungen für die Rückholung der LAW und die der MAW lassen sich u. A. aufgrund der erheblich unterschiedlichen Anzahl der zu bergenden Gebinde beide Rückholungsprozesse nicht unmittelbar miteinander vergleichen. Bei der Rückholung der LAW sind rund 125.000 Gebinde zu bergen, wogegen sich in der ELK 8a/511 lediglich 1.301 Gebinde befinden. So wirken sich z. B. längere Bergungs- oder Transportdauern bei der Rückholung der MAW nur wenig auf die Dauer der Rückholung aus.

Für die Phasen Anbinden, Sichern, Bergen, Umverpacken/Schleusen und Transportieren des Grobkonzeptes wurden verschiedene Varianten der Ausgestaltung (Kapitel 3.1 bis 3.6) vorgestellt. Der Variantenvergleich (Kapitel 4.2) verdeutlicht die Vor- und Nachteile der jeweiligen Variante auf Grundlage von rund 50 Beurteilungskriterien (siehe Tabelle 1).

Zur Bewertung der Varianten in den verschiedenen Beurteilungsfeldern wird die dreistufige Farbskala Grün, Gelb, Rot verwendet. Aufgrund der Verschiedenheit der Beurteilungskriterien können die Farben unterschiedliche Bedeutung haben. Beurteilt werden z. B. der Aufwand (Kosten und Zeit) oder das Risiko einer Variante. So steht grün für „gering“, gelb für „mittel“ und rot für „hoch“.

Beispielsweise ist bei der Bewertung der Sicherungsmaßnahmen zur Verminderung des Risikos eines Löserfalls die Bedeutung der Farbgebung folgendermaßen: Grün steht für eine hohe Verminderung, gelb für eine mittlere Verminderung und rot für eine geringe Verminderung des Risikos.

Für alle Beurteilungskriterien gilt jedoch grundsätzlich, dass grün positiver als gelb und gelb positiver als rot ist. Beurteilungskriterien, die für eine Variante nicht beurteilungsrelevant sind, sind grau hinterlegt.

Die einzelnen Beurteilungskriterien haben in ihrer Auswirkung unterschiedlich hohe Bedeutung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511. Der Variantenvergleich berücksichtigt diesen Sachverhalt durch eine dreistufige Gewichtung.

- 3 für Kriterien, deren Einfluss einen sehr hohen Stellenwert besitzt,
- 2 für Kriterien, deren Einfluss einen hohen Stellenwert besitzt,
- 1 für Kriterien, deren Einfluss einen weniger hohen Stellenwert besitzt.

Die Beurteilungskriterien sind zur besseren Übersichtlichkeit in fünf übergeordnete Beurteilungsfelder unterteilt und entsprechend ihrer Gewichtung sortiert (Tabelle 1).

Tabelle 1: Auflistung der Beurteilungskriterien mit der jeweils zugeordneten Gewichtung

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Gewichtung
Strahlenschutz und Störfallsicherheit	Robustheit gegenüber Ereignissen (z. B. Brand, Löserfall)	3
	Möglichkeit der Abdichtung im Falle eines AÜL	3
	Aufwand für Arbeits- und Strahlenschutz	2
	Aufwand für Brandschutz	2
	Risiken während des Transportierens (Zahl der Übergaben; Begegnung Mensch-Maschine)	2
	Interventionsmöglichkeit (z. B. beim Ausfall einer Maschine)	2
	Etabliertheit der Fernbedienung	2



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 52 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

	Zeitbedarf für Kontaminationskontrolle	1
	Aufwand für Filterung während der Maßnahme	1
Gebirgsmechanik, Standsicherheit und bergrechtliche Randbedingungen	Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes	3
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern zu wasserführenden Schichten	3
	Komplexität der gegebenenfalls erforderlichen Nachweisführung	2
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der ELK	2
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Sicherungsmaßnahmen	2
	Verminderung des Risikos von Löserfall	1
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern (Schächte, Bohrlöcher)	1
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Transportstrecken	1
	Infrastruktur und Wechselwirkungen	Aufwand für Bewetterung/Filterung während der Maßnahmen
Aufwand zur Herstellung von Fluchtwegen		1
Aufwand für die Bewetterung während der Erstellung		1
Beeinträchtigung von Notfallmaßnahmen		3
Beeinträchtigung von Vorsorgemaßnahmen		2
Aufwand für Auffahrungen und Unterhaltung von Strecken und Infrastrukturräumen	Zeitbedarf für die Anbindung einschließlich der Kammerzugänge	2
	Aufwand zur Verwertung des Haufwerks unter Tage	2
	Aufwand für das Ermöglichen von Sicherungsmaßnahmen	2
	Bedarf an Transportstrecken für Material und Haufwerk (Anzahl und Gesamtlänge)	2
	Zeitbedarf für die Erstellung der Transportwege	2
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Anbindungsstrecken	1
	Streckenbedarf zur Anbindung von Schleusen	1
	Zeitbedarf für den Transport von Schleuse zum Tageschacht	1
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Maßnahmen zur Kammeröffnung	1
Prozessablauf der Rückholung	Aufwand für das Bergen der Gebinde	3
	(Teil-) Automatisierungsmöglichkeiten	3
	Möglichkeit der Mehrfachnutzung der Behälter	3
	Flächenbedarf innerhalb der ELK	3
	Komplexität der Ausführung	3
	Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes	2
	Gewicht, Größe und Abschirmung der Behälter	2
	Bewährtheit des Verfahrens /der Methode	2
Aufwand zur Erhaltung des Gebindezustandes	1	



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 53 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

	Anschlussmöglichkeiten an die Schächte Asse 2, Asse 5	1
	Nutzen für den Offenhaltungsbetrieb/Rückholung LAW-Gebinde	1
	Handhabung und Stapelbarkeit der Behälter	1
	Technik auf Schachtanlage Asse II vorhanden, Erfahrung im Umgang vorhanden	1

Wie die Gewichtung des jeweiligen Beurteilungskriteriums die Relevanz für die Rückholung kennzeichnet sei an dem nachfolgenden Beispiel erläutert. Für die Phase Sichern im Beurteilungsfeld Prozessablauf der Rückholung (Anhang 2, Tabelle A-1, Spalte 1) der Aufwand zur Erhaltung des Gebindezustandes (Zeile 1) beim Bereißen und Nachschneiden (Spalte 3) als hoch eingeschätzt und schlecht (rot) bewertet, im Vergleich zum Unterstützungsausbau (Spalte 6) mit geringerem Aufwand. Auf der anderen Seite ist der Einsatz von Unterstützungsausbau als Sicherungsmaßnahme wesentlich schwieriger zu realisieren als das Nachschneiden mittels einer Fräse. Für die Phase Anbinden wird deshalb das Beurteilungskriterium „Komplexität der Ausführung“ (Zeile 13) für den Unterstützungsausbau mit rot und das Bereißen/Nachschneiden mit grün bewertet. Die Komplexität der Ausführung hat jedoch einen hohen Stellenwert (Tabelle 1, Gewichtung 3) wogegen der Aufwand zur Erhaltung des Gebindezustandes einen weniger hohen Stellenwert (Gewichtung 1) für die Rückholung hat.

Der Aufwand für den Arbeits- und Strahlenschutz wurde in allen Fällen danach bemessen, wie groß der zeitliche und finanzielle Aufwand der betrachteten Varianten ist, um ein jeweils gleichwertiges und hohes Schutzniveau zu erreichen. Die Bewertung der einzelnen Varianten erfolgte so, dass der Umfang der Schutzmaßnahmen ausreichend für die Genehmigungsfähigkeit des Vorhabens ist. Die Einbeziehung der Gewichtung bei der Beurteilung der Varianten kann also dazu führen, dass eine Variante trotz schlechter Bewertung in einem oder mehreren untergeordneten Kriterien dennoch zu bevorzugen ist. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sie gegenüber anderen Varianten bei einem Kriterium von hoher Gewichtung besser abschneidet.

4.2 VARIANTENVERGLEICH

Im Unterschied zum zeitlichen Ablauf der Rückholung, der mit dem Anbinden der ELK 8a/511 an das Grubengebäude startet, beginnt die Planung mit dem Sichern der Einlagerungskammer und dem Bergen der Gebinde, da sich hieraus Konsequenzen für das Anbinden, z. B. söhlicher Zugang erforderlich, ergeben können. Die **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** bildet die Grundlage für den durchgeführten Variantenvergleich für die fünf Phasen der Rückholung:

- Sichern
- Bergen
- Anbinden
- Schleusen/Umverpacken
- Transportieren.

Für den Variantenvergleich wird auf Basis der Tabelle 1 für jede Phase eine separate Tabelle erstellt und um die jeweiligen Varianten ergänzt. Diese sind in den Anhängen 2 bis 7 dargestellt. Für die Phase „Umverpacken/Schleusen“ wird für die Schleusen nur eine Tabelle erstellt. Auf die Erstellung einer Tabelle für den Vergleich der Umverpackungen wird verzichtet, da für diesen Vergleich andere Kriterien herangezogen werden müssen, die einen detaillierteren Planungsstand voraussetzen. Beispielhaft ist hier die Berechnung der Dosisleistung von repräsentativen Gebinden genannt. Diese erfolgt im Rahmen der Erstellung des 3. Teilberichtes.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 54 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Im Variantenvergleich werden die unterschiedlichen Varianten innerhalb einer Phase miteinander verglichen. Dabei werden nicht alle Beurteilungskriterien an den Varianten der jeweiligen Phase gespiegelt. Die nachfolgende Beurteilung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die wesentlichen Kriterien beschränkt. Die vollständigen tabellarischen Darstellungen der Beurteilungskriterien finden sich in den Tabellen A-2 bis A-7 des Anhangs.

4.2.1 Variantenvergleich Sichern

Die tabellarische Darstellung der Varianten für die Phase des Sicherns befindet sich in der Tabelle A-1 des Anhangs. Das Sichern der Einlagerungskammer (Firste und/oder den Stößen) gegen herabfallende Gesteinskörper dient der aus gebirgsmechanischer Sicht gefahrlosen Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511.

Bereiben/ Nachschneiden

Das Bereiben/Nachschneiden von Firste und/oder Stößen mittels einer Fräse (Abbildung 6) ist eine insbesondere im Salzbergbau bewährte Methode. Die Fernbedienbarkeit der hierbei eingesetzten flurgebundenen Fahrzeuge ist bereits etabliert. Der Zeitaufwand für die Durchführung der Bereiß-/Nachschneidarbeiten ist im Allgemeinen gering. Falls die Sohle nicht befahrbar ist, besteht auch die Möglichkeit, die Fräse an einen Werkzeugträger anzubauen, der z. B. an der Kammerfirste installiert ist. Durch die gebirgsschonende Bearbeitung reduziert sich das Risiko von Löserfall der nachgerissenen Bereiche. Während der Durchführung der Arbeiten besteht jedoch das Risiko, dass Gesteinsbrocken auf die Gebinde herabfallen können. Eine Fräse ist auch für die Rückholung der LAW-Gebinde in kontaminierten Bereichen weiter nutzbar. Für den Einsatz im Offenhaltungsbetrieb müsste die Fräse zunächst dekontaminiert werden.

Die Belegschaft der Schachtanlage Asse II ist mit dem Einsatz der Fräse zum Bereiben/Nachschneiden vertraut und verfügt über ausreichende Erfahrungen in der Anwendung dieser Technik. Bei eventuellen Schäden an der Maschine kann eine flurgebundene Fräse schnell und ohne großen Aufwand geborgen und nach Durchführung von erforderlichen Dekontaminationsmaßnahmen außerhalb der ELK 8a/511, beispielsweise in einem dafür vorgesehenen Bereich des Schleusenbauwerks, repariert werden. Dem entgegen stehen, bedingt durch eine hohe Staubentwicklung, ein hoher Aufwand für Filterung bzw. Entstaubung, ein hoher Flächenbedarf für die Maschine in der ELK 8a/511 (Flurfahrzeug), eine schwierige Ausführung der Arbeiten durch die denkbare Behinderung der Schneidarbeit durch den Gebindekegel und ein möglicher Löserfall während der Schneidarbeiten. Dazu käme bei nicht-söhligem Zugang zur ELK 8a/511 und einem Verzicht auf einen flurgebundenen Werkzeugträger ein hoher Aufwand für das erforderliche Einbringen der Maschine in die ELK 8a/511.

Ankern

Eine zusätzliche Sicherung von Firste und/oder Stößen durch Anker erfolgt häufig im Anschluss an das Bereiben/Nachschneiden. Das Sichern durch Anker ist eine in Salzgesteinen sehr bewährte Methode und entspricht dem Stand der Technik. Nach Installation der Anker ist das Risiko des Löserfalls deutlich und nachhaltig minimiert. Standard ist auch hier der Einsatz von flurgebundenen Fahrzeugen (Abbildung 7). Die Durchführung der Ankerarbeit erfordert einen geringen Zeitaufwand und ist (teil-) automatisierbar, sowie fernbedienbar. Erfahrungen bezüglich der Anwendung von Ankern und Ankertechnik sind auf der Schachtanlage Asse II vorhanden.

Die für das Ankern erforderliche Maschinenteknik ist auch für die Rückholung der LAW-Gebinde innerhalb der Einlagerungskammern bzw. nach entsprechender Dekontamination auch für einen Einsatz im Sonstigen Grubenraum weiter nutzbar.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 55 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Bei eventuellen Schäden an der Maschine kann ein flurgebundener Werkzeugträger (z. B. Ankerbohrwagen) schnell und ohne großen Aufwand geborgen und ggf. außerhalb der ELK 8a/511 nach Durchführung von erforderlichen Dekontaminationsmaßnahmen repariert werden. Die Ankermaßnahmen können auch mittels einer an der Kammerfirste installierten Maschinenteknik erfolgen. Dies erfordert jedoch doch einen deutlich höheren Zeitaufwand für die Installation und gegebenenfalls erforderlichen Interventionen. Auch beim Ankern besteht ein erhöhter Aufwand für Filterung (Entstaubung des beim Trockenbohren anfallenden Bohrstaubes) und ein hoher Flächenbedarf für die Maschine in der ELK 8a/511, sofern es sich um ein Flurfahrzeug handelt. In diesem Fall wird die Durchführung der Ankerarbeiten zusätzlich durch den Gebindekegel behindert.

Eine Sicherung der Firste der ELK 8a/511 vor Öffnung der Kammer kann teilweise durch die Einbringung von Sohlenankern im Bereich oberhalb der ELK 8a/511 vorbereitet und unterstützt werden. Sofern die Schwebe nicht vollständig durchbohrt wird, können die Ankerbohrungen auch ohne aufwändige Strahlenschutzmaßnahmen (beispielsweise gekapselte Bohrkleinabführung) erfolgen. Das Ankern der Stöße von außerhalb der Einlagerungskammer ist ebenfalls möglich, sofern ein Grubenbau vorhanden ist, in dem die Gerätschaften aufgestellt werden können.

Injektion

Die Injektionsmaßnahmen stellen eine Ergänzung zum Ankern da und werden als zusätzliche Maßnahme zur Ankerung erwogen. Bei Injektionsmaßnahmen handelt es sich um bewährte Methoden, über die ausreichende Erfahrungen aus zahlreichen Bergbauanwendungen vorliegen. Die zusätzliche Anwendung von Injektionsmaßnahmen reduziert das Risiko von Löserfall zusätzlich. Injektionen der Schwebe zwischen der Beschickungskammer und der ELK 8a/511 könnten von der Beschickungskammer aus durchgeführt werden. Injektionen der Stöße von außen erfordern Grubenbaue, in denen die Gerätschaften aufgestellt werden können. Die eingesetzte Maschinenteknik ist auch hier weiter für die Rückholung der LAW-Gebinde nutzbar insbesondere dann, wenn sie wie bei Injektionen von außen kontaminationsfrei ist. Der Zeitaufwand für die Durchführung ist gering. Bei der unsachgemäßen Anwendung von Injektionsmaßnahmen besteht die Gefahr des „Frackens“ mit dadurch ausgelöstem Löserfall während der Durchführung. Die Wirkung der durchgeführten Maßnahmen ist nur schwer beurteilbar und die Beurteilung erfordert zusätzliche Bohrungen. Bei der Durchführung der Injektionsarbeiten aus der ELK 8a/511 heraus ist zu berücksichtigen, dass aufgrund des vorhandenen Gebindekegels die Firste oberhalb des Kegels nur bedingt zugänglich ist.

Unterstützungsausbau

Der Unterstützungsausbau in Form von Baustoffstützen soll in erster Linie die Firstsicherheit gewährleisten und bietet Standsicherheit durch hohe Tragkraft. Die Wirksamkeit/der Erfolg des Unterstützungsausbaus ist gut zu beurteilen. Für die Bewetterung ist der Aufwand gering, da die Montage vergleichsweise staubfrei erfolgen kann. Das Einbringen des Unterstützungsausbaus erfordert nur einen geringen Aufwand hinsichtlich des Strahlenschutzes, da der Transport der einzelnen Teile (Baustoff und, Schläuche) durch die Schleusen gut möglich ist. Der Aufbau hingegen erfordert einen hohen Aufwand für den Strahlenschutz, da die Fernbedienbarkeit nicht etabliert und somit ein automatisierbares/mannloses Einbringen des Unterstützungsausbaus ohne weiteren Entwicklungsaufwand kaum möglich ist.

Weiterhin ist eine im Vergleich zum Sichern durch Nachschneiden/Bereifen oder Ankern komplexe Nachweisführung (Lastabtrag über Sohle muss sichergestellt sein) notwendig. Der gestellte Unterstützungsausbau kann ein erhebliches Hindernis für das Bergen der Gebinde darstellen und kann zu einem erhöhten Aufwand bei erforderlichen Umpositionierungen erfordern. Sofern Maßnahmen zur Stoßsicherung erforderlich sind, ist dies aufgrund der Höhe der Einlagerungskammer nur mit großem Aufwand möglich und erhöht den Aufwand nochmals.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 56 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

4.2.2 Variantenvergleich Bergen

Die tabellarische Darstellung des Variantenvergleiches für die Phase Bergen befindet sich im Anhang in Tabelle A-2.

Das Bergen beschreibt die Möglichkeiten der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511. Die möglichen Varianten sind insbesondere abhängig vom Zustand der Einlagerungskammer sowie vom Zustand und von der Lage der Gebinde. Im ungünstigsten Fall müssen hierzu die Gebinde zunächst freigelegt, voneinander getrennt, gegriffen, gehoben und geladen werden.

Das Bergen erfordert Werkzeugträger, die mit diversen auswechselbaren Einrichtungen/Werkzeugen bestückt werden können.

Verglichen und beurteilt werden das Bergen mit flurgebundenen Manipulator-Fahrzeugen, sowie die Möglichkeiten des Bergens mittels Deckenkran, Stadionkamerakran, Portalkran und Kragarmkran.

Bergen mit flurgebundenen Manipulator-Fahrzeugen

Flurgebundene Fahrzeuge stellen seit vielen Jahren den Stand der Technik beispielsweise im deutschen Kali- und Steinsalzbergbau dar. Sie sind flexibel einsetzbar und können ferngesteuert betrieben werden. Somit besteht die Möglichkeit einer (Teil-) Automatisierung des Bergens.

Die Maschinen können außerhalb der Einlagerungskammer montiert und in die ELK 8a/511 gefahren werden. Nach dem Abschluss der Rückholung können sie ggf. für die Rückholung der LAW-Gebinde eingesetzt werden, sofern die Randbedingungen (Kontaminationsgrad, Dekontaminationsfähigkeit) dies zulassen. Bei eventuellen Schäden an derartigen Maschinen können diese schnell und ohne großen Aufwand geborgen und ggf. nach Durchführung von erforderlichen Dekontaminationsmaßnahmen außerhalb der ELK 8a/511 repariert werden. Die letztgenannten Vorteile greifen allerdings nur, wenn ein söhligiger Zugang zur ELK 8a/511 gegeben ist. Bei nicht-söhligem Zugang besteht ein höherer Aufwand für das Einbringen der Maschine in die ELK 8a/511. In der Einlagerungskammer benötigt ein Flurfahrzeug eine relativ große Fläche.

Deckenkran

Ein Deckenkran ist ohne jegliche Anforderung an die Kammersohle einsetzbar. Das Einbringen, die Montage und der Betrieb eines Deckenkrans sind mit einem hohen Aufwand verbunden. Er ermöglicht das Bergen der Gebinde von der Kegelspitze nach unten und erfordert nur einen geringen Entstaubungsaufwand. Ein Deckenkran bietet gute (Teil-) Automatisierungsmöglichkeiten. Es wäre zu prüfen, inwieweit die noch in der Beschickungskammer vorhandene Anlage genutzt werden kann. Der sichere Betrieb eines Deckenkrans stellt dauerhaft erhöhte Anforderungen an die Stabilität der Kammerfirste, die deutlich über die Sicherung gegen Lösefall hinausgehen können. Der frühere Zugang von der Beschickungskammer zur Einlagerungskammer ist nicht ausreichend groß, um den Kran zu montieren, so dass ein weiterer Teil der Schwebe entfernt werden muss. Da Krane grundsätzlich nicht für Schrägzug geeignet sind, ist das Aufbringen horizontaler Kräfte (seitlich bzw. ein Angriff an der Unterseite von Gebinden oder zum Trennen von Gebinden) schwierig und mit Unsicherheiten verbunden. Interventionen, wie z. B. die Durchführung von Reparaturen, können nur schwer fernbedient erfolgen und erfordern ggf. einen Aufenthalt von Personen in der Einlagerungskammer und gegebenenfalls einen zweiten Zugang zur Kammerfirste. Bezüglich der vorliegenden Anwendung besteht ein hoher Entwicklungsaufwand.

Seilkran nach dem Prinzip der Stadionkamera

Mit einem Stadionkamerakran kann die Bergung der Gebinde planmäßig von der Kegelspitze nach unten erfolgen. Der Zugriff auf die Gebinde ist an jeder beliebigen Stelle möglich. Der Betrieb des



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 57 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Stadionkamerakrans ist gut automatisierbar. Diese Bergungsvariante erfordert nur einen geringen Entstaubungsaufwand. Da keine hohen Hebelkräfte abgetragen werden müssen, ist eine filigrane Bauweise des Krans möglich. Aufgrund der Tatsache, dass die relevanten Bauteile wie Motoren und Seiltrommeln außerhalb der Kammer installiert werden können, sind Interventionen wie Reparaturen einfach und sicher möglich. Der Einsatz eines Stadionkamerakranses als Kranalternative ist bisher nicht erprobt und stellt kein bewährtes Verfahren dar. Er erfordert weitere Zugänge durch die Firste der ELK 8a/511 zur Durchführung der Seile und besitzt eine eingeschränkte Flexibilität in Bezug auf die geometrischen Randbedingungen in der Kammer, da z. B. kein Hydraulikarm o.ä. zusätzlich montiert werden kann. Wie beim Deckenkran ist ein seitlicher bzw. ein Angriff an der Unterseite von Gebinden schwierig. Gleiches gilt für das Freilegen und Trennen von Gebinden.

Der Einsatz eines Stadionkamerakrans und seine Modifizierung für die Anwendung in der ELK 8a/511 erfordert ebenfalls einen hohen Entwicklungsaufwand.

Portalkran

Portalkräne sind aus diversen Anwendungen zum Heben und Bewegen auch schwerer Lasten bekannt und bewährt. Sie bieten, wie ihr Einsatz in Containerterminals zeigt, gute (Teil-) Automatisierungsmöglichkeiten. Sie stellen auch unter dem Aspekt der Fernbedienung eine bewährte Technik dar. Die Bergung der Gebinde in der ELK 8a/511 mittels Portalkran kann von der Kegelspitze nach unten erfolgen. Die Bergungsvariante erfordert nur einen geringen Entstaubungsaufwand. Das Einbringen, die Montage des Portalkranses und mögliche Interventionen am Kran sind mit einem sehr hohen Aufwand für die fernbediente Umsetzung bzw. mit ggf. längeren Aufenthalten von Personen in der ELK 8a/511 verbunden. Die Anwendung erfordert eine komplexe mit einem hohen Entwicklungsaufwand verbundene Ausführung des Portalkranses. Die Installation und der Betrieb eines Portalkrans stellen hohe und dauerhafte Anforderungen an den Zustand der Kammersohle in Bezug auf die Lastabtragung und ihr Konvergenzverhalten.

Kragarmkran

Die Anwendung eines Kragarmkrans stellt keine Anforderungen an die Sohle und geringere Anforderungen an die Firste als ein Deckenkran. Ein Kragarmkran ist einfach außerhalb der Kammer zu montieren und gut zu (teil-) automatisieren. Er ermöglicht die Bergung der Gebinde von der Kegelspitze nach unten sowie ein Greifen an beliebiger Stelle bei geringer Staubbelastung. Aufgrund der konstruktionsbedingten geringen Tragkraft besitzt er nur eine bedingte Eignung als Werkzeugträger und eine begrenzte Tragkraft. Bezüglich der Anwendung zum Bergen der eingelagerten Gebinde erfordert er ebenfalls eine komplexe mit einem hohen Entwicklungsaufwand verbundene Ausführung.

4.2.3 Variantenvergleich Anbinden

Das Anbinden beschreibt den Anschluss der ELK 8a/511 an das bestehende Grubengebäude. Die Zugangsvarianten stellen die verschiedenen Möglichkeiten der Anbindung dar.

Die tabellarische Darstellung des Variantenvergleiches für die Phase Anbinden befindet sich im Anhang in der Tabelle A-3.

In Kapitel 3.2 wurden verschiedene Zugangsvarianten beschrieben. In Summe gibt es weit über 100 verschiedene Möglichkeiten, die ELK 8a/511 mit dem Grubengebäude zu verbinden. Aufgrund der hohen Anzahl an Möglichkeiten ist es nicht zielführend, jede einzelne Variante zu beurteilen. Deswegen werden die verschiedenen Varianten zu Gruppen zusammengefasst.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 58 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Verglichen und beurteilt werden die Zugangsvarianten von einer der Seiten durch den Stoß, von oben durch die Firste und von unten durch die Sohle der ELK 8a/511 sowie Mehrfachzugänge von unten und der Seite, von mehreren Seiten, von oben und von unten sowie von oben und der Seite.

Seitliche Anbindung (auf 511-m-Sohle)

Eine seitliche Anbindung auf der 511-m-Sohle ermöglicht das einfache Einbringen von und das einfache Intervenieren an flurgebundenen Maschinen. Es besteht ein deutlich reduziertes Absturzrisiko. Die Gebinde werden auf einer Ebene geborgen und geschleust, die Zahl der Umladungen der Gebinde folglich minimiert. Die seitliche Anbindung erfordert einen Aufwand für Neuauffahrungen und Infrastruktureinrichtungen. Ein söhlicher Anschluss/Transport zum bestehenden Füllort des Schachtes Asse 2 sowie zum Schacht Asse 5 ist nicht möglich.

Von oben durch die Firste der ELK 8a/511

Bei einer derartigen Zugangsvariante sind die Infrastrukturräume im Niveau der 490-m-Sohle verfügbar, dadurch ist nur eine geringe Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes zu erwarten und kein zusätzlicher Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Aus-/Vorrichts- und Kammerstrecken notwendig. Sie erfordert keine Neuauffahrungen und damit keinen Haufwerksanfall, die Durchfahrung von Sicherheitspfeilern ist nicht notwendig. Der Transport kann söhlig zum Füllort Schacht Asse 2 durchgeführt werden. Der Zustand der Sohle der ELK 8a/511 ist bei dieser Variante nicht relevant.

Dagegen erfordert diese Variante einen hohen Aufwand für gegebenenfalls notwendige Sicherungsmaßnahmen an der Firste von firstgebundenen Einrichtungen aus. Der Einsatz derartiger beispielsweise im Steinkohlenbergbau üblichen Einrichtungen ist im Kali- und Steinsalzbergbau als unkonventionell anzusehen. Beim Durchbrechen der Schweben zwischen ELK 8a/511 und Beschiebungskammer besteht eine erhöhte Gefahr eines Löserfalls in die ELK 8a/511 mit der Möglichkeit der Beschädigung von Gebinden.

Diese Zugangsvariante ist mit einem hohen Aufwand für das Erreichen aller Gebinde verbunden. Es besteht die Gefahr des Absturzes von bereits geborgenen Gebinden. Die Interventionsmöglichkeiten sind beschränkt.

Von unten durch die Sohle der ELK 8a/511

Im Vergleich zu den bisher aufgeführten Zugangsvarianten bietet eine Anbindung der ELK 8a/511 von unten über die 532-m-Sohle bei keinem der aufgeführten Beurteilungskriterien Vorteile. Infolge des Anschlusses von unten wird die zur Verfügung stehende befahrbare Sohlenfläche der ELK 8a/511 reduziert. Außerdem erfordert der Zugang von unten eine entsprechend große Fläche der Sohle, auf der keine Gebinde liegen. Des Weiteren muss einer der bereits verfüllten Abbaue auf der 532-m-Sohle sowie die Schweben zwischen dem Abbau 8a auf der 532-m-Sohle und der Einlagekammer durchörtert werden, was möglicherweise mit einem erhöhten Aufwand zur Sicherung der Anbindungsstrecke verbunden ist.

Weiterhin ist von einem erhöhten Aufwand bei der Erstellung der Nachweisführung zur Gewährleistung der Standsicherheit beim Durchstoßen der Schweben sowie zur Vermeidung des Absturzes über der Anbindungsstrecke befindlicher Gebinde auszugehen. Bei dieser Zugangsvariante sind flurgebundene Maschinen nur schwer in die Kammer einzubringen, zu montieren, zu reparieren und nur eingeschränkt nutzbar.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 59 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Mehrfachzugänge (Seite-Seite, Oben-Seite, Unten-Seite, Oben-Unten)

Mehrfachzugänge ermöglichen die funktionale Trennung der Zugänge (Einbringen von Fahrzeugen/Herausbringen der Gebinde) und erhöhen die Flexibilität bezüglich Interventionsmaßnahmen und Fluchtwegen (2. Fluchtweg).

Jedoch beeinflussen alle Mehrzugangsvarianten die Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes und erfordern einen hohen Aufwand für Neuauffahrungen und Infrastruktureinrichtungen sowie dem damit verbundenen zusätzlichen Haufwerksanfall. Auch der Aufwand für die Bewetterung und den Strahlenschutz steigt durch zusätzlich erforderliche Wetterbauwerke und zusätzliche Strahlenschutzmaßnahmen beträchtlich.

4.2.4 Variantenvergleich Umverpacken und Schleusen

Im Variantenvergleich Umverpacken und Schleusen werden zum einen die verschiedenen Varianten für die Umverpackung der aus der ELK 8a/511 geborgenen Gebinde und losen Abfälle beschrieben, zum anderen erfolgt die Beschreibung der unterschiedlichen Varianten zur Einrichtung der Schleusen.

4.2.4.1 Umverpacken

Die Varianten für das Umverpacken der eingelagerten Gebinde und ggf. weiteren Abfälle können im Gegensatz zu den übrigen Planungsphasen nicht abdeckend durch die im Kapitel 4.1 der Bewertung zu Grunde gelegten Beurteilungskriterien bewertet werden. Die Auswahl der Varianten der Umverpackung orientiert sich vielmehr an anderen Beurteilungskriterien, wie der Nutzung von Schacht Asse 2/Schacht Asse 5 oder auch radiologischen Aspekten. Daher wurde hier auf eine tabellarische Darstellung des Variantenvergleichs verzichtet.

Die geborgenen radioaktiven Abfälle (Gebinde, lose Abfälle) werden vor ihrer Ausschleusung aus der ELK 8a/511 in eine Umverpackung eingestellt. Es werden drei unterschiedliche Größen der Umverpackung betrachtet. Hierbei handelt es sich um

- die Einzel-Umverpackung für die Aufnahme eines Gebindes,
- die kleine Multi-Umverpackung mit dem Volumen von max. 3 Gebinden und
- die große Multi-Umverpackung mit dem Volumen von 3 – 5 Gebinden.

Die Umverpackungen sind so konzipiert, dass sie alternativ auch mindestens das gleiche Volumen an losem Material, wie ausgetretene Abfälle oder kontaminiertes Haufwerk, aufnehmen können.

Einzel-Umverpackung

Die Einzel-Umverpackung ist in ihrem Durchmesser vergleichbar mit dem des für die Einlagerung der Abfallgebinde genutzten Abschirmbehälters (Bergamt Goslar, 1972). Dieser weist eine Höhe von ca. 1,92 m und einen Durchmesser von ca. 1,04 m auf. Die Höhe der Einzel-Umverpackung ist aufgrund des nicht erforderlichen Schiebers auf der Unterseite geringer als die des damals genutzten Abschirmbehälters.

Die Einzel-Umverpackung kann aufgrund ihrer Abmessungen und ihres Gewichtes auch im beladenen Zustand sowohl über Schacht Asse 2 als auch über Schacht Asse 5 zu Tage gefördert werden. Aufgrund ihres im Vergleich zu den Multi-Umverpackungen geringeren Volumens weist die Einzel-Umverpackung im Vergleich das geringste Gewicht sowie die kleinsten Abmessungen auf. Somit ist auch der Platzbedarf in der Schleuse vergleichsweise gering. Die Dosisleistung an der Oberfläche kann durch die Wahl einer geeigneten, ggf. modular aufgebauten Abschirmung gering gehalten werden. Handhabung und Pufferlagerung können folglich unter vereinfachten Strahlenschutzbedingungen hinsichtlich der Nutzung von bedarfsgerecht gewählten Abschirmungen erfolgen.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 60 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Die Einzel-Umverpackung kann aufgrund ihres Volumens nur einzelne, geometrisch intakte, bzw. geometrisch vorbereitete Gebinde aufnehmen. Aufgrund der hohen Anzahl an Umverpackungen und der damit verbundenen hohen Anzahl an Schleusvorgängen inkl. der Messprozesse (bspw. Kontaminationskontrollen, Dosisleistungs- und Gewichtsbestimmung) ist für diese Vorgänge ein vergleichsweise hoher zeitlicher Aufwand zu berücksichtigen. Weiterhin wird für die Bergung der radioaktiven Abfälle für die Schleusung und Förderung zu Tage eine entsprechend große Anzahl an Einzel-Umverpackungen benötigt. Darüber hinaus müssen für die umverpackten radioaktiven Abfälle ausreichend groß bemessene Puffer- und Zwischenlagerflächen zur Verfügung stehen. Diese benötigen aufgrund der großen Anzahl an Umverpackungen mehr Platz als bei der Nutzung von Multi-Umverpackungen.

Kleine Multi-Umverpackung

Die kleine Multi-Umverpackung zeichnet sich im Vergleich zur Einzel-Umverpackung durch ihr größeres Volumen aus, welches die Aufnahme von intakten sowie deformierten Gebinden und losem Material ermöglicht (2 -3 Gebinde bzw. ein vergleichbares Volumen an losem Material wie ausgetretene Abfälle oder kontaminiertes Haufwerk). Folglich reduziert sich die Gesamtmenge an benötigten Umverpackungen, sowie die Anzahl der Handhabungsvorgänge im Zuge des Schleusens und weiteren Transportes der Gebinde aus der ELK 8a/511. Weiterhin verringert sich der Zeitbedarf für die Gebindeabfertigung in der Schleuse (Kontaminationskontrollen und Schleusvorgänge), der Platzbedarf für die Zwischen- und Pufferlagerung sowie die Anzahl der Förderspiele für die Schachtförderung. Die kleine Multi-Umverpackung kann sowohl über Schacht Asse 5 und eingeschränkt unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Außenabmessungen und der Gewichtsbeschränkung auch über Schacht Asse 2 gefördert werden.

Nachteilig im Vergleich zur Einzel-Umverpackung ist die höhere Dosisleistung an der Außenseite der Umverpackung bei Beladung mit Gebinden gleichem Aktivitätsinventars bzw. der höhere Aufwand für die Abschirmung, um eine vergleichbare Dosisleistung an der Außenseite der Umverpackung zu erreichen. Weiterhin ist bei der Beladung der Umverpackung ggf. eine Vorsortierung der geborgenen Abfälle erforderlich, um eine Beladung der Umverpackung mit mehreren Gebinden hoher Dosisleistung zu vermeiden. Die größeren Abmessungen der kleinen Multi-Umverpackung im Vergleich zur Einzel-Umverpackung können die allgemeine Handhabung erschweren. Im Vergleich zur Einzel-Umverpackung erfordert die kleine Multi-Umverpackung einen größeren Platzbedarf in der Schleuse, der bei deren Dimensionierung berücksichtigt werden muss.

Große Multi-Umverpackung

Der Einsatz der großen Multi-Umverpackung hat im Vergleich zu den beiden anderen Umverpackungen den Vorteil, dass durch das vergleichsweise große nutzbare Volumen insgesamt weniger Handhabungs-, Schleus-, Abfertigungs- (beispielsweise Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen, Gewichtsbestimmung) und Transportvorgänge (u.a. Förderspiele beim Schachttransport) erforderlich sind, um alle aus der ELK 8a/511 geborgenen radioaktiven Abfälle nach über Tage zu bringen. Des Weiteren verringert sich im Vergleich zur Nutzung der anderen beiden Varianten der Umverpackung der Platzbedarf für die Puffer- und Zwischenlagerung. Durch eine ausgewählte Zusammenstellung der geborgenen Gebinde in der Umverpackung kann ggf. die Eigenabschirmung der Gebinde genutzt werden, um die Dosisleistung an der Außenseite der Umverpackung zu reduzieren. Auf diese Weise könnte die erforderliche zusätzliche Abschirmung an den Außenseiten der Umverpackung reduziert werden. Auch für diesen Fall ist eine effektive und entsprechend schwere Abschirmung für den Bedarfsfall zu konzipieren.

Im Vergleich zur Einzel-Umverpackung ermöglicht die große Multi-Umverpackung die gleichzeitige Aufnahme von intakten sowie deformierten Gebinden und losem Material.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 61 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Das große nutzbare Innenvolumen bedingt größere Abmessungen, die als nachteilig zu bewerten sind. Insgesamt weist die große Multi-Umverpackung ein höheres Gewicht im Vergleich zu den anderen beiden betrachteten Umverpackungen auf. Sowohl der Aspekt der größeren Abmessungen als auch der des höheren Gewichtes haben zur Folge, dass die Handhabung der großen Multi-Umverpackung vergleichsweise schwierig ist. Zusätzlich ist in Bezug auf das Gewicht die Gewichtsbeschränkung des Schachtes Asse 5 limitierend. Ein Transport über den Schacht Asse 2 ist nicht möglich.

Weiterhin müssen bei der Verwendung der großen Multi-Umverpackung in den Schleusen größere Handhabungs- und Interventionsbereiche für die Umverpackungen als bei der Verwendung von Einzel- oder kleiner Multi-Umverpackung vorgesehen werden.

Eine möglicherweise erforderliche Vorsortierung der geborgenen Gebinde vor dem Einstellen in die große Multi-Umverpackung kann aufgrund der Zeitbedarfe für zusätzliche Handhabungsvorgänge sowie dem Bedarf an Hantierungsflächen in der ELK 8a/511 nachteilig im Vergleich zur Betrachtung der anderen beiden Varianten der Umverpackung sein.

4.2.4.2 Schleusen

Die tabellarische Darstellung des Variantenvergleiches für die Phase des Anbindens befindet sich im Anhang in der Tabelle A-4.

Für die Betrachtung der Schleusen werden drei Varianten beurteilt:

- Einzelschleuse,
- Doppelschleuse, kleiner Äußerer Arbeitsbereich und
- Doppelschleuse, großer Äußerer Arbeitsbereich.

Einzelschleuse

Die Einzelschleuse weist im Vergleich zur Einrichtung von Doppelschleusen als Vorteil einen insgesamt geringeren Platzbedarf auf. Als weiterhin vorteilhaft erweisen sich die geringeren Vorarbeiten, da nur ein Schleusenstandort eingerichtet werden muss. Hinsichtlich der radiologischen Vorteile ist zu nennen, dass der Kontrollbereich vergleichsweise klein ist.

Als nachteilig erweist sich bei einer Einzelschleuse, dass ein zusätzlicher Kontrollbereich für die Einrichtung eines Pufferlagers erforderlich ist. Weiterhin bedingt die hohe Konzentration von Funktionen auf engem Raum einen lokal hohen Platzbedarf, und durch mögliche Dekontaminationsvorgänge, die direkt in der Schleuse stattfinden, werden Schleusvorgänge unterbrochen. Aufgrund der nur zwei Schleusentüren sind an die Auslegung der Schleuse hohe technische Anforderungen zu stellen, um die erforderliche Robustheit für den sicherheitstechnischen Nachweis der Schleuse zu erreichen. So müssen beispielsweise die Schleusentüren jeweils eine entsprechende Dichtheit aufweisen, um bei einem technischen Defekt an einer Schleusentür sicherzustellen, dass Kontaminationsverschleppungen durch die einzig verbliebene intakte Schleusentür weiterhin sicher ausgeschlossen werden. Hierzu wären hohe technische und administrative Anforderungen zu erfüllen, da die ELK 8a/511 in einem derartigen Fall nur durch die Barriere „Schleusentür“ vom Sonstigen Grubenraum abgetrennt ist. Weiterhin sind hohe Anforderungen an die Dekontaminationsmöglichkeiten zu stellen. In der ELK 8a/511 selbst kann ein hohes Kontaminationsniveau vorhanden sein, wohingegen im Sonstigen Grubenraum sehr niedrige Grenzwerte für Kontaminationen gelten. Die Einrichtungen und Maßnahmen in der Einzelschleuse müssen daher geeignet sein, in einem Schritt ein hohes Kontaminationsniveau auf das im Sonstigen Grubenraum zulässige Niveau zu verringern.

Doppelschleuse mit kleinem Äußeren Arbeitsbereich

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 62 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Die Doppelschleuse weist im Vergleich zur Einzelschleuse verschiedene Vorteile auf. Die Einrichtung eines Doppelschleusensystems ist in kerntechnischen Anlagen ein etabliertes Verfahren. Aufgrund der zwei getrennten Schleusen erhöht die Doppelschleuse die Robustheit des Schleusensystems („defense in depth“ (BMU, 2012)) und bietet einen besseren Schutz vor Kontaminationsverschleppungen. So können innerhalb der einzelnen Schleusen unterschiedliche Kontaminationsniveaus zugelassen sein. Werden beispielsweise in der Inneren Schleuse die Grenzwerte für die zulässige Kontamination auf das 10-fache des Wertes für den Sonstigen Grubenraum festgelegt, können die Dekontaminationsarbeiten in der Inneren sowie auch der Äußeren Schleuse erheblich vereinfacht werden, da die jeweils erforderlichen Ziele für den Dekontaminationserfolg durch das zweistufige Verfahren einfacher als in einem einstufigen Verfahren erreicht werden können. Somit verringert die Doppelschleuse den Aufwand für die genehmigungstechnische Nachweisführung im Zuge der atomrechtlichen Genehmigungserteilung für das Vorhaben. Der Raumbedarf für die einzelnen Schleusen der Doppelschleuse ist aufgrund der kleineren und kompakteren Bauweise geringer als für die Einrichtung der Einzelschleuse. Dies führt zu einer gebirgsschonenderen Vorgehensweise bei der Errichtung der einzelnen Schleusen. Durch die Entzerrung von Funktionen wie bspw. Messen kann der Betrieb in der Doppelschleuse auch im Störfall flexibler abgewickelt werden. Nachteilig für die Varianten der Doppelschleuse sind der erhöhte Gesamtplatzbedarf sowie der Materialaufwand für die Einrichtung einer zweiten Schleuse und des Äußeren Arbeitsbereiches sowie der zusätzliche Aufwand für Strahlenschutzmaßnahmen, die in der Äußeren Schleuse anfallen.

Doppelschleuse mit großem Äußeren Arbeitsbereich

Die oben genannten grundsätzlichen Vor- und Nachteile eines Doppelschleusensystems gegenüber der Einrichtung einer Einzelschleuse sind unabhängig von der Größe des Äußeren Arbeitsbereiches. Daher werden hier nur noch die Vor- und Nachteile einer Doppelschleuse mit großem Äußeren Arbeitsbereich gegenüber der Doppelschleuse mit kleinem Äußeren Arbeitsbereich dargestellt. Bei der Einrichtung der Doppelschleuse mit großem Äußeren Arbeitsbereich ist vorteilig zu beurteilen, dass die Standorte Innere und Äußere Schleuse bedarfsgerecht entkoppelt werden und die Schleusen gebirgsschonend eingerichtet werden können. Weiterhin kann der Strahlenschutzbereich zwischen Innerer und Äußerer Schleuse für Pufferlagerung und sonstige Strahlenschutzaktivitäten genutzt werden. Eine spezielle Ausgestaltung des Gesamtsystems bietet die Möglichkeit, eine Äußere Schleuse mit zwei Inneren Schleusen zu kombinieren. Auf diese Weise können beispielsweise zwei unterschiedliche Zugänge zur ELK 8a/511 über eine Äußere Schleuse an den Sonstigen Grubenraum angebunden werden. Diese Gestaltungsvariante wird in der Abbildung 40 verdeutlicht.

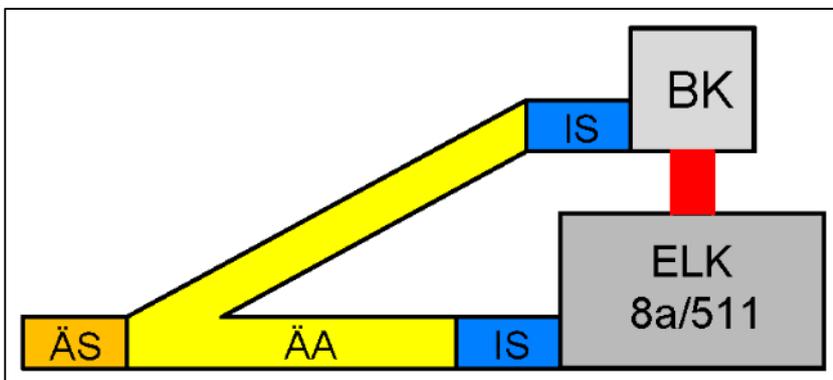


Abbildung 40: Prinzipdarstellung der Doppelschleuse mit zwei Inneren Schleusen und großem Äußeren Arbeitsbereich (Seitenansicht)



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 63 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Nachteilig im Vergleich der Doppelschleuse mit großem Äußeren Arbeitsbereich zur Variante mit kleinem Äußeren Arbeitsbereich ist, dass für die Einrichtung eines nutzbaren Äußeren Arbeitsbereiches ein geeigneter Raum erforderlich ist, und dass der Kontrollbereich größer wird. Dies erhöht den Aufwand zur Errichtung und zum Betrieb des Kontrollbereiches.

4.2.5 Variantenvergleich Transportieren

Das Transportieren beschreibt die Förderung der unverpackten Gebinde im Sonstigen Grubenraum nach dem Verlassen der Schleuse bis vor die Beschickung des jeweiligen Tagesschachtes.

Es besteht die Möglichkeit des Transportes zum Schacht Asse 2 und/oder zum Schacht Asse 5. Der Variantenvergleich für den Transport zum Schacht Asse 2 ist im Anhang in Tabelle A-6 und der zum Schacht Asse 5 im Anhang in der Tabelle A-7 aufgeführt.

In Bezug auf die Transporttechnik werden unterschiedliche technische Möglichkeiten verglichen wie die unverpackten radioaktiven Abfälle über die jeweiligen Transportwege transportiert werden können.

4.2.5.1 Variantenvergleich Transportwege zum Schacht Asse 2

Für die Transportwege zum Füllort des Schachtes Asse 2 werden die Varianten

- Nutzung der bestehenden Grubenbaue,
- Neuauffahrung von Strecken und
- Neuauffahrung einer steilen Rampe zwischen der 490-m-Sohle und der 511-m-Sohle

verglichen und bewertet.

Nutzung der bestehenden Grubenbaue

Die Nutzung der bestehenden Grubenbaue einschließlich der bestehenden Infrastruktur hat den Vorteil, dass keine Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes stattfindet und sich die Transportwege in kurzer Zeit herstellen lassen. Dadurch entfallen auch Thematiken wie Haufwerksentsorgung und größerer zusätzlicher Wetterbedarf.

Dem entgegen steht eine Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes, da eine Trennung zwischen Gebindeftransport und Offenhaltungsbetrieb schwierig ist, sowie der Verlust bestehender Infrastrukturräume wie z. B. Werkstätten durch eine ggf. erforderliche Umnutzung.

Die Variante erfordert die Nutzung von nicht für diesen Zweck optimierten bzw. dimensionierten Grubenräumen im Hinblick auf Querschnitt, Lage und Anbindung, so dass sich daraus ggf. nur bedingt geeignete Grubenräume bzw. Streckenführungen ergeben. Dies kann zu Beeinträchtigungen der möglichen Transporttechnik, der Wetterführung (Sonderbewetterung) und der Fluchtwege führen.

Neuauffahrung von Strecken

Mit der Neuauffahrung von Strecken zwischen der Schleuse und dem Füllort des Schachtes Asse 2 ist ein optimierter Zuschnitt der Strecken für die Rückholung der MAW-Abfälle möglich. Des Weiteren ermöglichen sie die Trennung von Gebindeftransport und Offenhaltungsbetrieb. Darüber hinaus können durch Neuauffahrungen Synergieeffekte mit dem Offenhaltungsbetrieb und mit der geplanten Rückholung der LAW-Abfälle erzeugt werden.

Bestehende Strecken können zur funktionalen Trennung von Gebindeftransport, Flucht, Bewetterung und übriger Infrastruktur genutzt werden.

Die Neuauffahrung von Strecken beinhaltet immer das Risiko einer möglichen Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes. Gegebenenfalls müssen Sicherheitspfeiler



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 64 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

durchörtet werden. Grundsätzlich fällt Haufwerk mit der Problematik der Haufwerksentsorgung unter Tage an. Ebenfalls zu berücksichtigen ist ein zusätzlicher Wetterbedarf. Alle Neuauffahrungen erfordern einen erhöhten zeitlichen und finanziellen Aufwand.

Neuauffahrung einer steilen Rampe 490-m-Sohle/511-m-Sohle

Mit einer steilen Rampe zwischen der 490-m-Sohle und der 511-m-Sohle könnte eine optimale Streckenführung des Transportweges zum Schacht Asse 2 mit der Folge realisiert werden, dass der Gebindeftransport und der Offenhaltungsbetrieb getrennt möglich ist. Durch die optimale Streckenführung ergeben sich Synergieeffekte mit dem Offenhaltungsbetrieb und es ist die funktionale Trennung von neuen und bestehenden Strecken in Bezug auf Fluchtweg, Bewetterung und infrastrukturelle Aufgaben möglich.

Auch hier bedeutet die Auffahrung der Rampe eine mögliche Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes. Es ist ein Sicherheitspfeiler zu durchörtern und es kommt zu einer Streckenkonzentration im Schachtsicherheitspfeiler des Schachtes Asse 2. Wie bei allen Neuauffahrungen fällt Haufwerk mit der Problematik der Haufwerksentsorgung unter Tage an. Ebenfalls nicht zu vernachlässigen ist ein zusätzlicher Wetterbedarf.

Die Auffahrung der Rampe ist aufgrund ihrer Steilheit besonders komplex und mit einem hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden. Eine steile Rampe schränkt die Auswahl an Transportmitteln ein.

Zur Anbindung der Rampe an das bestehende Grubengebäude sind zusätzlich weitere Neuauffahrungen notwendig.

4.2.5.2 Variantenvergleich Transportwege zum Schacht Asse 5

Bezüglich der Transportwege zum Füllort des Schachtes Asse 5 werden im Variantenvergleich (siehe Tabelle A-7 im Anhang) die Möglichkeiten der

- Nutzung der bestehenden Wendelstrecke,
- Neuauffahrung einer Wendelstrecke,
- Neuauffahrung einer steilen Rampe zur 595-m-Sohle und
- Herstellung eines Blindschachtes zur 595-m-Sohle

beurteilt.

Nutzung der bestehenden Wendelstrecke

Die Nutzung der bestehenden Wendelstrecke hat den Vorteil, dass keine Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes stattfindet und sich die Transportwege in kurzer Zeit herstellen lassen. Dadurch entfallen auch Probleme wie Haufwerksentsorgung und größerer zusätzlicher Wetterbedarf.

Dem entgegen steht eine Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes, da eine Trennung zwischen Gebindeftransport und Offenhaltungsbetrieb schwierig ist. Eine funktionale Trennung von Strecken ist nicht möglich.

Auffahrung einer neuen Wendelstrecke

Mit der Auffahrung einer neuen Wendelstrecke lässt sich eine optimale Streckenführung des Transportweges zum Schacht Asse 5 realisieren. Eine Neuauffahrung ermöglicht die Trennung von Abfalltransport und Offenhaltungsbetrieb und ermöglicht gleichzeitig Synergieeffekte mit diesem und der geplanten Rückholung der LAW-Abfälle. Weiterhin ist eine Funktionsverteilung auf neue und bestehende Strecken möglich.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 65 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Die Nachteile der Neuauffahrung einer Wendelstrecke sind die mögliche Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes, die mögliche Durchörterung von Sicherheitspfeilern, die Haufwerksproblematik, der zusätzliche Wetterbedarf sowie der Zeit- und Kostenaufwand. Bei Wendelstrecken ist zu berücksichtigen, dass hier aufgrund der Kurvenradien die Anwendung bestimmter Transporttechniken einschränkt ist.

Auffahrung einer steilen Rampe zur 595-m-Sohle

Die Auffahrung einer steilen Rampe zur 595-m-Sohle stellt eine nur geringe Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes dar und ermöglicht Synergieeffekte zwischen der Rückholung der MAW-Abfälle und dem Offenhaltungsbetrieb.

Sie ermöglicht einen Abfalltransport mit nur wenigen Umschlägen und ihre gerade Streckenführung begünstigt leicht automatisierbare Transporttechniken (z. B. seilgebundene Schienenflurbahnen). Allerdings bedeutet die steile Rampe eine Einschränkung der Flexibilität bei der Wahl des Transportmittels.

Bei der Auffahrung einer Rampe besteht das Risiko einer möglichen Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes, da ggf. ein Sicherheitspfeiler zu durchörtern ist. Wie bei allen Neuauffahrungen fällt Haufwerk mit der Problematik der Haufwerksentsorgung unter Tage an. Ebenfalls zu berücksichtigen ist ein zusätzlicher Wetterbedarf.

Die Auffahrung einer Rampe ist aufgrund ihrer Steilheit in der technischen Ausführung besonders anspruchsvoll und mit einem erhöhten zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden.

Herstellen eines Blindschachtes zur 595-m-Sohle

Die Herstellung einer Blindschachtverbindung zwischen der 511-m-Sohle und der 595-m-Sohle stellt verbindungstechnisch den kürzesten Transportweg dar und weist daher von allen möglichen Neuauffahrungen den geringsten Haufwerksanfall auf. Die Herstellung des Blindschachtes beeinträchtigt den Offenhaltungsbetrieb nur in geringem Maße, zusätzlich ergeben sich ggf. Synergieeffekte mit dem Offenhaltungsbetrieb.

Die Herstellung des Blindschachtes ist mit einem äußerst hohen zeitlichen und technischen Aufwand, z. B. beim Einsatz einer Schachtbohrmaschine, verbunden.

Ein Blindschacht hat von allen möglichen Neuauffahrungen den geringsten lateralen Raumbedarf, eine Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes ist trotz dessen nicht auszuschließen. Der Anschluss des Blindschachtes an das übrige Streckennetz erfordert die Auffahrung von mindestens zwei Füllrörtern mit großem Querschnitt.

Die Auffahrung müsste teilweise im Carnallitit erfolgen und kann daher mit einem erhöhten ausbautechnischen Aufwand zur Gebirgsbeherrschung verbunden sein; gegebenenfalls ist eine Durchörterung von Sicherheitspfeilern notwendig.

Der Betrieb eines Schachtes erfordert immer einen hohen Aufwand, der sich auch aus regulatorischen Forderungen, z. B. Anforderungen an die Störfallsicherheit (z. B. Absturz von Gebinden), ergibt.

4.2.5.3 Variantenvergleich Transporttechnik

Die möglichen Transportvarianten zeigen eine hohe Abhängigkeit von den zur Verfügung stehenden Transportwegen. Betrachtet werden hier der Einsatz von Gleislosfahrzeugen, der gleisgebundene Transport, z. B. mit Schienenflurbahnen (SFB) oder Einschienenhängebahnen (EHB) und die Blindschachtförderung mit Fördergestell.

Einsatz von Gleislosfahrzeugen



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 66 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Der Einsatz von Gleislosfahrzeugen gehört zur auf der Schachtanlage etablierten und bewährten Technik. Eine Weiternutzung der für die Rückholung der MAW-Abfälle eingesetzten Fahrzeuge ist für die Rückholung der LAW-Abfälle oder, sofern dies aus radiologischer Sicht möglich ist, im Offenhaltungsbetrieb denkbar. Gleislosfahrzeuge bieten die Möglichkeit der Automatisierung, wobei die dafür erforderliche Technik bereits am Markt vorhanden ist, jedoch weniger etabliert als bei gleisgebundenen Fahrzeugen. Die Anforderungen an die Streckenführung und -radien sind gering. Der Vorbereitungsaufwand zum Einsatz der Gleislosteknik ist folglich unproblematisch.

Die Technik ist robust, flexibel und weitestgehend unabhängig von bestehenden Systemen anwendbar.

Nachteilig ist ein höherer Aufwand für den Brandschutz innerhalb der Grubenbaue. Insbesondere an die Bewetterung der ggf. unter Tage befindlichen Batterie-Ladestationen sind höhere Anforderungen zu stellen.

Die Gleislosteknik ist in Bezug auf die möglichen Neigungen der genutzten Grubenbaue begrenzt und erfordert eine stabile Fahrbahn.

Gleisgebundener Transport

Für den gleisgebundenen/zwangsgeführten Transport steht grundsätzlich vielfach bewährte Technik zur Verfügung. Die Technik bzw. die dazu erforderlichen Maschinen wären für die Rückholung der LAW-Abfälle weiter nutzbar.

Diese Transportvariante bietet aufgrund der Zwangsführung sehr gute, bereits am Markt etablierte Automatisierungsmöglichkeiten. Eine gleisgebundene Förderung in Verbindung mit einer durchgehenden Automatisierung kann gegebenenfalls durch die Führung der Gleise bis in den Förderkorb so gestaltet werden, dass unter Tage kein zusätzlicher Material-/Gebindeumschlag erfolgen muss. Mit dem Einsatz gleisgebundener Verfahren lassen sich je nach eingesetzter Antriebstechnik größere Neigungen fördertechnisch erschließen.

Die eingesetzte Technik ist in Bezug auf die Energieversorgung flexibel und bietet eine hohe Störfallsicherheit.

Der gleisgebundene Transport weist nicht die Flexibilität eines gleislosen Transportes auf, darüber hinaus ist seine Einrichtung mit einem hohen Aufwand für die Errichtung der Gleisanlagen verbunden und stellt bei flurgebundenen Gleisanlagen besondere Anforderungen an die Beschaffenheit und Stabilität der Streckensohle. Bei firstgebundenen Gleisanlagen sind spezielle Anforderungen an die Beschaffenheit der Aufhängungen zu beachten. In Abhängigkeit vom eingesetzten gleisgebundenem System bestehen Neigungseinschränkungen und es sind zum Teil große Kurvenradien notwendig.

Blindschachtförderung mit Fördergestell

Blindschachtförderungen mit Fördergestell stellen eine bewährte und robuste Technik dar und ermöglichen einen hohen Grad der Automatisierung. Der geringe Flächenbedarf einer seigeren Transportvariante bedeutet einen geringen Eingriff in das bestehende Tragsystem als sölilige oder schräge Transportwege.

Die Blindschachtförderung könnte durch den Offenhaltungsbetrieb, bzw. den weiteren Rückholbetrieb weiter genutzt werden.

Ein Blindschacht mit Fördergestell erfordert jedoch einen hohen Aufwand für Errichtung und Betrieb. Der Transport radioaktiver Stoffe in einem Blindschacht ist aufgrund behördlicher Anforderungen ebenfalls mit einem hohen Aufwand verbunden. Hier ist insbesondere zu berücksichtigen, dass die Blindschachtförderung von radioaktiven Abfällen derzeit nicht durchgeführt wird und damit keine etablierte Technik in der Endlagerung radioaktiver Abfälle ist. Somit ist bei dieser Variante von einem



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 67 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

aufwändigen Genehmigungsverfahren auszugehen. Dieses kann eine komplexe technische Ausführung in Analogie zu den in anderen kerntechnischen Anlagen bisher zugelassenen Schachtfördermöglichkeiten für radioaktive Abfälle erfordern.

Hinsichtlich der möglichen Umverpackungen ist der Blindschacht nur wenig flexibel in Bezug auf Gewicht und Volumen der zu transportierenden Einheiten.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 68 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

5 MÖGLICHE AUSGANGSSITUATIONEN

Derzeit stehen wesentliche gesicherte Erkenntnisse u. a. zum gebirgsmechanischen Zustand der ELK 8a/511 und der eingelagerten Gebinde nicht zur Verfügung. Die Ergebnisse einer visuellen Erkundung der Einlagerungskammer werden für die Konzeptplanung nicht vorliegen. Die Beobachtungsmöglichkeiten in die ELK 8a/511 waren schon seit vielen Jahren aufgrund des Ausfalls der Beleuchtungseinrichtungen in der Kammer und die zunehmende Verfärbung des Bleiglasfensters im, auf der 511-m-Sohle gelegenen, ehemaligen Zugang zur Einlagerungskammer stark eingeschränkt. Im Jahr 1998 (Asse-GmbH, 2009) wurde der ehemalige Zugang verfüllt, so dass über diesen das Innere der ELK 8a/511 nicht mehr beobachtet werden kann. Zum Zustand der Schweben existieren Georadarmessungen (Asse-GmbH, 2017c), die für die Einstufung der Situation der Schweben (siehe Kapitel 6.3) herangezogen werden.

Im Variantenvergleich werden für die einzelnen Phasen verschiedene Varianten bezüglich ihrer Vor- und Nachteile verglichen. Eine Festlegung auf eine bestimmte Variante der jeweiligen Phase ist aber ohne weitere Erkundungsergebnisse noch nicht sinnvoll. Als Ersatz für die Erkundungsergebnisse und zur Fortführung der theoretischen Überlegungen im Rahmen der Planung der Rückholung werden daher mögliche Ausgangssituationen entwickelt, diese werden im Weiteren als Situationen bezeichnet. Die hier aufgestellten Situationen betrachten realistisch mögliche Zustände der ELK 8a/511 (Firste, Stöße, Sohle), Zustände und Lage der Gebinde sowie die mögliche Nutzung des Schachtes Asse 2 für die Förderung umverpackter radioaktiver Abfälle. Die Beschreibungen erfolgen auf Basis des derzeitigen Kenntnisstandes. Anhand der verschiedenen Situationen werden die jeweils geeigneten Varianten bestimmt und weiter konzeptionell ausdetailliert, um so trotz der vorhandenen Unsicherheiten zu einer abdeckenden Planung zu gelangen.

5.1 KAMMERZUSTAND FIRSTE

Bezüglich des Zustands der Firste werden der Zustand der hohlraumnahen Firste und der Zustand der gesamten Schweben, d.h. des gesamten Bereiches zwischen der Kammerfirste und der Sohle der Beschickungskammer betrachtet.

In Abbildung 41 ist der Zustand der Firste abgebildet, der als Situation 1 bezeichnet wird. Die Firste ist vollständig intakt und weist keinen Löser auf, die Schwebenstärke entspricht den markscheiderischen Angaben und die Schweben ist vollständig tragfähig.

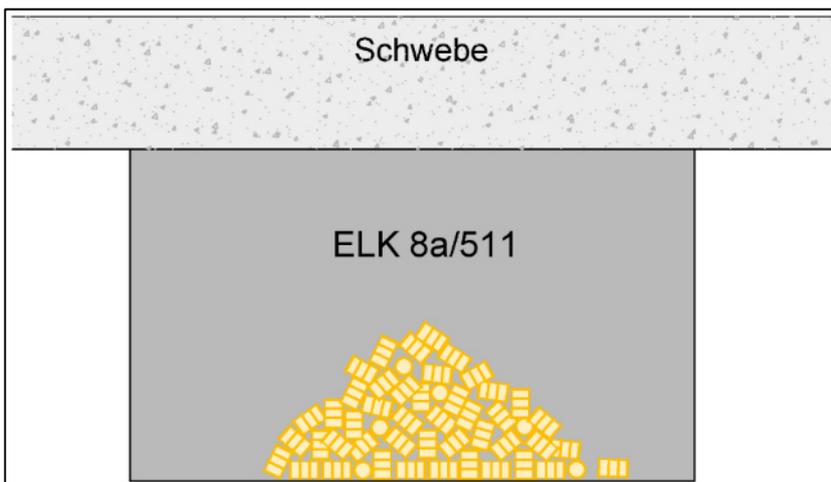


Abbildung 41: Situation 1: Keine Schädigung der Firste

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 69 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

In Situation 2 (siehe Abbildung 42) ist die Firste teilweise nachgebrochen und weist Löser bzw. Lössflächen auf. Die Schwebe besitzt grundsätzlich aber noch eine hinreichende Tragfähigkeit.

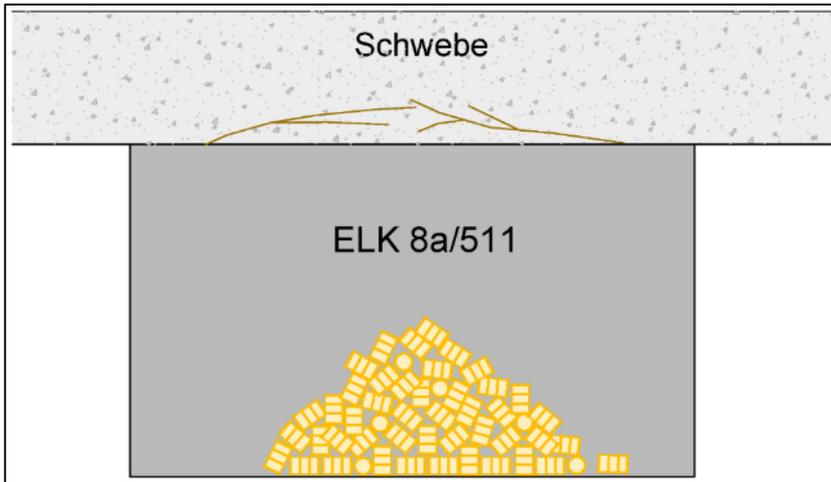


Abbildung 42: Situation 2: Schädigung der Firste

Im ungünstigsten Fall, hier als Situation 3 (siehe Abbildung 43) aufgeführt, ist die Firste nachgebrochen und die Schwebe soweit geschwächt, dass sie nicht mehr die erforderliche Tragfähigkeit besitzt.

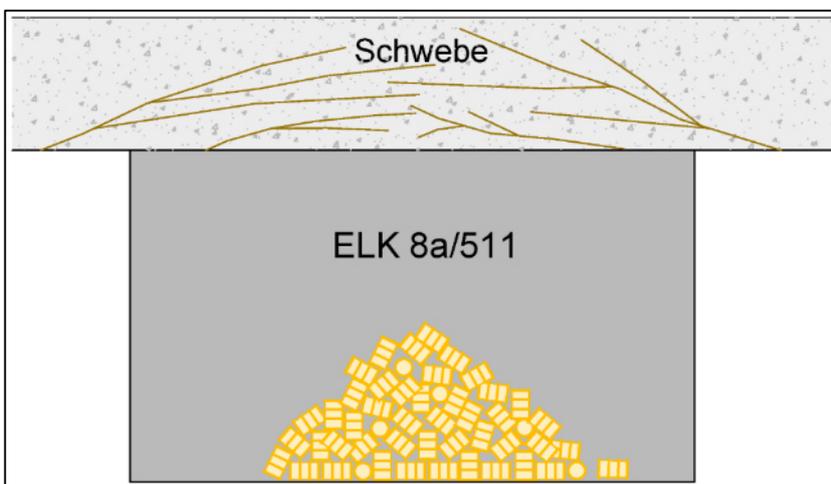


Abbildung 43: Situation 3: Schädigung von Firste und Schwebe

5.2 KAMMERZUSTAND STÖßE

Bezüglich des Zustands der Stöße wird der Zustand der hohlraumnahen vertikalen Gebirgsbereiche betrachtet. In Situation 1 (siehe Abbildung 44) sind alle Kammerstöße standfest und entsprechen annähernd dem Zustand vor Aufnahme der Einlagerung.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 70 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

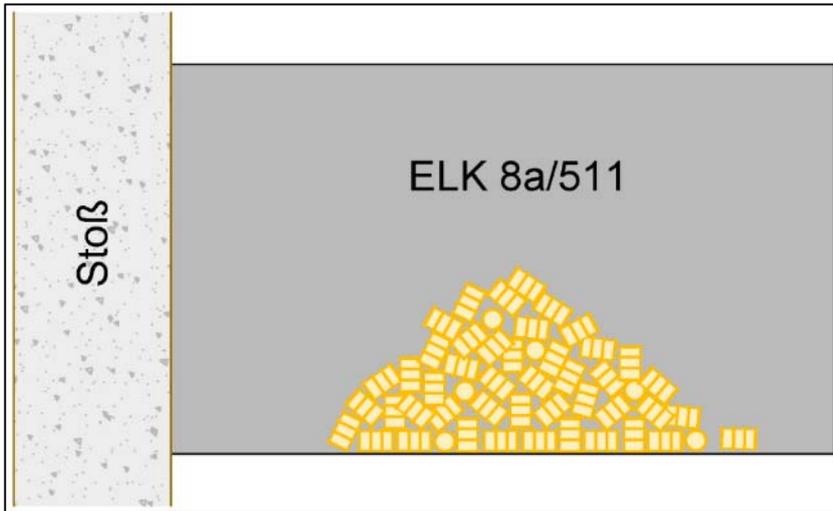


Abbildung 44: Situation 1: Keine Schädigung der Stöße

In Situation 2 (siehe Abbildung 45) wird von der Schädigung eines oder mehrerer Stöße ausgegangen. Die Nachfallbereiche bzw. die Rissbildung beschränken sich auf den Nahbereich des Hohlraums. Der Abfallkegel ist durch den Nachfall nicht betroffen.

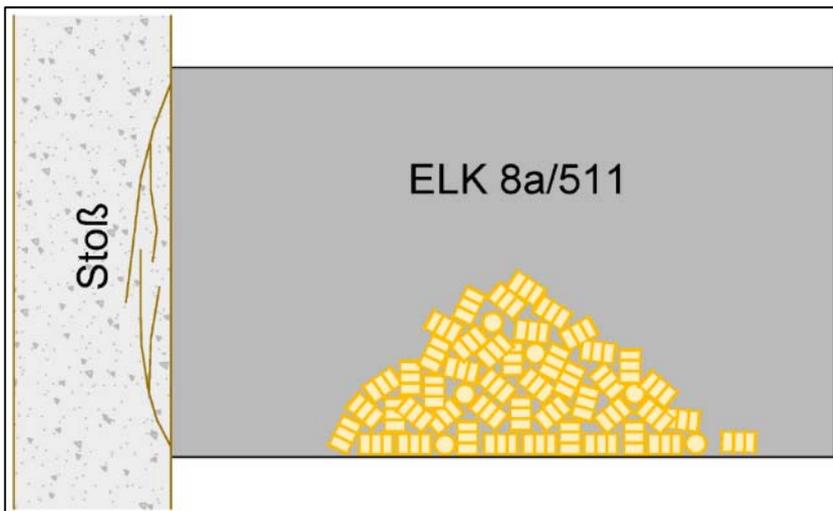


Abbildung 45: Situation 2: Ein oder mehrere Stöße nicht intakt, Gebirge jenseits Stoß intakt

Als Situation 3 (siehe Abbildung 46) wird eine tiefgehende Entfestigung eines oder mehrerer Stöße mit daraus resultierenden Gefahren für die Standsicherheit der Kammer und/oder für die Beschädigung von Gebinden des Abfallkegels angenommen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 71 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

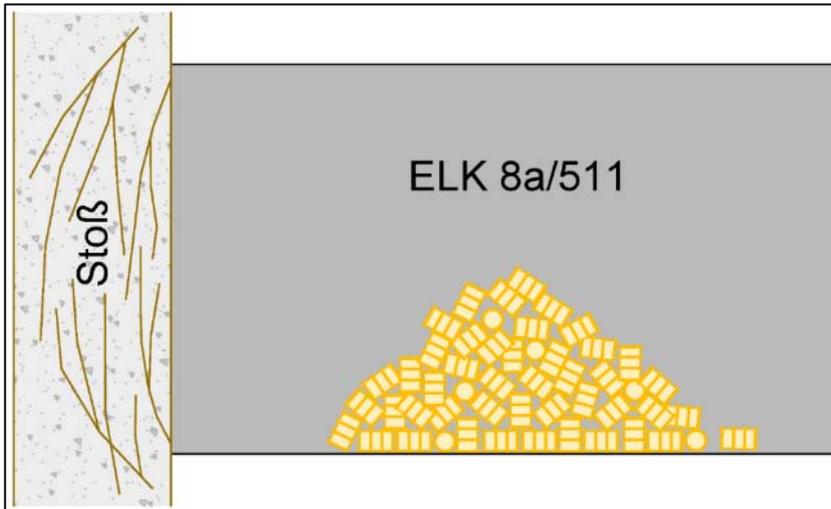


Abbildung 46: Situation 3: Ein oder mehrere Stöße nicht intakt, Gebirge jenseits Stoß nicht intakt

5.3 KAMMERZUSTAND SOHLE

Unterhalb der Sohle der ELK 8a/511 befindet sich mit einem Abstand von ca. 6 m der Abbau 8a/532. Damit stellt die Sohle der ELK 8a/511 gleichzeitig die obere Begrenzung der Schwebelagerung zwischen der ELK 8a/511 und dem verfüllten Abbau 8a/532 dar. In Abhängigkeit von der Qualität der Verfüllung des Abbaus sowie des Firstspaltes wird die Schwebelagerung als solche beansprucht. Hierzu lassen sich drei Situationen entwickeln.

In Situation 1 (siehe Abbildung 47) wird von einer ungeschädigten Sohle ausgegangen. Die Sohle ist eben und stabil. Der Firstspalt des Abbaus 8a/532 ist gut verfüllt und unterstützt die Schwebelagerung.

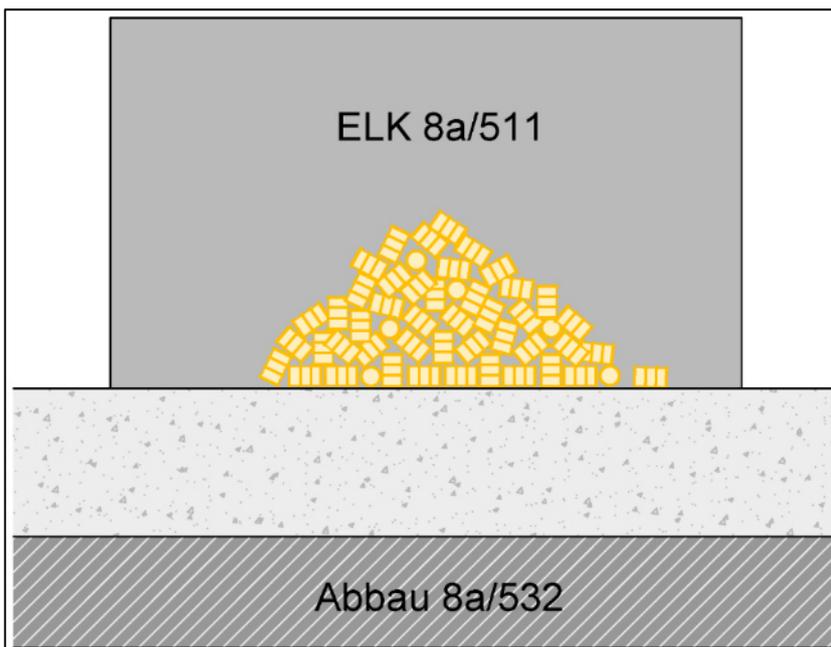


Abbildung 47: Situation 1: Sohle nicht geschädigt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 72 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

In der zweiten Situation (siehe Abbildung 48) wird von einer unebenen, aufgewölbten und aufgelo-ckerten Sohle ausgegangen. Auch hier wird aber ein verfüllter Firstspalt der Abbaukammer 8a/532 angenommen, von einer stützenden Wirkung jedoch kein Kredit genommen.

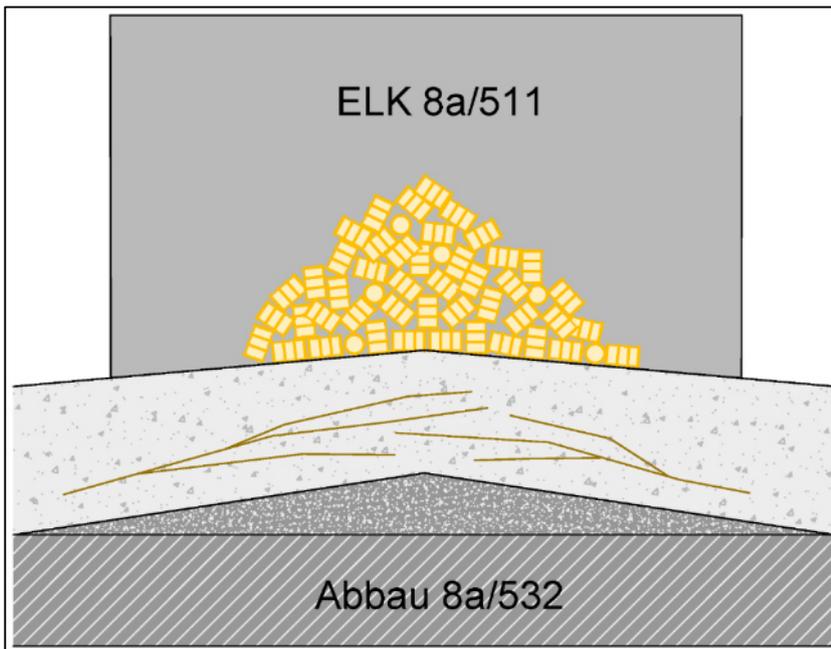


Abbildung 48: Situation 2: Sohle uneben, aber stabil

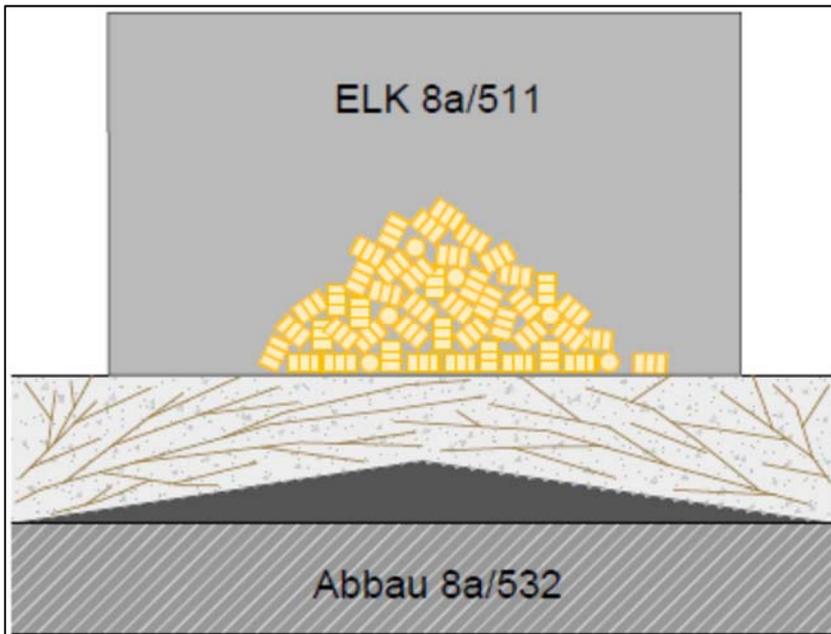


Abbildung 49: Situation 3: Sohle nicht intakt und nicht befahrbar

Als Situation 3 (siehe Abbildung 49) wird eine tiefgehende Entfestigung der Sohle mit daraus resul-tierenden Gefahren für die Standsicherheit der Kammer und/oder für die Beschädigung von Gebin-den des Abfallkegels angenommen. Eine Befahrbarkeit der Sohle ist nicht gegeben.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 73 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

5.4 ZUSTAND GEBINDEKEGEL

Der Gebindekegel kann durch Konvergenz, Korrosion an den Gebinden oder auch Löserfall veränderlich sein. Derzeit ist der Zustand des Gebindekegels nicht bekannt. Daher werden in Bezug auf die Lage der Gebinde zwei Situationen unterstellt.

In Situation 1 (siehe Abbildung 50) wird davon ausgegangen, dass die Gebinde bei der Einlagerung einen Kegel bildeten und dieser weitestgehend noch in dieser Form vorliegt.

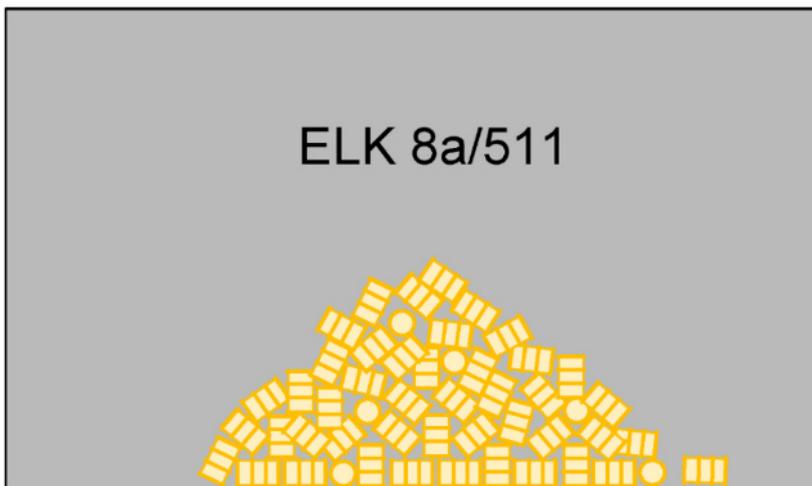


Abbildung 50: Situation 1: Anordnung der Gebinde in Kegelform

In Situation 2 (siehe Abbildung 51) wird eine großflächige Verteilung der Gebinde in der ELK 8a/511 unterstellt.

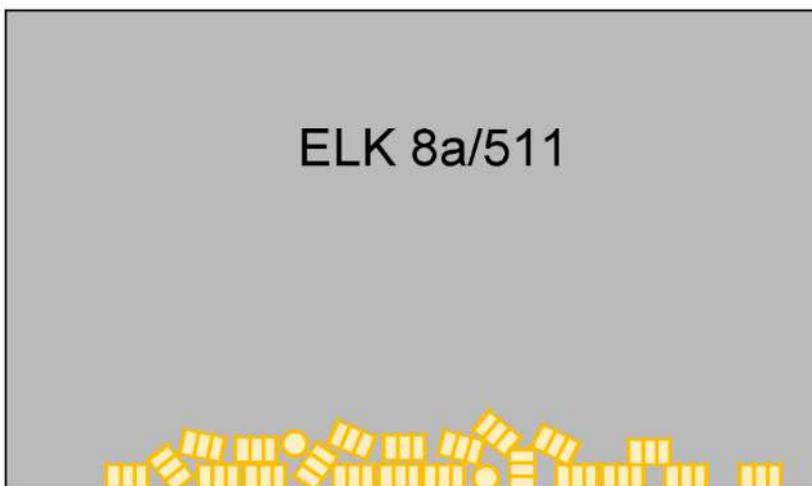


Abbildung 51: Situation 2: Großflächige Verteilung der Gebinde

5.5 ZUSTAND UND LAGE DER GEBINDE

Der Zustand der Gebinde selbst ist aktuell nicht bekannt. Bedingt durch den Einlagerungsvorgang (Herablassen der Gebinde über die Beschickungsöffnung), Korrosionsprozesse durch die Abfälle in den Gebinden oder auch mechanische Einflüsse wie beispielsweise Löserfall können die Gebinde

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 74 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

beschädigt sein. In Bezug auf den möglichen Zustand der Gebinde werden wieder drei Situationen betrachtet.

Die Situation 1 (siehe Abbildung 52) geht von vollständig erhaltenen Gebinden im Einlagerungszustand aus.

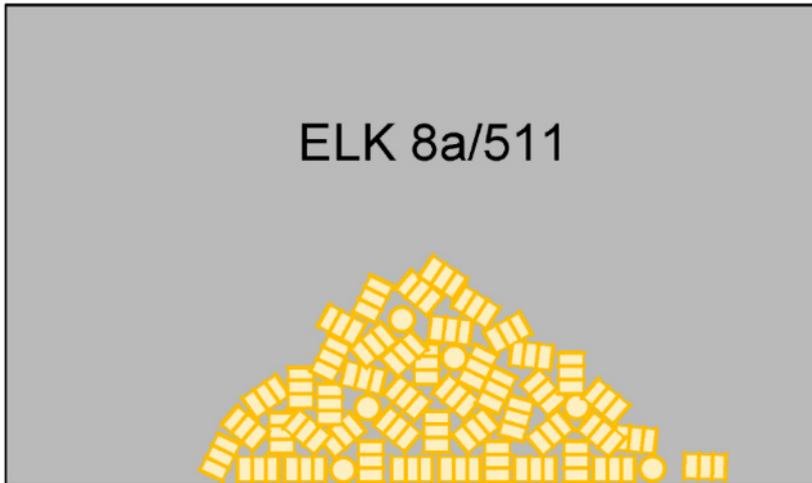


Abbildung 52: Situation 1: Alle eingelagerten Gebinde intakt

In der Situation 2 (siehe Abbildung 53) wird unterstellt, dass ein Teil der Gebinde beschädigt ist, und dass die Gebinde teilweise durch ggf. ausgetretenes Bitumen oder Korrosionsprozesse miteinander verbunden sind.

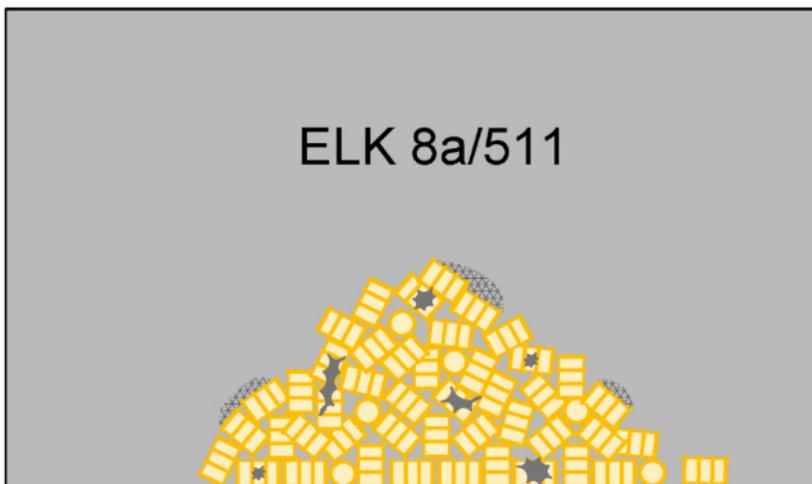


Abbildung 53: Situation 2: Einige Gebinde defekt, Bitumenaustritt

Situation 3 (siehe Abbildung 54) geht von vielen, großflächig in und unter Salz liegenden, beschädigten Gebinden verbunden mit Bitumenaustritt und Formveränderungen aus.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 75 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

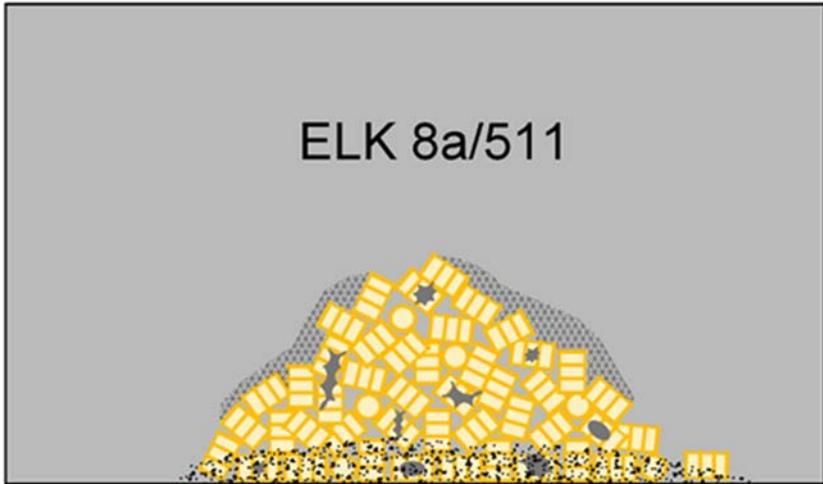


Abbildung 54: Situation 3: Einige Gebinde defekt, Bitumenausstritt, Gebinde mit Salzgras bedeckt oder in Salzgras eingebunden



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 76 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

6 GRUNDKONZEPT

6.1 VORBEMERKUNG

Als Grundlage für das Grundkonzept werden zunächst die als wahrscheinlich geltenden Situationen auf Basis des aktuellen Kenntnisstands festgelegt. Darauf aufbauend wird ein geeigneter Ablauf einer Rückholung exemplarisch beschrieben. In einem weiteren Planungsschritt werden die Situationen variiert und die Auswirkungen auf das Grundkonzept analysiert. Dies führt dann ggf. zu einer Variation des Grundkonzepts.

In Bezug auf die Verfügbarkeit des Schachtes Asse 2 werden zwei Situationen betrachtet:

- der Schacht Asse 2 steht für den Gebindetransport zur Verfügung und
- der Schacht Asse 2 steht nicht für den Gebindetransport zur Verfügung, die Förderung der umverpackten Gebinde erfolgt ausschließlich über Schacht Asse 5.

6.2 WAHRSCHEINLICHE AUSGANGSSITUATIONEN AUF BASIS DES AKTUELLEN KENNTNISSTANDES

6.2.1 Wahrscheinlicher Zustand der Kammerfirste

Für die Beurteilung des Zustandes der Kammerfirste bzw. der Schweben oberhalb ELK 8a/511 stehen eine Radarmessung der Schweben zwischen der ELK 8a/511 und der Beschickungskammer (Asse-GmbH, 2017) sowie die Aktivitätsbefunde auf den Abwetterfiltern zur Verfügung (Asse-GmbH, 2017a).

Die Radarmessung der Schweben erfolgte aus der in der Grundfläche deutlich kleineren Beschickungskammer. Die Ergebnisse indizieren einen intakten Schwebenkern mit eventuell leichten Schädigungen im Bereich der Messfläche. Außerhalb der Messfläche können vergleichbare oder geringere Schädigungen postuliert werden.

Die Auswertung der Aktivitätsbefunde auf den Abwetterfiltern lassen sich als Auswirkung eines möglichen, bereits erfolgten Löserfalls auf den Gebindekegel interpretieren (Asse-GmbH, 2017a).

Aufgrund dieser Erkenntnisse erscheint die Situation 2 (Firste teilweise nachgebrochen und weist Löseflächen auf) wahrscheinlich, die Firste ist bereits geschädigt und weist Nachfallbereiche auf, weiterer Nachfall ist nicht auszuschließen. Die Schweben sind noch ausreichend tragfähig.

6.2.2 Wahrscheinlicher Zustand der Kammerstöße

Als Indikatoren für den Zustand der Stöße werden der Zustand der Stöße der benachbarten offenen Grubenbaue und das Risswerk herangezogen. Für die Stoßkonturen sind Schädigungen in Form von Konturbrüchen und Entfestigungserscheinungen nicht auszuschließen. Die Rissbildung und der Verlauf der Risse in der Abbaubegleitstrecke liefern Hinweise dafür, dass der westliche Stoß der ELK 8a/511, der eine Seite des Pfeilers zwischen der ELK 8a/511 und dem Abbau 7b/511 darstellt, möglicherweise geschädigt ist. Die Risse charakterisieren die Ausdehnung der Entlastungszone entlang des Abbaus 7/511, ohne die angrenzenden Pfeiler zu schneiden. Die messtechnische Überwachung der Risse ergab zwischen 2009 und 2012 eine Öffnung um 6,6 mm (Asse-GmbH, 2012). Zum Schutz der Integrität des Pfeilers zur ELK 8a/511 wurde diese Strecke im Jahre 2015 mittels Sorel-beton verfüllt (Asse-GmbH, 2017b). Das Gebirge hinter dem östlichen Stoß ist unverritzt.

Es ist daher wahrscheinlich, dass auch hier von der Situation 2 (Schädigung eines oder mehrerer Stöße) auszugehen ist. Es wird angenommen, dass ein Stoß – wahrscheinlich der westliche – oder mehrere Stöße hohlraumnah geschädigt sind, Stoßfälle sind nicht auszuschließen. Die ELK 8a/511



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 77 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

liegt im oberen Bereich des Baufeldes der Asse Südflanke, welcher aufgrund der geringeren Teufenlage und des geringen Durchbauungsgrades bisher allgemein nur geringe Schädigungen aufweist. Daher wird die Entfestigung als nicht tiefgehend angenommen.

6.2.3 Wahrscheinlicher Zustand der Kammersohle

Als Indikatoren für den Zustand der Sohle liegen keine direkten Erkenntnisse aus Messungen vor, daher müssen Analogieschlüsse für die Bestimmung der wahrscheinlichen Situation herangezogen werden. Radarmessungen im nördlichen Teil der Abbaukammer 8a/532, die sich unterhalb der ELK 8a/511 befindet, ergaben keine Hinweise auf größere Schäden im nördlichen Firstbereich der Abbaukammer (Asse-GmbH, 2017b).

Auch wenn die Radarmessungen nicht direkt unterhalb der ELK 8a/511 durchgeführt wurden, erlauben diese die Annahme einer eher unbeschädigten Schwebelage zwischen ELK 8a/511 und dem verfüllten Teil des Abbaus 8a/532.

Als Randbedingung wird von der Sicherung der Sohle der ELK 8a/511 im Rahmen der Firstspaltverfüllung des Abbaus 8a/532 ausgegangen, auch daher kann eine tragfähige, d. h. befahrbare Sohle postuliert werden.

Auf verschiedenen Bildern, die während der Einlagerung erstellt wurden, ist neben den Gebinden auch der Zustand der Sohle erkennbar. Exemplarisch wird dies in der Abbildung 10 deutlich. Dies zeigt den Zustand der Kammersohle nicht als vollständig ebene Fläche, sondern mit Unebenheiten z. B. durch Haufwerk.

In Bezug auf den Zustand der Sohle wird daher die Situation 2 (Sohle uneben, aufgelockert, aber stabil) als wahrscheinlich angesehen.

6.2.4 Wahrscheinliche Lage der Gebinde

Als Indikatoren für die Lage der Gebinde in der ELK 8a/511 liegen Informationen aus einer Fotodokumentation, dem Radarbericht aus der Beschickungskammer (Asse-GmbH, 2017b) und eigene Berechnungen zur Schüttkegelform vor.

Im April 1984 durch das Bleiglasfenster der Strahlenschutzmauer auf der 511-m-Sohle aufgenommene Fotos zeigen deutlich einen Gebindekegel (siehe Abbildung 55, links). Die Ergebnisse der im Radarbericht dargestellten Messungen lassen ebenfalls vermuten, dass der Gebindekegel weitgehend noch besteht (siehe Abbildung 55, rechts).

Berechnungen zur Schüttkegelform lassen vermuten, dass der Kegelfuß die Sohlenfläche nicht vollständig bedeckt, dies schließt nicht aus, dass einzelne Gebinde sich auf der Kammersohle außerhalb des Kegelfußes befinden. Es kann somit von einer teilweise freien Sohlenfläche in der Kammer ausgegangen werden, die z. B. für den Einsatz von Flurfahrzeugen ausreicht.

Als wahrscheinliche Situation in Bezug auf die Lage der Gebinde wird Situation 1 mit einer kegelartigen Verteilung der Gebinde unterhalb der ehemaligen Beschickungsöffnung angenommen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 78 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

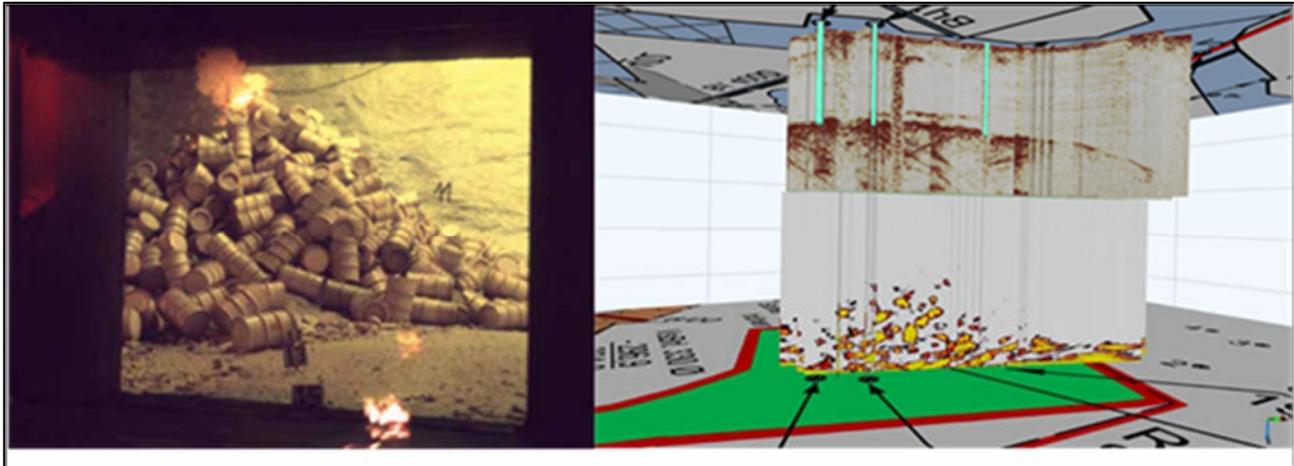


Abbildung 55: Links: Fotografische Aufnahme des Gebindekegels durch das Bleiglasfenster von 1984, Rechts: Ergebnisse innerhalb der ELK 8a/511 aus der Radarmessung der Schwebe (Asse-GmbH, 2017c)

6.2.5 Wahrscheinlicher Zustand der Gebinde

Als Indikatoren für den Zustand der Gebinde dienen die bereits erwähnten Fotos aus April 1984 (Abbildung 55 links), sie zeigen nach der Einlagerung weitgehend erhaltene, aber durch die Einlagerungsmethode teilweise deformierte Gebinde.

Die bereits erwähnten radiologischen Befunde auf den Abwetterfiltern (Asse-GmbH, 2017a) deuten zumindest auf einige beschädigte Gebinde hin.

Angenommen wird ein Zustand gemäß Situation 2, mit wenigen zerstörten Gebinden, ggf. daraus resultierendem Bitumenausstritt, Gebinden mit vom Einlagerungszustand abweichender Form und vereinzelt von Lösern bedeckten Gebinden.

6.2.6 Nutzbarkeit Schacht Asse 2 für Transport radioaktiver Abfälle

Die Genehmigungsfähigkeit eines Transports über Schacht Asse 2 wird derzeit geprüft. Ergebnisse liegen derzeit nicht vor. Beide Schächte werden im Grundkonzept betrachtet.

6.3 ENTWICKLUNG DES GRUNDKONZEPTE

Das Grundkonzept beschreibt die wesentlichen Abläufe der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus ELK 8a/511. Für die Entwicklung des Grundkonzepts wird von den im vorherigen Kapitel beschriebenen wahrscheinlichen Situationen ausgegangen und darauf aufbauend ein für die vorliegenden Bedingungen hinreichender, exemplarischer Lösungsweg beschrieben. Die Beschreibung hinreichend entspricht einer angemessenen, ausreichenden und mit möglichst geringem Aufwand verbundenen Maßnahme. Für die als wahrscheinlich vorliegend definierten Situationen wird die jeweils zu diesem Zustand bevorzugte Variante innerhalb einer Phase gewählt, um den Rückholungsschritt durchzuführen. Die bevorzugte Variante ist die, die unter den vorliegenden Bedingungen eine hinreichende und vorteilhafte Maßnahme in Hinblick auf Sicherheit, Schnelligkeit und Aufwand liefert.

Die entwickelten Varianten der Rückholungsphasen müssen durch einen Austausch bzw. eine variierende Kombination dieser eine sichere Rückholung unter jeglichen vorliegenden Situationen ge-



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 79 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

währleisten. Manche Situationen ziehen Zwangläufigkeiten nach, die Varianten, bzw. Kombinationen z. B. unmöglich, sehr aufwändig oder auch vorteilhaft gestalten. Eine Festlegung auf einen singulären Lösungsweg kann nur nach einer vollständigen Erkundung der vorliegenden Bedingungen erfolgen. Daher muss an dieser Stelle mit den wahrscheinlichen Situationen, beruhend auf dem jetzigen Kenntnisstand, gearbeitet werden.

Im Folgenden wird ein Grundkonzept für die Rückholung beschrieben, das hinreichende und in dieser Variantenabfolge vorteilhafte Maßnahmen bietet, um die wahrscheinlich vorliegenden Situationen zu handhaben.

Geht man von der wahrscheinlichen Situation einer leicht geschädigten Firste (Firste intakt bzw. leicht beschädigt, Schwebelager aber intakt) und mindestens eines leicht geschädigten Stoßes (Stöße intakt bzw. leicht beschädigt, Feste aber intakt) aus, so sind Sicherheitsmaßnahmen innerhalb der Kammer erforderlich. Da es sich unter diesen Umständen nur um leichte Sicherheitsmaßnahmen handelt, ist die Variante des Nachschneidens angemessen, sicher und mit dem geringsten Aufwand verbunden. Betrachtet man zusätzlich die wahrscheinlichen Situationen für den Zustand der Sohle (Sohle uneben, aber stabil) und der Lage der Gebinde (Gebinde kegelartig verteilt), so kann man von einer unebenen, aber stabilen und befahrbaren oder einer einfachen Herstellung einer befahrbaren Sohle ausgehen. Dies erlaubt unter den vorliegenden Bedingungen den Einsatz von sohlengebundenen Werkzeugträgern für die Sicherheitsmaßnahmen. Für die Phase des Bergens ergibt sich aus den wahrscheinlichen Szenarien, dass ebenfalls für das Bergen der radioaktiven Abfälle eine befahrbare Sohle zur Verfügung steht. Die Möglichkeiten und die Auswahl von sohlengebundenen Verfahren des Sicherns und des Bergens führen zu einer zu bevorzugenden seitlichen Anbindung der ELK 8a/511 über die 511-m-Sohle, die dann unter den gegebenen Bedingungen der Situationen die optimale Variante der Phase Anbinden bildet.

Ein seitlicher, söhligter Zugang ermöglicht die Anwendung gängiger Verfahren des Bergbaus und macht somit die Bergung der radioaktiven Abfälle mit flurgebundenen Manipulator-Fahrzeugen zu einer unter den vorliegenden Bedingungen bevorzugten Maßnahme. Flurgebundene Manipulator-Fahrzeuge sind bereits aus anderen kerntechnischen Anwendungen bekannt und dementsprechend ist der Aufwand für Neuentwicklungen sehr gering. Ebenso können die Gerätschaften zum Nachschneiden der Firste und der Stöße über diesen Zugang erfolgen. Für die Phase Umverpacken und Schleusen sind bei den vorliegenden Bedingungen eine Multi-Umverpackung und eine Doppelschleuse nahe des ELK-Zugangs die bevorzugten Varianten. Eine kleine Multi-Umverpackung erlaubt das Aufnehmen von intakten, sowie deformierten oder zerstörten Gebinden. Zusätzlich ermöglicht eine kleine Multi-Umverpackung die Aufnahme von losem Abfall und beeinflusst z. B. die Baugröße der Schleuse, die Handhabbarkeit und den Transport positiv. Bei der genutzten Variante des Anbindens im vorliegenden Grundkonzept (Einzelzugang) ist eine Doppelschleuse nahe des ELK-Zugangs mit kleinem Äußerem Arbeitsbereich die zu bevorzugende Variante des Schleusens, da sie eine erhöhte Sicherheit gegenüber einer Einzelschleuse bietet. Durch den kleinen Äußeren Arbeitsbereich ist der Aufwand für die Einrichtung und den Betrieb der Strahlenschutzbereiche geringer als bei der Einrichtung eines großen Äußeren Arbeitsbereiches. Für die Phase des Transportierens ergeben sich aus den gewählten Varianten und aufgrund des geringeren Aufwands für Neuaufbauten Vorteile für die Nutzung der bestehenden Wendelstrecke als Transportweg. Die Nutzung von gleislosen Flurfahrzeugen als Transporttechnik ist bedingt durch die relativ geringe Anzahl von Gebinden vorteilhaft gegenüber einer gleisgebundenen Transporttechnik und dem damit verbundenen Aufwand für die Einrichtung der Gleisanlagen.

Im Folgenden wird der exemplarische Ablauf des Grundkonzepts erläutert und in den nachfolgenden Abbildungen skizziert. Die Kombination der wahrscheinlichen Situationen sind in der Abbildung 56 dargestellt. Die Sohle ist uneben, aber stabil und befahrbar. Die Firste und die Stöße zeigen leichte

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 80 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Schädigungen. Einige Gebinde sind defekt und deformiert, teilweise ist Bitumen ausgetreten. Die Gebinde sind kegelförmig angeordnet.

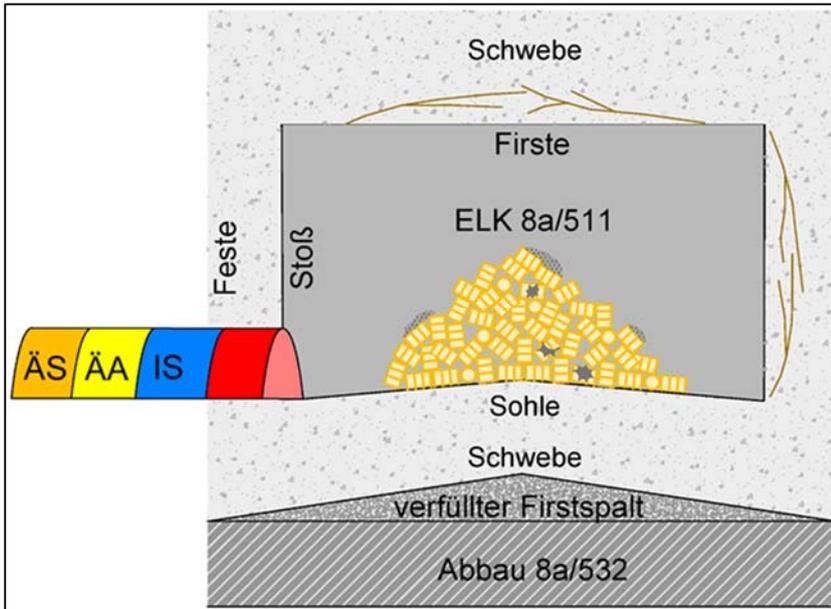


Abbildung 56: Seitlicher, söhlinger Zugang auf der 511-m-Sohle mit einem Doppelschleusensystem

Vor Beginn des Bergens sind Sicherungsmaßnahmen aufgrund der Schädigung der Firste und der Stöße erforderlich. Das Nachschneiden ist in Abbildung 57 dargestellt und kann über eine Kombination eines Teleskop- und Hydraulikarms auch entfernte Bereiche erreichen oder über den Gebindekegel hinweg arbeiten. Vereinzelt Gebinde außerhalb des Gebindekegels können geräumt werden und so eine erweiterte Fahrfläche schaffen, falls diese benötigt wird. Um die Gebinde zu schützen, können temporäre Schutzmaßnahmen wie Ableitbleche bzw. Auffangvorrichtungen an der Fräse installiert werden oder ggf. Fangschirme zum Schutz vor Lösern verankert werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 81 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

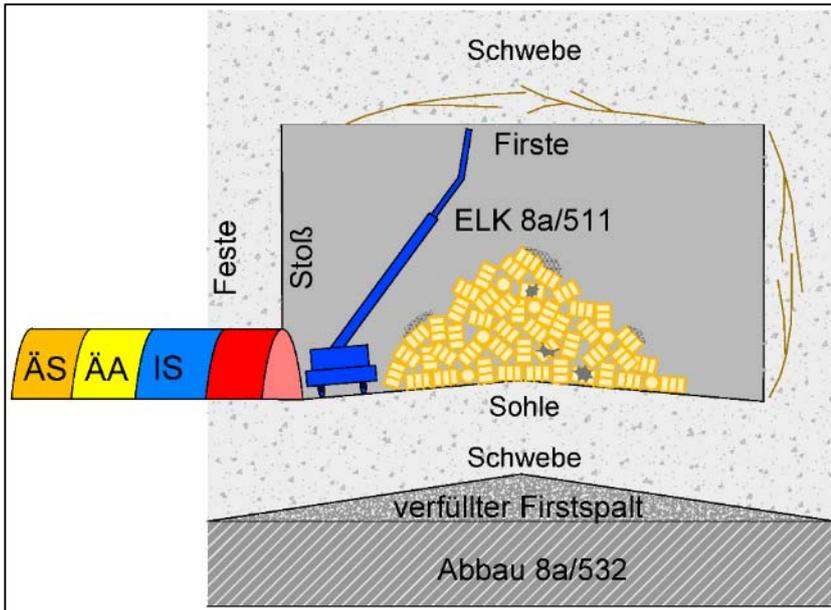


Abbildung 57: Einsatz einer Fräse installiert auf einem flurgebundenen Werkzeugträger

Der seitliche, söhlige Zugang und die befahrbare Sohle erlauben die Nutzung eines auf einem flurgebundenen Werkzeugträger installierten Teleskopkrans (siehe Abbildung 58). Dieser ermöglicht auch eine Bergung der im oberen Bereich des Kegels gelagerten Gebinde und ggf. das Räumen von Lösern, die den Gebindekegel bedecken.

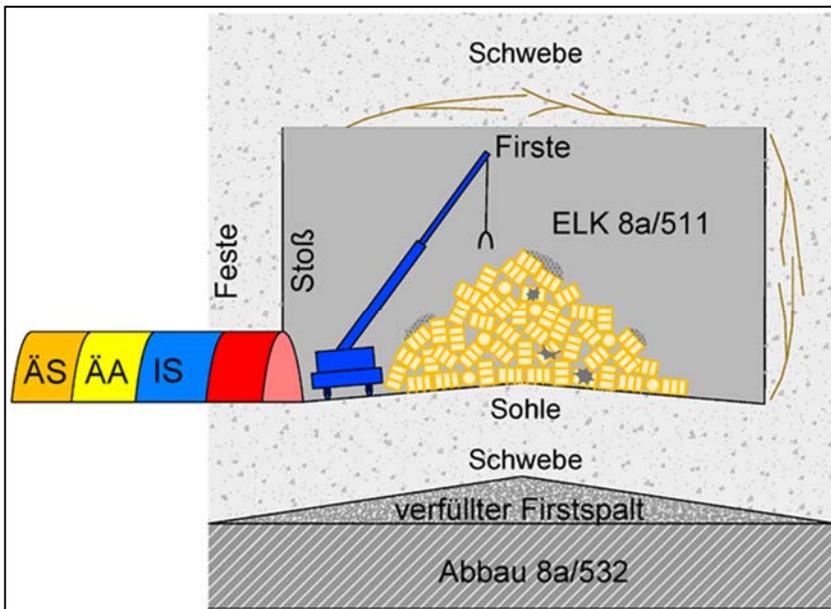


Abbildung 58: Einsatz eines auf einem flurgebundenen Werkzeugträger installierten Teleskopkrans

In der Abbildung 59 wird exemplarisch das Einstellen eines Abfallgebundes in eine kleine Multi-Umverpackung mit einem flurgebundenen Manipulator-Fahrzeug gezeigt. Mit dem Manipulator-Fahr-

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 82 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

zeug können auch ggf. in Salz eingebundene Gebinde gelöst oder auch zerteilt werden. Der Transport der Gebinde in die Innere Schleuse des Doppelschleusensystems kann ebenfalls mit dem Manipulator-Fahrzeug erfolgen.

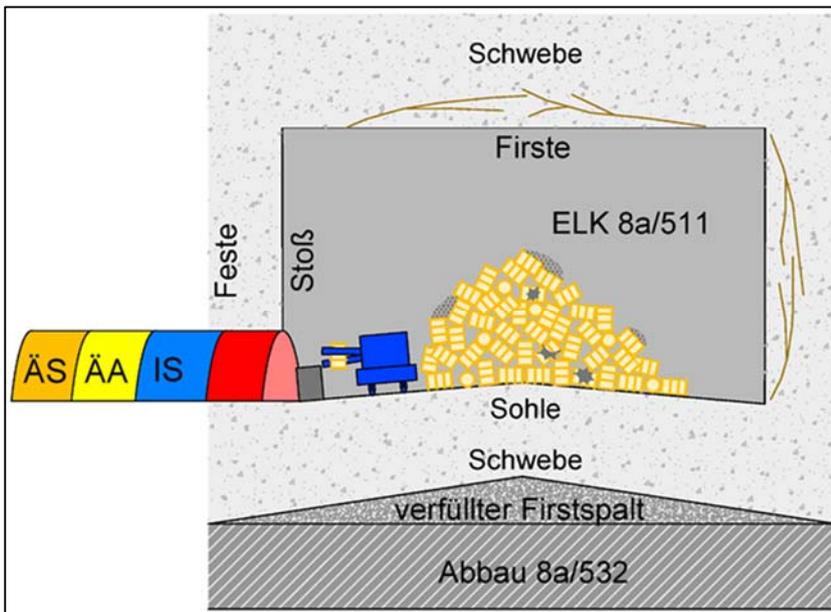


Abbildung 59: Einsatz eines flurgebundenen Manipulator-Fahrzeugs zur Beladung der kleinen Multi-Umverpackung

In Abbildung 60 ist der Transportweg über eine Neuauffahrung auf der 511-m-Sohle zur bestehenden Wendelstrecke mit einem gleislosen Flurfahrzeug auf der 595-m-Sohle skizziert. Über die dort ebenfalls neu aufgefahrenen Strecke zum Schacht Asse 5 kann dann der Transport zum Füllort erfolgen.

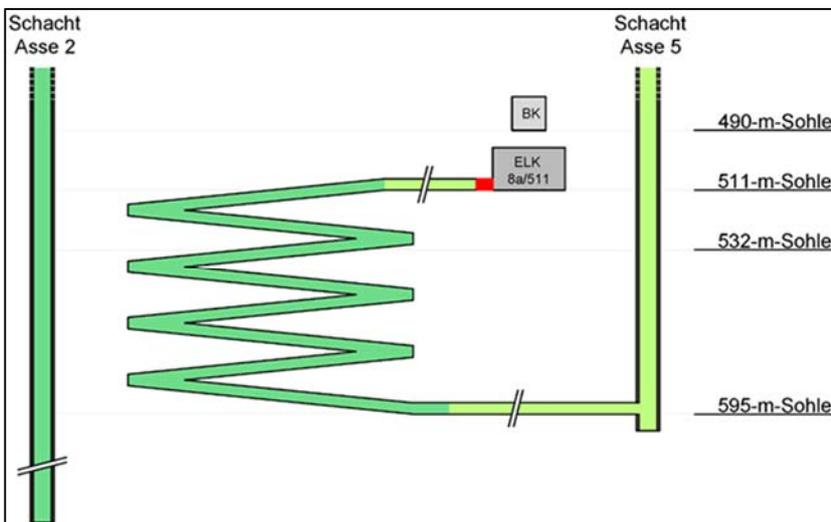


Abbildung 60: Transport über den Zugang auf der 511-m-Sohle über eine neu aufgefahrenen Strecke (hellgrün) sowie die bestehende Wendelstrecke (dunkelgrün) und einer Neuauffahrung (hellgrün) zum Füllort Schacht Asse 5



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 83 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

In der Abbildung 61 ist der alternative Transport der Umverpackungen zum Schacht Asse 2 gezeigt. Hier wurde aufgrund des erhöhten Aufwands für Neuauffahrungen von Schrägstrecken die Variante der Nutzung der bestehenden Wendelstrecke gewählt.

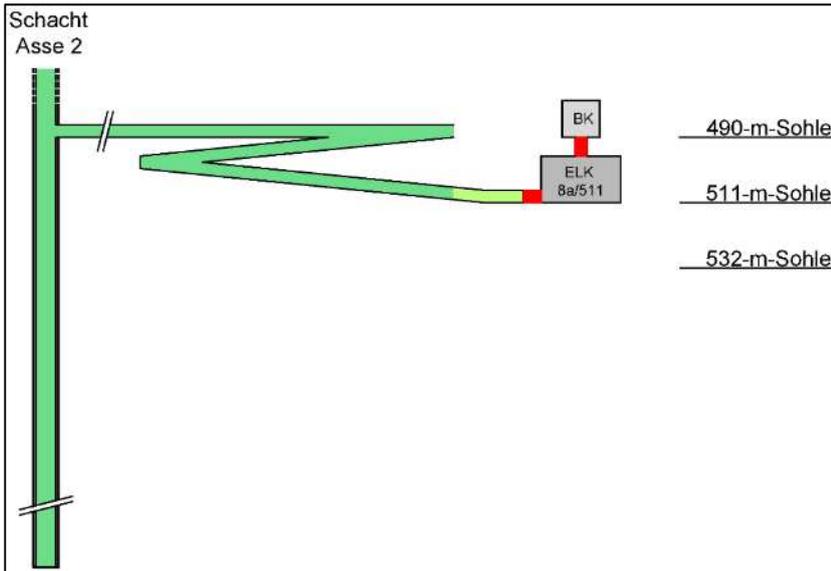


Abbildung 61: Variante mit Transport über die bestehende Wendelstrecke zu Schacht Asse 2



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 84 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

7 AUSWIRKUNGEN ABWEICHENDER SITUATIONEN

Das Grundkonzept basiert auf den in Kapitel 6.2 dargelegten wahrscheinlichen Situationen, die aus dem aktuellen Kenntnisstand abgeleitet wurden. Dieser Kenntnisstand ergibt sich vielfach aus Plausibilitätsbetrachtungen und kann nicht in allen Fällen über Fakten abgesichert werden. Die Situationen müssen daher für weitere Planungen nach Abschluss der Konzeptplanung durch Erkundungsmaßnahmen verifiziert bzw. durch Klärung rechtlicher und organisatorischer Sachverhalte festgelegt werden.

Aufgrund der weiteren Erkundung können sich Fakten ergeben, die sich von den aus bisheriger Sicht wahrscheinlichen Situationen unterscheiden, d. h. die tatsächlichen Situationen weichen in diesen Fällen von den als wahrscheinlich angenommenen ab.

So kann beispielsweise nach Auswertung zusätzlicher Radarmessungen der Schädigungsgrad der Firne und Stöße der ELK 8a/511 wesentlich geringer sein als angenommen. Folglich könnte auf Sicherungsmaßnahmen in der ELK 8a/511 und die Auslegung der dort eingesetzten Maschinen diesbezüglich verzichtet werden. Gleichmaßen könnten sich Auswirkungen auf die Auswahl der Variante der Phasen Bergen und Anbinden ergeben. Die entsprechenden Lösungsmöglichkeiten stehen aber zur Verfügung und können wieder zu einem Gesamtablauf zusammengeführt werden. Ein anderes Beispiel für eine abweichende Situation wäre eine zwischenzeitlich erlangte, gesicherte rechtliche Grundlage für eine Nutzbarkeit des Schachtes Asse 2 für den Transport der umverpackten Abfälle. In diesem Fall kann das Grundkonzept z. B. hinsichtlich des Transportweges angepasst werden. Weitere Auswirkungen betreffen etwa die Auswahl der Umverpackung, da die Dimensionen des Förderkorbes des Schachtes Asse 2 von denen des Förderkorbes des Schachtes Asse 5 abweichen. Ebenso muss die Auswahl der Variante für die Fördertechnik überprüft werden.

Obwohl das Grundkonzept nur die wahrscheinlichen Situationen unterstellt, wurden für eine abdeckende Planung auch die Lösungsmöglichkeiten erarbeitet, die bei abweichenden Situationen sinnvoll und notwendig sind. Sollten also einzelne oder mehrere der wahrscheinlichen Situationen nicht zutreffen, kann das Grundkonzept durch den Austausch oder Entfall einzelner Varianten innerhalb der Phasen situationsgerecht angepasst werden.

Im anschließenden 3. Teilbericht wird die detaillierte Ausarbeitung des Grundkonzeptes unter Berücksichtigung abweichender Situationen beschrieben. Im Rahmen der Ausarbeitung werden auch die bisher nur untergeordnet betrachteten Abläufe, wie z. B. die Bewetterung oder die Verfüllung der ELK 8a/511 nach der Leerung, einbezogen, so dass ein Gesamtablauf der Rückholung konzeptionell dargestellt werden kann.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 85 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

8 LITERATURVERZEICHNIS

Asse-GmbH. (2009). *Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle, Stand 27.03.2009*. Remlingen: Asse GmbH; Asse-KZL: 14/77756/RHV/RB/BW/0001/03, BfS-KZL: 9A/13500000/BE/RA/0001/00.

Asse-GmbH. (2012). *Zusammenstellung potenzieller Gefährdungen im Grubengebäude der Schachtanlage Asse aus bergbausicherheitslicher und radiologischer Sicht, Stand 30.03.2012*. Remlingen: Asse-GmbH; Asse-KZL: 9A/24113000/SB/GH/BZ/0001/00, BfS-KZL: 9A/66000000/NB/RE/0002/00.

Asse-GmbH. (2017a). *Untersuchung von Filtereinheiten der MAW-Abluftfilteranlage auf Radioaktivität, Stand: 30.08.2017*. Remlingen: Asse-GmbH; Asse-KZL: 9A/65152000/MAW/LH/BW/0002/00, BGE-BfS-KZL: 9A/65140000/LH/RB/0003/00.

Asse-GmbH. (2017b). *Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen - Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung, Stand 21.04.2017*. Remlingen: Asse-GmbH; Asse-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0013/00, BfS-KZL: 9A/64330000/GC/PF/0008/00.

Asse-GmbH. (2017c). *Georadarmessungen zur Untersuchung der Schwebelast zwischen der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle und der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle, Stand 02.06.2017*. Remlingen: Asse-GmbH; Asse-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0010/02, BGE-BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RZ/0029/00.

Bergamt Goslar. (1972). *Betriebsplan Nr. 6/71 - Beschickeinrichtungen in der Kammer 8a/490 m - Sohle für Mittelaktiveinlagerung, Stand: 25. Januar 1972*. Goslar: Gesch.-Nr. 189/72 - Sch.

BMU. (2012). *Bekanntmachung: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Stand: 24.11.2012*. BAnz AT 30.3.2015 B2; zul. geändert im BAnz AT 24.01.2013 B3.

DMT. (2014). *Konkretisierung der Machbarkeitsstudie zum optimalen Vorgehen bei der Rückholung der LAW-Gebinde, Hier: Abschlussbericht, Stand: 26.11.2014*. Essen: BfS-KZL: 9A/21321000/GHB/RB/0027/00.

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.

EWN & TÜV NORD SysTec. (28. 11 2008). *Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse, Stand 06.10.2008*. Lubmin, Hamburg: EWN GmbH & TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG; BfS-KZL: 9A/21300000/BB/B/0020/00.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 86 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

9 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.
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).
Deckgebirge:	Gebirgsschichten z. B. oberhalb einer Lagerstätte bis zur Tagesoberfläche.
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.
Grubengebäude:	Gesamtheit aller bergmännisch hergestellten Grubenbaue eines Bergwerks.
Haufwerk:	Aus dem Gebirgsverband herausgelöstes Gestein; auch aus Bauwerken herausgelöstes Material sowie Versatzmaterial.
Kammerzugangsstrecke:	Strecke von der Ausrichtungsstrecke zur ELK bestehend aus der Vorrückungsstrecke 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.



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 87 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

- Low Active Waste:** Schwachradioaktive Stoffe
- Medium Active Waste:** Mittelradioaktive Abfälle
- Risswerk:** Gesamtheit von Karten, Plänen und technischen Darstellungen des Markscheidewesens, die Informationen über Grubenbaue und Lagerstätten für bergmännische Zwecke enthalten
- Seiger** Senkrecht
- Salzgrus:** Aus dem Gebirgsverband herausgelöstes feinkörniges Salzgestein.
- 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).
- 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
2. Teilbericht: Grobkonzept und Variantenvergleich

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 88 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

10 ANHÄNGE

- Anhang 1: Zusammenstellung der Planungselemente
- Anhang 2: Tabelle A-1
- Anhang 3: Tabelle A-2
- Anhang 4: Tabelle A-3
- Anhang 5: Tabelle A-4
- Anhang 6: Tabelle A-5
- Anhang 7: Tabelle A-6
- Anhang 8: Tabelle A-7



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 89 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Anhang 1:

Zusammenfassung der Planungselemente aus Teilprojekt 5 (DMT, 2017)

AP 5.1	Ausbautechnik
AP 5.2	Bergetechnik
AP 5.3	Fördertechnik u.T./ü.T.
AP 5.4	Wettertechnik/Filterung
AP 5.5	Brand- und Explosionsschutztechnik
AB 5.6	Infrastruktur und -räume u.T./ü.T.
AP 5.7	Fernhandierung/Automation/Leitwarte
AP 5.8	Verschluss/Verfüllung ELK und Infrastrukturräume
AP 5.9	Fluchtwege
AP 5.10	Charakterisierung der Abfälle und Haufwerk
AP 5.11	Schleusentechnik
AP 5.12	Verpackung
AP 5.13	Öffnungstechnik (Aktivierung bestehender Technik u.a.)
AP 5.14	Erkundungsmaßnahmen
AP 5.15	Konventionelle Messtechnik (Arbeitsschutz, Überwachung)
AP 5.16	Anschluss-, Ausrichtungs- und Kammerzugangsstrecken
AP 5.17	Strahlenschutz (Abschirmung, Strahlenschutzbereiche, Messtechnik)
AP 5.18	Steuerungs- und Leittechnik
AP 5.19	Nachweisführung zur Absicherung der Planung



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 90 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Anhang 2

Tabelle A-1: Bewertung des Variantenvergleichs SICHERN (Vgl. 4.2.1)

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Bereifen/Nachschneiden	Ankern	Injektion	Unterstützungsausbau
Strahlenschutz und Störfallsicherheit	Robustheit gegenüber Ereignissen (z. B. Brand, Löserfall)				
	Aufwand für Arbeits- und Strahlenschutz				
	Möglichkeit der Abdichtung im Falle eines AÜL				
	Aufwand für Brandschutz				
	Risiken während des Transportierens (Zahl der Übergaben; Begegnung Mensch-Maschine)				
	Zeitbedarf für Kontaminationskontrolle				
	Aufwand für Filterung während der Maßnahme				
	Interventionsmöglichkeit (z. B. beim Ausfall einer Maschine)				
	Etabliertheit der Fernbedienung				
Gebirgsmechanik, Standsicherheit und bergrechtliche Randbedingungen	Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes				
	Komplexität der gegebenenfalls erforderlichen Nachweisführung				
	Verminderung des Risikos von Löserfall				
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der ELK				
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern (Schächte, Bohrlöcher)				
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern zu wasserführenden Schichten				
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Sicherungsmaßnahmen				
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Transportstrecken				
Infrastruktur und Wechselwirkungen	Aufwand für Bewetterung/Filterung während der Maßnahmen				
	Aufwand zur Herstellung von Fluchtwegen				
	Aufwand für die Bewetterung während der Erstellung				
	Beeinträchtigung von Vorsorgemaßnahmen				
	Beeinträchtigung von Notfallmaßnahmen				
Aufwand für Auffahrungen und Unterhaltung von Strecken und Infrastrukturräumen	Zeitbedarf für die Anbindung einschließlich der Kammerzugänge				
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Anbindungsstrecken				
	Aufwand zur Verwertung des Haufwerks unter Tage				
	Bedarf zur an Strecken zur Anbindung von Schleusen				
	Zeitbedarf für den Transport von Schleuse zum Tagesschacht				
	Aufwand für das Ermöglichen von Sicherungsmaßnahmen				
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Maßnahmen zur Kammeröffnung				
	Bedarf an Transportstrecken für Material und Haufwerk (Anzahl und Gesamtlänge)				
	Zeitbedarf für die Erstellung der Transportwege				
Prozessablauf der Rückholung	Aufwand zur Erhaltung des Gebindezustands				
	Aufwand für das Bergen der Gebinde				
	(Teil-) Automatisierungsmöglichkeiten				
	Anschlussmöglichkeiten an die Schächte Asse 2, Asse 5				
	Nutzen für den Offenhaltungsbetrieb/Rückholung LAW-Gebinde				
	Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes				
	Möglichkeit der Mehrfachnutzung der Behälter				
	Gewicht, Größe und Abschirmung der Behälter				
Handhabung und Stapelbarkeit der Behälter					



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 91 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Bereisen/Nachschneiden	Ankern	Injektion	Unterstützungsausbau
	Bewährtheit des Verfahrens /der Methode				
	Technik auf Asse II vorhanden, Erfahrung im Umgang vorhanden				
	Flächenbedarf innerhalb der ELK				
	Komplexität der Ausführung				

Legende:

Kriterium erfüllt, kein bzw. geringes Risiko, kein bzw. geringer Aufwand		Kriterium bedingt/teilweise erfüllt; mittleres Risiko, mittlerer Aufwand		Kriterium nicht erfüllt; Hoher Aufwand, Hohes Risiko		Kriterium nicht relevant	
--	--	--	--	--	--	--------------------------	--



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 92 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Anhang 3

Tabelle A-2: Bewertung des Variantenvergleichs BERGEN (Vgl. 4.2.2)

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Flurgebundene Manipulator-Fahrzeuge	Deckenkran	Stadionkamera-kran	Portal-kran	Kragarm-kran
Strahlenschutz und Störfallsicherheit	Robustheit gegenüber Ereignissen (z. B. Brand, Löserfall)	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow
	Aufwand für Arbeits- und Strahlenschutz	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Möglichkeit der Abdichtung im Falle eines AÜL	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Aufwand für Brandschutz	Yellow	Green	Green	Green	Green
	Risiken während des Transportierens (Zahl der Übergaben; Begegnung Mensch-Maschine)	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Zeitbedarf für Kontaminationskontrolle	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Aufwand für Filterung während der Maßnahme	Yellow	Green	Green	Green	Green
	Interventionsmöglichkeit (z. B. beim Ausfall einer Maschine)	Green	Red	Yellow	Red	Yellow
	Etabliertheit der Fernbedienung	Green	Green	Green	Green	Green
Gebirgsmechanik, Standsicherheit und bergrechtliche Randbedingungen	Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Komplexität der gegebenenfalls erforderlichen Nachweisführung	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow
	Verminderung des Risikos von Löserfall	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der ELK	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern (Schächte, Bohrlöcher)	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern zu wasserführenden Schichten	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Sicherungsmaßnahmen	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Transportstrecken	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
Infrastruktur und Wechselwirkungen	Aufwand für Bewetterung/Filterung während der Maßnahmen	Yellow	Green	Green	Green	Green
	Aufwand zur Herstellung von Fluchtwegen	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Aufwand für die Bewetterung während der Erstellung	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Beeinträchtigung von Vorsorgemaßnahmen	Green	Green	Green	Green	Green
	Beeinträchtigung von Notfallmaßnahmen	Green	Yellow	Green	Yellow	Green
Aufwand für Auffahrungen und Unterhaltung von Strecken und Infrastrukturräumen	Zeitbedarf für die Anbindung einschließlich der Kammerzugänge	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Anbindungsstrecken	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Aufwand zur Verwertung des Haufwerks unter Tage	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Bedarf an Strecken zur Anbindung von Schleusen	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Zeitbedarf für den Transport von Schleuse zum Tagesschacht	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Aufwand für das Ermöglichen von Sicherungsmaßnahmen	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Maßnahmen zur Kammeröffnung	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Bedarf an Transportstrecken für Material und Haufwerk (Anzahl und Gesamtlänge)	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Zeitbedarf für die Erstellung der Transportwege	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
Prozessablauf der Rückholung	Aufwand zur Erhaltung des Gebindezustands	Green	Green	Green	Green	Green
	Aufwand für das Bergen der Gebinde (Teil-) Automatisierungsmöglichkeiten	Green	Red	Red	Yellow	Yellow
	Anschlussmöglichkeiten an die Schächte Asse 2, Asse 5	Green	Green	Green	Green	Green
	Nutzen für den Offenhaltungsbetrieb/Rückholung LAW-Gebinde	Green	Red	Red	Red	Red
	Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
	Bewährtheit des Verfahrens /der Methode	Green	Yellow	Red	Yellow	Yellow



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 93 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Flurgebundene Manipulator-Fahrzeuge	Deckenkran	Stadionkamera-kran	Portal-kran	Kragarm-kran
	Technik auf Asse II vorhanden, Erfahrung im Umgang vorhanden					
	Flächenbedarf innerhalb der ELK					
	Komplexität der Ausführung					

Legende:

Kriterium erfüllt, kein bzw. geringes Risiko, kein bzw. geringer Aufwand		Kriterium bedingt/teilweise erfüllt; mittleres Risiko, mittlerer Aufwand		Kriterium nicht erfüllt; Hoher Aufwand, Hohes Risiko		Kriterium nicht relevant	
--	--	--	--	--	--	--------------------------	--



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 94 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Anhang 4

Tabelle A-3: Bewertung des Variantenvergleichs ANBINDEN (Vgl. 4.2.3)

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Seitliche Anbindung 511-m-Sohle	Seitliche Anbindung oberhalb 511-m-Sohle	Von durch die Firste der ELK	Von Oben durch die Sohle der ELK	Von Unten durch die Sohle der ELK	Mehrfach-zugänge
Strahlenschutz und Störfallsicherheit	Robustheit gegenüber Ereignissen (z. B. Brand, Löserfall)						
	Aufwand für Arbeits- und Strahlenschutz						
	Möglichkeit der Abdichtung im Falle eines AÜL						
	Aufwand für Brandschutz						
	Risiken während des Transportierens (Zahl der Übergaben; Begegnung Mensch-Maschine)						
	Zeitbedarf für Kontaminationskontrolle						
	Aufwand für Filterung während der Maßnahme						
	Interventionsmöglichkeit (z. B. beim Ausfall einer Maschine)						
	Etabliertheit der Fernbedienung						
Gebirgsmechanik, Standsicherheit und bergrechtliche Randbedingungen	Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes						
	Komplexität der gegebenenfalls erforderlichen Nachweisführung						
	Verminderung des Risikos von Löserfall						
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der ELK						
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern (Schächte, Bohrlöcher)						
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern zu wasserführenden Schichten						
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Sicherungsmaßnahmen						
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Transportstrecken						
Infrastruktur und Wechselwirkungen	Aufwand für Bewetterung/Filterung während der Maßnahmen						
	Aufwand zur Herstellung von Fluchtwegen						
	Aufwand für die Bewetterung während der Erstellung						
	Beeinträchtigung von Vorsorgemaßnahmen						
	Beeinträchtigung von Notfallmaßnahmen						
Aufwand für Auffahrungen und Unterhaltung von Strecken und Infrastrukturräumen	Zeitbedarf für die Anbindung einschließlich der Kammerzugänge						
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Anbindungsstrecken						
	Aufwand zur Verwertung des Haufwerks unter Tage						
	Bedarf an Strecken zur Anbindung von Schleusen						
	Zeitbedarf für den Transport von Schleuse zum Tagesschacht						
	Aufwand für das Ermöglichen von Sicherungsmaßnahmen						
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Maßnahmen zur Kammeröffnung						
	Bedarf an Transportstrecken für Material und Haufwerk (Anzahl und Gesamtlänge)						
	Zeitbedarf für die Erstellung der Transportwege						
Prozessablauf der Rückholung	Aufwand zur Erhaltung des Gebindezustands						
	Aufwand für das Bergen der Gebinde (Teil-) Automatisierungsmöglichkeiten						
	Anschlussmöglichkeiten an die Schächte Asse 2, Asse 5						



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 95 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Seitliche Anbindung 511-m-Sohle	Seitliche Anbindung oberhalb 511-m-Sohle	Von durch die Firste der ELK	Von oben durch die Sohle der ELK	Von unten durch die Sohle der ELK	Mehrfach-zugänge
	Nutzen für den Offenhaltungsbetrieb/Rückholung LAW-Gebinde						
	Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes						
	Bewährtheit des Verfahrens /der Methode						
	Technik auf Asse II vorhanden, Erfahrung im Umgang vorhanden						
	Flächenbedarf innerhalb der ELK						
	Komplexität der Ausführung						

Legende:

Kriterium erfüllt, kein bzw. geringes Risiko, kein bzw. geringer Aufwand		Kriterium bedingt/teilweise erfüllt; mittleres Risiko, mittlerer Aufwand		Kriterium nicht erfüllt; Hoher Aufwand, Hohes Risiko		Kriterium nicht relevant	
--	--	--	--	--	--	--------------------------	--



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 96 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Anhang 5

Tabelle A-4: Bewertung des Variantenvergleichs SCHLEUSEN (Vgl. 4.2.4.2)

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Einzelschleuse	Doppelschleuse kleiner ÄÄ	Doppelschleuse großer ÄÄ
Strahlenschutz und Störfallsicherheit	Robustheit gegenüber Ereignissen (z. B. Brand, Löserfall)	Red	Green	Green
	Aufwand für Arbeits- und Strahlenschutz	Green	Yellow	Yellow
	Möglichkeit der Abdichtung im Falle eines AÜL	Yellow	Green	Green
	Aufwand für Brandschutz	Green	Green	Green
	Risiken während des Transportierens (Zahl der Übergaben; Begegnung Mensch-Maschine)	Red	Yellow	Green
	Zeitbedarf für Kontaminationskontrolle	Green	Yellow	Yellow
	Aufwand für Filterung während der Maßnahme	Green	Green	Green
	Interventionsmöglichkeit (z. B. beim Ausfall einer Maschine)	Yellow	Green	Green
	Etabliertheit der Fernbedienung	Green	Green	Green
Gebirgsmechanik, Standsicherheit und bergrechtliche Randbedingungen	Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes	Green	Green	Yellow
	Komplexität der gegebenenfalls erforderlichen Nachweisführung	Red	Green	Green
	Verminderung des Risikos von Löserfall	Green	Green	Green
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der ELK	Yellow	Green	Green
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern (Schächte, Bohrlöcher)	Green	Green	Green
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern zu wasserführenden Schichten	Green	Green	Green
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Sicherungsmaßnahmen	Green	Green	Green
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Transportstrecken	Green	Green	Green
Infrastruktur und Wechselwirkungen	Aufwand für Bewetterung/Filterung während der Maßnahmen	Green	Yellow	Red
	Aufwand zur Herstellung von Fluchtwegen	Green	Green	Green
	Aufwand für die Bewetterung während der Erstellung	Green	Green	Green
	Beeinträchtigung von Vorsorgemaßnahmen	Green	Green	Green
	Beeinträchtigung von Notfallmaßnahmen	Green	Green	Green
Aufwand für Auffahrungen und Unterhaltung von Strecken und Infrastrukturräumen	Zeitbedarf für die Anbindung einschließlich der Kammerzugänge	Green	Yellow	Yellow
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Anbindungsstrecken	Green	Green	Green
	Aufwand zur Verwertung des Haufwerks unter Tage	Green	Yellow	Yellow
	Bedarf an Strecken zur Anbindung von Schleusen	Green	Green	Yellow
	Zeitbedarf für den Transport von Schleuse zum Tagesschacht	Green	Green	Green
	Aufwand für das Ermöglichen von Sicherungsmaßnahmen	Green	Green	Green
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Maßnahmen zur Kammeröffnung	Green	Green	Green
	Bedarf an Transportstrecken für Material und Haufwerk (Anzahl und Gesamtlänge)	Green	Green	Green
Prozessablauf der Rückholung	Zeitbedarf für die Erstellung der Transportwege	Green	Green	Green
	Aufwand zur Erhaltung des Gebindezustands	Green	Green	Green
	Aufwand für das Bergen der Gebinde	Green	Green	Green
	(Teil-) Automatisierungsmöglichkeiten	Green	Green	Green
	Anschlussmöglichkeiten an die Schächte Asse 2, Asse 5	Green	Green	Green
	Nutzen für den Offenhaltungsbetrieb/Rückholung LAW-Behälter	Red	Red	Red
	Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes	Green	Green	Green
	Bewährtheit des Verfahrens /der Methode	Yellow	Green	Green
Technik auf Asse II vorhanden, Erfahrung im Umgang vorhanden	Red	Red	Red	



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 97 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Einzelschleuse	Doppelschleuse kleiner ÄA	Doppelschleuse großer ÄA
	Flächenbedarf innerhalb der ELK			
	Komplexität der Ausführung			

Legende:

Kriterium erfüllt, kein bzw. geringes Risiko, kein bzw. geringer Aufwand		Kriterium bedingt/teilweise erfüllt; mittleres Risiko, mittlerer Aufwand		Kriterium nicht erfüllt; Hoher Aufwand, Hohes Risiko		Kriterium nicht relevant	
--	--	--	--	--	--	--------------------------	--



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 98 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Anhang 6

Tabelle A-5: Bewertung des Variantenvergleichs TRANSPORTTECHNIK (Vgl. 4.2.5.1)

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Gleislosfahrzeuge	Gleisgebundener Transport	Blindschacht mit Gestellförderung
Strahlenschutz und Störfallsicherheit	Robustheit gegenüber Ereignissen (z. B. Brand, Löserfall)			
	Aufwand für Arbeits- und Strahlenschutz			
	Möglichkeit der Abdichtung im Falle eines AÜL			
	Aufwand für Brandschutz			
	Risiken während des Transportierens (Zahl der Übergaben; Begegnung Mensch-Maschine)			
	Zeitbedarf für Kontaminationskontrolle			
	Aufwand für Filterung während der Maßnahme			
	Interventionsmöglichkeit (z. B. beim Ausfall einer Maschine)			
	Etabliertheit der Fernbedienung			
Gebirgsmechanik, Standsicherheit und bergrechtliche Randbedingungen	Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes			
	Komplexität der gegebenenfalls erforderlichen Nachweisführung			
	Verminderung des Risikos von Löserfall			
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der ELK			
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern (Schächte, Bohrlöcher)			
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern zu wasserführenden Schichten			
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Sicherungsmaßnahmen			
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Transportstrecken			
Infrastruktur und Wechselwirkungen	Aufwand für Bewetterung/Filterung während der Maßnahmen			
	Aufwand zur Herstellung von Fluchtwegen			
	Aufwand für die Bewetterung während der Erstellung			
	Beeinträchtigung von Vorsorgemaßnahmen			
	Beeinträchtigung von Notfallmaßnahmen			
Aufwand für Auffahrungen und Unterhaltung von Strecken und Infrastrukturräumen	Zeitbedarf für die Anbindung einschließlich der Kammerzugänge			
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Anbindungsstrecken			
	Aufwand zur Verwertung des Haufwerks unter Tage			
	Bedarf an Strecken zur Anbindung von Schleusen			
	Zeitbedarf für den Transport von Schleuse zum Tagesschacht			
	Aufwand für das Ermöglichen von Sicherungsmaßnahmen			
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Maßnahmen zur Kammeröffnung			
	Bedarf an Transportstrecken für Material und Haufwerk (Anzahl und Gesamtlänge)			
	Zeitbedarf für die Erstellung der Transportwege			
Prozessablauf der Rückholung	Aufwand zur Erhaltung des Gebindezustands			
	Aufwand für das Bergen der Gebinde			
	(Teil-) Automatisierungsmöglichkeiten			
	Anschlussmöglichkeiten an die Schächte Asse 2, Asse 5			
	Nutzen für den Offenhaltungsbetrieb/Rückholung LAW-Behälter			
	Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes			
	Bewährtheit des Verfahrens /der Methode			



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 99 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Gleislosfahrzeuge	Gleisgebundener Transport	Blindschacht mit Gestellförderung
	Technik auf Asse II vorhanden, Erfahrung im Umgang vorhanden			
	Flächenbedarf innerhalb der ELK			
	Komplexität der Ausführung			

Legende:

Kriterium erfüllt, kein bzw. geringes Risiko, kein bzw. geringer Aufwand		Kriterium bedingt/teilweise erfüllt; mittleres Risiko, mittlerer Aufwand		Kriterium nicht erfüllt; Hoher Aufwand, Hohes Risiko		Kriterium nicht relevant	
--	--	--	--	--	--	--------------------------	--



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 100 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Anhang 7

Tabelle A-6: Bewertung des Variantenvergleichs TRANSPORTWEGE SCHACHT ASSE 2 (Vgl. 4.2.5.2.)

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Nutzung bestehender Grubenbaue	Neuauffahrung von Strecken	Neuauffahrung einer steilen Rampe
Strahlenschutz und Störfallsicherheit	Robustheit gegenüber Ereignissen (z. B. Brand, Löserfall)			
	Aufwand für Arbeits- und Strahlenschutz			
	Möglichkeit der Abdichtung im Falle eines AÜL			
	Aufwand für Brandschutz			
	Risiken während des Transportierens (Zahl der Übergaben; Begegnung Mensch-Maschine)			
	Zeitbedarf für Kontaminationskontrolle			
	Aufwand für Filterung während der Maßnahme			
	Interventionsmöglichkeit (z. B. beim Ausfall einer Maschine)			
	Etabliertheit der Fernbedienung			
Gebirgsmechanik, Standsicherheit und bergrechtliche Randbedingungen	Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes			
	Komplexität der gegebenenfalls erforderlichen Nachweisführung			
	Verminderung des Risikos von Löserfall			
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der ELK			
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern (Schächte, Bohrlöcher)			
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern zu wasserführenden Schichten			
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Sicherungsmaßnahmen			
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Transportstrecken			
Infrastruktur und Wechselwirkungen	Aufwand für Bewetterung/Filterung während der Maßnahmen			
	Aufwand zur Herstellung von Fluchtwegen			
	Aufwand für die Bewetterung während der Erstellung			
	Beeinträchtigung von Vorsorgemaßnahmen			
	Beeinträchtigung von Notfallmaßnahmen			
Aufwand für Auffahrungen und Unterhaltung von Strecken und Infrastrukturräumen	Zeitbedarf für die Anbindung einschließlich der Kammerzugänge			
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Anbindungsstrecken			
	Aufwand zur Verwertung des Haufwerks unter Tage			
	Bedarf an Strecken zur Anbindung von Schleusen			
	Zeitbedarf für den Transport von Schleuse zum Tagesschacht			
	Aufwand für das Ermöglichen von Sicherungsmaßnahmen			
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Maßnahmen zur Kammeröffnung			
	Bedarf an Transportstrecken für Material und Haufwerk (Anzahl und Gesamtlänge)			
Prozessablauf der Rückholung	Zeitbedarf für die Erstellung der Transportwege			
	Aufwand zur Erhaltung des Gebindezustands			
	Aufwand für das Bergen der Gebinde (Teil-) Automatisierungsmöglichkeiten			
	Anschlussmöglichkeiten an die Schächte Asse 2, Asse 5			
	Nutzen für den Offenhaltungsbetrieb/Rückholung LAW-Gebinde			
	Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes			



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 101 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Nutzung bestehender Grubenbaue	Neuauffahrung von Strecken	Neuauffahrung einer steilen Rampe
	Bewährtheit des Verfahrens /der Methode			
	Technik auf Asse II vorhanden, Erfahrung im Umgang vorhanden			
	Flächenbedarf innerhalb der ELK			
	Komplexität der Ausführung			

Legende:

Kriterium erfüllt, kein bzw. geringes Risiko, kein bzw. geringer Aufwand		Kriterium bedingt/teilweise erfüllt; mittleres Risiko, mittlerer Aufwand		Kriterium nicht erfüllt; Hoher Aufwand, Hohes Risiko		Kriterium nicht relevant	
--	--	--	--	--	--	--------------------------	--



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 102 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Anhang 8

Tabelle A-7: Bewertung des Variantenvergleichs TRANSPORTWEGE SCHACHT ASSE 5 (Vgl. 4.2.5.13)

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Nutzung der bestehenden Wendelstrecke	Auffahrung einer neuen Wendelstrecke	Auffahrung einer steilen Rampe	Blindschacht
Strahlenschutz und Störfallsicherheit	Robustheit gegenüber Ereignissen (z. B. Brand, Löserfall)				
	Aufwand für Arbeits- und Strahlenschutz				
	Möglichkeit der Abdichtung im Falle eines AÜL				
	Aufwand für Brandschutz				
	Risiken während des Transportierens (Zahl der Übergaben; Begegnung Mensch-Maschine)				
	Zeitbedarf für Kontaminationskontrolle				
	Aufwand für Filterung während der Maßnahme				
	Interventionsmöglichkeit (z. B. beim Ausfall einer Maschine)				
	Etabliertheit der Fernbedienung				
Gebirgsmechanik, Standsicherheit und bergrechtliche Randbedingungen	Beeinflussung der Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes				
	Komplexität der gegebenenfalls erforderlichen Nachweisführung				
	Verminderung des Risikos von Löserfall				
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der ELK				
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern (Schächte, Bohrlöcher)				
	Durchfahrung von Sicherheitspfeilern zu wasserführenden Schichten				
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Sicherungsmaßnahmen				
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Transportstrecken				
Infrastruktur und Wechselwirkungen	Aufwand für Bewetterung/Filterung während der Maßnahmen				
	Aufwand zur Herstellung von Fluchtwegen				
	Aufwand für die Bewetterung während der Erstellung				
	Beeinträchtigung von Vorsorgemaßnahmen				
	Beeinträchtigung von Notfallmaßnahmen				
Aufwand für Auffahrungen und Unterhaltung von Strecken und Infrastrukturräumen	Zeitbedarf für die Anbindung einschließlich der Kammerzugänge				
	Aufwand zur Gewährleistung der Standsicherheit der Anbindungsstrecken				
	Aufwand zur Verwertung des Haufwerks unter Tage				
	Bedarf an Strecken zur Anbindung von Schleusen				
	Zeitbedarf für den Transport von Schleuse zum Tagesschacht				
	Aufwand für das Ermöglichen von Sicherungsmaßnahmen				
	Komplexität einer fernbedienten Ausführung der Maßnahmen zur Kammeröffnung				
	Bedarf an Transportstrecken für Material und Haufwerk (Anzahl und Gesamtlänge)				
	Zeitbedarf für die Erstellung der Transportwege				
Prozessablauf der Rückholung	Aufwand zur Erhaltung des Gebindezustands				
	Aufwand für das Bergen der Gebinde				
	(Teil-) Automatisierungsmöglichkeiten				
	Anschlussmöglichkeiten an die Schächte Asse 2, Asse 5				
	Nutzen für den Offenhaltungsbetrieb/Rückholung LAW-Behälter				
	Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes				



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

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B841298	Seite: 103 von 103
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 30.05.2018
9A	23520000	GHB	RA	0047	00		

Beurteilungsfeld	Beurteilungskriterium	Nutzung der bestehenden Wendelstrecke	Auffahrung einer neuen Wendelstrecke	Auffahrung einer steilen Rampe	Blindschacht
	Bewährtheit des Verfahrens /der Methode				
	Technik auf Asse II vorhanden, Erfahrung im Umgang vorhanden				
	Flächenbedarf innerhalb der ELK				
	Komplexität der Ausführung				

Legende:

Kriterium erfüllt, kein bzw. geringes Risiko, kein bzw. geringer Aufwand	Kriterium bedingt/teilweise erfüllt; mittleres Risiko, mittlerer Aufwand	Kriterium nicht erfüllt; Hoher Aufwand, Hohes Risiko	Kriterium nicht relevant	
--	--	--	--------------------------	--