

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 1 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Rückholplan

Verfasser: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH

Peine/Remlingen/Salzgitter, 19. Februar 2020

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 2 von 145
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Kurzfassung

Verfasser: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH

Titel: Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Stand: 19.02.2020

Zur Vorbereitung der Stilllegung der Schachtanlage Asse II ist die Rückholung aller radioaktiven Abfälle das gesetzlich geforderte Ziel. Bei sämtlichen Tätigkeiten und in allen Betriebsphasen hat die Gewährleistung der Sicherheit für das Betriebspersonal und die Bevölkerung heutiger und zukünftiger Generationen für die BGE die höchste Priorität. Unter diesem Gesichtspunkt werden gegenwärtig in der Schachtanlage Asse II (Bestandsbergwerk) die Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung durchgeführt, um im Falle eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts die bestmögliche Schadensvorsorge getroffen zu haben.

Der vorliegende Rückholplan fasst alle Schwerpunkte des Vorhabens Rückholung zusammen und stellt somit die Vorgehensweise bei der Rückholung vor. Sie dient damit der Diskussion mit allen Beteiligten. Dazu wird vornehmlich der konzeptionelle Arbeitsstand der Planungen für das Rückholbergwerk, für die Bergung der radioaktiven Abfälle und für die Abfallbehandlung beschrieben. Das neu aufzufahrende Rückholbergwerk ist als neuer qualifizierter Zugang mittels Schacht Asse 5 im Osten des heutigen Bestandsbergwerks vorgesehen und wird parallel zu den laufenden Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung errichtet. Die bei der Bergung der radioaktiven Abfälle zum Einsatz kommenden Technologien richten sich vornehmlich nach der jeweiligen Einlagerungssituation sowie den geologischen/gebirgsmechanischen Randbedingungen und müssen den Sicherheitsanforderungen des Atom-, Strahlenschutz- und Bergrechtes genügen. Die Aufgaben der Einrichtungen zur Abfallbehandlung (Charakterisierung, Konditionierung, Pufferung) und zur Zwischenlagerung werden beschrieben. Nach einer weniger als zehnjährigen Bauphase soll die Durchführung der Rückholung bis zum Jahr 2033 begonnen haben. Gegenwärtig wird mit Kosten bis zum Beginn der Rückholung einschließlich der Kosten für die Offenhaltung und Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung von insgesamt ca. 3,35 Milliarden Euro gerechnet.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 3 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	2
Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis	11
1. Einleitung.....	14
1.1. Historischer Abriss und Einordnung	14
1.2. Ziele des Plans zur Rückholung	16
1.3. Gesetzestext des § 57b AtG für Betrieb und Stilllegung der Schachtanlage Asse II	17
2. Vorgehensweise bei der Rückholung.....	19
2.1. Grundsätze der Rückholung.....	19
2.2. Nicht gegebene Nutzbarkeit von Schacht Asse 2 zur Rückholung erster Gebinde .	20
2.3. Prozessschritte der Rückholung.....	21
2.4. Planungsphasen und deren Inhalte	24
3. Technische Konzepte der Bergung	27
3.1. Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725	29
3.1.1. Ausgangssituation.....	29
3.1.2. Technische Umsetzung.....	31
3.2. Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511	34
3.2.1. Ausgangssituation.....	34
3.2.2. Technische Umsetzung.....	35
3.2.3. Grundkonzept	36
3.2.4. Alternativkonzept.....	39
3.2.5. Konzept mit Sichern der Firste durch deren Stützung mit Versatz	40
3.3. Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle	42
3.3.1. Ausgangssituation.....	42
3.3.2. Rückholverfahren	45
3.3.3. Schildvortrieb mit Teilflächenabbau.....	47
3.3.4. Teilflächenbau von oben – ohne Ausbauelemente	51
4. Rückholbergwerk	56
4.1. Nutzung der Schächte Asse 2 oder Asse 4 als Bergungsschacht	57
4.2. Zugang zum Rückholbergwerk / Schachtansatzpunkt	57
4.3. Rahmenbedingungen und grundlegende Planungsannahmen für das Rückholbergwerk und den Bau des Schachtes Asse 5.....	61
4.4. Eckdaten für das Rückholbergwerk mit Schacht und Schachtförderanlage Asse 5	67
4.5. Beispielhafter Entwurf eines Rückholbergwerks	70

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 4 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

4.6.	Teuf- und Streckenvortrieb	75
5.	Abfallbehandlung und Zwischenlagerung	77
5.1.	Abfallbehandlung	77
5.1.1.	Einrichtungen zur Charakterisierung	77
5.1.2.	Einrichtungen zur Konditionierung	78
5.1.3.	Pufferlagerung	79
5.2.	Zwischenlagerung	79
5.3.	Vorplanungen zur Abfallbehandlung und zur Zwischenlagerung	80
5.4.	Standortvorschlag für die Anlagen und Einrichtungen zu Abfallbehandlung und zur Zwischenlagerung	81
5.4.1.	Kriterien zur Standortauswahl	82
5.4.2.	Potentielle Asse-nahe Standorte des Zwischenlagers	85
5.4.3.	Ergebnis der Standortauswahl	86
5.4.4.	Betrachtungen zu Asse-fernen Standorten des Zwischenlagers	88
6.	Voraussetzungen für die Rückholung	90
6.1.	Notfallplanung	90
6.1.1.	Grundsätze und Vorgehensweise	90
6.1.2.	Abwägungskriterien zu Verfüllmaßnahmen an Einlagerungskammern	92
6.2.	Entsorgung betrieblicher Abfälle	94
6.2.1.	Abfälle aus genehmigten Tätigkeiten	94
6.2.2.	Konventionelle Abfälle	95
6.3.	Sicherheitsnachweise in Genehmigungsverfahren	96
6.3.1.	Atom- und strahlenschutzrechtliche Sicherheitsnachweise	96
6.3.2.	Bergrechtliche Sicherheitsnachweise	102
7.	Beschreibung der Anlage zum Zeitpunkt der Rückholung	105
7.1.	Abfallinventar	105
7.1.1.	Ausgangssituation	105
7.1.2.	Abfalldatenbank ASSEKAT	106
7.1.3.	Verteilung der Gebinde auf die Einlagerungskammern	106
7.1.4.	Verteilung der Aktivität auf die Einlagerungskammern	107
7.1.5.	Dosisrelevante Nuklide	108
7.1.6.	Kernbrennstoffe	110
7.1.7.	Stoffliches Inventar	111
7.1.8.	Inventardatenbank für die Rückholung	112
7.2.	Geologische Standortbeschreibung	113
7.3.	Hydrogeologische Standortbeschreibung	116
7.4.	Standortbeschreibung der Schachtanlage Asse II	120
7.5.	Bestandsbergwerk	126
8.	Terminplanung und Kostenschätzung	129
8.1.	Terminplan	129

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 5 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

8.2.	Leistungsansätze für die Terminplanung.....	133
8.3.	Kostenschätzung bis zum Beginn der Rückholung.....	134
9.	Ausblick	136
	Literaturverzeichnis.....	138
	Glossar	140

Gesamtseitenzahl: 145

Stichworte: Rückholplan, Rückholungskonzepte, Rückholbergwerk; Schacht Asse 5, Abfallbe-
handlung, Zwischenlagerung

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 6 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Über- und untertägige Prozesse bei der Durchführung der Rückholung.....	22
Abbildung 2:	Schematische Darstellung der Planungsphasen für die Rückholungsplanung und Einordnung weiterer für die Genehmigungserlangung wichtiger Arbeiten (Erkundungsarbeiten, Entwicklungsarbeiten und Versuche, Kalterprobung, ...)...	25
Abbildung 3:	Einlagerungskammern auf unterschiedlichen Sohlen im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II.	27
Abbildung 4:	Ausschnitt aus dem Seigerriss und Längsschnitt mit Blickrichtung nach Norden..	29
Abbildung 5:	Schematische Darstellung der Einlagerungssituation in der ELK 7/725 zum Stand 03.06.2009; [a] Gebinde-Salzgrus-Gemisch, [b] nach 1996 eingebrachtes Salzhaufwerk, [c] im Mai 2009 im Rahmen der Firstsanierungsmaßnahmen einbrachtes Salzhaufwerk, [d] unverfüllter Bereich.	30
Abbildung 6:	Vereinfachte übersichtsmäßige räumliche Darstellung der innerhalb der ELK 7/725 und deren unmittelbaren Umgebung im Rahmen der Vorbereitung der Rückholung; die Firste wurde nachgeschnitten und gesichert [a], der Salzversatz im Ostteil verfestigt [b], die Schleusen eingerichtet [c] und die Bergetechnik eingebracht [d]; nordwestlich der ELK 7/725 wurden Infrastrukturräume [e] erstellt.	32
Abbildung 7:	Tripod-Bagger mit symbolisierten Anschlagpunkten, Aufstandspratzen und Werkzeugschnellwechselsystem.....	33
Abbildung 8:	Ausschnitt aus dem Sohlenriss der 490-m-Sohle mit projizierter Einlagerungskammer 8a/511.	35
Abbildung 9:	Sicherungsarbeiten der Firste von innerhalb der Einlagerungskammer - hier: Nachschneiden.	37
Abbildung 10:	Bergung der Gebinde.....	38
Abbildung 11:	Schleusensystem für das Einschleusen leerer Umverpackungen und das Ausschleusen befüllter Umverpackungen.	39
Abbildung 12:	Sichern der Firste durch deren Stützung mit Versatz (seigere Darstellung).....	41
Abbildung 13:	Sohlenriss der 750-m-Sohle mit Darstellung der Gruppierung der Einlagerungskammern in die Kammergruppen Zentral, Süd und Ost.	43
Abbildung 14:	Schematische Darstellung des Schildvortrieb mit Teilflächenabbau.	47
Abbildung 15:	Schematische Darstellung Rücksteife, Montagekaverne und Schildmaschine [KIT und Herrenknecht 2015].....	48
Abbildung 16:	Schematische Darstellung der Schildmaschine [KIT und Herrenknecht 2015].	49
Abbildung 17:	Schematische Übersicht der Anfahr- und Demontagekavernen [KIT und Herrenknecht 2015].	50
Abbildung 18:	Schematische Darstellung des Bauablaufs beim TFO-OA; Auffahrung der Kammerzugangsstrecke und Auffahrung der ersten Teilfläche (inkl. Sicherung) der ersten Teilflächenebene sowie der Anordnung wesentlicher Bauelemente des	

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 7 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

	TFO-OA in der ersten Teilflächenebene (EHB-Schienenenelemente und Bewehrung).....	51
Abbildung 19:	Schematische Darstellung des TFO-OA mit vollständig verfüllter erster Ebene und neuaufgefahrener Zugangsstrecke für die zweite Ebene.....	52
Abbildung 20:	Schematische Darstellung des Bauablaufs des TFO-OA in der zweiten Ebene. Auffahrung der ersten Teilfläche verbunden mit der Rückholung radioaktiver Abfälle.....	53
Abbildung 21:	Schematische Darstellung des Bauablaufs des TFO-OA in der zweiten und dritten Ebene. A, B: Auffahrung der ersten Teilfläche der zweiten Ebene; C: Verfüllung der ersten Teilfläche; D: Zustand nach Verfüllung der dritten Ebene.....	54
Abbildung 22:	Geologischer Sohlenriss der 750-m-Sohle mit Linien gleichen Abstandes von 40 m und 75 m zum Deckgebirge (orange Färbung). Die Einlagerungskammern sind rot markiert.....	55
Abbildung 23:	Geplante Grubenräume für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725, Grubenräume (türkis) räumlich aufzufahren im Bereich des Bestandsbergwerkes, funktional zugehörig zum Rückholbergwerk.	56
Abbildung 24:	Grubengebäude der Schachtanlage Asse II und davon südöstlich gelegener unverritzter Bereich mit Salzhülle (bläulich transparent dargestellt) und 3D-SURPAC-Blockmodell (Kantenlänge der Blöcke jeweils 10 m, gelbe Blöcke haben einen Abstand zur Salzflanke zwischen 75 m und 150 m, grüne Blöcke haben einen Abstand zur Salzflanke von > 150 m).....	64
Abbildung 25:	Luftbild mit eingezeichneter Lage des gewählten Schachtstandortes Schacht Asse 5 und eingezeichneten Abstandskreisen mit r = 150 m und r = 350 m mit jeweils an die Tagesoberfläche übertragenen Mittelpunkten vom östlichen Rand der ELK 1/750 (750-m-Sohle). Legende: Muschelkalk Ausbisslinien an der Tagesoberfläche, sonstige Linien sind projizierte Schnittlinien der planaren Elemente mit der 750-m-Sohle.....	65
Abbildung 26:	Durchstoßpunkt der Schachtachse Schacht Asse 5 im Niveau der 750-m-Sohle (rot gekennzeichnete Punkt). Eingezeichnet sind Abstandskreise mit r = 150 m und r = 350 m mit Mittelpunkten am östlichen Rand der ELK 1/750. Legende siehe Abbildung 25.....	66
Abbildung 27:	Konzeptionelle Schachtscheibe Schacht Asse 5: Koepe-Förderanlage mit Gegengewicht (HSFA) und Trommelförderanlage (MSFA). Abgeteiltes Trum für das Ableiten des potenziell radiologisch stärker belasteten Abwetterstromes.	69
Abbildung 28:	Beispiel eines Rückholbergwerkes (Streckensystem hellblau, Infrastrukturräume braun, Schacht 5 olivgrün) und Bestandsbergwerk (hellgrün) zum Zeitpunkt des Beginns der Rückholung, verbunden über 3 Verbindungsstrecken mit Absperrbauwerken (jeweils gekennzeichnet durch Kreis). Die Einlagerungskammern auf der 511-m-Sohle sowie auf der 725-m-Sohle und der 750-m-Sohle sind rot gekennzeichnet, Grubenräume für die Rückholung aus der ELK 7/725 sowie die Vahlberger Strecke sind gelb gekennzeichnet. Blickrichtung aus Nordosten.	72

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 8 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

- Abbildung 29: Beispielhafte Darstellung von Rückholbergwerk (Streckensystem hellblau, Infrastrukturräume braun, Schacht 5 olivgrün) und Bestandsbergwerk (hellgrün) zum Zeitpunkt des Beginns der Rückholung, verbunden über 3 Verbindungsstrecken mit Absperrbauwerken (jeweils gekennzeichnet durch Kreis). Einlagerungskammern auf der 511-m-Sohle sowie auf der 725-m-Sohle und der 750-m-Sohle rot gekennzeichnet, Grubenräume für die Rückholung aus der ELK 7/725 sowie Vahlberger Strecke gelb gekennzeichnet. Verfüllte Grubenräume des Bestandsbergwerkes transparent hinterlegt. Blickrichtung aus Nordosten. 73
- Abbildung 30: Exemplarische Darstellung von Rückhol- und Bestandsbergwerk mit abgesenkter Topographie. Blick von SW auf (verfüllte) Abbaukammern und Einlagerungskammern (rot) auf der 750-m-Sohle..... 74
- Abbildung 31: Schematische Darstellung (Draufsicht) der Einrichtungen zur Abfallbehandlung bzw. Zwischenlagerung (bräunliche Färbung: Puffer- bzw. Zwischenlagerung; grün: Charakterisierung; graublau: Konditionierung) der rückgeholt Abfälle. 81
- Abbildung 32: Übersichtskarte mit den einzelnen potentiellen Standortflächen 1 bis 5. 85
- Abbildung 33: Schematische Darstellung der Abgrenzung der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen der Notfallplanung mit Nennung beispielhafter Maßnahmen. 90
- Abbildung 34: Geologische Übersichtskarte mit Lage des Höhenzuges Asse-Heeseberg und weiterer Strukturelemente des Subherzynen Beckens, sowie der Braunschweig-Gifhorn-Scholle (modifiziert nach [BGR 2007]). Die Schichtenfolgen des Bundsandstein sind in blassrot-orangen, die des Muschelkalk in violetten, die des Keuper in braun-hellbraunen, die des Jura in dunkelblauen und die der Kreide in hell-blassgrünen Farbtönen gehalten. 113
- Abbildung 35: Schematische SSW-NNE Querprofile durch die Süd- (oben) und Nordflanke (unten) des Höhenzuges Asse-Heeseberg mit schematischer Darstellung der morphologischen Ausprägung der Kartiereinheiten (aus [Ercosplan 2018]). Die wichtigsten Reliefbildner sind in ihrem Geländeausstrich etwas überhöht dargestellt: suRG – Unterer Buntsandstein (oolithische Kalksteine/Rogensteine); muO – Oolithzone; muT – Terebratelbänke; muS – Schaumkalkbänke; moTR Trochitenkalk-Folge; ko Rhät-Sandstein; Unterkreide Hils-Konglomerat. 115
- Abbildung 36: Strukturelle Gliederung der Salzstruktur Asse zwischen dem Westabbruch bei Groß Denkte und dem Schacht Asse 3 [Ercosplan 2018]..... 116
- Abbildung 37: Isolinien der Abschätzung der integralen horizontalen Pfeilerstauchung in Meter, Zeitraum Ende der Auffahrung bis 02/2019 [BGE 2019a]..... 120
- Abbildung 38: Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten 490-m- bis 700-m-Sohle von 1981 bis 2019 [IfG 2016]. 121
- Abbildung 39: Fassungsrate des Gesamtlösungszutritts an der Südflanke [BGE 2019a]..... 123
- Abbildung 40: Hohlraumbilanz der Schachtanlage Asse II mit Stand 10/2018. 125
- Abbildung 41: Offener Grubenraum (hellgrün) des Bestandsbergwerkes nach Abschluss der Verfüllmaßnahmen im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung mit Lage der Einlagerungskammern (rot) auf den Sohlen 511 m, 725 m und 750 m. Im

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 9 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Hintergrund ist der Verlauf der Salzmhüllenden (Grenzfläche Deckgebirge/Salinar, dunkelgrün) dargestellt. Blickrichtung Nordosten..... 126

Abbildung 42: Offener Grubenraum (hellgrün) des Bestandsbergwerkes nach Abschluss der Verfüllmaßnahmen im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung mit Lage der Einlagerungskammern (rot) auf den Sohlen 511 m, 725 m und 750 m sowie beispielhaft Grubenräume (gelb), die ggf. zur Rückholung radioaktiver Abfälle aus der ELK 7/725 hergestellt werden. Im Hintergrund ist der Verlauf der Salzmhüllenden (Grenzfläche Deckgebirge/Salinar, dunkelgrün) dargestellt. Blickrichtung Nordost. 127

Abbildung 43: Schematische Darstellung der Handlungsstränge und ihrer zeitlichen Abfolge .. 132

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 10 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wesentliche Randbedingungen je Kammergruppe.	43
Tabelle 2:	Übersicht zur Einordnung von Einlagerungskammern in die Kammergruppen und wesentliche Eigenschaften der jeweilige Einlagerungskammer, nach [Asse 2009].	44
Tabelle 3:	Im Rahmen der weiteren Planungsarbeiten zu konkretisierende Rückholverfahren für die 750-m-Sohle.	46
Tabelle 4:	Konzeptionelle Eckdaten für den Bau des Schachtes Asse 5.	67
Tabelle 5:	Konzeptionelle Eckdaten der Förderanlagen im Schacht Asse 5 (Betriebsphase Rückholung).	68
Tabelle 6:	Beurteilungsfelder und Bewertungskriterien mit Bewertungsgrößen [BfS 2014]. ...	82
Tabelle 7:	Gesamtrangfolge der Standorte im Hinblick auf die Beurteilungsfelder [BGE 2019b].	87
Tabelle 8:	Verteilung der Gebinde- und Chargenanzahl auf die Einlagerungskammern.	107
Tabelle 9:	Zeitliche Entwicklung der Aktivitäten [Bq] je Einlagerungskammer.	108
Tabelle 10:	Zeitliche Entwicklung der Verteilung der Alpha- und Beta/Gammastrahler auf die Einlagerungskammern, angegeben als Anteil der jeweiligen Gesamtaktivität [Bq].	109
Tabelle 11:	Zeitliche Entwicklung von ausgewählten dosisrelevanten Nuklidaktivitäten [Bq].	110
Tabelle 12:	Angaben über plutonium-, uran-, und thoriumhaltige Gebinde.	110
Tabelle 13:	Prozentuale Massenanteile der Materialien am stofflichen Gesamtinventar.	111
Tabelle 14:	Detaillierte Schichtfolge und hydrogeologische Charakterisierung des Muschelkalk und Buntsandstein im Bereich des Asse-Höhenzuges [BGE 2018].	117
Tabelle 15:	Zusammenfassung der Faktoren, welche bzgl. des hydrogeologischen Risikos bei Auffahrung und Betrieb des Rückholbergwerks als günstig oder ungünstig bewertet werden [BGE 2018].	119
Tabelle 16:	Kostenschätzung in Euro für die Schachtanlage Asse II bis zum Beginn der Rückholung (Zeitraum 2019 bis 2033).	135

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 11 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Abkürzungsverzeichnis

A2B	Asse-2-Begleitgruppe
ABergV	Bergverordnung für alle bergbaulichen Bereiche (Allgemeine Bundesbergverordnung)
ABVO	Allgemeine Bergverordnung über Untertagebetriebe, Tagebaue und Salinen
ADR	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (franz.: Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route)
a. F.	alte Fassung
AGO	Arbeitsgruppe Optionen – Rückholung
ArL	Amt für regionale Landesentwicklung
AtG	Atomgesetz
AtEV	Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung)
AüL	auslegungsüberschreitender Lösungszutritt
avP	atomrechtlich verantwortliche Person
BBergG	Bundesberggesetz
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BGBI	Bundesgesetzblatt
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 12 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

bvP	bergrechtlich verantwortliche Person
DBE	Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH
EHB	Einschienehängbahn
ELK	Einlagerungskammer
ESK	Entsorgungskommission
EURATOM	Europäische Atomgemeinschaft
HBPL	Hauptbetriebsplan
HMGU	Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
HSFA	Hauptseilfahrtanlage
i. V. m.	in Verbindung mit
L-H/V-St	Langfrontartige Bauweise mit horizontalem und vertikalem Verhieb (Stoßzugang)
L-V-F	Langfrontartige Bauweise mit vertikalem Verhieb (Firstzugang)
IAEA	International Atomic Energy Agency (Internationale Atom-Energie Organisation)
LAW	Low Active Waste
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
MAW	Medium Active Waste
MSFA	mittlere Seilfahrtanlage
NMU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz
StandAG	Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz)
StrISchG	Strahlenschutzgesetz

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 13 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

StrISchV Strahlenschutzverordnung

TF Teilflächenbau

TFO-OA Teilflächenbau von oben – ohne Ausbau

UVP Umweltverträglichkeitsprüfung

VBA verlorene Betonabschirmung

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 14 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

1. Einleitung

1.1. Historischer Abriss und Einordnung

Die Schachtanlage Asse II ist ein über 100 Jahre altes Salzbergwerk, in dem bis 1964 Stein- und Kalisalze abgebaut worden sind. Im Zeitraum von 1967 bis 1978 wurden im Auftrag des Bundes rund 47 000 m³ schwach- und mittelradioaktive Abfälle eingelagert. Nach der Einlagerung der radioaktiven Abfälle wurde die Schachtanlage Asse II bis 1995 für Forschungsarbeiten zur Endlagerung radioaktiver Abfälle genutzt. Es erwies sich allerdings, dass die Schachtanlage Asse II für die Einlagerung von radioaktiven Abfällen nicht geeignet war.

Bis Ende des Jahres 2008 wurde die Schachtanlage Asse II ausschließlich unter den Anforderungen des Bergrechts vom Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU) betrieben. Das HMGU beabsichtigte die Schachtanlage Asse II unter Bergrecht zu schließen und hatte hierzu ein Schließungskonzept entwickelt, welches in öffentlicher Kritik stand. Nach Bekanntwerden von Verstößen gegen die damalige Strahlenschutzverordnung wurde am 5. November 2008 von der Bundesregierung beschlossen, dass die Schachtanlage Asse II unter das Atomrecht zu stellen ist. Daher ging zum 1. Januar 2009 die Betreiberverantwortung vom HMGU auf das nach Atomrecht für die Endlagerung radioaktiver Abfälle zuständige Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) über. Das BfS gründete im Dezember 2008 die bundeseigene Asse-GmbH als Betriebsführungsgesellschaft. Mit der Übertragung der Betreiberverantwortung musste das BfS mit der Schachtanlage Asse II den Anforderungen des Atomrechts und der damit verbundenen Schadensvorsorge nach Stand von Wissenschaft und Technik gerecht werden, die Anlage unter den schwierigen geologischen Randbedingungen weiter betreiben und die Stilllegung nunmehr nach Atomrecht vorbereiten und umsetzen.

Im Jahr 2009 wurde unter Beteiligung der Asse-2-Begleitgruppe (A2B) als Interessenvertreterin der Region und der Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO), einem Beratungsgremium der A2B, ein Vergleich verschiedener Stilllegungsoptionen (Vollverfüllung, Umlagerung und Rückholung) durchgeführt. Der Optionenvergleich ergab, dass die atomrechtlich geforderte langfristige Sicherheit von Mensch und Umwelt nach derzeitigem Kenntnisstand nur durch die Rückholung aller radioaktiven Abfälle nachgewiesen werden kann.

Expertenschätzungen gehen davon aus, dass die Rückholung mehrere Jahrzehnte dauern wird. Um das Bergwerk gebrauchstauglich zu halten, sind umfangreiche Stabilisierungsmaßnahmen sowie das Auffahren neuer Infrastrukturräume erforderlich. Weiterhin kann die vollständige Rückholung der Abfälle nur über einen für die Rückholung qualifizierten Zugang erfolgen. Es ist geplant, dafür einen neuen Schacht sowie ein daran angeschlossenes, neues Rückholbergwerk zu errichten.

Die Gebirgsverformungen an der Südflanke haben sich wegen der Stabilisierungsmaßnahmen deutlich verlangsamt, werden aber auch über die Dauer der Rückholung weiter anhalten. Demzufolge besteht auch die Gefahr, dass sich der seit 1988 bekannte Lösungszutritt aus dem Deckgebirge zu einem auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt (AÜL) entwickeln kann. Um die Wahrscheinlichkeit eines AÜL zu minimieren, werden Vorsorgemaßnahmen getroffen. Dazu gehört insbesondere die Stabilisierung des Grubengebäudes. Um im Falle eines AÜL die möglichen

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 15 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

radiologischen Konsequenzen zu minimieren werden zusätzlich Vorsorgemaßnahmen getroffen, u. a. die Errichtung von Strömungsbarrieren und die Bereitstellung von Lösungen zur Gegenflutung. Ziel ist die Minimierung der Lösungsbewegung in und um die Einlagerungskammern herum, sodass möglichst wenige radioaktive Stoffe mobilisiert werden und später in die Biosphäre gelangen können. Daher ist für einen langfristigen Weiterbetrieb der Schachtanlage Asse II und damit auch für die Rückholung der radioaktiven Abfälle die Umsetzung der Notfallplanung Voraussetzung. Erst dann können die Abfälle über neue Zugangswege, neue Infrastrukturräume und einen neuen Schacht aus dem Bergwerk herausbefördert werden. Zu diesem Zweck muss neben den stabilisierten alten Grubenteilen ein neues Rückholbergwerk außerhalb des bestehenden Bergwerkes errichtet werden.

Im Jahre 2012 wurde ein Gesetzentwurf zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachtanlage Asse II erarbeitet. Die Novellierung des § 57b des Gesetzes über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz, Abk. AtG) bzw. „Lex Asse“ wurde vom Bundestag mit breiter Parlamentsmehrheit beschlossen und trat im April 2013 in Kraft. Durch sie besteht der gesetzliche Auftrag, dass die radioaktiven Abfälle vor der unverzüglich durchzuführenden Stilllegung aus der Schachtanlage zurückgeholt werden sollen, sofern dies sicherheitlich vertretbar ist. Der § 57b AtG enthält zudem Regelungen, die die Genehmigung und Ausführung der Rückholung beschleunigen sollen, z. B. der Verzicht auf ein Planfeststellungsverfahren für die Rückholung.

Nach Inkrafttreten des Gesetzes zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung ging die Betreiberschaft am 25. April 2017 vom BfS auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) über. Die BGE bündelt die Aufgaben der bisherigen Asse-GmbH, der Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern mbH (DBE) sowie der Betreiberaufgaben des BfS.

Mit dem Inkrafttreten des Gesetzes zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz, Abk. StrlSchG) am 31. Dezember 2018 wurde die bis dahin gültige Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) ersetzt. Seitdem werden die Grundsätze des Strahlenschutzes im neuen StrlSchG geregelt.

Wesentliche Grundsätze sind:

- Rechtfertigung von Tätigkeitsarten (§ 6 StrlSchG)
- Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung (§ 8 StrlSchG)
- Dosisbegrenzung (§ 9 StrlSchG)
- Genehmigungsbedürftige Tätigkeiten (§ 12 StrlSchG)

Der Umgang mit den radioaktiven Abfällen bei der Rückholung ist eine genehmigungsbedürftige Tätigkeit im Sinne des § 12 StrlSchG bzw. § 9 AtG. Dabei sind die Tätigkeiten bei der Rückholung so zu planen oder auszuüben, dass jede unnötige Exposition oder Kontamination von Mensch und

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 16 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Umwelt vermieden und auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich gehalten wird (§ 8 StrlSchG Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung). Darüber hinaus muss bei den Tätigkeiten sichergestellt sein, dass die geltenden bzw. festgelegten Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden (§ 9 StrlSchG Dosisbegrenzung). Nur die stringente Anwendung und Berücksichtigung dieser Grundsätze wird die Genehmigung der Rückholung ermöglichen.

1.2. Ziele des Plans zur Rückholung

Die BGE misst bei Planung und Umsetzung der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II der Gewährleistung der größtmöglichen Sicherheit für Beschäftigte und Bevölkerung die höchste Priorität zu. Die Rückholung ist in § 57b AtG festgelegt und ein unter berg- und strahlenschutztechnischen Randbedingungen sehr komplexes und anspruchsvolles Projekt. Daher bedarf ein solches Projekt einer frühzeitigen Einbindung der betroffenen Genehmigungs- und Zulassungsbehörden sowie einer Information der Öffentlichkeit.

Der Rückholplan

- ist Grundlage für Abstimmungen, die zwischen der BGE als Betreiberin und Antragstellerin und den Genehmigungsbehörden (NMU, LBEG, BASE, Naturschutzbehörde des Landkreises Wolfenbüttel etc.) und dem Träger der Regionalplanung (Regionalverband Großraum Braunschweig) zu treffen sind. Hierbei soll zwischen den Beteiligten ein konstruktiver Dialog geführt werden, der im Ergebnis das technische Vorgehen bei der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II beschreibt und verbindlich für alle Beteiligten festlegt.
- dient der Diskussion mit der A2B, den Experten der AGO und Bürgerinitiativen oder interessierten Bürgerinnen und Bürgern aus der Öffentlichkeit im Rahmen des Begleitprozesses. Sie ermöglicht insbesondere der A2B und den Experten der AGO Stellungnahme zum Gesamtvorhaben der Rückholung zu beziehen. Ziel ist die Einbindung der A2B und der AGO in die Projektentwicklung.
- wird von der BGE fortgeschrieben. Die getroffenen Festlegungen bzw. Abstimmungen mit den Genehmigungsbehörden werden nachlaufend in dem Rückholplan aufgenommen, sodass der Prozess zur Entwicklung des Vorhabens für alle Beteiligten nachvollziehbar dokumentiert ist.
- ist als übergeordnete Unterlage eine Vorstufe der Vorhabensbeschreibung und Bestandteil der atom- und strahlenschutz- sowie bergrechtlichen Genehmigungsverfahren, ersetzt aber nicht die detaillierten genehmigungsspezifischen Unterlagen, die im Rahmen des Nachweises zur Erfüllung der Genehmigungs- bzw. Zulassungsvoraussetzungen von der BGE als Antragstellerin eingereicht werden.
- fasst den aktuellen Arbeitsstand zusammen. Daher sind auch grundsätzliche Änderungen bis zur Erteilung einer Genehmigung in jedem Handlungspfad möglich.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 17 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

1.3. Gesetzestext des § 57b AtG für Betrieb und Stilllegung der Schachtanlage Asse II

(1) Für den Betrieb und die Stilllegung der Schachtanlage Asse II gelten die für die Anlagen des Bundes nach § 9a Absatz 3 geltenden Vorschriften nach Maßgabe der Absätze 2 bis 7.

(2) Die Schachtanlage ist unverzüglich stillzulegen. Für den Weiterbetrieb, einschließlich einer Rückholung radioaktiver Abfälle und hiermit im Zusammenhang stehender Maßnahmen, bis zur Stilllegung bedarf es keiner Planfeststellung nach § 9b. Die Stilllegung soll nach Rückholung der radioaktiven Abfälle erfolgen. Die Rückholung ist abzubrechen, wenn deren Durchführung für die Bevölkerung und die Beschäftigten aus radiologischen oder sonstigen sicherheitsrelevanten Gründen nicht vertretbar ist. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Dosisbegrenzung nach § 5 der Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist, nicht eingehalten oder die bergtechnische Sicherheit nicht mehr gewährleistet werden kann. Sind die Rückholung sowie alle Optionen zur Stilllegung nur unter Abweichung von gesetzlichen Anforderungen möglich, ist die Schachtanlage Asse II mit der nach einer Abwägung der Vor- und Nachteile bestmöglichen Option stillzulegen. Vor einer Entscheidung nach Satz 4 oder Satz 6 ist der Deutsche Bundestag von dem für die kerntechnische Sicherheit und den Strahlenschutz zuständigen Bundesministerium zu unterrichten sowie von dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung der Öffentlichkeit Gelegenheit zur Stellungnahme zu geben, sofern kein sofortiges Handeln erforderlich ist. Die Dosisgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist, für die Bevölkerung und für die beruflich strahlenexponierten Personen dürfen unbeschadet der Regelung in Satz 6 nicht überschritten werden.

(3) Bis zur Bestandskraft eines Planfeststellungsbeschlusses zur Stilllegung bedarf der Umgang mit radioaktiven Stoffen einer Genehmigung nach den Vorschriften dieses Gesetzes oder des Strahlenschutzgesetzes; § 19 Absatz 1 bis 4 in Verbindung mit § 24 findet insoweit keine Anwendung. Die Genehmigungsbehörde kann in einem Genehmigungsverfahren für die Rückholung radioaktiver Abfälle und für damit zusammenhängende Maßnahmen auf Antrag zulassen, dass mit zulassungsbedürftigen Vorbereitungsmaßnahmen bereits vor Erteilung der Genehmigung begonnen wird, wenn mit einer Entscheidung zugunsten des Antragstellers gerechnet werden kann und ein berechtigtes Interesse des Antragstellers an dem vorzeitigen Beginn besteht; die vorläufige Zulassung kann jederzeit widerrufen, beschränkt oder mit Auflagen versehen werden. Bedürfen die Errichtung und der Betrieb einer Anlage oder Einrichtung der Genehmigung nach diesem Gesetz, können auf Antrag Teilgenehmigungen erteilt werden, wenn eine vorläufige Prüfung ergibt, dass die Genehmigungsvoraussetzungen im Hinblick auf die gesamte jeweils beantragte Maßnahme vorliegen werden und ein berechtigtes Interesse an der Erteilung einer Teilgenehmigung besteht. § 7b dieses Gesetzes und § 18 der Rechtsverordnung nach § 7 Absatz 4 Satz 3 finden auf die Teilgenehmigungen entsprechende Anwendung. Ist neben der Genehmigung nach diesem Gesetz, des Strahlenschutzgesetzes oder den auf Grund dieser Gesetze erlassenen Rechtsverordnungen

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 18 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

eine Zulassung nach anderen Rechtsvorschriften erforderlich, schließt die Genehmigung nach diesem Gesetz, des Strahlenschutzgesetzes oder den auf Grund dieser Gesetze erlassenen Rechtsverordnungen die Zulassung ein, soweit dies beantragt wird; die Entscheidung über die Genehmigung ist im Benehmen mit der nach den anderen Rechtsvorschriften zuständigen Behörde zu treffen. Über einen Antrag auf Genehmigung nach Satz 1 oder Satz 3 soll nach Eingang des Antrags und der vollständigen Antragsunterlagen unverzüglich, spätestens innerhalb einer Frist von sechs Monaten, entschieden werden.

(4) Soweit für mehrere Genehmigungen nach Absatz 3 Satz 1 für die Rückholung und hiermit im Zusammenhang stehende Maßnahmen der Entsorgung eine Umweltverträglichkeitsprüfung nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich ist, können Verfahrensschritte der Umweltverträglichkeitsprüfungen zusammengefasst werden, sofern dies sachdienlich ist.

(5) § 114 der Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist, findet Anwendung. Wer radioaktive Stoffe, die nicht als radioaktive Abfälle in die Schachtanlage Asse II eingebracht wurden, untertage in der Schachtanlage Asse II bearbeitet, verarbeitet, lagert oder sonst verwendet, bedarf hierfür keiner Genehmigung nach § 9 dieses Gesetzes oder nach § 12 Absatz 1 Nummer 3 des Strahlenschutzgesetzes, wenn

1. die Aktivität der Stoffe das Zehnfache der Freigrenzen der Anlage III Tabelle 1 Spalte 3 der Strahlenschutzverordnung nicht überschreitet und
2. er den Beginn der Bearbeitung, Verarbeitung, Lagerung oder sonstigen Verwendung der zuständigen Genehmigungsbehörde vorher anzeigt.

Der Störfallplanungswert für die Planung von Rückholungs- und Stilllegungsmaßnahmen bei der Schachtanlage Asse II ist abweichend von § 117 Absatz 16 der Strahlenschutzverordnung bis zum Inkrafttreten allgemeiner Verwaltungsvorschriften zur Störfallvorsorge nach § 50 Absatz 4 der Strahlenschutzverordnung von der Genehmigungsbehörde im Einzelfall festzulegen.

(6) Die Kosten für den Weiterbetrieb und die Stilllegung trägt der Bund.

(7) Die Erteilung von Genehmigungen zur Annahme von radioaktiven Abfällen und deren Einlagerung ist unzulässig.

(8) Zur umfassenden Unterrichtung der Öffentlichkeit werden auf einer Internetplattform die die Schachtanlage Asse II betreffenden wesentlichen Unterlagen nach § 10 des Umweltinformationsgesetzes vom 22. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3704) verbreitet. Die wesentlichen Unterlagen umfassen insbesondere auch Weisungen, Empfehlungen und Verwaltungsvorschriften.

(9) § 24 Absatz 2 in der bis zum Inkrafttreten dieses Gesetzes geltenden Fassung gilt für die Schachtanlage Asse II fort; § 23d Satz 1 findet mit Ausnahme von Nummer 2 keine Anwendung.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 19 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

2. Vorgehensweise bei der Rückholung

2.1. Grundsätze der Rückholung

Die bei der Rückholung anfallenden radioaktiven Abfälle müssen nach Charakterisierung und Konditionierung endgelagert werden. Das nationale Entsorgungsprogramm sieht vor, dass im Rahmen der Standortsuche für das Endlager für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle auch die rückgeholtene Asse-Abfälle berücksichtigt werden. Das im Bau befindliche Endlager Konrad ist für die Aufnahme der Asse-Abfälle weder ausgelegt noch zugelassen. Der § 57b AtG unterscheidet die eingelagerten radioaktiven Abfälle nicht, sodass die unverzügliche Rückholung für alle Abfälle im gleichen Maße gilt.

Bei der Durchführung der Rückholung findet ein Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen statt. Dieser kann sowohl ein Umgang mit Kernbrennstoffen als auch ein Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen sein.

Die Rückholung der radioaktiven Abfälle umfasst alle rund 126 000 in die Schachtanlage Asse II eingelagerten Gebinde. Das Abfallvolumen beträgt etwa 47 000 m³, wobei davon auszugehen ist, dass Abfallbestandteile aus zerstörten Gebinden ausgetreten sind und das umgebende Salzgrus kontaminiert haben. Erkennbare Abfallbestandteile werden zusammen mit dem kontaminierten Salzgrus rückgeholt, sodass sich das ursprüngliche Abfallvolumen von ca. 47 000 m³ auf schätzungsweise ca. 100 000 m³ vergrößern wird.

Der bei der Rückholung entstehende Abfallstrom übersteigt die derzeit in der Bundesrepublik vorhandenen Annahme- und Verarbeitungskapazitäten von radioaktiven Abfällen bei weitem. Unabhängig davon werden für die Rückholung mindestens Möglichkeiten zur Pufferung und Charakterisierung vor Ort – das heißt auf dem oder an das Betriebsgelände der Schachtanlage Asse II angrenzend – zwingend erforderlich sein.

Bei der Rückholung der Abfälle sind neben den strahlenschutzrechtlichen Anforderungen auch die Regularien über die Kernbrennstoffflusskontrolle einzuhalten, die sich auch auf die Einrichtungen zur Konditionierung und die Zwischenlagerung erstrecken. Entsprechende Sicherungseinrichtungen sind für die Anlagen zu schaffen und ein Anlagensicherungs- und Safeguardskonzept ist mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II verläuft grundsätzlich in den Phasen der Vorbereitung, der Durchführung der Rückholung (Herausholen der radioaktiven Abfälle) und der Nachbereitung.

Zur Vorbereitung der Rückholung gehören insbesondere Arbeiten zur Aus- und Vorrichtung, zum Einrichten von Strahlenschutzbereichen sowie zur Vorbereitung aller erforderlichen infrastrukturellen Einrichtungen, die für die Phase der Durchführung der Rückholung benötigt werden.

Erst bei der Durchführung der Rückholung werden die radioaktiven Abfälle aus jeweils einer oder mehreren Einlagerungskammern gleichzeitig geborgen. Dabei sind insbesondere noch ausstehende

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 20 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA>NNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Arbeiten zum Sichern der Arbeitsbereiche in der Einlagerungskammer, zum Lösen, Laden und Transportieren der Gebinde innerhalb der ELK, sowie zum Umverpacken, Schleusen und zum Transport bis zur radiologischen Charakterisierung erforderlich.

Nachdem die Einlagerungskammern geleert sind und die Rückholtechnik aus den Einlagerungskammern zurückgebaut ist, wird zunächst die Restkontamination erfasst. Dies erfolgt dann z. B. über Direktmessung an den Stößen und der Kammersohle oder mit Hilfe von Bohrungen und Probennahmen, die auf Kontamination untersucht und bewertet werden. Die Ergebnisse dienen als Eingangsgröße für den Langzeitsicherheitsnachweis im Rahmen der sich an die Rückholung anschließenden Stilllegung.

Abschließend wird die Einlagerungskammer mit einem geeigneten Baustoff (voraussichtlich Sorelbeton) verfüllt.

Der Ablauf bzw. die Dauer einzelner Maßnahmen werden dabei so gestaltet, dass die Offenhaltungsdauer insbesondere von großen Grubenbauen minimiert wird. Bei kleinvolumigen Rückholverfahren ist die Restkontamination gemäß dem Fortschritt der Rückholung sukzessive zu erfassen. Auch die Verfüllung der Einlagerungskammer erfolgt dann schrittweise entsprechend dem Fortschritt der Rückholung.

2.2. Nicht gegebene Nutzbarkeit von Schacht Asse 2 zur Rückholung erster Gebinde

Die zur Rückholung erforderliche Schachtförderung erfolgt über den neu zu errichtenden Schacht Asse 5, da nur mit diesem die zu fördernden Mengen und Massen an Ausrüstungen, Salzhautwerk aus Auffahrungen und Umverpackungen bei der Rückholung zu bewältigen sind (siehe Abschnitt 4.1). Für einen in der Menge zu begrenzenden Teil der rückzuholenden radioaktiven Abfälle, insbesondere die zuerst rückzuholenden Abfälle aus den Einlagerungskammern 7/725 und 8a/511, wurde bis dato auch die Nutzung des bestehenden Schachtes Asse 2 in seiner gegenwärtigen Grundkonzeption (z. B. Schachtdurchmesser, Wetterscheider) berücksichtigt [BfS 2016] und dessen Nutzbarkeit zur Förderung radioaktiver Abfälle überprüft und als technisch machbar bewertet [TÜV 2018].

Nach einer Neubewertung der BGE wird die Nutzung von Schacht Asse 2 für den Transport eines Teiles der geborgenen umverpackten radioaktiven Abfälle nicht mehr verfolgt, da hierdurch kein Sicherheitsgewinn oder kein zeitlicher Vorteil im Hinblick auf den Beginn der Rückholung erzielbar ist. Gemäß der aktuellen Terminplanung (Kapitel 8) ist die Inbetriebnahme des Schachtes Asse 5 zum Ende des Jahres 2028 beabsichtigt. Mit Inbetriebnahme des Schachtes Asse 5 entfällt die Notwendigkeit der Nutzung des Schachtes Asse 2 zur Vorbereitung der Rückholung bzw. Förderung radioaktiver Abfälle.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 21 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

2.3. Prozessschritte der Rückholung

Die Durchführung der Rückholung beinhaltet sämtliche unter- und übertägigen Prozessschritte, die den Umgang mit radioaktiven Stoffen betreffen, beginnend bei den Tätigkeiten zur Bergung der radioaktiven Abfälle bis hin zur Zwischenlagerung (Abbildung 1).

Der Begriff der Rückholung wird hierbei abweichend zur Definition im Standortauswahlgesetz (StandAG) verwendet. In § 2 StandAG wird das „ungeplante Herausheben von radioaktiven Abfällen aus einem Endlager“ als „Bergung“ und „die geplante technische Möglichkeit zum Entfernen der eingelagerten Abfallbehälter mit radioaktiven Abfällen während der Betriebsphase“ als „Rückholbarkeit“ bezeichnet. Gemäß § 1 Absatz 4 Satz 2 StandAG sind bei einem neu zu errichtenden Endlager die „Möglichkeit einer Rückholbarkeit für die Dauer der Betriebsphase des Endlagers und die Möglichkeit einer Bergung für 500 Jahre nach dem geplanten Verschluss des Endlagers“ vorzusehen. Hingegen wird in § 57b AtG das Herausheben der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II als Rückholung bezeichnet, obwohl dies bei der Einlagerung nicht vorgesehen war und auch keine technischen Vorkehrungen dafür getroffen wurden. Unter Bergung wird in dem vorliegenden Rückholplan – ebenfalls abweichend von der Definition im StandAG – das Herauslösen und/oder Greifen von Gebinden oder Abfallbestandteilen und Verladen in Verpackungen verstanden. Die Bergung findet innerhalb der Einlagerungskammern statt. Sie bezeichnet somit nicht den Gesamtprozess des Heraushebens der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II nach deren Verschluss, wie dies nach den Definitionen des StandAG zu verstehen wäre.

Grundsätzlich wird bei allen Planungsarbeiten das Ziel verfolgt, Anlagen und Maschinen und insbesondere deren Antriebe derart auszuwählen, dass diese emissionsfrei arbeiten oder bei ihrem Betrieb mindestens emissionsarm sind, z. B. durch die Anwendung elektrischer Antriebe.

Der erste Prozessschritt bei der Durchführung der Rückholung beinhaltet die Bergung der Abfälle aus den Einlagerungskammern. Hierbei kommen Techniken zum Einsatz, die sowohl der Einlagerungssituationen (z. B. Stapel- oder Abkipptechnik) als auch dem Zustand der Schweben oder der Firne der ELK gerecht werden. Die Bergung der Abfälle findet in einem gesicherten Arbeitsbereich (Kontrollbereich) statt, der nur zu Interventionszwecken mit Schutzausrüstung betreten werden darf. Die Aufenthaltsdauer im Interventionsfall wird vorrangig von der jeweilig vorhandenen Ortsdosisleistung bestimmt.

Im Weiteren soll die Technik nur geringe Staubemissionen verursachen, sodass möglichst wenige luftgetragene Staubpartikel (Aerosole) entstehen.

Die Einlagerungskammern können nicht als vollständig dichtes System beschrieben oder als abgedichtetes System gestaltet werden, da infolge der Konvergenzbewegungen des Gebirges die Pfeiler und Schweben/Firnen so geschädigt sind, dass ein Luftaustausch über Kluft- oder Rissysteme zum restlichen Grubengebäude der Schachtanlage Asse II nicht ausgeschlossen werden kann. Um die unkontrollierte Ausbreitung von luftgetragener Radioaktivität zu vermeiden, ist bei der Bergung der Abfälle eine gezielte Abführung der Abwetter mit Unterdruckhaltung der ELK

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 22 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

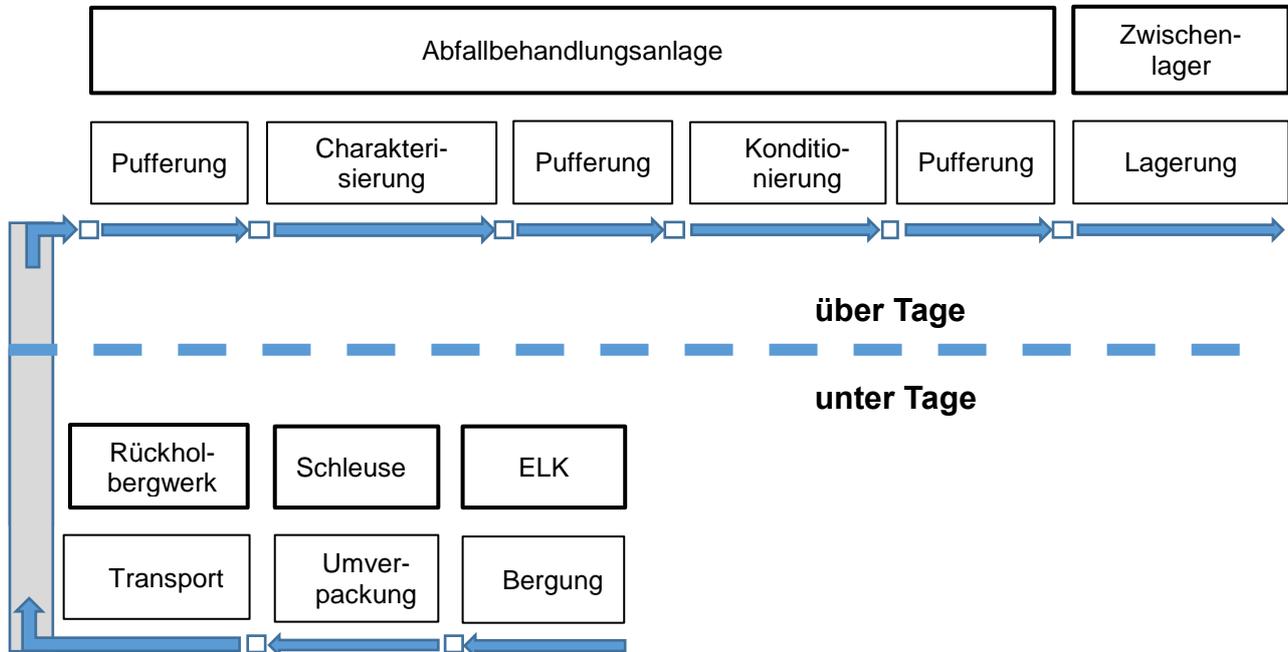


Abbildung 1: Über- und untertägige Prozesse bei der Durchführung der Rückholung.

gegenüber dem restlichen Grubengebäude (gerichtete Luftströmung vom Grubengebäude in die jeweilige ELK hinein) sowie die Einhaltung der genehmigten Ableitungswerte sicherzustellen. Die radiologisch gefilterte Abluft aus der jeweiligen ELK wird dann über einen separaten Weg abgeleitet. Die Bewetterung der jeweiligen ELK wird bei der Bergung der Abfälle auf das Minimum begrenzt. Für die primäre Reduzierung der Staubkonzentration in der ELK können bei Bedarf Filteranlagen im Umluftverfahren eingesetzt werden.

Beim Freilegen und Lösen der radioaktiven Abfälle kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Gebinde intakt angetroffen oder intakte Gebinde bei diesen Tätigkeiten nicht zerstört werden. Da die verwendeten Techniken jedoch ohnehin in der Lage sein müssen, lose Bestandteile der eingelagerten Abfälle bzw. Gebindeteile handhaben zu können, muss die unbeabsichtigte Zerstörung eines intakt angetroffenen Gebindes nicht ausgeschlossen, sollte aber trotzdem vermieden werden.

Der zweite Prozessschritt bei der Durchführung der Rückholung beschreibt die Umverpackung der geborgenen Abfälle in einer Schleuse. Die Schleuse bzw. das Schleusensystem unterteilt den Kontrollbereich und trennt den Kontrollbereich von einem Überwachungsbereich. Das Umverpacken der geborgenen Abfälle erfolgt in einer „Doppeldeckelschleuse“, sodass sichergestellt ist, dass die Umverpackungen außen kontaminationsfrei bleiben und nur die Innenflächen der Umverpackungen Kontaminationen tragen können.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 23 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Das Schleusensystem (Kontrollbereich) wird ebenfalls über eine gerichtete Luftströmung bewettert, sodass sichergestellt ist, dass die potentiell kontaminierten Abwetter das Schleusensystem nur über einen radiologischen Filter (Aerosolfilter) gereinigt verlassen.

Die Umverpackungen sind für den innerbetrieblichen Transport ausgelegt und verhindern die Freisetzung von Abfallbestandteilen und Aerosolen. Bei den Planungen wird angestrebt, deren Handhabungen (z. B. Transport, Schleusung) zu vereinfachen. Die Umverpackungen sind nicht gasdicht und enthalten ein Aerosolfilter, sodass ein Druckausgleich zwischen dem Inneren der Umverpackung und dem Umgebungsdruck jederzeit möglich ist. Hierdurch kann die Entstehung eines Überdrucks in der Umverpackung beispielsweise durch die Seilfahrt oder durch chemische Reaktionen ausgeschlossen werden.

Der innere Arbeitsbereich der Schleuse wird strahlenschutzseitig als Kontrollbereich eingeordnet. Hier werden Personen planmäßig tätig und führen z. B. Verdeckelungsarbeiten oder Kontaminationskontrollen an den Umverpackungen durch. Ist die Kontaminationsfreiheit an den Oberflächen der Umverpackung festgestellt, wird diese in den Überwachungsbereich ausgeschleust und im nächsten Prozessschritt zu Tage transportiert.

Der Transport der Umverpackungen findet über definierte Wege im Überwachungsbereich des Rückholbergwerks statt. Innerhalb des Transportprozesses werden vornehmlich zur Verringerung seiner Komplexität und der Verringerung der Anzahl notwendigen Umschlagpunkte so wenig Umschläge wie möglich vorgesehen (ungebrochener Transport). Die Transportmittel sind so beschaffen, dass diese die erforderliche Störfall- und Betriebssicherheit gewährleisten. Die Transportwege im Rückholbergwerk sollen nach Möglichkeit sählig verlaufen. Größere Höhenunterschiede im Rückholbergwerk werden über Blindschächte oder flache Rampen überwunden.

Der Schachttransport der Umverpackungen findet über den neu zu errichtenden Schacht Asse 5 statt. Am Füllort des Schachts Asse 5 werden die beladenen Umverpackungen auf den Förderkorb gesetzt und anschließend zu Tage gefördert.

In den nächsten Prozessschritten erfolgt die übertägige Abfallbehandlung. Die Einrichtungen zur Abfallbehandlung befinden sich angrenzend an das Betriebsgelände der Schachtanlage Asse II, sodass die Umverpackungen über Tage aus dem Förderkorb entnommen werden und mit geeigneten Transportmitteln in das Pufferlager der Abfallbehandlung gebracht werden. Hierbei findet kein Transport auf öffentlichen Verkehrswegen statt.

Das Pufferlager ist so dimensioniert, dass alle umverpackten und rückgeholt Abfälle darin aufgenommen werden können und es nicht zu einer Unterbrechung bei der Bergung der radioaktiven Abfälle kommt. Da bis zum Zeitpunkt der Charakterisierung ein Umgang mit Kernbrennstoffen zu unterstellen ist, werden die hierfür verwendeten Gebäudeteile des Pufferlagers für den Umgang mit Kernbrennstoffen ausgelegt.

Im Anschluss der Pufferung der beladenen Umverpackungen findet der Prozessschritt der Charakterisierung der rückgeholt radioaktiven Abfälle statt. Dieser Schritt ist für die weiteren

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 24 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA NNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Prozessschritte und die spätere Deklarierung zwingend. Hierbei sollen nach Möglichkeit zerstörungsfreie Messverfahren (z. B. Gammaskopie, Tomografie, Neutronenaktivierungsanalyse) zum Einsatz kommen, die ggf. eine Zuordnung der geborgenen radioaktiven Abfälle zu den dokumentierten Quelldaten bzw. Abfallströmen erlauben. Bei diesen Messverfahren können die rückgeholt radioaktiven Abfälle in den Umverpackungen verbleiben. Ggf. können auch intakte Gebinde aus den Umverpackungen entnommen und mit dem jeweiligen Messverfahren untersucht werden.

Sollte eine Untersuchung der Abfälle mit zerstörungsfreien Verfahren nicht möglich sein, so muss die Charakterisierung über eine Probennahme erfolgen. Diese Probennahme findet in einem abgeschirmten Raum statt. Eine wichtige Fragestellung bei der Charakterisierung ist die Feststellung, ob der rückgeholt radioaktive Abfall kernbrennstoffhaltig ist oder als sonstiger radioaktiver Stoff behandelt werden kann.

Nach der Charakterisierung der Abfälle werden die Umverpackungen, in denen sich die charakterisierten Abfälle befinden, nach einer erneuten Pufferung der Konditionierung zugeführt. Das Pufferlager unterstützt hierbei die transportlogistischen Vorgänge und hilft Verzögerungen auszugleichen. In den Einrichtungen zur Konditionierung werden die charakterisierten Abfälle für eine Zwischenlagerung behandelt. Sollten zu diesem Zeitpunkt bereits Endlagerbedingungen für die spätere Endlagerung der rückgeholt radioaktiven Abfälle bekannt sein oder sollte eine entsprechende Annahme getroffen werden, so können die Abfälle auch mit dem Ziel der Endlagerung konditioniert und hierbei neu verpackt werden.

Im Prozessschritt der Konditionierung werden die Abfälle getrocknet, ggf. kompaktiert, verfestigt, entsprechend ihrer analysierten Nuklide und chemotoxischen Bestandteile sortiert, deklariert und neu verpackt. Die so behandelten Abfälle können dann weiter gehandhabt werden (Transport, Zwischenlagerung oder ggf. Endlagerung). Vergleichbare Abläufe finden auch für kontaminierte Lösung oder kontaminiertes Salzgrus Anwendung.

Im letzten Prozessschritt werden die konditionierten und anforderungsgerecht verpackten Abfälle der Zwischenlagerung zugeführt. Das Pufferlager unterstützt hierbei die transportlogistischen Vorgänge.

2.4. Planungsphasen und deren Inhalte

Die Einteilung der Planungsarbeiten in die Leistungsphasen gemäß der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) ist für die Rückholungsplanung u. a. aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an den Planungstiefgang im atom- und strahlenschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren im Vergleich zum bergrechtlichen Zulassungsverfahren nicht zweckmäßig. Deshalb erfolgt die Einteilung in die drei Planungsphasen (Leistungsphasen) Konzeptplanung (KPL), Entwurfsplanung (EWP) und Genehmigungserlangungs- und Ausführungsplanung (AFP). Dies ist in Abbildung 2 schematisch dargestellt. Die Inhalte und der Tiefgang in den einzelnen Planungsphasen sind nachfolgend beschrieben.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 25 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

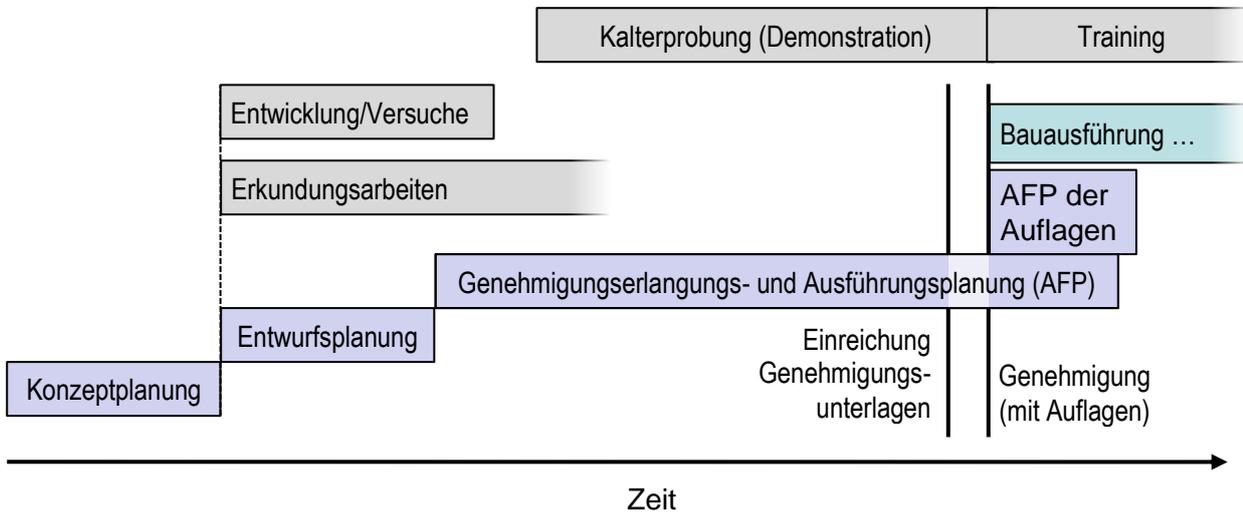


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Planungsphasen für die Rückholungsplanung und Einordnung weiterer für die Genehmigungserlangung wichtiger Arbeiten (Erkundungsarbeiten, Entwicklungsarbeiten und Versuche, Kalterprobung, ...).

Die **Konzeptplanung** beinhaltet die Grundlagenermittlung, die Vorplanung sowie die Durcharbeitung eines Planungskonzeptes einschließlich der Festlegung aller Systeme und Anlagenteile in Bezug auf die Funktionalität unter besonderer Berücksichtigung der bergbaublichen und strahlenschutztechnischen rechtlichen Rand- und Rahmenbedingungen. Teil einer Konzeptplanung ist auch ein Sicherheits- und Nachweiskonzept, in dem dargelegt wird, wie die zur Erlangung einer Genehmigung erforderlichen Nachweise erbracht werden sollen. Weiterhin ist im Rahmen der Konzeptplanung ein ELK-spezifisches Erkundungskonzept zu erarbeiten, in dem aufgezeigt werden soll, welche Erkundungsarbeiten erforderlich sind, um die für die weiteren Planungsarbeiten sowie die Nachweisführung erforderlichen Daten zu gewinnen und entsprechende Kenntnislücken zu schließen. Die Konzeptplanung beinhaltet außerdem eine grobe Terminplanung und eine erste Kostenschätzung ($\pm 30\%$).

In der **Entwurfsplanung** wird das technische Konzept weiter untergliedert. Die technischen Anlagen und Anlagenteile werden berechnet und bemessen. Die Funktionsschemata und Prozessschritte werden weiter fortgeschrieben und detailliert. Bedarfswerte für Energie und Medien werden ermittelt. Ableitungswerte werden berechnet. Das Sicherheits- und Nachweiskonzept wird fortgeschrieben und detailliert. Einzelne Nachweise werden bereits erbracht, sofern die erforderlichen Daten dazu vorliegen. Begleitend zur Entwurfsplanung und Genehmigungserlangungsplanung kann das ELK-spezifische Erkundungsprogramm umgesetzt werden. Die Ergebnisse aus den **Erkundungsarbeiten** (Abbildung 2) sind wichtige Eingangsgrößen für die Planungsarbeiten bzw. Nachweisführungen. Weiterhin werden begleitend zur Entwurfsplanung Entwicklungsarbeiten und Versuche z. B. zur Bergetechnik oder zu anderen wichtigen Anlagenteilen durchgeführt, um die Arbeitsweise dieser Anlagenteile zu testen und zu optimieren (Abbildung 2, „**Entwicklung/Versuche**“). Die in den

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 26 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Versuchsdurchführungen gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Entwurfsplanung ein. Im Rahmen der Entwurfsplanung sind auch die Terminplanung und die Kostenschätzung fortzuschreiben und zu detaillieren.

Im Rahmen der **Genehmigungserlangungs- und Ausführungsplanung** werden zunächst alle für den Genehmigungsantrag erforderlichen Unterlagen erstellt. Dazu gehören alle detaillierten Planungsunterlagen, alle Beschreibungen und Berechnungen zu den einzelnen Anlagen und Anlagenteilen sowie alle im Rahmen der atom- und strahlenschutz- sowie bergrechtlichen Genehmigungs- und Zulassungsverfahren zu erbringenden Nachweise zur Erfüllung der Genehmigungs- bzw. Zulassungsvoraussetzungen. Einige der zu erstellenden Genehmigungsunterlagen werden bereits das Detaillierungsniveau von Ausführungsplanungen aufzuweisen haben. Begleitend zur Erstellung der Genehmigungsunterlagen werden wichtige Anlagenteile als **Kalterprobung** aufgebaut, um den Genehmigungsbehörden die Funktionstüchtigkeit und -sicherheit demonstrieren zu können (Abbildung 2). Nach Erteilung der Genehmigung kann mit den auflagenfreien Teilen der Bauausführung begonnen werden. Parallel dazu sind ggf. die Auflagen der Genehmigungsbehörden in die Ausführungsplanung einzuarbeiten. Während die Kalterprobung im Rahmen der Genehmigungserlangungsplanung und während der Phase der Genehmigung der Demonstration der Anlage dient, kann es nach Genehmigungserteilung zu Trainingszwecken verwendet werden und später im laufenden Betrieb der Rückholung zur Übung bzw. zur Vorbereitung von Interventionsarbeiten.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 27 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

3. Technische Konzepte der Bergung

Die radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II sind in 13 Einlagerungskammern auf den drei Sohlen 511 m, 725 m und 750 m eingelagert (in Abbildung 3 rot markiert). Auf der 511-m-Sohle befindet sich die Einlagerungskammer (ELK) 8a/511 und auf der 725-m-Sohle befindet sich die ELK 7/725. Die weiteren 11 Einlagerungskammern 1/750, 2/750, 2/750 Na2, 4/750, 5/750, 6/750, 7/750, 8/750, 10/750, 11/750 und 12/750 befinden sich auf der 750-m-Sohle.

Ein frühzeitiger Start der Rückholung der radioaktiven Abfälle ist am ehesten mit Einlagerungskammern realisierbar, die möglichst günstige Randbedingungen für Planung, Genehmigung und Durchführung der Rückholung aufweisen. Voraussetzung dafür ist ein hoher Kenntnisstand wichtiger Eigenschaften, insbesondere der *Atmosphäre* in der Einlagerungskammer und des *lokalen Gebirgszustandes* im Umfeld der Einlagerungskammer [BfS 2016]. Diese wichtigen Eigenschaften sind derzeit nur bei den Einlagerungskammern ELK 7/725 und ELK 8a/511 hinreichend bekannt. Deshalb ist es für einen frühzeitigen Start der Rückholung am aussichtsreichsten, mit einer dieser beiden Einlagerungskammern zu beginnen.

Die ELK 7/725 ist heute noch zugänglich, wird bewettert und als Lager für betriebliche radioaktive Abfälle verwendet. In dieser ELK ist im Vergleich zur ELK 8a/511 (MAW-Kammer) bei der Rückholung eine vergleichsweise geringe Ortsdosisleistung zu erwarten. Deshalb wird davon ausgegangen, dass die Rückholung aus der ELK 7/725 sowie deren Planung vergleichsweise einfacher ist als

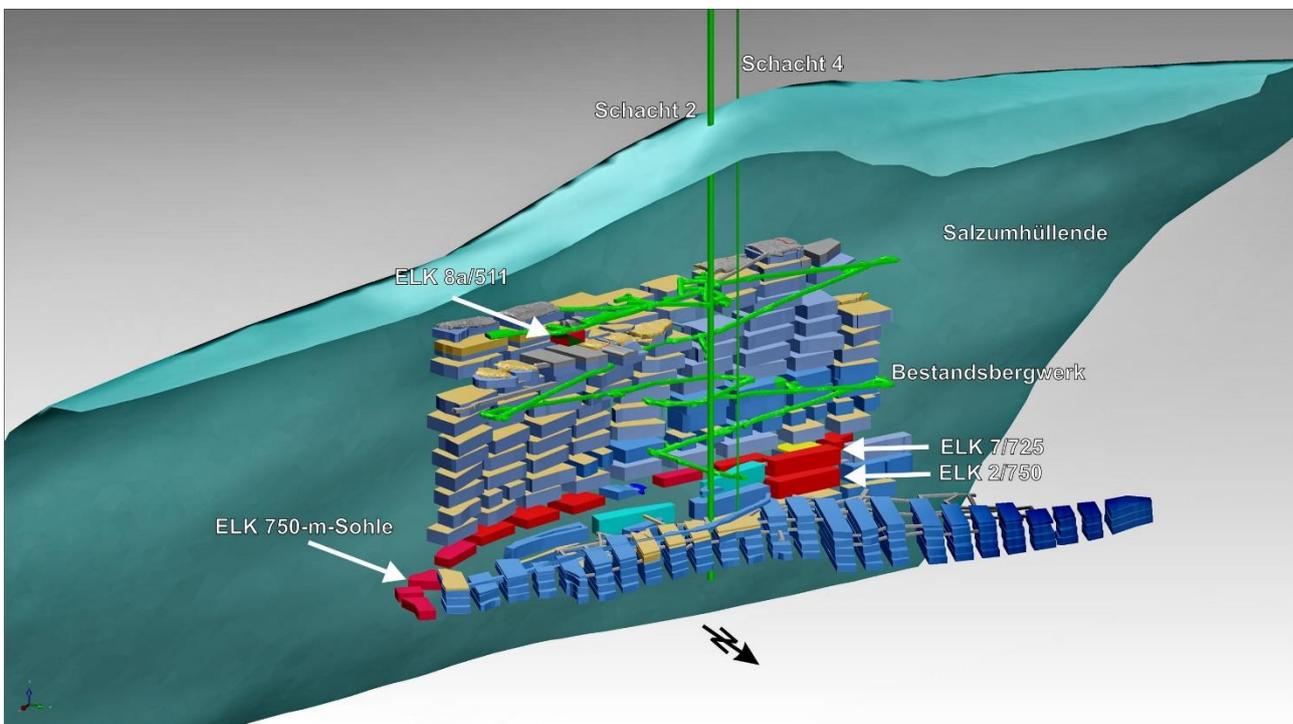


Abbildung 3: Einlagerungskammern auf unterschiedlichen Sohlen im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 28 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

aus der ELK 8a/511. Die Rückholung sollte deshalb nach Möglichkeit mit der ELK 7/725 begonnen werden. Sollte sich im Verlauf der weiteren Planungsarbeiten ergeben, dass früher mit der ELK 8a/511 begonnen werden könnte, dann sollte die Reihenfolge entsprechend angepasst werden. Mit dem frühzeitigen Start der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus ELK 7/725 (oder ggf. ELK 8a/511) können wichtige Erfahrungen für die weiteren Arbeiten zur Rückholung gesammelt werden. Die weitere Reihenfolge der Rückholung der einzelnen Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle ist im Rahmen der derzeit laufenden Konzeptplanung der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle noch festzulegen.

Die Umsetzung von nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit den Rückholungsmaßnahmen stehenden Vorsorgemaßnahmen im Rahmen der Notfallplanung wird nicht behindert oder wesentlich verzögert.

Grundvoraussetzung bei den Planungen zur Rückholung der radioaktiven Abfälle ist die Einhaltung der Schutzziele (z. B. Sicherstellung der Unterkritikalität, Einschluss der radioaktiven Stoffe). Dazu ist von bergtechnischer Seite die Herstellung bzw. Erhaltung der bergbaulichen Sicherheit und der Gebrauchstauglichkeit der Grubenbaue zwingende Voraussetzungen bei den Planungen. Aus der Gesamtheit dieser Aspekte werden die folgenden, grundlegenden Planungsprämissen gebildet:

- Einhaltung der Dosisgrenzwerte und Störfallplanungswerte.
- Auffahrungen mit möglichst kleinen Querschnitten, insbesondere im Umfeld der Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle damit das Tragsystem nur geringfügig geschwächt wird.
- Weitere Streckensysteme (insbesondere mittel- bis langfristig offenzuhaltende Strecken) sollten unterhalb der 750-m-Sohle in nur gering durchbauten Bereichen erfolgen.
- Die Offenhaltungsdauer der Grubenräume sollte minimiert werden.
- Bestenfalls erfolgt der Einsatz bergbauüblicher, mindestens aber bergbautauglicher Technik mit möglichst geringer Komplexität und hoher Robustheit. ("Technik folgt dem Berg")
- Die Zerstörung von Gebinden ist nach Möglichkeit zu vermeiden.
- Minimierung der Staubentwicklung zur Begrenzung der Ableitungswerte.
- Das Versetzen von zugänglichen bzw. nicht oder teilversetzten Einlagerungskammern erfolgt nur, wenn es für die Durchführung des Rückholungsverfahrens notwendig oder aus gebirgsmechanischen Gründen unaufschiebbar ist.

Die Planung der Rückholung erfolgt in drei Planungssträngen entsprechend der einzelnen Sohlen. Die bisher erarbeiteten technischen Konzepte zur Rückholung sind nachfolgend für die einzelnen Sohlen dargestellt.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 29 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

3.1. Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725

3.1.1. Ausgangssituation

Die ELK 7/725 befindet sich stratigraphisch im Staßfurtsteinsalz (Na2), das im Hangenden des Hauptsalzes der Staßfurt-Serie (Na2ß) lagert und liegt im Baufeld im Sattelkern westlich von Schacht Asse 2 und Schacht Asse 4. Das Baufeld im Sattelkern liegt im Lastschatten der Südflanke, welche maßgeblich für die gebirgsmechanischen Reaktionen des Gesamtsystems bestimmend ist. Westlich der Einlagerungskammer liegt der Abbau 8/725 Na2 und östlich der Abbau 6/725 Na2. Unterhalb befindet sich die ELK 2/750 Na2. In der Abbildung 4 ist die ELK 7/725 im Seigerriss dargestellt.

Die gebirgsmechanische Situation des Umfeldes der ELK 7/725 wird maßgeblich durch die Auswirkungen des hohen Durchbaungsgrades des Grubengebäudes, die geringen Pfeilerabmessungen im Umfeld sowie der Lage der Wendel nördlich der ELK 7/725 geprägt. Oberhalb der ELK 7/725 befinden sich keine weiteren Abbaue. Nordwestlich der ELK 7/725 befindet sich ein ca. 100 m mächtiger Bereich unverritzten Gebirges. Aufgrund der bergbaulichen Situation der ELK 7/725 mit der nur teilweisen Verfüllung durch Salzgrus ist davon auszugehen, dass kein nennenswerter Versatzdruckaufbau stattgefunden hat, d. h. die Eindämmung der seitlichen Pfeiler der ELK 7/725 zu den Abbauen 6/725 Na2 und 8/725 Na2 erfolgt im Wesentlichen durch die Eigenmasse des Versatzmaterials.

Im Jahr 1932 ist der Abbau 7/725 (heute ELK 7/725) auf der 725-m-Sohle ausgehend vom Abbau 6/725 aufgefahren und im Sohlenniveau erschlossen worden. Von Oktober 1975 bis zum Januar 1977 wurden in die ELK 7/725 insgesamt 8 530 Gebinde mit einem Gesamtaktivitätsinventar von 7,7E+14 Bq zum Stichtag 1. Januar 1980 mittels Abkipptechnik eingelagert.

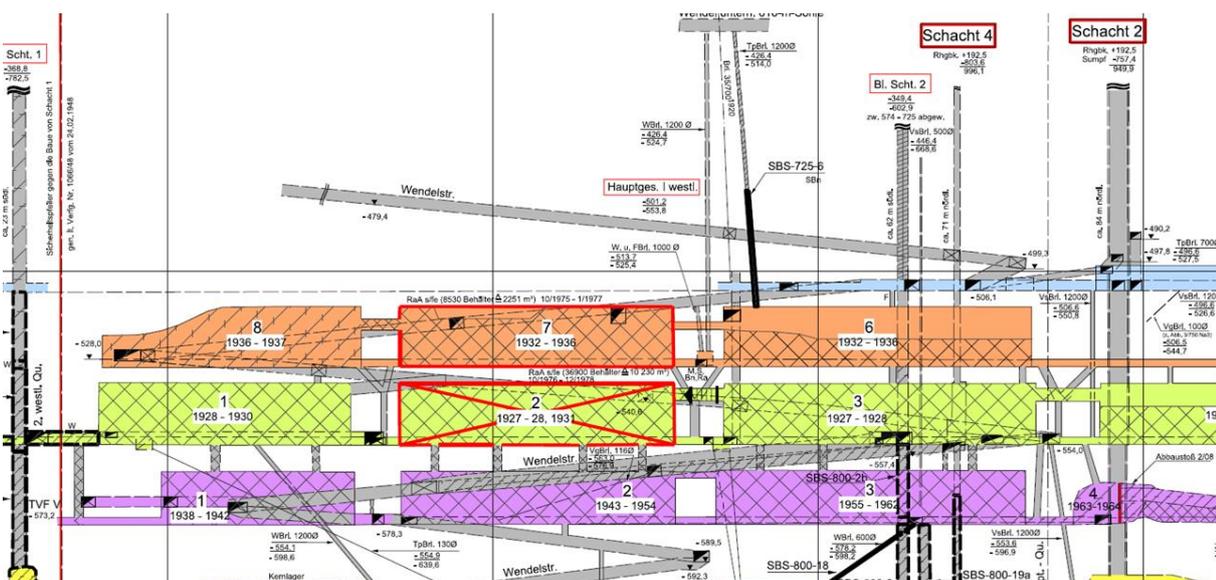


Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Seigerriss und Längsschnitt mit Blickrichtung nach Norden.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 30 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Die ELK 7/725 besitzt ein geschätztes Leervolumen von ca. 14 000 m³ und ein Salzgrusvolumen von ca. 10 200 m³. In der Abbildung 5 sind die verschiedenen Volumina schematisch dargestellt. Von den vier dargestellten Bereichen ist gegenwärtig noch der Bereich [d] befahrbar. Bereits während der Einlagerung der Abfälle in Abkipptechnik wurde Salzgrus auf die Gebinde gegeben [a]. Im Jahr 2009 wurde der westliche Bereich der ELK 7/725 im Zuge einer Sicherungsmaßnahme wegen der Bildung von Abschalungen an der Firste mit einer zusätzlichen Schicht Salzgrus versehen [c], um so die dort noch freiliegenden Gebinde vor einem Lösefall zu schützen. Der Firstbereich wurde nachgeschnitten und mit Anker zusätzlich gesichert. Die ELK 7/725 kann nach Durchführung dieser Sicherheitsmaßnahme und unter Berücksichtigung der markscheiderischen Vermessung mit Stand vom 3. Juni 2009 wie folgt beschrieben werden:

- Die östliche Hälfte der ELK 7/725 ist nahezu firstbündig mit Salzhaufwerk versetzt.
- Die westliche Hälfte der ELK 7/725 ist teilversetzt.
- Die max. freie Höhe im teilversetzten Bereich wurde mit 5 m gemessen.
- Die Gebinde sind im Bereich der ehemaligen Abkippböschung mit mindestens 0,6 m Salzhaufwerk überdeckt.
- Die ELK weist ein Resthohlraumvolumen von ca. 1 577 m³ auf.

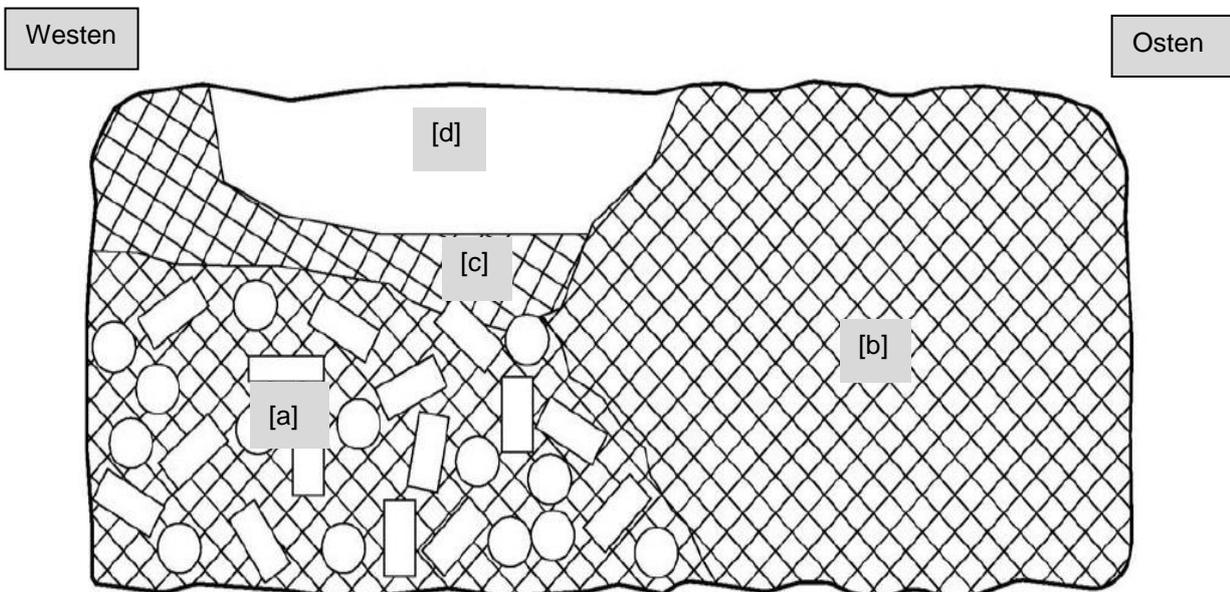


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Einlagerungssituation in der ELK 7/725 zum Stand 03.06.2009; [a] Gebinde-Salzgrus-Gemisch, [b] nach 1996 eingebrachtes Salzhaufwerk, [c] im Mai 2009 im Rahmen der Firstsanierungsmaßnahmen eingebrachtes Salzhaufwerk, [d] unverfüllter Bereich.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 31 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

3.1.2. Technische Umsetzung

Die Arbeiten zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725 werden in Schwerpunktthemen zusammengefasst und im Folgenden den in Abschnitt 2.1 benannten Phasen der Vorbereitung, der Durchführung der Rückholung und der Nachbereitung zugeordnet:

Vorbereitung:

Hierunter fallen im Wesentlichen die Arbeiten zur Aufwältigung und Sicherung der für das Rückholverfahren notwendigen Arbeitsbereiche sowie der Einbau der Rückholtechnik. Es erfolgt kein Umgang mit den eingelagerten radioaktiven Abfällen.

Herausholen der radioaktiven Abfälle (Durchführung der Rückholung):

Hierunter fallen sowohl die mit dem Herausholen der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725 unmittelbar verbundenen Arbeitsschritte wie das Lösen und Freilegen, das Laden und der Transport innerhalb der ELK 7/725 als auch das Umverpacken, Schleusen und Transportieren der herausgeholt radioaktiven Abfälle zu Tage.

Nachbereitung:

Hierunter fallen der Rückbau der Rückholtechnik, die Erfassung der Restkontamination der ELK 7/725 sowie deren vollständige Verfüllung.

Die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725 erfolgt in Abwandlung bergbaulicher Gewinnungsverfahren und wird dementsprechend als eine *Langfrontartige Bauweise mit vertikaler Abbaurichtung* beschrieben. Zur Bergung, also zum Freilegen, Lösen und Laden, wird dabei flurgeführte Technik verwendet, während der Transport innerhalb der ELK 7/725 mittels firstgeführter Technik erfolgt. Kennzeichnend für den dadurch erreichten Vorteil der prozesstechnischen Entkopplung zwischen der Rückhol- und der Transporttechnik ist, dass insbesondere das Freilegen und das Lösen der Gebinde weitgehend unabhängig von den Transportprozessen, die unmittelbar von den Handhabungsvorgängen (z. B. radiologische Messungen) innerhalb der Schleuse abhängig sind, erfolgen kann. Somit bleibt die Bergetechnik im Zeitraum zwischen dem Abtransport eines beladenen Innenbehälters und der Bereitstellung eines leeren Innenbehälters verfügbar.

In der Abbildung 6 ist die Situation innerhalb und in der unmittelbaren Umgebung der ELK 7/725 nach Abschluss aller Vorbereitungsmaßnahmen vereinfacht dargestellt. Nach dem Entfernen von Versatzmaterial im Firstbereich, dem Nachschnitt und der Sicherung der Firste wird die firstgeführte Transporttechnik (Einschienenhängebahn) eingebracht, das im östlichen Teil befindliche Salzhautwerk entweder verfestigt oder falls notwendig aufgewältigt und mit kohäsiven Baustoff verfüllt. Die Bauwerke und Einrichtungen der Schleusen werden im bestehenden westlichen und im aufzuwältigenden östlichen Zugang eingerichtet. Nördlich der ELK 7/725 werden in dort anstehenden Steinsalz Infrastrukturräume geschaffen.

Spätestens zum Herausholen der radioaktiven Abfälle erfolgt die Lüftungstechnische Trennung des Arbeitsbereiches innerhalb der ELK 7/725 und der Schleusenbauwerke vom sonstigen Grubengebäude. Die Abwetter aus diesen Raumbereichen werden über einen radiologischen Filter und gesonderte Abwetterwege zu Tage geführt und direkt in das Ableitbauwerk gegeben. Nach

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 32 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

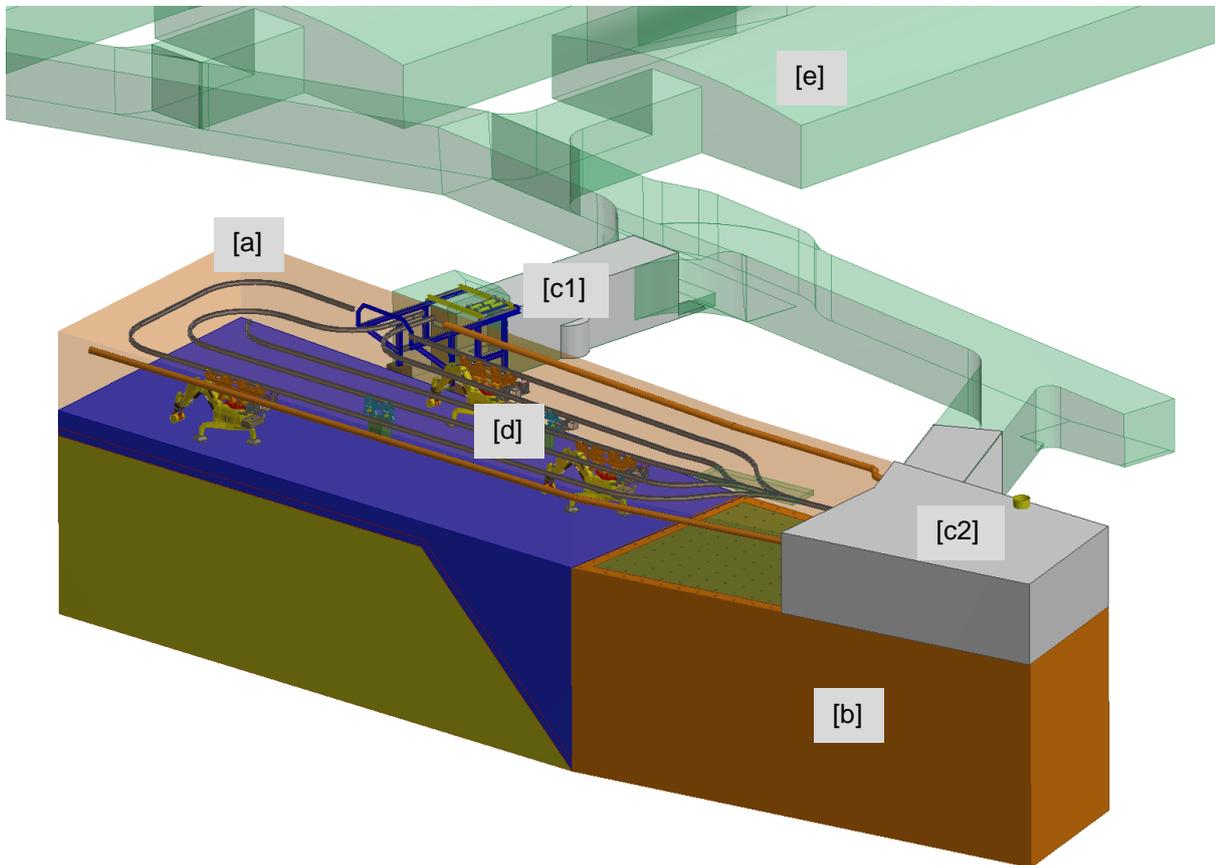


Abbildung 6: Vereinfachte übersichtsmäßige räumliche Darstellung der innerhalb der ELK 7/725 und deren unmittelbaren Umgebung im Rahmen der Vorbereitung der Rückholung; die Firste wurde nachgeschnitten und gesichert [a], der Salzversatz im Ostteil verfestigt [b], die Schleusen eingerichtet [c] und die Bergetechnik eingebracht [d]; nordwestlich der ELK 7/725 wurden Infrastrukturräume [e] erstellt.

vorlaufender Lokalisierung der nächstliegenden Gebinde (z. B. visuelle Erkennung, Metalldetektion) wird zum Freilegen, Lösen und Laden der Gebinde der in Abbildung 7 dargestellte Tripod-Bagger mit geeigneten Werkzeugen (z. B. Reißhaken, Hydraulikhammer, Fassgreifer) verwendet. In seiner Funktionalität entspricht dessen Oberwagen weitgehend der eines Tunnelbaggers. Am Unterwagen sind wichtige Konstruktionsprinzipien des praktischen Strahlenschutzes konsequent umgesetzt, wie beispielsweise kleine, leicht dekontaminierbare Oberflächen, die Vermeidung einer zerklüfteten Konstruktion sowie lösbare Aufstandspratzen, die zur Abstützung der Tripod-Eigenmasse und der Lösekraft dienen und im Bedarfsfall innerhalb des Arbeitsbereiches verbleiben können. Darüber hinaus ist es notwendig, oberhalb der Gebinde eine hinreichend mächtige Aufstandsfläche für den Tripod-Bagger aus Salzgrus zu schaffen. Insbesondere aus Gründen der Interventionsfähigkeit aber auch zur Höhenüberwindung bei fortschreitender Leerung der ELK 7/25 wird der gesamte Tripod-bagger firstgeführt an einer Einschienenhängebahn mit Hubwerk bewegt.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 33 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

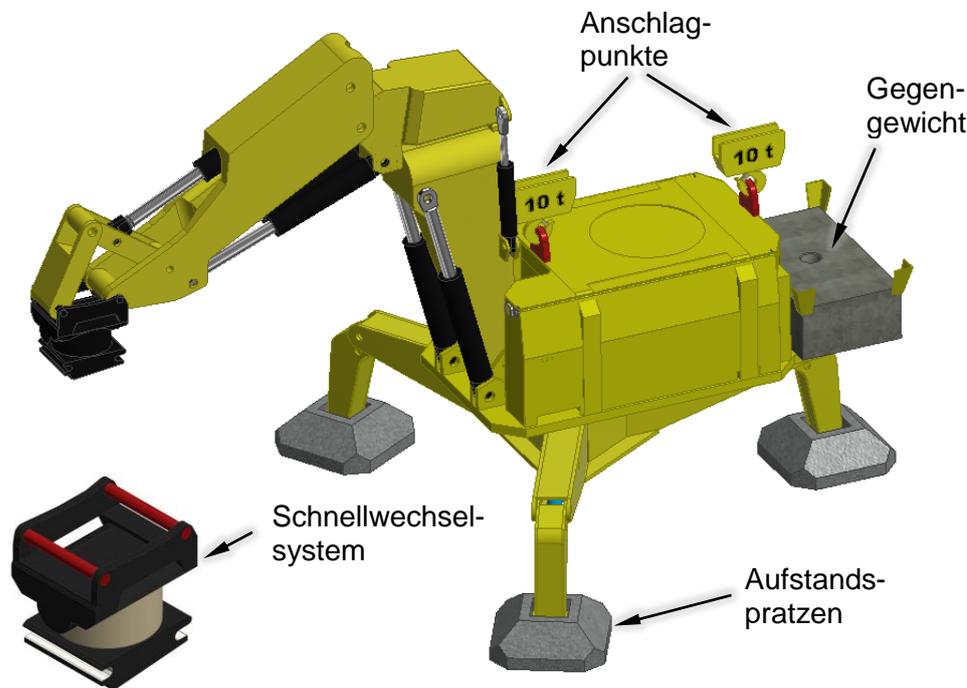


Abbildung 7: Tripod-Bagger mit symbolisierten Anschlagpunkten, Aufstandspratzen und Werkzeugschnellwechselsystem.

Die zur Rückholung einzusetzenden Maschinen müssen sowohl den Anforderungen des Atom- und Strahlenschutzrechtes entsprechen als auch bergrechtlich zugelassen sein. Hierbei wird in einem Bewertungsverfahren durch den Hersteller die Ermittlung der Konformität der für Maschinen geltenden bergbaulichen Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen durchgeführt. Der Betreiber der Maschine wird zum Hersteller, wenn die Gesamtkonformität einer Anlage als Ganzes zu bewerten ist oder er wesentliche Veränderungen an der Maschine durchführt oder er selbst neue Maschinen für die Eigennutzung baut und in Betrieb nimmt.

Der Schwerpunkt im atom- und strahlenschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren liegt im Nachweis der Erfüllung der Schadensvorsorge. Dabei wird im Gegensatz zum Bergrecht der Nachweis nach dem Stand von Wissenschaft und Technik gefordert, der zum Teil durch untersetzende Regelungen konkretisiert ist. Da im Rahmen der Umgangsgenehmigung diese Nachweise für die verwendeten Maschinen zu erbringen sind und die Maschinennutzung zu beschreiben ist, wird die Durchführung einer Kalterprobung insbesondere zum Nachweis der Funktionssicherheit notwendig sein (Abschnitt 2.4).

Der Transport der Abfälle zur Schleuse innerhalb der ELK 7/725 erfolgt zur Gewährleistung der notwendigen Störfallsicherheit bereits in einer ersten Verpackung, dem sogenannten Innenbehälter. Dieser wird von der Schleuse her über einen eigenständigen Strang einer Einschienenhängebahn in Reichweite des Tripods transportiert, sodass durch diesen ein freigelegtes und gelöstes Gebinde eingeladen werden kann. Der befüllte Innenbehälter wird zur Schleuse transportiert und direkt über

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 34 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

eine Doppeldeckelschleuse in die zur Sicherstellung der Transportfähigkeit innerhalb des Grubengebäudes (z. B. Reduktion der Direktstrahlung, Kontaminationsfreiheit) notwendige Umverpackung eingestellt. Nach dem Transport der nunmehr umverpackten radioaktiven Abfälle erfolgt deren Förderung zu Tage und der Transport ins übertägige Pufferlager. Zur Sicherstellung reibungsloser logistischer Prozesse wird für die umverpackten radioaktiven Abfälle zwischen jedem Transportschritt die Möglichkeit einer Pufferung vorgesehen.

Nachdem die radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725 rückgeholt wurden, erfolgt die zur späteren Stilllegung notwendige Erfassung der verbleibenden Restkontamination. Nach anschließender Teilverfüllung mit kohäsivem Baustoff erfolgt der vollständige Rückbau der firstgeführten Komponenten der Berge- und Transporttechnik. Die Verwendung eines kohäsiven Baustoffs ist zur Verbesserung der Tragfähigkeit der Schewebe zur darunterliegenden ELK 2/750 Na2 notwendig. Nachdem die Schleusenbauwerke durch Verschlussbauwerke in den Zugängen ersetzt wurden, erfolgt die restliche Verfüllung des Hohlraums der ELK 7/725 mit einem kohäsiven Baustoff.

3.2. Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511

3.2.1. Ausgangssituation

Die ELK 8a/511 liegt im oberen Baufeldrand der Südflanke und wurde 1961/62 als einer der letzten Abbaue auf der 511-m-Sohle im Leine-Steinsalz (Na3) aufgefahren. Zur Zeit der Einlagerung wies die ELK 8a/511 eine nahezu quadratische Grundfläche von ca. 500 m² und eine mittlere Höhe von 14 m auf.

Die Einlagerung von insgesamt 1293 Gebinden (200-l-Rollreifenfässer) mit mittel- sowie acht Gebinden mit schwachradioaktiven Abfällen erfolgte von August 1972 bis Januar 1977 mittels Abseiltechnik von der über der ELK befindlichen Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle aus. Diese im Leine-Steinsalz (Na3) stehende Beschickungskammer wurde 1967/68 in Vorbereitung der Einlagerung aufgefahren. Sie besitzt eine Grundfläche von ca. 130 m² und ist deutlich kleiner als die Einlagerungskammer, wie in Abbildung 8 dargestellt ist. Die beiden Grubenräume sind über acht Bohrungen, darunter die Beschickungsbohrung und die Wetterbohrung, durch die 6 m mächtige Schewebe verbunden.

Die eingelagerten radioaktiven Abfälle besitzen ein Gesamtaktivitätsinventar von 3,13E+15 Bq (Bezugsdatum 1. Januar 1980).

Fotografische Aufnahmen aus der Einlagerungszeit zeigen eine unebene Sohle und intakte Firste und Stöße ohne Abschaltungen oder Risse. Infolge vergleichsweise kurzer Standzeiten im Steinsalz, unterstützt durch die Ergebnisse aktueller EMR-Messungen werden bergbauübliche Sicherungsmaßnahmen als hinreichend für die Durchführung der Rückholung bewertet. Des Weiteren ist die Kammeratmosphäre aufgrund der Sonderbewetterung bekannt. Eine explosionsfähige Atmosphäre ist nicht zu unterstellen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 35 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNA AANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

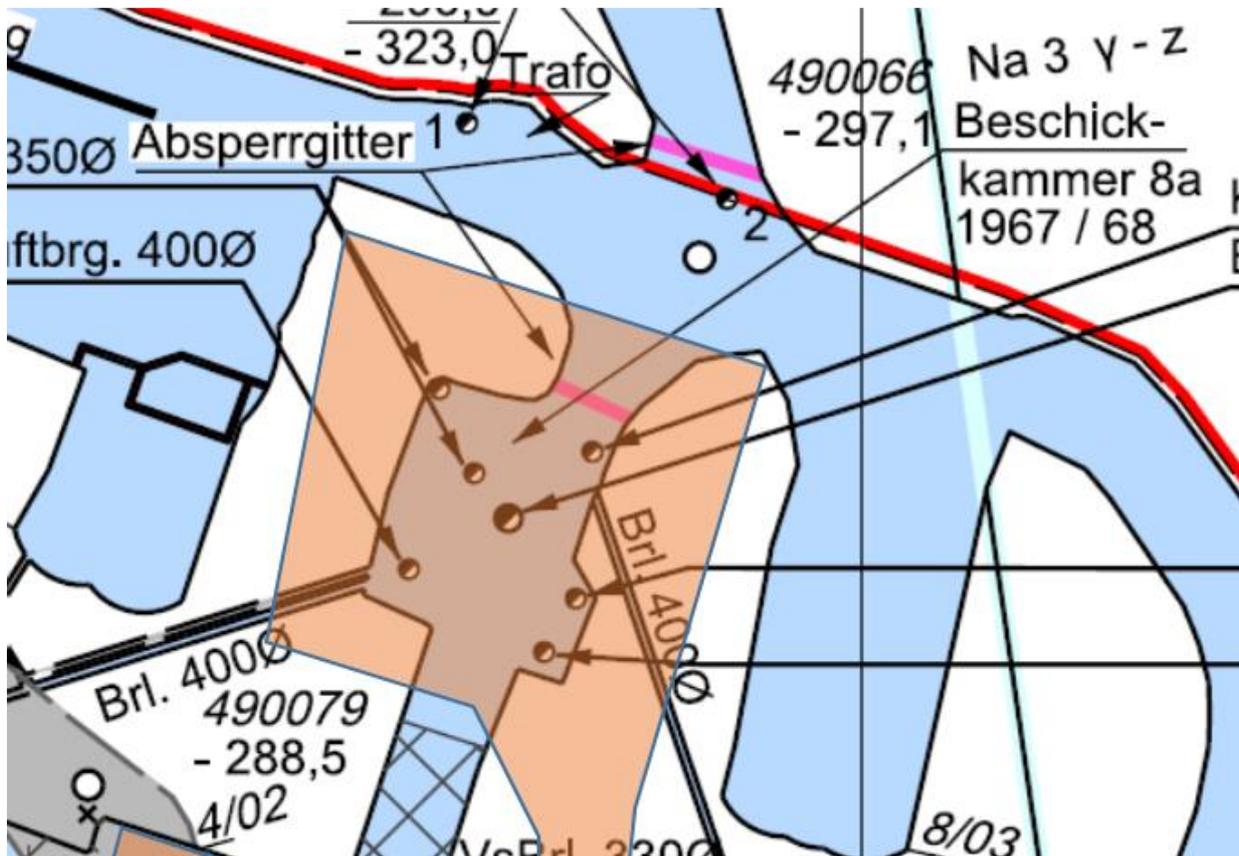


Abbildung 8: Ausschnitt aus dem Sohlenriss der 490-m-Sohle mit projizierter Einlagerungskammer 8a/511.

3.2.2. Technische Umsetzung

Vergleichbar wie die Arbeiten zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725 können auch die Arbeiten zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 in die Phasen der Vorbereitung, der Durchführung der Rückholung und der Nachbereitung mit folgenden Schwerpunkttätigkeiten unterteilt werden:

Vorbereitung:

Hierunter fallen im Wesentlichen alle vorbereitenden Maßnahmen wie die Aus- und Vorrichtungen, die Arbeiten zum Öffnen und Sichern der ELK sowie die Einrichtung der Arbeitsbereiche und der Aufbau der Schleusen.

Herausholen der radioaktiven Abfälle (Durchführung der Rückholung):

Hierunter fallen die mit dem Herausholen der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 unmittelbar

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 36 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

verbundenen Arbeitsschritte wie das Bergen der Gebinde, die Umverpackung der geborgenen Gebinde, das Schleusen und der (innerbetriebliche) Transport der umverpackten Gebinde.

Nachbereitung:

Hierunter fallen alle abschließenden Arbeiten wie der Rückbau der Rückholtechnik, die Erfassung der Restkontamination in der ELK 8a/511 sowie deren vollständige Verfüllung.

Im Hinblick auf die Wahrscheinlichkeit möglicher anzutreffender Ausgangssituationen in der ELK 8a/511 wurden drei Rückholkonzepte entwickelt. Das erste Konzept (Grundkonzept) beschreibt die Vorgehensweise der Rückholung für den wahrscheinlichsten Fall der anzutreffenden Ausgangssituation. Diese geht davon aus, dass die Stöße und Firste in der ELK 8a/511 zwar Schädigungen aufweisen, denen aber mit bergbauüblichen Sicherungsmaßnahmen entgegen gewirkt werden kann. Im Weiteren wird unterstellt, dass die Sohle befahrbar und somit ein söhligiger Zugang in die ELK 8a/511 möglich ist.

Das zweite Konzept (Alternativkonzept) beschreibt die Vorgehensweise der Rückholung für den weniger wahrscheinlichen Fall, dass kein söhligiger Zugang in die ELK 8a/511 möglich ist.

Das dritte Konzept (Konzept mit Sichern der Firste durch deren Stützung mit Versatz) würde erst Anwendung finden, wenn der sehr unwahrscheinliche Fall eintritt, dass die ELK 8a/511 infolge starker Gebirgsschädigungen weder sicherbar noch befahrbar ist.

Die zukünftigen Planungsarbeiten werden sich am Grundkonzept orientieren, da die Wahrscheinlichkeit sehr groß ist, dieses umsetzen zu können. Sollten aber neue Erkenntnisse bzw. Erkundungsergebnisse vorliegen, die zeigen sollten, dass das Grundkonzept nicht umsetzbar ist, so käme das Alternativkonzept oder das Konzept mit Sichern der Firste durch deren Stützung mit Versatz zur Anwendung.

3.2.3. Grundkonzept

Das Grundkonzept geht von einer standsicheren, befahrbaren Sohle mit sicherbarer Firste und sicherbaren Stößen aus. Es kommt ausschließlich flurgebundene Technik zum Einsatz, die als Rad- oder Raupenfahrzeug ausgelegt sein kann. Die Auffahrung bis zum Zielgebiet erfolgt unter bergrechtlichen Bedingungen mit bergbauüblicher Technik. Als Zielgebiet wird ein Grubenraum bezeichnet, der sich nordöstlich der ELK 8a/511 im Niveau der zukünftigen Anbindung (beim Grundkonzept auf 511 m für einen söhligigen Zugang) befindet und im Zuge der Rückholung für Infrastruktur genutzt werden kann. Vom Zielgebiet ausgehend wird die Vorrichtungsstrecke in Richtung ELK aufgefahren. Diese Auffahrung endet in der Vorrichtungsstrecke in ausreichendem Abstand vor Erreichen der Einlagerungskammer. Im Anschluss wird die Schleuse in der Vorrichtungsstrecke aufgebaut. Das Öffnen der Kammer erfolgt wegen der notwendigen Aktivitätsrückhaltung erst nach Inbetriebnahme der Schleuse.

Bevor mit dem Bergen begonnen werden kann, ist zunächst die Firstsicherheit zu prüfen und ggf. die Firste zu sichern. Es wird davon ausgegangen, dass die Firste ggf. mit einfachen Mitteln (z. B.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 37 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Nachschnitten, lokaler Unterstüztungsbaubau und Ankerung, ggf. in Verbindung mit Injektionen) gesichert werden kann. Zunächst wird der zugangsnaher Bereich gesichert. Sobald dies erfolgt ist, kann ein Fahrzeug in den gesicherten Teil der ELK versetzt werden und ggf. weitere Sicherungsmaßnahmen durchführen. Die Beschaffenheit dieses Fahrzeuges, dessen Ausleger und Werkzeuge müssen so gestaltet sein, dass ein Arbeiten über den Gebindekegel hinweg möglich ist (Abbildung 9).

Sollte die Firste so stark geschädigt sein, dass ein Öffnen der ELK vor einer Sicherung nicht möglich ist, so müssen diese Arbeiten von außerhalb durchgeführt werden. Sobald die bergbauliche Sicherheit der ELK 8a/511 hergestellt ist, kann die Bergung mittels geeigneter Manipulatorfahrzeuge beginnen (Abbildung 10).

Um die Rückholung zügig durchführen zu können und beispielsweise Zeit bei Werkzeugwechsellvorgängen zu sparen, können – sofern die Platzverhältnisse innerhalb der ELK dies zulassen – mehrere Fahrzeuge mit unterschiedlichen Werkzeugen für verschiedene Handhabungsvorgänge eingesetzt werden. Ungeachtet der Anzahl der eingesetzten Fahrzeuge sollten diese in jedem Fall über ein einheitliches Werkzeugwechselsystem verfügen, um verschiedene Hebe-, Greif- und Lösewerkzeuge abhängig vom Gebindezustand nutzen zu können.

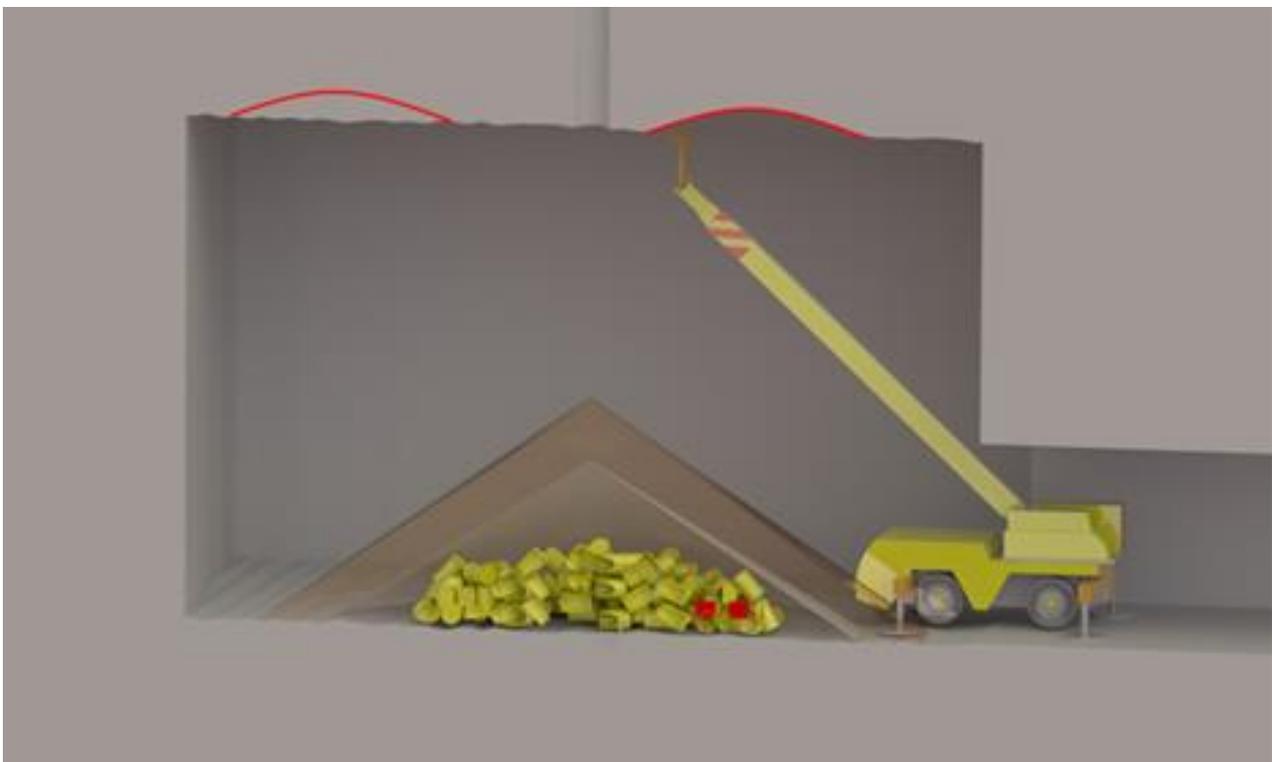


Abbildung 9: Sicherungsarbeiten der Firste von innerhalb der Einlagerungskammer - hier: Nachschneiden.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 38 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

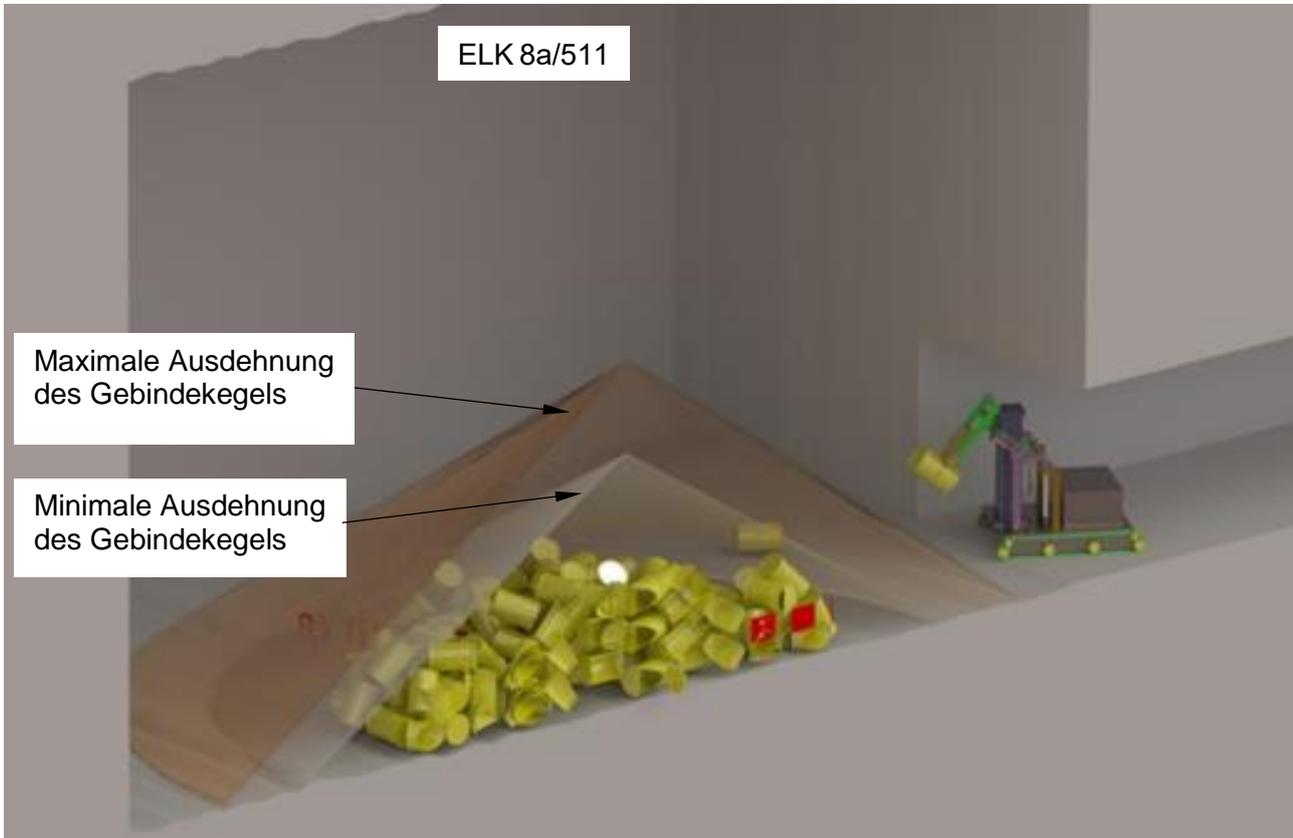


Abbildung 10: Bergung der Gebinde.

Mit den Fahrzeugen werden ein Gebinde oder Gebindeteile aufgenommen und deren Dosisleistung messtechnisch erfasst. Entsprechend der Dosisleistung werden die Gebinde oder Gebindeteile klassifiziert und in Innenbehälter mit anforderungsgerechter Abschirmung geladen. Aufgrund der zu erwartenden unterschiedlichen Dosisleistung der Gebinde ist nach aktuellem Planungsstand ein Behälterkonzept mit sechs Behälterklassen vorgesehen, die sich in ihrer Abschirmwirkung unterscheiden. Die Innenbehälter werden mittels eines Transportfahrzeugs in eine Umverpackung eingestellt und so für den kontaminationsfreien Transport außerhalb des Schleusenbauwerkes vorbereitet. Die äußerliche Kontaminationsfreiheit der Umverpackungen wird durch die Verwendung einer Doppeldeckelschleuse in der inneren Schleuse sichergestellt. Dabei befindet sich die Umverpackung in der Behälterschleuse innerhalb der ELK 8a/511. Die geöffnete Umverpackung ist an die Schleuse über ein Dichtsystem angedockt, sodass die Außenseite des Behälters keinen Kontakt mit der ELK-Atmosphäre hat.

Nach Einstellen der Innenbehälter in die Umverpackung wird der Innenbehälter zunächst mit einem Innendeckel verschlossen. Der Innendeckel ist mit der inneren Schleusentür (IS 3 in Abbildung 11) so verbunden, dass dessen Außenseite nicht in Kontakt mit der Kammeratmosphäre gerät. Die Umverpackung wird über ein Transportsystem (z. B. eine Rollenbahn wie in Abbildung 11 dargestellt) in die innere Schleuse transportiert. Die Umverpackung wird dort mit einem Außendeckel

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 39 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

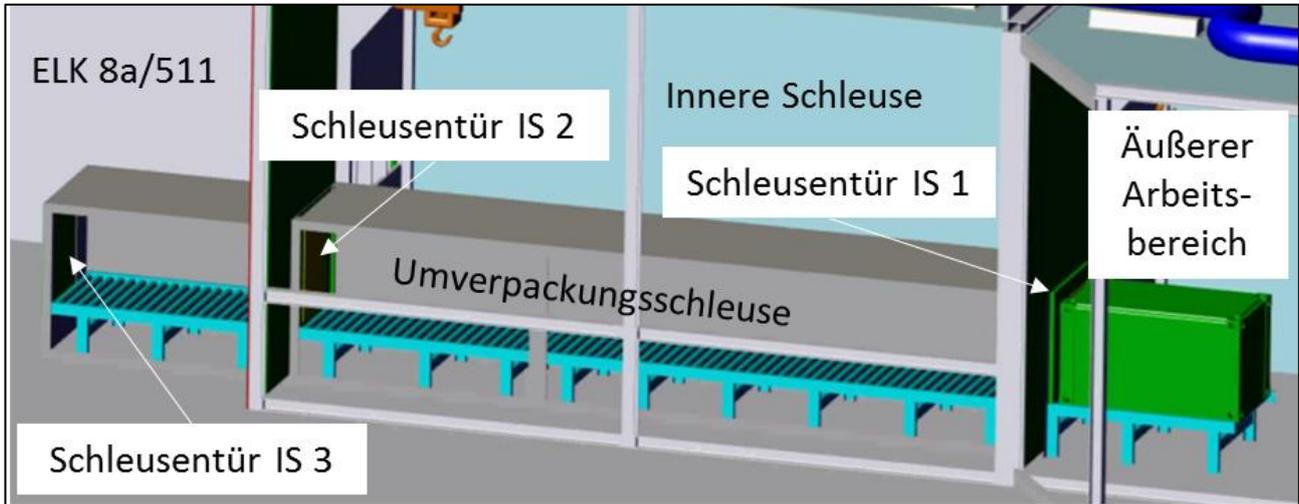


Abbildung 11: Schleusensystem für das Einschleusen leerer Umverpackungen und das Ausschleusen befüllter Umverpackungen.

verschlossen, welcher mit der Schleusentür IS 2 so verbunden ist, dass eine Kontaminationsfreiheit an der Außenseite sichergestellt ist. In der inneren Schleuse können verschiedene Daten der Umverpackungen erfasst werden, z. B. Gewicht und Dosisleistung an der Außenseite der Umverpackung. Nach einer abschließenden Kontaminationskontrolle an der Außenseite der Umverpackungen wird diese in den äußeren Arbeitsbereich der Schleuse weitertransportiert und zum untertägigen Transport bereitgestellt.

Nach dem Transport der nunmehr umverpackten radioaktiven Abfälle erfolgt deren Förderung zu Tage und der Transport ins übertägige Pufferlager. Zur Sicherstellung reibungsloser logistischer Prozesse wird für die umverpackten radioaktiven Abfälle zwischen jedem Transportschritt die Möglichkeit einer Pufferung vorgesehen.

Nachdem die radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 rückgeholt wurden, erfolgt die zur späteren Stilllegung notwendige Erfassung der verbleibenden Restkontamination. Anschließend werden die Einlagerungskammer und alle weiteren ausschließlich für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 genutzten Grubenräume mit Sorelbeton verfüllt, um weitere Gebirgsverformungen zu reduzieren.

3.2.4. Alternativkonzept

Im Unterschied zum söhlichen Kammerzugang im Grundkonzept liegt beim Alternativkonzept der Kammerzugang firstnah, da alle Tätigkeiten innerhalb der ELK 8a/511 mit Hilfe eines Krans erfolgen. Daher wird das Zielgebiet bei dieser Variante in einem Niveau von 500 m aufgefahren. Die Vorrichtungsstrecke wird, wie schon im Grundkonzept vorgesehen, vom Zielgebiet aus bis ca. 2 m vor Durchstoßen zur Einlagerungskammer aufgefahren. Anschließend erfolgt der Aufbau des Kragarmkrans und der Schleuse.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 40 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Die bergbauliche Sicherung und das Bergen der Gebinde sowie der Transport der Innenbehälter innerhalb der ELK 8a/511 erfolgen mittels teleskopierbaren Kragarmkrans vom Zugang aus. Alle weiteren Prozessschritte unterscheiden sich nicht vom Vorgehen gemäß Grundkonzept.

3.2.5. Konzept mit Sichern der Firste durch deren Stützung mit Versatz

Wenn die bergbauliche Sicherheit aus gebirgsmechanischen Gründen nicht gewährleistet ist, so kann Versatzmaterial zur Gebirgsstützung eingebracht werden. Allerdings besteht dabei die Möglichkeit eines Formschlusses zwischen Gebinde bzw. Gebindeteilen und verfestigtem Versatzmaterial. Dabei ist auch zu beachten, dass die Gebinde durch die Masse des Versatzmaterials verformt werden können. Beide Fälle erschweren die Bergung, weshalb die Einbringtechnik und die Baustoffrezeptur so gewählt werden müssen, dass sowohl ein tragfähiger Versatzkörper entsteht als auch weiterhin die Bergung der Gebinde und Gebindeteile aus der ELK 8a/511 ermöglicht wird (Abbildung 12). Dabei müssen die Gebinde trotz Versatz so einfach wie möglich zu bergen sein.

Die weiteren Prozessschritte unterscheiden sich nicht vom Vorgehen gemäß Grundkonzept. Mit den Fahrzeugen werden ein Gebinde oder Gebindeteile aufgenommen und deren Dosisleistung messtechnisch erfasst. Entsprechend der Dosisleistung werden die Gebinde oder Gebindeteile klassifiziert und in Innenbehälter mit anforderungsgerechter Abschirmung geladen. Aufgrund der zu erwartenden unterschiedlichen Dosisleistung der Gebinde ist nach aktuellem Planungsstand ein Behälterkonzept mit 6 Behälterklassen vorgesehen, die sich in ihrer Abschirmwirkung unterscheiden. Die Innenbehälter werden mittels eines Transportfahrzeugs in eine Umverpackung eingestellt und so für den kontaminationsfreien Transport außerhalb des Schleusenbauwerkes vorbereitet. Die äußerliche Kontaminationsfreiheit der Umverpackungen wird durch die Verwendung einer Doppeldeckelschleuse in der inneren Schleuse sichergestellt. Dabei befindet sich die Umverpackung in der Behälterschleuse innerhalb der ELK 8a/511. Die geöffnete Umverpackung ist an die Schleuse über ein Dichtsystem angedockt, sodass die Außenseite des Behälters keinen Kontakt mit der ELK-Atmosphäre hat.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 41 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

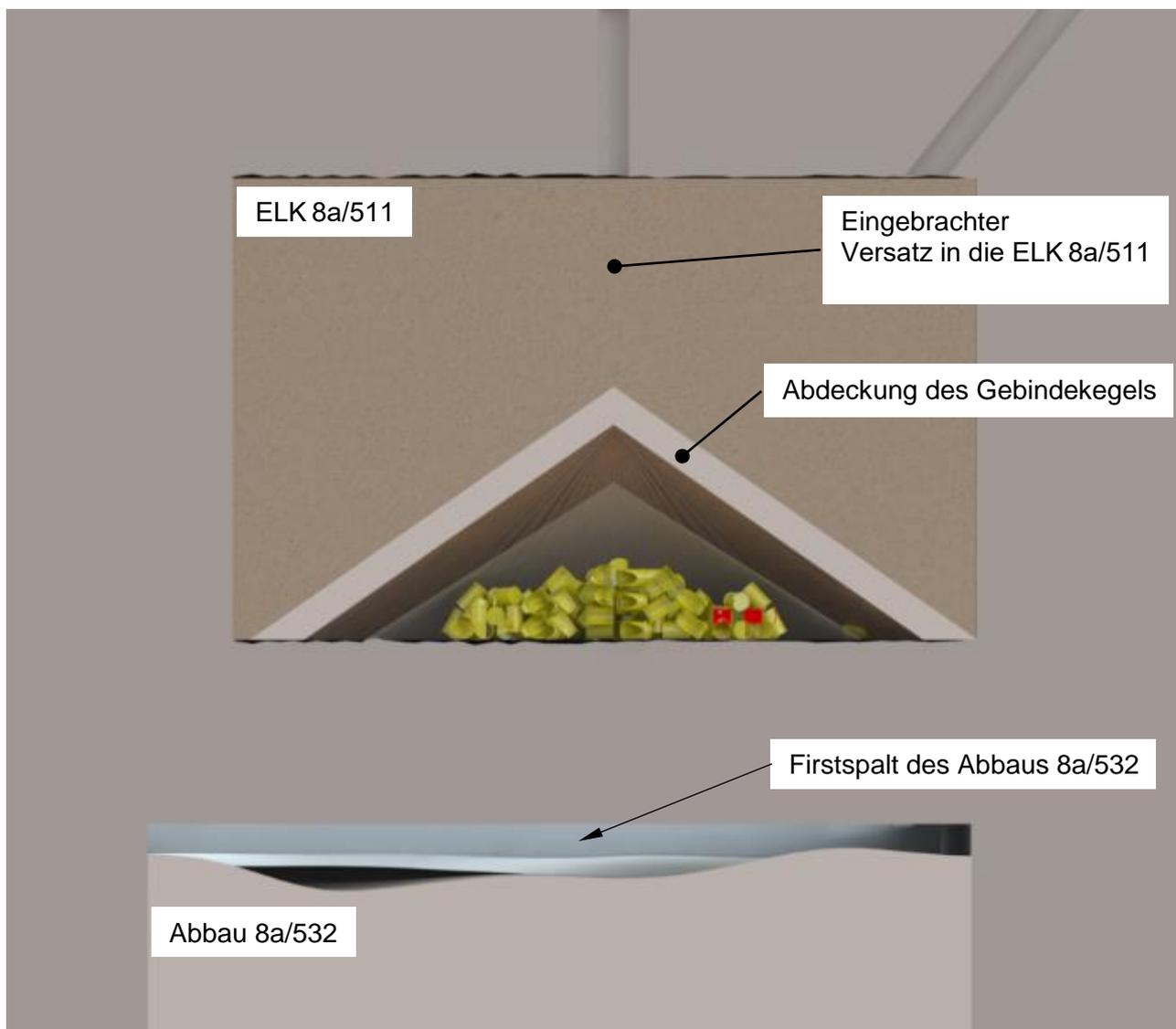


Abbildung 12: Sichern der Firste durch deren Stützung mit Versatz (seigere Darstellung).

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 42 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

3.3. Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle

3.3.1. Ausgangssituation

Auf der 750-m-Sohle sind radioaktive Abfälle in 11 Einlagerungskammern eingelagert. Dies sind die Einlagerungskammern 1/750, 2/750, 2/750 Na2, 4/750, 5/750, 6/750, 7/750, 8/750, 10/750, 11/750 und 12/750. Entsprechend der Besonderheiten bzgl. Einlagerung und gebirgsmechanischen Randbedingungen werden die Einlagerungskammern in Gruppen mit jeweils gleichen oder ähnlichen bergbaulichen Gegebenheiten kategorisiert. Wesentliche Kriterien sind dabei die räumliche Lage im Grubengebäude sowie der Zustand der Schweben der jeweiligen ELK. Bei der Einteilung der Einlagerungskammern wird die ELK 7/725 mitberücksichtigt.

Die östlichen drei Einlagerungskammern (1/750, 2/750, 12/750) sind mehr als 150 m von dem Deckgebirge der Südflanke entfernt und besitzen keine Schweben im bergmännischen Sinn, da es auf höheren Sohlen keine Grubenbaue über diesen Einlagerungskammern gibt. Dementsprechend können die Firsten dieser Einlagerungskammern, bis auf die bergbaulich induzierte Auflockerungszone, als intakt angesehen werden. Aus diesen Gründen sind die drei genannten Einlagerungskammern in der **Kammergruppe Ost** zusammengefasst.

Die beiden Einlagerungskammern im Zentralteil des Grubengebäudes (2/750 Na2, 7/725) sind ebenfalls mehr als 150 m vom Deckgebirge der Südflanke entfernt. Die Firste der ELK 7/725 ist bis auf die bergbaulich induzierte Auflockerungszone intakt, da es unmittelbar über dieser ELK keine Grubenbaue gibt. Die Schweben zwischen der ELK 2/750 Na2 und der ELK 7/725 hat eine Mächtigkeit von ca. 6 m. Der Bereich oberhalb dieser Schweben kann für den Zeitpunkt der Rückholung der ELK 2/750 Na2 als tragfähig angesehen werden, da die oberhalb angeordnete ELK 7/725 im Zuge der zuvor erfolgten Rückholung geleert und mit Sorelbeton verfüllt wird. Da sie sich auch lokal nicht in unmittelbarer Nähe zu den anderen Einlagerungskammern befinden, sind sie in der **Kammergruppe Zentral** zusammengefasst.

Alle weiteren Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle (10/750, 8/750, 4/750, 5/750, 6/750, 7/750, 11/750) liegen weniger als 150 m vom Deckgebirge der Südflanke entfernt und es ist bei allen von einer gebräuchten Schweben auszugehen, da die Schweben der darüber liegenden Grubenbaue mit ähnlicher Dimensionierung im erheblichen Umfang gebirgsmechanisch beansprucht und Durchbrüche der Schweben dokumentiert sind. Aus diesen Gründen sind die sieben genannten Einlagerungskammern in der **Kammergruppe Süd** zusammengefasst. Die entsprechenden Randbedingungen für jede Kammergruppe sind in der folgenden Tabelle 1 und in der Abbildung 13 dargestellt.

Außer der räumlichen Lage im Grubengebäude und dem Schwebenzustand ist der Verfüllungsgrad der Einlagerungskammern relevant. Als Voraussetzung für die Anwendung von Rückholverfahren kann es erforderlich sein, unverfüllte oder teilweise verfüllte Einlagerungskammern zu verfüllen. Eine Verfüllung im Bedarfsfall wird für die weiteren Betrachtungen als machbar vorausgesetzt. In der Tabelle 2 sind wichtige Eigenschaften der Einlagerungskammern je Kammergruppe zusammenfassend dargestellt.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 43 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tabelle 1: Wesentliche Randbedingungen je Kammergruppe.

Kammergruppe	Abstand zum Deckgebirge	Lage im Grubenfeld	Schweben-zustand
Ost	>150 m	östlich	intakt
Zentral	>150 m	zentral	intakt
Süd	<150 m	südlich	gebräch

Bei der Vorgehensweise zur Rückholung und der Reihenfolge der Einlagerungskammern bei der Rückholung sind unterschiedliche Möglichkeiten denkbar. Die Einlagerungskammern können getrennt voneinander einzeln angefahren werden oder sie können wie bei einer Perlenschnur nacheinander durchfahren werden [DMT 2014]. Ein getrenntes Anfahren der einzelnen Einlagerungskammern eröffnet die Chance der Parallelisierung bei der Rückholung sofern die Ableitungswerte dies bei mehreren geöffneten Einlagerungskammern erlauben. Außerdem bietet diese Vorgehensweise die Möglichkeit, die Reihenfolge bei der Rückholung entsprechend der langfristigen Relevanz für die Umwelt (Strahlenexposition in der Biosphäre) der einzelnen Einlagerungskammern zu wählen. Wenn die Einlagerungskammern nacheinander wie bei einer Perlenschnur aufgefahren werden, dann können mit der einmal eingerichteten Maschinenteknik längere Strecken zurückgelegt und mehrere Einlagerungskammern nacheinander durchfahren werden.

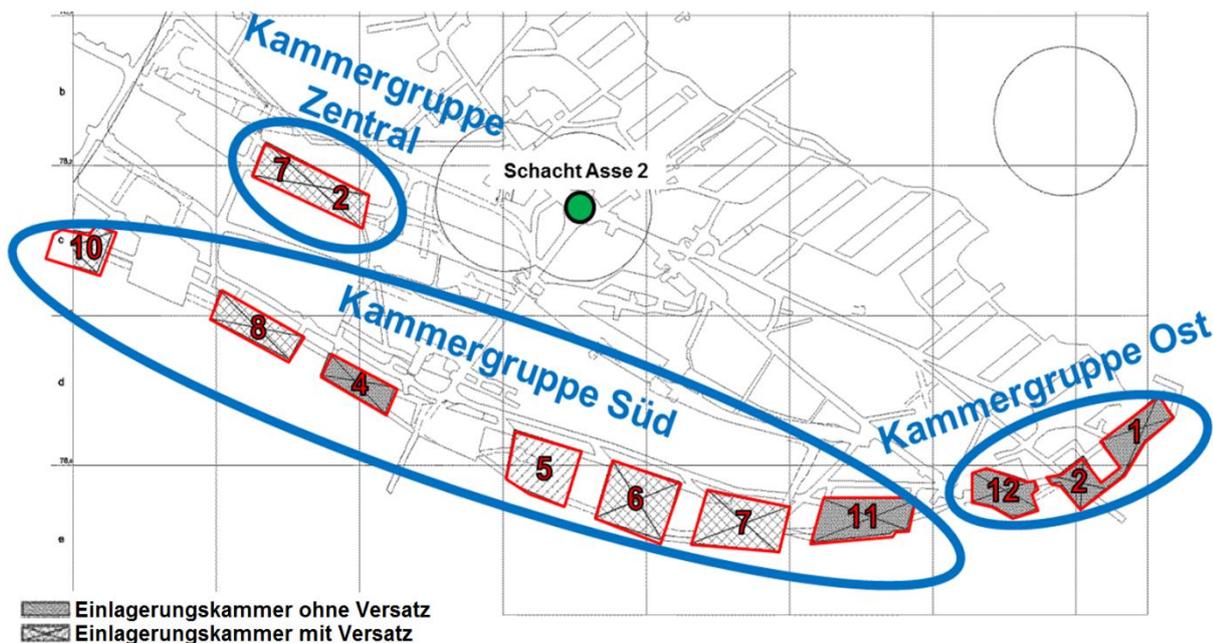


Abbildung 13: Sohlenriss der 750-m-Sohle mit Darstellung der Gruppierung der Einlagerungskammern in die Kammergruppen Zentral, Süd und Ost.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 44 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tabelle 2: Übersicht zur Einordnung von Einlagerungskammern in die Kammergruppen und wesentliche Eigenschaften der jeweilige Einlagerungskammer, nach [Asse 2009].

Kammergruppe	ELK	Schweben-zustand	Verfüllungs-grad	Geometrie der Kammerpfeiler			
				Nord	Ost	Süd	West
Ost	1/750	nicht überbaut	unverfüllt	10 bis 15 m	*	*	20 m
	2/750	nicht überbaut	unverfüllt	9 m	17 m	*	20 m
	12/750	nicht überbaut	unverfüllt	4 m	20 m	*	45 m
Zentral	2/750 Na2	gebräch	verfüllt	14 bis 22 m	15 m	30 m	15 m
	7/725	nicht überbaut	teilweise verfüllt	22 m	13 bis 15 m	60 m	13 bis 15 m
Süd	11/750	gebräch	teilweise verfüllt	6 m	45 m	*	20 m
	7/750	gebräch	verfüllt	2 bis 4 m	20 m	*	20 m
	6/750	gebräch	verfüllt	4 bis 6 m	20 m	*	20 m
	5/750	gebräch	teilweise verfüllt	5 bis 6 m	20 m	*	20 m
	4/750	gebräch	unverfüllt	6 bis 7 m	20 m	*	20 m
	8/750	gebräch	verfüllt	7 bis 8 m	20 m	*	20 m
	10/750	gebräch	verfüllt	10 bis 20 m	20 m	*	*

* kein Grubenbau

Sollten im Rahmen der Rückholung mehrere Einlagerungskammern gleichzeitig geöffnet werden, dann ist zu berücksichtigen, dass sich durch die notwendige Bewetterung der dann geöffneten Einlagerungskammern die Ableitungswerte für radioaktive Gase und Aerosole erhöhen. Um die Ableitungswerte gering zu halten, sind Rückholverfahren und Bergetechnik so zu wählen, dass die Staubneigung/-entwicklung gering ist, die Beschädigung/Zerstörung von Gebinden bei der Bergung vermieden wird und die Kontaminationsverschleppung gering ist. Dies wird durch schonende Bergetechnik (d. h. durch geringen Energie- und Kräfteeintrag) sowie durch Rückholverfahren erreicht, die sich durch verfahrensbedingt geringe Kontaminationsverschleppung auszeichnen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 45 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

3.3.2. Rückholverfahren

Im Rahmen der Konzeptplanung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 725- und 750-m-Sohle wurden zunächst zahlreiche aus bergbaulichen Abbauverfahren abgeleitete Rückholverfahren entwickelt und einer Erstbewertung unterzogen. Im Ergebnis wurden fünf Rückholverfahren als grundsätzlich für die Rückholung denkbar identifiziert:

- Langfrontartige Bauweise mit horizontalem Verhieb (Sohlenzugang) – L-H-S
- Langfrontartige Bauweise mit horizontalem und vertikalem Verhieb (Stoßzugang) – L-H/V-St
- Langfrontartige Bauweise mit vertikalem Verhieb (Firstzugang) – L-V-F
- Teilflächenbau – TF, einschließlich Schildvortrieb mit Teilflächenabbau – HK
- Kammerartige Bauweise mit horizontalem Verhieb – K-H

Im Rahmen des Rückholverfahrens „Teilflächenbau – TF“ wird neben einer allgemeinen Betrachtung auch die Variante „Schildvortrieb mit Teilflächenabbau – HK“ betrachtet. Diese Variante stellt dabei eine Besonderheit dar, da hierfür bereits eine Studie vorliegt [KIT und Herrenknecht 2015].

Die o. g. Rückholverfahren wurden im Rahmen der „Konzeptplanung der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 725- und 750-m-Sohle“ einer detaillierten und umfangreichen Bewertung für den Einsatz in den unterschiedlichen Kammergruppen unterzogen. Die Bewertung erfolgte unter den Gesichtspunkten des Strahlenschutzes, der Technik und der bergbaulichen Sicherheit. Im Rahmen der Bewertung wurden 12 Bewertungskriterien und 33 Bewertungsaspekte (Bewertungsgrößen) abgewogen. Im Ergebnis werden die drei Rückholverfahren

- Teilflächenbau – TF, einschließlich Schildvortrieb mit Teilflächenabbau – HK
- Langfrontartige Bauweise mit horizontalem und vertikalem Verhieb (Stoßzugang) – L-H/V-St und
- Langfrontartige Bauweise mit vertikalem Verhieb (Firstzugang) – L-V-F

weiterverfolgt.

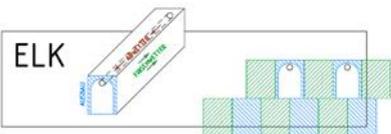
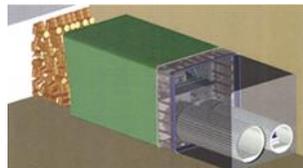
Die für die einzelnen Kammergruppen als insgesamt vorteilhaft bewerteten Rückholverfahren sind in Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 46 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tabelle 3: Im Rahmen der weiteren Planungsarbeiten zu konkretisierende Rückholverfahren für die 750-m-Sohle.

Rückholverfahren		Kammergruppen		
Namen und Symbolbild	Kurzbezeichnung	KG Ost	KG Zentral	KG Süd
<p>Teilflächenbau</p> 	TF	weiter zu betrachten	weiter zu betrachten	weiter zu betrachten
<p>Schildvortrieb mit Teilflächenabbau</p> 	HK	weiter zu betrachten	möglich, jedoch nicht sinnvoll	weiter zu betrachten
<p>Langfrontartige Bauweise mit horizontalem und vertikalem Verhieb (Stoßzugang)</p> 	L-H/V-St	weiter zu betrachten	weiter zu betrachten	X
<p>Langfrontartige Bauweise mit vertikalem Verhieb (Firstzugang)</p> 	L-V-F	weiter zu betrachten	weiter zu betrachten	X

Der Teilflächenbau (TF) zeichnet sich gegenüber den anderen Rückholverfahren durch seine potentiell kleinräumige Vorgehensweise aus, mit der eine lange Offenhaltung großer Grubenräume vermieden werden kann. Die gebirgsmechanischen Auswirkungen sind bei einer zügigen Verfüllung des aufgefahrenen Hohlraums unerheblich. Der Teilflächenbau ist grundsätzlich an die bergbaulichen Randbedingungen universell anpassbar und somit für alle Einlagerungskammern einsetzbar. In der Variante Schildvortrieb mit Teilflächenabbau (HK) wird verfahrensbedingt eine sequentielle Räumung der Einlagerungskammern ermöglicht. Dies ist insbesondere für die Kammergruppen Süd

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 47 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

und Ost interessant, die mit diesem Verfahren Perlenschnur-artig durchfahren werden können. Die Notwendigkeit der Auffahrung großer Hohlräume für Montage- und Demontagekavernen spricht gegen eine sinnvolle Anwendung des Schildvortriebs mit Teilflächenabbau für die Kammergruppe Zentral.

Aufgrund der vergleichsweise weniger komplexen bergbaulichen Randbedingungen im Bereich der Kammergruppen Ost und Zentral sind dort weitere Verfahren realisierbar. Dies sind die Langfrontartige Bauweise mit horizontalem und vertikalem Verhieb (Stoßzugang) sowie die Langfrontartige Bauweise mit vertikalem Verhieb (Firstzugang). Im Kern sind der mögliche Einsatz von wenig komplexer Rückholtechnik sowie eine bei beiden Verfahren vorstellbare vertikale Verhiebsrichtung sowohl für die Firstsicherung als auch für die Störfallsicherheit wesentlich für die positive Bewertung.

3.3.3. Schildvortrieb mit Teilflächenabbau

Wie in Tabelle 3 bzw. Unterabschnitt 3.3.2 dargestellt, ist der Schildvortrieb mit Teilflächenabbau grundsätzlich für alle Einlagerungskammern der 750-m-Sohle einsetzbar. Eine Anwendung dieses Verfahrens ist jedoch nur in den Kammergruppen Süd und Ost sinnvoll.

Beim Schildvortrieb mit Teilflächenabbau gemäß der Studie [KIT und Herrenknecht 2015] werden in einer Vorzugsvariante mehrere Schildmaschinen mit rechteckigem Querschnitt eingesetzt, die nebeneinander angeordnet sind und so den gesamten Inhalt einer ELK oder mehrerer Einlagerungskammern zurückholen (Abbildung 14). Die Sicherung des Arbeitsbereiches wird durch die Maschine selbst und der Vorschub der Maschine über das Abdrücken am rückwärtig eingebrachten Versatz gewährleistet. Durchfahrene Bereiche von Einlagerungskammern oder des

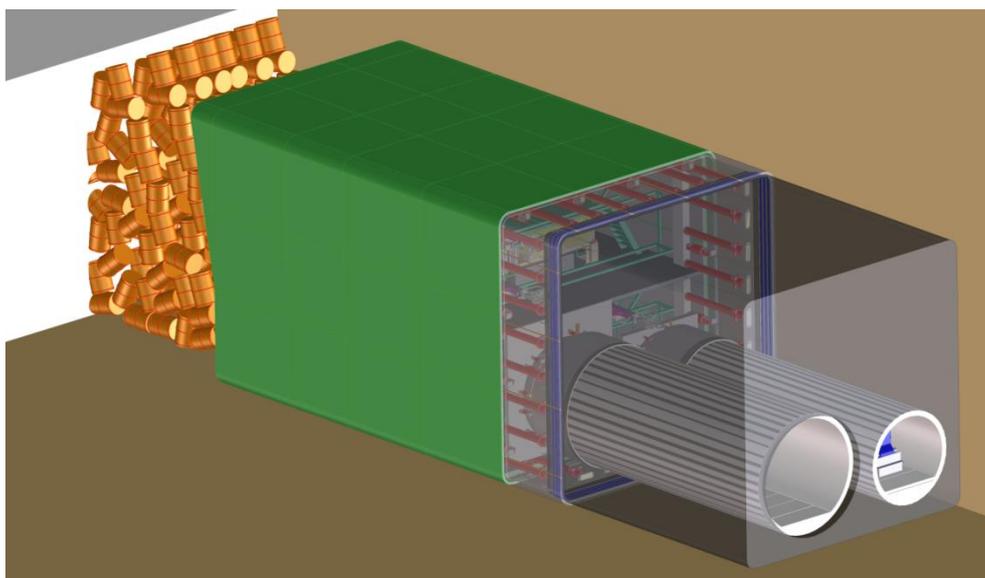


Abbildung 14: Schematische Darstellung des Schildvortriebs mit Teilflächenabbau.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 48 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

umgebenden Gebirges werden hinter der Schildmaschine mit einem geeigneten Baustoff verfüllt. Dabei werden zwei Röhren für Transporte offengehalten. Nach vollständiger Leerung einer oder mehrerer hintereinanderliegender Einlagerungskammern können die Maschinen zurückgebaut und die übrig gebliebenen Hohlräume verfüllt werden.

Damit dieses Verfahren zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus einer ELK angewendet werden kann, muss die Maschinenteknik auf die möglicherweise auftretenden Belastungen ausgelegt werden. Die Belastungen hängen im Wesentlichen von den möglichen Auflasten aus lose aufliegendem Material des Hangenden sowie den freien (Fall-)Höhen zwischen Ausbau und Hangendem ab und können durch Reduzierung der freien (Fall-)Höhen minimiert werden.

Beim Einsatz des Schildvortriebs mit Teilflächenabbau müssen zunächst aus der Transportstrecke heraus eine oder mehrere Montagekavernen an der Stirnseite vor einer der äußeren Einlagerungskammern aufgefahren werden. Die Anzahl der aufzufahrenden Montagekavernen ist abhängig von der Anzahl der einzusetzenden Schildmaschinen. Es ist davon auszugehen, dass für die Rückholung des kompletten Inhaltes aller Einlagerungskammern der Kammergruppen Süd und Ost mehrere Maschinen parallel nebeneinander und auch ggf. übereinander eingesetzt werden müssen. Die Montagekavernen befinden sich in einem ausreichenden Abstand zu den Einlagerungskammern im

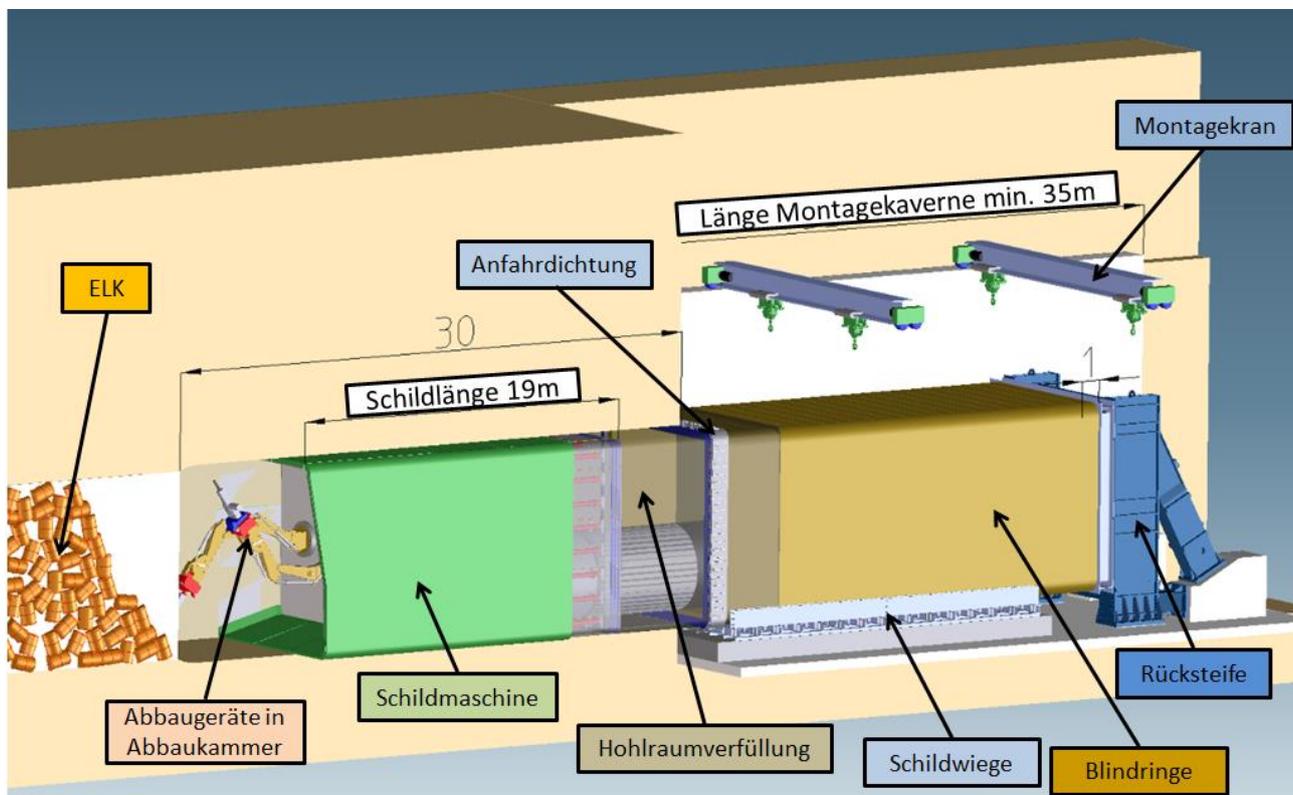


Abbildung 15: Schematische Darstellung Rücksteife, Montagekaverne und Schildmaschine [KIT und Herrenknecht 2015].

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 49 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

unverritzten Gebirge und werden mittels konventioneller Bergbautechnik aufgefahren. Um möglichst wenige Hohlräume gleichzeitig offen zu halten, wird mit der Auffahrung der nächsten Montagekaverne erst dann begonnen, wenn sich die erste Schildmaschine schon innerhalb der ersten ELK befindet und die ehemalige Montagekaverne versetzt ist. Innerhalb dieser Montagekavernen werden die Schildmaschinen inklusive Schleusen- und Ausbausystem eingerichtet sowie die Rücksteife hergestellt, an dem sich die Schildmaschine zur Gewährleistung des Vorschubes abdrücken kann. In Abbildung 15 ist der Aufbau der Rücksteife, der Montagekaverne sowie der Schildmaschine vor der ELK schematisch dargestellt. Die dargestellten Abmessungen sind indikativ und noch nicht abschließend festgelegt.

Nachdem die Schildmaschine vollständig eingerichtet ist, wird mit Hilfe von einem oder mehreren Manipulatoren und den entsprechenden Anbauwerkzeugen die radiologische Barriere durchörtert und der Inhalt der ersten ELK rückgeholt. Die Maschine drückt sich mit Hilfe von Zylindern an der Rücksteife ab, sobald im vorderen Bereich der Maschine ein Freiraum geschaffen wurde. Nach dem Vorrücken der Schildmaschine wird der rückwärtig entstehende Hohlraum sukzessive verfüllt, so dass die Schildmaschine erneut vorrücken kann. Bei der Verfüllung werden zwei Schalungen mitgeführt, die zur Herstellung der erforderlichen Ver- und Entsorgungsstrecke dienen. Über diese beiden Strecken werden Personen, Material und verpackter ELK-Inhalt transportiert. In Abbildung 16 sind die Abbauwerkzeuge an der Frontseite und die Transporttunnel auf der Rückseite der Vortriebsmaschine schematisch dargestellt. Mit dieser Maschinenteknik sind nur sehr große Kurvenradien fahrbar. Es werden hochkomplexe Systeme auf engstem Raum eingesetzt.

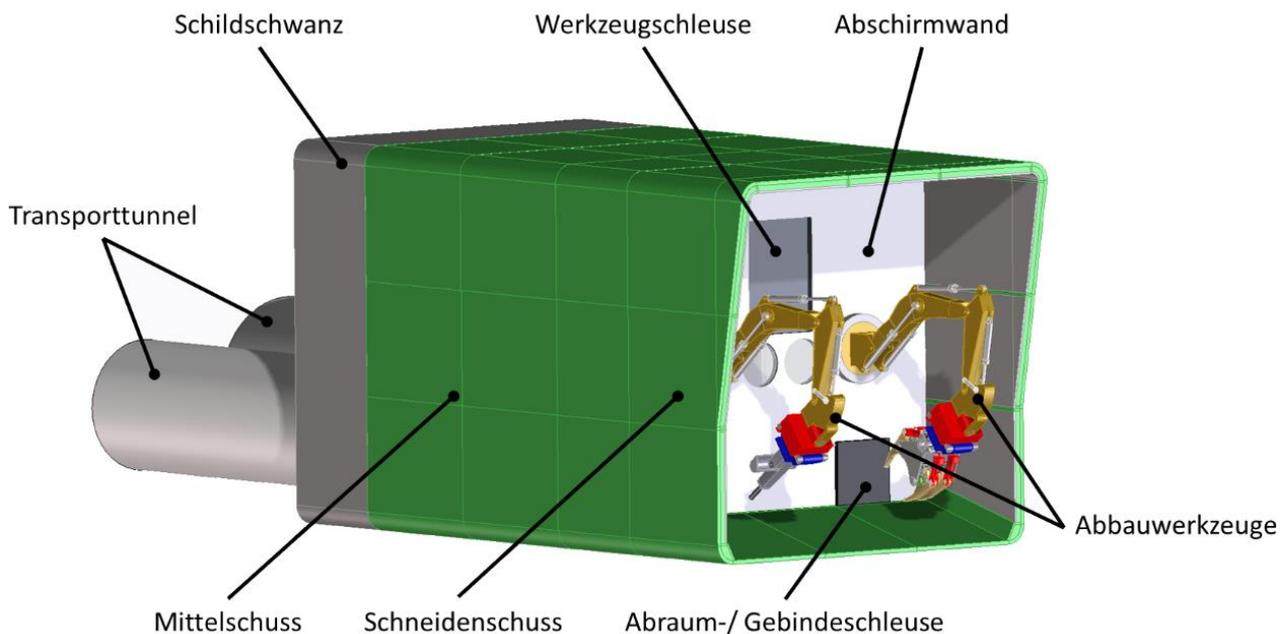


Abbildung 16: Schematische Darstellung der Schildmaschine [KIT und Herrenknecht 2015].

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 50 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Mittels der Schildmaschinen werden nacheinander alle Einlagerungskammern durchfahren, bis die Schildmaschinen in den zuvor außerhalb der letzten zu durchzufahrenden ELK erstellten Demontagekavernen zurückgebaut werden. Anschließend sind die Demontagekavernen sowie die Ver- und Entsorgungsstrecken zu verfüllen. Wenn mehrere Schildmaschinen neben- und/oder übereinander für die Rückholung erforderlich sein sollten, wird der komplette Prozess für eine oder mehrere Rückholebenen wiederholt. In Abbildung 17 sind schematisch die Anfahr- und Demontagekavernen sowie die Fahrwege für mehrere Schildmaschinen dargestellt. Die dargestellten Abmessungen und Streckenlängen sind indikativ und noch nicht abschließend festgelegt.

Aufgrund der unterschiedlichen Breiten der Einlagerungskammern muss die erforderliche Auffahrungs-/Gesamtmaschinenbreite unter Berücksichtigung der größten Einzelkammerbreite erfolgen. Dies hat zur Folge, dass im Bereich schmalere Einlagerungskammern weiter als erforderlich im Unverritzten der Südflanke aufgefahren wird. Zwischen den einzelnen Schildmaschinen müssen Gebinde, die sich nicht komplett lösen lassen und die in die Kontur des Ausbaus hineinragen, u. U. teilerlegt werden.

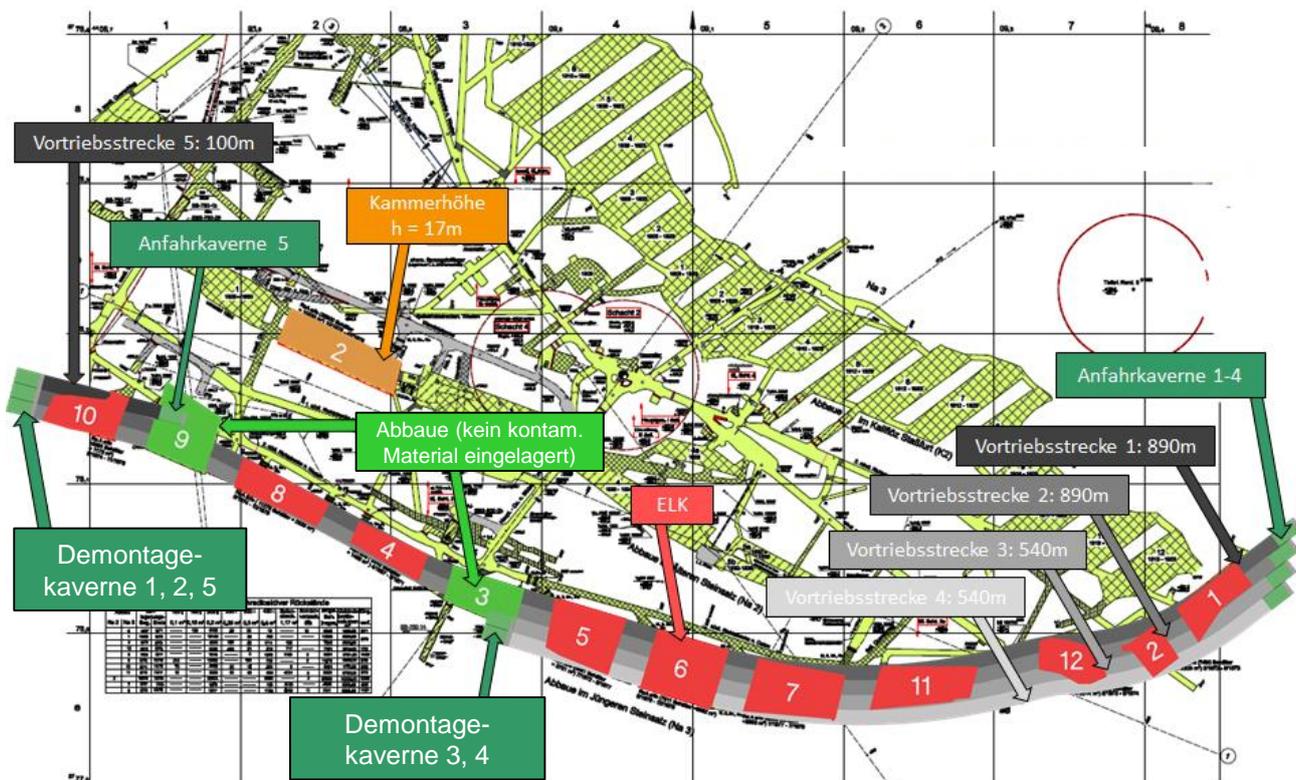


Abbildung 17: Schematische Übersicht der Anfahr- und Demontagekavernen [KIT und Herrenknecht 2015].

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 51 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA NNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

3.3.4. Teilflächenbau von oben – ohne Ausbauelemente

Das Rückholverfahren Teilflächenbau ist grundsätzlich für alle Einlagerungskammern der 750-m-Sohle einsetzbar (vgl. Tabelle 3 bzw. Unterabschnitt 3.3.2). Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, das Verfahrensprinzip des Teilflächenbaus zu gestalten. Eine der Ausgestaltungen des Teilflächenbaus ist der Teilflächenbau von oben, ohne Ausbauelemente (TFO-OA), der nachfolgend beschrieben wird. Die Abbaurichtung ist dabei von oben nach unten. Ein Einbringen von stützenden Ausbauelementen ist nicht erforderlich. Der TFO-OA setzt die Verfüllung der Einlagerungskammern voraus. Er wurde mit dem Ziel entwickelt, die gebirgsmechanischen Auswirkungen der Rückholung zu minimieren. Dies wird mit einer kleinflächigen bzw. kleinvolumigen Vorgehensweise realisiert. Auch außerhalb der Einlagerungskammern, insbesondere in den stark beanspruchten Pfeilern, sollen mit diesem Rückholverfahren die Auffahrungen minimiert werden. Beim Verfahren TFO-OA wird deshalb die Auffahrung in den die ELK umgebenden Pfeilern auf eine Zugangsstrecke (ausgehend von der Transportstrecke) in einen Bereich der gebrächen Schweben oberhalb der ELK beschränkt.

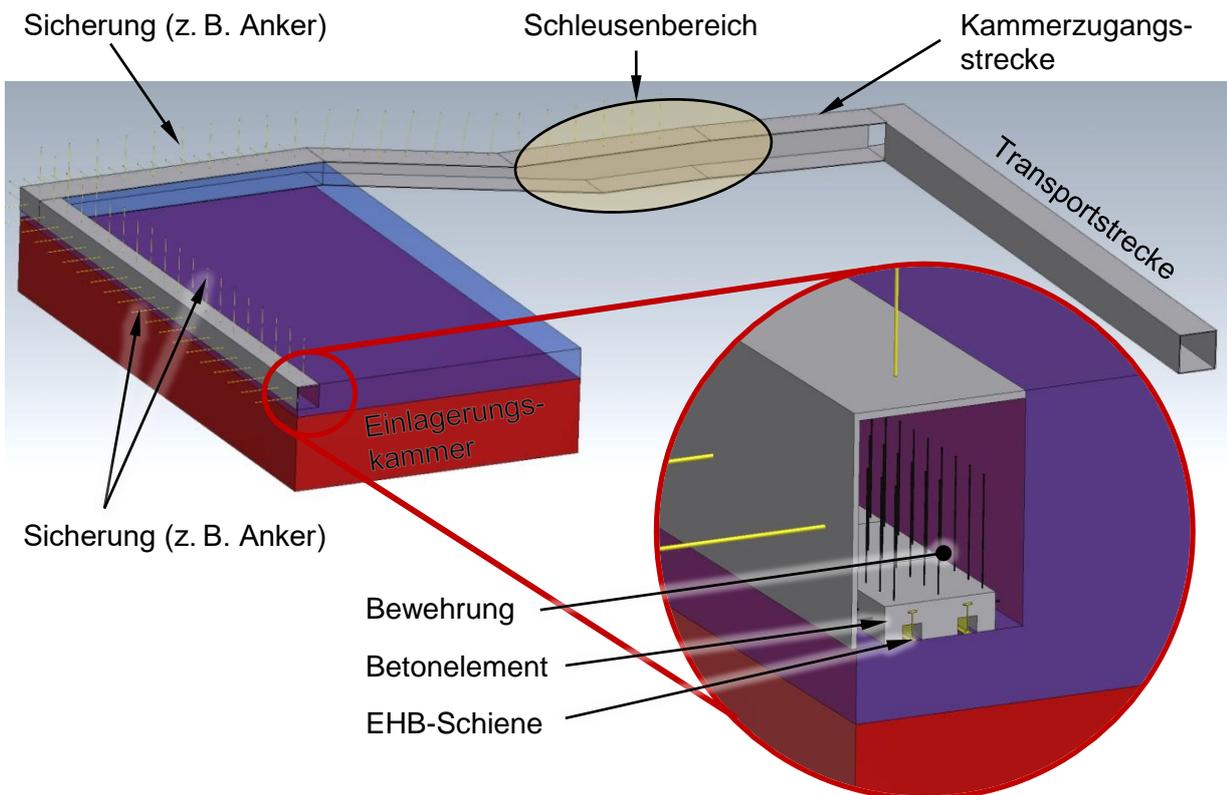


Abbildung 18: Schematische Darstellung des Bauablaufs beim TFO-OA; Auffahrung der Kammerzugangsstrecke und Auffahrung der ersten Teilfläche (inkl. Sicherung) der ersten Teilflächenebene sowie der Anordnung wesentlicher Bauelemente des TFO-OA in der ersten Teilflächenebene (EHB-Schienelemente und Bewehrung).

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 52 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Dabei wird zunächst ausgehend von der Transportstrecke (Ausrichtungsstrecke) eine Kammerzugangsstrecke (Vorrichtungsstrecke) aufgefahren (Abbildung 18). In die Kammerzugangsstrecke wird dem Pfeiler der ELK vorgelagert eine Schleuse bzw. ein Schleusensystem eingebaut (Schleusenbereich), um die Arbeiten in bzw. oberhalb der ELK strahlenschutztechnisch vom sonstigen Grubengebäude zu entkoppeln. Ausgehend davon wird ein Zugang oberhalb der ELK und eine Strecke an der Stirnseite der ELK oberhalb der radioaktiven Abfälle aufgefahren. Im weiteren Verlauf wird der gesamte Bereich oberhalb der ELK, also innerhalb der Schweben, über längs der ELK-Kontur verlaufende Teilflächen aufgefahren. Die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen (z. B. injizieren, ankern) erfolgen fortlaufend mit der Auffahrung. Sobald eine Teilfläche aufgefahren ist, muss diese für die nachfolgenden Arbeitsschritte entsprechend vorbereitet werden (Abbildung 18).

Bevor die Teilfläche verfüllt wird, werden am Boden der Teilfläche vorgefertigte Betonelemente eingebracht, in die Schienen für eine Einschienenhängebahn (EHB) zur Aufnahme der Maschinen- und Transporttechnik für die nachfolgenden Arbeitsschritte integriert sind. Damit wird die Auffahrung der darunterliegenden Teilflächen mit firstgeführter Transport-, Berge- und Verfülltechnik ermöglicht. Die firstgeführte Technik wird favorisiert, damit eine Kontaminationsverschleppung sowie eine Beschädigung von Gebinden bei der Befahrung vermieden bzw. minimiert werden kann. Die Auffahrung der Teilflächen ist somit nicht von der lokalen Stabilität des Inhalts der Einlagerungskammer abhängig. Nach Einbringen einer Bewehrung, die der Verstärkung der Betonelemente und dem Verbund mit dem Verfüllbaustoff dient, wird die Teilfläche verfüllt (Abbildung 18). Danach werden in gleicher Art und Weise alle Teilstrecken der ersten Ebene aufgefahren, eingerichtet und verfüllt. Anschließend wird auch die ELK-nahe Zugangsstrecke verfüllt, bevor eine neue Zugangsstrecke für die darunterliegende Ebene aufgefahren wird (Abbildung 19).

Mit Beginn der Auffahrung der zweiten Ebene startet die Bergung der radioaktiven Abfälle aus der ELK. Das grundsätzliche Vorgehen ist vergleichbar mit der ersten Ebene, wobei eine zusätzliche Sicherung der Firste für die Teilfläche nicht mehr erforderlich ist. Für die Auffahrung der ersten

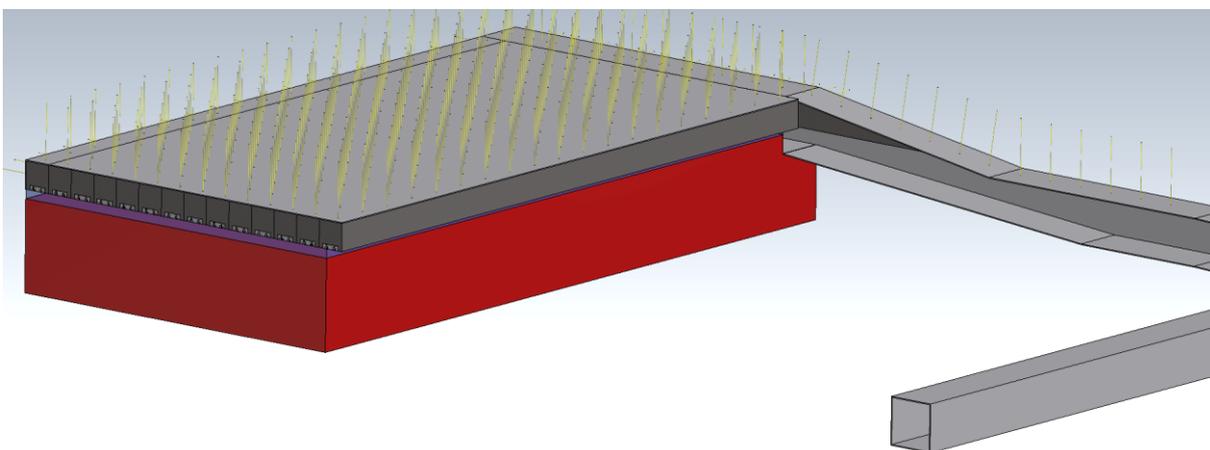


Abbildung 19: Schematische Darstellung des TFO-OA mit vollständig verfüllter erster Ebene und neu aufgefahrener Zugangsstrecke für die zweite Ebene.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 53 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

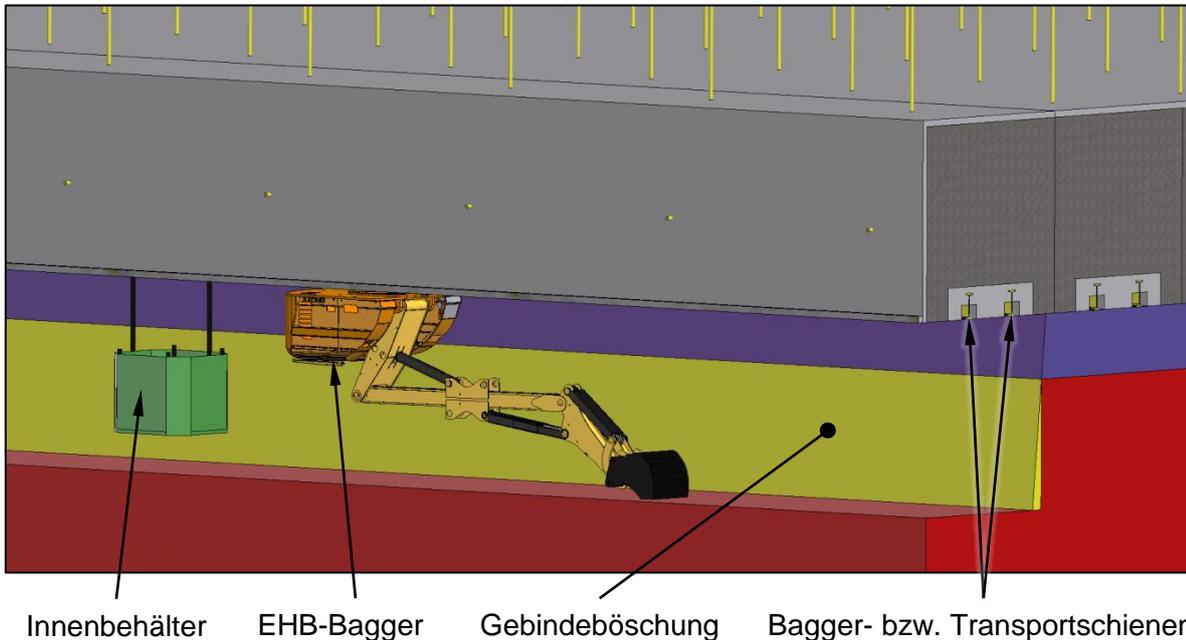


Abbildung 20: Schematische Darstellung des Bauablaufs des TFO-OA in der zweiten Ebene. Auffahrung der ersten Teilfläche verbunden mit der Rückholung radioaktiver Abfälle.

Teilfläche und Rückholung der Gebinde und Gebindeteile wird die hierfür benötigte Maschinenteknik an den EHB-Schienen montiert und geführt. Diese Maschinenteknik besteht aus einem an der EHB-Schiene geführten Bagger und einem am zweiten EHB-Strang geführten Innenbehälter (Abbildung 20). Der Bagger löst die Gebinde und den ELK-Inhalt und lädt ihn in den Behälter. Dieser wird dann in der Verpackungsstation in die Umverpackung eingesetzt und ausgeschleust. Bei der Auffahrung der Teilflächen muss ggf. die Gebindeböschung zur benachbarten (noch nicht aufgefahrenen Teilfläche) gesichert werden.

Nachdem die erste Teilfläche der zweiten Ebene aufgefahren ist, muss die Sohle mit Salzgrus begradigt werden, so dass die Betonelemente positioniert werden können. In die Betonelemente sind wie in der ersten Ebene EHB-Schienen und eine Bewehrung integriert. Nach Einbringung und Justierung der Betonelemente (Abbildung 21, A und B) erfolgt die Verfüllung der ersten Teilfläche der zweiten Ebene (Abbildung 21, C). In gleicher Weise werden alle Teilflächen der zweiten Ebene aufgefahren und verfüllt. Abschließend erfolgt die Verfüllung der ELK-nahen Zugangsstrecke. Der beschriebene Vorgang wiederholt sich für weitere Ebenen entsprechend der vorhandenen ELK-Geometrie (vgl. die ersten drei Ebenen in Abbildung 21, D). Dies wird fortgesetzt, bis alle radioaktiven Abfälle der Einlagerungskammer geborgen wurden und alle Teilflächen wieder verfüllt sind. Vor der Verfüllung der einzelnen Teilflächen sind jeweils Restkontaminationen für die spätere Stilllegung zu erfassen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 54 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

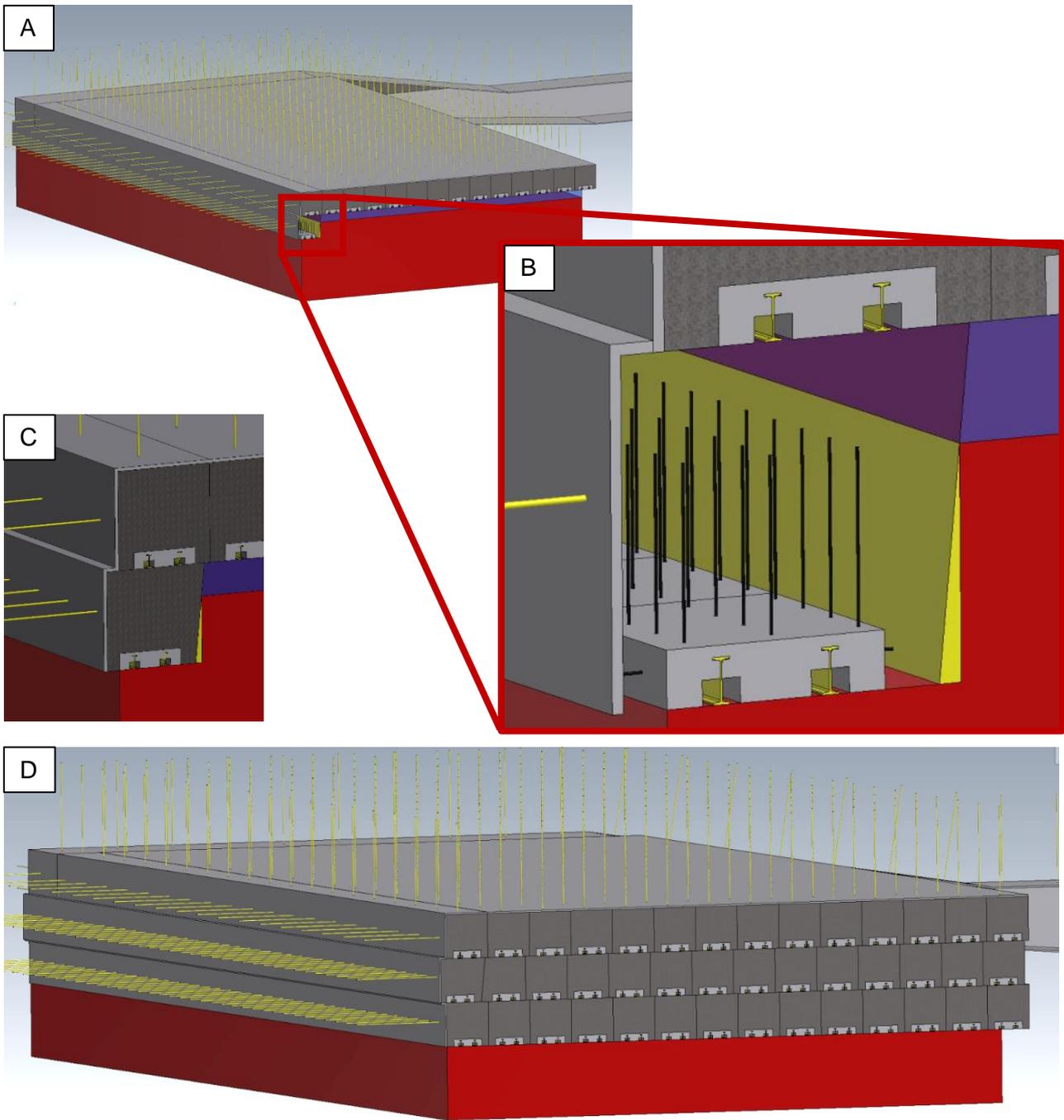


Abbildung 21: Schematische Darstellung des Bauablaufs des TFO-OA in der zweiten und dritten Ebene. A, B: Auffahrung der ersten Teilfläche der zweiten Ebene; C: Verfüllung der ersten Teilfläche; D: Zustand nach Verfüllung der dritten Ebene.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 55 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Die Lage der Ausrichtungstrecken bzw. des Streckensystems zur Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle ist noch nicht festgelegt. Die Schleusen bzw. Schleusensysteme werden in die Kammerzugangsstrecken und aus gebirgsmechanischen Gründen den Pfeilern der Einlagerungskammern vorgelagert geplant werden. Die exakte Lage der Schleusen bzw. der Schleusensysteme kann erst nach bzw. zusammen mit der Planung des Streckensystems festgelegt werden. Die einzelnen Ausrichtungs- und Kammerzugangsstrecken werden derzeit mit einem Streckenquerschnitt von 5 m x 5 m angenommen. Bei der Wahl der Streckenführung sind umfangreiche gebirgsmechanische Berechnungen erforderlich, um Nachweise über die Integrität und Standfestigkeit der Strecken erbringen zu können. Dies ist insbesondere deshalb erforderlich, weil schon die Einlagerungskammern (insbesondere im Westen der Kammergruppe Süd) innerhalb des Sicherheitspfeilers (150 m gemäß § 224 ABVO) zum Röt-Anhydrit liegen. In Abbildung 22 ist zur Veranschaulichung ein Abstand von 40 m und 75 m zum Röt-Anhydrit/Deckgebirge der Südflanke eingezeichnet. Die Einlagerungskammern im Westen der Südflanke unterschreiten bereits den 75-m-Abstand zum Röt-Anhydrit/Deckgebirge.

Unabhängig davon ist noch zu prüfen, ob der TFO-OA auch in der Kammergruppe Ost sinnvoll zum Einsatz kommen kann. Dazu müssten diese Einlagerungskammern ggf. im Vorfeld der Rückholung verfüllt werden. Die genaue Abfolge der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle und ggf. eine weitere Unterteilung der Kammergruppen auf dieser Sohle kann erst im Ergebnis der Konzeptplanung und weiterer Erkundungsarbeiten festgelegt werden.

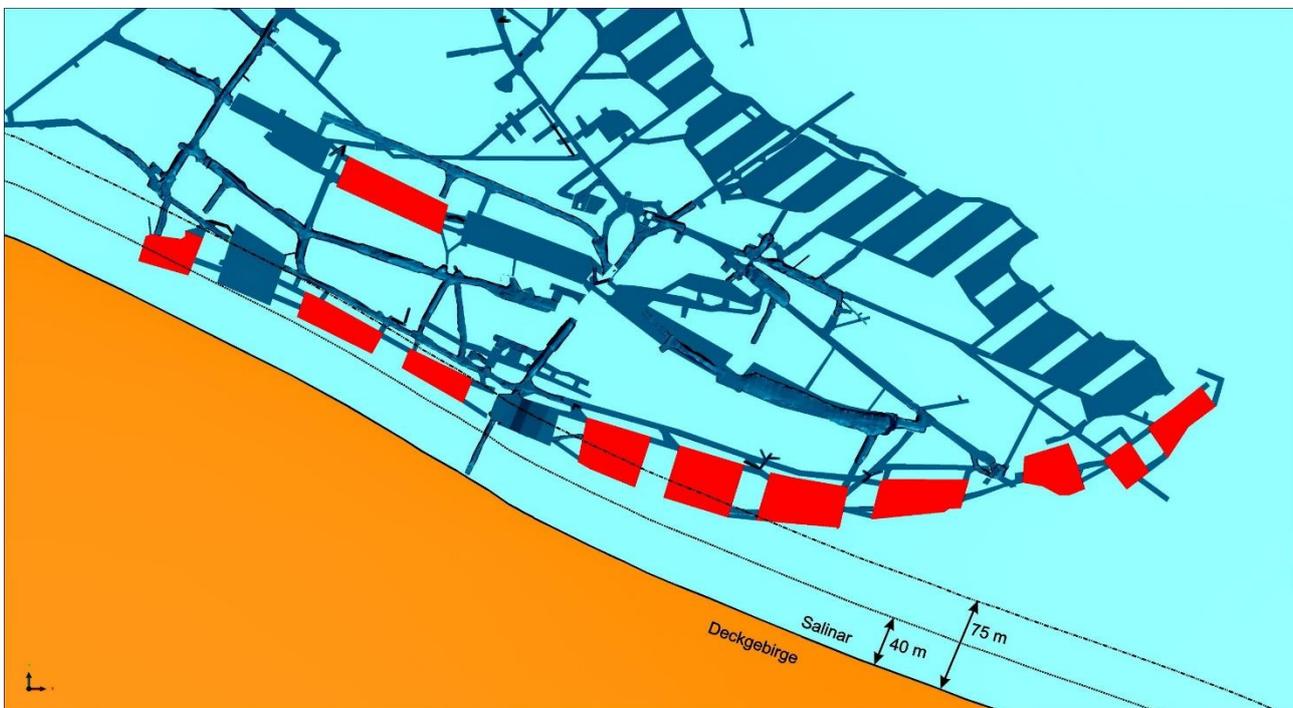


Abbildung 22: Geologischer Sohlenriss der 750-m-Sohle mit Linien gleichen Abstandes von 40 m und 75 m zum Deckgebirge (orange Färbung). Die Einlagerungskammern sind rot markiert.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 56 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA>NNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

4. Rückholbergwerk

Unter dem Begriff „Rückholbergwerk“ wird die Gesamtheit aller zweckgebundenen für die Rückholung der radioaktiven Abfälle neu aufzufahrenden Grubenräume verstanden (siehe beispielhaft auch Abbildung 23). Hierzu zählen auch die Grubenräume, die z. B. auf Grund der gebirgsmechanischen Situation oder aus Gründen der Zweckmäßigkeit vom Bestandsbergwerk in das Rückholbergwerk verlagert werden. Ebenso umfasst das Rückholbergwerk alle mit der Rückholung in räumlicher und funktionaler Verbindung stehenden und neu zu errichtenden Tagesanlagen des Bergwerkes. Die Grenze des Rückholbergwerks besteht beim Übergang in das Pufferlager.

Das Rückholbergwerk soll einen für die Rückholung qualifizierten Zugang zu den in der Schachtanlage Asse II eingelagerten radioaktiven Abfällen ermöglichen. Durch die Auffahrung des Rückholbergwerkes darf die Sicherheit der Schachtanlage Asse II nicht beeinträchtigt werden.

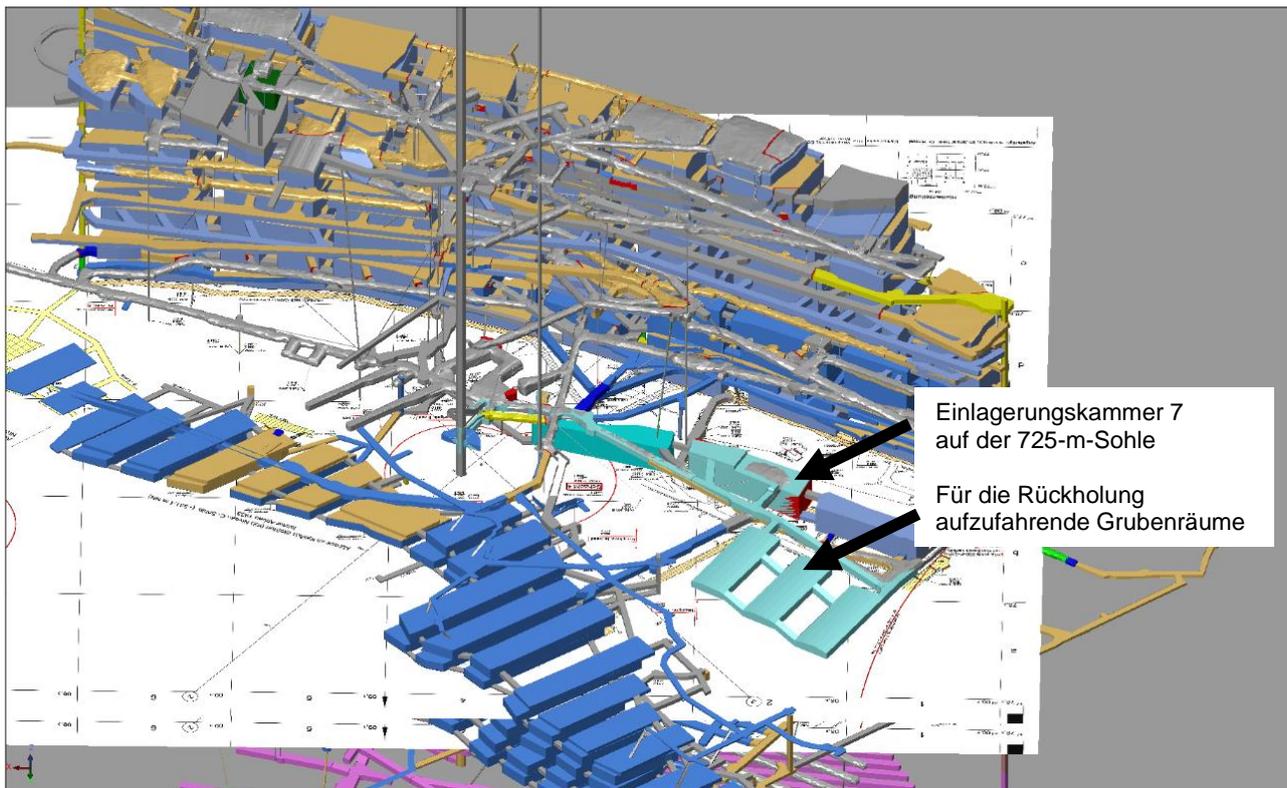


Abbildung 23: Geplante Grubenräume für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725, Grubenräume (türkis) räumlich aufzufahren im Bereich des Bestandsbergwerkes, funktional zugehörig zum Rückholbergwerk.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 57 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

4.1. Nutzung der Schächte Asse 2 oder Asse 4 als Bergungsschacht

Im Ergebnis konzeptioneller Überlegungen wurde bereits kurz nach Übernahme der Betreiberschaft vom HMGU im Jahre 2011 die Vorplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2 im Hinblick auf eine Förderung der umverpackten radioaktiven Abfälle über Schacht Asse 2 begonnen. Allerdings wurde im Fachworkshop zum Sachstand der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II im Jahre 2012 [BfS 2012] festgestellt, dass für die Rückholung *aller* radioaktiven Abfälle der Schacht Asse 5 zwingend benötigt wird und dass die erforderlichen Infrastrukturräume im Zusammenhang mit Schacht Asse 5 neu aufzufahren sind.

Eine denkbare Nutzung des Schachtes Asse 4 wurde gleichfalls verworfen, da dieser mit einem lichten Durchmesser von 1,5 m zu schmal für die logistischen Erfordernisse (Gebindetransport, Materialtransport, Wettertechnik) der Rückholung ist.

Deshalb müsste bei einer Nutzung eines dieser oder beider Schächte dessen Durchmesser erweitert und mit neuer Fördertechnik ausgestattet werden. Diese Arbeiten führen durch Entfall eines zweiten Zugangs zum Grubengebäude während der Baumaßnahmen zu längerfristigen betrieblichen Einschränkungen und wären erst nach Abschluss der Vorsorgemaßnahmen aus der Notfallplanung möglich. Eine Erweiterung der bestehenden Schachtdurchmesser birgt auch das Risiko eines Lösungszutritts im Bereich der unterhalb des Gipshutes durchteuften Anhydritmittel, die beim Abteufen des Schachts 2 zu erheblichen Problemen geführt haben.

Weiterhin ist die Position der auf der 490-m-Sohle ca. 50 m voneinander entfernt liegenden Schächte Asse 2 und Asse 4, bezogen auf die voraussichtliche Lage der neu aufzufahrenden Grubenräume für das Rückholbergwerk, nicht vorteilhaft. Dies hat zur Folge, dass auf Grund des hohen Durchbaugrades im Bereich des Bestandsbergwerkes ein Großteil der neuen Grubenräume im unverritzten Teil der Asse-Struktur, also östlich des Bestandsbergwerkes aufgefahren werden muss.

Durch das Ertüchtigen des Schachtes Asse 2 und/oder des Schachtes Asse 4 würde sich zudem die wettertechnische Situation nicht nachhaltig verbessern lassen. Bei einziehendem Schacht Asse 2 und ausziehendem Schacht Asse 4 genügt die daraus resultierende Wetterführung im Grubengebäude nicht den erhöhten wettertechnischen Anforderungen der Rückholung.

Im Ergebnis der betrachteten Varianten wurde seitens BGE entschieden, dass die Ertüchtigung des Schachtes Asse 2 und/oder des Schachtes Asse 4 für den Transport der rückgeholt radioaktiven Abfälle nicht weiterverfolgt wird.

4.2. Zugang zum Rückholbergwerk / Schachtansatzpunkt

Zugangsvarianten

Neben der Errichtung eines neuen seigeren Bergungsschachtes ist ebenfalls die Errichtung einer Rampe als Zugang in das Rückholbergwerk grundsätzlich denkbar. Unter Berücksichtigung

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 58 von 145
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

- des Umfangs und der Qualität der geologischen Vorerkundung,
- einer Minimierung des Eingriffs in die geologische Barriere,
- die mit der jeweiligen Variante einhergehenden Bauwerksgröße in Verbindung mit Standsicherheit und Konvergenz,
- der Flexibilität der Linienführung und Lage des Betriebsgeländes,
- der Verfüllung des Zugangsbauwerks im Rahmen der Stilllegung der Schachtanlage,
- wettertechnischer Aspekte sowie
- der Gefährdung durch Wassereintrich und Möglichkeiten der Intervention bei Wassereintrich

wurden beide Varianten gegeneinander abgewogen und bewertet. Gegen eine Rampe spricht, dass eine Durchörterung der Flanken mit der/den dort zu lokalisierende(n) Lösungszutrittsstelle(n) aus sicherheitstechnischen Gründen ausgeschlossen ist. Weiterhin ist die große Länge von über 8 km bei einer angenommenen Steigung von 8 % und das damit verbundene große Ausbruchsvolumen nachteilig für eine Rampe. Ebenso von Nachteil ist die Erschwernis einer Abdichtung einer Rampe gegen Wasserzutritte im Vergleich zu einem Schacht bei dem Übertritt vom Deckgebirge in die Salzstruktur beim durchörtern des Salzspiegels. Weiterhin ist die geologische Vorfelderkundung wegen der größeren Länge der Rampe aufwändiger als bei einem Schacht. Schächte sind außerdem mit deutlich geringeren Aufwand mit geeigneten Schachtverschlussbauwerken langzeitlich sicher zu verschließen.

Allerdings bietet eine Rampe mehr Flexibilität hinsichtlich der Wahl der Tagesanlagen und einen deutlich besseren Zugang in das Rückholbergwerk für Material und Fahrzeuge.

Ein Schacht hingegen stellt in der Regel die kürzeste Verbindung zwischen der Tagesoberfläche und der Lagerstätte dar. Im Vergleich zur deutlich längeren Rampe ist insofern auch der Eingriff in die geologische Barriere geringer.

Im Ergebnis der Abwägungen wird an der Errichtung eines Schachtes anstelle einer Rampe bevorzugt.

Varianten für den Schachtansatzpunkt

Grundsätzlich kann der neue Bergungsschacht im Bestandsbergwerk oder außerhalb des Bestandsbergwerks angesetzt werden. Wenn der Schacht außerhalb des Bestandsbergwerks gebaut wird, käme zunächst jeder Standort im Nahbereich des Bestandsbergwerks in Frage. Schächte werden üblicherweise nicht in die Flanke einer Salzstruktur geteuft, sondern werden aus Gründen der hydrogeologischen Sicherung des Bergwerks möglichst auf dem Top der Salzstruktur durch das Hutgestein geteuft. Somit kommt für den Schachtansatzpunkt prinzipiell nur eine Lage östlich oder westlich des Bestandsbergwerks im Top der Sattelstruktur in Frage.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 59 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Ein Standort westlich des Bestandsbergwerks wurde als weniger geeignet bewertet, da hier gemäß Verfügung des Bergamts weite Bereiche durch einen bestehenden Sicherheitspfeiler gegen die Baue von Schacht Asse 1 zu meiden sind. Dieser Sicherheitspfeiler bedarf einer besonderen Beachtung, da die Schachtanlage Asse I vollständig abgesoffen ist. Eine außerhalb des verfügbaren Sicherheitspfeilers verbleibende Fläche im westlichen Bereich der Schachtanlage Asse II, auf der grundsätzlich die Errichtung eines Bergungsschachtes möglich wäre, weist im Gegensatz zu der östlich des Grubengebäudes befindlichen Fläche Nachteile auf. Zum einen befindet sich carnallitisches Salz im Bereich möglicher Schachtabdichtungen, zum anderen weist die übertägige Lage des Ansatzpunktes durch erforderliche Hang- und Böschungssicherungsarbeiten erhebliche Nachteile gegenüber einer Fläche östlich der Schachtanlage auf.

Für die im Jahr 2011 getroffene Auswahl eines möglichen Schachtansatzpunktes für den Bergungsschacht östlich des Grubengebäudes [DMT 2011] sprachen:

- die übertägige Situation:
 - Topographie
 - erforderliche Erdbewegungsmaßnahmen
 - Eigentumsverhältnisse
 - Infrastruktur für das Schachtabteufen
- die auf den damaligen Kenntnisstand basierenden geologisch-geotechnischen Gegebenheiten:
 - Barriereeignung und -mächtigkeit des Salinars unterhalb des Salzspiegels
 - Wahrscheinlichkeit des Antreffens potentiell lösungsführender Schichten im Salinar
 - Verbreitung von Kalisalzen und von homogenen Steinsalzbereichen
- die bergbaulich-betrieblichen Randbedingungen:
 - Anschlussfähigkeit des Schachtes an die Einlagerungskammern
 - ausreichende Abstände zu ausgewiesenen Sicherheitspfeilern um Tagesschächte, Bohrlöcher, lösungsführend angetroffene Anhydritmittel sowie auch zum abgesoffenen Grubengebäude der ehemaligen Schachtanlage Asse I
 - Länge der Verbindungsstrecken zwischen dem neuen Schacht und dem Grubengebäude
 - geringe „Vorbelastung“ des neuen Schachtes durch vorhandene Grubenbaue bzw. Schachtansatzpunkt außerhalb des durchbauten Bereiches

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 60 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

- die Erfordernisse des Strahlenschutzes:
 - geographische Lage des Schachtes im Hinblick auf die meteorologischen Ausbreitungsverhältnisse von kontaminierten Abwettern
 - Transportbedingungen unter und über Tage

Die Annahmen zur Geologie leiteten sich im Wesentlichen aus dem im Risswerk dargestellten geologischen Internbau des Salinars ab.

Erkundungsergebnisse zum Schachtansatzpunkt

Seit 2013 wird der Bereich östlich des Grubengebäudes durch die Tagesbohrung Remlingen 15, untertägige Kernbohrungen, geophysikalische Erkundungsmaßnahmen (seismische Verfahren und richtungssensitive elektromagnetische Reflexionsmessungen) sowie geotechnische Bohrlochtests erkundet.

Die bisherigen Erkundungsergebnisse bestätigen die 2011 getroffenen Annahmen der geologisch-geotechnischen Gegebenheiten nicht.

Im Rahmen der Erkundung wurden folgende Abweichungen festgestellt:

- Der Internbau der Salzstruktur ist östlich des Grubengebäudes wesentlich komplexer als angenommen.
- Anstelle des erwarteten meist homogenen älteren Steinsalz der Staßfurt-Folge wurde in der Remlingen 15 das jüngere Leine-Steinsalz mit steilstehendem Anhydritmittelsalz und dem darin auftretenden potentiell lösungsführenden Anhydritmittel (am4) angetroffen.
- Die untertägigen Erkundungsbohrungen zeigen, dass die Salzstruktur nach Osten hin abtaucht und neben dem Leine-Steinsalz östlich des Grubengebäudes auch potentiell lösungsführender Hauptanhydrit auftritt.
- Die Auswertung der geologischen Erkundungsergebnisse im geologischen Modell zeigt eine deutliche Verjüngung der Salzstruktur östlich des Grubengebäudes. Diese Erkenntnisse werden auch durch die Ergebnisse der geologischen Oberflächenkartierung gestützt.

Damit haben sich die ursprünglich getroffenen Annahmen zur Geologie bezüglich der oben genannten Verhältnisse des Salinars nicht verifizieren lassen.

Aktuell zugrunde gelegter Schachtansatzpunkt

Unter Berücksichtigung der neuen geologischen Erkenntnisse und einer diesbezüglich modifizierte und darauf abgestimmte Ausrichtungsplanung des Rückholbergwerks wird die grundsätzliche Entscheidung für den Schachtstandort östlich des Grubengebäudes nicht in Frage gestellt. Die vorgefundene Situation lässt sich durch Veränderungen (z. B. schmalere Infrastrukturausbreitung,

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 61 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

tieferes Füllort, geringe Verschiebung des Schachtansatzpunktes) bei der Planung und Errichtung des Rückholbergwerks kompensieren.

Basierend auf diesen Erkenntnissen und aus der computergestützten Modellierung eines möglichen Rückholbergwerks wurde im Frühjahr 2019 ein Punkt – ca. 150 m ostnordöstlich der Erkundungsbohrung Remlingen 15 und ca. 250 m Abstand zum Bestandsbergwerk (Bezugspunkt östlicher Rand ELK 1/750) – für den Schachtansatz in Betracht gezogen. Dieser Schachtansatzpunkt bietet einen ausreichenden großen Abstand zum Bestandsbergwerk, sodass ausreichend Platz für die neu aufzufahrenden Infrastrukturräume vorhanden ist. Im Weiteren gewährleistet dieser Punkt einen möglichst großen Abstand zu den Anhydritmittelsalzen und zu der Nord- und der Südflanke.

4.3. Rahmenbedingungen und grundlegende Planungsannahmen für das Rückholbergwerk und den Bau des Schachtes Asse 5

Die Planungen zur Streckenführung und zur Anlage von Infrastrukturräumen im Rückholbergwerk richten sich primär nach sicherheitsgerichteten funktionalen Anforderungen, wie sie sich aus dem Betriebsregime während der Rückholung voraussichtlich ergeben werden. Geologische und geotechnisch-gebirgsmechanische Rahmenbedingungen wurden berücksichtigt, soweit sie sich nach derzeitigem Stand der Auswertung der östlich des Bestandsbergwerkes seit 2013 durchgeführten Erkundungsmaßnahmen bereits schlüssig ableiten lassen.

Die erhobenen Daten aus diesen Erkundungsmaßnahmen werden durch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) interpretiert und in ein geologisches 3D-Modell eingepflegt. Die von der BGR erstellten geologischen Modelle der Salzstruktur und des Internbaus werden den Planern des Rückholbergwerkes in regelmäßigen Abständen zur Verfügung gestellt und gehen über ein 3D-Modell in die Planungen des Rückholbergwerkes ein.

Die Aus- und Vorrichtungsplanung des Rückholbergwerkes geht davon aus, dass sich die querschlägige Erstreckung des Salinars südöstlich des bestehenden Grubengebäudes deutlich verjüngt. Wie im Bestandsbergwerk auch nimmt die querschlägige Ausdehnung des Salinars mit der Tiefe kontinuierlich zu. Damit gibt die begrenzte querschlägige Ausdehnung des Salinars die Anlage der Strecken des Rückholbergwerkes parallel zur Streichrichtung der Struktur vor. Größere Bereiche für Infrastrukturräume können erst auf tieferen Sohlen angelegt werden.

Durch das Abtauchen der Salzstruktur nach Südosten wird es wahrscheinlich, dass das oberste Füllort des Schachtes Asse 5 etwas tiefer als die oberste Sohle des Bestandsbergwerkes liegen wird. Die obere Verbindungsstrecke zwischen dem Füllort und dem Bestandsbergwerk wird ebenso tiefer liegen, als die oberste Sohle des Bestandsbergwerkes.

Im Rahmen der Vorrichtungsplanung sind die im Salinar eingebetteten ggf. lösungsführenden Gesteine (Hauptanhydrit und Anhydritmittel) zu beachten.

Der in der Erkundungsbohrung EBrG. 700-2 angetroffene Hauptanhydrit war ab einer Bohrlochlänge von ca. 200 m bis zur Bohrlochsohle bei 254 m lösungsführend. Es trat ein Zufluss zur Bohrung auf,

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 62 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

der nach mehreren Monaten Beobachtungsdauer kumulativ etwa 6 m³ erbrachte und nach Chemismus und beobachteter Druckentwicklung eindeutig intrasalinaren Ursprungs war. Bereiche, in denen Hauptanhydrit nachgewiesenermaßen ansteht oder mit hoher Wahrscheinlichkeit zu vermuten ist, müssen im Rahmen der Vorrichtungsplanung ausgehalten werden.

Die Anhydritmittelsalze sind in Form mehrerer Sättel und Mulden gefaltet. Diese verlaufen quer zum Streichen der Salzstruktur. Damit wird bei Anlage des Rückholbergwerkes bzw. beim Auffahren der Verbindungsstrecken zum Bestandsbergwerk das Durchörtern ggf. lösungsführender Anhydritmittel nicht zu vermeiden sein. Eine diesbezügliche Risikobewertung findet sich in der hydrogeologischen Standortbeschreibung (siehe Kapitel 7.3).

Neben den geologischen Gegebenheiten sind für die Planung der Aus- und Vorrichtung des Rückholbergwerkes weitere Randbedingungen aus den laufenden Rückholungsplanungen zu beachten. So wird davon ausgegangen, dass die aus den Einlagerungskammern geborgenen radioaktiven Abfälle und dabei anfallendes kontaminiertes Salzgrus in unmittelbarer Nähe der ELK in äußerlich kontaminationsfreien Umverpackungen verpackt sind. Die Umverpackungen werden zum nächstgelegenen Füllort des Bergungsschachtes transportiert. Für die Abfälle aus den ELK der 750- und 725-m-Sohle ist dies ein Füllort im Bereich der 750-m-Sohle, für die Abfälle aus der ELK 8a/511 ist dies der Füllort im Bereich der 574-m-Sohle. Im Rückholbergwerk sollen die Transportketten von den Schleusenbereichen vor den Einlagerungskammern bis zu den Füllörtern des Schachtes möglichst nicht unterbrochen werden. Dabei sind die Umverpackungen so wenig wie möglich umzuschlagen.

Hinsichtlich der Transporttechnik unter Tage sind grundsätzlich Transporte von Betriebsmitteln, maschinellen Anlagen und sonstigen Materialien sowie das Fördern von Haufwerksmassen, die jeweils keinen atom- und/oder strahlenschutzrechtlichen Bestimmungen unterliegen, und Transporte von radioaktiven Abfällen zu unterscheiden.

In beiden Fällen sind folgende Anforderungen von der Transporttechnik zu erfüllen:

- möglichst emissionsfrei, mindestens unterhalb aller gesetzlichen Grenzwerte (z. B. für NO_x)
- Steigung und Kurvenradius und Größe der Streckenquerschnitte müssen der eingesetzten Technik entsprechen
- möglichst ungebrochene Transportketten von der ELK bis zum übertägigen Pufferlager
- möglichst leichte und handhabbare Transporteinheiten.

Bei den Planungen des Rückholbergwerkes sind auch wettertechnische Aspekte sowie die Einhaltung der genehmigten Ableitungen mit der Fortluft zu beachten. Nach dem Herstellen der untertägigen Verbindung zwischen Rückhol- und Bestandsbergwerk wird der Schacht Asse 2 als einziehender und Schacht Asse 5 als ausziehender Schacht betrieben. Bei entsprechendem Erfordernis kann ggf. auch der Schacht Asse 4 als weiterer einziehender Schacht genutzt werden. Limitierender Faktor bei den Wettermengen ist der einziehende Schacht Asse 2, unter

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 63 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Berücksichtigung noch zulässiger Wettergeschwindigkeiten lassen erste Abschätzungen des Frischwetterstromes, nach entsprechender Umrüstung und Optimierung des Schachtes Asse 2, ca. 12 000 bis 14 000 m³/min erwarten. Das Wetternetz muss dabei Wärmeabfuhr und Schadstoffverdünnung zuverlässig gewährleisten.

Die den ELK-Öffnungsbereichen zugeführten Frischwetter gelten nach dem Verlassen dieser Bereiche als potenziell radiologisch kontaminiert. Diese Abwetter müssen aus den ELK-Öffnungsbereichen abgeführt (abgesaugt) und in geschlossenen Systemen (Rohrleitungen, Kastenlütten oder dgl.) über ausgewählte Strecken/Grubenbaue zum Schacht Asse 5 und über diesen nach über Tage abgeführt werden. Dort ist ein Abluftbauwerk (Wetterauslass oder Abwetterbauwerk) zu errichten, welches die umwelt- und strahlenschutzrechtlichen Anforderungen aus der Genehmigung erfüllt.

Für den bergtechnischen Untertagebetrieb im Rückholbergwerk sowie für die Maßnahmen im Rahmen der Öffnung der Einlagerungskammern und des Bergens der radioaktiven Abfälle werden neue Infrastrukturräume benötigt. Derzeit werden hierfür beispielhaft ein Flächenbedarf von bis zu 20 000 m² und ein Raumbedarf von bis zu 150 000 m³ angenommen.

Ein Großteil der gegenwärtig im Bestandsbergwerk befindlichen Infrastrukturräume wird aus gebirgsmechanischen Gründen (nicht mehr über einen längeren Zeitraum gegebene Standsicherheit) in den südöstlich vom Bestandsbergwerk gelegenen unverritzten Teil des Salzstockes (Bereich Rückholbergwerk) verlegt werden müssen. Unabhängig davon wird unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Erkenntnisstandes zur Geologie des Asse-Salinars zusätzlich geprüft werden müssen, inwieweit ggf. auch im Bereich des Bestandsbergwerkes neue, langfristig standsichere Infrastrukturräume herzustellen sind.

In den Verbindungsstrecken zwischen dem Bestandsbergwerk und dem Rückholbergwerk (dem Teil der im derzeit unverritzten Salinar aufgefahren wird) sind Verschlussbauwerke zu integrieren, die im Falle eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts (AÜL) schnell aktiviert werden können. Bauart und Funktionsweise der Verschlussbauwerke stehen derzeit im Detail noch nicht fest. Unabhängig davon ist aber davon auszugehen, dass sie voraussichtlich jeweils eine Länge von mindestens 20 m haben werden und in heute noch nicht näher zu lokalisierende geologisch-geotechnisch geeigneten Bereichen der jeweiligen Verbindungsstrecken zu erstellen sind.

Aufgrund der bis ca. 700 m Teufe begrenzten räumlichen Erstreckung des Salinars quer zur Streichrichtung der Asse-Struktur ist es, sofern man das Rückholbergwerk im Wesentlichen nicht erst unterhalb des Niveaus der 800-m-Sohle anlegen will, erforderlich, den Sicherheitsabstand zu den Salzflanken, der nach § 224 Absatz 1f ABVO mindestens 150 m betragen soll, auf bis zu 75 m zu verringern. Entsprechende Modellierungen in SURPAC weisen mögliche Bereiche mit einem Mindestabstand von 150 m (grün in Abbildung 24) und 75 m (gelb in Abbildung 24) zu den Flanken der Salzstruktur aus. Als Bezugsfläche für die Abstandsermittlung zu den Salzflanken dient die Salzumhüllende (Grenzfläche zwischen Deckgebirge und Salinar, Abbildung 24).

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 64 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Nach dem Wortlaut des § 224 Absatz 2 ABVO ist die Anlage von Grubenräumen in den genannten Sicherheitsbereichen nicht ausdrücklich verboten und insofern dann mittels Ausnahmegenehmigung grundsätzlich auch möglich. Bei der Antragsstellung sind hierzu entsprechende Sicherheitsnachweise vorzulegen, sodass die Genehmigungsbehörde diesen Sachverhalt prüfen kann.

Es wird angestrebt, die im Bereich der Asse zu Tage austretenden Schichten des Muschelkalks für den Schachtbau nach Möglichkeit zu meiden, da diese aufgrund zahlreicher Trennflächen und Karsterscheinungen stark permeabel sind und insofern dann auch eine hohe Wasserführung aufweisen können. Dieses stellt für die Wahl des Schachtansatzpunktes schachtbautechnisch noch kein Ausschlusskriterium dar, da Sonderverfahren, die jedoch recht aufwändig sind, zur Beherrschung auch stärkerer Bergwasserzutritte grundsätzlich zur Verfügung stehen.

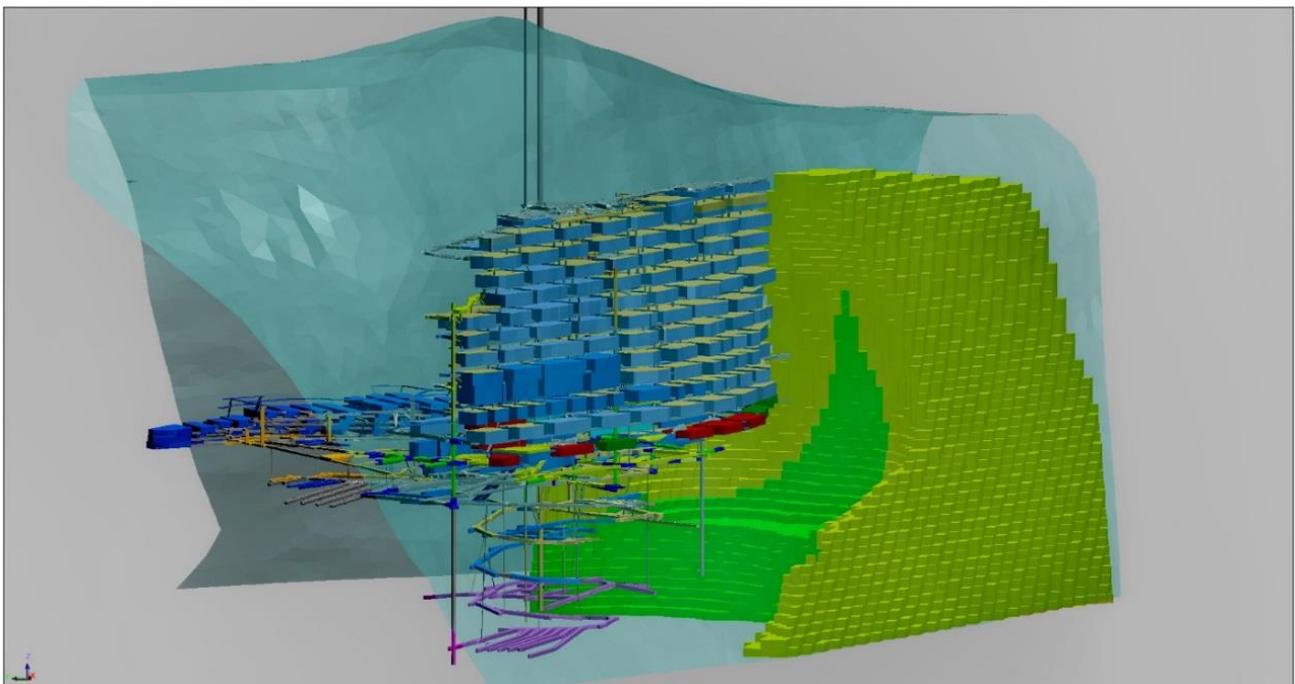


Abbildung 24: Grubengebäude der Schachtanlage Asse II und davon südöstlich gelegener unverritzter Bereich mit Salzhülle (bläulich transparent dargestellt) und 3D-SURPAC-Blockmodell (Kantenlänge der Blöcke jeweils 10 m, gelbe Blöcke haben einen Abstand zur Salzflanke zwischen 75 m und 150 m, grüne Blöcke haben einen Abstand zur Salzflanke von > 150 m).

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 65 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Unter Berücksichtigung der geologischen Randbedingungen und der eingangs in diesem Abschnitt beschriebenen Festlegungen und Annahmen für die Planung der Vorrichtung des Rückholbergwerkes im Salinar wurde als Schachtansatz ein ca. 150 m ostnordöstlich der Erkundungsbohrung Remlingen 15 gelegener Punkt gewählt. Die Höhe des Ansatzpunktes über NN beträgt ca. 197 m. Bezogen auf den östlichen Rand der ELK 1/750 beträgt der Abstand der zukünftigen Schachtachse zum Bestandsbergwerk ca. 254 m. Den beiden nachstehenden Abbildungen ist die Lage des für Schacht Asse 5 gewählten Ansatzpunktes auf dem Luftbild (Abbildung 25) bzw. der Durchstoßpunkt der Schachtachse im Niveau der 750-m-Sohle (Abbildung 26) zu entnehmen.

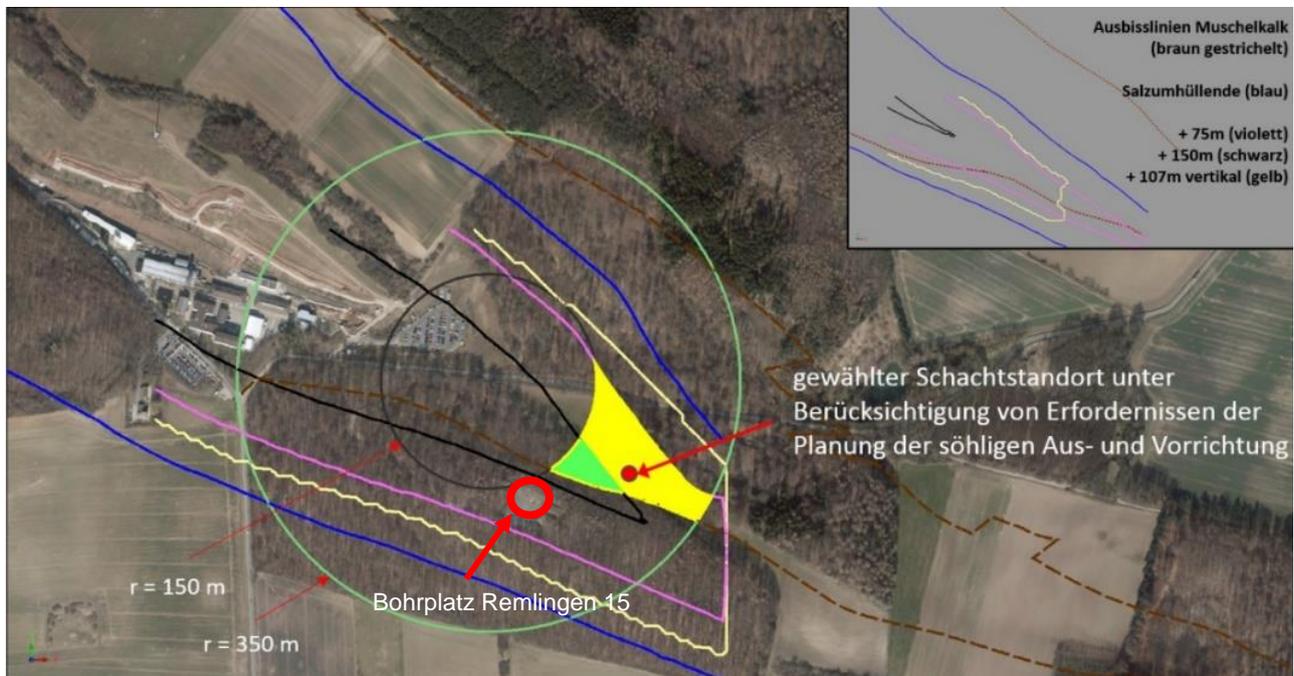


Abbildung 25: Luftbild mit eingezeichneter Lage des gewählten Schachtstandortes Schacht Asse 5 und eingezeichneten Abstandskreisen mit $r = 150\text{ m}$ und $r = 350\text{ m}$ mit jeweils an die Tagesoberfläche übertragenen Mittelpunkten vom östlichen Rand der ELK 1/750 (750-m-Sohle).
 Legende: Muschelkalk Ausbisslinien an der Tagesoberfläche, sonstige Linien sind projizierte Schnittlinien der planaren Elemente mit der 750-m-Sohle.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 66 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

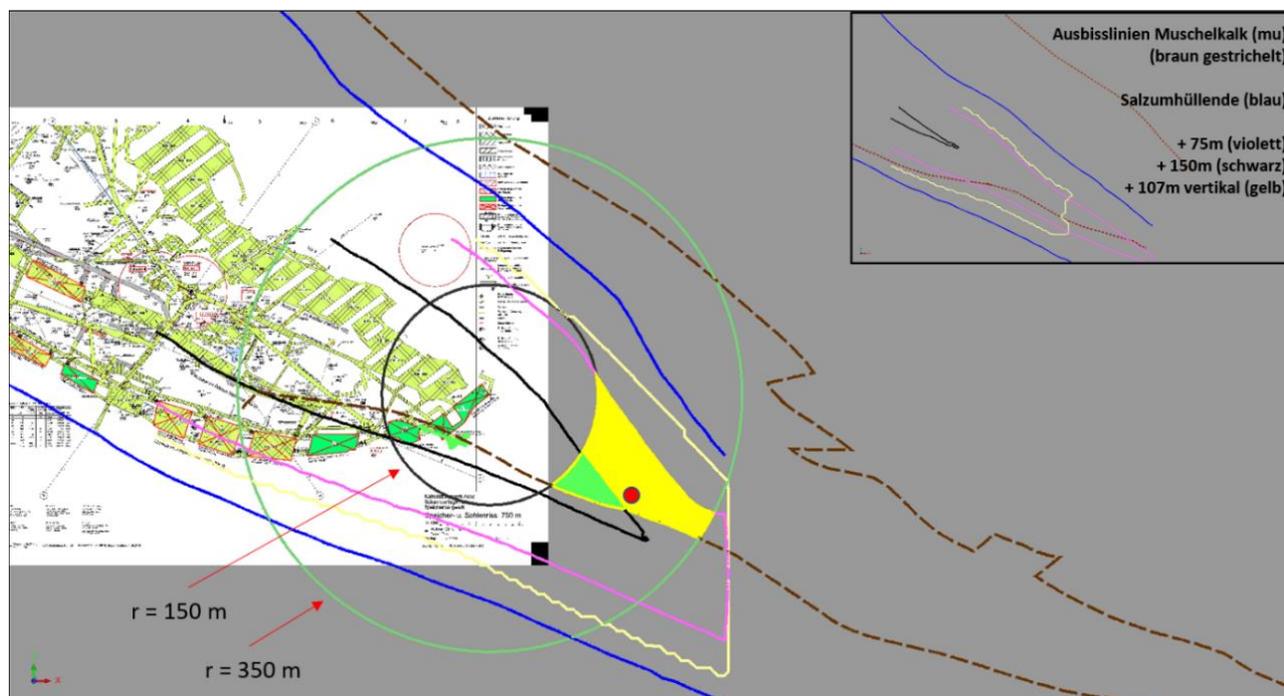


Abbildung 26: Durchstoßpunkt der Schachtachse Schacht Asse 5 im Niveau der 750-m-Sohle (rot gekennzeichnete Punkt). Eingezeichnet sind Abstandskreise mit $r = 150\text{ m}$ und $r = 350\text{ m}$ mit Mittelpunkten am östlichen Rand der ELK 1/750. Legende siehe Abbildung 25.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 67 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

4.4. Eckdaten für das Rückholbergwerk mit Schacht und Schachtförderanlage Asse 5

Schacht und Schachtförderanlage Asse 5

Den beiden nachstehenden Tabellen sind die konzeptionellen Eckdaten des Schachtes Asse 5 (Tabelle 4) und der im Schacht geplanten Förderanlagen (Tabelle 5) zu entnehmen, die den gegenwärtigen Stand der Konzeptplanung darstellen und im Zuge der Entwicklung der Transporttechnik weiter spezifiziert werden. Die Schachtscheibe mit eingezeichneten Förderanlagen, Schachteinbauten, Rohrleitungen und Kabel sowie den beiden Trumen für die Abwetter ist in Abbildung 27 wiedergegeben.

Über Schacht Asse 5 ist vor Beginn der Rückholung im Rahmen der Auffahrung des Rückholbergwerkes Ausbruchshaufwerk in erheblicher Menge nach über Tage auszufördern. Im Rahmen der derzeit laufenden Entwurfsplanungen wird daher auch geprüft, inwieweit die Koepe-Förderung während der Auffahrungsphase temporär auch mit Skipgefäß und Gegengewicht betrieben werden kann. Das Skipgefäß könnte dann für Personenbeförderung an Schacht Asse 5 auch mit einem zusätzlichen Seilfahrtsboden ausgestattet werden.

Tabelle 4: Konzeptionelle Eckdaten für den Bau des Schachtes Asse 5.

Schachtendteufe	ca. 850 m
Füllörter	im Bereich folgender Sohlen: 574 m, 700 m, 750 m und 800 m
Füllortgestaltung	Ausführung aller Anschläge/Füllörter einflügelig (aufgrund der insgesamt beengten geologischen Struktur)
Schachtdurchmesser licht	8,00 m
Schachtquerschnitt	50,24 m ²
Schachtausbau	Im Deckgebirge gebirgsverbundener, wasserdichter Stahlbetonausbau, im Salinarabschnitt unterhalb von Ausbaufundament und Fundamentringen kein Ausbau, sondern in Salzsächten übliche Sicherung des Schachtstoßes durch Anker und Maschendraht
Teufe des Schachtausbaufundaments	voraussichtlich bei ca. 520 m und angenommener Salzspiegelteufe in Bereich von 460 m – 480 m unter GOK

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 68 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tabelle 5: Konzeptionelle Eckdaten der Förderanlagen im Schacht Asse 5 (Betriebsphase Rückholung).

Hauptseilfahrtanlage (HSFA)	Koepe-Förderung mit 2-etagigem Fördergestell und Gegengewicht
Nutzlast HSFA	max. 40 t
Antriebsleistung HSFA	ca. 2.400 kW
Führungseinrichtung	Seilführung, im Bereich der Anschläge Eckführungen aus Stahl
Abbremsanlagen	berechenbar
Schwingbühnen	verriegelbar
Betriebsweisen HSFA: Normalförderung: Schwerlastförderung: Seilfahrt:	Nutzlast max. 20 t bei Fördergeschwindigkeit 10 m/s Nutzlast max. 40 t bei Fördergeschwindigkeit 4 m/s max. 60 Pers./Etagenboden bei Fördergeschwindigkeit 10 m/s
Hilfseilfahrtanlage (MSFA)	Trommelförderanlage
Nutzlast MSFA	max. 1,0 t
Antriebsleistung MSFA	ca. 290 kW
Führungseinrichtung	voraussichtlich Seilführung, ggf. auch alternativ Stahlspurlatten, im Bereich der Anschläge Eckführungen aus Stahl

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 69 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

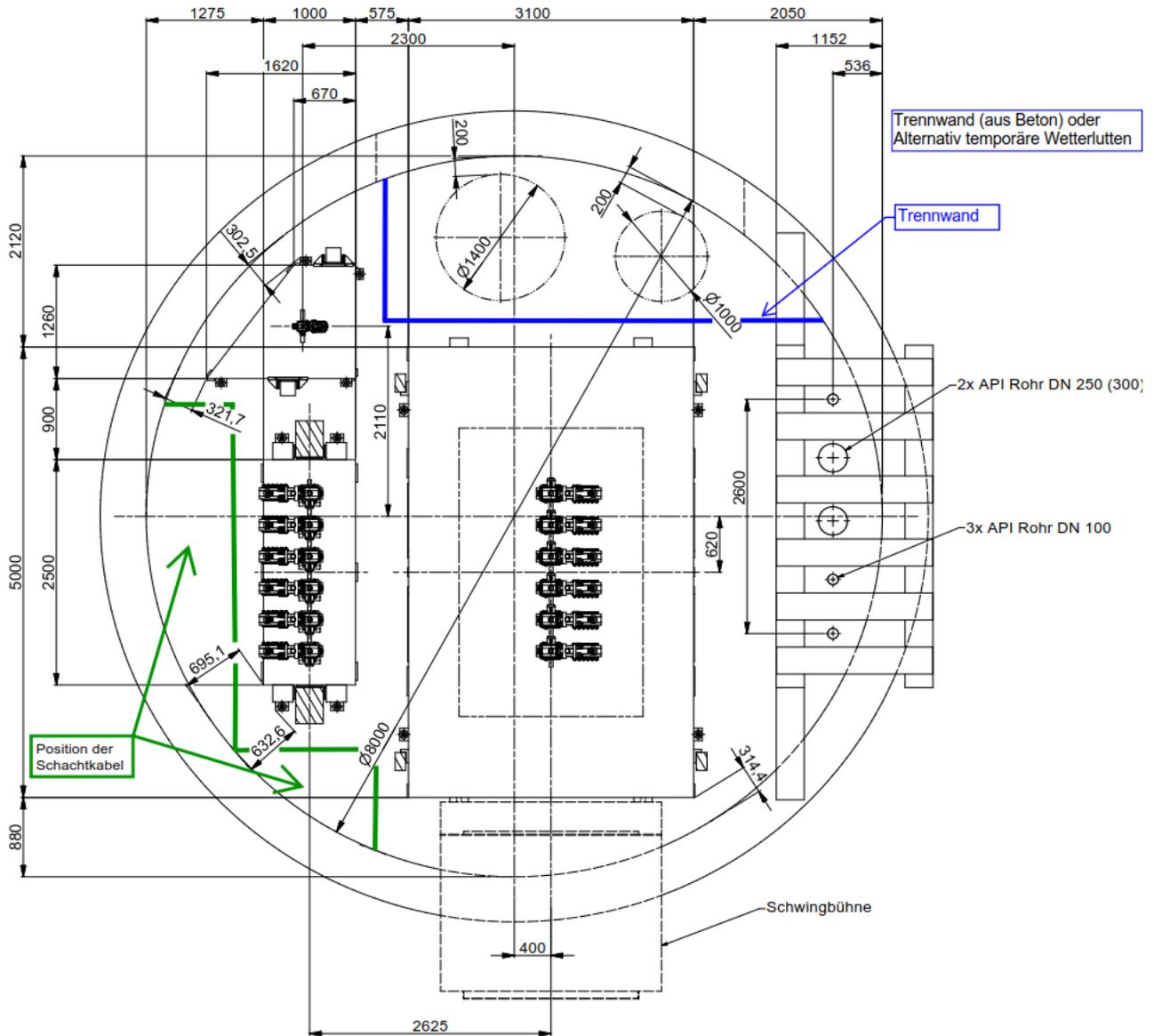


Abbildung 27: Konzeptionelle Schachtscheibe Schacht Asse 5: Koepe-Förderanlage mit Gegengewicht (HSFA) und Trommelförderanlage (MSFA). Abgeteiltes Trum für das Ableiten des potenziell radiologisch stärker belasteten Abwetterstromes.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 70 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Zuschnitt von Strecken und Infrastrukturräumen

Die Querschnitte der neu aufzufahrenden Strecken und Infrastrukturräume müssen den herrschenden gebirgsmechanischen Bedingungen genügen und sind durch diese limitiert. Daneben müssen transport-, sicherheits- und wettertechnische Erfordernisse beachtet werden.

Die Anschlussstrecken an die Füllörter des Schachtes Asse 5 müssen mit einem Querschnitt aufgefahren werden der ein Bewegen von schweren Lasten in vertikaler und horizontaler Richtung im Rahmen des Umschlages von Schwerlasten zwischen Schacht und Strecke ermöglicht.

Strecken, in denen z. B. mittels flurgebundener, mehrachsiger Fahrzeuge Umverpackungen mit radioaktivem Abfall bewegt werden, müssen einen der Transporttechnik entsprechenden Querschnitt aufweisen.

Infrastrukturräume (Werkstätten, Lagerräume, Räume zum Umgang mit Umverpackungen) werden entsprechend der Ergebnisse gebirgsmechanischer Modellierungen aufgefahren. Die jeweilige Firsthöhe eines der Infrastruktur dienenden Grubenraumes ergibt sich dabei aus seiner Zweckbestimmung. Die Länge eines Infrastrukturräumens ergibt sich ebenfalls aus seiner jeweiligen Zweckbestimmung. Für Planungszwecke – u. a. auch für die Abschätzung des gesamten auszubrechenden Hohlraumvolumens – wurden die Längen von Infrastrukturräumen vorläufig und beispielhaft mit bis zu 55 m angenommen.

Für alle vorstehend aufgeführten Grubenräume wird – wie in Salzbergwerken üblich und langjährig bewährt – zunächst davon ausgegangen, dass keine besonderen Ausbaumaßnahmen erforderlich sein werden.

4.5. Beispielhafter Entwurf eines Rückholbergwerks

Der hier vorgestellte beispielhafte Entwurf eines Rückholbergwerks spart noch Bereiche von ca. 100 m Breite östlich der Einlagerungskammergruppe Ost auf der 750-m-Sohle und nördlich der ELK 8a/511 für im Rahmen der Durchführung der Rückholung aufzufahrende Grubenräume (Kammeröffnungs- und Schleusenbereiche etc.) aus. Sobald für diese Bereiche verabschiedete Grubenraumplanungen vorliegen, werden diese in das 3D-Modell importiert und die entsprechenden untertägigen Verbindungsstecken ausgeplant. Für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725 liegt bereits ein Konzept für die benötigten Grubenräume vor (vgl. auch Abbildung 23).

Der Entwurf des Rückholbergwerkes erfolgte mit Hilfe der 3D-Bergbauplanungssoftware SURPAC. Hierbei werden sowohl die Planung selbst, als auch die Planungsrandbedingungen (wie z. B. Geologie, Sicherheitspfeiler, gebirgsmechanische Kennwerte) unabhängig voneinander in die Datenhaltung eingebracht. Ändern sich Randbedingungen, so können Art, Ort und Umfang der sich daraus ergebenden Auswirkungen auf die aktuelle Planung instantan ermittelt werden. Damit kann die Planung jeweils schnell, effizient und umfassend aktualisiert werden. Der aktuelle beispielhafte Planungsansatz ist in Abbildung 28, Abbildung 29 und Abbildung 30 dargestellt.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 71 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Die in den Abbildungen gelb umrandeten Bereiche, die sich vor der ELK 8a/511 und vor der Kammergruppe Ost auf der 750-m-Sohle befinden, wurden für im Rahmen der Durchführung der Rückholung anzulegende Grubenbaue (z. B. Zugangsstrecken zu Einlagerungskammern, Schleusenbereiche, Arbeitsbereiche für das Verpacken des geborgenen radioaktiven Abfalls in Umverpackungen etc.) reserviert.

Zwischen dem Rückholbergwerk und dem Bestandsbergwerk wird es mehrere Verbindungen über Strecken geben, in denen Absperrbauwerke (siehe Abbildung 28 und Abbildung 29) errichtet werden sollen, die eine Abschottung der beiden Bergwerksteile voneinander bei einem auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt (AÜL) erlauben. Derzeit sind drei Verbindungsstrecken beispielhaft geplant. Im Einzelnen:

1. vom Füllort des Schachtes Asse 5 im Niveau der 574-m-Sohle in den Nahbereich der ELK 8a auf der 511-m-Sohle im Bestandsbergwerk (Rampe/Wendel),
2. von der unter 1. genannten Verbindungsstrecke soll eine Verbindung zur Wendel im Bestandsbergwerk erstellt werden, die im Niveau der 595-m-Sohle in die Wendel einmündet.
3. vom Füllort des Schachtes Asse 5 im Niveau der 700-m-Sohle soll eine direkte (söhlige) Verbindung zur Vahlberger Strecke im Bestandsbergwerk hergestellt werden.

Aufgrund der geologischen und geotechnischen Gegebenheiten der Salzstruktur werden die Infrastrukturräume voraussichtlich unterhalb der 750-m-Sohle angelegt. Eine von der 750-m-Sohle zur 800-m-Sohle führende Rampe/Wendel ist daher bereits beispielhaft eingeplant.

Da bezüglich der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus den Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle noch keine endgültigen Planungsergebnisse hinsichtlich des Verfahrens bzw. möglicherweise auch der Verfahren zur Öffnung und Räumung der Einlagerungskammern vorliegen, ist nicht auszuschließen, dass auch in diesem Sohlenniveau ggf. weitere Streckenverbindungen in den Bereich des Bestandsbergwerkes ggf. erforderlich werden.

Um im Rückholbergwerk – außer Schacht Asse 5 – eine weitere Verbindung zwischen den Sohlen im Salinar beispielhaft darstellen zu können, ist ein Blindschacht zwischen dem Niveau der 574-m-Sohle und dem Niveau der 800-m-Sohle mit Zwischenanschlüssen auf der 700-m-Sohle und der 750-m-Sohle dargestellt. Dieser Blindschacht könnte wetter- und transporttechnischen Zwecken sowie der Verbesserung der Fluchtwegmöglichkeiten dienen.

Die im 3D-Modell des Rückholbergwerkes auf mehreren Sohlen beispielhaft verzeichneten Infrastrukturräume stellen noch nicht den voraussichtlichen Bedarf dar, der sich aus Räumen für Werkstätten, für maschinelle und elektrotechnische Anlagen, für untertägig erforderliche Läger und Funktionsräumen für Wettertechnik, Geoinformation und Strahlenschutz ergibt. Hinzu könnten des Weiteren Infrastrukturräume für die Prozesse der Bergung, Umverpackung und des untertägigen Transports im Rahmen der Durchführung der Rückholung kommen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 72 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

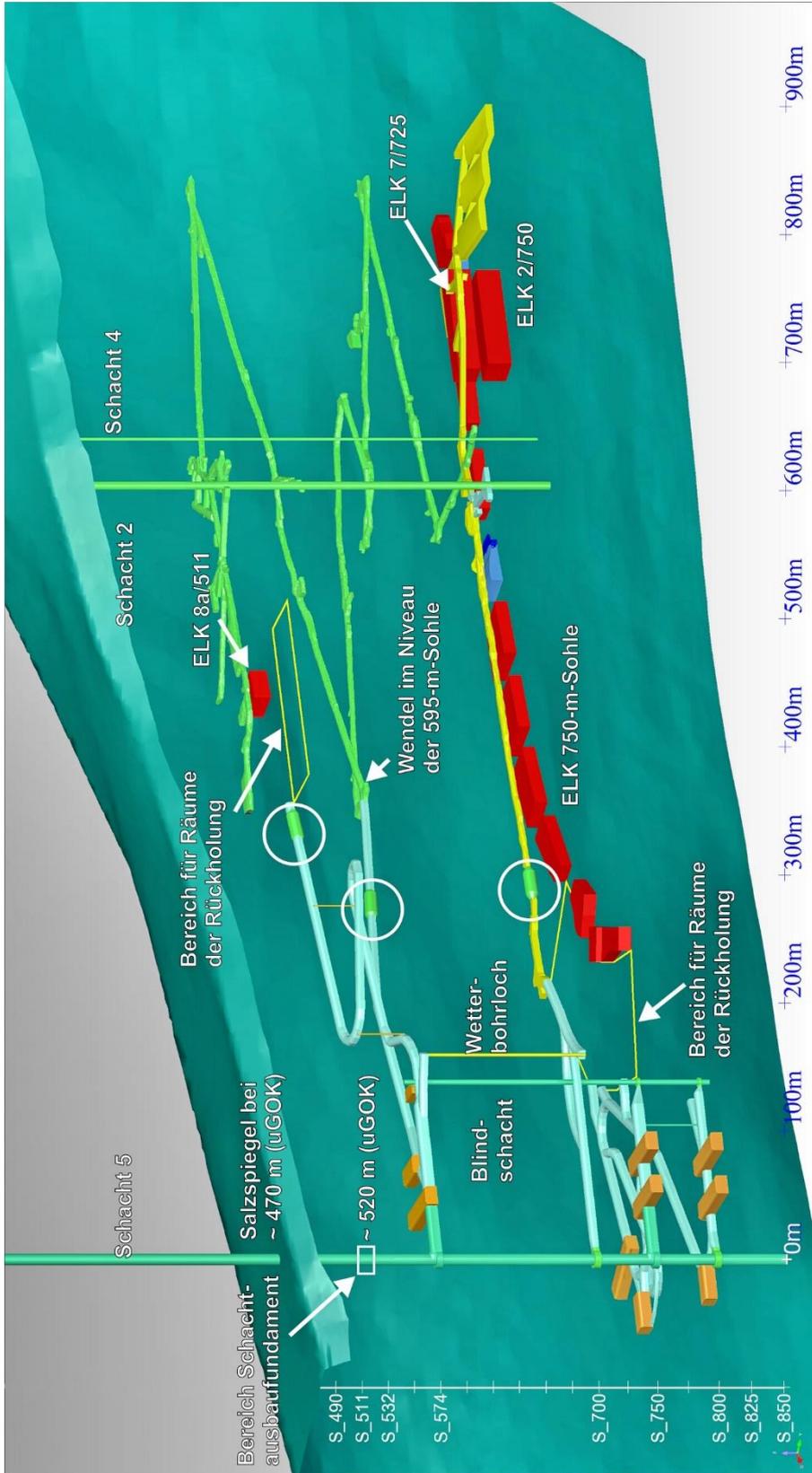


Abbildung 28: Beispiel eines Rückholbergwerks (Streckensystem hellblau, Infrastrukturräume braun, Schacht 5 olivgrün) und Bestandsbergwerk (hellgrün) zum Zeitpunkt des Beginns der Rückholung, verbunden über 3 Verbindungsstrecken mit Absperrbauwerken (jeweils gekennzeichnet durch Kreis). Die Einlagerungskammern auf der 511-m-Sohle sowie auf der 725-m-Sohle und der 750-m-Sohle sind rot gekennzeichnet, Grubenräume für die Rückholung aus der ELK 71725 sowie die Vahlberger Strecke sind gelb gekennzeichnet. Blickrichtung aus Nordosten.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 73 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

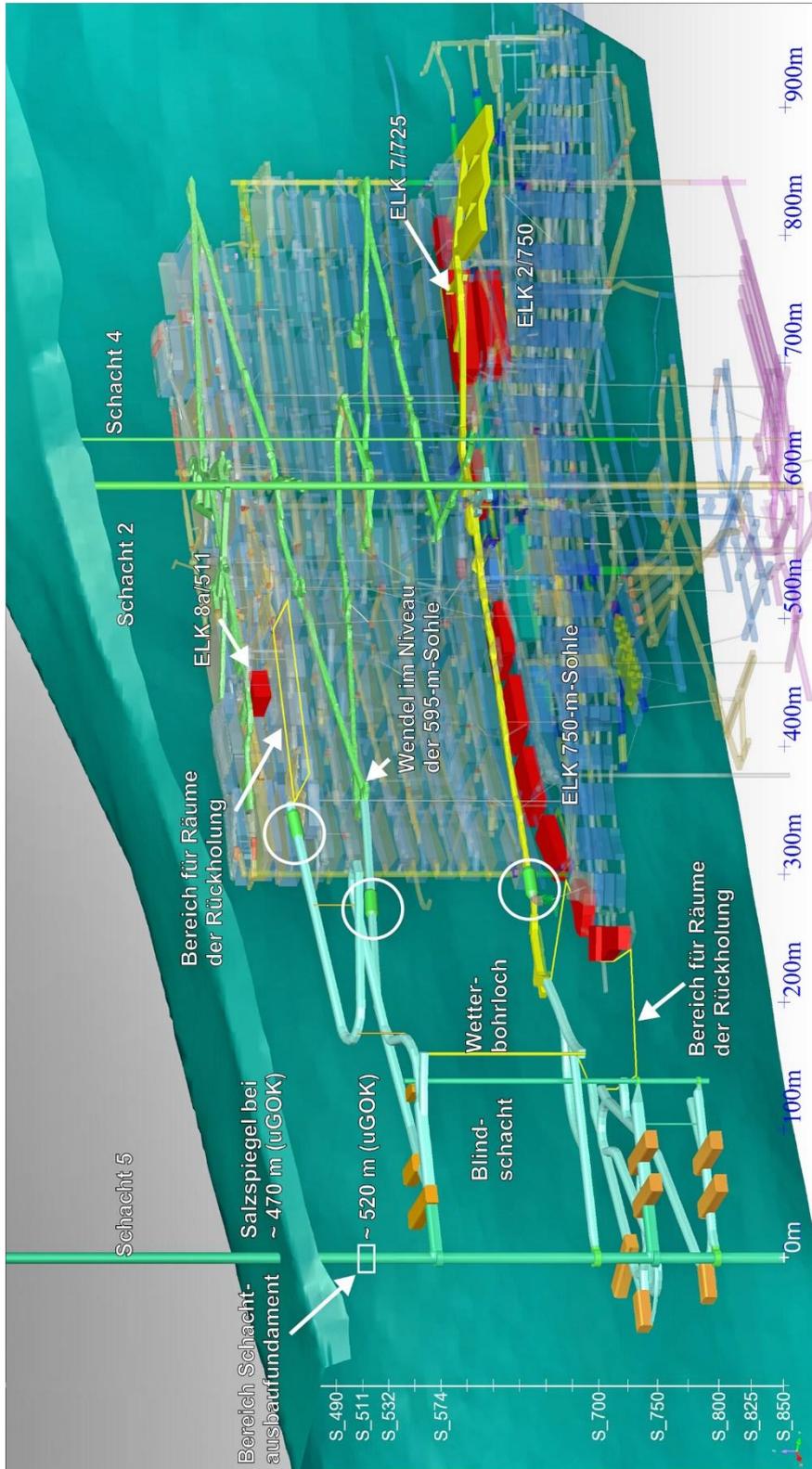


Abbildung 29: Beispielhafte Darstellung von Rückholbergwerk (Streckensystem hellblau, Infrastrukturräume braun, Schacht 5 olivgrün) und Bestandsbergwerk (hellgrün) zum Zeitpunkt des Beginns der Rückholung, verbunden über 3 Verbindungsstrecken mit Absperrbauwerken (jeweils gekennzeichnet durch Kreis). Einlagerungskammern auf der 511-m-Sohle sowie auf der 725-m-Sohle und der 750-m-Sohle rot gekennzeichnet, Grubenräume für die Rückholung aus der ELK 7/725 sowie Vahlberger Strecke gelb gekennzeichnet. Verfüllte Grubenräume des Bestandsbergwerkes transparent hinterlegt. Blickrichtung aus Nordosten.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 74 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

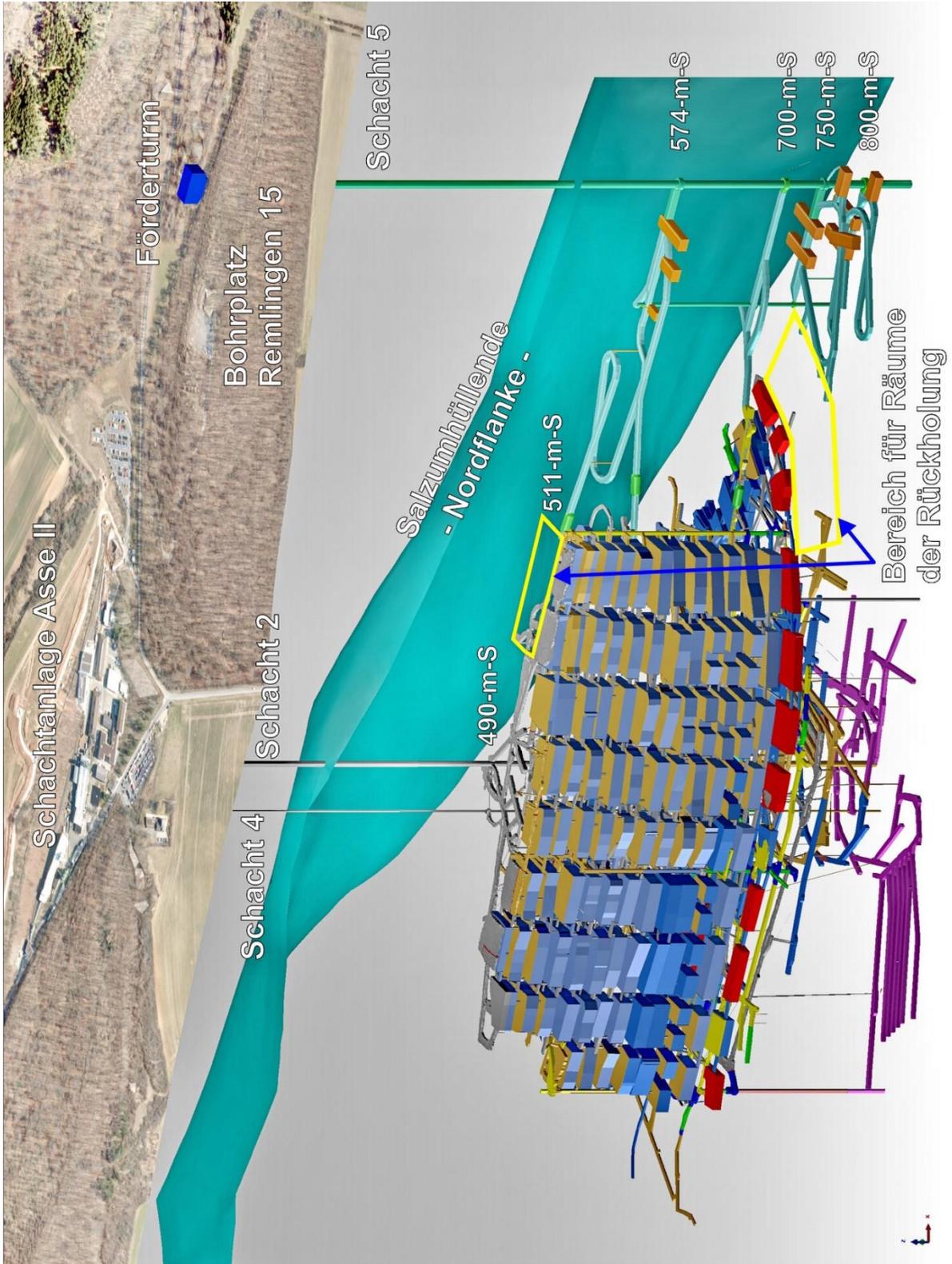


Abbildung 30: Exemplarische Darstellung von Rückhol- und Bestandsbergwerk mit abgesenkter Topographie. Blick von SW auf (verfüllte) Abbaukammern und Einlagerungskammern (rot) auf der 750-m-Sohle.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 75 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

4.6. Teuf- und Streckenvortrieb

Das Teufen des Schachtes Asse 5 wird konventionell mit Bohr- und Sprengarbeit geplant. Hinsichtlich der Auswirkungen sprengtechnisch induzierter Erschütterungen werden das Sprengverfahren sowie die Zündfolge und die Abschlagslängen auf ein gebirgsschonendes Sprengen ausgerichtet. Das Ergebnis von durchgeführten Untersuchungen zu möglichen Auswirkungen von beim konventionellen Schachtteufen ausgelösten Erschütterungen auf das Bestandsbergwerk und die Lösungszutrittsstelle(n) im Bereich der Südflanke zeigen vernachlässigbare Einwirkungen bzw. dynamische Zusatzbelastungen.

Das konventionelle Teufen mit Bohr- und Sprengarbeit ist sehr flexibel an ggf. während der Bauphase auftretende Unwägbarkeiten anpassbar. Auch das Aussetzen der Füllörter sowie das von Schacht Asse 5 aus zu erfolgende Auffahren der Füllortanschlussstrecken, die bei begrenzter Länge einen großen Streckenquerschnitt aufweisen können, ist konventionell einfacher darstellbar als vergleichsweise mit maschinellen Teufverfahren (Schachtfräse, Schachtbohrmaschine).

Mit Ausnahme der Füllortanschlussstrecken sollen alle anderen Streckenvortriebe und Infrastrukturräume maschinell (schneidend/fräsend) aufgefahren werden.

Die von Schacht Asse 5 aus aufzufahrenden Grubenräume des Rückholbergwerks sollen so bald als möglich mit dem Bestandsbergwerk verbunden werden, um hinsichtlich der Bewetterung des Gesamtsystems aus Rückholungs- und Bestandsbergwerk frühzeitig optimale Bedingungen schaffen zu können.

Sobald im Zuge des Schachtteufens das erste Füllort (im Bereich der 574-m-Sohle) ausgesetzt und die zugehörige Füllortanschlussstrecke hergestellt worden ist, können das Weiterteufen des Schachtes und die söhliche Streckenauffahrung parallel betrieben werden. Hierfür ist im Bereich der Sohle des Füllortes eine Schutzbühne mit Durchgangsöffnungen für die Seile der Schachtarbeitsbühne und die Durchfahrt der Kübelförderungen des Teufbetriebes sowie eine zusätzlich temporäre Fördereinrichtung zur Abförderung des Haufwerkes aus der Streckenauffahrung zu installieren. Derartige parallel ausgeführte Teuf- und Streckenvortriebsmaßnahmen sind im Schachtbau bereits mehrfach erfolgreich und zeitoptimierend durchgeführt worden, bedürfen aber einer den sicherheitstechnischen Anforderungen dieser Vorgehensweise entsprechend sorgfältigen Planung und optimalen Abstimmung der jeweiligen Betriebsabläufe aufeinander.

Für die Durchführung der Rückholung benötigte Grubenräume, die im Bereich des Bestandsbergwerkes angelegt werden sollen/müssen, können ggf. schon vor dem Durchschlag zwischen Rückhol- und Bestandsbergwerk aufgefahren werden. Voraussetzung hierfür ist u. a. die Eignung des bei der Hohlraumerstellung anfallenden Salzes zur untertägigen Herstellung von Verfüllbaustoffen (Sorelbeton u.s.w), sodass das Ausbruchshaufwerk nicht über Schacht Asse 2 nach über Tage gefördert werden muss.

Das beim Schachtbau sowie bei den untertägigen Auffahrungsmaßnahmen für das Rückholbergwerk anfallende Haufwerk muss über Schacht Asse 5 nach über Tage gefördert und auf einer neu einzurichtenden Halde gelagert werden, sofern sich nicht ggf. anderweitige Möglichkeiten der

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 76 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Verbringung und/oder Verwertung des Haufwerks genehmigungsrechtlich, technisch und wirtschaftlich realisieren lassen.

Das beim Schachtteufen, aber insbesondere bei den untertägigen Auffahrungen im Salinar insgesamt anfallende Haufwerk könnte auf Basis des gegenwärtigen Bearbeitungsstandes voraussichtlich in der Größenordnung zwischen 735 000 – 945 000 t betragen (entsprechend 350 000 – 450 000 m³ Ausbruchsvolumen).

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 77 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

5. Abfallbehandlung und Zwischenlagerung

Nach der Zu-Tage-Förderung der umverpackten radioaktiven Abfälle müssen diese ihrer Zwischenlagerung zugeführt werden, bis ein geeignetes, annahmefähiges Endlager zur Verfügung steht. Zwischenlagerfähig sind nur konditionierte und deklarierte Abfälle entsprechend der jeweiligen Annahmebedingungen des Zwischenlagers. Ebenso sind zur Erlangung von Transportgenehmigungen zum Endlager konkrete Kenntnisse zum transportierten Abfall und ggf. dessen notwendigen Verpackung erforderlich.

Die Abfallbehandlung beinhaltet alle Einrichtungen, um die rückgeholt, radioaktiven Abfälle in einen transport- und/oder lagerfähigen Zustand zu überführen. Sie beginnt mit der radiologischen und stofflichen Charakterisierung, die es ermöglicht, die im Rahmen der Konditionierung notwendigen Behandlungsverfahren und die geeignete Verpackung festzulegen. Im Rahmen dieser Prozessschritte ist es aus logistischen Gründen, aber vor allem um die untertägigen Arbeiten zur Rückholung nicht zu verzögern notwendig, die Pufferung der Abfallströme sicherzustellen. Da die Durchführung der Charakterisierung und der Konditionierung sowie die zur Gewährleistung der logistischen Abläufe notwendige Pufferlagerung Voraussetzung für die Zwischenlagerung und ggf. einem Transport über öffentliche Straßen ist, müssen diese Einrichtungen zur Abfallbehandlung vor Ort errichtet und direkt mit dem Betriebsgelände der Schachtanlage verbunden werden. Darüber hinaus ist zur Erfüllung internationaler Verpflichtungen zur Kernmaterialüberwachung die Charakterisierung und Bilanzierung der Abfälle erforderlich.

Aus Gründen der Störfallsicherheit (u. a. Brandschutz) ist die Errichtung der Einrichtungen zur Abfallbehandlung unter Tage nicht realisierbar. Ein Sicherheitsgewinn in Bezug auf einen möglichen AÜL wird schneller erreicht, wenn die Abfälle zügig nach über Tage verbracht werden.

Das aus der Rückholung resultierende Volumen an radioaktiven Abfällen kann derzeit in keiner bestehenden Einrichtung zwischengelagert werden. Für die Bereitstellung dieser Kapazität ist es daher notwendig, ein neues Zwischenlager zu errichten.

5.1. Abfallbehandlung

5.1.1. Einrichtungen zur Charakterisierung

Nachdem die umverpackten radioaktiven Abfälle zu Tage gefördert wurden, sind sie radiologisch und stofflich zu charakterisieren. Zur Sicherstellung eines kontinuierlichen Arbeitsablaufs und einer zeitlichen Entzerrung sowohl der unter- als auch der übertägigen Prozesse ist für die umverpackten radioaktiven Abfälle vor und nach ihrer Charakterisierung eine Pufferlagerung vorgesehen (Abbildung 1). Die radiologische und stoffliche Charakterisierung ist für weitere Prozessschritte, insbesondere den Transport über öffentliche Verkehrswege und die spätere Deklaration notwendig. Hierbei sollen nach Möglichkeit zerstörungsfreie Messverfahren (z. B. Gammaskopie, Tomografie, Neutronenaktivierungsanalyse) zum Einsatz kommen, sodass die rückgeholt, radioaktiven Abfälle in den Umverpackungen verbleiben können. Ggf. können auch intakte Gebinde aus den Umverpackungen entnommen und mit dem jeweiligen Messverfahren untersucht werden.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 78 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA>NNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Ziel der Charakterisierung ist mindestens die Bestimmung der Dosisleistung, der inneren Struktur der Gebinde und/oder der Struktur der Abfallmatrix sowie des Kernbrennstoffgehalts. Mit Hilfe der gewonnenen Daten kann ggf. eine Zuordnung der rückgeholten radioaktiven Abfälle zu den dokumentierten Quelldaten bzw. Abfallströmen erfolgen. Sollte eine Zuordnung nicht möglich sein, so wird der Abfall über eine Probenahme und Analyse charakterisiert. Ein wichtiges Ergebnis der radiologischen Charakterisierung ist die messtechnische Ermittlung, ob der rückgeholte radioaktive Abfall kernbrennstoffhaltig ist oder als sonstiger radioaktiver Stoff behandelt werden kann. Bei der anschließenden Pufferlagerung können die umverpackten rückgeholten und charakterisierten radioaktiven Abfälle für den weiteren Konditionierungsprozess zu Chargen vorsortiert werden.

Die Einrichtungen zur Charakterisierung sollen aus mehreren Messstraßen bestehen, um mehrere Umverpackungen gleichzeitig analysieren zu können. Aufgrund der überwiegend zu erwartenden geringen Dosisleistungen bei den rückgeholten Gebinden kann eine Messung an der Umverpackung mehrere Stunden bis zu mehr als einem Tag dauern.

Da Transporte über öffentliche Verkehrswege die Charakterisierung der rückgeholten radioaktiven Abfälle erfordern, müssen sich die Einrichtungen zur Charakterisierung am Standort der Schachtanlage Asse II befinden, bzw. sich mit dem Gelände des Bergungsschachts zu einem Betriebsgelände verbinden lassen. Die Einrichtungen zur Charakterisierung bilden mit dem Pufferlager einen geschlossenen Gebäudekomplex, um möglichst kurze Transportwege zu verwirklichen. Die messtechnische Ausstattung der Einrichtungen zur Charakterisierung wird in den nächsten Planungsphasen weiter konkretisiert. Das Gebäude, in der sich die Einrichtungen zur Charakterisierung befinden, ist gemäß ESK-Leitlinie [ESK 2013] gegen Flugzeugabsturz auszuweisen.

5.1.2. Einrichtungen zur Konditionierung

Ziel der Konditionierung ist es, transport- und (end-)lagerfähige Abfallprodukte herzustellen. Diese müssen den Anforderungen des Transportrechts entsprechen und die Zwischen- oder Endlagerbedingungen erfüllen. In der Konditionierungsanlage befinden sich sämtliche technische Einrichtungen, um die rückgeholten und charakterisierten radioaktiven Abfälle zu behandeln. Die Konditionierung kann die Verfahren Verpressen, Verbrennen, Trocknen, Zementieren/Bituminieren und Verpacken beinhalten. Die Auslegung der Konditionierungsanlage und die Auswahl der Konditionierungsverfahren orientiert sich an den derzeit gültigen Endlagerbedingungen für schwach- und mittelradioaktive Abfälle, da derzeit weder die Endlagerbedingungen für ein zukünftiges Endlager bekannt sind noch welche Annahmebedingungen für die Zwischenlagerung zugrunde zu legen sind.

Die Konditionierungsanlage besteht aus mehreren Konditionierungs- und Trocknungsstraßen. Die aktuellen Planungen sehen vor, die Anlage so zu dimensionieren, dass zwischen 80 und 100 Gebinde pro Tag verarbeitet werden können. Diese Anforderung leitet sich aus dem derzeitigen Stand der Konzeptplanung ab. Hier wird davon ausgegangen, dass im Mittel ca. 20 bis 25 Gebinde pro Arbeitsort und Tag geborgen werden, wobei von drei bis vier Arbeitsorten gleichzeitig

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 79 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

ausgegangen wird. Die Straßen sind vom Grundaufbau her identisch und können – je nach Erfordernis – mit oder ohne ein Schleusensystem ausgerüstet werden. In der Konditionierungsanlage befindet sich ebenfalls ein Bereich für frisch vergossene Transportcontainer, die dort bis zum Ende des Abbindeprozesses des Betons verweilen. Des Weiteren beinhaltet die Konditionierungsanlage eine Anlage zur Betonherstellung, mit der auch die Verarbeitung kontaminierter Salzgruses und kontaminierter Lösungen möglich ist. Hinzu kommen Arbeitsplätze zur Behälterabfertigung (Verdeckelung, radiologische Messungen).

Die konditionierten und in Containern verpackten rückgeholten Abfälle werden anschließend in ein Pufferlager transportiert.

5.1.3. Pufferlagerung

Das Ziel einer Pufferung ist es, den unterbrechungsfreien Ablauf aller untertägigen Prozesse der Bergung der radioaktiven Abfälle sowie der anschließenden Prozesse der Charakterisierung und Konditionierung durch eine temporäre Lagerung der rückgeholten bzw. charakterisierten radioaktiven Abfälle zu gewährleisten (Abbildung 1). Dazu ist das Pufferlager derart konzipiert, dass stets einerseits freie Pufferlagerflächen für umverpackte rückgeholte radioaktive Abfälle zur Verfügung stehen und andererseits sich im Pufferlager so viele umverpackte radioaktive Abfälle befinden, um jederzeit eine ausreichende Versorgung der Einrichtungen zur Charakterisierung zu gewährleisten.

Das Pufferlager ist für die Pufferung von kernbrennstoffhaltigen radioaktiven Abfällen ausgelegt, erfüllt die Barriereanforderungen zur Lagerung von Kernbrennstoffen und wird aus mehreren Hallenschiffen bestehen. Die Gebäudehülle des Pufferlagers, in der potentiell kernbrennstoffhaltige Abfälle gelagert werden sollen, ist gegen Flugzeugabsturz gemäß ESK-Leitlinie [ESK 2013] ausgelegt.

5.2. Zwischenlagerung

Im Zwischenlager müssen die aus der Schachtanlage Asse II rückgeholten radioaktiven Abfälle solange zwischengelagert werden, bis eine Endlagerung in einem neuen, dafür vorgesehenen Endlager möglich ist.

In der Schachtanlage Asse II wurden ca. 126 000 Gebinde mit einem Gesamtvolumen von ca. 47 000 m³ als radioaktive Abfälle eingelagert. Außerdem werden im Rahmen der Bergung der radioaktiven Abfälle aus den Einlagerungskammern zusätzlich mit radioaktiven Stoffen kontaminierte Materialien wie Salzgrus oder Salzlösungen anfallen. Das Volumen dieser kontaminierten Materialien kann derzeit nur angenommen werden, da hierzu keine Untersuchungen oder sonstige Informationen vorliegen. Für die Planung und Auslegung der Anlagen wird deshalb auf Grundlage einer Empfehlung der Entsorgungskommission (ESK) ein zusätzliches Salzgrus-/

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 80 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Salzlösungsvolumen von 50 000 m³ zugrunde gelegt [ESK 2010]. Daher wird für die Dimensionierung der übertägigen Einrichtungen (Pufferung, Charakterisierung, Konditionierung) ein rückgeholtes Abfallvolumen von ca. 100 000 m³ zugrunde gelegt. Die störfallsichere und damit transportgerechte Verpackung dieses Abfallvolumens wird durch die Konditionierung erreicht. Dabei bedürfen die rückgeholten radioaktiven Abfälle und die kontaminierten Materialien einer Fixierung in den Transportcontainern in einer Betonmatrix. Der aus den Transportcontainern und den Betonzuschlagsstoffen resultierende Volumenzuwachs wird mit dem Faktor 2 abgeschätzt und führt damit zu einem zwischen- bzw. später endzulagernden Gesamtvolumen von ca. 200 000 m³.

5.3. Vorplanungen zur Abfallbehandlung und zur Zwischenlagerung

Vorplanungen sehen die bauliche Zusammenfassung der Einrichtungen zur Abfallbehandlung (Pufferung, Charakterisierung und Konditionierung) und zur Zwischenlagerung vor (Abbildung 31). Das Lagergebäude mit unterschiedlichen, genehmigungsrechtlich abgegrenzten Lagerbereichen besteht aus mehreren Hallenschiffen, die zu beiden Seiten eines in der Mitte befindlichen Transportganges angeordnet sind. Über diesen Transportgang werden sowohl die umverpackten, unkonditionierten und nichtcharakterisierten Abfälle in Pufferlagerbereichen als auch die konditionierten Transportcontainer zu den jeweiligen Zwischenlagerbereichen gebracht. Des Weiteren befinden sich in diesem Anlagenkomplex ein Transportbereitstellungsbereich zur Abgabe der zwischengelagerten Abfälle an das spätere Endlager. Mit dem Fortschreiten der Rückholung und vor allem bedingt durch die kontinuierliche Überführung der rückgeholten Abfälle in zwischen- bzw. endlagerfähige Abfallprodukte erfolgt die genehmigungsseitige Umwidmung der nicht mehr benötigten Pufferlagerhallenschiffe in Lagerbereiche zur Zwischenlagerung. Bei einer Stapelhöhe der Container von ca. 20 m wird für die Zwischenlagerung der gesamten Abfallmenge letztlich eine Fläche von ca. 30 000 m² (ca. 250 m x ca. 120 m) notwendig sein.

Die rückgeholten MAW-Gebinde aus der ELK 8a/511, welche sich voraussichtlich ohne weitere Konditionierung in Abschirmbehältern befinden werden, sowie die Transportcontainer, die Kernbrennstoffe im Sinne des § 2 AtG enthalten, werden in einem besonders gesicherten Lagerbereich aufbewahrt.

Die Transportcontainer, die keine Kernbrennstoffe im Sinne des § 2 AtG enthalten, werden im sogenannten LAW-Bereich gelagert.

Die Voraussetzungen für das Einbringen der konditionierten Abfälle in Transportcontainern in die Zwischenlagerung werden in technischen Annahmebedingungen und den zugehörigen Ausführungsbestimmungen geregelt. Die technischen Annahmebedingungen legen die Anforderungen fest, die erfüllt sein müssen, damit ein Transportcontainer im Zwischenlager gelagert werden kann. Die Anforderungen werden durch sicherheitstechnisch relevante Spezifikationswerte repräsentiert, die sich sowohl auf das Inventar als auch auf die Behälter selbst beziehen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 81 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

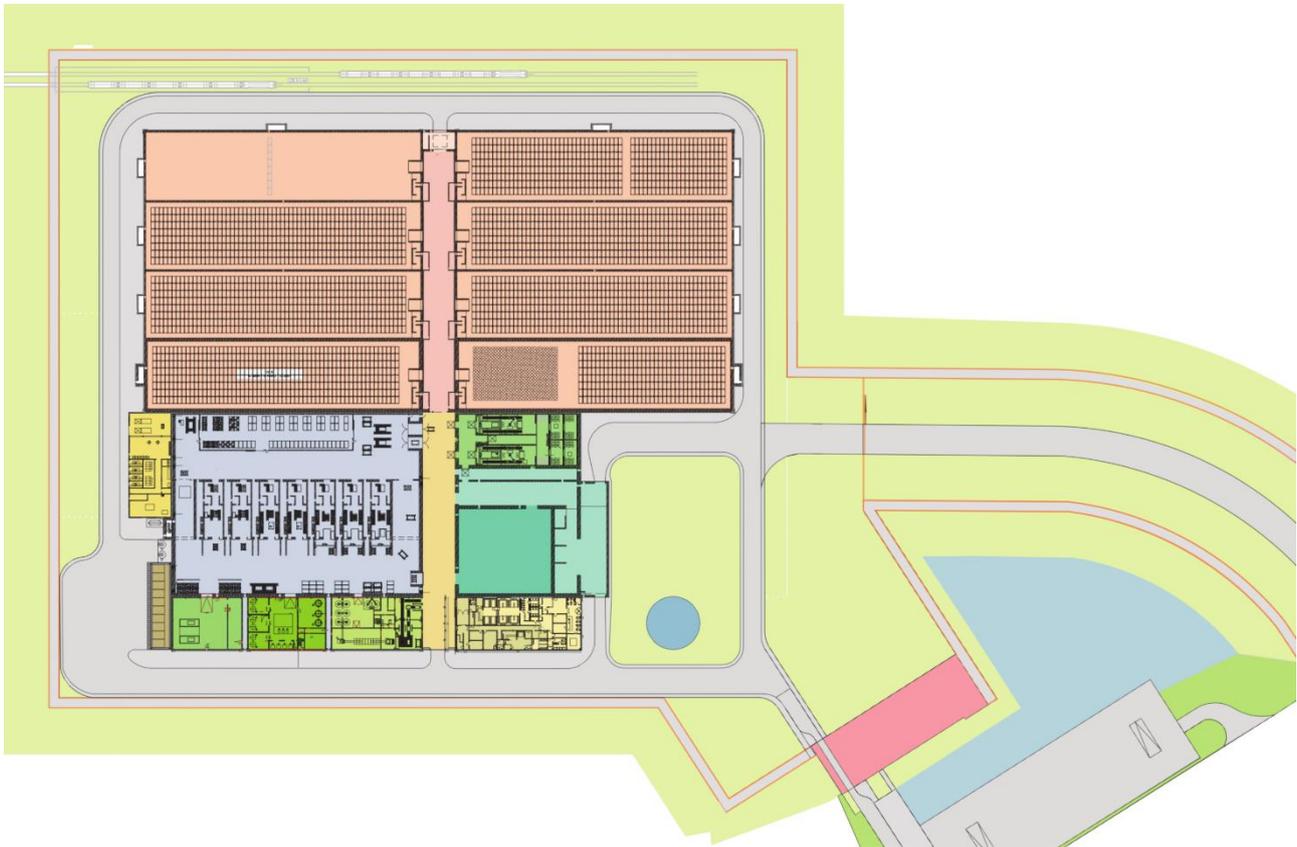


Abbildung 31: Schematische Darstellung (Draufsicht) der Einrichtungen zur Abfallbehandlung bzw. Zwischenlagerung (bräunliche Färbung: Puffer- bzw. Zwischenlagerung; grün: Charakterisierung; graublau: Konditionierung) der rückgeholten Abfälle.

5.4. Standortvorschlag für die Anlagen und Einrichtungen zu Abfallbehandlung und zur Zwischenlagerung

Um einen transparenten und objektiven Standortauswahlprozess durchführen zu können, wurden in Abstimmung mit der A2B/AGO im Vorfeld sowohl Bewertungskriterien und Bewertungsgrößen definiert als auch die Wichtungen der einzelnen Beurteilungsfelder festgelegt.

Die Arbeiten für die Standortauswahl wurden entsprechend dem im Kriterienbericht [BfS 2014] festgelegten Verfahren durchgeführt und sind im Bericht „Standortauswahl für ein übertägiges Zwischenlager für die rückgeholten radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II“, Stand: 31. Mai 2019 [BGE 2019b] vollständig und ausführlich dargestellt. Der Stand berücksichtigt dabei auch den derzeit in Rede stehenden Standort für den neuen Bergungsschacht. In dem Rückholplan werden daher nur kurz die Bewertungsgrundlagen (Kriterien), die betrachteten potentiellen

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 82 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Standorte sowie das Ergebnis zusammenfassend dargestellt. Diese zusammenfassende Darstellung ersetzt nicht den o. g. Bericht [BGE 2019b].

5.4.1. Kriterien zur Standortauswahl

Die Definition der Bewertungskriterien und deren Größen erfolgt gemäß Kriterienbericht [BfS 2014] anhand der Beurteilungsfelder:

- Technische Aspekte
- Einwirkungen von außen
- Genehmigungsaspekte
- Landschaft und Erholung
- Lebensräume, Flora und Fauna
- Ressourcenschonung

Die für die Beurteilungsfelder abgeleiteten Bewertungskriterien und Bewertungsgrößen sind analog zum Kriterienbericht in der nachfolgenden Tabelle 6 aufgeführt. Die im Rahmen der Standortvoruntersuchung angewendeten Ausschlusskriterien sind entsprechend mit (*) gekennzeichnet.

Tabelle 6: Beurteilungsfelder und Bewertungskriterien mit Bewertungsgrößen [BfS 2014].

Beurteilungsfelder	Bewertungskriterien	Bewertungsgrößen
Technische Aspekte	Störfallrisiko	<ul style="list-style-type: none"> • Einrichtungen/Betriebe mit Störfall-Relevanz in der Nähe des Standortes • Infrastruktur mit Störfall-Relevanz (Versorgungsleitungen, Gas, Öl, Transportwege) • Siedlungen in der Nähe des Standortes, Bevölkerungsdichte • Transportwege zwischen Schachtanlage und Konditionierungsanlage/Zwischenlager
	Erschließung	<ul style="list-style-type: none"> • Erschließung des Standortes per Straße und Schiene

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 83 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Beurteilungsfelder	Bewertungskriterien	Bewertungsgrößen
		<ul style="list-style-type: none"> • Medienver- und -entsorgung (z. B. Wasser, Strom, Abwasser, Löschwasser) • Entsorgung von Oberflächenwässern
	Flächenangebot *)	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Fläche für das Zwischenlager • geplante weitere Bebauung
	Baugrund *)	<ul style="list-style-type: none"> • Tragfähigkeit des Untergrundes • Grundwasserstände • Topographie, Neigung • Bergsenkungen
	Strahlenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Entfernung zur nächsten Wohnbebauung, Bevölkerungsdichte • Radiologische Vorbelastung am Standort • Transport radioaktiver Stoffe
Einwirkungen von außen	Naturgefahren *)	<ul style="list-style-type: none"> • Hochwasser • Erdbeben • Gebirgsschlag/Erdrutsch
	Sonstige Einwirkungen von außen	<ul style="list-style-type: none"> • Flugzeugabsturz
Genehmigungsaspekte	Bau- und Umweltrecht *)	<ul style="list-style-type: none"> • Gewerbliche Nutzung nach Bebauungsplan/Bauordnung zulässig • Baulasten/Altlasten • Raumplanerische Festsetzungen • Naturschutzrechtliche Genehmigungsverfahren
	Grundstückserwerb	<ul style="list-style-type: none"> • Eigentumsverhältnisse • Verfügbarkeit/Zeitbedarf

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 84 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA>NNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Beurteilungsfelder	Bewertungskriterien	Bewertungsgrößen
Landschaft und Erholung	Kultur- und Sachgüter	<ul style="list-style-type: none"> • Schützenswerte Kultur- und Sachgüter
	Erholung	<ul style="list-style-type: none"> • Siedlungsstrukturierung, Erhalt von Freiflächen • Parkanlagen • Rad-, Reit- und Wanderwege
	Landschaftsbild	<ul style="list-style-type: none"> • Einsehbarkeit, Sichtbeziehungen • Bauliche Vorbelastung
Lebensräume, Flora und Fauna	Lebensräume mit Schutzstatus	<ul style="list-style-type: none"> • Naturschutzrechtliche Festsetzungen (Landschafts-/Naturschutzgebiete o. ä.)
	Vernetzungsräume, Waldlebensräume	<ul style="list-style-type: none"> • Wildtierkorridore • Waldbestand, Waldfunktion
	Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> • Seen, Teiche • Fließgewässer • Auen und Feuchtgebiete
Ressourcenschonung	Boden	<ul style="list-style-type: none"> • Bodengüte/-typ • Landwirtschaftliche Nutzung
	Rohstoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffvorkommen auf Standortareal
	Flächenverbrauch	<ul style="list-style-type: none"> • zusätzliche Versiegelung
	Grundwasser *)	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserschutzgebiet/Wasserschutzzone • Charakteristik des Grundwasserleiters • Schutzpotential der Deckschichten

*) Ausschlusskriterium

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 85 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

5.4.2. Potentielle Asse-nahe Standorte des Zwischenlagers

Gemäß dem Kriterienbericht [BfS 2014] sollen zunächst nur potentielle Standortflächen für die Einrichtungen zur Pufferlagerung, zur Charakterisierung und zur Konditionierung der rückgeholt radioaktiven Abfälle sowie der Zwischenlagerung betrachtet werden, die im unmittelbaren Umfeld des Betriebsgeländes der Schachtanlage Asse II liegen bzw. sich in sinnvoller Weise mit diesem verbinden lassen.

Im Auftrag des BfS wurden im Zuge der Planungsarbeiten potentielle Asse-nahe Flächenareale im Hinblick auf die Errichtung eines übertägigen Zwischenlagers betrachtet. Die Ergebnisse dieser Voruntersuchung wurden im Bericht [Steag 2013] zusammengefasst. Hierbei wurde mit Hilfe der auch später im Kriterienbericht [BfS 2014] im Beurteilungsfeld „Technische Aspekte“ enthaltenen Ausschlusskriterien „Flächenangebot“ und „Baugrund“ potentielle Asse-nahe Flächenareale identifiziert, die einem späteren Standortvergleich zugrunde gelegt werden können. Die identifizierten potentiellen Standortflächen sind in der Abbildung 32 durch die Nummerierungen 1 bis 5 dargestellt.

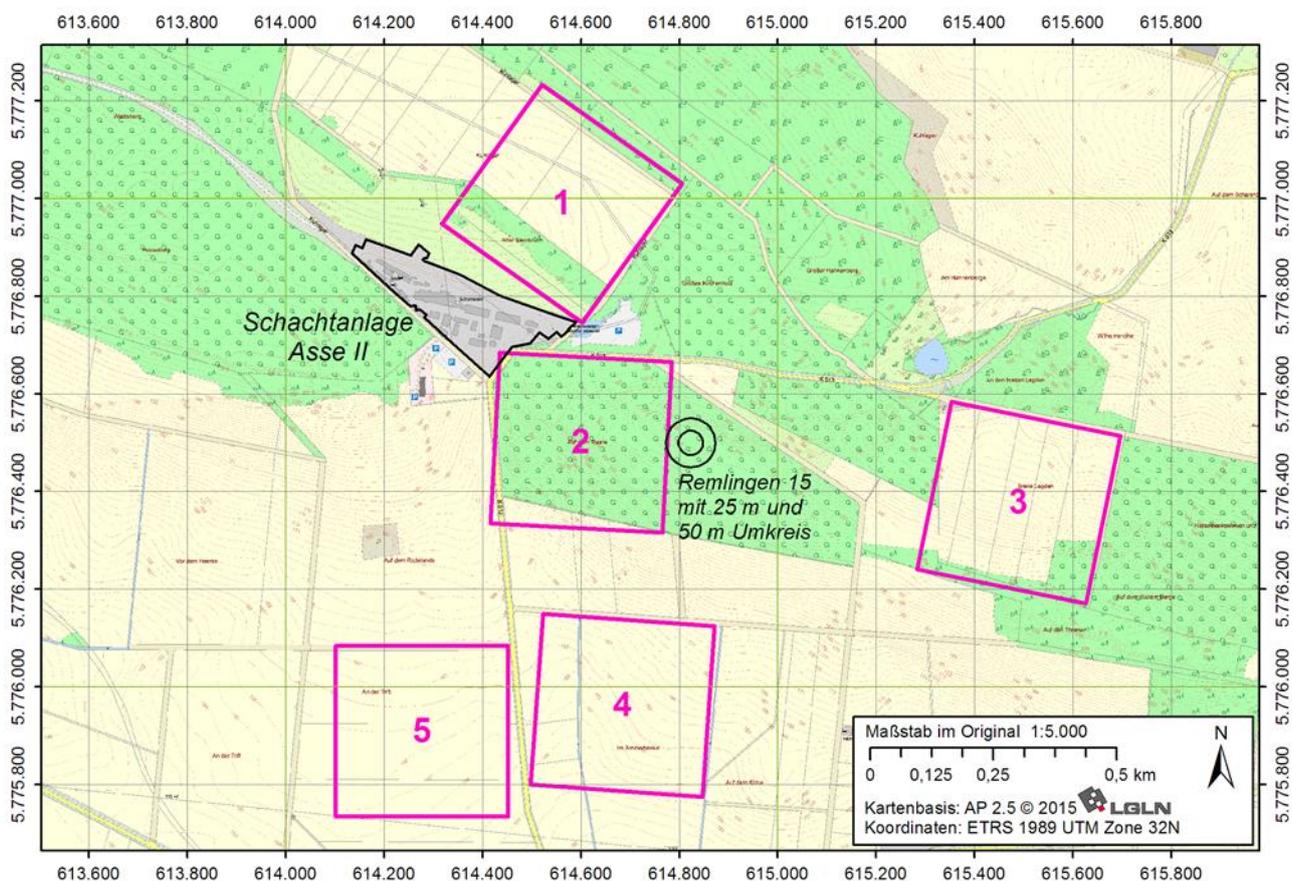


Abbildung 32: Übersichtskarte mit den einzelnen potentiellen Standortflächen 1 bis 5.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 86 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Grundsätzlich keine Berücksichtigung bei der Auswahl der Standortflächen fanden Areale, die sich direkt in bewaldeten Gebieten befinden, schützenswerte Biotope sind oder andere schützenswerte Kulturgüter beinhalten. Hierbei stellt der Standort 2 eine Ausnahme dar, da dieser sich direkt neben dem Ansatzpunkt der Erkundungsbohrung Remlingen 15 befindet.

5.4.3. Ergebnis der Standortauswahl

Die durchgeführte „Standortauswahl“ beinhaltete die Identifizierung möglicher Flächenareale für Einrichtungen zur Pufferlagerung, zur Charakterisierung und zur Konditionierung der rückgeholten radioaktiven Abfälle sowie ein Zwischenlager unter Anwendung der Ausschlusskriterien gemäß Kriterienbericht [BfS 2014]. Die eigentliche Auswahl erfolgte durch das im Kriterienbericht beschriebene Bewertungsverfahren zur Bildung einer Rangfolge. Dabei wurde eine Charakterisierung der potentiellen Standorte durch Anwendung der Abwägungskriterien vorgenommen und mit Hilfe eines kriterienbezogenen Paarvergleichs eine Rangfolge gebildet.

In der nachfolgenden Tabelle 7 ist das Ergebnis aus dem Standortvergleich für die jeweiligen Beurteilungsfelder und Standorte dargestellt. Das Beurteilungsfeld „Einwirkungen von außen“ ließ auf Basis der vorliegenden Daten keine Bildung einer Rangfolge bzgl. der zu vergleichenden Standorte zu, weshalb hier alle potentiellen Standorte als gleichermaßen geeignet angesehen wurden.

Der potentielle Standort 1 schnitt in den Beurteilungsfeldern „Technische Aspekte“, „Landschaft und Erholung“ und „Ressourcenschonung“ als am besten geeignet ab. Im Beurteilungsfeld „Lebensräume, Flora und Fauna“ kam der potentielle Standort 1 zusammen mit dem potentiellen Standort 3 auf Rang 3 und im Beurteilungsfeld „Genehmigungsaspekte“ auf den 4. Rang. Unter Anwendung einer ungewichteten und gewichteten Bewertung kam der potentielle Standort 1 im Ergebnis grundsätzlich auf Rang 1 und ist somit unabhängig von einer Wichtung am geeignetsten für die Errichtung des Pufferlagers, die Konditionierungsanlage und des Zwischenlagers für die rückgeholten radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II.

Das gute Abschneiden des potentiellen Standortes 1 im Beurteilungsfeld „Technische Aspekte“ (hohe Wichtung) ist auf den verhältnismäßig großen Abstand zu Störfall relevanten Infrastrukturen, dem verhältnismäßig großen Grundwasserflurabstand und die niedrige zur erwartende Strahlenexposition durch Ableitungen und Freisetzungen infolge eines auslegungsüberschreitenden Szenarios zurückzuführen. Aufgrund der räumlichen Lage des potentiellen Standortes 1 und des hier vorhandenen Forstbestandes ergeben sich kaum Sichtbeziehungen und Einsehbarkeiten welche im Ergebnis zu einer mittleren Eignung für die Errichtung des Zwischenlagers hinsichtlich des Beurteilungsfeldes „Landschaft und Erholung“ (geringe Wichtung) führen. Des Weiteren existiert für einen Teilbereich des potentiellen Standortes 1 eine ausgewiesene Flächenfestlegung im zuständigen Flächennutzungsplan, die zum jetzigen Zeitpunkt eine gewerbliche Nutzung bzw. eine Nutzung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle erlaubt. Im Beurteilungsfeld „Ressourcenschonung“ (mittlere Wichtung) schneidet der potentielle Standort 1, aufgrund seiner geringen Bodengüte und Bodenschutzwürdigkeit und der teils in landwirtschaftlicher und in forstwirtschaftlicher Nutzung

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 87 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA>NNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

befindlicher Flächen, ebenfalls als am ehesten geeignet ab. Im Beurteilungsfeld „Lebensräume, Flora und Fauna“ (geringe Wichtung) schneidet der potentielle Standort 1 durch die räumliche Lage in natur- und umweltschutzrechtrelevanten Gebieten mit dem 3. Rang ab. Die räumliche Lage in naturschutzrelevanten Bereichen führt im Beurteilungsfeld „Genehmigungsaspekte“ (mittlere Wichtung) in Verbindung mit einer hohen Anzahl an Grundstückseigentümern zum Abschneiden auf Rang 4.

Tabelle 7: Gesamtrangfolge der Standorte im Hinblick auf die Beurteilungsfelder [BGE 2019b].

	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4	Rang 5	Wichtung
Beurteilungsfeld Technische Aspekte	Standort 1	Standort 2	Standort 3 und 4	-	Standort 5	hoch
Beurteilungsfeld Einwirkungen von außen	Alle Standorte sind gleichermaßen geeignet, es liegen keine Unterscheidungsmerkmale vor					hoch
Beurteilungsfeld Genehmigungsaspekte	Standort 4 und 5	-	Standort 3	Standort 1	Standort 2	mittel
Beurteilungsfeld Landschaft und Erholung	Standort 1	Standort 4	Standort 2	Standort 5	Standort 3	gering
Beurteilungsfeld Lebensräume, Flora und Fauna	Standort 4 und 5	-	Standort 1 und 3	-	Standort 2	gering
Beurteilungsfeld Ressourcenschonung	Standort 1	Standort 3	Standort 2	Standort 4	Standort 5	mittel
Gesamtrangfolge ohne Wichtung	Standort 1	Standort 4	Standort 3 und 5	-	Standort 2	
Gesamtrangfolge mit Wichtung	Standort 1	Standort 4	Standort 5	Standort 3	Standort 2	

Bei der Charakterisierung anhand der Kriterien und der durchgeführten Paarvergleiche gemäß Kriterienbericht [BfS 2014] zeigt der potentielle Standort 1 folgende Eigenschaften, welche im Ergebnis für eine Auswahl dieses Standortes für die Errichtung von Einrichtungen zur Pufferlagerung, zur Charakterisierung und zur Konditionierung der rückgeholten radioaktiven Abfälle sowie des Zwischenlagers sprechen:

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 88 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

- ein verhältnismäßig großer Abstand zu Störfall relevanten Infrastrukturen,
- ein verhältnismäßig großer Grundwasserflurabstand,
- eine verhältnismäßig niedrige zu erwartende Strahlenexposition durch Ableitungen und Freisetzungen infolge eines auslegungsüberschreitenden Szenarios,
- kaum Sichtbeziehungen und Einsehbarkeiten aufgrund der räumlichen Lage und des umgebenden Forstbestandes,
- eine verhältnismäßig geringe Bodengüte und Bodenschutzwürdigkeit mit anteiliger landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Nutzung und
- eine ausgewiesene Flächenfestlegung im zuständigen Flächennutzungsplan, die zum jetzigen Zeitpunkt eine gewerbliche Nutzung bzw. eine Nutzung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle erlaubt.

Basierend auf dem vorgenannten Ergebnis der Standortauswahl wird vorgeschlagen, den Standort 1 im weiteren Verlauf der Rückholungsplanungen als zukünftigen Standort für die Einrichtungen zur Pufferlagerung, zur Charakterisierung und zur Konditionierung der rückgeholt radioaktiven Abfälle sowie für ein Zwischenlager auszuweisen.

5.4.4. Betrachtungen zu Asse-fernen Standorten des Zwischenlagers

Im Rahmen der Planungsarbeiten für die Anlagen/Einrichtungen zur Abfallbehandlung und Zwischenlagerung wurde von der STEAG Energy Services GmbH eine Parameterstudie [Steag 2014] erstellt, die sich mit der Bewertung der Strahlenexposition durch ein Zwischenlager in Abhängigkeit der Entfernung zur Wohnbebauung sowie mit der Strahlenexposition in Folge von Transporten befasst.

Strahlenexposition durch Direktstrahlung

Im Hinblick auf die Bewertung möglicher Strahlenexposition, die durch die Direktstrahlung (einschließlich Skyshine) eines Zwischenlagers verursacht wird, wurden in der Studie Entfernungen von 500 m, 1 000 m und 3 000 m zwischen Wohnbebauung und Zwischenlager untersucht.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass sich aus dem stationären Betrieb des Zwischenlagers und bei einem Abstand zur Wohnbebauung von 500 m eine Strahlenexposition aus Direktstrahlung (inkl. Skyshine) von 0,197 $\mu\text{Sv/a}$ ergibt. Bei einem Abstand zur Wohnbebauung von 1 000 m wird eine Exposition von 0,0014 $\mu\text{Sv/a}$ und bei einem Abstand zur Wohnbebauung von 3 000 m eine Exposition von 0,000 000 000 272 $\mu\text{Sv/a}$ berechnet.

Die berechneten Werte zeigen, dass die Strahlenexposition umso höher ist, je näher eine Person an dem Zwischenlager wohnt. Allerdings ist das Gesamtniveau der Strahlenexposition sehr niedrig.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 89 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Der gesetzliche Grenzwert für die Strahlenexposition der Bevölkerung aus Tätigkeiten liegt bei 1 000 $\mu\text{Sv/a}$ (§ 80 StrlSchG). Bei einem Abstand von 500 m Entfernung liegt die konservativ ermittelte Exposition deutlich unterhalb der De-Minimis-Dosis von 10 $\mu\text{Sv/a}$ („Unerheblichkeitsschwelle“). Die De-Minimis-Dosis von 10 $\mu\text{Sv/a}$ wird bereits bei einem Abstand zum Zwischenlager von ca. 170 m unterschritten.

Strahlenexposition für das Betriebspersonal bei Transporten

Steht kein Zwischenlager angrenzend an das Betriebsgelände der Schachtanlage Asse II zur Verfügung, so müssen die konditionierten und für den Transport in Containern verpackten radioaktiven Abfälle zu einem Zwischenlager transportiert werden. Hierbei treten für das Betriebspersonal Strahlenexpositionen auf, die sich aus der Transportbereitstellung am Standort der Schachtanlage Asse II und bei der Annahme der Container im Zwischenlager ergeben.

Entsprechend der in der Parameterstudie angenommenen Randbedingungen ergibt sich für eine Abfertigungsdauer von 5 min und den damit verbundenen Tätigkeiten des Betriebspersonals im Nahbereich des Containers eine Exposition von jeweils 8,33 μSv . In Folge der Abgabe am Standort Asse und der Annahme des Containers am Zwischenlagerstandort (jeweils 5 min) beträgt somit die Strahlenexposition für das Betriebspersonal pro transportierten Container rund 16,7 μSv .

Hierzu ist noch die Strahlenexposition zu addieren, der der Fahrer des Transportfahrzeuges ausgesetzt und die abhängig von der Transportzeit bzw. dem Transportweg ist. Bei einem angenommenen Transportweg von beispielsweise 30 km wird in der Parameterstudie für den Fahrer eine Exposition von 7,5 μSv berechnet. Unter der Annahme, dass das Transportfahrzeug zwei Container transportieren kann, berechnet sich somit die gesamte Strahlenexposition für das Personal zu 40,8 μSv pro Transport (7,5 μSv + 16,7 μSv + 16,7 μSv).

Unter der Annahme, dass in einem Jahr 40 Personen mit den Transportaufgaben betraut werden und sich die Arbeitszeiten gleichmäßig verteilen, wird in Folge der Transportvorgänge für jeden der Beschäftigten eine jährliche Exposition zwischen 255 $\mu\text{Sv/a}$ (bei 250 Transporten) bis 1280 $\mu\text{Sv/a}$ (bei 1250 Transporten) berechnet. Des Weiteren sind noch Strahlenexpositionen für die Bevölkerung zu addieren, die sich aus dem Vorbeifahren der Transportfahrzeuge ergeben werden.

Im Vergleich zu den Strahlenexpositionen, die sich aus der Direktstrahlung des Zwischenlagers für die Bevölkerung (ca. 0,2 $\mu\text{Sv/a}$ bei 500 m Abstand) und aus den Transporten für das Betriebspersonal (255 $\mu\text{Sv/a}$ bis 1280 $\mu\text{Sv/a}$) ergeben, wird deutlich, dass die Strahlenexposition für das Betriebspersonal um mehrere Größenordnungen höher liegen wird.

Auf Grundlage dieser Betrachtungen sowie der Annahme, dass für die rückgeholt radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II ein neues Zwischenlager gebaut werden muss, ist unter den Gesichtspunkten des Strahlenschutzes immer ein Zwischenlager vor Ort zu favorisieren. Nach § 8 StrlSchG (Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung) ist der Betreiber verpflichtet die Strahlenexposition zu minimieren. Durch ein direkt mit dem Betriebsgelände der Schachtanlage Asse II verbundenes Zwischenlager wird dem Rechnung getragen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 90 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

6. Voraussetzungen für die Rückholung

6.1. Notfallplanung

6.1.1. Grundsätze und Vorgehensweise

Die BGE als Betreiberin der Schachtanlage Asse II ist nach Berg- und Atomrecht verpflichtet, Vorsorge gegen mögliche Betriebsstörungen oder Störfälle zu treffen. Die vom BfS 2009 veranlasste radiologische und bergbauliche Sicherheitsüberprüfung der Anlage zeigte auf, dass ein auslegungsüberschreitender Lösungszutritt (AÜL) in das Bergwerk nicht auszuschließen ist. In diesem Fall wäre eine geordnete Stilllegung nicht mehr möglich. Radioaktive Stoffe könnten in das oberflächennahe Grundwasser gelangen.

Die auf der Grundlage der Sicherheitsüberprüfung erarbeitete Notfallplanung enthält Maßnahmen zur Vorsorge und Maßnahmen bei Eintritt eines Notfalls (Abbildung 33). Sie dienen dazu, einerseits die Wahrscheinlichkeit eines AÜL in das Bergwerk zu verringern und andererseits die Auswirkungen eines solchen Notfalls zu reduzieren. Die Stabilisierungs- und Vorsorgemaßnahmen gefährden dabei nicht die gesetzlich geforderte Rückholung der radioaktiven Abfälle. Im Gegenteil: Sie sind die

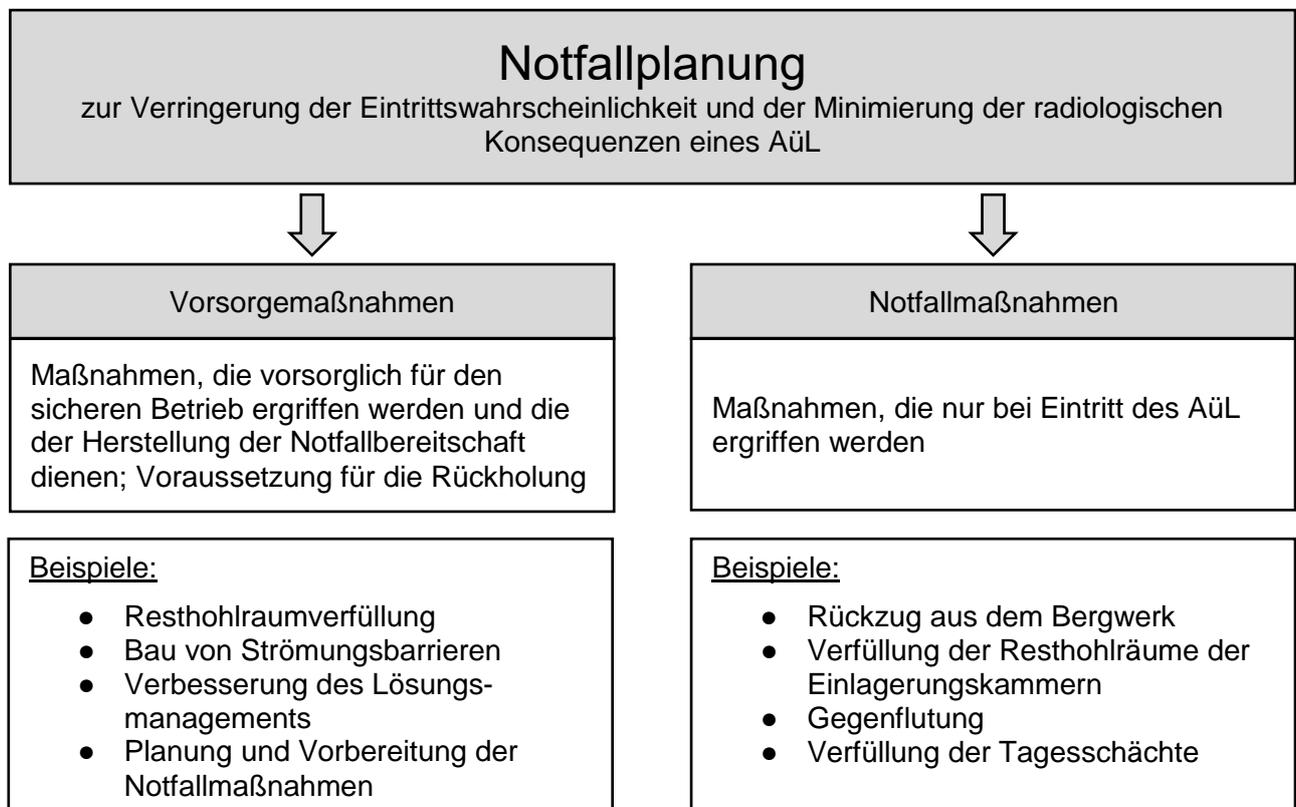


Abbildung 33: Schematische Darstellung der Abgrenzung der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen der Notfallplanung mit Nennung beispielshafter Maßnahmen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 91 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Voraussetzung dafür, dass die Schachtanlage Asse II weiter betrieben und die radioaktiven Abfälle rückgeholt werden können.

Ziel der Notfallplanung ist die Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines AÜL in das Bergwerk und deren möglichen radiologischen Konsequenzen in der Biosphäre. Daher werden alle nicht mehr benötigten Hohlräume mit Sorelbeton verfüllt. Dazu gehören die Resthohlräume in rund 80 ehemaligen Abbauen der Südflanke (sog. Firstspalte), die durch das Zusammensacken des zwischen 1995 und 2004 eingebrachten lockeren Salzversatzes (Salzgrus) entstanden sind. Die Firstspaltverfüllung hat bereits im Dezember 2009 begonnen. Durch die Firstspaltverfüllung werden die Verformungsraten des Nebengebirges und des Bergwerks reduziert. Zudem wurden zuflussgefährdete Bereiche (z. B. die Erkundungsstrecke südlich von Abbau 3 auf der 750-m-Sohle), die eine offene Verbindung vom Grubengebäude zum Nebengebirge darstellten, verschlossen. Des Weiteren wurde das Management der Zutrittswässer kontinuierlich weiterentwickelt. Durch Drainagebohrungen wird versucht, eindringende Zutrittslösungen besser als bisher aufzufangen, bevor sie die Haupteinlagerungssohle in 750 m Teufe erreichen. Außerdem werden die Möglichkeiten verbessert, auch größere Mengen von Zutrittswässern zwischen zu speichern.

Da trotz der Vorsorgemaßnahmen nicht vollständig ausgeschlossen werden kann, dass es zu einem AÜL kommt, werden zusätzlich Maßnahmen vorbereitet und umgesetzt, die beim Eintritt eines Notfalls dessen Konsequenzen minimieren sollen. Eine zentrale Maßnahme sieht vor, nicht mehr benötigte Hohlräume zwischen 725- und 775 m Teufe mit Sorelbeton zu verfüllen und Strömungsbarrieren zu errichten. Dieses wird vorsorglich umgesetzt, da im Notfall nicht mehr genug Zeit bliebe. So werden diese Bereiche, die zu den ältesten des Bergwerks zählen und gebirgsmechanisch bereits sehr stark geschädigt sind, stabilisiert. Im Notfall verzögern diese Maßnahmen den Kontakt der Zutrittslösungen mit den radioaktiven Stoffen in den Einlagerungskammern.

Trotzdem kann auch nach der Stabilisierung der Bereiche unterhalb der 700-m-Sohle nicht ausgeschlossen werden, dass Zutrittslösungen in die Einlagerungskammern gelangen und mit radioaktiven Stoffen in Kontakt kommen. Deshalb werden im Vorfeld der Stabilisierung geeignete Drainagen auf der 750-m-Sohle angelegt, die es ermöglichen, die Auffangstellen vor den Einlagerungskammern weiterhin zu beobachten und die dort anfallenden Salzlösungen auf höhere Sohlen zu pumpen.

Die Maßnahmen zur Vorsorge werden parallel zur Vorbereitung der Rückholung durchgeführt. Wenn sie abgeschlossen sind und damit die Notfallbereitschaft hergestellt ist, sind die Hohlräume der heutigen Schachtanlage Asse II fast vollständig verfüllt. Für die Rückholung wird ein neues Rückholbergwerk mit dem neuen Schacht Asse 5 aufgefahren.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 92 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

6.1.2. Abwägungskriterien zu Verfüllmaßnahmen an Einlagerungskammern

Ein wesentlicher Punkt der Notfallplanung ist die Verfüllung nicht mehr benötigter Grubenbaue und das Herstellen von Strömungsbarrieren. Hierdurch wird einerseits den gebirgsmechanischen Schädigungsprozessen entgegengewirkt und andererseits eine mögliche Migration der Radionuklide verlangsamt. Während dieses für viele Abbaue und Strecken im Grubengebäude unproblematisch ist und bereits im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen durchgeführt wird, müssen für eine Verfüllung der Einlagerungskammern die Aspekte der Gebirgsmechanik, der Langzeitsicherheit und der Rückholung gegeneinander abgewogen werden.

Für eine Verfüllung von Einlagerungskammern unter der Maßgabe, dass alle Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung vollständig umgesetzt sind, spricht unter langzeitsicherheitlichen Gesichtspunkten insbesondere,

- die Reduktion des Volumens, aus dem durch Konvergenz und Gasbildung nach Eintritt des AÜL kontaminierte Lösung ausgepresst werden kann (Auspressvolumen),
- die Reduktion des Volumens an Lösung, das in direktem Kontakt zu den Abfällen steht und in dem Radionuklide gelöst werden können (Lösungsvolumen),
- die Schaffung günstiger geochemischer Verhältnisse in ausgewählten Einlagerungskammern, die eine Mobilisierung der Radionuklide verringern und
- die Begrenzung der Schädigungsprozesse im Umfeld der Einlagerungskammern.

Für die Verfüllung der Einlagerungskammern sieht die Notfallplanung Sorelbeton vor. Einer entsprechenden Ausführung im Rahmen der Notfallmaßnahmen, also nach Eintritt des AÜL, stehen weder gebirgsmechanische Gründe noch Gründe der Rückholung entgegen. Im Folgenden werden die Aspekte der Gebirgsmechanik und der Rückholung, die für bzw. gegen eine Verfüllung der Einlagerungskammern im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen sprechen, aufgeführt.

Für eine Verfüllung von Einlagerungskammern spricht aus gebirgsmechanischen Gesichtspunkten insbesondere,

- die Reduzierung des gebirgsmechanisch reaktiven Hohlraums und die damit verbundene Verlangsamung der Schädigungsprozesse im Tragsystem,
- die Stützung ggf. gebräucher Schweben und damit deren Sicherung und
- der Verschluss möglicher Migrationspfade im Umfeld der Einlagerungskammern durch das konvergenzbedingte Aufkriechen des Gebirges.

Durch den Verschluss dieser Migrationspfade entsteht allerdings das Risiko, dass sich andere Migrationspfade sowohl im Umfeld der verfüllten ELK als auch im weiter entfernt liegenden Grubengebäude bilden bzw. wirksam werden. Aufgrund der Unkenntnis des sich dann einstellenden

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 93 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Systems können weder die Austrittspunkte noch die Menge der austretenden Deckgebirgslösung prognostiziert werden.

Folgende Punkte sprechen aus dem Blickwinkel der Rückholung gegen eine Verfüllung der Einlagerungskammern:

- Das Verfüllmaterial muss vor bzw. im Rahmen der Rückholung wieder aus der ELK entfernt werden, wodurch ein zeitlicher Mehraufwand entsteht.
- Für den Fall der Kontamination des Verfüllmaterials wird die zu entsorgende Abfallmenge erhöht. Dieses führt zu einem erhöhten zeitlichen Aufwand sowohl im Rahmen der Bergung als auch der Abfallbehandlung über Tage.
- Das Zerkleinern und die Handhabung des Verfüllmaterials im Rahmen der Bergung führt zu einer zusätzlichen Aerosolbildung und damit potentiell zu höheren Ableitungen radioaktiver Stoffe.
- Bei der Verfüllung könnten die Fassstapel umgeworfen werden oder es könnte ggf. abhängig von den Randbedingungen zu deren Aufschwimmen kommen. Dieses kann zu einer Erhöhung des Aufwandes für das Bergen führen. Für die ELK 4/750 könnte es auch zu einem erhöhten Aufwand für die Charakterisierung durch Verlust des Informationsstandes führen.

Für eine Verfüllung der Einlagerungskammern sprechen folgende Gesichtspunkte:

- Die Verfüllung bewirkt für Einlagerungskammern mit Radonemissionen (beispielsweise ELK 7/725) eine Rückhaltung des Radons und damit eine Reduktion der Radonableitung.
- Die mit der Verfüllung erreichte Sicherung der gebrächen Schwebel führt zu einer Vermeidung eines Firstfalls auf die Gebinde und ggf. auf die Bergetechnik.

Eine Bewertung und Abwägung der Verfüllung der Einlagerungskammern kann erst nach Auswahl des Rückholverfahrens und somit nach Abschluss der Konzeptplanung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle erfolgen. Diese Abwägung wird für jede Einlagerungskammer auf Grundlage der Aspekte

- Gebirgsmechanik,
- Langzeitsicherheit,
- Einlagerungssituation und
- in der jeweiligen ELK angewendeten Rückholverfahrens

separat durchzuführen sein.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 94 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

6.2. Entsorgung betrieblicher Abfälle

Im Rahmen des Offenhaltungsbetriebes der Schachtanlage Asse II, bei der Auffahrung des Rückholbergwerks, bei der Vorbereitung der Rückholung sowie bei der Durchführung der Rückholung werden Reststoffe anfallen, die entweder verwertet oder als Abfälle geordnet beseitigt werden müssen.

Ein wesentliches Volumen werden die Abfälle einnehmen, die im Zusammenhang mit der Herstellung des Rückholbergwerks sowie bei der Vorbereitung der Rückholung anfallen werden. Das Volumen umfasst mehrere 100 000 m³ und besteht im Wesentlichen aus nicht kontaminiertem Salzhautwerk, das bei der Auffahrung des Rückholbergwerks anfällt (bergbauspezifischer Abfall).

Beim Offenhaltungsbetrieb sowie bei der Vorbereitung der Rückholung ist ein Kontakt mit radioaktiven Stoffen, die sich aus den Abfällen herausgelöst oder verflüchtigt haben, möglich. Sofern diese Stoffe nach dem StrlSchG freigabefähig sind, können diese aus dem Geltungsbereich des Atom- und Strahlenschutzrechts entlassen werden.

Bei der Rückholung der radioaktiven Abfälle werden ebenfalls radioaktive Stoffe anfallen, die im günstigsten Fall nach StrlSchG freigabefähig sind. Dies werden insbesondere Salzlösungen, Beraubesalze oder Salzhautwerk sein, die beim Bergen der Abfälle in den Einlagerungskammern anfallen.

Grundsätzlich können die anfallenden Abfälle im Hinblick auf ihren Entstehungsort unterschieden werden. Abfälle aus genehmigten Tätigkeiten gemäß § 12 StrlSchG und § 9 AtG sind entsprechend der Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung, Abk. AtEV) und den Festlegungen aus den Umgangsgenehmigungen zu beseitigen. Bergbauliche Abfälle sind entsprechend den bergrechtlichen Bestimmungen zu verwerten oder zu beseitigen.

6.2.1. Abfälle aus genehmigten Tätigkeiten

Freigebbare Stoffe

Das StrlSchG regelt die Freigabe von radioaktiven Stoffen, sofern diese festgelegte Freigabewerte unterschreiten. Bei der Freigabe wird der Stoff aus dem Geltungsbereich des StrlSchG bzw. AtG entlassen und danach als konventioneller Reststoff verwendet oder entsorgt. Freigegebene Stoffe unterliegen dann nur noch dem Abfallrecht bzw. bei bergbauspezifischen Abfällen dem Bergrecht. Die Freigabe erfolgt durch Bescheid einer Behörde bzw. Aufsicht auf Grundlage stoff- und entsorgungsspezifischer Freigabepläne. Die Freigabe der Stoffe kann dabei diskontinuierlich oder kontinuierlich erfolgen. Bei einer diskontinuierlichen Freigabe werden Chargen gebildet, die entsprechend beprobt und für die Freigabe analysiert werden.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 95 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Ablieferungspflichtige Abfälle

Radioaktive Reststoffe aus den Strahlenschutzbereichen, die weder freigabefähig noch für einen genehmigungsfreien Umgang geeignet sind und keinen im Sinne des § 57b AtG zurückzuholenden radioaktiven Abfall darstellen, werden als ablieferungspflichtige Abfälle an die Landessammelstelle abgegeben.

6.2.2. Konventionelle Abfälle

Alle auf dem Betriebsgelände und unter Tage anfallenden konventionellen sowie bergbauspezifischen Abfälle werden entsprechend den abfallrechtlichen bzw. bergrechtlichen Bestimmungen verwertet oder beseitigt.

Die beim Weiterbetrieb der Schachtanlage Asse II oder bei der Auffahrung des Rückholbergwerks anfallenden Abfälle werden entsprechend der nachfolgenden Stoffgruppen getrennt gesammelt und der Verwertung oder Beseitigung gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz zugeführt:

- Metalle
- Nichteisenmetalle
- Kunststoffe
- Glas
- Kompost
- Restmüll
- Sondermüll

Die in die Schachtanlage Asse II eintretende Zutrittslösung wird nach Freigabe der Verwertung zugeführt oder zur Flutung alter Salzbergwerke genutzt.

Das bei der Auffahrung des Rückholbergwerks anfallende Haufwerk wird einer Halde zugeführt, die sich entweder auf dem Betriebsgelände oder in der Nähe der Schachtanlage Asse II befindet. Ist eine Halde auf oder im Umfeld der Schachtanlage Asse II nicht realisierbar, könnte das Haufwerk an einen Dritten abgegeben werden, der berechtigt ist, diese bergbauspezifischen Abfälle zu verwerten oder zu beseitigen. Die aufgehaldeten bergbauspezifischen Abfälle sollen nach der Rückholung der radioaktiven Abfälle im Rahmen der Stilllegung der Schachtanlage Asse II als Versatzmaterial wieder nach unter Tage verbracht werden.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 96 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

6.3. Sicherheitsnachweise in Genehmigungsverfahren

6.3.1. Atom- und strahlenschutzrechtliche Sicherheitsnachweise

Für das atom- und strahlenschutzrechtliche Genehmigungsverfahren, z. B. bei Umgangsgenehmigungen für bestimmte Aktivitäten/Inventare, sind Sicherheitsanalysen durchzuführen bzw. Sicherheitsnachweise zu erbringen, die die folgenden Bereiche betreffen:

1. Sicherheitsanalysen für den bestimmungsgemäßen Betrieb
2. Störfallanalysen
3. Sicherstellung der Unterkritikalität
4. Konsequenzanalysen bei einem auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt

Die Belange der Anlagensicherung sind davon getrennt zu betrachten, da die betreffenden Sachverhalte und Unterlagen zumeist als Verschlussache (VS – nur für den Dienstgebrauch) eingestuft sind und der Nachweis der damit zusammenhängenden Genehmigungsvoraussetzungen entsprechenden Restriktionen unterliegt. Gleiches gilt für die Kernmaterialüberwachung nach EURATOM und die Implementierung von Safeguards-Maßnahmen in Abstimmung mit der IAEA.

Auf Grundlage einer Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb wird der Nachweis erbracht, dass die Grenzwerte für die beruflich strahlenexponierten Personen nach § 78 StrlSchG, sowie für Einzelpersonen der Bevölkerung gemäß § 80 StrlSchG in Verbindung mit § 99 StrlSchV eingehalten werden. In diesem Rahmen werden Ableitungswerte für einzelne Radionuklide oder Radionuklidgruppen festzulegen sein, die die Einhaltung der Grenzwerte in der Umgebung sicherstellen. Im Hinblick auf mögliche anomale Betriebszustände kann es erforderlich werden, Kurzzeit-Ableitungswerte für solche Ereignisse festzulegen, die auf Grund der Art der Rückholungstätigkeiten zu erwarten sind und die wegen ihrer zu erwartenden Eintrittshäufigkeit nicht den Störfällen zugeordnet werden können (z. B. weitere Beschädigung von nicht mehr integren Gebinden bei der Bergung oder das Herabfallen dabei aus geringer Höhe). Nach § 99 Absatz 2 StrlSchV ist außerdem darauf zu achten, dass auch im Zusammenwirken mit anderen am Standort zu errichtenden Anlagen die Grenzwerte in der Umgebung der Anlage eingehalten werden. Die Ableitung der potenziell kontaminierten Abwetter aus dem Rückholungsbetrieb erfolgt zusammen mit den Abwettern aus dem sonstigen Grubenbetrieb über den neu zu errichtenden Schacht Asse 5 und ein Abwetterbauwerk von mehreren 10er Metern Höhe. Damit werden sich die radiologischen Ableitungsbedingungen für den Ausbreitungspfad Luft am Standort künftig verbessern.

Auf Grundlage einer Störfallanalyse wird der Nachweis erbracht, dass die Grenzwerte des § 104 StrlSchV eingehalten werden. Abweichend davon kann von der Einzelfallregelung des Lex Asse in § 57b Absatz 5 Satz 3 AtG Gebrauch gemacht werden. Die Störfallanalyse wird sich an die übliche Vorgehensweise der Einteilung in die Störfallklasse 1 (sog. Auslegungsstörfälle) und die Störfallklasse 2 (Ereignisse, die durch die Auslegung der Anlage oder die vorgesehene Betriebsweise vermieden werden) anlehnen. Dabei werden die zu unterstellenden Ereignisse

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 97 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

analysiert und mit Hilfe von Störfall-Datenblättern bewertet. Etwaige Vorsorgemaßnahmen zur Beherrschung (Störfallklasse 1) oder Vermeidung (Störfallklasse 2) werden beschrieben.

Für alle möglichen Betriebszustände und Anordnungen von Gebinden im Rahmen der Rückholung ist zu zeigen, dass keine Anordnungen entstehen können, bei denen es zu einer sich selbst erhaltenden Kettenreaktion kommen kann. Dabei wird als Indikator zur Einhaltung des Schutzzieles der Unterkritikalität zu Grunde gelegt, dass der Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} kleiner als 0,95 ist.

In dem vorliegenden Rückholplan werden ausschließlich die Abläufe und Betriebszustände beschrieben, die im Verlauf der Rückholung durchzuführen sind. Der eigentliche Langzeitsicherheitsnachweis ist dagegen Bestandteil des noch zu führenden Planfeststellungsverfahrens für die Stilllegung der Schachtanlage Asse II nach Rückholung der radioaktiven Abfälle. Gleichwohl sind für den Fall, dass Notfallschutzmaßnahmen zum Zeitpunkt der Rückholung nicht oder nicht vollständig umgesetzt sind, Konsequenzanalysen durchzuführen, welche die potenziellen Auswirkungen auf die Umgebung der Schachtanlage Asse II nach einem AÜL bewerten. Dies gilt auch für den Fall, dass bereits umgesetzte Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung, wie z. B. errichtete Strömungsbarrieren, zum Zwecke der Rückholung wieder außer Kraft gesetzt werden müssen. In Bezug auf die ELK 7/725 ist zu entscheiden, ob die Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung vollständig umgesetzt werden oder die Zugänglichkeiten zur Einlagerungskammer erhalten bleibt.

Safeguards-Maßnahmen sind über alle Prozessschritte hinweg notwendig, da eine lückenlose Überwachung des Abfallstroms einschließlich des Transports zum Zwischenlager gegenüber EURATOM/IAEA sichergestellt werden muss, um eine Abzweigung von Materialien, die Kernbrennstoffe enthalten können, auszuschließen. Sobald der Abfall Kernbrennstoffe enthält, wird eine Bilanzierung nach Materialbilanzzonen (engl. MBA) gegenüber EURATOM/IAEA erforderlich.

Nach dem Transport der umverpackten Abfälle nach über Tage in ein Pufferlager am Betriebsgelände erfolgt neben der Bestimmung der Ortsdosisleistung und der Oberflächenkontamination die für die weiteren Safeguards-Maßnahmen notwendige Ermittlung der Kernbrennstoffmassen zur Bilanzierung. Für einen Transport bzw. der Abgabe und Annahme von kernbrennstoffhaltigen Abfällen ist eine Bilanzierung zwischen den MBA notwendig. Im Weiteren ist davon auszugehen, dass die EURATOM und IAEA eigene Inspektoren vor Ort entsenden werden.

Die übertägigen Prozesse Pufferung, Konditionierung, Zwischenlagerung und Transport werden im Zusammenhang mit den Genehmigungsverfahren für das Pufferlager und das Zwischenlager betrachtet und können erst zu einem späteren Zeitpunkt der Rückholungsplanung berücksichtigt werden.

Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb

Die Expositionen für Einzelpersonen der Bevölkerung, die sich aus dem bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage ergeben, sind durch den Grenzwert gemäß § 80 StrlSchG für die effektive Dosis auf 1 mSv pro Kalenderjahr für die Summe der Expositionen aus Direktstrahlung und aus

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 98 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Ableitungen begrenzt. Für den Nachweis der erforderlichen Vorsorge werden die Anforderungen an die Strahlenschutzanweisung gemäß § 45 StrlSchV zugrunde gelegt. Darin werden die Strahlungsüberwachung des radioaktiven Abfalls sowie der gesamten Anlage einschließlich der radiologischen Unterteilung der Betriebsbereiche und der Festlegung von Alarm- und Schwellenwerten, Maßnahmen des betrieblichen Strahlenschutzes sowie der Emissions- und Immissionsüberwachung festgelegt.

Im Zuge der Durchführung der Rückholung ist ein Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen Bestandteil des bestimmungsgemäßen Betriebes. Infolge des Löse- und Ladeprozesses von Gebinden ist aufgrund von vorhandenen oder bei diesem Prozess induzierten Gebindezerstörungen von einem anfangs niedrigen und im Verlaufe der Rückholung ansteigenden ELK-spezifischen Kontaminationsniveau auszugehen. Die Dosisleistungen können innerhalb einer ELK lokal (abhängig von den jeweils freigelegten Gebinden und deren Zustand) stark variieren. Aufgewirbelte radioaktive Partikel (Aerosole) können zudem zu einer lokal dosisrelevanten Atmosphäre in der ELK beitragen. Die Tätigkeiten während des Löse- und Ladeprozesses können die Abgrenzung der ELK als Sperrbereich erfordern, während die Zugangsstrecken und Schleusen voraussichtlich als Kontroll- oder Überwachungsbereiche eingestuft werden. Für die Bewetterung bzw. Luftführung sind Einrichtungen und Maßnahmen vorgesehen, die eine Kontamination von Raum- oder Fortluft durch an Schwebstoffe gebundene Radionuklide verhindern oder auf ein vertretbares Maß begrenzen. Die technische Auslegung sieht eine gerichtete Luftströmung von Bereichen mit geringem Kontaminationsrisiko zu solchen mit höherem vor.

In den Strahlenschutzbereichen wird entsprechend dem spezifischen radiologischen Gefährdungspotential (Ortsdosisleistung, Kontamination, Konzentration radioaktiver Aerosole und Gase) die messtechnische Überwachung ausgelegt. Die Strahlenexposition am Arbeitsplatz wird mit amtlich zugelassenen Dosimetern erfasst und von behördlich bestimmten Messstellen monatlich ermittelt. Dem beruflich strahlenexponierten Personal werden ergänzend nichtamtliche, direkt ablesbare, elektronische Dosimeter zur Verfügung gestellt, um die Personendosis jederzeit feststellen zu können und die Anforderungen aus § 78 StrlSchG zu erfüllen. Personen, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen, unterliegen regelmäßigen Inkorporationsüberwachungen.

Die Strahlenexposition aus Ableitungen für Einzelpersonen der Bevölkerung, die sich aus dem bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage ergibt, ist gemäß § 99 StrlSchV für den Pfad Luft auf eine effektive Dosis von 0,3 mSv pro Kalenderjahr am Standort begrenzt. Dieser Grenzwert gilt nach § 99 Absatz 2 StrlSchV auch für das Zusammenwirken mehrerer Genehmigungen am Standort, so dass über alle Einzelemittenten zu summieren ist. Gemäß der Rückholungsplanung wird es voraussichtlich mehrere noch zu errichtende Emittenten am Standort geben, deren Anordnung z. Z. noch nicht feststeht. Hierzu zählen das Abwetterbauwerk am ausziehenden Schacht Asse 5 und die Einrichtungen zur übertägigen Abfallbehandlung (Pufferlagerung, Charakterisierung, Konditionierung) und Zwischenlagerung.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 99 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Störfallanalyse

Als Störfall bezeichnet man gemeinhin eine Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes einer technischen Anlage. In der Kerntechnik ist ein Störfall ein Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszulegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind. Er unterscheidet sich vom Unfall dadurch, dass sich die Auswirkungen auf die Anlage beschränken.

Auf Grundlage der Störfallanalyse wird der Nachweis erbracht, dass die Grenzwerte des § 104 StrlSchV eingehalten werden. Abweichend davon kann von der Einzelfallregelung des Lex Asse in § 57b Absatz 5 Satz 3 AtG Gebrauch gemacht werden. Die Festsetzung eines 50 mSv übersteigenden Störfallplanungswertes kommt allerdings nur in Betracht, wenn dies bei Ausschöpfung aller technischen Möglichkeiten unausweichlich ist.

Zunächst erfolgt die Identifizierung potenzieller Ereignisabläufe mit einer möglichen sicherheitstechnisch relevanten Freisetzung radioaktiver Stoffe am potenziellen Ereignisort und anschließend der Nachweis der erforderlichen Vorsorge für diese Ereignisse im Hinblick auf das radiologische Schutzziel des § 104 StrlSchV. Zur Bewertung der sicherheitstechnischen Relevanz werden u. a. Störfallklassen sowie Abgrenzungen zum anomalen Betrieb, Unfall und Restrisiko festgelegt. Die Störfallvorsorge soll eine störfallbedingte Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung des Endlagers begrenzen (vgl. Störfallklasse 1) bzw. Störfälle oder eine störfallbedingte Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung vermeiden (vgl. Störfallklasse 2).

Die für das Vorhaben relevanten sicherheitstechnisch bedeutsamen Vorgänge und Ereignisse werden in einem iterativen Prozess identifiziert, beschrieben und analysiert. Zielstellung ist die Ableitung technischer Auslegungsanforderungen an die Anlage oder deren Betriebsweise und von Maßnahmen zur Ereignisbeherrschung. Für Ereignisse, die potentielle Störfälle darstellen, erfolgt die Beschreibung der Vorsorgemaßnahmen zur Störfallbeherrschung (z. B. durch technische Auslegungen) auf Störfalldatenblättern.

Die identifizierten Ereignisse werden aufgelistet und anhand einer Einschätzung des Freisetzungspotentials dem bestimmungsgemäßen Betrieb oder einem potentiellen Störfall zugeordnet. Für Ereignisse, die dem bestimmungsgemäßen Betrieb bzw. als Untermenge hiervon dem anomalen Betrieb zugeordnet werden, werden Vorsorgemaßnahmen beschrieben, die die erforderliche Dosisbegrenzung und -reduzierung sicherstellen.

Sicherstellung der Unterkritikalität

Sofern der Umgang mit Kernbrennstoffen im Sinne des § 2 Absatz 1 i. V. m. Absatz 3 AtG und weiteren spaltbaren Stoffen nicht ausgeschlossen werden kann bzw. für den Fall, dass nicht hinreichend sichergestellt werden kann, dass diese Stoffe derart in der Anlage verteilt sind, dass sie als sonstige radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Absatz 3 AtG gelten und im Zusammenwirken mit anderenorts ggf. vorliegenden spaltbaren Stoffen keine kritische Anordnung bilden können, wird für

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 100 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

alle Betriebszustände im Rahmen der Rückholung eine Sicherheitsanalyse zur Sicherstellung der Unterkritikalität durchgeführt. Auf dieser Grundlage wird der Nachweis geführt, dass keine kritischen Anordnungen (Kritikalitätsstörfall) entstehen können. Dabei wird als Indikator zur Einhaltung des Schutzzieles der Unterkritikalität zu Grunde gelegt, dass der Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} kleiner als 0,95 ist.

Konsequenzenanalyse bei einem auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt

Die Langzeitsicherheit der Schachtanlage Asse II wurde im Rahmen eines Vergleichs verschiedener Stilllegungsoptionen in den Jahren 2009/2010 bewertet. Im Ergebnis des Optionenvergleichs (BfS 2010a) wurde festgestellt, dass die Systementwicklung der Schachtanlage Asse II nicht hinreichend zuverlässig prognostizierbar ist, sodass nur durch die Rückholung der radioaktiven Abfälle die Langzeitsicherheit für den Standort Schachtanlage Asse II gewährleistet werden kann.

Zur Beurteilung der langfristigen Konsequenzen werden Sicherheitsanalysen durchgeführt, welche die potentielle Gefährdung des Menschen und der Umwelt durch radioaktive und chemotoxische Stoffe aus den Einlagerungsbereichen in die oberflächennahe Biosphäre untersuchen. Grundlage für die Sicherheitsanalysen sind die umgesetzten Maßnahmen der Notfallplanung für die Schachtanlage Asse II. Im Sinne der Minimierung radiologischer und chemotoxischer Konsequenzen wird im Rahmen des technisch Machbaren das höchste Sicherheitsniveau verfolgt, um eine bestmögliche Schadensvorsorge bei einem auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt (AÜL) zu gewährleisten. Die Maßnahmen der Notfallplanung (Vorsorge- und Notfallmaßnahmen) sind darauf ausgerichtet, dass radioaktive Stoffe möglichst lange im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II verbleiben (Transportzeitverzögerung). Durch lange Transportwege der kontaminierten Lösung erhöht sich die Möglichkeit der Sorption/Ausfällung von Radionukliden, der Zerfall der kurzlebigen Radionuklide im Grubengebäude und der Verdünnungseffekt mit der Gegenflutungslösung. Zusammen mit einer Dichteschichtung von Lösungen in der im Notfall gegengefluteten Grube, einer geringen Transportgeschwindigkeit von Schadstoffen in Lösung, der Vermeidung von Kanalisierungen und der Reduktion der Auspressrate wird eine Minderung des Schadstoffaustrags in die Biosphäre erreicht.

Die Sicherheitsanalysen zu den radiologischen Konsequenzen werden nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erarbeitet und dienen der Bewertung der getroffenen Schadensvorsorge für den Fall des Eintritts eines AÜL.

Aufgrund der in der Schachtanlage Asse II bestehenden Ungewissheiten (z. B. Instabilität, Rissvermutungen, Veränderung des Lösungszuflusses hinsichtlich Menge und/oder Fließpfaden usw.) ist ein AÜL als mögliche Einwirkung zu berücksichtigen. Anhand der Ergebnisse der Sicherheitsanalysen werden mögliche Auswirkungen bei einem AÜL anhand folgender Schutzziele betrachtet:

- Schutz von Mensch und Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung radioaktiver Abfallbestandteile (Individualdosis),

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 101 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

- Vermeidung schädlicher Verunreinigungen oder sonstiger nachteiliger Veränderungen des Grundwassers und
- Begrenzung möglicher Senkungen an der Tagesoberfläche als Folge der Konvergenz der Resthohlräume des stillgelegten Bergwerks.

Durch die Rückholung wird insbesondere beim Öffnen der Einlagerungskammern die Notfallplanung bzw. die Wirksamkeit der im Rahmen der Notfallplanung umgesetzten Vorsorgemaßnahmen beeinträchtigt. Daher werden im Rahmen der Rückholungsplanung neue Vorsorgemaßnahmen zu entwickeln sein, die die ggf. auftretenden Auswirkungen auf die Maßnahmen der Notfallplanung nach Möglichkeit kompensieren. Deshalb werden die im Rahmen der Rückholung notwendigen Neuauffahrungen und deren Kompensationsmaßnahmen kontinuierlich durch Konsequenzenanalysen hinsichtlich der langzeitsicherheitlichen Auswirkungen begleitet. Die Ziele der Konsequenzenanalyse sind die Ermittlung und Bewertung der zu erwartenden realistischen langfristigen radiologischen und chemotoxischen Auswirkungen auf die Biosphäre, die sich bei einem teilweisen oder im ungünstigsten Fall sogar bei einem vollständigen Verbleib der radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II im Falle eines AÜL ergeben können.

Die Szenarienanalyse ist ein wesentlicher Bestandteil der Konsequenzenanalyse. Sie umfasst die Beschreibung der erkannten und möglichen Sachverhalte, Ereignisse und Prozesse (engl. Features, Events & Processes, Abk. FEP) sowie der künftigen möglichen Entwicklungen des Systems, die zu einer Freisetzung von Schadstoffen aus den eingelagerten Abfällen bis in die Biosphäre oder zu einer gebirgsmechanischen Beeinträchtigung der Tagesoberfläche führen können. Sie beschreibt insbesondere die mögliche Entwicklung der Wirksamkeit der Vorsorge-/Kompensationsmaßnahmen und der sonstigen technischen und natürlichen Verhältnisse am Standort. Insbesondere identifiziert sie die potentiellen Ausbreitungspfade von Schadstoffen von den Gebinden bis in die Biosphäre. Die Szenarienanalyse baut auf den Kenntnissen des Sicherheitskonzeptes (Notfallplanung) und der Systementwicklung auf. Nachdem alle zu berücksichtigenden Systemeigenschaften, Einwirkungen und Prozesse zusammengestellt und charakterisiert worden sind, werden mögliche/relevante FEP-basierte Szenarien abgeleitet, die den Ausgangszustand und die erwarteten Entwicklungen des Gesamtsystems beschreiben. Die Festlegung der abdeckenden Szenarien für die Abschätzung der Konsequenzen erfolgt auf Basis von realitätsnahen bis pessimistisch-realitätsbezogenen, nicht jedoch systematisch konservativen Annahmen. Dabei steht die Ermittlung der Strahlenexposition im Mittelpunkt, die als Folge einer Freisetzung von Radionukliden aus den Einlagerungskammern und der nachfolgenden Ausbreitung im Grubengebäude und im Deckgebirge sowie der Exposition in der Biosphäre über Modellrechnungen ermittelt wird. Basierend auf der Notfallplanung und den Rückholungsmaßnahmen wird hierzu ein Datensatz erstellt, der in ein numerisches Modell, das Strukturmodell, eingeht. Der Datensatz wird in regelmäßigen Abständen aktualisiert, um Änderungen infolge von Auffahrungen und bautechnischer Umsetzung von Vorsorge-/Kompensationsmaßnahmen einfließen zu lassen. Auf Grundlage des Datensatzes werden Modellierungen bezüglich der Strömungsmuster im Grubengebäude durchgeführt und Abweichungen bei Parameteränderungen identifiziert. Die abgeleiteten Szenarien sind dabei Gegenstand der quantitativen Modellrechnungen der Konsequenzenanalyse zum Schadstofftransport in den Einlagerungskammern, im Grubengebäude und in der Biosphäre. Hierbei werden die Teilsysteme

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 102 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Einlagerungskammer, Grubengebäude, Geosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre sowie der Schadstofftransport zwischen diesen Systemen in Modellen abgebildet und die zeitliche Entwicklung des Gesamtsystems simuliert.

Die Ergebnisse aus den jeweiligen Berechnungen zeigen die potentiellen Auswirkungen hinsichtlich radiologischer und chemotoxischer Freisetzungen in der Nachbetriebsphase, wobei die potentielle Strahlenexposition einer vor Ort lebenden Person als effektive Dosis ermittelt wird.

Die Strahlenexposition, die für den Fall berechnet wird, dass alle Maßnahmen aus der Notfallplanung bestmöglich umgesetzt worden sind und damit die bestmögliche Schadensvorsorge bei einem AÜL gewährleistet, gilt als Referenzwert. Veränderungen an der Notfallplanung, die sich durch die Rückholung ergeben, werden gegen diesen Referenzwert gespiegelt. Hierbei werden die Veränderungen bzw. die zusätzlichen oder veränderten technischen Maßnahmen im Modell zur Berechnung der Konsequenzen abgebildet und anschließend die potentiellen Konsequenzen hinsichtlich radiologischer und chemotoxischer Freisetzungen in der Nachbetriebsphase berechnet.

Mit Hilfe dieser Konsequenzenanalysen lässt sich die im Rahmen der Rückholung geplante bzw. erreichbare Schadensvorsorge bei einem AÜL quantifizieren und für die atom- und strahlenschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren der Rückholung darlegen.

6.3.2. Bergrechtliche Sicherheitsnachweise

Zur Gewährleistung der Befahrbarkeit von Grubenbauen ist die bergbauliche Sicherheit nachzuweisen. Hierzu gilt generell, dass bei der Auffahrung von Strecken und Grubenbauen entsprechende Nachweise zur Integrität und Standsicherheit mittels bergsmechanischer Berechnungen zu führen sind. Dies gilt auch für alte, aufzuwältigende Grubenräume, die im Rahmen der Rückholung wieder nutzbar gemacht werden. Ziel der Nachweise ist die Feststellung der Arbeitssicherheit, sodass die Befahrbarkeit durch Maschinen oder Personen der Grubenbaue ermöglicht wird.

Im Hinblick auf die bergrechtlichen Zulassungsverfahren gilt insbesondere nachzuweisen, dass ausreichende Wettermengen, ausreichender Brand- und Explosionsschutz sowie eine ausreichende Gebirgsbeherrschung gewährleistet wird.

Bei Verletzung der Abstandskriterien aus § 224 ABVO ist ein Nachweis zu führen, der die erforderliche Integrität des Gebirges zeigt und damit der Zutritt von Lösungen aus dem Deckgebirge ausgeschlossen werden kann.

Auffahrung des Rückholbergwerkes

Die Auffahrung des Rückholbergwerkes beginnt mit der Errichtung des Schachts Asse 5 am ausgewählten Schachtansatzpunkt. Für die Gesamtmaßnahme ist die Zulassung eines Rahmenbetriebsplans obligatorisch. Dieser Rahmenbetriebsplan ist mit entsprechenden Sonderbetriebsplänen zu untersetzen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 103 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Die Sonderbetriebspläne beschreiben die jeweilige Maßnahme und weisen die erforderlichen Zulassungsvoraussetzungen nach. Diese Zulassungsvoraussetzungen ergeben sich aus dem gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerk. Bei der Auffahrung des Rückholbergwerkes sind auf Grund der gegebenen geologischen Situation die Vorschriften des § 224 ABVO von besonderer Bedeutung. Der § 224 ABVO (Sicherheitspfeiler) regelt als eine der Sondervorschriften für Salzbergwerke die einzuhaltenden Abstände zur Berechtsamsgrenze, zum Salzspiegel, den Salzstockflanken und zur Salzstockbasis, zu benachbarten Grubenbauen, zu Schächten und Tagesbohrungen und zu mit untertägigen Bohrungen angefahrenen Salzlösungen.

Von besonderer Bedeutung für die Auffahrung des Rückholbergwerkes ist die Maßgabe des § 224 Satz 1f ABVO: Hiernach ist ein Sicherheitspfeiler von mindestens 150 m gegen die Salzstockflanken zu belassen, soweit nicht nachgewiesen ist, dass das Nebengestein an den Salzstockflanken in einer Stärke von mindestens 150 m trocken ist. Ist dieser Nachweis erbracht, darf der Sicherheitspfeiler gegen die Salzstockflanken oder die Salzstockbasis verringert werden.

Für das aufzufahrende Rückholbergwerk sind die bereits bergbehördlich verfügbaren Sicherheitspfeiler im Grubenfeld des Bestandsbergwerkes ebenfalls zu betrachten. Hier ist der Sicherheitspfeiler zur Liegendgrenze des Rötanhydrit (so1A) im Bereich der Südwestflanke zu beachten. Gegenüber den Salzstockflanken und damit dem wasserführenden Deckgebirge ist nach bergbehördlicher Verfügung AZ-W-5010-48/88 im Bereich der südlichen Sattelflanke unterhalb des Niveaus der 775-m-Sohle ein Abstand von mindestens 75 m gegenüber der Liegendgrenze des Rötanhydrites (so1A) zu belassen. Wird diese Verfügung auf das Rückholbergwerk übertragen, so kann der Sicherheitspfeiler zur Südflanke auf 75 m reduziert werden. Wird der Übertragbarkeit seitens der Bergbehörde nicht zugestimmt, so ist durch entsprechende Erkundungsmaßnahmen nachzuweisen, dass das Nebengestein südwestlich der Salzstockflanke in einer Stärke von mindestens 150 m trocken ist. Auch im Bereich der Nordostflanke ist der gem. § 224 Satz 1f ABVO einzuhaltende Mindestabstand von 150 m durch entsprechende Erkundungsmaßnahmen zu reduzieren. Ziel ist auch hier der gegenständliche Nachweis, dass das Nebengestein in einer Stärke von mindestens 150 m trocken ist.

Sollte der im Bestandsbergwerk nach bergbehördlicher Verfügung vom 10. März 1980 AZ-W-5010-AT-16/80-1 im Bereich der oberen Sohlen zwischen ca. 240 und 540 m Teufe bestehende Sicherheitspfeiler mit einem Radius von 150 m (Walze) um das lösungsführend angetroffene Anhydritmittel 4 auf das Rückholbergwerk übertragen werden, dann ist hier ebenfalls durch Bohrungen der Nachweis der Lösungsfreiheit bzw. eines trocken angetroffenen Anhydritmittels 4 zu erbringen.

Ebenfalls ist bei Auffahrungen von Grubenbauen im unverritzten Gebirge durch entsprechende Erkundungsmaßnahmen die Lösungs- und Gasfreiheit in den zu durchörternden Gebirgsbereichen nachzuweisen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 104 von 145
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Vorbereitung der Rückholung

Zur Vorbereitung der Rückholung sind bei der Anlage von Strecken und Grubenbauen entsprechende Nachweise zur Integrität und Standsicherheit mittels gebirgsmechanischer Berechnungen zu führen. Dies ist insbesondere bei Auffahrung der ELK-nahen Infrastruktur im Bereich des Bestandsbergwerks (Schleusen) und für die zu beräumenden Einlagerungskammern zu zeigen.

Sollte die Integrität der Arbeitsbereiche in der ELK-nahen Infrastruktur nicht nachgewiesen werden können, ist die Integrität durch Abdichtungsbauwerke zu gewährleisten oder es ist mit Hilfe von Fassungssystemen zu zeigen, dass Zutrittslösungen in definierten Auslegungsgrenzen beherrscht werden. Ebenfalls ist bei Auffahrungen von Grubenbauen im unverritzten Gebirge durch entsprechende Erkundungsmaßnahmen die Lösungs- und Gasfreiheit in den zu durchörternden Gebirgsbereichen nachzuweisen.

Durchführung der Rückholung

Bei der Durchführung der Rückholung erfolgt der Durchschlag in die Einlagerungskammern. Bei Durchschlag und vor Aufnahme der Arbeiten in den Einlagerungskammern ist entweder die Standsicherheit durch gebirgsmechanische Berechnungen nachzuweisen oder soweit diese nicht zu zeigen ist, durch technische Maßnahmen zu gewährleisten. Da die Integrität der Arbeitsbereiche in den Einlagerungskammern nicht nachweisbar ist, werden die fassbaren Lösungsmengen durch die technische Auslegung der Fassungssysteme bestimmt.

Ebenfalls ist bei Auffahrungen von Grubenbauen im unverritzten Gebirge durch entsprechende Erkundungsmaßnahmen die Lösungs- und Gasfreiheit in den zu durchörternden Gebirgsbereichen nachzuweisen. Weiterhin ist nachzuweisen, dass die Verbindungsstrecken zwischen Bestands- und Rückholbergwerk so konzipiert sind, dass durch entsprechende Verschlussbauwerke beide Bereiche im Falle des AÜL kurzfristig voneinander hydraulisch getrennt werden können. Entsprechende Bereiche in den Verbindungsstrecken werden im Anschluss durch langzeitstabile Abdichtungsbauwerke getrennt.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 105 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

7. Beschreibung der Anlage zum Zeitpunkt der Rückholung

Zum besseren Verständnis der Situation zum Zeitpunkt der Rückholung wird zwischen dem Grubengebäude der Schachtanlage Asse II und dem neu aufgefahrenen Rückholbergwerk unterschieden. Zum Zeitpunkt der Rückholung ist das ehemalige Grubengebäude der Schachtanlage Asse II mit den Schächten Asse 2 und Asse 4, das sogenannte Bestandsbergwerk, mit dem Rückholbergwerk verbunden. Neben dem Schacht Asse 5 umfasst das neu aufgefahrene Rückholbergwerk die für die Rückholung der radioaktiven Abfälle notwendige Infrastruktur und die Verbindungsstrecken zum weitestgehend verfüllten Bestandsbergwerk.

7.1. Abfallinventar

7.1.1. Ausgangssituation

Von 1967 bis 1978 wurden 125 787 Gebinde mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen mit einer Gesamtaktivität von $1,0 \text{ E}+16 \text{ Bq}$ (Stichtag 1. Januar 1980) in die Schachtanlage Asse II eingelagert. Insgesamt sind 124 486 Gebinde mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen in elf Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle und in einer Einlagerungskammer auf der 725-m-Sohle eingelagert worden. In der Einlagerungskammer für mittelradioaktive Abfälle auf der 511-m-Sohle lagern 1 301 Gebinde (200-l-Fässer). Die schwachradioaktiven Abfälle wurden in Fässern mit Volumina zwischen 100 und 400 Litern und in Sonderverpackungen angeliefert. Im Weiteren wurden in verlorenen Betonabschirmungen (VBA) zum Teil auch mittelradioaktive Abfälle angeliefert, die aufgrund der Abschirmwirkung der VBA wie Gebinde mit schwachradioaktiven Abfällen gehandhabt werden konnten. Insgesamt befinden sich 14 779 VBA in der Schachtanlage Asse II, die sich auf acht Einlagerungskammern verteilen. In den Einlagerungskammern 6/750, 7/750 und 11/750 befinden sich insgesamt 86 % aller eingelagerten VBA. In der ELK 8a/511 befinden sich keine VBA.

Bis Juli 1971 wurden Gebinde mit schwachradioaktiven Abfällen in geringer Anzahl und Gesamtaktivität eingelagert. Angaben zu den Abfällen erfolgten über Fragebögen und Fassbegleitkarten, die von den Abfallverursachern vor der Anlieferung der Abfälle ausgefüllt wurden. Nach Änderung der Annahmebedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfallstoffen erfolgte ab November 1971 die Einlagerung der radioaktiven Abfälle im großtechnischen Maßstab. Die Abfrageunterlagen wurden in dieser Zeit auf die umfangreicheren Begleitlisten und Materialbegleitscheine erweitert. Die Fässer mit schwachradioaktiven Abfällen wurden in den Einlagerungskammern gestapelt oder abgekippt, die VBA in der Regel liegend gestapelt. Häufig wurden schwachradioaktive Abfälle unter Zugabe von Salzhauwerk eingelagert. Die Gebinde in der ELK 8a/511 wurden über eine Krananlage abgeseilt. Die Einlagerung dieser Gebinde erfolgte ohne Zugabe von Salzhauwerk.

Die angelieferten Gebinde wurden zu Chargen zusammengefasst. Diese Chargen beinhalteten Gebinde, die nach den Einlagerungsdokumenten die gleichen Merkmale wie Abfallart, Aktivität oder Dosisleistung hatten. Die Gebindeanzahl einer Charge variierte von einem bis zu mehreren hundert Gebinden.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 106 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Bei den angegebenen Abfalldaten über eine Charge handelte es sich um Durchschnittswerte, diese können bezogen auf die Einzelgebände innerhalb einer Charge variieren. Die Einlagerung mittelradioaktiver Abfälle in der ELK 8a/511 erfolgte ab August 1972 und dauerte bis Januar 1977. Die Einlagerung aller radioaktiven Abfälle begann im April 1967 und endete im Dezember 1978.

7.1.2. Abfalldatenbank ASSEKAT

Für die Bestimmung eines nuklidspezifischen Aktivitätsinventars wurde die ursprünglich von dem Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, München (GSF) entwickelte Abfalldatenbank ASSEKAT nach dem Betreiberwechsel zum BfS im Jahre 2009 mit zusätzlichen Daten und Empfehlungen erweitert.

Die Inhalte in der ASSEKAT basieren auf der digitalen Erfassung der in den 60er- und 70er-Jahren erhobenen handschriftlich geführten Begleitlisten, Fragebögen, Kernbrennstoffmeldungen und Materialbegleitlisten. Detaillierte Aktivitätsangaben, mit Ausnahme der Kernbrennstoffe und einiger weniger Alphastrahler, waren zu den radioaktiven und stofflichen Inhalten einzelner Gebinde zum Einlagerungszeitpunkt nicht deklarationspflichtig, so dass in vielen Fällen nur die Strahlerarten (α , β , γ) angegeben wurden. Auf der Basis einer systematischen Auswertung der papiergebundenen Einlagerungsdokumente und umfangreicher Literaturrecherchen wurde für die ASSEKAT ein Datenbestand generiert, der für die Ermittlung eines ELK-spezifischen Nuklidinventars herangezogen werden kann.

7.1.3. Verteilung der Gebinde auf die Einlagerungskammern

Die in der Schachanlage Asse II eingelagerten 125 787 Gebinde konnten 19 081 Chargen zugeordnet werden, die sich auf 13 Einlagerungskammern verteilen. Die Chargengröße variiert von einem Gebinde bis zu 930 Gebinde je Charge. Ein Großteil der Chargen enthält jedoch weniger als 10 Gebinde pro Charge (86 %). Aus der Tabelle 8 kann die Variation der Gebindeanzahl und der Anzahl der Chargen entnommen werden. Eine genaue Zuordnung einzelner Gebinde zu den Chargen wird während der Rückholung aufgrund der angewendeten Einlagerungsmethode schwer möglich sein. Zudem ist anzunehmen, dass die bei der Einlagerung vorhandenen Markierungen auf den Fassaußenseiten ganz oder teilweise nicht mehr vorhanden sind und somit die Zuordnung von geborgenen Einzelgebänden zu Chargen erschwert wird. Ggf. könnte die noch erkennbare Farbgebung der Gebinde Rückschluss auf den Anlieferer geben.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 107 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tabelle 8: Verteilung der Gebinde- und Chargenanzahl auf die Einlagerungskammern.

ELK	Chargenanzahl	Gebindeanzahl
1/750	1.742	10.933
2/750	1.054	7.450
2/750 Na2	2.933	36.909
4/750	639	6.340
5/750	1.498	9.561
6/750	814	7.610
7/725	1.216	8.530
7/750	399	4.356
8/750	2.897	11.270
10/750	1.012	4.664
11/750	2.185	9.399
12/750	1.415	7.464
8a/511	1.277*	1.301**
Anzahl gesamt	19.081	125.787
Anzahl LAW	17.804	124.494
Anzahl MAW	1.277	1293

* Anzahl MAW-Chargen ohne 8 Gebinde aus LAW-Chargen

** bestehend aus 1293 MAW- und 8 LAW-Gebinden

7.1.4. Verteilung der Aktivität auf die Einlagerungskammern

Nach Beendigung der Einlagerung betrug die Gesamtaktivität aller Nuklide in der Schachanlage Asse II zum Stichtag 1. Januar 1980 rund $1,0 \text{ E}+16 \text{ Bq}$ (Tabelle 9). Zum Stichtag 1. Januar 2019 war die Gesamtaktivität auf $2,2 \text{ E}+15 \text{ Bq}$ abgeklungen. Zum Rückholungsbeginn (1. Januar 2033) wird die Gesamtaktivität in der Schachanlage Asse II auf $1,5 \text{ E}+15 \text{ Bq}$ abgeklungen sein. Zum Stichtag 1. Januar 2033 beträgt die Aktivität in der Einlagerungskammer 8a/511 noch 24 % bezogen auf die Gesamtaktivität aller Einlagerungskammern (Tabelle 10). Es folgen die Einlagerungskammer 7/750 mit 17 % sowie die Einlagerungskammern 2/750, 6/750 bzw. 11/750 mit jeweils rund 10 %. Damit summieren diese fünf Einlagerungskammern bereits rund 72 % der in der Schachanlage Asse II eingelagerten Aktivität.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 108 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tabelle 9: Zeitliche Entwicklung der Aktivitäten [Bq] je Einlagerungskammer.

ELK	01.01.1980	01.01.2019	01.01.2033
1/750	8,6 E+14	1,8 E+14	1,2 E+14
2/750	1,0 E+15	2,1 E+14	1,4 E+14
2/750 Na2	2,6 E+14	3,6 E+13	2,4 E+13
4/750	5,4 E+11	5,0 E+11	5,0 E+11
5/750	6,0 E+14	1,3 E+14	8,9 E+13
6/750	9,5 E+14	2,5 E+14	1,7 E+14
7/725	7,7 E+14	1,6 E+14	1,0 E+14
7/750	1,7 E+15	4,0 E+14	2,7 E+14
8/750	2,3 E+14	4,8 E+13	3,2 E+13
10/750	1,3 E+13	3,9 E+12	2,9 E+12
11/750	9,4 E+14	2,3 E+14	1,6 E+14
12/750	3,9 E+14	8,9 E+13	6,0 E+13
8a/511	2,4 E+15	4,7 E+14	3,6 E+14
Gesamtaktivität	1,0 E+16	2,2 E+15	1,5 E+15
Anteil LAW	7,7 E+15	1,7 E+15	1,2 E+15
Anteil MAW	2,4 E+15	4,7 E+14	3,6 E+14

7.1.5. Dosisrelevante Nuklide

Um die radiologische Situation bei der Rückholung bewerten zu können, sind verschiedene Dosisbetrachtungen erforderlich. Für diese Abschätzungen werden u. a. Aktivitätsangaben über dosisrelevante Nuklide benötigt. Dem ELK-spezifischen Nuklidinventar können folgende ausgewählte dosisrelevante Nuklide zugeordnet werden. Bei den Alpha-Strahlern sind es zum größten Teil die Nuklide Pu-238, Pu-239, Pu-240 und Am-241 und für die Beta/Gamma-Strahler die Nuklide Co-60, Sr-90, Cs-137 und Pu-241. Während zum Einlagerungsende (1. Januar 1980) der Anteil an Beta/Gamma-Strahlern 97,6 % der Gesamtaktivität beiträgt, sinkt dieser Anteil bis zum Jahr 2033 auf 73,3 %. Dagegen steigt der Anteil an Alpha-Strahlern bis zum Jahr 2033 von 2,4 % auf 26,7 % an, wie in Tabelle 10 dargestellt. Der Anstieg der Alpha-Aktivität ist darauf zurückzuführen, dass

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 109 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

durch den Zerfall von Nukliden weitere Folgenuklide aufgebaut werden, wie beispielsweise beim Zerfall von Pu-241 (Betastrahler) in das Folgenuklid Am-241 (Alphastrahler).

Aus der Tabelle 11 kann die Aktivitätsabnahme und der Aktivitätsaufbau in Abhängigkeit der Zeit für die dosisrelevanten Nuklide entnommen werden. Die nuklidspezifischen Aktivitäten klingen aufgrund ihrer Halbwertszeiten unterschiedlich stark ab. Für Am-241 ergibt sich dagegen wie bereits beschrieben ein Aktivitätsaufbau.

Tabelle 10: Zeitliche Entwicklung der Verteilung der Alpha- und Beta/Gammastrahler auf die Einlagerungskammern, angegeben als Anteil der jeweiligen Gesamtaktivität [Bq].

Stichtage	01.01.1980			01.01.2033		
	α	β/γ	Σ	α	β/γ	Σ
1/750	0,3 %	8,2 %	8,5 %	3,4 %	4,3 %	7,7 %
2/750	0,4 %	9,4 %	9,8 %	4,0 %	5,1 %	9,1 %
2/750 Na2	0,1 %	2,5 %	2,6 %	0,5 %	1,1 %	1,6 %
4/750	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
5/750	0,2 %	5,7 %	5,9 %	2,0 %	3,8 %	5,8 %
6/750	0,1 %	9,2 %	9,3 %	1,9 %	9,4 %	11,3 %
7/725	0,3 %	7,3 %	7,6 %	2,8 %	3,9 %	6,7 %
7/750	0,4 %	16,7 %	17,1 %	4,7 %	12,7 %	17,4 %
8/750	0,1 %	2,1 %	2,2 %	0,9 %	1,2 %	2,1 %
10/750	0,0 %	0,3 %	0,3 %	0,0 %	0,2 %	0,2 %
11/750	0,2 %	9,1 %	9,3 %	2,6 %	7,9 %	10,5 %
12/750	0,1 %	3,7 %	3,8 %	1,4 %	2,5 %	3,9 %
8a/511	0,2 %	23,4 %	23,6 %	2,5 %	21,2 %	23,7 %
Gesamtanteil	2,4 %	97,6 %	100 %	26,7 %	73,3 %	100 %
Anteil LAW	2,2 %	74,2 %	76,4 %	24,2 %	52,1 %	76,3 %
Anteil MAW	0,2 %	23,4 %	23,6 %	2,5 %	21,2 %	23,7 %

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 110 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tabelle 11: Zeitliche Entwicklung von ausgewählten dosisrelevanten Nuklidaktivitäten [Bq].

Radionuklid	01.01.1980	01.01.2019	01.01.2033
Co-60	9,7 E+14	5,7 E+12	9,1 E+11
Sr-90	4,5 E+14	1,8 E+14	1,3 E+14
Cs-137	7,8 E+14	3,2 E+14	2,3 E+14
Pu-238	8,5 E+13	6,3 E+13	5,6 E+13
Pu-239	4,5 E+13	4,5 E+13	4,5 E+13
Pu-240	5,1 E+13	5,1 E+13	5,1 E+13
Pu-241	6,9 E+15	1,1 E+15	5,3 E+14
Am-241	6,0 E+13	2,4 E+14	2,6 E+14

7.1.6. Kernbrennstoffe

In der Schachtanlage Asse II wurden erstmals ab dem Jahr 1968 uranhaltige und erstmalig ab dem Jahr 1972 plutoniumhaltige Abfälle eingelagert. Die Meldungen zu kernbrennstoffhaltigen Abfällen erfolgten ab 1972 durch separate Meldungen an die zuständige Aufsichtsbehörde. Bei den Meldungen wurde zwischen mittel- und schwachradioaktivem Abfall unterschieden. Dabei sind 9 % der in der gesamten Schachtanlage Asse II lagernden Gebinde plutoniumhaltig (Tabelle 12), 8 % der Gebinde sind thoriumhaltig und 47 % der übrigen Gebinde sind uranhaltig, jedoch überwiegend als Natururan ($Uran_{nat}$) oder in angereicherter Form ($Uran_{ab}$).

Tabelle 12: Angaben über plutonium-, uran-, und thoriumhaltige Gebinde.

	Gebindeanzahl	Masse
Plutonium	11 371	ca. 29 kg
$Uran_{nat}/Uran_{ab}$	59053	ca. 103 610 kg
Thorium	10 120	ca. 81 069 kg

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 111 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA>NNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

7.1.7. Stoffliches Inventar

Die ermittelte stoffliche Zusammensetzung der radioaktiven Abfälle aus den 125 787 eingelagerten Gebinden basieren auf den in den Einlagerungsdokumenten aufgeführten Hinweisen über Behälter-, Konditionierungs- und Abfallmaterialien. Nach Durchführung umfangreicher Recherchen über die stoffliche Zusammensetzung radioaktiver Abfälle erfolgte eine Nacherhebung der Materialien in den Gebinden.

Die Behälterverpackungen bestanden im Wesentlichen aus FE-Metallen und Beton. Die Abfälle selbst bestehen zum größten Teil aus den Abfallarten Metallschrott, Verdampferkonzentrate, Schlämme (ehemals flüssige verfestigte Abfälle) und Bauschutt. Des Weiteren sind auch Papier, Labor- und Mischabfälle, Filter, Filterhilfsmittel und -rückstände, Folien, Holz, Harze, Textilien, Zellstoffe, Asche, Kunststoffteile sowie Glas angefallen. Außerdem befinden sich noch Moderator- bzw. Absorberkugeln aus Graphit aus dem Betrieb des AVR-Reaktors in Jülich sowie relevante Mengen an Uran und Thorium ("Glühstrümpfe") in den Abfällen.

Rund 50 % der Abfälle sind nicht behandelt oder es liegen keine Angaben zur Behandlung vor. Von den übrigen 50 % der behandelten Abfälle wurden 45 % mit Beton konditioniert. Weitere Konditionierungsarten sind die Fixierung mit Bitumen, Metaborate oder Polystyrol. Aus der Tabelle 13 können die Angaben über Massen der eingelagerten Materialien entnommen werden. Die Gesamtmasse aller eingelagerten Gebinde ohne die Massenanteile der radioaktiven Stoffe wie Uran und Thorium wird mit 89 000 t abgeschätzt.

Tabelle 13: Prozentuale Massenanteile der Materialien am stofflichen Gesamtinventar.

Materialien	Massenanteile
Beton, Bauschutt, Zementleim	67 %
Schrott (Metall)	13 %
Mischabfälle	12 %
Feststoffanteil der ehemals wasserhaltigen Abfälle	3 %
Laborabfälle, Zellulosehaltiges Material	5 %
Stoffliches Gesamtinventar	89 000 t

Das Abfallinventar der Schachtanlage Asse II setzt sich aus einer Vielzahl von organischen und anorganischen nichtradioaktiven Stoffen zusammen. Darunter befinden sich eine Reihe von chemotoxischen Stoffen. Basis der Bestimmung der chemotoxischen Stoffe ist die Datenbank

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 112 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

ASSEKAT mit Angaben über das Nuklidinventar und die stofflichen Bestandteile der eingelagerten Abfälle. Weitere erforderliche Informationen für die Ermittlung der chemotoxischen Stoffe erfolgten über Literaturrecherchen.

Werden die organischen und anorganischen Komponenten der Abfallmaterialien systematisch bezüglich ihrer chemotoxischen Stoffe ausgewertet, so ergibt sich eine Gesamtmasse an organisch chemotoxischen Stoffen, bestehend aus Chelat-, Komplexbildnern und Tensiden, von rund 65 t. Die Gesamtmasse an anorganisch chemotoxischen Stoffen – wie Kupfer, Bor, Blei, Chrom, Nickel und Arsen – beträgt rund 1300 t. Beiträge von Uran- und Thoriummassen als primäre Bestandteile radioaktiver Abfälle sind hierbei nicht berücksichtigt.

Die chemotoxischen und radioaktiven Bestandteile der Abfallmaterialien können nicht getrennt voneinander rückgeholt oder behandelt werden, da diese in einer gemeinsamen Matrix im Abfallprodukt vorhanden sind. Das heißt, dass ein Umgang mit radioaktiven Abfällen auch immer einen Umgang mit chemotoxischen Stoffen bedingt. Demzufolge sind bei der Wahl der Schutzvorkehrungen (z. B. bei der persönlichen Schutzausrüstung) sowohl die chemotoxischen als auch die radiotoxischen Eigenschaften der rückzuholenden Abfälle zu beachten.

7.1.8. Inventardatenbank für die Rückholung

Die Entwicklung der Abfalldatenbank ASSEKAT erfolgte ursprünglich für die Schließung der Schachtanlage Asse II durch den früheren Betreiber GSF unter Bergrecht.

Die abfallspezifischen Anforderungen, die sich aus der Rückholung der Abfälle ergeben – wie z. B. die Rückverfolgbarkeit der Gebinde von der Bergung bis zur Konditionierung – können mit der derzeitigen Datenbank ASSEKAT nicht erfüllt werden.

Daher ist vorgesehen, dass eine neue Abfalldatenbank implementiert wird, die sämtliche Ausgangsdokumente oder Beschreibungen der Abfälle in nachvollziehbarer Weise enthält. Dies beinhaltet auch die zugrunde gelegten Nuklidvektoren, die letztendlich das Abfallinventar beschreiben. Diese neue Datenbank wird im Rahmen der Rückholung fortgeschrieben und alle Informationen – wie z. B. Dosisleistungsmessungen –, die bei der Bergung, der Charakterisierung, der Konditionierung und der Neuverpackung anfallen, werden dort aufgenommen.

Solange die neue Datenbank noch nicht implementiert ist, wird weiterhin mit der ASSEKAT gearbeitet, die im Hinblick auf relevante Fehler oder neue Erkenntnisse fortgeschrieben wird.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 113 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

7.2. Geologische Standortbeschreibung

Der Höhenzug Asse-Heeseberg befindet sich im nördlichen Harzvorland im Übergangsbereich von der Mittelgebirgsschwelle zur Norddeutschen Tiefebene und bildet im Abschnitt zwischen Groß Denkte im Westen und Klein Vahlberg im Osten einen in sich aufgegliederten, WNW-ESE verlaufenden Höhenzug von ca. 8 km Länge und 1,0 km – 2,0 km Breite. Dieser Abschnitt wird allgemein als Asse bezeichnet, während sich die gesamte Struktur weiter in Richtung ESE bis zum Heeseberg ausdehnt.

Das nördliche Harzvorland wird im Allgemeinen von einer flach lagernden Schichtenfolge von permischen bis känozoischen Sedimenten eingenommen, die durch eine Wechselfolge von Schmal- und Breitsäteln segmentiert wird. Durch die auflagernden Lockergesteine des Tertiärs und vor allem des Quartärs sind die permo-mesozoischen Schichtenfolgen vielerorts maskiert (Abbildung 34).

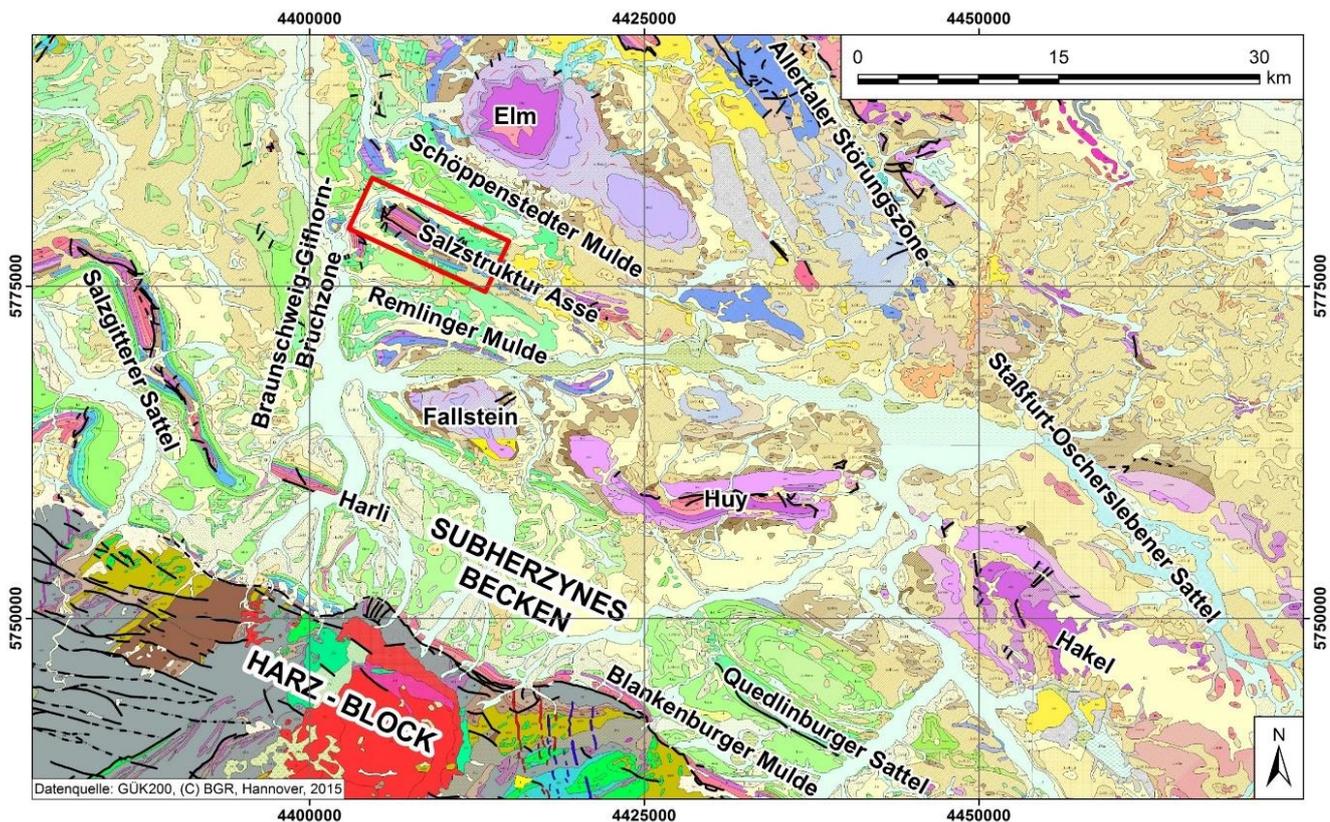


Abbildung 34: Geologische Übersichtskarte mit Lage des Höhenzuges Asse-Heeseberg und weiterer Strukturelemente des Subherzynen Beckens, sowie der Braunschweig-Gifhorn-Scholle (modifiziert nach [BGR 2007]). Die Schichtenfolgen des Bundsandstein sind in blassrot-orangen, die des Muschelkalk in violetten, die des Keuper in braun-hellbraunen, die des Jura in dunkelblauen und die der Kreide in hellblassgrünen Farbtönen gehalten.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 114 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Im Bereich des Höhenzugs Asse-Heeseberg kam es aufgrund von halo-tektonischen Prozessen zum Aufstieg des Zechsteinsalinar und einer damit einhergehenden Aufwölbung der post-permischen Schichten des Deckgebirges, die zur Bildung eines Schmalsattels führten. Das Zechsteinsalinar drang dabei beim Aufstieg in das Salinar des Oberen Buntsandstein der Südflanke ein und vereinigte sich mit diesem. Es kam zur einer Ablösung der Schichtpakete im Liegenden, bei der der Mittlere und der Untere Buntsandstein in der Tiefe verblieben sind und nur die Deckgebirgsabfolge ab dem Oberen Buntsandstein in die Aufwölbung mit einbezogen wurde. Als Folge hiervon ist die Schichtenfolge an der Südflanke unvollständig, so dass auf die Zechsteinformationen folgend direkt der Obere Buntsandstein im Hangenden des Salinar einsetzt.

Durch tektonische Einengungsprozesse wurde die Südflanke steil aufgestellt (seiger bis überkippt) und von der gegenüber der Südflanke vergleichsweise moderat einfallenden Nordflanke überschoben. Diese Überschiebungsbahn wird als Nordflankenbasisstörung bezeichnet. Pollen-datierungen belegen an der Oberfläche ausstreichende Residualgesteine des Zechstein, die räumlich an den Verlauf der Nordflankenbasisstörung gekoppelt sind. Unklar ist die Genese dieser Zechsteinschollen, die in Abbildung 35 als vom Salinarkörper abgetrennte Schuppen dargestellt sind. Theoretisch ist aber auch ein zusammenhängender Schichtverband des Zechstein möglich, d. h. in diesem Fall streicht das Zechstein direkt an der Geländeoberkante aus.

Den zentralen Teil des Höhenzugs Asse-Heeseberg bilden die Abfolgen der Trias (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper), während der Jura und die Kreide in die Muldenstrukturen der Remlinger und der Schöppenstedter Mulde übergehen. Diese Muldenstrukturen begrenzen die Asse nach SSW bzw. nach NNE.

Ein zentrales Haupttal teilt den Höhenzug Asse-Heeseberg in einen Süd- und einen Nordteil. Es verläuft ausgehend vom Sportplatz bei Groß Denkte (133 mNN) entlang dem Bleierweg zum Schacht Asse 1 (164,5 mNN) und von da weiter zum Schacht Asse 2 (192,5 mNN) und ist bis in den Bereich nordwestlich der Klein Vahlberger Buchen zu verfolgen [Ercosplan 2018]. Die Längssegmentierung des Höhenzugs ist eine direkte Folge der steil aufgestellten Schichtenfolge, bei der sich subrosionsfähige Schichten wie z. B. die sulfathaltigen Gesteine des Oberen Buntsandstein mit vergleichsweise erosionsbeständigeren Schichtfolgen miteinander abwechseln. Dies sind vor allem die Hauptrogensteinzone des Unteren Buntsandstein (suRG) und der Trochitenkalk des Oberen Muschelkalk (moTR). Sie bilden die Längsrippen zwischen den Längstälern aus und stellen wichtige Markerhorizonte dar, insbesondere bei der Ausweisung von Störungszonen.

Durch die tektonische Beanspruchung kam es zur Anlage von Störungen bzw. Störungssystemen. Die markantesten Strukturen sind hierbei die Nordflankenbasisstörung, welche die Trennlinie zwischen Nord- und Südflanke darstellt, sowie die Groß-Vahlberg-Störung, welche die Asse-Struktur zusätzlich segmentieren. Weitere wesentliche Struktureinheiten sind das Quertal von Wittmar, welches vermutlich auf eine Störung zurückzuführen ist, und der Westabbruch der Asse, bei dem das Gelände steil zur Nord-Süd streichenden Braunschweig-Gifhorn-Bruchzone abfällt. Östlich der Groß-Vahlberg-Störung, welche östlich der Schachtanlage Asse II von der Nordflankenbasis-Störung auslenkend in Richtung Nordosten verläuft, verschmälert sich die Asse-Struktur in Richtung

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 115 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

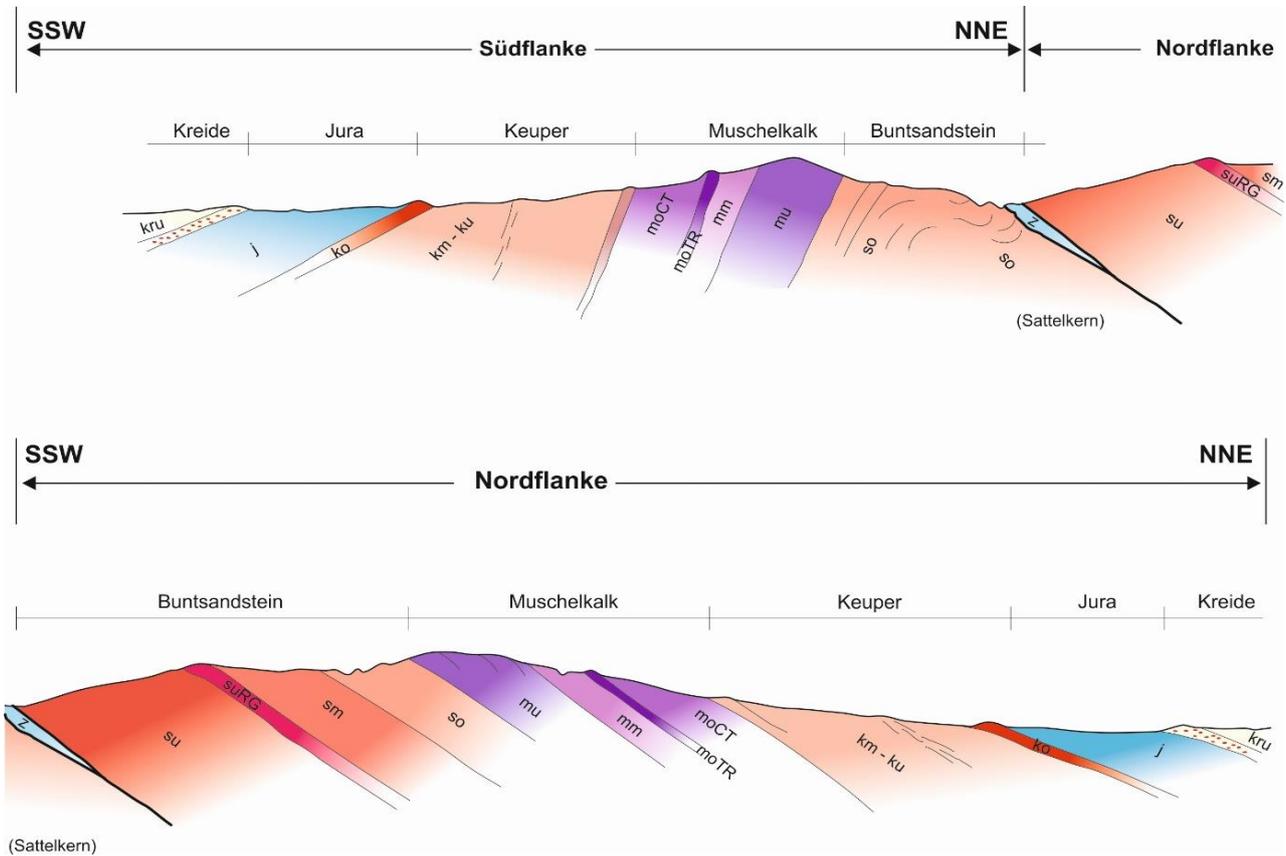


Abbildung 35: Schematische SSW-NNE Querprofile durch die Süd- (oben) und Nordflanke (unten) des Höhenzuges Asse-Heeseberg mit schematischer Darstellung der morphologischen Ausprägung der Kartiereinheiten (aus [Ercosplan 2018]). Die wichtigsten Reliefbildner sind in ihrem Geländeausstrich etwas überhöht dargestellt: suRG – Unterer Buntsandstein (oolithische Kalksteine/Rogensteine); muO – Oolithzone; muT – Terebratelbänke; muS – Schaumkalkbänke; moTR Trochitenkalk-Folge; ko Rhät-Sandstein; Unterkreide Hils-Konglomerat.

ESE und der Mittlere und Untere Buntsandstein streicht in diesen Bereichen nicht mehr an der Oberfläche aus.

Durch Markerhorizonte können geologische Schichten korreliert und die Kartierung von geologischen Einheiten ermöglicht werden. Solche Markerhorizonte sind stratigraphische Einheiten mit einer so prägnanten Zusammensetzung und/oder Erscheinung, dass trotz der Präsenz an verschiedenen geografischen Standorten kein Zweifel daran besteht, dass sie gleichaltrig und gemeinsamen Ursprungs sind. Eine Übersicht der Markerhorizonte im Höhenzug Asse sowie der wichtigsten Störungen bzw. Störungszonen ist in Abbildung 36 zusammengefasst. Die wichtigsten Markerhorizonte in der Asse sind der Trochitenkalk im Oberen Muschelkalk (moTR) sowie das Röt des Unteren Buntsandstein (suR).

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 116 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

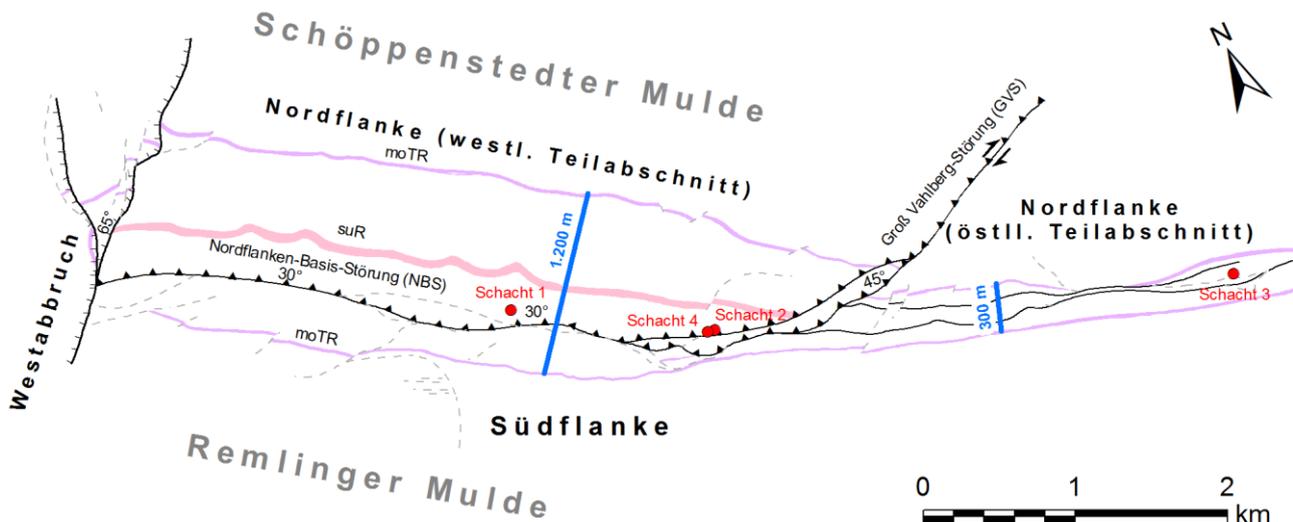


Abbildung 36: Strukturelle Gliederung der Salzstruktur Asse zwischen dem Westabbruch bei Groß Denkte und dem Schacht Asse 3 [Ercosplan 2018].

Der Aufbau des geologischen Untergrunds ist durch geologische Kartierungen an der Oberfläche und in den Bergwerken Asse I bis III dokumentiert. Des Weiteren stehen Daten aus Bohrungen sowie von geophysikalischen Messungen zur Verfügung. Es ist geplant, den geologischen Kenntnisstand durch weitere Erkundungsmaßnahmen in den nächsten Jahren zu verbessern (3D-Seismik, Erkundungsbohrungen). Östlich der Groß-Vahlberg-Störung ist die Datenlage und damit verbunden der Kenntnisstand über die geologischen Verhältnisse deutlich geringer als westlich dieser Struktur.

7.3. Hydrogeologische Standortbeschreibung

Der Asse-Höhenzug gehört weitestgehend zum Abflusssystem der Weser, nur ein geringer Teil der Abflüsse gelangt zur Elbe. Für den Bereich des Asse-Höhenzuges werden mehrere Grundwasserleiter genannt, die sich bislang generell in Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter unterteilen, wobei eine allgemeingültige Einteilung nicht möglich ist, da allgemein als grundwasserführend bezeichnete Schichten bei neueren Erkundungsbohrungen (PN1-3, R15) als weitestgehend trocken angetroffen wurden.

Neben triassischen Grundwasserleitern im Zentralteil der Asse, sind noch die Grundwasserleiter im Rhät-Sandstein des Oberen Keuper (ko) und die Sandsteinhorizonte des Unteren (ju) und Mittlenen Jura (jm) zu nennen, die sich auf die Randbereiche des Höhenzuges und die angrenzenden Muldenstrukturen (Remlinger und Schöppenstedter Mulde) beschränken. Quartäre und tertiäre Lockergesteinsgrundwasserleiter sind im Asse-Höhenzug nicht vorhanden. Es ist bekannt, dass das Grundwasser je nach Beschaffenheit des Grundwasserleiters auf Klüften, in Karsthohlräumen und

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 117 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

ggf. im Porenraum der Festgesteinsgrundwasserleiter fließt. Durch die starke tektonische Beanspruchung der Deckgebirgsschichten kann zudem eine Grundwasserbewegung entlang von Störungszonen vorhanden sein. Diese sind jedoch nicht zwangsläufig wasserführend, sondern können durch die komplexe tektonische Beanspruchung auch grundwasserhemmend wirken. In der Tabelle 14 wird eine detaillierte Schichtfolge und hydrogeologische Charakterisierung des Muschelkalk und Buntsandstein im Bereich des Asse-Höhenzuges aufgezeigt [BGE 2018].

Tabelle 14: Detaillierte Schichtfolge und hydrogeologische Charakterisierung des Muschelkalk und Buntsandstein im Bereich des Asse-Höhenzuges [BGE 2018].

Formation und Schichtenfolge	Hydrogeologische Charakterisierung	
Muschelkalk		
Ceratiten- <i>mo2</i> und Encrinusschichten <i>mo1</i> des Oberen Muschelkalks <i>mo</i>	Grundwasserleiter, z.T. Grundwassergeringleiter	
Mergelsteine (z.T: dolomitisch) (oberer Teil Anhydritgruppe) des Mittleren Muschelkalks <i>mm0</i>	Grundwasserleiter	
Mergel- und Tonsteine (z.T. sulfatreich) (mittlerer Teil Anhydritgruppe) des Mittleren Muschelkalks <i>mm</i>	Grundwassergeringleiter	
Steinsalz <i>mmNa</i> (unterer Teil Anhydritgruppe), bzw. Residualbildungen <i>mmR</i> des Mittleren Muschelkalks <i>mm</i>	Grundwassergeringleiter, subrosionsanfällig	Residualgebirge: Grundwasserleiter
Anhydrit- und Mergelfolgen <i>mm-m</i> (unterster Teil Anhydritgruppe) des Mittleren Muschelkalks <i>mm</i>	Grundwassergeringleiter	
Schaumkalkbänke <i>mu5</i> des Unteren Muschelkalk <i>mu</i>	Grundwassergeringleiter	
Wellenkalk <i>mu1</i> bis <i>mu4</i> des Unteren Muschelkalk <i>mu</i>	Grundwasserleiter; <i>mu2</i> z.T. Grundwassergeringleiter	
Buntsandstein		
Mergel- und Tonsteine des Oberer Buntsandstein <i>so: so1</i> (teilweise), <i>so2</i> , <i>so3</i> und <i>so4</i>	Grundwassergeringleiter	
An der Basis des <i>so1</i> : Rötanhydrit <i>so1A</i> und Röt-Salzlager <i>so1Na</i>	Grundwassergeringleiter, subrosionsanfällig	Residualgebirge: Grundwasserleiter

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 118 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Formation und Schichtenfolge	Hydrogeologische Charakterisierung
Sand-Tonstein-Wechselfolge des Basissandsteins sowie Ton und Schluffsteine der Solling- und Volpriehausen-Folge des Mittleren Buntsandsteins <i>sm</i>	Generell Grundwassergeringleiter; Basissandstein: Grundwasserleiter
Rogenstein <i>su-p</i> des Unteren Buntsandstein <i>su</i>	Grundwasserleiter
Wechsellagerung von Ton-, Schluff- und Sandstein des Unterer Buntsandstein <i>su</i>	Grundwassergeringleiter

Das hydrogeologische Messnetz der Schachtanlage Asse II verfügt zurzeit über 24 aktive Grundwassermessstellen zuzüglich der abgesoffenen Schächte Asse 1 und Asse 3, welche ebenfalls mit dem Grundwasser in Kontakt stehen und daher als Grundwassermessstellen zu betrachten sind. Zur Erfassung der komplexen hydrogeologischen Verhältnisse ist derzeit eine Anpassung des Messnetzes in Vorbereitung.

Das Rückholbergwerk wird unter Berücksichtigung der geologischen und hydrogeologischen Randbedingungen errichtet werden. Die hydrogeologischen Risiken für die Auffahrung und den Betrieb des Rückholbergwerks wurden bewertet und sind in [BGE 2018] zusammengefasst.

Tabelle 15 fasst die Faktoren zusammen, die sich günstig oder ungünstig bzgl. der hydrogeologischen Risiken auswirken. Zu den im Vergleich zur Schachtanlage Asse II günstigeren Verhältnissen zählen der tiefer liegende Salzspiegel, der fehlende Altbergbau und die bei der bisherigen Erkundung fehlenden oder nur spärlich ergiebigen Lösungsspeicher bzw. -transportpfade. Zu den ungünstigeren Faktoren zählen neben der geringen Datendichte die Verschmälerung der Salzstruktur Asse in Richtung Osten und der ungeklärte Verlauf der an der Oberfläche festgestellten Störungssysteme zur Tiefe hin. Außerdem zeigen die gewonnenen Erkenntnisse über die interne Salzstruktur, dass mehrfach Anhydritmittel bei der Anbindung des Rückholbergwerks an das Bestandsbergwerk durchörtert werden müssen. Anhydritmittel können lösungsführend sein.

Die größte Unsicherheit resultiert aus der geringen Verfügbarkeit von geologischen Daten. Dabei sind gute Kenntnisse über die Lage des Salzspiegels und über die Lage der Flanken Voraussetzung für die Einhaltung der Sicherheitsabstände zu grundwasserführenden Schichten im Deckgebirge. Das Risiko, dass die Sicherheitsabstände zum Deckgebirge zu gering angesetzt wurden, reduziert sich mit fortschreitender Erkundung des Standorts für das Rückholbergwerk.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 119 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tabelle 15: Zusammenfassung der Faktoren, welche bzgl. des hydrogeologischen Risikos bei Auffahrung und Betrieb des Rückholbergwerks als günstig oder ungünstig bewertet werden [BGE 2018].

Faktoren, die bzgl. der hydrogeologischen Risiken als günstig bewertet werden (vermindertes Risiko)	Faktoren, die bzgl. der hydrogeologischen Risiken als ungünstig bewertet werden (erhöhtes Risiko)
Kein Altbergbau im unmittelbaren Bereich des Rückholbergwerks	Nur wenige Daten verfügbar, daher sind homogene Steinsalzbereiche und die Abstände zu potentiell lösungsführenden Schichten schwer zu identifizieren
tieferer Salzspiegel und damit ein größerer Abstand zur Oberfläche	Geringerer Abstand zu den Flanken des Salzsattels bzw. allgemein geringere Ausdehnung des Salzsattels in NE-SW-Erstreckung
Bisher wurde kein Lösungsspeicher mit Ausnahme der Bohrungen 574-3 und 700-2 angetroffen. Diese Speicher enthielten MgCl ₂ -reiche Lösungen, die höchst wahrscheinlich intrasalinärer Herkunft sind. Es gibt keine Hinweise auf größere Lösungsspeicher.	Bohrungen und Auffahrungen ins Unverritzte, ggf. erhöhte Gas- und Lösungsdrücke durch Lösungs- bzw. Gastaschen in Fallenstrukturen
	Risiken der Schachtanlage Asse II (AÜL) müssen ohne dauerhaft absperrende Bauwerke zwischen Schachtanlage Asse II und dem Rückholbergwerk 1:1 auf das Rückholbergwerk übertragen werden.
Es liegen keine Hinweise für das sogenannte Subrosionsgerinne im Bereich des Salzspiegels vor. In der Remlingen 15 wurde die NBS nicht angetroffen.	Die Verläufe der GVS und der NBS zur Tiefe hin sind unbekannt. Theoretisch ist ein Lösungspfad von Asse I in das nähere Umfeld des Rückholbergwerks über Störungssysteme wie NBS, GVS oder SSS möglich. Für die Anbindung an das Rückholbergwerk bedarf es einer hydraulisch leitenden Struktur im Salinar. Hierfür liegen keine Hinweise vor.

GVS=Groß-Vahlberg-Störung, NBS=Nordflanken-Basis-Störung, SSS=Südliche Scheitelstörung

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 120 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

7.4. Standortbeschreibung der Schachanlage Asse II

Gebirgsmechanische Situation

Das Bergwerk wurde im Zechsteinsalz der Leine- und Staßfurtserie in einem etwa 8 km langen Sattel aufgefahren, der von Nordwesten nach Südosten streicht. Das Leinsteinsalzbaufeld an der Südflanke wurde in unmittelbarer Nähe zum südlichen Deckgebirge aufgefahren. Auf den oberen Sohlen (bis inklusive der 595-m-Sohle) besitzt die Steinsalzbarriere zum Deckgebirge nur minimale Mächtigkeiten von zum Teil unter 10 m. Das durch die Hohlräumwirkung des Grubengebäudes unmittelbar beeinflusste Deckgebirge besteht aus den triassischen Gesteinen Buntsandstein und Muschelkalk und dessen tektonischen Störungen.

Das Tragsystem aus Pfeilern und Schweben ist gebirgsmechanisch als nachgiebiges Tragsystem zu bewerten. Zwischen seitlichem Neben- bzw. Deckgebirge und dem Tragsystem besteht eine gebirgsmechanische Wechselwirkung. Die erstellten Abbaue und das Tragsystem sind dem Gebirgsdruck ausgesetzt und reagieren auf die entsprechenden Druckbelastungen. Die in den

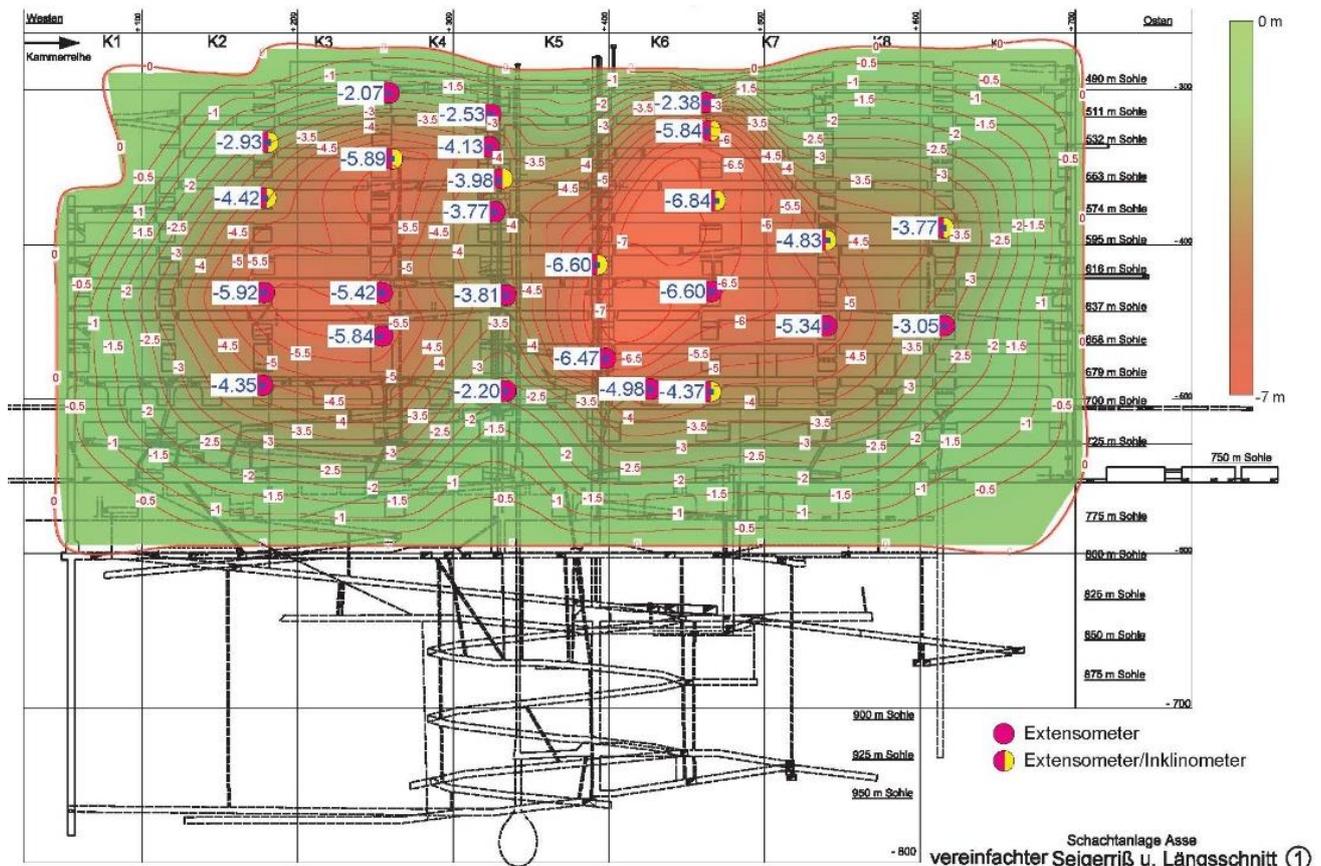


Abbildung 37: Isolinien der Abschätzung der integralen horizontalen Pfeilerstauchung in Meter, Zeitraum Ende der Auffahrung bis 02/2019 [BGE 2019a].

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 121 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tragelementen stattfindenden Reaktionen liegen im Grenzbereich gebirgsmechanischer Beanspruchungen. D. h., die infolge des Schädigungsprozesses noch vorhandene Resttragfähigkeit des Tragsystems entspricht dem Tragvermögen im Entfestigungsbereich (Pfeiler) bzw. dem Scherwiderstand im Nachbruchbereich (Deckgebirge) [IfG 2016].

Das Baufeld an der Südflanke stellt mit ca. 3,0 Mio. m³ Hohlraumvolumen das mit Abstand größte Baufeld dar. Auf Grund der nicht ausreichend dimensionierten Schweben und Pfeiler und der langen offenen Standzeit kommt es seit den 1980er Jahren zu erheblichen Schädigungen bzw. Bruchprozessen in den Tragelementen und den angrenzenden Deckgebirgsschichten. Es kam zu Rissbildungen, Abschaltungen und Sohlenaufwölbungen in den Abbaukonturen sowie zu Schwebendurchbrüchen. Ein Großteil der Tragelemente hat das Tragfähigkeitsmaximum überschritten und befindet sich im Entfestigungszustand.

Einher ging diese Entwicklung mit einem starken Anstieg der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten auf bis zu 218 mm/a sowie zeitlich verzögert mit erhöhten übertägigen Senkungsraten von bis zu 25 mm/a. Messtechnisch kann somit eine hohe Mobilität des südlich vorgelagerten Deckgebirges belegt werden. Auf Grundlage der insgesamt vorliegenden Messergebnisse kann auf eine querschlägige

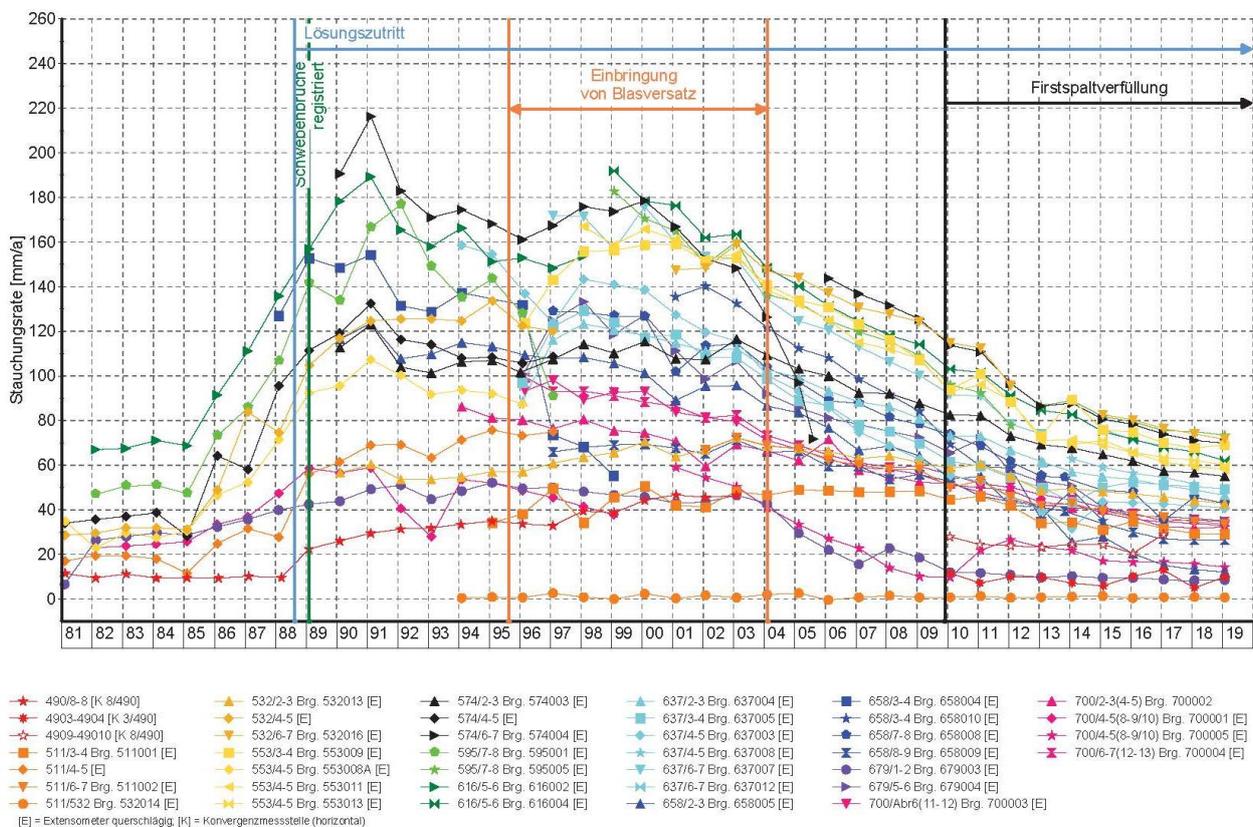


Abbildung 38: Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten 490-m- bis 700-m-Sohle von 1981 bis 2019 [IfG 2016].

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 122 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Gesamtstauchung der Tragelemente von der Auffahrung der Abbaue im Baufeld an der Südflanke bis zum Berichtsstand von etwa 6 m im Westflügel und 7 m im Ostflügel ausgegangen werden (Abbildung 37) [BGE 2019a].

Die deutlich sichtbaren Gebirgsdruckerscheinungen erforderten in den Jahren 1995 bis 2004 eine vollständige Verfüllung der meisten noch offenen Abbaue. Die Einbringung erfolgte mit einer pneumatischen Förderung. Etwa $\frac{3}{4}$ der Abbaue sind mit verblasenen Fremdversatz und $\frac{1}{4}$ mit Salz aus dem Tiefenaufschluss gefüllt. Der Versatz führt zu einer Verdämmung der Pfeilerkonturen, die der Pfeilerquerdehnung entgegenwirkt. Die Stützwirkung ist mittels der degressiven Tendenz der Pfeilerstauchungsraten belegt. Trotz der zunehmenden Versatzwirkung, die gegenwärtig mittels Firstspaltverfüllung mit Sorelbeton unterstützt wird, werden sich mit den weiteren Deckgebirgsverschiebungen die Bruchprozesse fortsetzen. Die Versatzwirkung ist aber entscheidend für den Erhalt der Resttragfähigkeit der Pfeiler und führte seit Ende der 1990er Jahre zu einer Halbierung der Pfeilerstauchungsraten (Abbildung 38). In Abbildung 40 ist die Hohlräum Bilanz der Schachanlage Asse II zusammengefasst. Nach den aktuellen Daten (Stand 2018) verbleibt aktuell ein konvergenzaktiver luftgefüllter Hohlraum von ca. 1,61 Mio. m³.

Lösungszutrittssituation

Seit spätestens 1988 führte der Integritätsverlust der Steinsalzbarriere zu einem Zutritt von Salzlösungen aus dem Deckgebirge. Ab 1988 wurden im Bereich der Steinsalzabbaue der Südflanke Austritte von Salzlösungen aus dem Deckgebirge in Grubenbaue beobachtet, die sich mehrfach verlagert haben. Seit 1997 wird der überwiegende Teil der Lösungen an der Südflanke über das Fassungs system im Abbau 3 auf der 658-m-Sohle gefasst. Die Lösungen sind an Halit, Anhydrit und Gips gesättigt. An allen anderen Mineralen liegt eine z. T. deutliche Untersättigung vor. Damit haben die Lösungen, außer an den o. g. Mineralen, ein hohes Lösepotential gegenüber in der Schachanlage Asse II aufgeschlossenen Kalisalzen wie z. B. Carnallitit.

Seit Beginn der Lösungsfassung wurden bisher nur marginale Veränderungen bei der chemischen Zusammensetzung beobachtet. Diese zeigen eine leichte Zunahme der NaCl-Komponenten bei gleichzeitiger Abnahme der MgCl₂-Komponenten. Diese marginalen Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung verringerten sich konstant und haben inzwischen annähernd einen Gleichgewichtszustand erreicht. Die Lösungszusammensetzung kann daher insgesamt als stabil beschrieben werden. Die Stabilität der Lösungszusammensetzung drückt sich u. a. darin aus, dass auch bei deutlichen Ratenänderungen (wie z. B. im September 2018, oder den jüngst festgestellten, kurzfristigen Änderungen im Januar und Juni 2019, s. u.) keine messbaren bzw. klar verifizierbaren Änderungen der Lösungszusammensetzung auftreten. Dies betrifft neben den chemischen Komponenten u. a. auch die Dichte und die Temperatur der Lösung.

Die Fassungsrate an der Südflanke, insbesondere der Hauptfassungsstelle L658008, hat sich seit 1988 immer wieder, teils sprunghaft, teils aber auch sukzessive verändert und beträgt derzeit an der

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 123 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

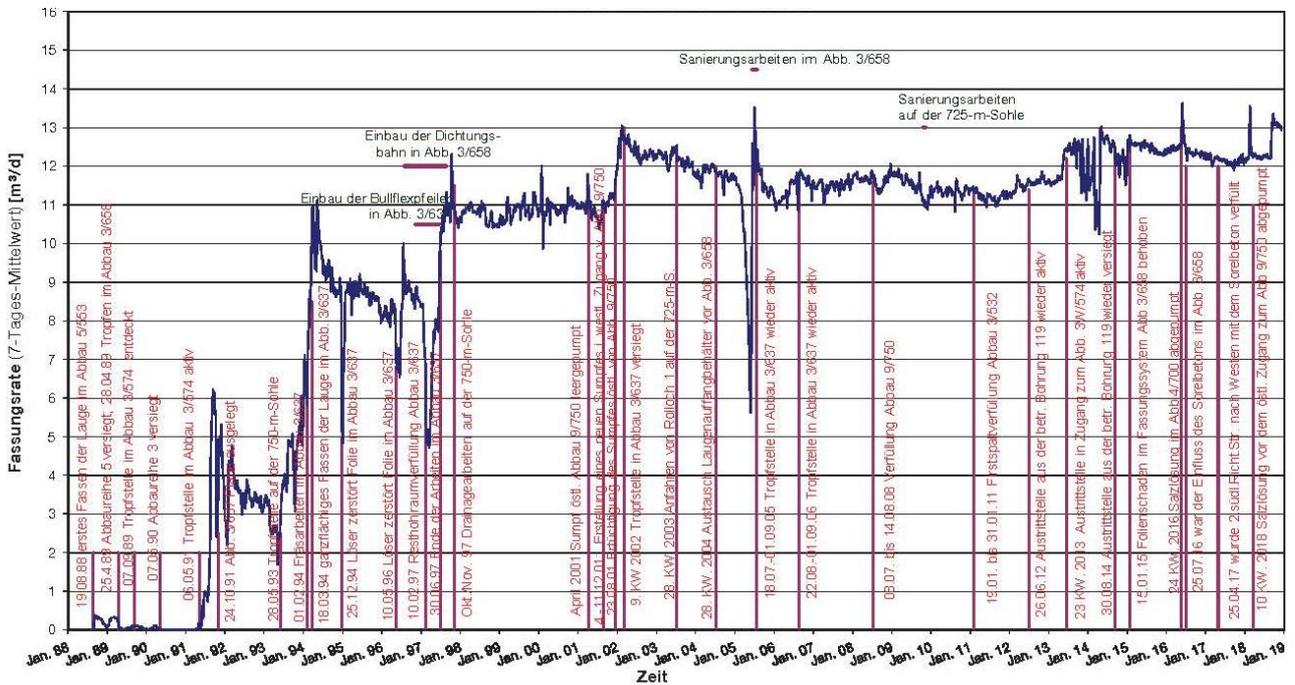


Abbildung 39: Fassungsrates des Gesamtlösungszutritts an der Südflanke [BGE 2019a].

Südflanke insgesamt ca. 13,2 m³/d (Durchschnitt 05/2019). Die letzte nachhaltige Änderung der Fassungsrates ereignete sich im September 2018. Weitere sprunghafte Ratenerhöhungen ereigneten sich im Januar und Juni 2019 und waren auf einige Stunden beschränkt. Ratenänderungen können im Einzelfall technisch bedingt sein (u. a. Aufbau Fassungssystem 1997, Folienbrüche 2014, Abbildung 39). Messungen der Standortüberwachung zeigen, dass es keine Korrelation zwischen den Werten der Fassungsrates und den geotechnischen Messdaten gibt.

Belastbare Aussagen zur zukünftigen Entwicklung der Rate sind nicht möglich. Dieser Umstand sowie das o. g. Lösepotential der Lösung gegenüber carnallitischen Gesteinen und der daraus resultierenden Möglichkeit eines AÜL sind im Rahmen der Betriebssicherheit von besonderer Bedeutung. Neben dieser grundsätzlichen Gefährdung hat eine Durchfeuchtung von Salzgestein auch mechanische Auswirkungen auf die Tragfähigkeit, da sich die Kriechfähigkeit von feuchtem Salz erhöht.

Konsequenzen für den weiteren Offenhaltungsbetrieb

Die gebirgsmechanische Situation und auch Veränderungen des Lösungszutritts stehen unmittelbar im Zusammenhang mit potenziell notfallauslösende Szenarien. Gebirgsmechanische Ereignisse sind ein Indikator für Bruchverformungen im Deck- und Salzgebirge. Diese können zu neuen Rissen und Klüften führen, die einen neuen Migrationsweg für die Zutrittslösung darstellen. Die mögliche Notfallrelevanz gebirgsmechanischer Prozesse ergibt sich i. W. aus ihrem Potential, Veränderungen

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 124 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

des Lösungszutritts oder neue Primärzutritte hervorzurufen. Die geringen Kenntnisse über die Herkunft und Fließwege der aktuell in der Südflanke zutretenden Lösungen sind jedoch ungünstige Voraussetzungen für die Ableitung quantifizierbarer Korrelationen zwischen Verformungen und Zutrittsraten bzw. Chemismus und Zutrittsraten. Aufgrund der komplexen Zusammenhänge müssen daher neben den benannten Kriterien eine Fülle von Informationen der Standortüberwachung und des Betriebs in die Bewertung der Gesamtsituation eingehen.

Kriterien wie Austrittsort, Austrittsrate, chemische Zusammensetzung und radioaktive Kontamination der Salzlösungen decken daher zunächst die Fälle ab, bei denen sich einzelne Parameter ohne auffällige Korrelation verändern. Mit den installierten Messsystemen und der Fülle an Messwerten ist eine zuverlässige Überwachung und Analyse möglich. In Kombination mit anderen auffälligen Beobachtungen (z. B. zusätzliche Austrittsstellen) können diese einen Hinweis auf möglicherweise notfallrelevante Veränderungen sein. Basierend auf den erkannten betrieblichen Szenarien werden Anzeichen zur Erkennung dieser Systementwicklungen aktuell konkretisiert und quantifiziert. Aufgrund der zahlreichen möglichen Szenarien gestaltet sich eine Quantifizierung von Grenzwerten oder Interventionsschwellen schwierig. Forderungen, z. B. der ESK oder von Gutachtern der Genehmigungsbehörden, zur Festlegung solcher Grenz- und Interventionswerte zur Feststellung des AÜL konnten bisher nicht erfüllt werden.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 125 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020



Infografik Hohlraumbilanz der Schachtanlage Asse II 2018

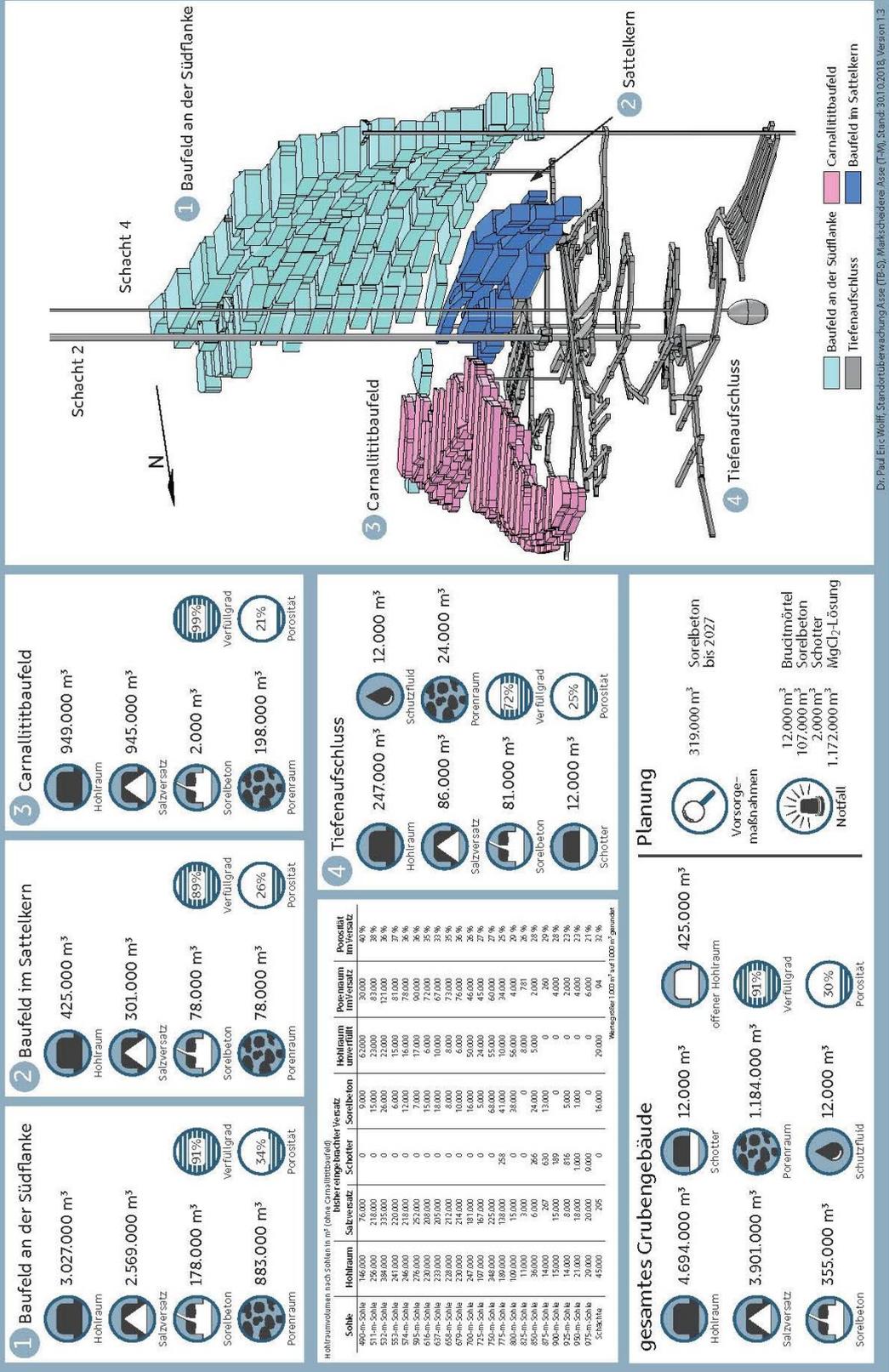


Abbildung 40: Hohlraumbilanz der Schachtanlage Asse II mit Stand 10/2018.

Dr. Paul Eric Wolff, Standortüberwachung Asse (TB-S), Malschedera Asse (T-V), Stand: 30.10.2018, Version 1.3

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 126 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

7.5. Bestandsbergwerk

Im Bestandsbergwerk mit den Schächten Asse 2 und Asse 4 sollen zum Zeitpunkt der Durchführung der Rückholung die Vorsorgemaßnahmen gegenüber einem auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt (AüL) vollständig umgesetzt sein. Das bedeutet, dass die Hohlräume unterhalb der 700-m-Sohle, mit Ausnahme der Wendelstrecke bis zu 725-m-Sohle und der ELK 7/725, vollständig verfüllt sind. Die Lösungsfassungsstellen auf der 750-m-Sohle werden weiterhin über Bohrungen kontrolliert und bei Bedarf über höher liegende Sohlen abgepumpt. Das Füllort am Schacht 2 wird von der 750-m-Sohle auf die 700-m-Sohle verlegt und die Wendel zwischen der 490-m-Sohle und der 725-m-Sohle gewährleistet weiterhin den Zugang zur Hauptfassungsstelle auf der 658-m-Sohle.

Die offenen Grubenbaue und Strecken im verbliebenen Grubengebäude des Bestandsbergwerkes zwischen der 700-m-Sohle und der 490-m-Sohle werden auf ein Minimum reduziert. Das Lösungsmanagement wird von über und unter Tage betrieben. Werkstätten und sonstige Infrastruktureinrichtungen sind soweit möglich in das Rückholbergwerk verlagert worden. Der nach heutigem Planungsstand noch verbleibende offene Grubenraum des Bestandsbergwerkes ist in Abbildung 41 dargestellt. Gegebenenfalls können im Bereich des Bestandsbergwerkes notwendige Grubenräume für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725 schon aufgefahren

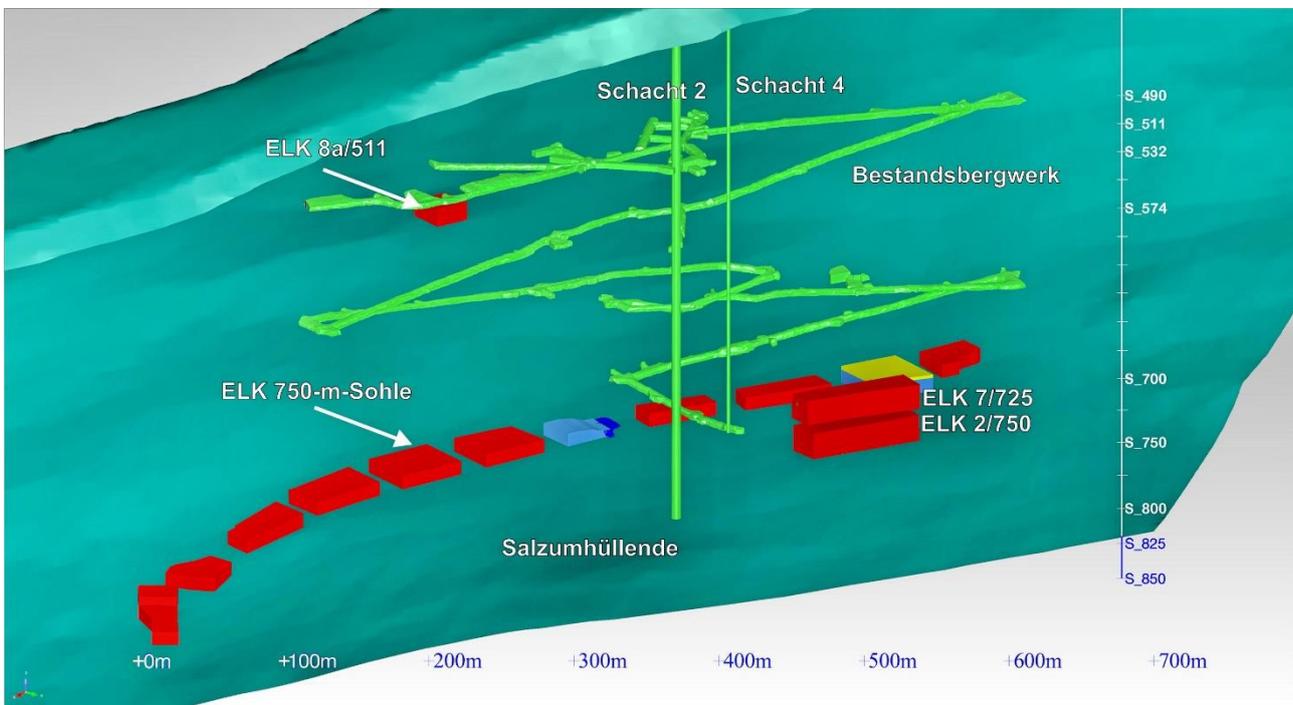


Abbildung 41: Offener Grubenraum (hellgrün) des Bestandsbergwerkes nach Abschluss der Verfüllmaßnahmen im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung mit Lage der Einlagerungskammern (rot) auf den Sohlen 511 m, 725 m und 750 m. Im Hintergrund ist der Verlauf der Salzumschließenden (Grenzfläche Deckgebirge/Salinar, dunkelgrün) dargestellt. Blickrichtung Nordosten.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 127 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

werden, sofern eine Verbringung der dabei anfallenden Ausbruchsmassen (vorwiegend Steinsalz) möglich ist. Diese aufzufahrenden Grubenräume dienen im Rahmen der Vorbereitung bzw. der Durchführung der Rückholung beispielsweise der Lagerung von Haufwerk und der Durchführung strahlenschutzrelevanter Tätigkeiten. Der verbleibende Grubenraum des Bestandsbergwerkes und ggf. schon frühzeitig herstellbare Grubenräume für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725 sind in Abbildung 42 dargestellt.

Der Schacht Asse 2 im Bestandsbergwerk dient während der Rückholung primär der Seilfahrt sowie zum Materialtransport, sofern die fördertechnischen Eigenschaften der Schachtförderanlage dies hinsichtlich der Abmessungen und der Nutzlast (max. 10 t) erlauben. Des Weiteren stehen die Schächte Asse 2 und Asse 4 als Flucht- und Rettungsweg zur Verfügung.

Derzeit erfolgen die Planungsarbeiten zur Umrüstung der jetzigen Treibscheiben-Förderanlage auf eine Trommel-Förderanlage. Dadurch wird es möglich, die Förderanlage im Zuge des Rückzugs während der Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen mit verringerten Aufwand einzukürzen.

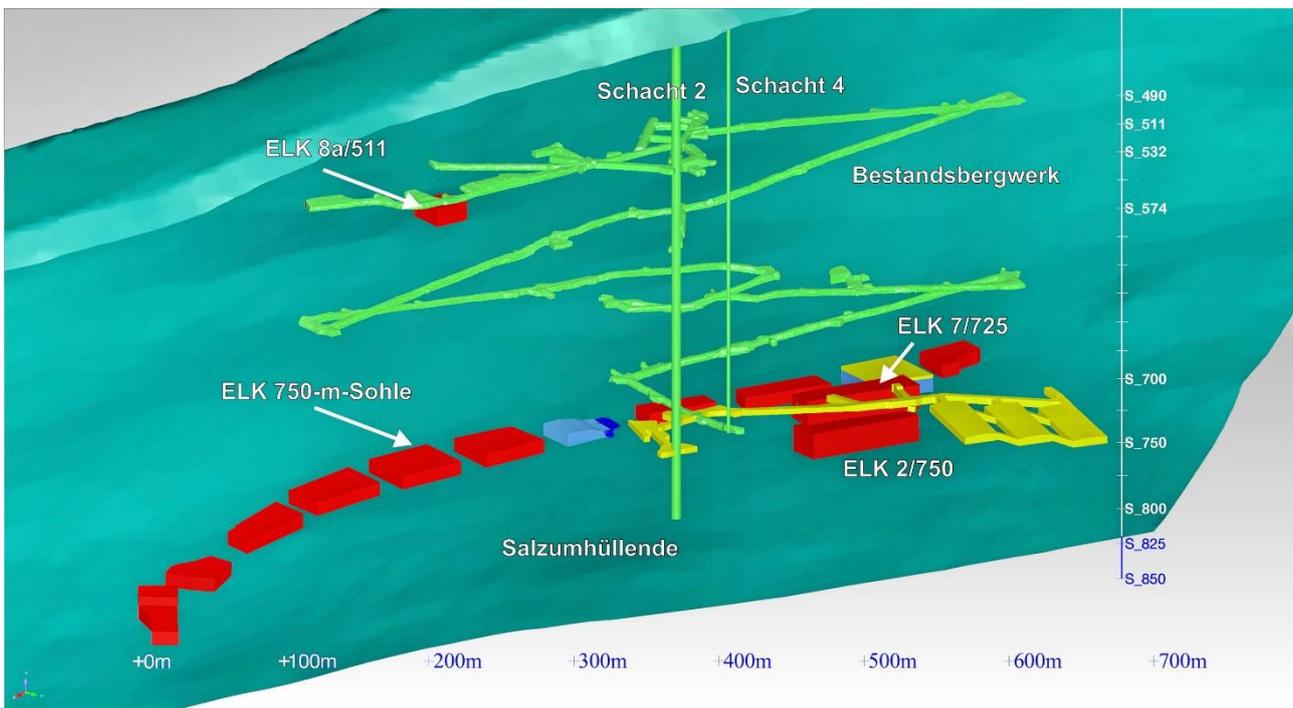


Abbildung 42: Offener Grubenraum (hellgrün) des Bestandsbergwerkes nach Abschluss der Verfüllmaßnahmen im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung mit Lage der Einlagerungskammern (rot) auf den Sohlen 511 m, 725 m und 750 m sowie beispielhaft Grubenräume (gelb), die ggf. zur Rückholung radioaktiver Abfälle aus der ELK 7/725 hergestellt werden. Im Hintergrund ist der Verlauf der Salzumschließenden (Grenzfläche Deckgebirge/Salinar, dunkelgrün) dargestellt. Blickrichtung Nordost.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 128 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Schacht Asse 2 wird bis zum Durchschlag mit dem Rückholbergwerk als einziehender und ausziehender Wetterschacht betrieben und besitzt dazu einen Wetterscheider. Dieser ist nach Inbetriebnahme des Rückholbergwerkes und Durchschlag der Verbindungsstrecken nicht mehr erforderlich und wird demontiert. Die Frischwettermenge kann dadurch deutlich erhöht werden.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 129 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

8. Terminplanung und Kostenschätzung

8.1. Terminplan

Für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II werden unterschiedliche Phasen, von der Planung über die Durchführung der Rückholung durchlaufen. Neben der Vorbereitung und der Durchführung der Rückholung sind weitere begleitende Maßnahmen mit Projektcharakter, wie die Schachtplanung und das Schachteufen, die Notfallplanung, das Errichten eines Pufferlagers und einer Konditionierungseinrichtung erforderlich. Diese einzelnen Handlungsstränge sind in Abbildung 43 schematisch dargestellt. In diesem Gesamtterminplan sind die Planung-, Erkundungs-, Genehmigungs- und Ausführungsphasen auf die spezifischen Handlungsstränge bezogen und nach ihrer zeitlichen Abfolge dargestellt. An die vorbereitenden Maßnahmen (Planung, Erkundung und Bauausführung) schließt sich die Durchführung der Rückholung von der 511-m-Sohle, 725-m-Sohle und 750-m-Sohle an. Um mit der Durchführung der Rückholung beginnen zu können, müssen zwingend ein Bergungsschacht (Schacht Asse 5), ein aufnahmeberechtigtes Pufferlager und Einrichtungen zur Abfallbehandlung zur Verfügung stehen. Die einzelnen Handlungsstränge werden durch nachfolgend beschriebene Inhalte bzw. Vorgehensweisen charakterisiert.

Schacht Asse 5/Rückholbergwerk: Die Grube erfüllt aktuell nicht die Voraussetzungen für eine Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II. Für den Gebindetransport im Rahmen der Durchführung der Rückholung wird ein den Sicherheits- und Leistungsanforderungen genügender Schacht benötigt. Weiterhin werden für die Durchführung der Rückholung ein Anschluss des neu aufzufahrenden Schachtes an das Bestandsbergwerk und die Auffahrung dauerhaft nutzbare Infrastrukturräume, das sog. Rückholbergwerk, erforderlich. Planungsarbeiten, Erkundungsmaßnahmen und Genehmigungsverfahren werden, soweit möglich, parallel durchgeführt. Die Konzeptplanung für den Schacht Asse 5 ist bereits abgeschlossen. Flankierende über- und untertägige Erkundungen werden im Zeitraum 3. Quartal 2019 bis zum 4. Quartal 2020 durchgeführt. Darauf folgen einzelne standortabhängige und standortunabhängige Entwurfsplanungen bspw. zu Vorschacht und Teufverfahren, zur Lage und Ausgestaltung der Füllörter, zum Schachtausbau und den Schachteinbauten, zur Schachtförderanlage und dem Förderturm. Die Genehmigungsphase erstreckt sich voraussichtlich bis zum 1. Quartal 2024. Es werden insbesondere bergrechtliche Genehmigungsverfahren für den erforderlichen Rahmenbetriebsplan (inkl. UVP) und für etliche Sonderbetriebspläne (beispielsweise Lagerung Haufwerk, Schachteufen, Errichtung Schachtförderanlage und Tagesanlagen, Anbindung des Schachtes an das bestehende Grubengebäude), baurechtliche Genehmigungsverfahren und ein atom- und strahlenschutzrechtliches Genehmigungsverfahren durchgeführt werden. Parallel wird die Ausführungsplanung erstellt werden. Nach aktueller Planung beginnt die Bauausführung im 1. Quartal 2022. Die Bauausführung für den Schacht Asse 5 soll 2027 abgeschlossen werden. Nach der Inbetriebnahme von Schacht Asse 5 erfolgt der Anschluss an das bestehende Grubengebäude. Der Schacht Asse 5 soll dann ab 2028 für die Vorbereitung des Rückholungsbetriebs zur Verfügung stehen.

Abfallbehandlung/Zwischenlagerung: Für die Einrichtungen zur Abfallbehandlung (Pufferung, Charakterisierung, Konditionierung) und zur Zwischenlagerung wurden Vorplanungen bereits

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 130 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

abgeschlossen. Erst mit der Festlegung eines konkreten Standortes für die Einrichtungen zur Abfallbehandlung und Zwischenlagerung wird es möglich, die gesamten Planungsarbeiten fortzuführen, da so die genehmigungsrechtlichen Wechselwirkungen berücksichtigt werden können. Sämtliche Einrichtungen zur Abfallbehandlung müssen mit Beginn der Rückholung im Jahre 2033 betriebsbereit zur Verfügung stehen.

Faktenerhebung an ELK 12/750: Die Faktenerhebung an den Einlagerungskammern hat das Ziel, wesentliche Kenntnisdefizite in Bezug auf den Zustand der Gebinde und der Einlagerungskammer auszuräumen. Ursprünglich waren für die Faktenerhebung drei Schritte (Anbohren, Öffnen und probeweises Bergen) an der ELK 7/750 und ELK 12/750 vorgesehen. Schritt 1 der Faktenerhebung (Anbohren) an ELK 7/750 wurde bereits abgeschlossen. Als Ergebnis von Handlungsempfehlungen aus der Evaluierung der Faktenerhebung und der Vorgehensweise zur Rückholung [BfS 2016], unter der Berücksichtigung veränderter Randbedingungen (u. a. § 57b AtG) wurde die Vorgehensweise zur Faktenerhebung angepasst. Die Faktenerhebung soll nach dem Anbohren der ELK 12/750 im 4. Quartal 2021 beendet werden. Die Schritte 2 und 3 (Öffnen und probeweises Bergen) entfallen.

Notfallplanung: Die Notfallplanung wurde nach der Übernahme der Schachtanlage Asse II durch das BfS aufgrund der problematischen gebirgsmechanischen Gesamtsituation der Anlage und des Risikos eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts (AÜL) konzipiert. Die Maßnahmen der Notfallplanung dienen einerseits der Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines AÜL, andererseits der Minimierung der Konsequenzen eines AÜL. Die Vorsorgemaßnahmen haben u. a. das Ziel, Verformungen im Bergwerk zu reduzieren, potenzielle Schwachstellen abzudichten, zusätzliche Speicher- und Entsorgungsmöglichkeiten für Zutrittslösungen zu schaffen oder auch Gegenflutungslösung bereit zu stellen. Alle Vorsorgemaßnahmen werden kontinuierlich an die aktuelle Situation in der Grube angepasst, bis zur Ausführungsreife geplant und umgesetzt. Notwendige Zulassungsverfahren (z. B. Sonderbetriebspläne) beispielsweise für Verfüllmaßnahmen werden planungsbegleitend durchgeführt. Die Maßnahmen im Rahmen der Notfallplanung befinden sich in Teilen bereits in der Ausführung und sollen bis 2030 abgeschlossen sein.

Rückholung von der 511-m-Sohle: Ziel dieses Planungsstrangs ist die Rückholung der auf der 511-m-Sohle befindlichen radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511. An die Konzeptplanung schließen sich die Entwurfs-, Genehmigungserlangungs- und Ausführungsplanung an. Die Entwurfsplanung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle soll durch eine ELK-spezifische Erkundung flankiert werden. Im Zuge der Genehmigungserlangungs- und Ausführungsplanung ist eine Kalterprobung der Rückholung von der 511-m-Sohle vorgesehen. Es ist geplant, die für die Rückholung von der 511-m-Sohle erforderlichen atom- und strahlenschutz- sowie bergrechtlichen Genehmigungsverfahren im Zeitraum 2027 bis 2028 durchzuführen. Die Bauausführung beginnt dann 2028 nach Erteilung der notwendigen Genehmigungen. Die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle könnte dann ab dem Jahr 2033 stattfinden.

Rückholung von der 725-m-Sohle: An die Konzeptplanung schließt sich die Entwurfs-, Genehmigungserlangungs- und Ausführungsplanung an. Im Zuge der Genehmigungserlangungs- und Ausführungsplanung ist auch für die Rückholung von der 725-m-Sohle eine Kalterprobung vorgesehen. Auch wird die Entwurfsplanung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 725-

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 131 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

m-Sohle durch eine ELK-spezifische Erkundung flankiert. Atom- und strahlenschutz- sowie bergrechtliche Genehmigungsverfahren sollen im Zeitraum 2028 bis 2029 durchgeführt werden. Die Bauausführung beginnt dann 2029 nach Erteilung der notwendigen Genehmigungen. Die Rückholung von der 725-m-Sohle könnte dann ab dem Jahr 2033 stattfinden.

Rückholung von der 750-m-Sohle: Der Großteil der radioaktiven Abfälle in der Schachtanlage Asse II wurde in 11 Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle eingelagert. Neben unterschiedlichen Einlagerungstechniken, gibt es unzureichende Kenntnisse über den gebirgsmechanischen Zustand im Bereich der Einlagerungskammern und deren Atmosphäre. Daher ist planungsbegleitend ein vergleichsweise umfangreiches ELK-spezifisches Erkundungsprogramm ab 2021 vorgesehen. Parallel werden die Entwurfs-, Genehmigungserlangungs- und Ausführungsplanung fortgeführt. Flankierend zur Genehmigungserlangungs- und Ausführungsplanung ist für die Rückholung von der 750-m-Sohle eine umfangreiche Kalterprobung vorgesehen. Die Durchführung von atom- und strahlenschutz- sowie bergrechtlichen Genehmigungsverfahren ist für das Jahr 2032 vorgesehen. Die Bauausführung für die Rückholung von der 750-m-Sohle erfolgt ab dem Jahr 2032. Anschließend kann die Rückholung von der 750-m-Sohle beginnen. Der Durchsatz als zeitbestimmender Parameter wird dabei neben den anwendbaren Rückholverfahren auch von den realisierbaren Abfertigungszeiten in der Schleuse (Umverpacken der geborgenen radioaktiven Abfälle sowie Vorbereitung und Durchführung des Schleusens) bestimmt. Zudem werden Grenzen in der Parallelisierbarkeit der Arbeiten an mehreren Einlagerungskammern erwartet, da hierbei in einem kürzeren Zeitraum mit einem höheren Inventar umgegangen werden müsste. Das Rückholverfahren und damit mittelbar auch die konkretisierte Dauer wird erst im Ergebnis der Konzeptplanung und ggf. weiterer Erkundungsarbeiten festgelegt werden können.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 132 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

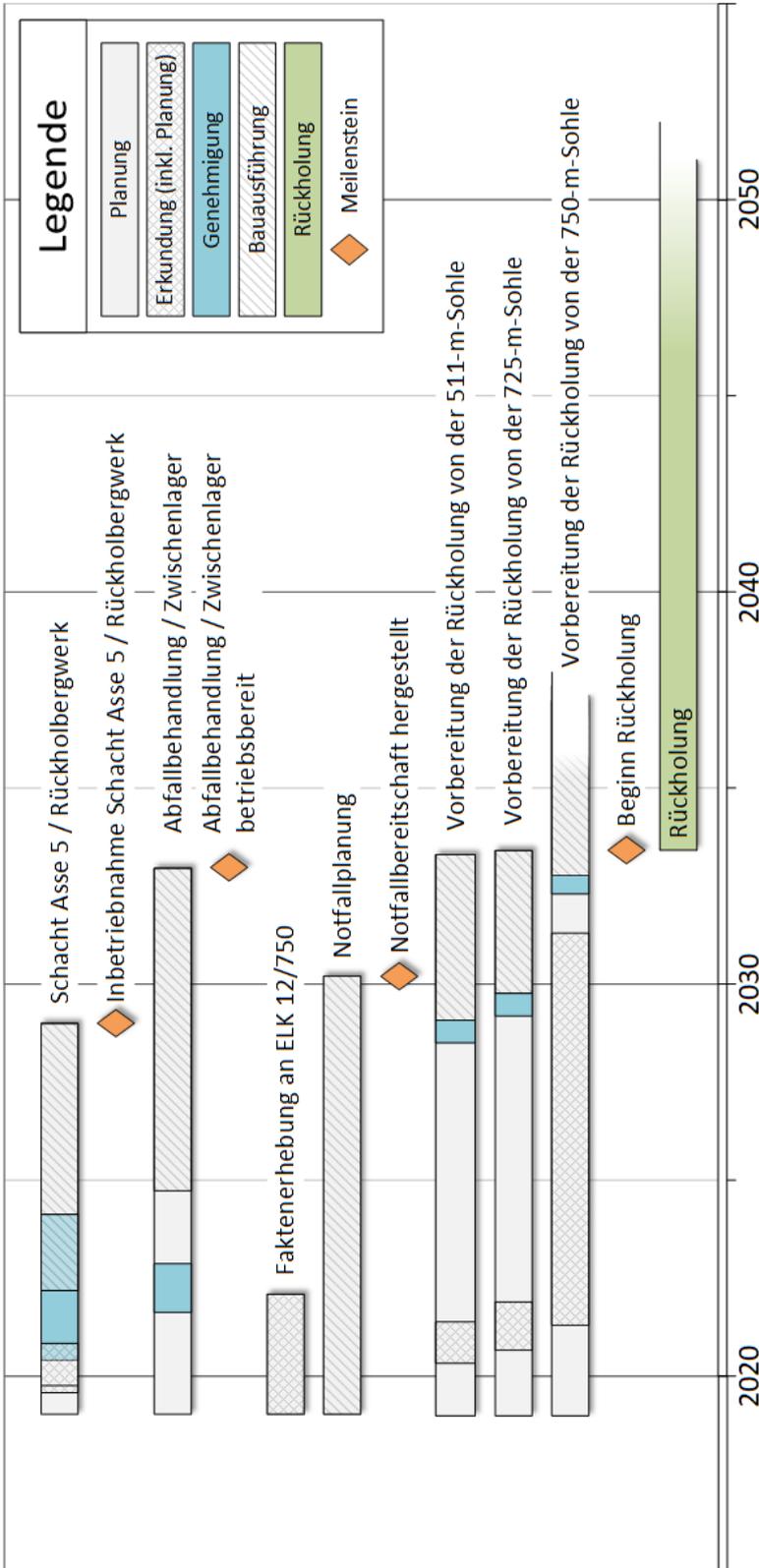


Abbildung 43: Schematische Darstellung der Handlungsstränge und ihrer zeitlichen Abfolge

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 133 von 145
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

8.2. Leistungsansätze für die Terminplanung

Je weiter ein geplanter Vorgang in der Zukunft liegt, umso schwieriger gestaltet sich auch die Bewertung dieses Vorgangs in terminlicher und finanzieller Hinsicht. Um diesem Umstand gerecht zu werden und keine Scheingenaugigkeit zu erzeugen (d. h. durch eine kleinteilige Darstellung von Abläufen, die erst in mehreren Jahren beginnen, den Eindruck einer detaillierten Planung zu erzeugen, obwohl diese Planung noch gar nicht existiert), wurde für die Terminplanung der Rückholung die grundsätzliche Vorgehensweise gewählt, dass für unterschiedlich weit entfernte Zeithorizonte auch ein entsprechend angepasster Detaillierungsgrad verwendet werden soll. Für Vorgänge, die innerhalb des nächsten Jahres beginnen, ist eine ausführliche Angabe der erforderlichen Tätigkeiten anzugeben. Für den Zeithorizont von 1 – 3 Jahre sind die wesentlichen Tätigkeiten zu benennen und für die Zeiträume über 3 Jahre hinaus ist die Angabe des Vorgangs ausreichend.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass die Informationen in den hier aufgeführten Terminplänen einen geringeren Tiefgang/Detaillierungsgrad haben, je weiter sich die Vorgänge in der Zukunft befinden.

Des Weiteren sind die Planungen der Rückholung, bezogen auf die einzelnen Sohlen (511-, 725- und 750-m-Sohle), unterschiedlich weit fortgeschritten. So sind die Angaben für die MAW-Rückholung von der 511-m-Sohle sowohl terminlich als auch finanziell belastbarer als die Angaben zur Rückholung von der 750-m-Sohle. Auch die unterschiedliche Komplexität der Rückholung auf den verschiedenen Sohlen hat einen entscheidenden Einfluss auf die Belastbarkeit der Angaben. Für die Durchführung der Rückholung der Abfälle der 750-m-Sohle wird weiterhin von einem Zeitraum von mehreren Dekaden ausgegangen.

Eine Einordnung des realistischen Zeitbedarfes zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II muss dabei in Abgrenzung zur Dauer der Einlagerung radioaktiver Abfälle in ein genehmigtes Endlager vor dem Hintergrund bewertet werden, dass

- die Rückholung der radioaktiven Abfälle zum Zeitpunkt der Einlagerung in die Schachtanlage Asse II nicht vorgesehen war und dementsprechend u. a. keine diesbezüglichen Anforderungen an die Verpackungen oder an die Einlagerungstechnik gestellt wurden,
- bei der Rückholung mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen werden muss, während bei der Einlagerung qualifiziert verpackte Abfälle gehandhabt werden, so dass erheblich umfangreichere Strahlenschutzmaßnahmen erforderlich sind,
- die Unter-Tage-Tätigkeiten zur Rückholung eine wesentlich höhere Komplexität aufweisen als die zur Einlagerung.

Über den Antrag auf Genehmigung der Rückholung soll gemäß § 57b Absatz 3 Satz 6 AtG innerhalb eines Zeitraumes von sechs Monaten nach Eingang des Antrags und der vollständigen Antragsunterlagen entschieden werden.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 134 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

In Kapitel 5.2 sind die über- und untertägigen Prozessschritte, die für die Durchführung der Rückholung erforderlich sind, dargestellt (Abbildung 1). Für unter Tage sind dies die Bergung, das Umverpacken und die Förderung bzw. für über Tage die Charakterisierung, die Konditionierung und die Zwischenlagerung, jeweils mit vorgeschalteter Pufferung. Wird die Aufnahmekapazität des übertägigen Pufferlagers für umverpackte rückgeholte radioaktive Abfälle groß genug bemessen, sind keine Auswirkungen auf die untertägigen Prozesse zu erwarten und Stillstände bei der Bergung werden vermieden.

Somit liegt der limitierende Faktor, also derjenige Prozessschritt der durch seine geringe Kapazität die Geschwindigkeit des Gesamtprozesses bestimmen wird, unter Tage. Von den untertägigen Prozessschritten werden die Bergung und insbesondere das Umverpacken und Schleusen je nach anwendbarem Rückholverfahren die zeitintensivsten sein. Einen weiteren leistungsbegrenzenden Faktor stellen zudem die Ableitungswerte für radioaktive Stoffe mit der Fortluft dar.

8.3. Kostenschätzung bis zum Beginn der Rückholung

Die Kosten bis zum Beginn der Rückholung können derzeit nur geschätzt werden und sind daher mit einer Ungenauigkeit von $\pm 30\%$ bewertet (Tabelle 16). Einen großen Anteil dieser Kosten fällt für den Offenhaltungsbetrieb an. Hier werden bis 2033 voraussichtlich ca. 900 Mio. € erforderlich sein. Weitere wesentliche Finanzpositionen in den kommenden Jahren sind die Auffahrung des Rückholbergwerks mit dem neuen Schacht Asse 5, die Notfallplanung und Sondermaßnahmen sowie die Baumaßnahmen für das Puffer- und das Zwischenlager und die Einrichtungen zur Abfallbehandlung. Die angegebenen Beträge sind als Experten-Schätzungen zu verstehen. Beim Offenhaltungsbetrieb konnten dabei die in Vergangenheit angefallenen Kosten herangezogen werden. Weiterhin konnten Erfahrungen in Projekten des Salzbergbaus, der Errichtung/Erkundung potentieller Endlager sowie des Baus von Zwischenlagern herangezogen werden. Die Schätzungen der Kosten für die Vorbereitung der Rückholung auf der 511-m-Sohle und der Rückholung auf der 725-m-Sohle wurden jeweils auf Grundlage der dafür vorliegenden technischen Konzepte vorgenommen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 135 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Tabelle 16: Kostenschätzung in Euro für die Schachtanlage Asse II bis zum Beginn der Rückholung (Zeitraum 2019 bis 2033).

Kostenposition	Kosten (brutto)	Ungenauigkeit bei $\pm 30\%$
Offenhaltungsbetrieb (bis 2033)	900.000.000 €	$\pm 270.000.000$ €
Notfallplanung und Sondermaßnahmen (bis 2029)	450.000.000 €	$\pm 135.000.000$ €
Bevorratung der Lösung zur Gegenflutung	150.000.000 €	$\pm 45.000.000$ €
Bau des neuen Schachts Asse 5	200.000.000 €	$\pm 60.000.000$ €
Auffahrung des neuen Rückholbergwerks	500.000.000 €	$\pm 150.000.000$ €
Bau von Anlagen bzw. Einrichtungen zur Abfallbehandlung	450.000.000 €	$\pm 135.000.000$ €
Entwicklung/Erprobung von Techniken, Anlagen und Geräten	75.000.000 €	$\pm 22.500.000$ €
Vorbereitung der Rückholung auf der 511-m-Sohle	75.000.000 €	$\pm 22.500.000$ €
Vorbereitung der Rückholung auf der 725-m-Sohle	125.000.000 €	$\pm 37.500.000$ €
Vorbereitung der Rückholung auf der 750-m-Sohle	175.000.000 €	$\pm 52.500.000$ €
Übertägige Infrastruktur	200.000.000 €	$\pm 60.000.000$ €
Grundstücke für Bau- und Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	50.000.000 €	$\pm 15.000.000$ €
Gesamtsumme	3.350.000.000 €	$\pm 1.005.000.000$ €

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 136 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

9. Ausblick

Im Kapitel 8 wurde die Schätzung für die Dauer der Rückholung der radioaktiven Abfälle erläutert. Es ist nicht zuletzt aufgrund der gesetzlichen Forderung nach Unverzögerlichkeit der Rückholung geboten, denkbare Möglichkeiten zur Optimierung der Vorbereitung, Genehmigung und Durchführung der Rückholung zu nutzen.

Um das grundlegende Ziel einer Verkürzung der Dauer der Rückholung zu erreichen, ist, abhängig von den über- und untertätigen Ressourcen, die parallele Durchführung der Rückholung an vielen Einlagerungskammern anstelle einer sequenziellen Rückholung an jeweils einer oder zwei Einlagerungskammern anzustreben. Dies bedeutet allerdings, dass in einem kürzeren Zeitabschnitt mit der gleichen Menge radioaktiven Abfalls umzugehen ist und sich somit potentiell höhere Dosisbelastungen für Personal und Bevölkerung ergeben. Als notwendige Voraussetzung bereits für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus einzelnen Einlagerungskammern wird die Rückhaltung freigesetzter radioaktiver Stoffe in den Filteranlagen der radiologischen Abwetter und die Verwendung von Rückholtechniken zum Lösen und Laden mit geringer Aerosolbildung erachtet. Zur weiteren Optimierung kann die bedarfsgerechte Zuschaltung von Zusatzfilteranlagen insbesondere zur Aerosolbeherrschung und durch räumliche Konzentration großzügig dimensionierter Filter in einer zentralen untertägigen Filteranlage sowie der Einsatz von Lösetechniken in Verbindung mit aerosolbindenden Zusatzstoffen als unterstützende Maßnahmen verfolgt werden. Trotzdem stellen die zu genehmigenden jährlichen Ableitungswerte für den Standort Asse einen wesentlichen limitierenden Faktor für eine weitreichende Parallelisierung der Rückholung dar. Grundlage für die Bestimmung dieser Ableitungswerte ist der Nachweis der Einhaltung der gesetzlich zulässigen potentiellen Strahlenexpositionen für die Bevölkerung.

Als Ansatz zur Verringerung insbesondere der Ableitung radioaktiver Edelgase, die mittels Filtern nicht zurückgehalten oder unter den wettertechnischen Randbedingungen eines Bergwerkes (z. B. Wettermenge, Strömungsgeschwindigkeit) nicht nennenswert verzögert werden können, wurde der dichte Abschluss der Einlagerungskammern und des darin befindlichen Arbeitsbereiches während der fernbedienten Bergung der radioaktiven Abfälle betrachtet. In diesem Fall würden die Einlagerungskammern nicht bewettert, um keine radioaktiven Stoffe aus den Einlagerungskammern abzuleiten. Dazu wäre allerdings im Rahmen des atom- und strahlenschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens nachzuweisen, dass keine unkontrollierte Freisetzung radioaktiver Stoffe in das sonstige Grubengebäude stattfinden kann, die u. a. zu einer Exposition des Personals führen könnten. Da bereits im heutigen Offenhaltungsbetrieb die atmosphärischen Luftdruckdruckschwankungen zu Gasmigration aus den Einlagerungskammern führen, wird diese Möglichkeit aufgrund der im Gebirge vorhandenen Klüfte als nicht realisierbar bewertet. Darüber hinaus ist ebenso für die Schleusen mit den dort befindlichen regulären Arbeitsplätzen und dem dort stattfindenden Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen eine Aktivitätsrückhaltung durch eine gerichtete Wetterströmung von Bereichen geringen hin zu Bereichen höheren Aktivitätspotentials sicherzustellen. Daher ist die Herstellung einer gerichteten Wetterströmung vom sonstigen Grubengebäude über bestehende Wegsamkeiten direkt bzw. über die Schleuse in die

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 137 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Einlagerungskammern hinein über ein Druckgefälle bzw. eine Druckstaffelung während der Rückholung unabdingbar.

Zur Verkürzung des Gesamtvorhabens der Rückholung trägt auch ein möglichst frühzeitiger Beginn der Rückholung bei. Dies wird einerseits durch eine frühzeitige Erlangung der Genehmigung erreicht, die aber andererseits mit dem Ziel den Umfang der Auflagenbearbeitung gering zu halten nicht auf Konzeptniveau, sondern auf der Grundlage einer Genehmigungsplanung erfolgt. Durch effiziente Durchführung der Planungsphasen Konzept-, Entwurfs-, Genehmigungserlangungs- und Ausführungsplanung insbesondere mit einer geringen inhaltlichen Variantenvielfalt wird eine kurze Genehmigungsphase vorbereitet. Durch die Zusammenlegung von Genehmigungserlangungs- und Ausführungsplanung können außerdem zügig die für die atom- und strahlenschutzrechtliche Genehmigung und bergrechtliche Zulassung erforderliche Detailtiefe der Planungen erreicht und mögliche Genehmigungsaufgaben noch im Rahmen der Ausführungsplanung berücksichtigt werden.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 138 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Literaturverzeichnis

Asse 2009. Asse-GmbH, *Beschreibung der Lagerbereiche*, Stand: 27. März 2009, KZL: 9A/13500000/BE/RA/0001/00, Remlingen 2009.

BfS 2012. Bundesamt für Strahlenschutz, *Ergebnisse aus dem Fachworkshop Asse: Beschleunigung der Rückholung vom 24. – 25.09.2012 in der Lindenhalle Wolfenbüttel*, Salzgitter 2012.

BfS 2014. Bundesamt für Strahlenschutz, *Kriterienbericht Zwischenlager – Kriterien zur Bewertung potentieller Standorte für ein übertägiges Zwischenlager für die rückgeholten radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II*, KZL 9A/23420000/GHB/RB/0026/00; 42 S., Salzgitter 2014.

BfS 2016. Bundesamt für Strahlenschutz, *Evaluierung der Faktenerhebung und der Vorgehensweise zur Rückholung*, KZL 9A/23400000/GHB/RB/0048/00; 81 S., Salzgitter 2016.

BGE 2018. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, *Hydrogeologische Risiken bei Auffahrung und Betrieb des geplanten Rückholungsbergwerks östlich der Schachtanlage Asse II*, KZL 9A/64222000/HG/RB/0008/00, 38 S., Salzgitter 2018.

BGE 2019a. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, *Geotechnisches, geophysikalisches, geochemisches Monitoring und Baustoffuntersuchungen – Jahresbericht 2018 der Standortüberwachung*, KZL: 9A/64330000/GC/PF/0010/00; 454 S., Remlingen, Stand: 7. Mai 2019.

BGE 2019b. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, *Standortauswahl für ein übertägiges Zwischenlager für die rückgeholten radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II*, KZL 9A/23420000/GHB/RB/0049/00; 243 S., Salzgitter, Stand: 31. Mai 2019.

BGR 2007. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, *Digitale Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1:200 000 (GÜK200)*, 55 Kartenblätter, Hannover 2007.

DMT 2011. DMT GmbH & Co. KG, K-UTEC AG, Thyssen Schachtbau GmbH, *Konzept- und Genehmigungsplanung für einen weiteren Schacht – Ist-Analyse – Schachtansatzpunkt –*, KZL 9A/23440000/GA/RA/0003/00, 117 S., Essen 2011.

DMT 2014. DMT GmbH & Co. KG, *Konkretisierung der Machbarkeitsstudie zum optimalen Vorgehen bei der Rückholung der LAW-Gebinde – Abschlussbericht*, KZL: 9A/21321000/GHB/RB/0027/00, Essen, Stand: 26.11.2014.

Ercosplan 2018. Ercosplan Ingenieurgesellschaft Geotechnik und Bergbau mbH, *Bericht zur Revisionskartierung (M 1 : 5 000) der Salzstruktur Asse im Bereich zwischen Groß Denkte und Klein Vahlberg*. KZL 9A/56223000/HA/RA/0002/01, 93 S., Erfurt 2018.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 139 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

ESK 2010. Entsorgungskommission, *Anlage zum Schreiben an das BMU vom 05.01.2010: Optionen zur Stilllegung der Schachtanlage Asse II - Beratungsergebnisse der ESK/SSK-Ad-hoc-Arbeitsgruppe ASSE*

ESK 2013. Entsorgungskommission, *ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung*, Revidierte Fassung vom 10. Juni 2013

IfG 2016: Institut für Gebirgsmechanik, *Aktualisierte Gebirgsmechanische Tragfähigkeits- und Zustandsanalyse der Schachtanlage Asse II in der Betriebsphase inklusive Vorlage einer neuen Prognose des Systemverhaltens*. KZL: 9A/64331000/GC/RB/0046/00, Leipzig, Stand: 17.05.2016.

KIT und Herrenknecht 2015. Karlsruher Institut für Technologie und Herrenknecht AG, *4. Zwischenbericht – Machbarkeitsstudie für die Methode "Schildvortrieb mit Teilflächenabbau"*, KZL 9A/23431000/GHB/RA/0027/00, Karlsruhe und Schwanau, Stand: 13.05.2015.

Steag 2013. Steag Energy Service GmbH, *Zwischenlager für radioaktive Abfälle aus dem Endlager Asse, Standortvoruntersuchung*, KZL9A/23420000/GHB/RA/0010/00, 39 S., Salzgitter, Stand 27. Juni 2013.

Steag 2014. Steag Energy Service GmbH, *Konzept- und Genehmigungsplanung für ein übertägiges Zwischenlager – Standortunabhängige Parameterstudie zum Vergleich der Strahlenexposition durch ein Zwischenlager sowie Abfalltransporte*, KZL 9A/23420000/GHB/RB/0035/01; 38 S., Salzgitter 2014.

TÜV 2018. TÜV Rheinland Industrie Service GmbH, *Machbarkeitsprüfung eines Gebindetransports rückgeholter radioaktiver Abfälle über Schacht Asse 2*, KZL: 9A/23410000/JD/RB/0001/00, Köln, Stand: 14. Dezember 2018.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 140 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Glossar

- Abfall, radioaktiver:** Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Absatz 1 und 2 des Atomgesetzes, die nach § 9a Absatz 1 Nummer 2 des Atomgesetzes geordnet beseitigt werden müssen.
- Abfallbehandlungsanlage:** Technische Einrichtung zur Charakterisierung, Konditionierung und Pufferung der rückgeholtten radioaktiven Abfälle.
- Abfallprodukt:** Verarbeiteter radioaktiver Abfall ohne Verpackung oder unverarbeiteter radioaktiver Abfall in einem Behälter verpackt.
- Abschiebung:** Eine Abschiebung ist eine Verwerfung (Störung), die ein Einfallen zur abgesenkten Scholle zeigt und Raumerweiterung bewirkt.
- Abwetter:** Wetterstrom hinter einem untertägigen Betriebspunkt bis zum Ausziehschacht.
- Analyse (stofflich):** Eine stoffliche Analyse umfasst alle chemischen oder physikalischen Verfahren bzw. Methoden, die Auskunft über die Eigenschaften und die Zusammensetzung einzelner Stoffe bzw. Stoffgemische geben.
- Anlagensicherung:** Die Anlagensicherung umfasst alle technisch-konstruktiven und betrieblichen Maßnahmen, die erforderlich sind, um den notwendigen Schutz kerntechnischer Anlagen gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter zu gewährleisten.
- Auslegungsüberschreitender Lösungszutritt (AüL):** Ein Lösungszutritt, der hinsichtlich Umfang und/oder weiterer Eigenschaften (z. B. Austrittsort, Austrittsrate, chemische Zusammensetzung, radioaktive Kontamination der Salzlösungen) die in den Genehmigungsverfahren berücksichtigte allgemeine technische Auslegung der Schachtanlage Asse II überschreitet und die Feststellung des Notfalls erforderlich macht.
- Ausrichtungsstrecke:** Strecke zur Erschließung des Grubengebäudes mit dem Zweck, die Umgebung der Einlagerungskammern zu erreichen.
- Bergung:** Das Herauslösen und/oder Greifen von Gebinden oder Abfallbestandteilen und Verladen in Verpackungen.
- Bestandsbergwerk:** Als Bestandsbergwerk wird das derzeit vorhandene Grubengebäude mit den Schächten Asse 2 und Asse 4 bezeichnet und in dem bis zum Beginn der Rückholung alle Vorsorgemaßnahmen

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 141 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

gegenüber einem auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt (AÜL) vollständig umgesetzt sein werden.

- Bewetterung:** Planmäßige Versorgung der Grubenbaue mit frischer Luft.
- Charakterisierung:** Bei der Charakterisierung werden Stoffe auf Grundlage vorher durchgeführter Analysen oder vorliegender Kenntnisse im Hinblick auf ihre Eigenschaften und Inhaltsstoffe umfassend beschrieben.
- Deckgebirge:** Gebirgsschichten z. B. oberhalb einer Lagerstätte bis zur Tagesoberfläche.
- Firste:** Obere Grenzfläche eines Grubenbaus.
- Füllort:** Unter Tage die funktionelle Schnittstelle zwischen der seigeren Schachtförderung und der söhligem Streckenförderung.
- Freisetzung radioaktiver Stoffe:** Instantan am Ereignisort erfolgendes Entweichen flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus den vorgesehenen Umschließungen (z. B. Gebinde)
1. in die befahrbaren Grubenbereiche oder geschlossene übertägige Betriebsbereiche bzw.
 2. in die Umgebung der Anlage auf nicht vorgesehenen Wegen oder
 3. in die Umgebung der Anlage auf vorgesehenen Wegen mit Überschreitung der genehmigten Ableitungen.
- Gebinde:** Einheit aus eingelagerten Stoffen mit Fixierungsmittel und Behälter.
- Hangendes:** Bergmännische Bezeichnung für die über dem zu gewinnenden Rohstoff anstehenden Gebirgsschichten.
- Integrität (gebirgsmechanisch):** Die gebirgsmechanische Integrität ist die fortbestehende Unversehrtheit des Gesteins und wird durch einen Gebirgszustand gekennzeichnet, der sicherstellt, dass infolge von abbaubedingten Gebirgsspannungen keine bergbaulich relevanten Schädigungen, insbesondere auch keine hydraulisch durchlässigen Gebirgsbereiche, entstanden sind.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 142 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

- Kalterprobung:** Nachbildung einer funktionsfähigen Anlage/Einrichtung zu Demonstrationszwecken – insbesondere gegenüber Genehmigungsbehörden – sowie zum Training des Personals.
- Konditionierung:** Bei der Konditionierung erfolgt die Behandlung und/oder Verpackung von radioaktiven Abfällen mit dem Ziel, ein transportfähiges und ggf. endlagerfähiges Abfallgebilde zu erhalten. Dabei werden die Verfahren Verpressen, Verbrennen, Trocknen, Zementieren/Bituminieren und Verpacken angewandt.
- Konditionierungseinrichtung:** Einrichtung zur Konditionierung der rückgeholtten radioaktiven Abfälle.
- Lutte:** Rohrleitungsstück (flexibel oder starr) zum Wettertransport in oder aus sonderbewetterten Grubenbauen, in Einzelfällen auch zur Unterstützung der Hauptbewetterung. Mehrere Lutten zusammengefasst ergeben eine Luttentour.
- Low Active Waste:** Schwachradioaktiver Abfall.
- Materialbilanzzone (engl. material balance area, MBA):** Eine Materialbilanzzone bezeichnet einen räumlichen Bereich, der so gestaltet ist, dass die Menge an spaltbaren Stoffen bei jeder Weitergabe und der Bestand in diesem Bereich insgesamt in Übereinstimmung mit festgelegten Verfahren bestimmt werden kann.
- Medium Active Waste:** Mittelradioaktiver Abfall.
- Mikrosievert pro Jahr [$\mu\text{Sv/a}$]:** Maßeinheit zur Strahlenexposition dargestellt als Dosis pro Jahr.
- Neutronenaktivierungsanalyse:** Kernphysikalische Methode zur quantitativen Analyse der Element- oder Isotopenzusammensetzung von Proben aller Art, die dazu mit Neutronen bestrahlt werden.
- Notfall (als AÜL):** Unabhängig der Notfall-Definition im Strahlenschutzgesetz wird für die Schachtanlage Asse II auch der auslegungsüberschreitende Lösungszutritt (AÜL) oder der auslegungsüberschreitende Ereignisablauf, der zum AÜL führt, als Notfall angesehen, bei dem der Offenhaltungs-, Rückholungs- oder Stilllegungsbetrieb nicht mehr fortgeführt werden kann und Notfallmaßnahmen zur Sicherung des Bergwerks und der ggf. noch vorhandenen radioaktiven Abfälle ergriffen werden müssen.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 143 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

- Notfallmaßnahmen:** Notfallmaßnahmen sind die Maßnahmen, die ergriffen werden, wenn ein bestimmungsgemäßer Betrieb der Schachtanlage Asse II nicht mehr fortgesetzt werden kann. Sie sind auf die Eindämmung der eingetretenen Notsituation mit dem Ziel der Minimierung ihrer radiologischen Konsequenzen ausgerichtet.
- Offenhaltungsbetrieb, Offenhaltung:** Einlagerungs- und rückholungsfreier Betrieb unter Aufrechterhaltung sämtlicher Vorkehrungen zum Strahlenschutz und der bergrechtlichen Sicherheit.
- Pufferung:** Die Pufferung ist eine temporäre Lagerung zur Optimierung und Entzerrung von logistischen Prozessen.
- Pufferlager:** Pufferlager sind Aufbewahrungsorte zur temporären Lagerung bzw. Aufnahme von radioaktiven Abfällen mit dem Ziel, dass vor- oder nachlaufende Prozesse nicht unterbrochen oder behindert werden.
- Rückholung:** Als Rückholung wird der Gesamtprozess des geplanten Entfernens der eingelagerten radioaktiven Abfälle aus dem Grubengebäude der Schachtanlage Asse II bezeichnet. Sie umfasst die Phasen Planung, Genehmigung, vorbereitende Maßnahmen, wie z. B. das Auffahren von Strecken, die Öffnung der Einlagerungskammern und die Bergung sowie die Herstellung der dauerhaften Lagerfähigkeit der radioaktiven Abfälle.
- Rückholbergwerk:** Das Rückholbergwerk beinhaltet alle neu aufzufahrenden Grubenräume, die für die Rückholung erforderlich sind.
- Safeguards:** Technische und administrative Maßnahmen, die von der IAEA auf spaltbare Stoffe und kerntechnische Aktivitäten angewendet werden, um den unbefugten Umgang mit spaltbaren Stoffen zu verhindern. Die IAEA versucht, die rechtliche Verpflichtung eines Staates unabhängig zu überprüfen, dass kerntechnische Anlagen und spaltbare Stoffe nicht missbraucht werden, sondern ausschließlich einer friedlichen Verwendung dienen. Die Staaten akzeptieren diese Maßnahmen durch den Abschluss von Safeguards-Vereinbarungen.
- Salzgrus:** Aus dem Gebirgsverband herausgelöstes feinkörniges Salzgestein.
- Sicherheit (radiologisch):** Der Schutz von Mensch und Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung. Die radiologische Sicherheit wird

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 144 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

insbesondere durch die Beachtung der im Strahlenschutzgesetz und der Strahlenschutzverordnung niedergelegten Grundsätze, Schutzziele und Grenzwerte erreicht.

Sicherheits- und Nachweiskonzept:

Konzept, mit welchen technischen und administrativen Maßnahmen die Sicherheit der Anlage für alle Betriebszustände des geplanten Betriebes gewährleistet werden kann und wie diese Sicherheit gegenüber der Genehmigungsbehörde nachgewiesen werden kann.

Sicherheitsanalyse:

Umfassende Analyse der Sicherheit der Anlage für alle Betriebszustände.

Sicherheitsnachweis:

Umfassender Nachweis, dass die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch den Betrieb der Anlage getroffen ist. Der Sicherheitsnachweis dient im Genehmigungsverfahren dem Nachweis der Einhaltung der Genehmigungsvoraussetzungen und bedient sich dabei der Ergebnisse der Sicherheitsanalyse.

Skyshine:

Als Skyshine wird der Anteil der ionisierenden Strahlung bezeichnet, der die Umgebung der Quelle nicht auf direktem Weg erreicht, sondern von der Atmosphäre zur Erdoberfläche reflektiert oder gestreut wird.

Sohle:

Gesamtheit der annähernd in einem horizontalen Niveau aufgefahrenen Grubenbaue; auch untere Grenzfläche eines Grubenbaus.

Standicherheit:

Nachweis, dass der Grenzzustand der Tragfähigkeit nicht überschritten wird.

Störung:

Geologische Veränderung der ursprünglichen Lagerungsform eines Minerals oder Gesteins.

Schwebe:

Zwischen der Sohle eines (oberen) Grubenbaus und der Firste des darunter liegenden Grubenbaus stehen gebliebenes Gestein.

Trum:

Bergmännischer Ausdruck für den Teil eines Ganzen, der meist im Zusammenhang mit der Aufteilung des Schachtquerschnittes gebraucht wird, z. B. Wettertrum.

Vorrichtungsstrecke:

Streckenteil der Kammerzugangsstrecke, der ohne radiologische Charakterisierung des gesamten Haufwerks aufgefahren werden kann.

Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 145 von 145
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23500000				GHB	RZ	0110	00	Stand: 19.02.2020

Vorsorgemaßnahmen:

Vorsorgemaßnahmen sind Maßnahmen zur Verbesserung der Betriebssicherheit und Anlagenauslegung sowie zur Vermeidung bzw. Beherrschung von Störfällen. Sie werden vorsorglich realisiert, um ein sicherheitsrelevantes Ereignis nicht eintreten zu lassen oder seine Auswirkungen auf ein zulässiges Maß zu begrenzen.

Zwischenlager:

Ein Zwischenlager ist ein Aufbewahrungsort für konditionierte und verpackte radioaktive Abfälle bis zu deren Endlagerung.

