	Schachtanlage Asse II		
		Seite 1 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

# Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse

**DMT GmbH & Co. KG**

**TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG**

## **Verfasser:**

**Dipl.-Ing. K. Beckmann**

**Dr. J. Feinhals**

**Dipl.-Phys. S. Heinzel-Große**

**Dr. A. Hucke**

**Dipl.-Ing. N. Kohl**

**Dr. J. te Kook**



**Dipl.-Ing. C. Löffler**

**Dipl.-Ing. C. Scior**

**Dr. D. Walbrodt**

**Dipl.-Ing. D. Wittenberg**

Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) erstellt. Verantwortlich für den Inhalt sind allein die Autoren. Das BfS übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt werden. Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der des BfS übereinstimmen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 2 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Schlüsselwörter:**



- ASSE
- LAW
- Optionenvergleich
- Rückholung
- Variante

**Impressum:**

**Auftraggeber:** Bundesamt für Strahlenschutz  
Willi-Brandt-Straße 5  
38228 Salzgitter  
Deutschland  
Telefon: 030 18333-0  
Telefax: 030 18333 – 1885  
E-Mail: presse@bfs.de

**Ersteller:** DMT GmbH & Co. KG  
TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG

**Datum** 25.09.2009

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 3 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 0 Zusammenfassung



Die Schaffung einer Beurteilungsgrundlage, ob die Rückholung der LAW aus der Schachtanlage Asse II eine Stilllegungsoption ist, verlangt in einem ersten Schritt die Klärung der technischen Machbarkeit der hierzu notwendigen Arbeiten. Sie erstrecken sich von bergtechnischen Prozessen der Rückholung unter Tage bis zu einer übertägigen Transportbereitstellung und enden mit einem Entsorgungskonzept für die rückgeholten Abfälle. Für alle Arbeiten sind die Anforderungen des Strahlenschutzes einzuhalten.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird die bergtechnische und strahlenschutztechnische Machbarkeit der Einzelvorgänge der Rückholung festgestellt. Die ausgewählten Vorgänge sind vielfach erprobt und angewendet. Zeitaufwendungen für die Entwicklung neuer Verfahren oder Maschinen entfallen. Schon dieser Sachverhalt trägt zur Erfüllung der Hauptanforderung an diese Studie bei. Sie entsteht aus der möglicherweise nur begrenzt zur Verfügung stehenden Zeit (Lösungszutritte und Gebirgsbeherrschung) und lautet: In kurzer Zeit ein großes Aktivitätsinventar rückholen zu können. Vor diesem Hintergrund wurden vier Varianten der Rückholung definiert.

Die Variante 1 erlaubt die Rückholung von 70 % des eingelagerten LAW-Aktivitätsinventars. Hierfür ergibt sich ein Zeitaufwand von 2,8 Jahren bei einem Kostenaufwand von 0,89 Mrd. €.

Variante 2 führt zu einer Rückholung von 92 % des eingelagerten LAW-Aktivitätsinventars. Die Zeitdauer beträgt 4,1 Jahre, die aufzubringenden Finanzmittel liegen bei 1,53 Mrd. €.



Die Rückholung nach Variante 3 holt nahezu 100 % der eingelagerten schwachradioaktiven Abfälle zurück. Dies führt zu einem Zeitaufwand von 7,7 Jahren und einem Kostenaufwand von 2,57 Mrd. €.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 4 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Die vollständige Rückholung aller eingelagerten schwachradioaktiven Abfälle mit anschließender Dekontamination und Freigabe des Grubengebäude- teiles ist in 14,6 Jahren mit einem Finanzbedarf von 3,70 Mrd. € zu realisieren (Variante 4). Der benötigte Rückholungszeitbedarf überschreitet den Prognosezeitraum vorliegender Betrachtungen zur Stabilität des Grubengebäudes (2020).

Die radiologischen Auswirkungen auf die Bevölkerung und der unter Tage arbeitenden Menschen liegt im Normalbetrieb unterhalb der zulässigen Grenzwerte. Die Ergebnisse der Störfallbetrachtungen zeigen, dass die zulässigen Grenzwerte ebenfalls unterschritten werden.



Die Rückholung der MAW wurde bereits in der Studie der EWN GmbH und TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG „Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse“ betrachtet /7/.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 5 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
0 Zusammenfassung.....	3
1 Aufgabenstellung .....	12
1.1 Zielsetzung.....	12
1.2 Abgrenzung.....	13
2 Beschreibung des Bergwerks.....	14
2.1 Historie .....	14
2.2 Geologie und Hydrologie.....	16
2.3 Grubengebäude .....	19
2.3.1 Schächte.....	19
2.3.2 Strecken.....	20
2.3.3 Abbaukammern.....	22
2.4 LAW – Einlagerungskammern .....	24
2.4.1 Lage der LAW-Einlagerungskammern .....	24
2.4.2 Gebindeart und Gebindegrößen .....	26
2.4.3 Zustand und Inhalt der LAW-Einlagerungskammern .....	27
2.5 Gebirgsmechanische Situation .....	40
2.5.1 Grundlagen .....	40
2.5.2 Messungen und Beobachtungen .....	43
2.5.3 Vorhandene Berechnungen .....	58
2.6 Infrastruktur unter Tage.....	60
2.6.1 Förderung und Transport.....	60
2.6.2 Energieversorgung.....	60

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 6 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

2.6.3	Bewetterung.....	61
2.6.4	Baustoffanlage I.....	66
2.7	Infrastruktur über Tage.....	66
2.7.1	Förderung und Transport.....	66
2.7.2	Energieversorgung.....	67
2.7.3	Baustoffanlage II.....	67
2.8	Radiologie.....	68
2.8.1	Radiologisches LAW-Inventar.....	68
2.8.2	Radiologischer Sachstandsbericht.....	69
2.8.3	Strahlenschutzbereiche.....	71
2.8.4	Betriebliche Strahlenschutzüberwachung.....	73
2.8.5	Zustand der Gebinde in den Einlagerungskammern.....	74
3	Grundsätzliche Aussagen zur Machbarkeit der Rückholung der LAW.....	75
3.1	Vorgehensweise bei der Feststellung der technischen Machbarkeit..	75
3.2	Strahlenschutz.....	78
3.3	Entsorgungskonzept.....	80
3.3.1	Randbedingungen.....	80
3.3.2	Verpackung/Behälterauswahl.....	81
3.3.3	Konditionierung.....	85
3.3.4	Charakterisierung.....	91
3.3.5	Transportbereitstellung über Tage.....	92
3.3.6	Sekundärabfälle.....	96
3.3.7	Dokumentation.....	97

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 7 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



3.3.8	Freigabe der untertägigen Bereiche.....	98
3.4	Genehmigungsrechtliches Vorgehen .....	99
3.5	Stand sicherheitsbewertung für den Zeitraum der Rückholung.....	109
3.6	Prozessablauf der Rückholung .....	117
3.6.1	Teilprozesselemente der Rückholung unter Tage.....	117
3.6.2	Festlegung von Sperr-, Kontroll- und Überwachungsbereichen	118
3.6.3	Erstellen von Infrastrukturgrubenbauen .....	122
3.6.3.1	Vorbereitende Arbeiten .....	122
3.6.3.2	Transport- und Wetterstrecken .....	123
3.6.3.3	Pufferlager .....	124
3.6.3.4	Materiallager und Wartungsbereiche .....	126
3.6.3.5	Festlegung des Übergabepunktes unter Tage zur internen Umlagerung .....	128
3.6.3.6	Kammerzugangsstrecken .....	129
3.6.3.7	Öffnen der Kammer .....	133
3.6.4	Bewetterung.....	135
3.6.5	Gewinnung des Kammerinventars .....	140
3.6.6	Transport und Förderung .....	149
3.6.6.1	Von der Kammer zur Konditionierung .....	149
3.6.6.2	Von der Kammer zum Übergabepunkt der internen Umlagerung .....	150
3.6.6.3	Von der UTK bis zum Schacht.....	151
3.6.6.4	Schachtförderung .....	151
3.6.7	Konditionierung und Umverpackung .....	152
3.6.7.1	Konditionierung und Umverpackung unter Tage.....	152
3.6.7.2	Konditionierung und Umverpackung über Tage.....	157

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 8 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



3.6.8	Dekontamination der Einlagerungskammern und Transportstrecken .....	160
3.6.9	Strahlenschutz .....	160
3.6.9.1	Vorgaben des Strahlenschutzes .....	160
3.6.9.2	Radiologischer Arbeitsschutz.....	161
3.6.9.3	Instrumentelle Strahlenschutzüberwachung .....	167
4	Varianten der Rückholung.....	170
4.1	Anforderungen .....	170
4.2	Aktivitätsinventar .....	170
4.3	Gewichtetes Aktivitätsinventar .....	171
4.4	Variantenbeschreibung .....	175
5	Entwurf eines Rückholungskonzeptes .....	187
5.1	Allgemeine Grundlagen.....	187
5.2	Leistungskennwerte und Kapazitätsbetrachtungen.....	188
5.2.1	Randbedingungen.....	188
5.2.2	Gewinnung.....	188
5.2.3	Förderwege und -technik .....	192
5.2.4	Konditionierung bzw. Umverpackung unter Tage .....	193
5.2.5	Energie-, Material-, Baustoffversorgung .....	196
5.2.6	Wettertechnik.....	197
5.2.7	Strahlenschutz .....	197
5.2.8	Schachtförderung.....	199
5.2.9	Konditionierung und Konfektionierung über Tage.....	201
5.3	Variante 1.....	201





5.3.1	Variantenspezifischer Prozessablauf .....	201
5.3.1.1	Infrastruktur.....	201
5.3.1.2	Wettertechnik.....	204
5.3.1.3	Gewinnung.....	206
5.3.1.4	Transport unter Tage .....	211
5.3.1.5	Umverpackung und Teilkonditionierung.....	213
5.3.1.6	Schachtförderung .....	214
5.3.1.7	Behandlung der geleerten Kammern .....	214
5.3.1.8	Weiterverarbeitung über Tage .....	215
5.3.2	Zeit- und Kostenplanung .....	215
5.3.2.1	Zeitbedarf.....	215
5.3.2.2	Personalbedarf .....	217
5.3.2.3	Maschinenbedarf .....	221
5.3.2.4	Kostenermittlung.....	222
5.4	Variante 2.....	224
5.4.1	Variantenspezifischer Prozessablauf .....	224
5.4.1.1	Infrastruktur.....	224
5.4.1.2	Wettertechnik.....	225
5.4.1.3	Gewinnung.....	226
5.4.1.4	Transport unter Tage .....	228
5.4.1.5	Umverpackung und Teilkonditionierung.....	229
5.4.1.6	Schachtförderung .....	232
5.4.1.7	Behandlung der geleerten Kammer .....	232
5.4.1.8	Weiterverarbeitung über Tage .....	232
5.4.2	Zeit- und Kostenplanung .....	233
5.4.2.1	Zeitbedarf.....	233
5.4.2.2	Personalbedarf .....	235

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 10 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

5.4.2.3	Maschinenbedarf .....	237
5.4.2.4	Kostenermittlung .....	237
5.5	Variante 3.....	238
5.5.1	Variantenspezifischer Prozessablauf .....	238
5.5.1.1	Infrastruktur.....	238
5.5.1.2	Wettertechnik.....	240
5.5.1.3	Gewinnung.....	243
5.5.1.4	Transport unter Tage .....	244
5.5.1.5	Umverpackung und Teilkonditionierung.....	246
5.5.1.6	Schachtförderung .....	248
5.5.1.7	Behandlung der geleerten Kammer .....	248
5.5.1.8	Weiterverarbeitung über Tage .....	248
5.5.2	Zeit- und Kostenplanung .....	249
5.5.2.1	Zeitbedarf.....	249
5.5.2.2	Personalbedarf .....	250
5.5.2.3	Maschinenbedarf .....	252
5.5.2.4	Kostenermittlung.....	252
5.6	Variante 4.....	253
5.6.1	Variantenspezifischer Prozessablauf .....	253
5.6.1.1	Infrastruktur.....	253
5.6.1.2	Wettertechnik.....	253
5.6.1.3	Gewinnung.....	254
5.6.1.4	Transport unter Tage .....	254
5.6.1.5	Umverpackung und Teilkonditionierung.....	255
5.6.1.6	Schachtförderung .....	255
5.6.1.7	Behandlung der geleerten Kammer .....	255
5.6.1.8	Dekontamination der Grubenräume.....	256

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 11 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

5.6.1.9	Weiterverarbeitung über Tage .....	256
5.6.2	Zeit- und Kostenplanung .....	257
5.6.2.1	Zeitbedarf.....	257
5.6.2.2	Personalbedarf .....	258
5.6.2.3	Maschinenbedarf .....	260
5.6.2.4	Kostenermittlung.....	260
6	Radiologische Konsequenzen einer Rückholung .....	262
6.1	Potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung.....	262
6.2	Potentielle Strahlenexposition des Personals .....	284
6.3	Störfälle.....	287
6.4	Einfluss laufender Arbeiten zur Rückholung für den Fall eines unbeherrschbaren Lösungszutrittes .....	311
7	Kriterienkatalog und Variantenvergleich zur Rückholung der LAW .....	312
8	Literaturverzeichnis (Quellen) .....	317
9	Abkürzungen .....	322
10	Definitionen und Begriffe .....	324
11	Verzeichnis der Tabellen .....	341
12	Verzeichnis der Abbildungen .....	345
13	Anlagen .....	350

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 12 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 1 Aufgabenstellung



### 1.1 Zielsetzung

Die Schachtanlage Asse II ist ein ehemaliges Kali- und Steinsalzbergwerk südlich von Braunschweig, in dem zwischen 1967 und 1978 im Rahmen von Forschungsvorhaben 124.494 Gebinde mit schwach- und 1.293 Gebinde mit mittelradioaktivem Inhalt eingelagert wurden.

Nachdem seit 1992 kein Bedarf mehr für das Forschungsbergwerk Asse besteht, wurde die Schließung nach dem Bundesberggesetz vorbereitet. Im Rahmen der Stilllegungsmaßnahmen erfolgte zwischen 1995 und 2004 die Verfüllung nahezu aller Grubenräume der Südflanke mit Salzgrus.

Die Stilllegung und der Verschluss der Schachtanlage Asse II sind von besonderer Dringlichkeit, da geotechnische Gutachten derzeit nur für einen begrenzten Zeitraum beherrschbare Gebirgszustände prognostizieren. Aktuelle Studien der Institut für Gebirgsmechanik GmbH (IfG) prognostizieren beherrschbare Gebirgszustände bis 2020 /9/. Als eine Maßnahme der Stilllegung ist die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II im Rahmen des Optionenvergleichs zu beurteilen. In diesem Zusammenhang werden vier Varianten einer Rückholung der schwachradioaktiven Abfälle (LAW) untersucht. Die Definition der im weiteren Teil der Studie detailliert definierten Varianten orientiert sich an der Ausgangssituation nur sehr begrenzt zur Verfügung stehender Zeit.



Die vorliegende Studie soll es dem Bundesamt für Strahlenschutz ermöglichen, die verschiedenen Varianten der Rückholung der LAW unter Einbeziehung der bereits früher untersuchten Rückholung der mittel radioaktiven Abfälle (MAW) zu bewerten.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 13 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 1.2 Abgrenzung

In Abstimmung mit dem Bundesamt für Strahlenschutz ist Basis der vorliegenden Studie diejenige Literatur, die der DMT GmbH & Co. KG sowie der TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG bis zum 30. Mai 2009 zur Verfügung gestellt wurde. Literatur, die nach dem Stichtag freigegeben wurde, sowie Maßnahmen, die zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen der Stilllegungsmaßnahmen durchgeführt wurden, können nicht bzw. nur begrenzt berücksichtigt werden.

Die vorliegende Studie trifft Aussagen zur Machbarkeit der Rückholung. Die hierzu notwendigen bergtechnischen und strahlenschutztechnischen Aspekte werden dargestellt um dann für jede Variante eine zeit- und kostenmäßige Untersuchung durchzuführen. Weitergehende Planungsunterlagen, etwa für ein Planfeststellungsverfahren oder sich anschließende Detailplanungen, werden nicht erstellt.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 14 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 2 Beschreibung des Bergwerks

### 2.1 Historie

Im September 1906 begannen die Arbeiten zum Abteufen des Schachtes Asse 2, die nach 23 Monaten mit Erreichen der 750-m-Sohle abgeschlossen wurden. 1909 begann der Abbau der Kalisalze (Carnallit) in der Nordflanke des Salzsattels (s. Abb. 2.1-1). Bis 1925 wurde in 25 Abbauen Carnallit abgebaut und die leeren Abbaukammern wurden im Anschluss mit den zum Teil feuchten Rückstandssalzen aus der Aufbereitung verfüllt. Von 1916 bis 1964 erfolgte der Abbau des jüngeren Steinsalzes ( $\text{Na}_3$ ) in der Südflanke. Zwischen der 750-m-Sohle, auf der zuerst abgebaut wurde, und der 490-m-Sohle entstanden auf 13 Sohlen insgesamt 131 Abbaue. Zusätzlich wurde zwischen 1927 und 1964 in 20 Abbauen im Zentralteil der Schachtanlage Asse II älteres Steinsalz ( $\text{Na}_2$ ) gewonnen.

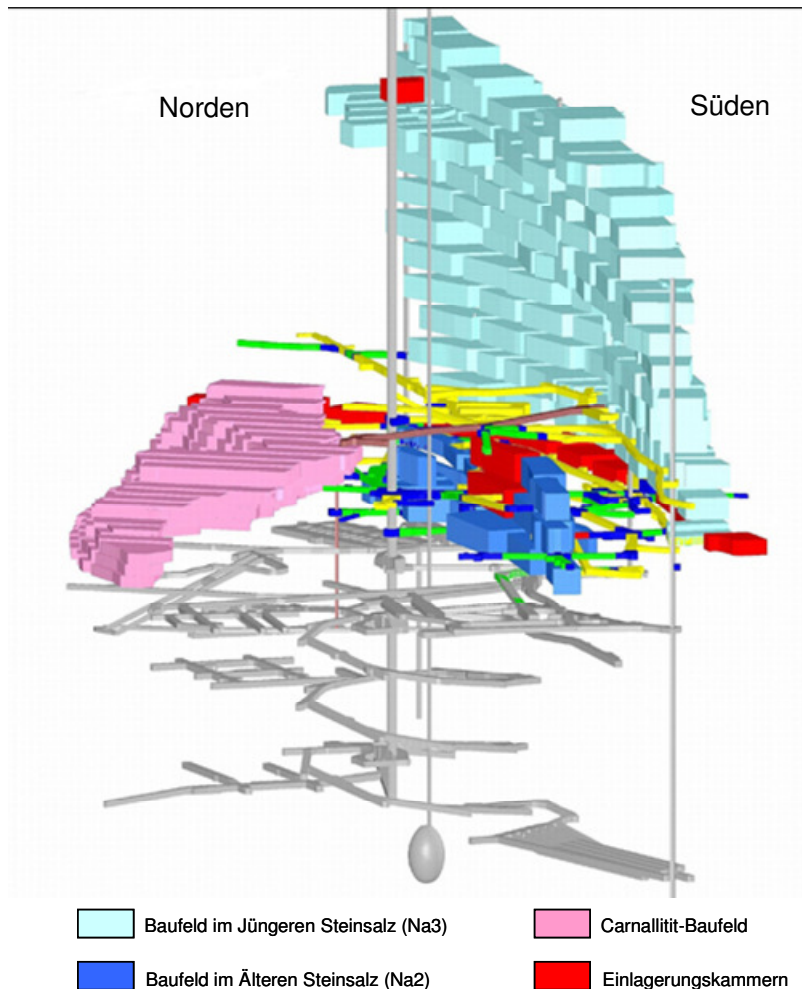
Nach Einstellung der Abbautätigkeit erwarb die Gesellschaft für Strahlenforschung (GSF) im Auftrag des Bundes das Bergwerk mit dem Ziel, Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Salzformationen durchzuführen. Die Einlagerung der LAW-Gebinde kann in 3 Perioden unterschieden werden. Von 1967 bis 1971 erfolgte die „Versuchsweise Einlagerung von niedrigaktivem Abfall“. In 4 Einlagerungskampagnen wurde eine begrenzte Abfallmenge mit begrenzter Aktivität eingelagert. Die zweite Einlagerungsperiode begann 1971 mit dem kontinuierlichen Einlagerungsbetrieb als „dauernde Einlagerung schwachradioaktiver Stoffe“. Ab 1975 begann die dritte Einlagerungsperiode zur „Endlagerung radioaktiver Abfälle“ /19/. Insgesamt wurden zwischen 1967 und 1978 124.486 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall in Kammern auf der 750-m-Sohle sowie in einer Kammer auf der 725-m-Sohle eingelagert. Von 1972 bis 1977 erfolgte zudem

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 15 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

die Einlagerung von 1.293 Gebinden mit mittelradioaktivem Inhalt in eine Kammer auf der 511-m-Sohle, zusätzlich befinden sich in dieser Kammer weitere 8 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall.

Nach Beendigung der Einlagerung wurden von 1979 bis 1994 im sogenannten Tiefenaufschluss zwischen der 800-m-Sohle und der 975-m-Sohle ausschließlich Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ohne die Einlagerung radioaktiver Abfälle durchgeführt. Nachdem kein weiterer Forschungsbedarf mehr bestand, wurde die Schachtanlage Asse II auf die Schließung nach Bundesberggesetz vorbereitet. In diesem Zuge wurden zwischen 1995 und 2004 nahezu alle Abbaue der Südflanke mit Salzgrus verfüllt.

Seit dem 01.01.2009 ist das Bundesamt für Strahlenschutz Betreiber der Schachtanlage Asse II.



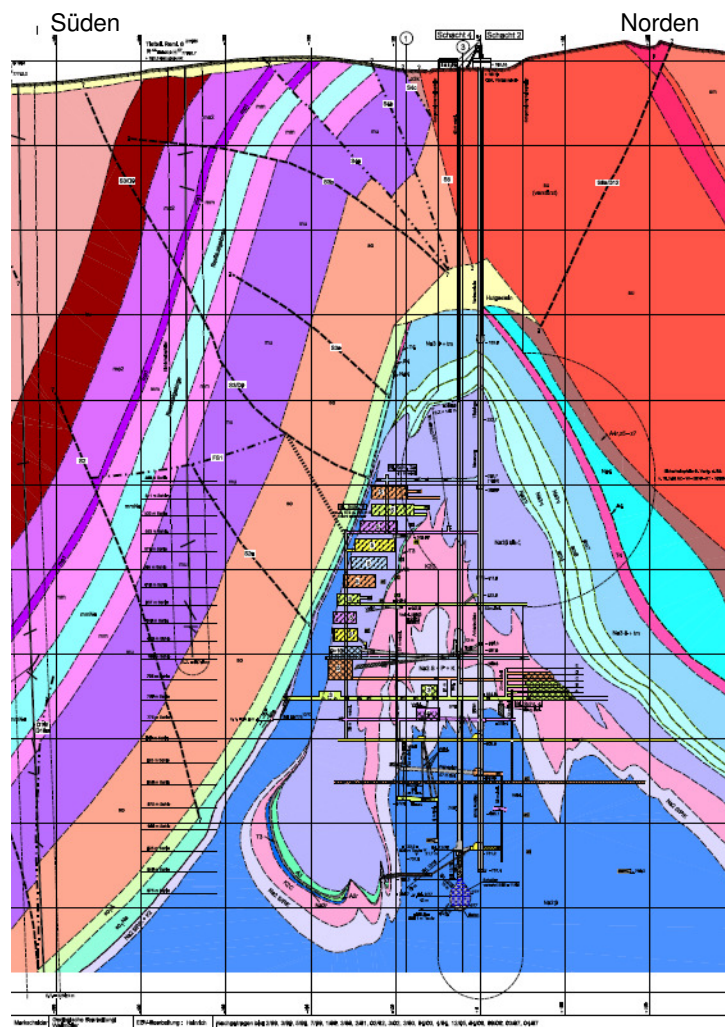
**Abb. 2.1-1 Grubengebäude Schachtanlage Asse II**  
 (Quelle: [www.bmu.de](http://www.bmu.de))

## 2.2 Geologie und Hydrologie



Das Grubengebäude der Schachtanlage Asse II liegt in der Asse-Heeseberg-Salzstruktur, die sich südöstlich von Braunschweig über einer Länge von 25 km von Nordwest nach Südost erstreckt. Entlang dieser Erstreckung wurden die Deckgebirgsschichten aus Keuper, Muschelkalk und Buntsandstein oberhalb



der Zechsteinsalze zu einem Sattel aufgewölbt. Die saline Schichtenfolge umfasst Gesteine der Zechsteinfolge 2 (Staßfurt-Steinsalze) bis 7 (Fulda-Steinsalze). Unterhalb des ca. 300 m mächtigen Deckgebirges befindet sich am Sattelhöchsten ein ca. 60 m mächtiger Gipshut, der die Salzsichten vom Deckgebirge abgrenzt (siehe Abb. 2.2-1).





**Abb. 2.2-1 Struktur des Salzsattels im Bereich Schachtanlage Asse II**  
/33/

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 18 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Auf eine weitere Beschreibung der geologischen Standortverhältnisse soll an dieser Stelle verzichtet werden, da sie bereits umfangreich dokumentiert ist.

Von besonderer Bedeutung für die aktuelle Situation des Bergwerks ist die zeitliche Entwicklung der Salzlösungszutritte in das Grubengebäude. Im August 1988 wurden im Bereich der Steinsalzabbau der Südflanke erstmals Salzlösungszutritte festgestellt. Die primäre Zutrittstelle L17 konnte im Abbau 5 auf der 532-m-Sohle lokalisiert werden. Die Salzlösungen wurden als Deckgebirgs-lösungen identifiziert, deren Eintrittsstellen in das Grubengebäude sich im Laufe der Zeit auf die weiter unten liegenden Sohlen verlagerten. Der Salzlösungszutritt beträgt insgesamt 11,75 m<sup>3</sup>/d (Stand 31.12.2008). Die derzeitigen Salzlösungszutritte befinden sich vor Abbau 3 auf der 658-m-Sohle (10,1 m<sup>3</sup>/d), auf der 725-m-Sohle (Rolllöcher 1 und 2, sowie im Sumpf in der Sammelstrecke, die durch die versetzten Abbaue 2 – 4 verläuft; insgesamt 1,581 m<sup>3</sup>/d) sowie auf der 750-m-Sohle vor Kammer 9 (0,068 m<sup>3</sup>/d).

Weitere Salzlösungszutritte wurden im Nahbereich der ehemaligen Kaliabbau auf der 750-m-Sohle festgestellt. Ihr Ursprung liegt in der Verfüllung der Kaliabbau mit den bei der Aufbereitung angefallenen Rückstandssalzen während der Gewinnungszeit. Diese Rückstandssalze beinhalteten ca. 10 – 15 % MgCl<sub>2</sub>-Lösung, die teilweise noch heute aus dem Versatzmaterial herausicksert. Weiterführende Literatur ist in /13/ zu finden.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 19 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 2.3 Grubengebäude

### 2.3.1 Schächte



Die Schachtanlage Asse II verfügt über 2 Tagesschächte, Schacht Asse 2 sowie Schacht Asse 4.

#### Schacht Asse 2

Der Schacht wurde zwischen 1906 und 1908 bis auf 764 m abgeteuft und von 1985 bis 1986 auf 950 m tiefer geteuft. Förder- und seilfahrttechnisch angeschlossen sind die 490-m-Sohle sowie die 750-m-Sohle, weitere Verbindungen zum Grubengebäude bestehen auf der 553-m-, 637-m-, 700-m-, 800-m- und 850-m-Sohle. Je nach Teufe beträgt der lichte Durchmesser der Schachtröhre zwischen 4,25 m und 6,50 m. Der Schacht Asse 2 wird zur Personen- und Materialförderung eingesetzt. Der Förderkorb befindet sich im Frischwettertrumm und hat eine Nutzlast von 10 t, die Fördergeschwindigkeit beträgt max. 10 m/s. Die Seilfahrt ist für maximal 14 Personen zulässig. Der Transport erfolgt über eine eintrummige Gestellförderung mit Gegengewicht. In der Literatur /6/ sowie in einer Befragung der Mitarbeiter der Schachtanlage Asse II wurden die Förderkorbmaße mit 6,45 m Höhe, 2,20 m Länge und 1,18 m Breite angegeben. In den Förderkorb können zwei Zwischenböden montiert werden. Von über Tage bis 490 m ist durchgehend ein Wetterscheider eingebaut. Über den Hauptgrubenlüfter (HGL), der sich auf der 490-m-Sohle befindet, werden die Abwetter aus dem Grubengebäude gesaugt und über das Ausziehtrumm nach über Tage abgeleitet.

#### Schacht Asse 4

Der Schacht befindet sich in einem Abstand von 51 m von Schacht Asse 2 und wurde zwischen 1974 und 1975 auf 926 m abgeteuft. Zwischen 1976 und 1977 wurde der Schacht im Rahmen der Forschungsarbeiten um eine Kaverne bis in

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 20 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

996 m Teufe erweitert. Seilfahrttechnisch angeschlossen sind die 490-m-Sohle, die 700-m-Sohle sowie die 750-m-Sohle. Bis 725 m Teufe beträgt der lichte Durchmesser zwischen 1,5 m und 2,6 m. Unterhalb 725 m Teufe hat der Schacht einen Rechteckquerschnitt mit den Abmessungen 2 m x 4 m. Der Schacht wird teilweise als zweiter Seilfahrtschacht (Notfahrun) genutzt und ist für eine Seilfahrt mit maximal 3 Personen zugelassen /18/.

### 2.3.2 Strecken



Die Einlagerungskammern mit schwachradioaktivem Abfall befinden sich auf der 725-m-Sohle sowie auf der 750-m-Sohle. Für die Arbeiten im Rahmen der Rückholung der LAW sind die Grubenräume auf den darüber liegenden Sohlen von untergeordneter Bedeutung. Daher wird im Folgenden nur auf den Streckenzustand der betreffenden Sohlen sowie der Wendelstrecke eingegangen.

#### Wendelstrecke

Die Wendelstrecke führt spiralförmig von der obersten Sohle (490-m-Sohle) bis zur tiefsten Sohle (975-m-Sohle) und ist an jede Sohle angebunden. Von der 875-m-Sohle bis zur 975-m-Sohle ist die Wendel bereits verfüllt (Stand 04/09). Die Wendelstrecke ist rd. 4 m hoch und 5 m breit und hat ein Gefälle von ca. 11 %. Die Wendelstrecke wird zum Personen- und Materialtransport genutzt und ist mit Dieselfahrzeugen befahrbar /18/.

#### Strecken auf der 725-m-Sohle

Der überwiegende Teil der Strecken auf der 725-m-Sohle ist bereits verfüllt (siehe Anlage 1 - Übersicht 725-m-Sohle). Mit Ausnahme der Kammer 7/725 bestehen keine Zugänge zu den anderen Kammern auf dieser Sohle. Über die

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 21 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Querverbindung zur Kammer 7/725 ist es möglich, die Einlagerungskammer von der Wendelstrecke aus zu befahren.

Im Mai 2009 wurden seitens der Werksmarkscheiderei Streckenmessungen durchgeführt. Im Bereich der 725-m-Sohle wurde an mehreren Stellen der Querschnitt der Wendelstrecke gemessen sowie der Streckenquerschnitt im Querschlag zu Einlagerungskammer (ELK) 7/725 (siehe Anlage 2 Streckenquerschnitte 725-m-Sohle). Der gemessene Wendelquerschnitt beträgt zwischen 17 m<sup>2</sup> und 18 m<sup>2</sup>, in der Wendelkehre 40 m<sup>2</sup>. Der Querschlag zu Kammer 7/725 hat einen Streckenquerschnitt von 14,8 m<sup>2</sup>.



#### Strecken auf der 750-m-Sohle

Auf der 750-m-Sohle ist ein Großteil des Streckennetzes noch befahrbar. Einen Überblick gibt die Anlage 3 - Übersicht 750-m-Sohle. Für die Rückholung wichtige Strecken sind im folgenden Text genannt.

Vom Füllort Schacht 2 gelangt man über den „Hauptquerschlag nach Süden“ zu den Abbaukammern der Südflanke. Vom südlichen Streckenkreuz sind über die „2. südliche Richtstrecke nach Westen“ die ELK 10/750, 8/750 und 4/750 erreichbar. Richtung Osten befindet sich die versetzte und mit einem Verschlussbauwerk abgedämmte „südliche Richtstrecke nach Osten“. Über diese Strecke waren zuvor die ELK 5/750, 6/750, 7/750 und 11/750 angeschlossen.

Vom Füllort führt in Richtung Südosten die „nördliche Richtstrecke nach Osten“, über die man die ELK 12/750 erreicht, sowie die „2. nördliche Richtstrecke nach Osten“, die auf Streckenhälfte mit einem Verschluss aus Salzhauwerk abgedämmt ist. Diese Strecke war Zugangsstrecke zu den ELK 1/750 und 2/750.

Im westlichen Zentralteil der 750-m-Sohle liegen die Abbaukammern 1 Na<sub>2</sub> und 3 Na<sub>2</sub> sowie die ELK 2/750 Na<sub>2</sub>. Die ELK 2/750 Na<sub>2</sub> ist vom „Hauptquerschlag nach Süden“ über die „1. südliche Richtstrecke nach Westen“ und den verfüllten „1. westlichen Querschlag“ angeschlossen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 22 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Am westlichen Ende der „2. südliche Richtstrecke nach Westen“ beginnt der „2. westliche Querschlag“ und führt Richtung Nordosten.

Auch auf der 750-m-Sohle wurden an mehreren Stellen die Streckenquerschnitte gemessen (siehe Anlage 4). Die Streckenquerschnitte variieren zwischen 13,7 m<sup>2</sup> („nördl. Richtstrecke nach Osten“) und 20,5 m<sup>2</sup> („2. west. Querschlag“). Die Streckenbreiten betragen 3,7 m bis 5,4 m; die Streckenhöhen 3,1 m bis 4,1 m.

### 2.3.3 Abbaukammern



Wie bereits vorab genannt, wurde in der Schachtanlage Asse II Abbau in 3 Baufeldern betrieben:

- 1) Carnallit-Baufeld in der Nordflanke,
- 2) Jüngeres Steinsalz (Na<sub>3</sub>) in der Südflanke,
- 3) Älteres Steinsalz (Na<sub>2</sub>) im Zentralteil.

Der Abbau wurde als Kammer-Pfeiler-Bau betrieben, mit Pfeilern und Schweben als Stützelementen. Das Lösen des Salzes erfolgte durch Bohren und Sprengen.

#### Carnallit-Baufeld in der Nordflanke

Das Carnallit-Baufeld ist das älteste Baufeld der Schachtanlage Asse II. Zwischen 1909 und 1925 wurden 25 Abbaue eingerichtet und so ca. 1 Mio. m<sup>3</sup> Salz gewonnen. Die Abbaue, die sich von der 710-m-Sohle bis zur 750-m-Sohle erstreckten, wurden größtenteils unmittelbar nach der Gewinnung mit den Rückständen aus der Aufbereitung versetzt.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 23 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### Jüngerer Steinsalz (Na<sub>3</sub>) in der Südflanke

Das steilstehende Steinsalzbaufeld in der Südflanke ist das Größte der drei Baufelder. Zwischen 1916 und 1964 wurde Abbau in 131 Kammern, verteilt auf 13 Sohlen, betrieben (von der 750-m-Sohle aufwärts bis zur 490-m-Sohle). Das Baufeld hat in streichender Richtung eine Ausdehnung von 650 m, in vertikaler Richtung eine Ausdehnung von 275 m. Wie in Abb. 2.1-1 und Abb. 2.2-1 zu erkennen, wurden meist 9 Abbaue nebeneinander und nahezu deckungsgleich angeordnet. Insgesamt wurden rd. 3,4 Mio. m<sup>3</sup> Steinsalz aus der Südflanke gewonnen. Die Hohlräume wurden erst in den 80iger Jahren mit dem Salz des Tiefenaufschlusses teilversetzt, zwischen 1995 und 2004 wurde die Südflanke dann nahezu vollständig mit Salzgrus verfüllt. Die Kammermaße betragen üblicherweise 60 m Länge, 40 m Breite und 15 m Höhe; die Kammern auf der 750-m-Sohle haben abweichend eine Höhe von nur rund 10 m. Die Pfeiler zwischen den einzelnen Kammern betragen mit Ausnahme des Hauptpfeilers ca. 12 m, der Hauptpfeiler zwischen Abbaureihe 4 und 5 als Haupttragelement des Grubengebäudes in diesem Lagerstättenteil hat eine Breite von ca. 20 m. Eine Ausnahme bildet die 750-m-Sohle, hier sind die Pfeilerbreiten zwischen den Kammern überall ca. 20 m breit /20/. Die Schwebenmächtigkeit beträgt oberhalb der 700-m-Sohle ca. 6 m, zwischen der 700-m-Sohle und der 725-m-Sohle ist sie ca. 8,5 m mächtig und zwischen der 725-m-Sohle und der 750-m-Sohle ist sie ca. 14 m mächtig. Der hohe Durchbauungsgrad mit eng aneinanderliegenden Kammern führt zu einer heute gebirgsmechanisch hoch beanspruchten Südflanke des Grubengebäudes.

### Älteres Steinsalz (Na<sub>2</sub>) im Zentralteil

Das jüngste Baufeld befindet sich im Zentralteil der Schachtanlage Asse II. Zwischen 1927 und 1964 wurden hier auf der 725-m-Sohle bis zur 775-m-Sohle rd. 0,5 Mio. m<sup>3</sup> Steinsalz gewonnen. Noch während der Gewinnungszeit erfolgte ein Teilversatz der 20 Abbaue. Ein fast vollständiger Versatz erfolgte in den

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 24 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

80iger Jahren mit der Auffahrung des Tiefenaufschlusses, als das dabei angefallene Salz in die offenen Grubenräume eingebracht wurde /4/.

## 2.4 LAW – Einlagerungskammern

### 2.4.1 Lage der LAW-Einlagerungskammern

Die schwachradioaktiven Abfälle wurden in insgesamt 12 Abbaukammern eingelagert. 11 Kammern befinden sich auf der 750-m-Sohle (Anlage 3 - Übersicht 750-m-Sohle), eine Kammer befindet sich auf der 725-m-Sohle (Anlage 1 - Übersicht 725-m-Sohle). Die Einlagerungskammern sind durch einen roten Rahmen kenntlich gemacht.

Folgende Kammern wurden für die Einlagerung genutzt:

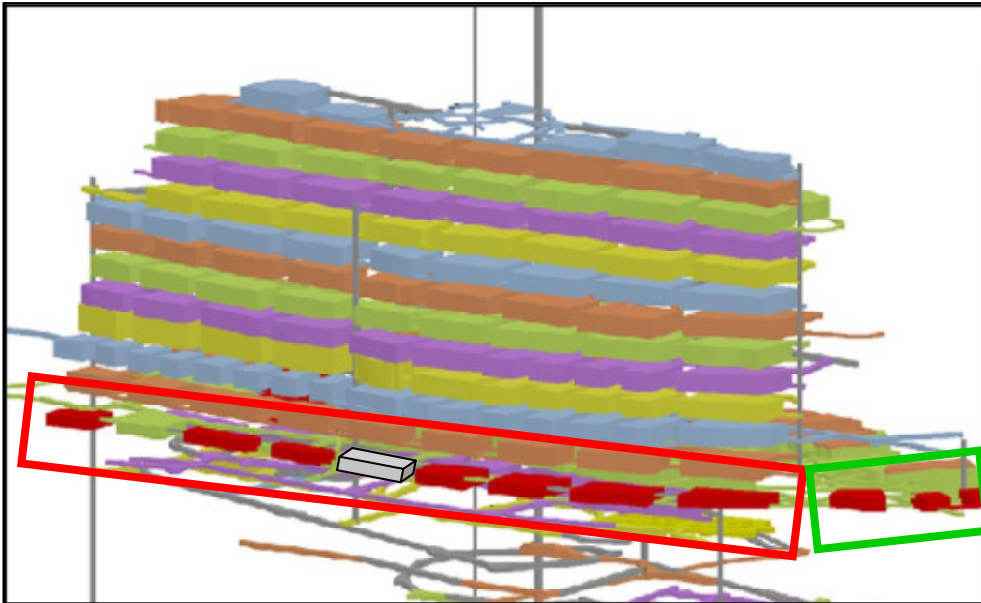
- 750-m-Sohle, Südflanke (Jüngeres Steinsalz, Na<sub>3</sub>): die Kammern 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 und 12,
- 750-m-Sohle, Zentralteil (Älteres Steinsalz, Na<sub>2</sub>): die Kammer 2,
- 725-m-Sohle, Zentralteil (Älteres Steinsalz, Na<sub>2</sub>): die Kammer 7.

In Abb. 2.4-1, oben sind die Einlagerungskammern im Steinsalzbaufeld an der Südflanke dargestellt. Rot umrandet sind die Einlagerungskammern, die im stark durchbauten Bereich der Südflanke liegen. Grün umrandet sind die Einlagerungskammern, die sich außerhalb des stark durchbauten Bereiches befinden.

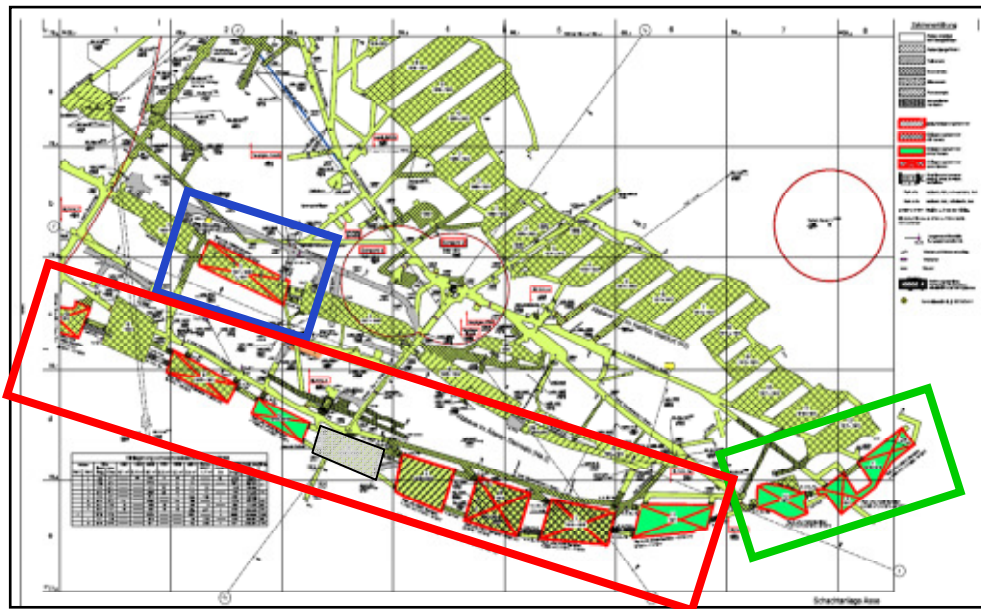
Die beiden weiteren zur Einlagerung der LAW verwendeten Kammern im 2/750 Na<sub>2</sub> und 7/725 Na<sub>2</sub> sind im Grundriss in Abb. 2.4-1, unten mit einer blauen Linie umrandet und liegen in der gewählten 3D-Ansicht hinter den Kammern der Südflanke. Die Kammer 7/725 Na<sub>2</sub> liegt nahezu deckungsgleich oberhalb der Kammer 2/750 Na<sub>2</sub>, die hier im Grundriss der 750-m-Sohle zu erkennen ist.





3D-Ansicht Schachtanlage Asse II – Blick aus südlicher Richtung



Grundriss 750-m-Sohle



**Abb. 2.4-1** 3D-Ansicht und Grundriss der Lage der LAW-Einlagerungskammern

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 26 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Grau hervorgehoben ist in beiden Darstellungen von Abb. 2.4-1 die über die gesamte Nutzungszeit des Bergwerkes offen gehaltene und befahrbare Kammer 3 auf der 750-m-Sohle.

Im Folgenden werden zunächst die eingelagerten Gebindearten und Gebindegrößen vorgestellt um dann den Kammerzustand und den Kammerinhalt detailliert zu beschreiben.

#### **2.4.2 Gebindeart und Gebindegrößen**

1971 wurden Annahmebedingungen für die schwachradioaktiven Abfälle für die Einlagerung auf der Schachtanlage Asse II eingeführt und 1975 weiterentwickelt. In den Annahmebedingungen wurden u.a. die Anforderungen an die Konditionierung und die Art der Verpackung festgelegt. Für die eingelagerten Gebinde liegen folgende Kenngrößen vor /15/:

##### 200-l-Fässer:



Die 200-l-Fässer durften Größen von 56 cm (Durchmesser) x 87 cm (Höhe) bis 62,5 cm x 92,5 cm aufweisen. Das Gewicht eines Gebindes durfte 1,25 t nicht überschreiten.

##### 400-l-Fässer:

400-l-Fässer wurden in den Annahmebedingungen mit 76 cm x 113,5 cm bzw. 77,5 cm x 110 cm angegeben. Das Gewicht eines Gebindes durfte ebenfalls 1,25 t nicht überschreiten

##### VBA-Gebinde:

Die Maße der Verlorenen Betonabschirmung (VBA) sollten 85 cm im Durchmesser und 137 cm Höhe betragen. Das Gewicht durfte 5 t nicht überschreiten.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 27 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### Sonderbehälter:

Abfälle, die nicht in die zuvor genannten Behälter verpackt werden konnten, durften als Sonderbehälter die Abmessungen 2 m (Länge) x 1 m (Breite) x 3,5 m (Höhe) und ein Gewicht von max. 9,8 t nicht überschreiten.



Neben den oben genannten Annahmebedingungen liegen Informationen zu den in der Schachtanlage Asse II eingelagerten Gebinden in der Datenbank ASSE-KAT vor /34/. Darin werden zusätzlich zu den in den Annahmebedingungen aufgeführten Gebinden Fässer mit einem Volumen von 100, 150, 250 und 300 Litern ohne Angaben zu den Abmessungen genannt. Sie werden in dieser Studie den Sonderbehältern zugeordnet.

Die LAW, die in Fässern oder Sonderbehältern eingelagert wurden, werden in dieser Studie als nicht-VBA (nVBA) bezeichnet.

#### **2.4.3 Zustand und Inhalt der LAW-Einlagerungskammern**

Die Beschreibung der Einlagerungskammern erfolgt auf Basis des Berichtes /20/. In der folgenden Beschreibung der Einlagerungskammern werden analog zu dem o. g. Bericht auch Bohrungen als Kammerzugänge aufgeführt. Zum Zeitpunkt der Bearbeitung lag die Aktualisierung des Berichtes lediglich als unvollständiger Entwurf vor. Um möglichst aktuelle Informationen für die Untersuchung der Rückholungskonzepte zu berücksichtigen, wurde auf Teile des Entwurfes zurückgegriffen und das zum Zeitpunkt April 2009 gültige Kammerleervolumen berücksichtigt. Die Genauigkeit der Hohlraumabschätzung beträgt  $\pm 20\%$ .

In der nach dem 30.05.2009 vorliegenden Endversion des oben genannten Berichtes wurde eine Neuberechnung des Salzgrusvolumens durchgeführt. Dies blieb für die vorliegende Studie unberücksichtigt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 28 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Ebenfalls erst in der Endfassung vom Juli 2009 wurde auf Besonderheiten hinsichtlich der Schwebenmächtigkeit hingewiesen. Aktuelle markscheiderische Messungen haben ergeben, dass im südlichen Einlagerungsbereich der 750-m-Sohle (ELK 5, 6, 7, 11) sowie im südwestlichen Einlagerungsbereich der 750-m-Sohle (ELK 10, 8, 4 und Kammer 9) die Schwebenmächtigkeit lokal um 6 m bzw. 7 m geringer ist. Als Ursache dieser geringeren Mächtigkeiten werden in erster Linie Beraubearbeiten vor und während der Einlagerung sowie Firstfälle angenommen. Bezug nehmend auf die in Kapitel 1.2 vorgenommene zeitliche Abgrenzung des Aktualisierungsgrades der benutzten Literatur, beziehen sich alle nachfolgend vorgenommenen Bewertungen zur Standsicherheit in den Einlagerungskammern auf die ursprünglich zur Verfügung gestellten Werte. Unter Berücksichtigung eines sehr intensiven Erkundungsprogramms wird auch eine lokal reduzierte Schwebenmächtigkeit von 8 m Mächtigkeit als standsicherheitlich beherrschbar eingeschätzt. Für den Fall einer Umsetzung der Rückholung sind hier weitere, detaillierte Machbarkeitsüberlegungen zur Begehrbarkeit in den betroffenen Einlagerungskammern notwendig.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren mit Ausnahme der ELK 5/750 und 7/725 alle Einlagerungskammern durch Verschlussbauwerke oder Salzhautwerk verschlossen und nicht mehr zugänglich. Die beiden offenen Kammern wurden im Rahmen dieser Studie befahren. Im Juni 2009 erfolgte die Verfüllung des Zugangs zu ELK 5/750, so dass mittlerweile auch diese Kammer nicht mehr begehbar ist.

Die ehemaligen Kammerzugänge, die von den Richtstrecken zu den Einlagerungskammern führten, befinden sich im Sohlenniveau. In der folgenden Beschreibung der Einlagerungskammern werden unter Kammerzugängen neben Durchhieben und Zugängen auch Rolllöcher und Bohrungen verstanden.

Die Reihenfolge der Beschreibung der Einlagerungskammern richtet sich nach ihrer Lage im Grubengebäude, beginnend mit der Kammer am westlichen Ende der Südflanke.





**Abb. 2.4-2 Lage der Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle**

Die Anlage 5 zeigt eine Tabelle mit den spezifischen Daten der Einlagerungskammern.

#### ELK 10/750

Die Einlagerungskammer 10 auf der 750-m-Sohle (ELK 10/750) ist die westlichste der Einlagerungskammern und weist mit nur 20 m den geringsten Abstand zu den Deckgebirgsschichten auf. Die Schweben zur darüber liegenden 725-m-Sohle hat eine Mächtigkeit von 14 m. Im Osten, durch einen 20 m mächtigen Pfeiler getrennt, liegt die Abbaukammer 9, in der keine Gebinde eingelagert sind und die firstbündig versetzt wurde. Der Pfeiler zur Richtstrecke im Norden hat eine Mächtigkeit von 10 m bis 20 m.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 30 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die Kammer war über 2 Zugänge von der „2. Südlichen Richtstrecke nach Osten“ aufgeschlossen. Beide Zugänge sind mit Salzgrus verfüllt. 2 Durchhiebe bestanden zwischen der ELK 10/750 und der Abbaukammer 9/750. Im westlichen Bereich der ELK 10/750 befindet sich ein verfülltes Rollloch mit 12 m Länge und 5 m<sup>2</sup> Querschnitt, welches von der 725-m-Sohle in die Firste der Einlagerungskammer führt.

Die Kammer wurde 1923 erstellt und von 1974 bis 1976 mit insgesamt 4.664 Gebinden befüllt. Die Einlagerung der Gebinde erfolgte mit der Abkipptechnik unter Zugabe von Salzgrus.

Die Einlagerungskammer hat eine mittlere Länge von 38 m, eine mittlere Breite von 27 m und eine mittlere Kammerhöhe von 11,5 m. Das Kammerleervolumen beträgt 6.600 m<sup>3</sup>, das eingebrachte Salzvolumen beträgt 5.100 m<sup>3</sup>.



### ELK 8/750

Die ELK 8/750 grenzt im Westen an Abbaukammer 9/750 und im Osten an ELK 4/750. Die Pfeiler sind im Westen wie im Osten 20 m breit. Der Pfeiler zur Richtstrecke im Norden ist 7 m bis 8 m breit. Die Schweben zu den Abbauen auf der 725-m-Sohle hat eine Mächtigkeit von 14 m. Der geringste Abstand zu den Deckgebirgsschichten beträgt 30 m.

Neben den 2 verschlossenen Kammerzugängen von der „2. Südlichen Richtstrecke nach Osten“ existierte ein Durchhieb zwischen den ELK 8/750 und ELK 4/750 sowie 2 Durchhiebe zwischen ELK 8/750 und der Abbaukammer 9/750. Keiner der Durchhiebe ist zugänglich.

Die Kammer wurde von 1920 bis 1921 erstellt. Zwischen 1974 und 1978 wurden insgesamt 11.278 Gebinde unter Zugabe von Salzgrus verkippt.

Die Einlagerungskammer weist eine Länge von 62 m, eine Breite von 19 m und eine Höhe von 9,5 m auf. Das Kammerleervolumen beträgt 8.000 m<sup>3</sup> und es wurden schätzungsweise 2.800 m<sup>3</sup> Salzgrus verwendet.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 31 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### ELK 4/750

Die Einlagerungskammer 4 auf der 750-m-Sohle liegt zwischen ELK 8/750 und der teilversetzten Abbaukammer 3/750. Der geringste Abstand zu den Deckgebirgsschichten beträgt ca. 40 m. Die ELK 4/750 wird im Osten und im Westen durch jeweils 20 m mächtige Pfeiler begrenzt. Der Pfeiler zur Richtstrecke im Norden weist eine Mächtigkeit von 6 m bis 7 m auf. Die Schwebenmächtigkeit zu den darüber liegenden Abbauen auf der 725-m-Sohle beträgt 14 m.



Die Kammer 4/750 war über 4 Zugänge begehbar. Der Kammerzugang von der „2. Südlichen Richtstrecke nach Osten“ ist mit einem Verschlussbauwerk versehen. Des Weiteren führte ein Durchhieb zur ELK 8/750 und 2 weitere Durchhiebe zur Kammer 3/750.

Der Abbau wurde in den Jahren 1918 bis 1919 erstellt. Zwischen 1967 und 1971 wurden im Rahmen der ersten Einlagerungsperiode 6.340 Gebinde eingelagert. Es wurden meist 4 Gebinde stehend übereinander gestapelt. Zwischen den einzelnen Fassreihen wurden zum Teil Durchgänge offen gelassen. Eine Zugabe von Salzgrus erfolgte nicht.

Die Kammer weist eine Geometrie von 51 m Länge, 16 m Breite und 9,5 m Höhe auf. Im Liegenden befindet sich eine 3 m mächtige Ausgleichsschicht aus Salzgrus. Die freie Höhe nach der Einlagerung wird mit 3 m abgeschätzt (vgl. /3/). Das Kammerleervolumen beträgt 6.100 m<sup>3</sup>, die Ausgleichsschicht im Liegenden hat ein Volumen von rd. 2.000 m<sup>3</sup>.

### ELK 5/750

Die Einlagerungskammer 5/750 grenzt im Westen an die teilversetzte und zugängliche Abbaukammer 3/750 und im Osten an die ELK 6/750. Die Pfeiler im Osten und im Westen weisen eine Mächtigkeit von ca. 20 m auf, der Pfeiler zur Richtstrecke im Norden eine Mächtigkeit von 5 m bis 6 m. Die Schwebenmächtigkeit im

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 32 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Hangenden ist 14 m mächtig. Der geringste Abstand zu den Deckgebirgsschichten beträgt 40 m.

Die Einlagerungskammer hatte insgesamt 7 Zugänge, von denen der Zugang im Firstniveau zur Kammer 3/750 noch bis Juni 2009 begehbar war. Zwei Durchhiebe führten von der ELK in die Kammer 3/750 sowie zwei Durchhiebe in die benachbarte ELK 6/750. Von der in den 80er Jahren versetzten „südlichen Richtstrecke nach Osten“ bestand ein Zugang, dieser ist mit einem Verschlussbauwerk versehen. Eine Wetterbohrung von der Kammer 3/750 mit einem Querschnitt von 500 mm wurde von der Kammer 3/750 aus verkippt.

Die Abbaukammer wurde in den Jahren 1918 bis 1919 erstellt. Zwischen 1972 und 1977 wurden 9.561 Gebinde einerseits unter Zugabe von Salzgrus verkippt, andererseits im oberen Bereich der Kammer liegend gestapelt. Auch im oberen Bereich wurde Salzgrus zugegeben. Für die Öffentlichkeitsarbeit der Schachtanlage wurde der nordwestliche Firstbereich der Kammer offen gehalten.



Die Einlagerungskammer hat eine mittlere Länge von 46 m, eine mittlere Breite von 35 m und eine mittlere Kammerhöhe von 9,5 m. Das Kammerleervolumen beträgt 11.500 m<sup>3</sup>, das eingebrachte Salzvolumen 4.000 m<sup>3</sup>.

#### ELK 6/750

Die Einlagerungskammer 6/750 befindet sich zwischen den ELK 5/750 und 7/750. Die Pfeilmächtigkeiten im Osten und Westen betragen ca. 20 m, im Norden zur Richtstrecke 4 m bis 6 m. Die Schwebelagerung zu den Abbauen auf der 725-m-Sohle hat eine Mächtigkeit von 14 m, der geringste Abstand zum Deckgebirge beträgt ca. 50 m.

Die Einlagerungskammer hatte insgesamt 10 Zugänge. Es bestand ein Zugang von der „südlichen Richtstrecke nach Osten“, der mit einem Verschlussbauwerk versehen ist. Dieser Zugang stand in Verbindung mit dem Durchhieb zur



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 33 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

ELK 5/750 im Sohlenniveau. Ein weiterer Durchhieb zur ELK 5/750 existierte im Firstniveau. Zwischen ELK 6/750 und ELK 7/750 gibt es 3 Durchhiebe. Des Weiteren wurden vor Einlagerungsbeginn 4 Bohrungen im Rahmen von Temperaturversuchen im Liegenden der ELK erstellt.



Der Abbau in der Kammer erfolgte 1919. Die Einlagerung mit radioaktiven Gebinden erfolgte von Juni 1978 bis Dezember 1978. Es wurden 7.611 Gebinde eingelagert. Im unteren Kammerbereich wurden die Gebinde verkippt, im oberen liegend gestapelt. Die Einlagerung erfolgte unter Zugabe von Salzgrus.

Die Kammergeometrie beträgt 49 m Länge, 39 m Breite und 9,5 m Höhe. Die Kammer hat ein Leervolumen von 12.700 m<sup>3</sup> und ein eingebrachtes Salzvolumen von 3.800 m<sup>3</sup>.

### ELK 7/750

Die ELK 7/750 befindet sich zwischen den ELK 6/750 und 11/750. Die Pfeiler im Osten und im Westen weisen eine Mächtigkeit von ca. 20 m auf. Der Pfeiler im Norden zur Richtstrecke hat eine Mächtigkeit von 2 m bis 4 m. Die Schweben im Hangenden ist 14 m mächtig. Der geringste Abstand zu den Deckgebirgsschichten beträgt 60 m.

Die Einlagerungskammer verfügte über 8 Zugänge. Es bestand ein Zugang von der „südlichen Richtstrecke nach Osten“, der mit einem Verschlussbauwerk versehen ist. Dieser Zugang steht in Verbindung mit Rollloch 4 zur 725-m-Sohle und dem Durchhieb zur ELK 6/750 im Sohlenniveau. Zur ELK 6/750 existierten zwei zusätzliche Durchhiebe. Ein weiterer verschlossener Zugang befindet sich in der nordöstlichen Ecke der Kammer. Er steht in Verbindung mit der versetzten südlichen Richtstrecke nach Osten, dem versetzten östlichen Querschlag und mit dem Rollloch 5 zur 725-m-Sohle. Zwischen der ELK 7/750 und dem Abbau 5/750 Na<sub>2</sub> befindet sich ca. 9 m über dem Niveau der 750-m-Sohle ein

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 34 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Querschlag, der mit einem Verschlussbauwerk versehen ist. Zwei Durchhiebe führen von der ELK 7/750 zur ELK 11/750.

Der Abbau 7/750 wurde 1919 bis 1920 erstellt. Von 1977 bis 1978 wurden 4.356 Gebinde eingelagert. Im unteren Kammerbereich wurden die Gebinde verkippt, im oberen liegend gestapelt. Die Einlagerung erfolgte unter Zugabe von Salzgrus.



Die Einlagerungskammer weist eine Kammergeometrie von 59 m Länge, 33 m Breite und 9,5 m Höhe. Die Kammer hat ein Leervolumen von 12.700 m<sup>3</sup> und ein eingebrachtes Salzvolumen von 4.700 m<sup>3</sup>.

#### ELK 11/750

Die Einlagerungskammer 11 auf der 750-m-Sohle grenzt im Westen, durch einen 20 m mächtigen Pfeiler getrennt, an die ELK 7/750. Im Osten befindet sich, durch einen Pfeiler von ca. 45 m getrennt, die ELK 12/750. Der Pfeiler im Norden zur Richtstrecke hat eine Mächtigkeit von 6 m. Die Schwebelage zur darüber liegenden 725-m-Sohle hat eine Mächtigkeit von 14 m. Der geringste Abstand zu den Deckgebirgsschichten beträgt 90 m.

Die Kammer verfügte über insgesamt 6 Zugänge. 2 Zugänge erfolgten von der nördlichen Richtstrecke, sie sind im Übergangsbereich zur ELK mit Salzgrus verfüllt. Ein weiterer Zugang geht unmittelbar in die versetzte „südliche Richtstrecke nach Osten“ über und ist mit einem Verschlussbauwerk versehen. 2 Durchhiebe bestanden zwischen der ELK 11/750 und der Kammer 7/750, ein weiterer zur ELK 12/750.

Die Kammer wurde 1921 erstellt und von 1973 bis 1977 mit insgesamt 9.399 Gebinden befüllt. Die Einlagerung der Gebinde erfolgte mit der Abkipptechnik ohne Zugabe von Salzgrus im unteren Bereich der Kammer. Im oberen Bereich wurden die Gebinde ebenfalls ohne Zugabe von Salzgrus liegend ge-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 35 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

stapelt. Die Bereiche sind durch eine Ausgleichsschicht voneinander getrennt. Nach der Einlagerung betrug die freie Höhe zur Firste maximal 1 m.

Die Einlagerungskammer hat eine mittlere Länge von 52 m, eine mittlere Breite von 25 m und eine mittlere Kammerhöhe von 9,5 m. Das Kammerleervolumen beträgt 10.900 m<sup>3</sup>, das eingebrachte Salzvolumen beträgt 1.000 m<sup>3</sup>.



### ELK 12/750

Die Einlagerungskammer 12/750 liegt zwischen der ELK 11/750 und der ELK 2/750. Sie wird im Westen durch einen rd. 45 m mächtigen Pfeiler und im Osten durch einen ca. 20 m mächtigen Pfeiler begrenzt. Nördlich der ELK befinden sich in einem minimalen Abstand vom 4 m Erkundungsstrecken im Carnallit, die jedoch keine direkte Verbindung zur ELK haben. Die Kammer 12/750 liegt außerhalb der gebirgsmechanisch stark beanspruchten Südflanke und ist nicht durch weitere Kammern über- oder unterbaut. Der geringste Abstand zu den Deckgebirgsschichten beträgt ca. 140 m.

Die Kammer 12/750 war über 3 Zugänge begehbar. Ein Zugang führte von der nördlichen Abbaubegleitstrecke zur ELK. Im Übergangsbereich zur ELK wurde ein Verschlussbauwerk installiert. Zwei Durchhiebe führten zur Kammer 2/750.

Der Abbau wurde 1922 erstellt. Zwischen 1973 und 1974 wurden 7.464 Gebinde eingelagert. Die Gebinde wurden liegend ohne Zugabe von Salzgrus gestapelt. Die freie Höhe nach der Einlagerung betrug ca. 2 m.

Die Kammer weist eine Geometrie von 36 m Länge, 32 m Breite und 9,5 m Höhe auf. Im Liegenden befindet sich eine 2,2 m mächtige Ausgleichsschicht aus Salzgrus. Das Kammerleervolumen beträgt 7.400 m<sup>3</sup>, die Ausgleichsschicht im Liegenden hat ein Volumen von rd. 2.000 m<sup>3</sup>.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 36 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



### ELK 2/750

Die Einlagerungskammer 2/750 wird im Westen durch einen ca. 20 m mächtigen Pfeiler von der ELK 12/750 und im Osten durch einen ca. 17 m mächtigen Pfeiler von der ELK 1/750 getrennt. Die Pfeilerstärke zu den nördlich liegenden Erkundungsstrecken im Carnallitit beträgt 9 m. Die Kammer 2/750 liegt ebenfalls außerhalb der gebirgsmechanisch stark beanspruchten Südflanke und ist nicht durch weitere Kammern über- oder unterbaut. Der geringste Abstand zu den Deckgebirgsschichten beträgt ca. 160 m.

Die Einlagerungskammer war über insgesamt 7 Zugänge begehbar. Ein Zugang bestand zur „2. nördlichen Richtstrecke nach Osten“. Dieser ist im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer mit Salzgrus versetzt. Ein weiterer mit Salzgrus versetzter Zugang befindet sich nordöstlich davon. Insgesamt gab es 4 Durchhiebe zu den benachbarten Einlagerungskammern, 2 zwischen ELK 12/750 und ELK 2/750 sowie 2 Durchhiebe zur ELK 1/750. Im südlichen Durchhieb zwischen ELK 2/750 und ELK 1/750 wurden LAW-Gebinde eingelagert. Südlich der Einlagerungskammer wurde eine Strecke in südöstliche Richtung aufgefahren. Sie endet als Streckenstumpf im Steinsalz und hat keine Verbindung zum restlichen Grubengebäude.

Die Kammer 2/750 wurde 1917 erstellt. Zwischen 1972 und 1973 wurden 7.450 Gebinde überwiegend liegend, zu einem geringen Teil auch stehend gestapelt eingelagert. Die Einlagerung erfolgte ohne Zugabe von Salzgrus. Die freie Höhe nach der Einlagerung betrug ca. 2 m.

Die Einlagerungskammer hat eine mittlere Länge von 23 m, eine mittlere Breite von 28 m und eine mittlere Kammerhöhe von 9,5 m. Das Kammerleervolumen beträgt 5.000 m<sup>3</sup>. Auf der Sohle wurde eine Ausgleichsschicht aus Salzhaufwerk in Höhe von ca. 2,2 m aufgeschüttet, das eingebrachte Salzvolumen beträgt 1.200 m<sup>3</sup>.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 37 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### ELK 1/750

Die Einlagerungskammer 1/750 ist die östlichste der Einlagerungskammern und ist im Westen durch einen 20 m mächtigen Pfeiler von der ELK 2/750 und im Norden durch einen 10 m bis 15 m breiten Pfeiler von der Abbaukammer 12 Ost im Kaliabbau getrennt. Die ELK 1/750 liegt ebenfalls außerhalb der gebirgsmechanisch stark beanspruchten Südflanke und ist nicht durch weitere Kammern über- oder unterbaut. Der geringste Abstand zu den Deckgebirgsschichten beträgt ca. 110 m.



Die Kammer war über insgesamt 5 Zugänge begehbar. 2 Durchhiebe bestanden zwischen der ELK 1/750 und der ELK 2/750, im südlichen Durchhieb wurden LAW-Gebinde eingelagert. Ein weiterer Durchhieb bestand zu dem Kaliabbau 12 Ost. Der Durchhieb steht in Verbindung mit einem Gesenk zur 700-m-Sohle. In nordöstlicher Richtung wurden 2 Erkundungsstrecken aufgeföhren, die ohne Anbindung an das restliche Grubengebäude als Streckenstumpf im Steinsalz enden.

Die Kammer wurde zwischen 1916 und 1918 erstellt. Von 1969 bis 1972 wurden 10.993 Gebinden liegend ohne Zugabe von Salzgrus eingelagert. Die freie Höhe nach der Einlagerung betrug ungefähr 2 m.

Die Einlagerungskammer hat eine mittlere Länge von 50 m, eine mittlere Breite von 20 m und eine mittlere Kammerhöhe von 9,5 m. Im nordöstlichen Bereich weist die Kammer eine Höhe von lediglich 3 m auf. Das Kammerleervolumen beträgt 6.200 m<sup>3</sup>. Auf der Sohle wurde eine Ausgleichsschicht aus Salzhaufwerk in Höhe von ca. 2,2 m aufgeschüttet, das eingebrachte Salzvolumen beträgt 1.800 m<sup>3</sup>.

### ELK 2/750 Na<sub>2</sub>

Die Einlagerungskammer 2/750 Na<sub>2</sub> befindet sich im Zentralteil der Schachtanlage Asse II, im westlichen Bereich des Na<sub>2</sub>-Abbaus der 750-m-Sohle. Sie wird



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 38 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

im Westen und im Osten durch ca. 15 m mächtige Pfeiler begrenzt. Der kürzeste Abstand zur nördlich gelegenen Sattelrichtstrecke nach Westen beträgt ca. 14 m. Südlich der Einlagerungskammer beträgt der Abstand zur 1. südlichen Richtstrecke nach Westen im Mittel ca. 30 m. Die Schwebenmächtigkeit zur darüberliegenden Einlagerungskammer 7/725 im Na<sub>2</sub> beträgt 6 m. Der geringste Abstand zu den Deckgebirgsschichten beträgt rd. 120 m.

Die Einlagerungskammer hatte insgesamt 9 Zugänge. Ein Zugang führte von der „1. Südlichen Richtstrecke nach Westen“ zur ELK. 2 Durchhiebe befanden sich zwischen der Einlagerungskammer 2/750 Na<sub>2</sub> und dem Abbau 3/750 Na<sub>2</sub>. Im Durchhieb auf Sohlenniveau befindet sich etwa in der Mitte ein Rolllloch zur 725-m-Sohle. Das Rolllloch teilt sich gabelförmig auf und endet im Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 7/725 und dem Abbau 6/725 im Na<sub>2</sub>. Des Weiteren besteht ein mit einem Verschlussbauwerk versehener Zugang von der Wendelstrecke in die Einlagerungskammer 2/750 Na<sub>2</sub>. 2 Durchhiebe bestanden zwischen der Einlagerungskammer 2/750 Na<sub>2</sub> und dem Abbau 1/750 Na<sub>2</sub>. Im Durchhieb im Sohlenniveau befindet sich etwa in der Mitte ein Rolllloch zur 725-m-Sohle. Das Rolllloch teilt sich gabelförmig auf und endet im Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 7/725 und dem Abbau 8/725 Na<sub>2</sub>. 3 mit Salzgrus versetzte Rolllöcher existieren in der Schweben zwischen der Einlagerungskammer 2/750 Na<sub>2</sub> und dem Abbau 2/775 Na<sub>2</sub>.

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde in den Jahren 1927 bis 1928 und 1931 erstellt. Von 1976 bis 1978 wurden 36.900 Gebinde mit Abkipptechnik unter Zugabe von Salzhaufwerk eingelagert.

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 82 m, in der Breite von 23 m und in der Höhe von 17 m auf. Das Leervolumen der Einlagerungskammer entspricht 21.900 m<sup>3</sup>, der Salzgrus hat ein Volumen von 6.300 m<sup>3</sup>.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 39 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



### ELK 7/725 Na<sub>2</sub>

Die Einlagerungskammer befindet sich auf der 725-m-Sohle oberhalb der ELK 2/750 Na<sub>2</sub>. Sie wird im Westen und im Osten durch 13 bis 15 m breite Pfeiler begrenzt. Die Pfeilerstärke zur nördlich gelegenen Wendelstrecke beträgt im Mittel 22 m. Südlich der Einlagerungskammer beträgt der Abstand zu den Abbauen in der Südflanke ca. 60 m. Der nächste Grubenbau oberhalb der Einlagerungskammer ist die Wendelstrecke zwischen der 532-m- und der 553-m-Sohle, so dass dazwischen 166 m Salz anstehen. Der Abstand bis zu den Deckgebirgsschichten wird mit rd. 120 m abgeschätzt.

Die Einlagerungskammer hatte insgesamt 7 Zugänge. Für die Öffentlichkeitsarbeit der Schachtanlage wurde die ELK 7/725 Na<sub>2</sub> offen gehalten und ist über eine Zufahrt von der Wendelstrecke erreichbar. Ebenfalls unverschlossen ist eine Wetterbohrung (Ø 500 mm), die von der Wendelstrecke in die Einlagerungskammer führt. Des Weiteren gibt es einen von der Wendelstrecke abgehenden mit Salzhaufwerk versetzten Querschlag. In den benachbarten Abbau 8/725 Na<sub>2</sub> führten 2 Durchhiebe. Im Durchhieb im Sohlenniveau bzw. im Übergang zum Abbau 8/725 befinden sich zwei Rolllöcher zur 750-m-Sohle. Die Rolllöcher laufen zusammen und enden nördlich des Durchhiebes zwischen der ELK 2/750 Na<sub>2</sub> und dem Abbau 1/750 Na<sub>2</sub>. Über weitere zwei Durchhiebe war die Nachbarkammer 6/725 Na<sub>2</sub> erreichbar. Im Durchhieb im Sohlenniveau befinden sich ebenfalls zwei Rolllöcher zur 750-m-Sohle. Die Rolllöcher laufen zusammen und enden im Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 2/750 Na<sub>2</sub> und dem Abbau 3/750 Na<sub>2</sub>.

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde zwischen 1932 und 1936 erstellt. Von 1975 bis 1977 wurden 8.530 Gebinde mit Hilfe der Abkipptechnik unter Zugabe von Salzhaufwerk eingelagert.

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 84 m, in der Breite von 20 m und in der Höhe von 17 m auf. Das Leervolumen der ELK beträgt rd. 14.000 m<sup>3</sup>, das Salzvolumen beträgt ca. 10.300 m<sup>3</sup>.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 40 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 2.5 Gebirgsmechanische Situation



### 2.5.1 Grundlagen

Gegenstand der gebirgsmechanischen Analyse im Rahmen dieser Studie ist ausschließlich die temporäre Standsicherheit der Einlagerungskammern und der benötigten Zugänge für den Zeitraum der Rückholung. Sie beschränkt sich somit auf einen begrenzten Zeitraum und auf einen lokal begrenzten Bereich der Schachtanlage Asse II.

Die in diesem Kapitel zusammengestellten Daten der heutigen gebirgsmechanischen Situation des Abbaufeldes an der Südflanke auf der Schachtanlage Asse II werden in Kapitel 3.5 interpretiert und bewertet.

Die beiden Längenmaße des steilstehenden Baufeldes, das aus südlicher Richtung betrachtet, von den übereinanderliegenden Kammern auf 13 Sohlen aufgespannt werden, betragen ca. 275 m in vertikaler Ausdehnung und etwa 650 m in streichender Richtung von Ost nach West. Die Baufeldfläche erreicht somit eine Größe von etwa 180.000 m<sup>2</sup>. Die vertikale Belastung der Südflanke kann aufgrund der geringen Ausdehnung in Nord-Süd-Richtung von meist nur einfacher Kammerbreite (~40 m) gut über die anstehenden Gebirgsteile aufgenommen werden und spielt daher in der großräumigen gebirgsmechanischen Betrachtung eine untergeordnete Rolle. Vielmehr zeigt sich aufgrund der großen steilstehenden Fläche (180.000 m<sup>2</sup>) des Abbaufeldes in der Südflanke in Kombination mit dem geringen Abstand der Abbaukammern zum südlich anstehenden Deckgebirge (siehe Abb. 2.5-1) die horizontale Druck- bzw. Bewegungsrichtung von Süd nach Nord als gebirgsmechanisch maßgebende Komponente für die Bewertung der Standsicherheit der Kammern. Die Übertragung der Horizontalspannungen, die im Gebirgskörper auftreten, erfolgt in diesem Bereich über die Pfeiler und Schweben zwischen den einzelnen Abbaukammern. Die Pfeiler- und Schwebenmächtigkeiten wurden bereits in Kapitel 2.3.3 beschrieben.

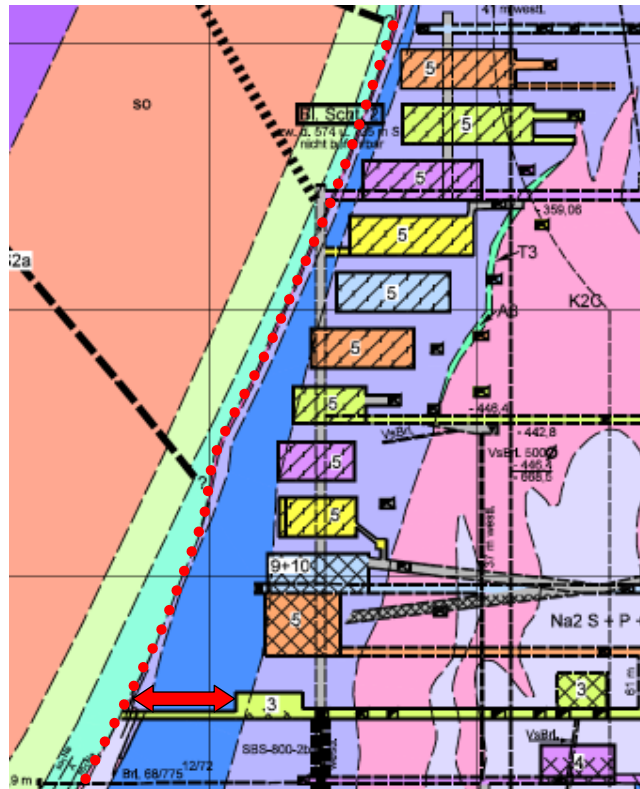


 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 41 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Durchbrüche in den Schweben sind im oberen Bereich der Schachtanlage Asse II dokumentiert. Der tiefstgelegene festgestellte Schwebendurchbruch liegt zwischen der 658-m-Sohle und der 674-m-Sohle. Aus dem Bereich der darunter liegenden Sohlen sind keine Schwebendurchbrüche bekannt.



Die mit der Abbautätigkeit verbundene Hohlraumerstellung führt in Verbindung mit dem hohen Durchbaugrad der Lagerstätte, trotz durchgeführter Versatzmaßnahmen, zu Bewegungen im Grubengebäude. Die Bewegungen im Bereich des Baufeldes an der Südflanke treten nicht gleichförmig auf. Bedingt durch die vertikal leicht versetzte Anordnung der Kammern übereinander und die geringe verbliebene Salzgesteinsmächtigkeit (siehe Abb. 2.5-1) zwischen den Abbaukammern und dem südlich angrenzenden, wasserführenden Deckgebirge kommt es zu Deformationen der Pfeiler und Schweben vorwiegend aus südlicher Richtung.

Die Mächtigkeit des Salzgesteins zwischen den Abbaukammern der Südflanke und dem Deckgebirge ist im Bereich zwischen der 490-m-Sohle und 616-m-Sohle am geringsten und nimmt mit steigender Teufe zu (siehe rote Punktlinie in Abb. 2.5-1).



**Abb. 2.5-1 Abstand der Abbaukammern zum Deckgebirge, Vertikal-schnitt**

Als Grundlage für eine Bewertung der temporären Standsicherheit der Einlagekammern und ihrer Zugangsgrubenbaue im Rahmen einer Rückholung der LAW stehen neben der Auswertung der Unterlagen und der untertägigen Begutachtung vor allem die Analyse der erfassten Messdaten und die Bewertung bereits durchgeführter Berechnungen zur Verfügung. In den folgenden Unterkapiteln werden für eine Bewertung relevante Daten aus der bestehenden Literatur in kurzer Form zusammengestellt. Für einen vollständigen Einblick in die einzelnen Themenbereiche sei auf die zugrunde liegende Literatur /2/, /4/, /5/, /8/, /9/, /11/, /12/, /13/, /14/ und /20/ verwiesen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 43 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 2.5.2 Messungen und Beobachtungen

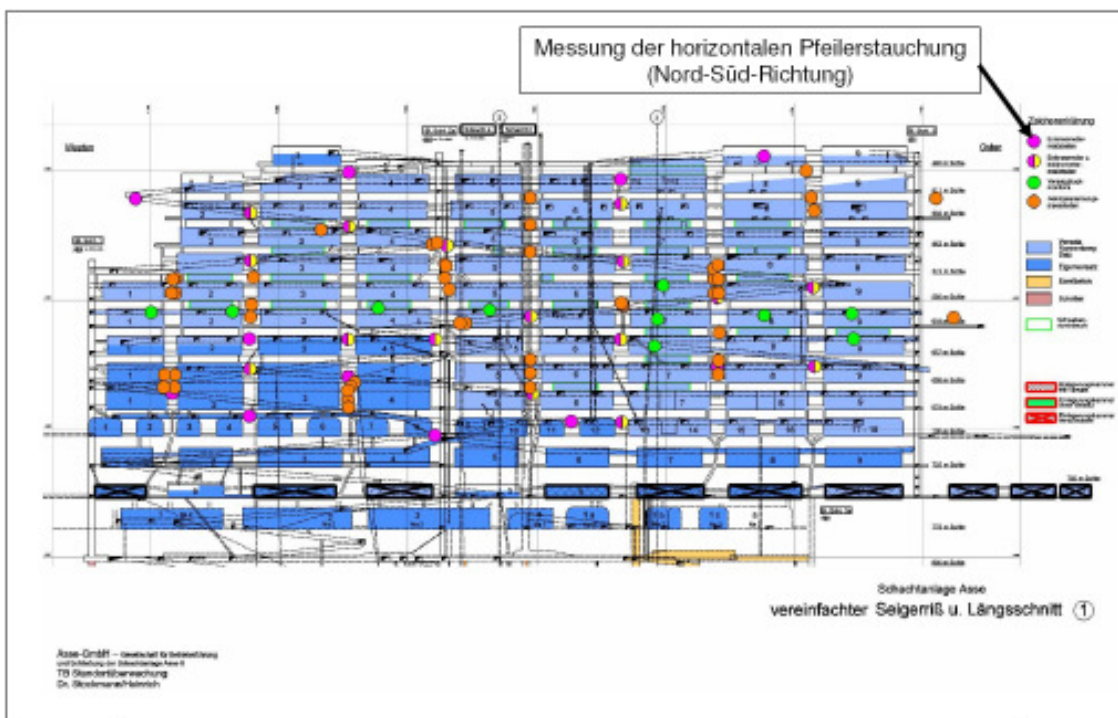
Die Auswertung der messtechnischen Überwachung und Beobachtung des Grubengebäudes in den vergangenen Jahrzehnten bildet die zentrale Grundlage für eine Prognose des zukünftigen Gebirgsverhaltens in den Einlagerungskammern.

Im Laufe des Betriebes der Schachtanlage Asse II wurden verschiedene Überwachungssysteme installiert und begleitende Messungen durchgeführt. Für den Zeitraum der Salzgewinnung liegen allerdings nur sehr wenige Informationen über Spannungen oder Verformungen im Grubengebäude vor. Auch aus dem Einlagerungszeitraum sind nur wenige Informationen verfügbar. Eine systematische Erfassung und Aufzeichnung der Kammergeometrien zum Zeitpunkt des Einlagerungsbeginns beispielsweise steht nicht zur Verfügung. Zuverlässige Daten zum Verformungsverhalten oder der Spannungssituation im Gebirge wurden erst mit dem Beginn der kontinuierlichen Überwachung 1981 bereitgestellt.

Zur Einschätzung der gebirgsmechanischen Situation wurden im Rahmen dieser Studie folgende Aspekte/Untersuchungsbereiche analysiert und anschließend unter Kapitel 3.5 bewertet:


- Pfeilerstauchungsraten,
- Spannungsmessungen,
- Versatzdruck,
- Mikroseismische Ereignisse,
- Lösungszutritte,
- Verformungsverhalten.

Neben den Extensometer- und Inklinometermessungen in Pfeilern wurden lokale Spannungsmessungen und Versatzdruckmessungen durchgeführt. Eine Übersicht über die Messstellen im Abbaufeld der Südflanke gibt Abb. 2.5-2.



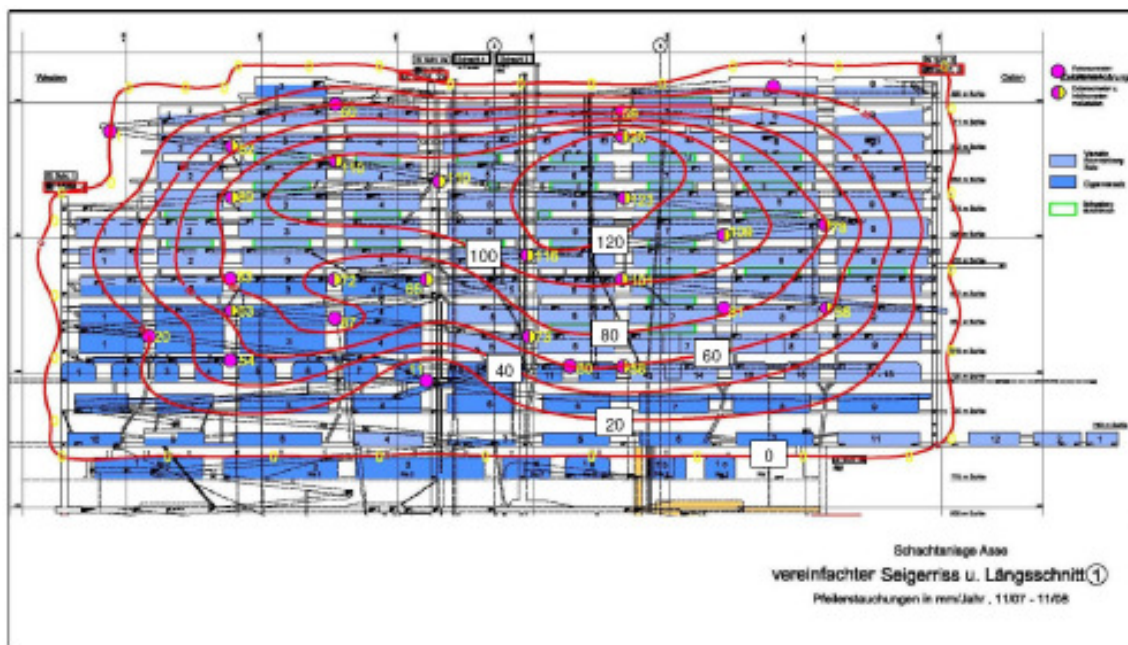
**Abb. 2.5-2** Positionen der Messstellen im Abbaufeld der Südflanke (Anlage 1 aus /9/)

Zudem erfolgen Aufzeichnungen der mikroseismischen Ereignisse im Umfeld des Grubengebäudes, sowie eine Registrierung der Lösungszutritte aus dem Deckgebirge.

	Schachtanlage Asse II		
		Seite 45 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### Pfeilerstauchungsraten

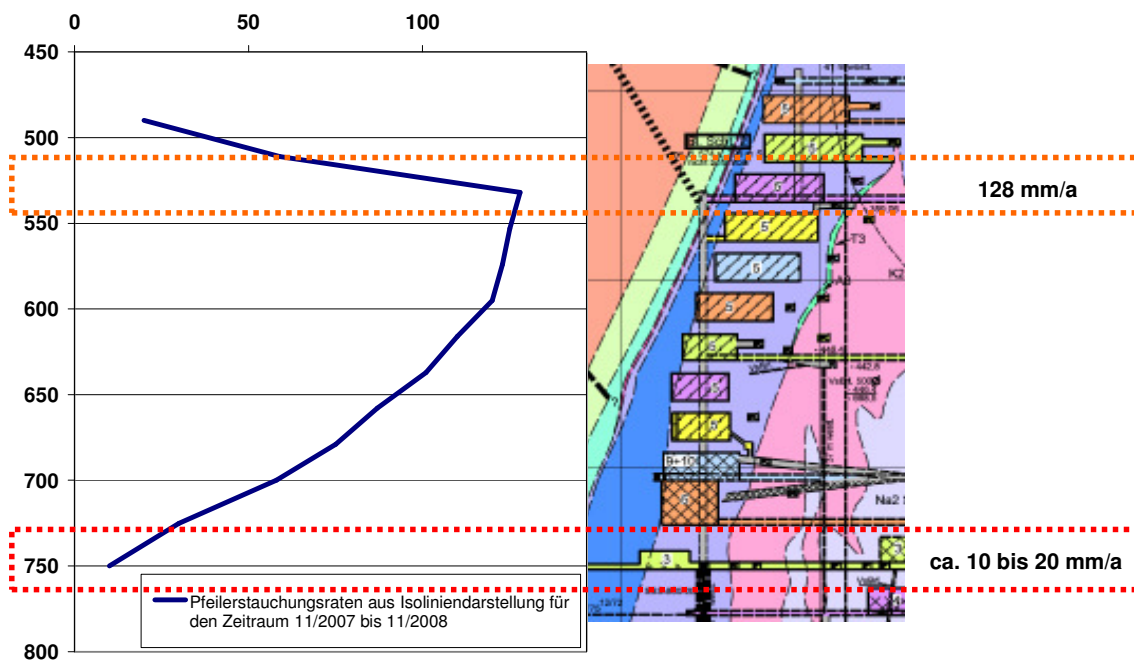
Über in Bohrungen installierten Messeinrichtungen durch die Pfeiler von Norden nach Süden können die relativen Bewegungen der nördlichen und südlichen Pfeilerübergänge zueinander aufgezeichnet werden. Die auf den Zeitraum von einem Jahr bezogenen Pfeilerstauchungen werden so als Pfeilerstauchungsraten dargestellt (Abb. 2.5-3).



**Abb. 2.5-3 Messpunkte und Isoliniendarstellung der Pfeilerstauchungsraten im Zeitraum 11/2007 bis 11/2008 (Anlage 6 aus /9/)**

In Bezug auf die örtliche Lage werden die höchsten Stauchungsraten im Grubengebäude mit einem Maximalwert von über 120 mm/a im Bereich zwischen der 532-m-Sohle und der 574-m-Sohle erreicht (aktuelle Messwerte: 11/2007 bis 11/2008). Das Deformationsmaximum liegt somit im oberen Drittel des Ab-

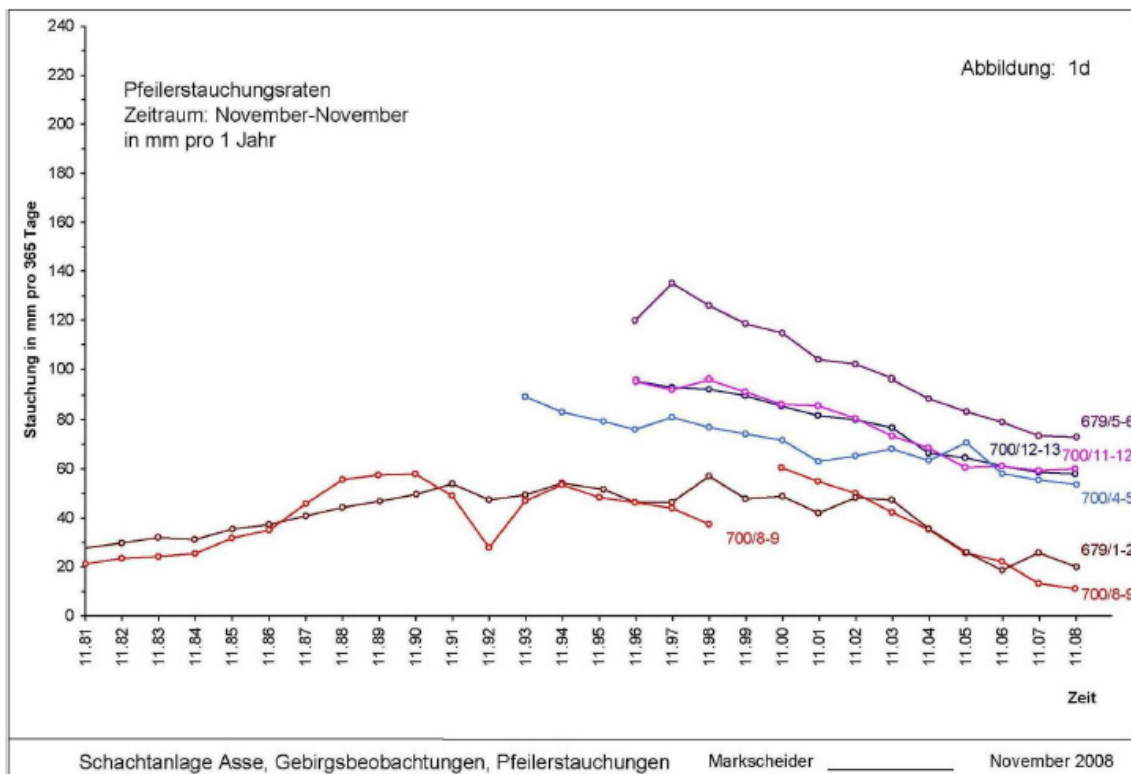
baufeldes der Südflanke. Messeinrichtungen zur Erfassung der Pfeilerstauungen wurden allerdings nur bis zur 700-m-Sohle installiert. Im Bereich der 725-m-Sohle und der 750-m-Sohle liegen keine Stauchungsmessungen vor. Die Messwerte der 700-m-Sohle liegen bei ca. 50 % des Maximalwertes. In Abb. 2.5-4 wurde aus den Stauchungsraten der Isoliniendarstellung von Abb. 2.5-3 ein Vertikalschnitt erzeugt, der die Größenordnung der vorwiegend aus südlicher Richtung auftretenden Verformungen verdeutlicht. Zur Übersicht wurde ein geologischer Vertikalschnitt im rechten Teil des Bildes eingefügt, der die Zuordnung der Verformungen zu den unterschiedlichen Sohlen des Abbaufeldes der Südflanke ermöglicht.





**Abb. 2.5-4 Vertikalschnitt als Isoliniendarstellung der Pfeilerstauchungsraten im Zeitraum 11/2007 bis 11/2008 (Datenbasis Anlage 6 aus /9/)**

Der Verlauf der gemessenen Pfeilerstauchungsraten wurde für den Bereich der 750-m-Sohle interpoliert (/9/). Dies führt zu einer gebirgsmechanisch erklärba- ren Verringerung der Pfeilerstauchungsraten zum unteren Baufeldrand.

Die tiefstgelegenen Messhorizonte der Pfeilerstauchungsraten in der 679-m-Sohle und 700-m-Sohle in Abb. 2.5-5 zeigen seit etwa 1998 eine konti- nuierliche Verringerung der jährlichen Pfeilerstauchung (degressive Tendenz).



**Abb. 2.5-5 Pfeilerstauchungsraten der Messhorizonte auf der 679-m-Sohle und 700-m-Sohle von 1981 bis 2008 (Anlage 5 aus /9/)**

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 48 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Auch wenn die Pfeilerstauchungsraten im unteren Bereich des Baufeldes an der Südflanke deutlich geringer sind, sind die Pfeiler und Schweben bereits sehr hohen Belastungen ausgesetzt. Dies zeigt sich beispielsweise in der Sammelstrecke auf der 725-m-Sohle. Dort wurden bei der Streckenauffahrung zwischen 03/2003 und 03/2006 Pfeiler zwischen bereits verfüllten Abbaukammern durchhörtert, die deutliche vertikale, offene Risse in Nord-Süd-Richtung (querschlägig) aufweisen (Abb. 2.5-6).



**Abb. 2.5-6 Querschlägige (Nord-Süd) Risse im Pfeiler zwischen den Abbauen 3 und 4 auf der 725-m-Sohle (Bild 16 aus /12/)**

Dies zeigt einerseits eine hohe Beanspruchung der Pfeiler, andererseits wurden die Strecken durch diese Pfeiler aber auch sicher beherrscht.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 49 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Auch auf den Sohlen mit sehr hohen Pfeilerstauchungsraten werden im aktuellen Bergwerksbetrieb Grubenräume wie Strecken und Lager- bzw. Abstellflächen über lange Zeiträume offen gehalten.

### Spannungsmessungen

Neben den Extenso- und Inklinometermessungen wurden in verschiedenen Bereichen des Baufeldes der Südflanke Gebirgsspannungsmessungen durchgeführt. Die Messstellen sind in Abb. 2.5-2 als orangefarbene Punkte dargestellt. Die Spannungsmonitorstationen bestehen aus in den Bohrlöchern installierten Druckgebern, die etwa auf Höhe der Schweben mittig im Pfeiler platziert sind. Zusätzlich zu den in Abb. 2.5-2 dargestellten Messpunkten auf den höher gelegenen Sohlen wurden im Rahmen von Standorterkundungen in den letzten Jahren Spannungsmessungen im Bereich der 750-m-Sohle durchgeführt. Hier wurden vor allem im Umfeld der Einlagerungskammer 4/750 verschiedene Untersuchungen durchgeführt. Kontinuierliche Langzeitbeobachtungen liegen jedoch nur oberhalb der 700-m-Sohle vor.

Im Gegensatz zu den meisten Spannungsmessungen in den Tragelementen der höher liegenden Sohlen weisen die Messungen in den Schweben über Kammer 3/750 und über der Einlagerungskammer 4/750, sowie dem Pfeiler zwischen diesen beiden Kammern noch hohe minimale Hauptspannungen auf. Die minimale Hauptspannung wird in der Bewertung der Gutachter der Asse GmbH als Indikator für den Zustand der Tragelemente gesehen. Liegen die minimalen Hauptspannungen im Zugbereich, so ist von einer zunehmenden Schädigung in Form von Rissen auszugehen. Kann als minimale Hauptspannung noch ein Druckwert ausgewiesen werden, so ist das Tragelement noch weitestgehend als intakt einzustufen.

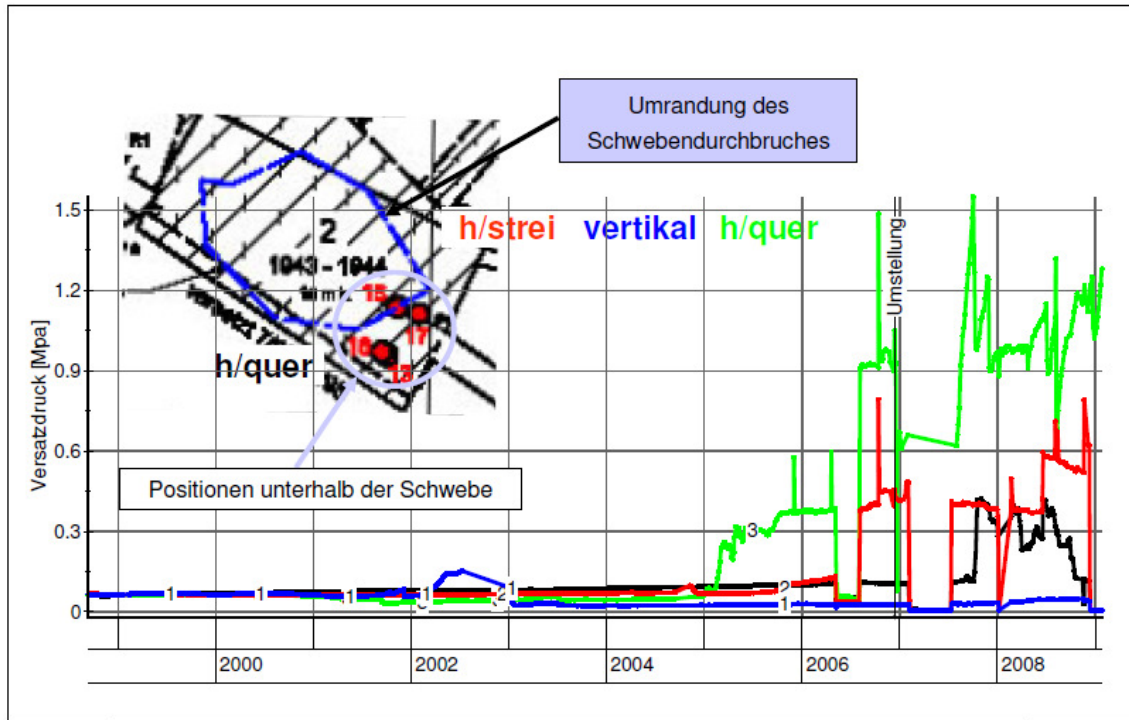
Die visuelle Begutachtung der Bohrungen, die im Rahmen der Standorterkundungen rund um die Einlagerungskammer 4/750 erstellt wurden, zeigen zwar in einigen Bereichen Auflockerungszonen und Rissstrukturen, die meisten Boh-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 50 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

rungen sind jedoch glatt und trocken. Auch die Begutachtung des Durchgangs zwischen Kammer 3/750 und der Einlagerungskammer 5/750 im Rahmen einer Grubenfahrt im April 2009 lies keine ausgeprägten Bruchstrukturen an der Pfeileroberfläche erkennen. Dies bestätigt den Eindruck der Spannungsmessungen und deutet ebenfalls auf derzeit noch weitestgehend intakte Tragelemente im Umfeld der Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle hin.

#### Versatzdruck


Die Abbaukammern der Südflanke wurden im Zuge der Steinsalzgewinnung nicht planmäßig versetzt. Zur Stabilisierung des Gesamtsystems und Reduzierung der fortschreitenden Bewegungen wurde daher auf der Schachtanlage Asse II eine bis ins Jahr 2004 andauernde nachträgliche Verfüllung der Kammerhohlräume durchgeführt. Das Einbringen des Versatzes erfolgte in den meisten Kammern durch pneumatisches Einblasen von Salzgrus (siehe Abb. **2.5-11**). Zur Kontrolle der Versatzwirkung wurden in einigen zwischen 1997 und 1999 versetzten Kammern im Umfeld der 616-m-Sohle richtungsorientierte Druckgeber mit in den Versatz eingebaut. Die Aufzeichnungen in Abb. **2.5-7** zeigen für den 1998 versetzten Abbau 2 auf der 616-m-Sohle bis 2005 keinerlei Reaktionen der Druckgeber. Seit 2005/2006 registrieren die in unterschiedliche Richtungen ausgerichteten Druckgeber jedoch einen deutlichen Spannungsaufbau im Versatz. Ähnliche Resultate liefern die Aufzeichnungen aus den anderen Kammern, die mit Druckgebern ausgestattet wurden.



**Abb. 2.5-7 Versatzdruckentwicklung im Abbau 2 der 616-m-Sohle (Anlage 11 aus /9/)**

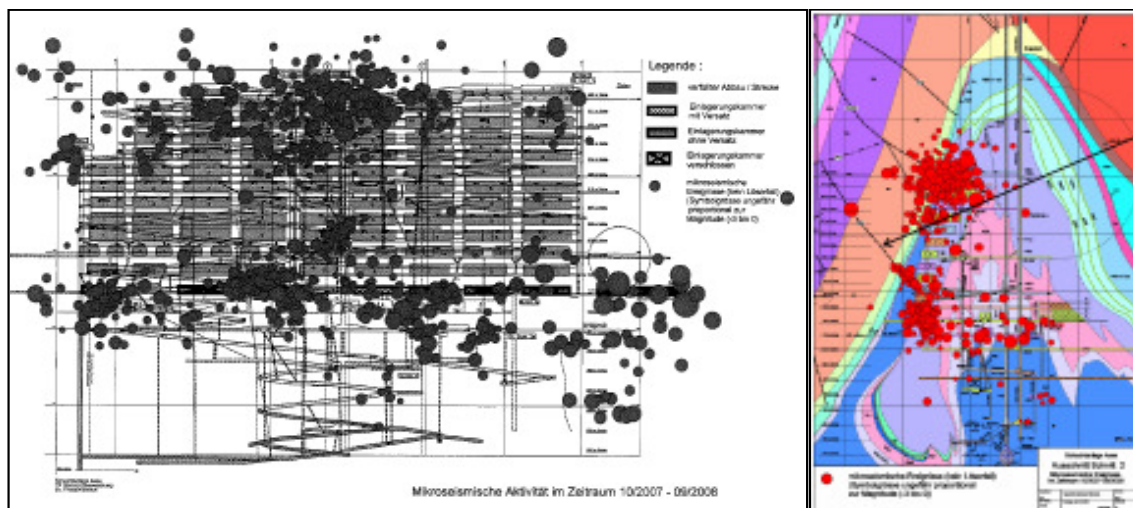
Der Versatz wirkt stützend auf die Pfeiler und Wände der Abbaukammern und behindert somit ein Fortschreiten der Entfestigung in den Tragelementen. Durch das lockere Einbringen des Salzgruses tritt eine messbare Stützwirkung allerdings erst nach mehreren Jahren ein. In vertikaler Richtung, d.h. stützend für die Schweben zwischen den Abbaukammern, zeigen fast alle Druckgeber bis Anfang 2009 noch keinen Spannungsaufbau an. In querschlägiger Richtung (Nord-Süd), also in der Richtung, in der die Verformungen am stärksten sind, wird inzwischen ein deutlicher Druckanstieg auf teilweise über 1 MPa ausgewiesen.

Zur Verbesserung des Kraftschlusses werden die verbliebenen Firstspalten der Kammern im Abbaufeld der Südflanke mit Baustoff verfüllt.



	Schachtanlage Asse II		
		Seite 52 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### Mikroseismische Ereignisse

Eine systematische Dokumentation und Lokalisation der mikroseismischen Ereignisse im Umfeld der Schachtanlage Asse II wird bereits seit mehreren Jahren durchgeführt. Mikroseismische Ereignisse gelten als Indikator für lokale Bruch- oder Bewegungsprozesse im Gebirge. Im Umfeld des Abbaufeldes an der Südflanke der Schachtanlage Asse II werden vor allem am oberen und unteren Baufeldrand sowie auf den Störungsflächen im anstehenden Deckgebirge verstärkte Anhäufungen von mikroseismischen Ereignissen registriert. Bis 2008 wurden zudem verstärkt Ereignisse im Umfeld der Einlagerungskammern 6/750 und 7/750 registriert. Diese werden auf die dort eingelagerten VBA und damit in Zusammenhang stehende Bruchvorgänge der Betonummantelung zurückgeführt. Seit 2008 zeigen sich vermehrt Ereignisse im Firstbereich der Einlagerungskammer 4/750 (Bild 2.4-9).



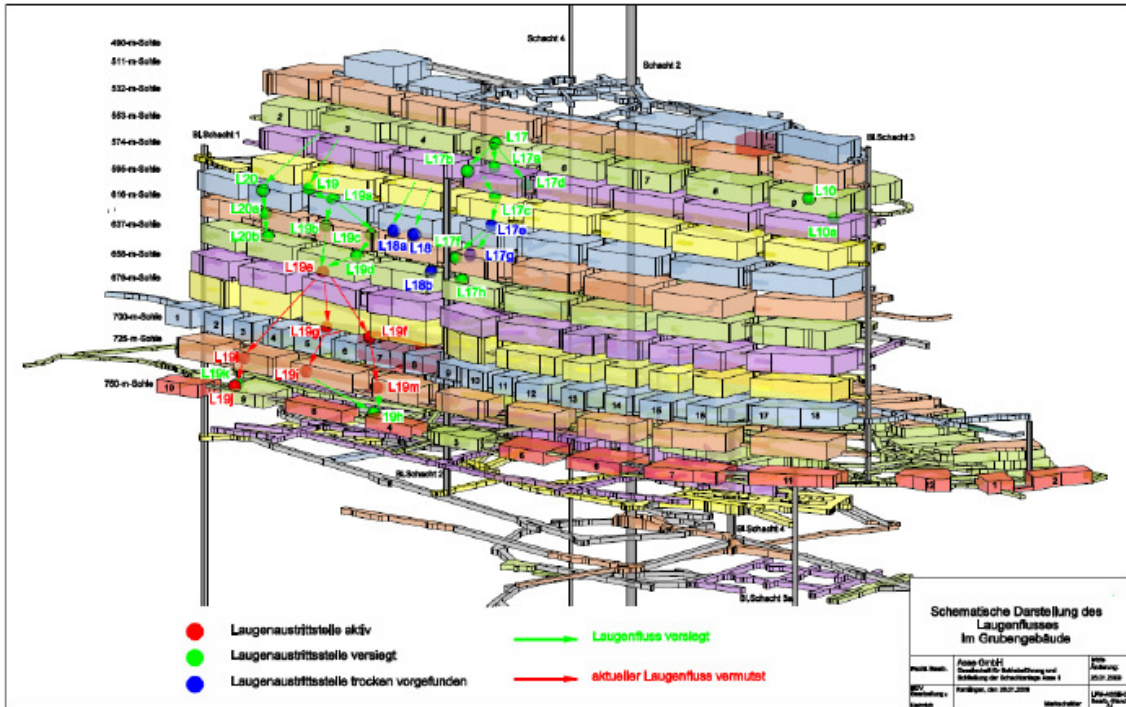
**Abb. 2.5-8** Beispielhafte Darstellungen der mikroseismischen Ereignisse als Punktwolken (aus /9/ bzw. /11/)

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 53 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### Lösungszutritte

Salzlösungs- und Gaszutritte im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II wurden seit dem Abteufen des Schachtes bis zum heutigen Tage immer wieder beschrieben und dokumentiert. Ausführlich sind alle vorliegenden Erkenntnisse über die Salzlösungs- und Gaszutritte in /13/ aufgeführt.



Lösungszutritte in Salzgestein führen zu unterschiedlichen Schädigungsprozessen. Eine unmittelbare Schädigung tritt durch Zutritt nicht gesättigter Wässer ein, das Salzmineral wird unmittelbar aufgelöst. Dieser Effekt ist für die Schachtanlage Asse II von untergeordneter Bedeutung, da weitestgehend gesättigte Lösungen zutreten. Weiterhin tritt eine Verringerung der Festigkeit infolge Durchfeuchtung ein. Die Festigkeitsverringerng entsteht sowohl durch ein verändertes Kriechverhalten als auch durch veränderte Bewegungseigenschaften auf Trennflächen.



**Abb. 2.5-9 Zutrittsstellen von Salzlösungen an der Südflanke der Schachtanlage Asse II und vermutliche Fließwege innerhalb des Grubengebäudes (Abbildung B.1 aus /13/)**

Die NaCl-gesättigte Lösung aus den Zutrittsstellen aus dem südlichen Deckgebirge in den höher gelegenen Sohlen haben sich Wegsamkeiten innerhalb des Grubengebäudes an der Südflanke geschaffen und erreichen so bereits die 750-m-Sohle (s. Abb. 2.5-9). Geringe Mengen von Lösungen werden derzeit im Umfeld der Einlagerungskammern 4/750, 8/750 und 10/750 gefasst. Soweit möglich werden die Lösungen vor Erreichen der 750-m-Sohle aufgefangen. Der Großteil der zutretenden Lösungen wird auf der 658-m-Sohle gefasst (vgl. Kapitel 2.2).

Der aus der offen gehaltenen Kammer 3 auf der 750-m-Sohle nach Süden zum Deckgebirge hin vorgetriebene Erkundungsstollen ist komplett trocken. Die im

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 55 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Rahmen unterschiedlicher Messungen und Erkundungen durchgeführten Bohrungen im Bereich der 750-m-Sohle sind ebenfalls weitestgehend trocken.

Vereinzelt, wie beispielsweise in Bohrung SB-750-6.1, die vom westlichen Stoß des Abbaus 3/750 zur Erkundung nach unten einfallend in den Pfeiler zur Einlagerungskammer 4/750 abgeteuft wurde, werden allerdings auch Feuchtstellen oder kleine Lösungsansammlungen angetroffen.

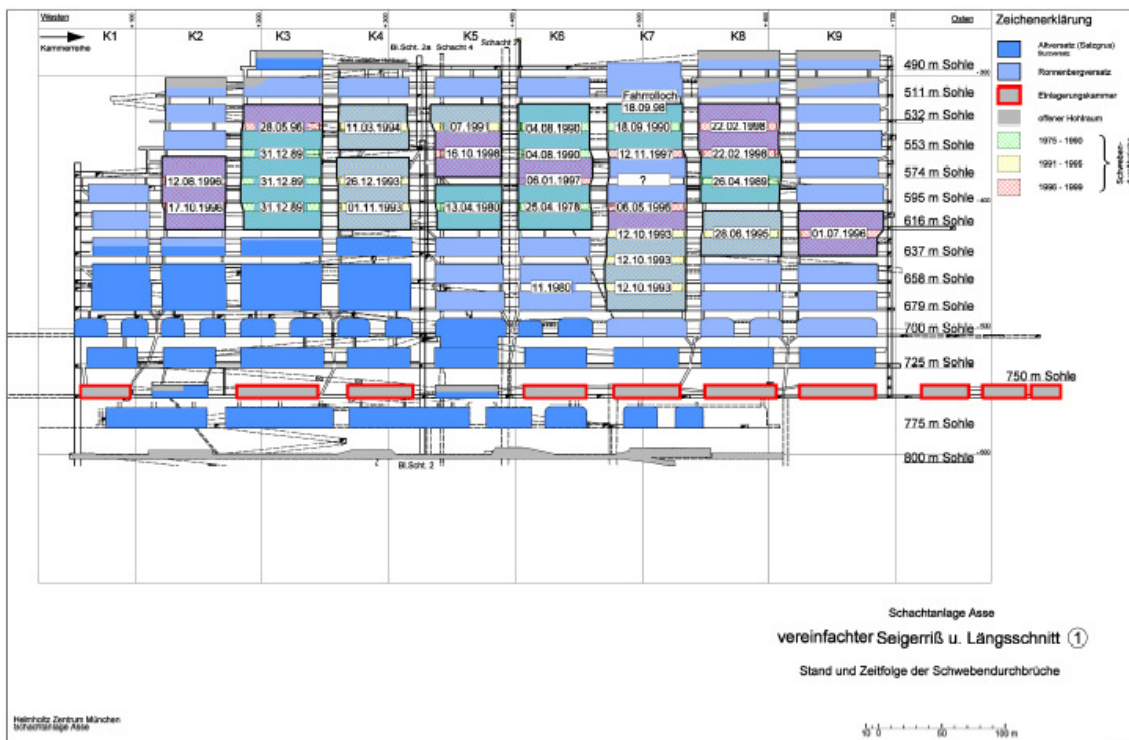
Die vor Kammer 12/750 gesammelte kontaminierte Lösung wird Restlösungsmengen aus dem Versatz des Carnallitbaufeldes zugeordnet. Aufgrund der räumlichen Lage ist eine zumindest teilweise Durchfeuchtung der Einlagerungskammern 1/750, 2/750 und 12/750 anzunehmen.

### Verformungsverhalten

Für eine sicherheitsorientierte Bewertung der Beherrschbarkeit von Hohlräumen unter Tage ist die Kenntnis des zeitlichen Verformungsverhaltens des Gebirgskörpers von hoher Bedeutung. Tragelemente mit hoher Festigkeit und geringer Verformbarkeit, die bei Erreichen ihrer Tragfähigkeitsgrenzen zu einem schlagartigen Versagen neigen, sind nach solchen Sicherheitsaspekten kritisch zu bewerten. Der Versagenszeitpunkt ist in solchen Fällen nur schwer vorhersehbar.

Die Beprobung der anstehenden Salzgesteine durch das IfG /5/ und die Verformungsbeobachtungen im Betrieb (Beschreibungen langjähriger Mitarbeiter) weisen im Falle der Schachtanlage Asse II jedoch nicht auf schlagartige Versagensszenarien hin. Das anstehende Salzgestein ist relativ homogen und verformt sich bei Belastung kontinuierlich (Kriecheigenschaften des Salzgesteines). In der Folge zunehmender Verformungen kommt es zu Rissbildungen und Abschalungen bzw. Löserbildung. Als Folge der Abschalungen und Löserbildungen kann es schließlich auch zum Versagen ganzer Tragelemente (z.B. Schweben) kommen. Diese Vorgänge laufen jedoch über einen langen Zeit-



raum von Monaten oder gar Jahren ab. In zugänglichen Bereichen, wie beispielsweise in der Kammer 7/725, konnte dieser fortschreitende Prozess beobachtet werden. Die dort entstandenen Löser an der Kammerfirste entwickelten sich über einen längeren Zeitraum und waren bereits durch Inaugenscheinnahme frühzeitig vor dem Herabfallen erkennbar.



**Abb. 2.5-10 Vereinfachter Seigerriss mit Stand und Zeitfolge der Schwebendurchbrüche (Anlage 4 aus /8/)**

Im Abbaufeld der Südflanke wurden bisher zahlreiche Schwebendurchbrüche registriert (siehe Abb. 2.5-10). Die ab der 700-m-Sohle bis zur 490-m-Sohle nur 6 m mächtigen Schweben (vgl. Kapitel 2.3.3) hielten den Belastungen und Verformungen teilweise nicht mehr stand. Die Schweben brechen scheibenweise



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 57 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



von der Kammermitte aus, wobei der Schwebenrand in Pfeilernähe erhalten bleibt und nach Untersuchungen das IfG /5/ auch in diesem Zustand noch deutlich stabilisierend für das Tragsystem wirkt. Teilweise sind mehr als zwei Drittel der ursprünglichen Schwebe noch als sogenannter Schwebenring vorhanden.

In Abb. 2.5-11 ist eine durchgebrochene Schwebe und der noch anstehende Teil des Schwebenringes zu erkennen. Im angeschnittenen Teil der Schwebe zeigen sich deutlich ausgeprägte Trennflächen. Dies wird durch die Beschreibung der im Betrieb beschäftigten Mitarbeiter, dass Schwebendurchbrüche scheibenweise und über einen längeren Zeitraum ablaufen, bestätigt.



**Abb. 2.5-11 Ansicht des restlichen Schwebenringes einer verbrochenen Schwebe (Anlage 38 aus /9/)**

Schlagartige, nicht vorherzusehende Versagensszenarien in genutzten und überwachten Bereichen des Bergwerkes sind auf der Schachtanlage Asse II nicht bekannt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 58 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Abschließend zur Darstellung der Messungen und Beobachtungen ist festzuhalten, dass trotz hoher Beanspruchungen und Verformungen auch im aktuellen Betrieb Grubenräume mit großen freien Spannweiten im Bereich des Abbaufeldes der Südflanke offen gehalten und beherrscht werden. So beispielsweise die Kammern 4/490 und die Kammer 3/750.

### 2.5.3 Vorhandene Berechnungen

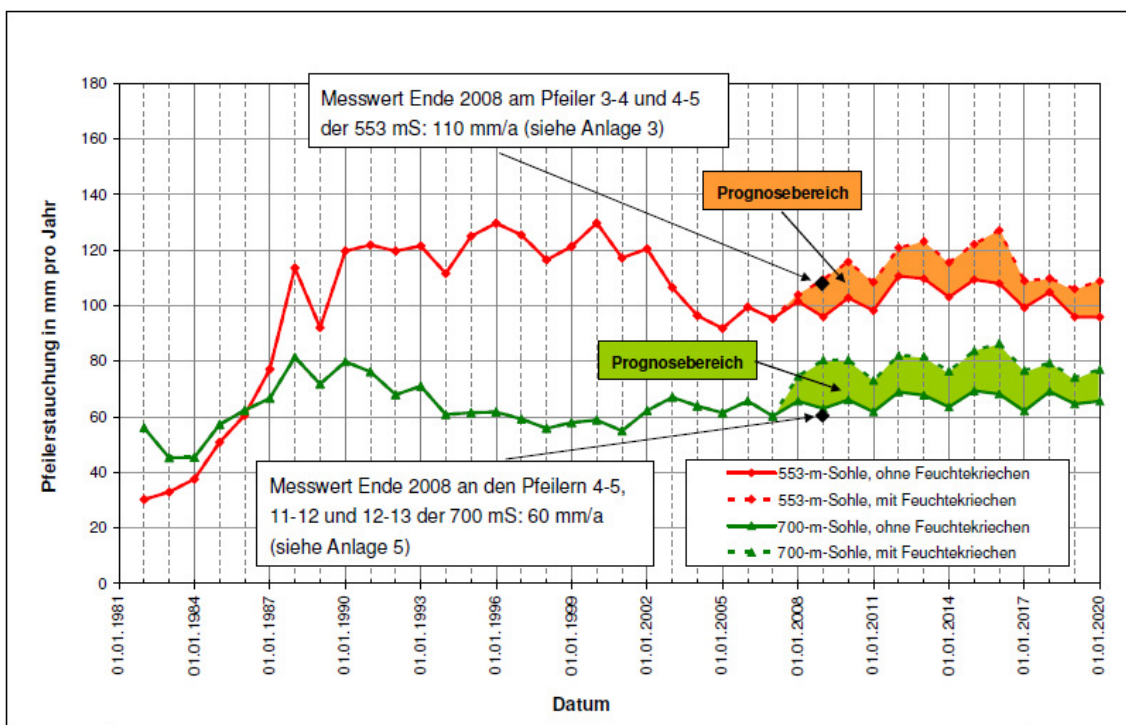
„Das IfG (Institut für Gebirgsmechanik) Leipzig führt seit 1996 (damals im Auftrag der GSF) gebirgsmechanische Untersuchungen zum Bergwerk Asse II durch und ist als gebirgsmechanischer Sachverständiger tätig. In dieser Zeit wurden umfangreiche Laborversuche am Steinsalz, Carnallit und dem zur Stützung eingebrachten Steinsalzversatz sowie In-situ-Messungen im Bergwerk durchgeführt. Die Resultate bildeten die Basis für die Materialgesetze in den numerischen Modellrechnungen bzw. kamen bei der Bewertung der Modellergebnisse zur Anwendung.“ [4/ S.4]

In den Studien:

- „Dreidimensionale gebirgsmechanische Modellrechnungen zur Standsicherheitsanalyse des Bergwerkes Asse“ (/2/ vom 03.11.2006)
- „Gebirgsmechanische Zustandsanalyse des Tragsystems der Schachtanlage Asse II – Kurzbericht“ (/4/ vom 09.11.2007)
- „Tragfähigkeitsanalyse des Gesamtsystems der Schachtanlage Asse in der Betriebsphase“ (/5/ vom 06.10.2006)
- „Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten sowie 3D-Modellrechnungen“ (/9/ vom 11.03.2009)



wurden vom IfG verschiedene numerische Modellberechnungen zur Analyse der Tragfähigkeit des Gesamtsystems der Schachtanlage Asse II und zur Bewertung der Langzeitstandsicherheit durchgeführt.

Die Berechnungen und Prognosen der Pfeilerstauchungsraten im Bereich der 700-m-Sohle das IfG in /9/ zeigen nahezu konstante Pfeilerstauchungsraten bis zum Jahr 2020 (siehe Abb. 2.5-12).



**Abb. 2.5-12 Prognose der Pfeilerstauchungsraten bis 2020 (Anlage 27 aus /9/)**

Unter dem konservativen Rechnungsansatz ohne stützende Wirkung der Schwebenringe und mit Berücksichtigung des Feuchtekriechens im Bereich der tiefer liegenden Sohlen, errechnet das IfG mit dem numerischen Modell in /9/ Pfeilerstauchungsraten für die Baufeldmitte der 700-m-Sohle von etwa 80 bis 85 mm/a. Die Raten liegen damit zwar etwas höher als die derzeit gemessenen Werte von etwa 60 mm/a, sie bleiben aber nahezu konstant bis zum Ende des Prognosezeitraums. Die Berechnungen ohne den Einfluss des Feuchtekrie-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 60 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

chens prognostizieren Werte zwischen 60 mm/a und 70 mm/a, dies entspräche etwa den derzeit gemessenen Stauchungsraten.

Zur Prognose der Standsicherheit der Schachtanlage Asse II wurden vom IfG verschiedene numerische Modelle aufgebaut und anhand der zur Verfügung stehenden Messungen kalibriert.

Die Zielstellung der numerischen Modelle des IfG - die Bewertung der Langzeitstandsicherheit des kompletten Grubengebäudes - unterscheidet sich wesentlich von den Anforderungen, die für die Bewertung der temporären Standsicherheit erforderlich sind. Während für die Langzeitstandsicherheit des Gesamtgebäudes vor allem die großräumigen Spannungsumlagerungen, Verformungen und Gebirgseigenschaften maßgebend sind, ist für die temporäre Standsicherheit das kleinräumige Verformungs- und Bruchverhalten in der direkten Umgebung der Einlagerungskammern wesentlich.


## **2.6 Infrastruktur unter Tage**

### **2.6.1 Förderung und Transport**

Zurzeit werden auf der Schachtanlage Asse II für den Einsatz unter Tage nahezu ausschließlich dieselbetriebene Gleislosfahrzeuge und Arbeitsmaschinen eingesetzt. Zur Wartung und Instandhaltung der Fahrzeuge wurde auf der 490-m-Sohle eine Kfz-Werkstatt eingerichtet.

### **2.6.2 Energieversorgung**

Die gängige Versorgungsspannung beträgt 500 Volt. Die Hauptverteilungen befinden sich auf der 490-m-Sohle (5 kV), auf der 700-m-Sohle (20 kV, für die Baustoffanlage I), oberhalb der 750-m-Sohle (5 kV) und auf der 800-m-Sohle (5 kV). Je nach betrieblichen Anforderungen werden Unterverteilungen bedarfsweise aufgestellt /18/.

	Schachtanlage Asse II		
		Seite 61 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

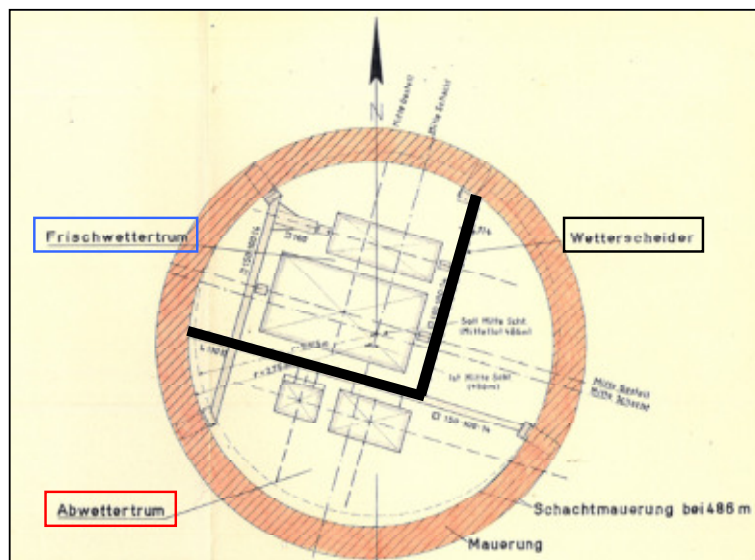
### 2.6.3 Bewetterung

Die wettertechnische Situation auf der Schachtanlage Asse II wird bestimmt durch eine begrenzte Wettermenge der Hauptwetterführung. Dies hat Auswirkungen für die Frisch- und Abwetterzufuhr der rückholungsrelevanten Sohlen.



#### Hauptwetterführung

Die Frischwetter werden im Wesentlichen über den Tagesschacht Asse 2 bis zu den daran anschließenden Sohlen geführt. Darüber hinaus erfolgt ein stark gedrosselter Wetterzustrom über den westlich von Schacht 2 gelegenen Schacht 4, der mit einer maschinell betriebenen Notfahreinrichtung ausgerüstet ist.

Zwischen der Tagesoberfläche und der 490-m-Sohle ist der Schacht Asse 2 durch einen Wetterscheider in ein Einzieh- und ein Ausziehtrumm geteilt.



**Abb. 2.6-1 Schachtscheibe Asse 2 oberhalb der 490-m-Sohle**



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 62 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Aus den Aufzeichnungen der wettertechnischen Messdaten des Hauptventilators lässt sich sein momentaner Betriebspunkt ermitteln. Danach fördert die Anlage nach aktuellen Messungen bei einem Druck von 1326 Pa eine Wettermenge von 4655 m<sup>3</sup>/min; die Grubenweite A<sub>G</sub> beträgt etwa 2,54 m<sup>2</sup>.

Entscheidenden Einfluss auf die begrenzte, dem Bergwerk zuführbare Wettermenge hat die Dichtigkeit des Wetterscheiders im Schacht Asse 2. Er weist Undichtigkeiten auf, die einen Abwetter-Kurzschlussstrom in das Frischwettertrumm zur Folge haben /10/, /22/. Der ermittelte Kurzschlussstrom beträgt rund 750 m<sup>3</sup>/min.



**Abb. 2.6-2      Wetterscheider Schacht Asse 2**

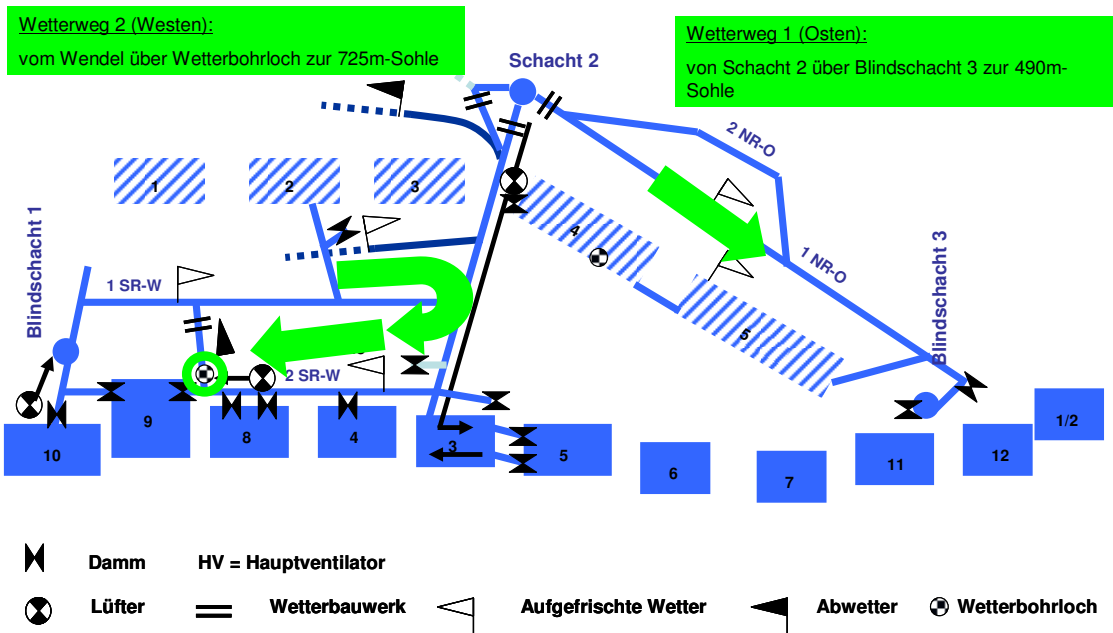
 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 63 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Unterhalb der 490-m-Sohle steht dem Einziehwitterstrom der gesamte Schachtquerschnitt zur Verfügung. Die Abwetter werden von dem auf der 490-m-Sohle angeordneten Hauptventilator aus dem Grubengebäude abgesaugt und im Ausziehtrum des Schachtes Asse 2 geführt. Über einen unterhalb der Tagesoberfläche angeordneten Wetterkanal und einen Diffusor gelangen die Wetter in die freie Atmosphäre.

Die Hauptabwetterachse zur 490-m-Sohle ist die Wendelstrecke, an die alle Sohlen angeschlossen sind. Eine zweite Abwetterachse bildet Blindschacht 3, der hauptsächlich für den Abwetteranschluss des östlichen Teils der 750-m-Sohle sorgt. Blindschacht 2a stellt als dritte Abwetterachse ab der 553-m-Sohle einen parallelen Wetterweg zur Wendelstrecke dar und ist für die Rückholung von untergeordnetem Interesse.

#### Bewetterung der 750 m-Sohle



Die prinzipielle, aktuelle Bewetterung der 750-m-Sohle ist in Abb. 2.6-3 skizziert. Die Sohle hat 2 Wetterachsen, eine westliche und eine östliche.



**Abb. 2.6-3 Ist-Zustand Bewetterung 750-m-Sohle**

Die östliche Achse wird mit Wettern aus dem Schacht Asse 2 versorgt, die über die „1. nördliche Richtstrecke nach Osten“ und über die „2. nördliche Richtstrecke nach Osten“ zum Blindschacht 3 geführt werden. Von dort werden die Wetter zur 490-m-Sohle weitergeleitet. Südöstlich von Blindschacht 3 befinden sich die Einlagerungskammern 1/750, 2/750 und 12/750, die abgedämmt sind. Vom Schacht 2 aus erstreckt sich der „Hauptquerschlag nach Süden“, an dessen südlichem Ende sich der westliche Zugang der abgedämmt und verfüllten „südlichen Richtstrecke nach Osten“ befindet, sowie Kammer 3/750, die offen zugänglich ist und mittels einer Lutte von Schacht Asse 2 aus sonderbewettert wird. Kammer 3/750 ist keine Einlagerungskammer. Die „südliche Richtstrecke nach Osten“ liegt nördlich der Einlagerungskammern 5/750, 6/750, 7/750 und 11/750. Die Abdämmung der ELK 5/750 erfolgte erst im Juni 2009; die ELK 6/750, 7/750 und 11/750 wurden bereits im Zeitraum der Einlagerung lufttechnisch abgeschlossen.





 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 65 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die westliche Achse wird mit Wetterern aus der Wendelstrecke und mit den Wetterern, die aus der Sonderbewetterung der Kammer 3/750 zurückströmen, versorgt. Der Summenwetterstrom zieht über die „2. südliche Richtstrecke nach Westen“. Über einen Ventilator wird der gesamte Wetterstrom einem Wetterbohrloch mit einem Durchmesser von 1200 mm in der Umfahrung der Kammer 9/750 zugeführt. Das Wetterbohrloch mündet auf der 725-m-Sohle, die Wetter werden von hier der Wendelstrecke zugeführt und über diese zur 490-m-Sohle abgewettert. Südlich der Richtstrecke befinden sich die Einlagerungskammern 4/750, 8/750 und 10/750 und die Kammer 9/750; alle Kammern sind abgedämmt. Nördlich, parallel zur „2. südlichen Richtstrecke nach Westen“, befindet sich die „1. südliche Richtstrecke nach Westen“, die im Bereich der Einlagerungskammer 10/750 einen Anschluss an Blindschacht 1 hat. Der Anschluss ist mit einer Kopfschutzbühne und einer Einhausung versehen, um im Blindschacht 1 Räumarbeiten durchführen zu können. Über Blindschacht 1 werden Wetter abgeführt, die mittels eines Ventilators vor Kammer 10/750 abgesaugt werden. Die Wetter werden auf der 679-m-Sohle der Wendelstrecke zugeführt. Ansonsten ist Blindschacht 1 im gegenwärtigen Zustand für die Wetterführung auf der 750-m-Sohle nicht relevant. /10/

#### Bewetterung der 490 m-Sohle

Im Osten der 490-m-Sohle befindet sich Blindschacht 3, dessen Abwetter über die Kammern 9/490 und 8/490 zur Sattelrichtstrecke nach Osten geführt werden. Nördlich der Kammern 8/490 und 9/490 befinden sich die Kfz- und die Elektrowerkstatt. Im Westen der 490-m-Sohle ist die Wendelstrecke angebunden, die die Abwetter der tieferen Sohlen abführt. Südlich der Wendelstrecke befindet sich der Blindschacht 2a, der dem Sohlenniveau Abwetter zuführt, die auf der 553-m-Sohle aus der Wendelstrecke entnommen wurden. Alle Teilwettermengen werden über das Streckenkreuz südwestlich von Schacht Asse 2 dem Hauptventilator zugeführt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 66 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Auf weitere Einzelheiten zur Bewetterung der 490-m-Sohle soll hier nicht eingegangen werden, da diese für die Führung der Abwetter im Falle einer LAW-Rückholung nur von sekundärem Interesse sind. Diese können der Literatur /10/, /22/ sowie den Wetterführungsplänen entnommen werden.

#### **2.6.4 Baustoffanlage I**



Die Baustoffanlage I - zur untertägigen Herstellung von Sorelbeton - befindet sich auf der 700-m-Sohle und dient zur Versorgung mit Sorelbeton unterhalb der 700-m-Sohle sowie teilweise der 700-m-Sohle. Es können bis zu 20 m<sup>3</sup>/h Baustoff hergestellt werden. In je 2 Bunkern wird Bindemittel (je 50 m<sup>3</sup> Inhalt) und fremd angeliefertes Salz (je 20 m<sup>3</sup> Inhalt) vorgehalten. Im Trockenmischer wird nach einem definierten Mischungsverhältnis das Vorprodukt hergestellt. Dieses gelangt mittels Schwerkraft in eine Zellenradschleuse, die das Vorprodukt dann entweder zu einer semimobilen Misch- und Pumpanlage oder zur Container-Abfüllanlage fördert. Von dort wird es über eine Bandwaage einem Nassmischer zugeführt (Nutzvolumen ca. 600 l). Durch Zugabe von Anmachflüssigkeit (max. 10 m<sup>3</sup>/h) entsteht Sorelbeton. Der Sorelbeton wird mit einer Kolbenpumpe (max. 30 m<sup>3</sup>/h) rohrleitungsgebunden in den zu verfüllenden Hohlraum gebracht. /18/

## **2.7 Infrastruktur über Tage**

### **2.7.1 Förderung und Transport**

Der Materialtransport sowie die übertägigen Arbeiten erfolgen in der Regel mit dieselbetriebenen Gleislosfahrzeugen und Arbeitsmaschinen.

Über die Ausweichanschlussstelle beim Bahnhof Wolfenbüttel-Wendessen ist die Schachtanlage Asse II an das Streckennetz der Deutschen Bahn AG angeschlossen. Der Bahnhof Wendessen ist Bestandteil der Grubenanschlussbahn

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 67 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

und verfügt über zwei Abstell- und Rangiergleise, an die sich eine Lokumfahrung anschließt. /18/

### 2.7.2 Energieversorgung



Zur elektrotechnischen Versorgung des Bergwerks existieren folgende übertägige E-Stationen /18/:

- Haupttrafostation mit Spannungsverteilung und USV-Anlage, redundante 20 kV-Einspeisung
- Trafostation für die Baustoffanlage II, Einspeisung 20 kV
- Trafostation an der Baustoffanlage I, Einspeisung 5 kV
- Trafostation am Schacht 4, Einspeisung 5 kV

### 2.7.3 Baustoffanlage II

Die Baustoffanlage II befindet sich übertägig auf dem Betriebsgelände der Schachtanlage Asse II. Sie wurde Ende September 2008 fertig gestellt und soll zur Versorgung der Sohlen oberhalb der 700-m-Sohle eingesetzt werden. Zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung war die Baustoffanlage II betriebsbereit, konnte aber aufgrund fehlender Genehmigungen für die Verfüllung der Firstspalten noch nicht in Betrieb genommen werden. In der Baustoffanlage II können 20 m<sup>3</sup>/h Vorprodukt bereit gestellt werden. Dieses wird dann über die Schachtleitungen zu den untertägigen mobilen Mischern gefördert und dort weiter verarbeitet.

Eine Beschreibung weiterer Anlagen über und unter Tage ist in der Unterlage „Systembeschreibung: Beschreibung des Grubengebäudes und der Tagesanlagen der Schachtanlage Asse II“ /18/ zu finden.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 68 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



## 2.8 Radiologie

### 2.8.1 Radiologisches LAW-Inventar

Das in die Kammern eingelagerte Aktivitätsinventar ist in der Datenbank ASSEKAT /34/ beschrieben. In dieser Datenbank wurde das radioaktive Inventar in den Einlagerungskammern der Schachtanlage Asse II zusammengestellt. Für die Betrachtungen im Rahmen dieser Studie wurde der Stand der Literatur zum 30.05.2009 mit der ASSEKAT Endversion (Entwurf mit ISS 8.0, erstellt am 29.03.2009) herangezogen. Änderungen hinsichtlich des eingelagerten Aktivitätsinventars, die nach diesem Datum bekannt geworden sind, blieben unberücksichtigt.

Für jede Einlagerungskammer liefert die Datenbank die Aktivitätsinventare nuklidspezifisch für den Stichtag 01.01.1980 und umgerechnet auf den Stichtag 01.01.2005. Des Weiteren sind für jede Kammer die nuklidspezifischen Aktivitätsinventare auch getrennt nach Gebinden in VBA und nVBA sowie für jede Charge angegeben. Die Aktivitäten von Einzelgebinden sind nur verfügbar, wenn eine Charge aus einem einzigen Fass besteht.

Ein Überblick über das Aktivitätsinventar der einzelnen Einlagerungskammern ist in Tabelle 2.8-1 dargestellt. Bezugsdatum ist der 01.01.2005. Angegeben sind die Summe der alphastrahlenden Nuklide (Summe Alpha), die Summe der beta- und gammastrahlenden Nuklide (Summe Beta/Gamma) sowie die Summe aller Nuklide (Gesamt).



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 69 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

	<b>Summe Alpha</b>	<b>Summe Beta/Gamma</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Kammer</b>	[Bq]	[Bq]	[Bq]
<b>7/750</b>	6,3E+13	5,5E+14	6,1E+14
<b>6/750</b>	2,1E+13	3,4E+14	3,6E+14
<b>11/750</b>	2,3E+13	2,5E+14	2,7E+14
<b>1/750</b>	2,2E+13	1,1E+14	1,4E+14
<b>5/750</b>	1,2E+13	9,5E+13	1,1E+14
<b>2/750</b>	1,2E+13	7,1E+13	8,3E+13
<b>12/750</b>	9,1E+12	6,8E+13	7,7E+13
<b>7/725 Na<sub>2</sub></b>	6,7E+12	4,0E+13	4,7E+13
<b>8/750</b>	5,0E+12	2,6E+13	3,1E+13
<b>2/750 Na<sub>2</sub></b>	2,6E+12	2,2E+13	2,5E+13
<b>10/750</b>	1,5E+11	4,7E+12	4,9E+12
<b>4/750</b>	4,5E+11	4,7E+10	5,0E+11
<b>Summe</b>	1,7E+14	1,5E+15	1,8E+15

**Tabelle 2.8-1 Aktivitätsinventar in den LAW-Kammern zum 01.01.2005**

### 2.8.2 Radiologischer Sachstandsbericht



Für die Darstellung des radiologischen Sachstandes werden verschiedene Betriebsphasen der Schachtanlage Asse II (/18/, /19/) betrachtet: Der Einlagerungsbetrieb (1967 - 1978) und die Nacheinlagerungszeit (1979 - heute), welche bis zu dem aktuellen Zustand der Schachtanlage reicht. Für die Beschreibung der genannten Betriebsphasen sind Aspekte des radioaktiven Inventars, der Arbeitsabläufe, des Lösungsmanagements, der Emissions- und Umgebungsüberwachung, der betrieblichen Strahlenschutzüberwachung, der Strah-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 70 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

lenschutzbereiche und anormaler Betriebszustände, Störfälle und der Vorsorge von Bedeutung.

Im heutigen Zustand der Schachtanlage Asse II sind Abfallgebände mit schwach- und mittelradioaktiven Stoffen (LAW und MAW) in Einlagerungskammern eingelagert. Bei den Abfallgebänden handelt es sich um Abfallbehälter mit den darin enthaltenen Abfallprodukten. Dies sind Fässer zwischen 100 l und 400 l Volumen, die lediglich als Transportbehälter ausgelegt wurden und mit und ohne Abschirmungen ausgeführt sind (nVBA). Des Weiteren wurden Fässer, die in sogenannte Verlorene Betonabschirmungen aus Normal- (VBA) bzw. Schwerbeton (SVBA) eingestellt und mit Beton vergossen worden sind, eingelagert. Diese Abschirmungen wurden nur bei LAW-Gebänden verwendet. Neben den Abfällen selbst enthalten die Gebände auch Fixierungsmittel. Bei ca. 54 % der schwachradioaktiven Abfallgebände wurde durch Zugabe von Beton oder Bitumen der Inhalt verfestigt.

Das Inventar an radioaktiven Stoffen wurde der Deklaration der Ablieferer entnommen und verringerte sich seit Einlagerung kontinuierlich durch radioaktiven Zerfall. Zum Zeitpunkt 01.01.2005 betrug das Inventar der schwachradioaktiven Abfälle noch  $1,8 \times 10^{15}$  Bq. Die Anzahl der eingelagerten Gebände wurde aus der ASSEKAT-Datenbank ermittelt. Es wurde unterschieden nach Fässern (100 l, 150 l, 200 l, 250 l, 300 l, 400 l), Betonabschirmungen und Sonderverpackungen. Die Gebändeanzahl in den einzelnen Kammern ist in Tabelle 2.8-2 dargestellt. Dabei wurden die Fässer, die nicht ein Volumen von 200 l oder 400 l aufweisen, den Sondergebänden zugerechnet. In den Berechnungen für die Kapazitäten wurden diese Gebände als 400-l-Fässer betrachtet. Die Betrachtung ist abdeckend, da es sich um Fässer mit kleinerem Volumen (überwiegend 250-l- bzw. 300-l-Fässer) handelt.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 71 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Kammer	Gebindeart				
	VBA	400 I	200 I	Sonstige	Gesamt
<b>7/750</b>	3138	139	1079	-	4356
<b>6/750</b>	4799	1184	1617	11	7611
<b>11/750</b>	4731	604	3965	99	9399
<b>1/750</b>	-	752	10156	25	10933
<b>5/750</b>	1198	1349	7009	5	9561
<b>2/750</b>	153	1711	5372	214	7450
<b>12/750</b>	717	215	6080	452	7464
<b>7/725 Na<sub>2</sub></b>	35	840	7643	12	8530
<b>8/750</b>	-	709	10200	369	11278
<b>2/750 Na<sub>2</sub></b>	-	6392	30504	4	36900
<b>10/750</b>	8	280	4266	110	4664
<b>4/750</b>	-	10	6165	165	6340
<b>Gesamt</b>	14779	14185	94056	1466	124486

**Tabelle 2.8-2 Anzahl der in den ELK lagernden Gebinde**

### 2.8.3 Strahlenschutzbereiche

In der Schachtanlage Asse II sind gegenwärtig verschiedene Strahlenschutzbereiche gemäß der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /35/ eingerichtet. Die Festlegung der Strahlenschutzbereiche berücksichtigt sowohl die aktuellen als auch die historischen radiologischen Verhältnisse. Mit den Kontroll- und Überwachungsbereichen wird das übrige Grubengebäude von diesen Bereichen abgetrennt. Gemäß § 36, Abs. 1 der StrlSchV /35/ sind Überwachungsbereiche ab einer effektiven Dosis > 1 mSv/a (Daueraufenthalt) und Kontrollbereiche ab einer effektiven Dosis > 6 mSv/a (Aufenthaltszeit 2000 h/a) einzurichten. Überwachungsbereiche sind ebenfalls dort eingerichtet worden, wo die Oberflä-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 72 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



chenaktivität bis zum 10fachen Wert der Anlage III. Tabelle 1, Spalte 4, StrISchV reichen kann. Für Bereiche mit Oberflächenaktivitäten mit 10- bis 100-fachem Wert sind Kontrollbereiche eingerichtet worden. Überwachungsbe-  
 reiche sind grundsätzlich auch dort eingerichtet, wo die Möglichkeit eines Kon-  
 taktes zu potentiell kontaminierten Salzlösungen besteht. Dies betrifft auch die  
 abgesperrten Laugensümpfe und Probenahmestellen.

#### Überwachungs- und Kontrollbereiche

Aufgrund des Einlagerungs- und Forschungsbetriebes sind in der Schachtanla-  
 ge Asse II Kontaminationen der Strecken und Einlagerungskammern vorhanden  
 bzw. es ist mit diesen zu rechnen. Aus diesem Grund sind verschiedentlich  
 Überwachungs- und Kontrollbereiche im Grubengebäude eingerichtet worden  
 /26/. Überwachungsbereiche befinden sich auf der 750-m-Sohle. Hierbei han-  
 delt es sich um die Strecken vor den Kammern 3/750, 4/750 und 8/750 sowie  
 vor der Kammer 12/750, einen Durchhieb zwischen Kammer 3/750 und 5/750  
 und der Verbindungsstrecke zwischen Kammer 5/750 Na<sub>2</sub> und der Einlage-  
 rungskammer 7/750. Zudem sind noch ein Probenvorbereitungsraum und ein  
 Materiallager auf der 750-m-Sohle als Überwachungsbereich ausgewiesen.  
 Weitere Überwachungsbereiche befinden sich auf der 725-m-Sohle (Zugang  
 zur Kammer 7/750 und die Kammer selbst) sowie auf der 490-m-Sohle (Aus-  
 laugversuchsfeld, Abluftfilter MAW-Kammer). In allen Überwachungsbereichen  
 ist mit Kontaminationen der Oberflächen, insbesondere der Bodenflächen zu  
 rechnen.

Aufgrund der vorhandenen Kontaminationen ist in der Schachtanlage Asse II  
 der Laugensumpf vor Kammer 12/750 auf der 750-m-Sohle als Kontrollbereich  
 ausgewiesen. Ein weiterer Kontrollbereich ist das Auslaugversuchsfeld auf der  
 490-m-Sohle.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 73 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### Sperrbereiche

Sperrbereiche sind weder im Grubengebäude noch über Tage ausgewiesen.



### Weitere Bereiche

In der Schachtanlage Asse II sind neben den Strahlenschutzbereichen nach StrlSchV /35/ auch sogenannte Verdachtsflächen eingerichtet worden. Diese beinhalten Bereiche, in denen einerseits in der Vergangenheit mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wurde und das Vorhandensein von abgedeckten Restkontaminationen nicht ausgeschlossen werden kann, andererseits die Voraussetzungen für die Einrichtung eines Strahlenschutzbereichs aber nicht gegeben sind. Für diese Bereiche ist festgelegt, dass Arbeiten, die dort durchgeführt werden sollen, vorher mit für den Strahlenschutz zuständigen Mitarbeitern abgesprochen werden müssen. Diese nehmen dann vor Beginn der Arbeiten Messungen auf Kontaminationen vor und veranlassen gegebenenfalls weitere Schutzmaßnahmen.

#### **2.8.4 Betriebliche Strahlenschutzüberwachung**

Die betriebliche Strahlenschutzüberwachung umfasst die Messung der Ortsdosisleistung und die Überwachung der Grubenwetter, die Kontaminationskontrolle von Salzlösungen sowie der Oberflächen der Strecken und Fahrwege. Die Kontrolle der Ortsdosisleistung im Grubengebäude findet mit mobilen Messgeräten in regelmäßigen zeitlichen Abständen statt.

Für die Überwachung der luftgetragenen Aktivitäten existieren verschiedene Messstellen. Die Konzentration von Rn-222 wird unter Tage an mehreren Stellen erfasst. Die Probennahme erfolgt über Elektretdosimeter, die wöchentlich ausgewertet werden /19/. Messpunkte für die Konzentration von Rn-222 befinden sich u.a. vor der Einlagerungskammer 7/725 Na<sub>2</sub> sowie vor dem Hauptgrubenlüfter auf der 490-m-Sohle.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 74 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Auf der 750-m-Sohle befindet sich weiterhin eine Messstelle für weitere Nuklide. Die Messung erfolgt über einen Filter, welcher in regelmäßigen Abständen gewechselt und ausgemessen wird. Zusätzlich findet eine Messung der Aktivitäten am Diffusor statt.

In den Einlagerungskammern findet keine Überwachung der Wetter statt.

### **2.8.5 Zustand der Gebinde in den Einlagerungskammern**

Über den Zustand der Gebinde zum heutigen Zeitpunkt existieren kaum Informationen. Lediglich die ELK 5/750 und 7/725 wurden nach der Einlagerung offengehalten. Bei Befahrungen im Rahmen der Studie konnten in diesen Kammern einzelne Gebinde in Augenschein genommen werden. Diese wiesen keine wesentlichen Verformungen oder Beschädigungen auf.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 75 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### **3 Grundsätzliche Aussagen zur Machbarkeit der Rückholung der LAW**

#### **3.1 Vorgehensweise bei der Feststellung der technischen Machbarkeit**



Auf der Grundlage der im Kapitel 2 beschriebenen Informationen zur Schachtanlage Asse II und der dort eingelagerten LAW-Gebinde wird im Kapitel 3 die technische Machbarkeit der Rückholung festgestellt. Hierzu wird unter den Randbedingungen des Strahlenschutzes ein Entsorgungskonzept erarbeitet (Kapitel 3.3). Neben einer hieraus resultierenden strahlenschutztechnischen Machbarkeit wird die bergtechnische Machbarkeit festgestellt.

Die Aussagen zu den bergtechnischen Teilprozessen werden geprägt von dem im anschließenden Kapitel 3.5 formulierten zentralen Ergebnis der Gebirgsherrschaft: Nach Durchführung von Sicherungsarbeiten sind die Kammern auf der Grundlage des Informationsstandes der Studie begehbar. Dies erlaubt einen Rückholungsprozess mit Verfahren und Geräten, die üblicherweise im Bergbau und im Tiefbau eingesetzt werden. Im Kapitel 3.6 wird dann der Prozessablauf dargestellt. Im Zuge dieser Darstellung werden weitere Randbedingungen der bergtechnischen Machbarkeit erläutert. Hierzu gehören beispielsweise Aussagen zur Wettertechnik und sich heraus ergebender Einschränkungen für die Antriebstechnik der benötigten Fahrzeuge.

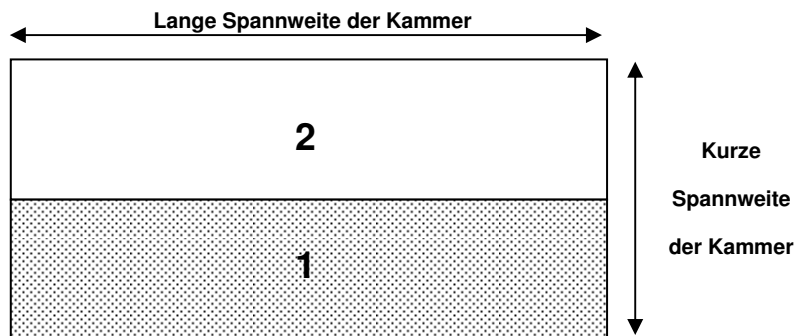
Die im Rahmen der Bearbeitung der Studie gewonnene Erkenntnis, dass eine direkte Rückholung mit herkömmlichen Verfahren und Geräten möglich ist, führte zur Einstellung der Suche nach alternativen Verfahren. Im Sinne einer Dokumentation der Arbeiten werden einige ausgewählte Verfahren an dieser Stelle skizziert:

#### Verfahren I – Reduzierung der Spannweiten der Kammerfirste

Geringfügige, lokale Instabilitäten in den Kammern, die sich durch reine Firstvergütungen nicht beherrschen lassen, können durch eine Reduzierung der Spannweiten der Kammerfirste beherrscht werden. Dies lässt sich durch eine


 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 76 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Teilleerung mit anschließender Verfüllung des Teilkammerbereiches realisieren. Eine Teilung erfolgt entsprechend der Prinzipdarstellung in Abb. 3.1-1. Auf diese Weise würde man die kürzere Spannweite der Kammerfirsten reduzieren und eine wirkungsvolle Reduzierung der Schwebenbeanspruchung erreichen. Der in der Abbildung als Teil 1 bezeichnete Bereich wird zuerst geleert und direkt tragfähig verfüllt, bevor Teil 2 geleert wird. Dieser Prozess würde deutlich langsamer ablaufen als eine über die gesamte Fläche der Kammer - ohne Teilverfüllung - erfolgende Leerung. Vor einer konkreten Umsetzung sind detaillierte Planungen zum Nachweis der Böschungsstabilität vorzunehmen. Je nach Situation der Rückholung können mehrere Meter hohe Böschungen entstehen, die durch geeignete Maßnahmen zu stabilisieren sind.



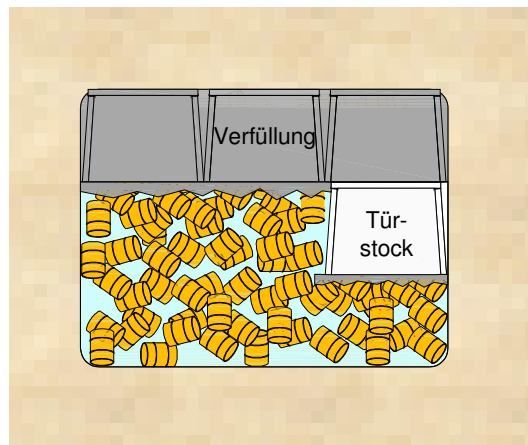
**Abb. 3.1-1 Prinzipdarstellung der Kammerteilung für eine Teilleerung mit anschließender Teilverfüllung, Aufsicht**

Das geschilderte Verfahren I stellt aus Sicht der Firststabilität einen Übergangsbereich zum Verfahren II dar. Das im Folgenden beschriebene Verfahren II ist dann notwendig, wenn eine vollkommen instabile Schwebelagerung vorliegen würde. Es ist angelehnt an ein übliches Verfahren der Gewinnung fester mineralischer Rohstoffe (Erzbergbau, fallende Hereingewinnung von Lagerstättenteilen).

	Schachtanlage Asse II		
		Seite 77 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



### Verfahren II – Scheibenweise Gewinnung mit künstlichem Kappendach

Vor der Gewinnung der Gebinde muss die Einlagerungskammer mit einem geeigneten Baustoff, z.B. Sorelbeton, verfüllt bzw. die Firste injiziert werden, um die Kammer und deren Umgebung zu stabilisieren. In dem verfüllten, oberen Kammerbereich erfolgt mit geeigneten Lösegeräten eine firstbündige, streckenartige Auffahrung, die sofort im Türstock-Ausbau gesichert wird. Zur Erreichung eines geeigneten Widerlagers des Ausbaus im Liegenden ist eine Betonierung der Sohle vorzusehen (Abb. 3.1-2).



**Abb. 3.1-2** Prinzipdarstellung der schritt- und scheibenweisen Gewinnungstechnik, Seitenansicht; zur Verdeutlichung wurden sowohl in der First- als auch in der Mittelscheibe Türstockausbauten dargestellt

Nach der Auffahrung und Verfüllung des ersten Streckenabschnittes wird direkt anschließend die Auffahrung des zweiten Streckenabschnittes erfolgen. Dies wiederholt sich so lange, bis die gesamte firstbündige Oberscheibe abgebaut ist. Danach wird der Gewinnungsprozess in der jeweils unterhalb liegenden

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 78 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Ebene entsprechend fortgesetzt, bis der gesamte Kammerinhalt herein gewonnen ist.

Ergänzend können auch im Bergbau erfolgreich eingesetzte Verfahren des Blockbruchbaus (Unterfahren der Kammern mit Hereingewinnung der Gebinde durch trichterförmige Aufbrüche) oder Augermining (Bohrende Hereingewinnung der Gebinde mit Bohrstandpunkten deutlich außerhalb der Kammern) in Betracht gezogen werden.



Allen Verfahren ist gemeinsam, dass sie zu einer sehr deutlichen Zunahme des Zeitbedarfs zur Rückholung führen würden. Sie wurden im weiteren Verlauf der Erstellung der Studie nicht weiter bearbeitet.

### **3.2 Strahlenschutz**

Die Untersuchungen im Bereich des Strahlenschutzes beantworten in einem ersten Teil die Fragestellung, ob durch die Tätigkeiten, die bei der Rückholung der radioaktiven Abfälle durchgeführt werden, die Vorgaben für Strahlenschutzmaßnahmen für das Personal aus der Strahlenschutzverordnung /35/ eingehalten werden können. Hierzu zählen folgende Punkte:

- § 6 Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und Dosisreduzierung
- § 36 Strahlenschutzbereiche
- § 43 (1) Schutzvorkehrungen
- § 44 Kontamination und Dekontamination
- § 54 Kategorien beruflich strahlenexponierter Personen
- § 55 Schutz bei beruflicher Strahlenexposition.



Weiterhin wurde die Strahlenexposition der Bevölkerung ermittelt, die aufgrund des bestimmungsgemäßen Rückholbetriebs der LAW zu unterstellen ist. Daran

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 79 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

schließt die Untersuchung auf Einhaltung der Dosisgrenzwerte des § 47 (1) der StrlSchV /35/ für Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft aus der Schachtanlage Asse II an, die die Ableitungen des derzeitigen Betriebes als Vorbelastung berücksichtigt. Die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung erfolgte auf Basis der AVV (Entwurf) /36/ zu § 47 StrlSchV.

Es wurde außerdem untersucht, ob der Grenzwert der effektiven Dosis von 1 mSv/a für Einzelpersonen der Bevölkerung gemäß § 46 (1) der StrlSchV eingehalten wird. Dieser Grenzwert gilt gemäß § 46 (3) StrlSchV außerhalb des Betriebsgeländes für die Summe der Strahlenexposition aus der Direktstrahlung und der Strahlenexposition aus Ableitungen. Den Beitrag zur Direktstrahlung liefern die in der Transportbereitstellungshalle gelagerten Gebinde mit den rückgeholten radioaktiven Stoffen.

Zur Bewertung der potentiellen Strahlenexposition der Bevölkerung durch Störfälle wurden die Störfälle, die bei der Rückholung auftreten können, identifiziert und ihre radiologischen Auswirkungen ermittelt. Es wurde untersucht, ob die potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung durch Störfälle bei der Rückholung unterhalb der in § 49 (1) StrlSchV festgelegten Störfallplanungswerte liegt. Diese Störfallplanungswerte gelten gemäß § 49 (2) StrlSchV auch für Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Stoffe. Die Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse II wurde auf Basis der Störfallberechnungsgrundlagen (SBG) mit der Neufassung des Kapitels 4 der Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV /37/ durchgeführt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 80 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 3.3 Entsorgungskonzept



#### 3.3.1 Randbedingungen

Bei dem betrachteten Entsorgungskonzept wird rein fiktiv angenommen, dass die rückgeholten Abfälle in das Endlager Konrad verbracht werden. Dafür ist eine entsprechende Genehmigung (Planfeststellungsverfahren) notwendig.

Für die Erarbeitung eines Entsorgungskonzeptes zur Rückholung der LAW aus der Schachtanlage Asse II sind folgende Randbedingungen zu beachten:

1. Die Konditionierung der Abfälle erfolgt entsprechend den Anforderungen für endzulagernde radioaktive Abfälle der Schachtanlage Konrad /21/. Die Masse der Gebinde ist daher beschränkt auf 20 t.
2. Eine Konditionierung der Abfälle erfolgt vorrangig über Tage, da die Konrad-Gebinde (hier Konrad-Container) nicht schachtgänglich sind. Zur Reduzierung der Zahl der Abfallgebände und des Abfallgebändevolumens sollen möglichst große Konrad-Container verwendet werden.
3. Es wird eine ausreichende Zwischenlagerkapazität bereitgestellt, da selbst bei Betrieb eines Endlagers nicht davon auszugehen ist, dass die konditionierten Gebinde in dem Zeitrahmen vom Endlager angenommen werden können, wie sie rückgeholt werden. Zudem wird eine Pufferlagerkapazität für die rückgeholten Gebinde benötigt, bevor diese konditioniert werden können.
4. Abfallgebände, die in der Schachtanlage Asse II eingelagert worden sind, erfüllen die Annahmebedingungen der Schachtanlage Asse II. Für die weiteren Betrachtungen wird davon ausgegangen, dass die Aktivitätsinventare und Inhaltsbeschreibungen in der Datenbank ASSEKAT korrekt dargestellt werden. Die in Chargen zusammengefasste Darstellung der Aktivität ist auch auf die Einzel-Gebinde übertragbar. Hiervon ausgenommen ist das in ASSEKAT angegebene Tritiuminventar, das nach Angaben des BfS deutlich unterschätzt wird. Dies betrifft auch einige Ge-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 81 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



binde in den LAW-Kammern. Die Machbarkeit der Rückholung wird hierdurch nicht beeinträchtigt. Eine Erhöhung der Tritiumaktivität um ca.  $2 \times 10^{12}$  Bq bei der Charakterisierung der Gebinde wird berücksichtigt.

5. Bei allen Abfallbehältern wird ein Versagen der Behälterintegrität zum jetzigen Zeitpunkt unterstellt.
6. Aufgrund des Integritätsverlustes und unzureichender Beschriftung der Abfallgebinde kann eine Abfalldokumentation den Gebinden nicht mehr eindeutig zugeordnet werden, so dass eine erneute Aktivitätserfassung erforderlich ist.
7. Die Freigabe des Einlagerungsbereiches erfolgt nach den Festlegungen des § 29 StrlSchV. Aufgrund der Gegebenheiten (keine weitere Nutzung, Abschluss von der Umgebung für einen sehr langen Zeitraum) werden standortspezifische Freigabewerte ermittelt, die durch die Freigrenzen limitiert sind.
8. Konditionierung und Zwischenlagerung erfolgt mit betriebsbewährter Technik.

### 3.3.2 Verpackung/Behälterauswahl

Zur optimierten Behälterauswahl sind als Kriterien die Behälterkapazität (Konrad-Container Typ), die Auslegung gegen Störfälle (Abfallbehälterklasse, Störfallfestigkeit) und das zulässige Aktivitätsinventar aufgrund der Abfalleigenschaften (Abfallproduktgruppe) zu beachten. Es sind hierbei folgende zusätzliche Randbedingungen zu berücksichtigen:

1. Der nachträgliche Nachweis der Einhaltung von Anforderungen zur Produktqualität an den Konrad-Container soll auf die Einhaltung der Grundanforderungen gemäß den Endlagerungsbedingungen für das Endlager Konrad /21/ beschränkt bleiben.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 82 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



2. Zur optimalen Nutzung sollen die Konrad-Container ein möglichst großes Volumen bieten.
3. Die Konrad-Container sollen so beschaffen sein, dass eine möglichst hohe Aktivitätsbeladung erreicht werden kann.

Aus diesen Randbedingungen ergibt sich, dass zunächst der Konrad-Container Typ V als störfallfeste Verpackung mit 10 cm Betoninliner als optimaler Behälter genutzt werden kann. Er hat das größte Nutzvolumen, als störfallfeste Verpackung ist eine Aktivitätsbeladung bis zur Abfallproduktgruppe 06 möglich, wobei ausschließlich ein Nachweis der Einhaltung der Grundanforderungen zur Abfallproduktqualität erforderlich ist.

Konrad-Container Typ V mit 10 cm Betoninliner können maximal mit 3 VBA oder mit 18 200-l-Fässern beladen werden (s.



Abb. 3.3-1), wobei anstelle von Fässern auch die direkte Einlagerung von verpressten Fässern (Pellets) möglich ist. Es wird im Folgenden angenommen, dass im Mittel 30 Pellets in ein Konrad-Container Typ V passen. Eine Betrachtung der Aktivitätsdaten der LAW-Asse-Gebinde für die maßgeblichen Nuklide (Alphastrahler, Pu-241, Co-60, Cs-137, Sr-90, I-129, Ni-63, H-3) zeigt, dass sowohl VBA als auch nVBA die Aktivitätsgrenzwerte (insb. hier aus der Störfallanalyse) für die Schachtanlage Konrad unterschreiten. Dies gilt auch, wenn 3 VBA bzw. 6 nVBA mit der maximalen Aktivitätsbeladung aus einer Kammer für einen Konrad-Container zusammengestellt werden. Im Folgenden wird dargestellt, warum eine Beladung eines Konrad-Containers mit höchstens 6 nVBA mit maximaler Aktivität einer Einlagerungskammer eine konservative Betrachtung darstellt.

Nur wenige nVBA in den einzelnen Kammern schöpfen den Störfallgrenzwert für das Endlager Konrad zu mehr als 3,3 % aus ( $3,3 \% \cdot 30 \text{ Pellets} = 100 \%$ , s. Tabelle 3.3-1). Eine Beladung mit mehr nVBA höherer Aktivität ist möglich und aufgrund der chargenweisen Einlagerung solcher Fässer mit höheren Störfallsummenwerten in wenigen Bereichen der Schachtanlage Asse II zunächst auch

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 83 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

denkbar. Die Annahme, 6 nVBA mit maximaler Aktivitätsbelastung in einem Container zu unterstellen, ist insoweit konservativ, da die nVBA nicht in der gleichen Reihenfolge in die Konrad-Container eingestellt werden, wie sie in der Asse eingelagert worden sind. Dies liegt an folgenden Gründen:

- Die Herausnahme der nVBA erfolgt nicht in der gleichen Reihenfolge wie die damalige Einlagerung.
- Die Herausnahme der nVBA kann an mehreren Stellen gleichzeitig in einer Kammer erfolgen.
- Durch die Pufferlagerung im übertägigen Eingangslager wird die Reihenfolge weiter verändert.
- Durch die Konditionierung (Hochdruckverpressung mit/ohne anschließende Trocknung) werden nVBA unterschiedlich lange behandelt. Die Konditionierung wahlweise unter Tage und über Tage führt ebenfalls zu einer Vermischung der nVBA.
- Während der Konfektionierung der Pellets erfolgt eine unterschiedliche Zuordnung der Pellets in Konrad-Container entsprechend dem Platzangebot.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 84 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Kammer	Anzahl Gebinde mit erhöhtem Störfallsummenwert	Gesamtanzahl der Gebinde	Gebindetyp
<b>1/750</b>	228	10.933	200-l-Fässer
<b>2/750</b>	34	7.450	200-l-Fässer
<b>2/750 Na<sub>2</sub></b>	14	36.900	200-l-Fässer
<b>5/750</b>	78	9.561	200-l-Fässer
<b>7/725 Na<sub>2</sub></b>	19	8.530	200-l-Fässer
<b>8/750</b>	34	11.278	200-l-Fässer
<b>12/750</b>	2	7.464	200-l-Fässer

**Tabelle 3.3-1 Anzahl der Gebinde mit erhöhten Störfallsummenwerten in den einzelnen Kammern im Vergleich zur Gesamtzahl der Gebinde in den Kammern**

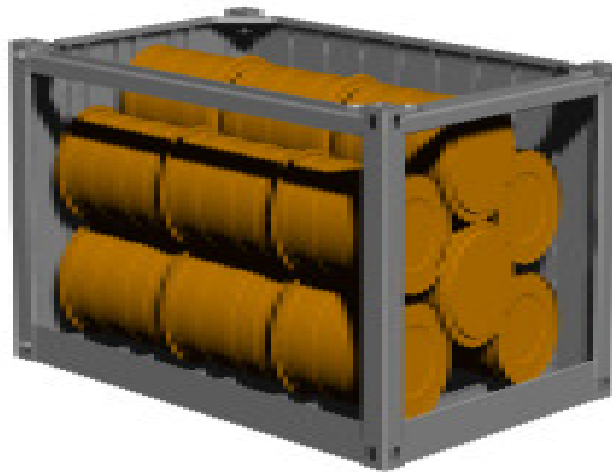
Aus diesen Gründen wird konservativ erwartet, dass maximal 20% der Gebinde in einem Container erhöhte Störfallsummenwerte haben. Da die Gebinde mit den erhöhten Störfallsummenwerten betoniert sind und eine Verpressung daher nur wenig Volumenreduktion erzeugt, ist maximal eine Beladung mit 30 Pellets möglich, von denen dann höchstens 6 Gebinde mit erhöhten Störfallsummenwerten zu erwarten sind. Eine detaillierte Darlegung der Einhaltung der Anforderungen für radioaktive Abfälle für das Endlager Konrad erfolgt in Kapitel 3.3.3.

Aus aktivitätsspezifischer Sicht ist somit der Konrad-Container Typ V als störfallfeste Verpackung für die Entsorgung der LAW-Gebinde geeignet. Einschränkend muss darauf hingewiesen werden, dass eine Beladung mit 3 VBA und anschließender Hohlraumverfüllung mit Porenleichtbeton mit einer Dichte von ca. 0,5 g/cm<sup>3</sup> nur für VBA in Normalbetonausführung und einem Gesamtgewicht von jeweils weniger als 3 t möglich ist. VBA in Schwerbetonausführung (SVBA)

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 85 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

sind dann vorrangig in den kleineren Konrad-Container Typ III zu stellen (max. 2 SVBA).



Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, dass mit den Konrad-Containern Typ III und V als störfallfeste Verpackung ein geeignetes Behälterkonzept für die Entsorgung der LAW-Asse-Gebinde besteht.



**Abb. 3.3-1 Beladeschema für Konrad-Container Typ V mit 10 cm Betoninliner**

### 3.3.3 Konditionierung

Zielsetzung ist einerseits eine möglichst optimale Ausnutzung des Behältervolumens (Ausschöpfen der Aktivitätswerte entsprechend den Endlagerungsbedingungen) bei möglichst geringen Behälterkosten, andererseits ein möglichst vereinfachter Konditionierungsablauf, der auf die unterschiedlichen Abfälle gleichermaßen anwendbar ist. Aus dieser prinzipiellen Überlegung heraus folgt als Zielsetzung die Ausschöpfung der Aktivitätsgrenzwerte der Abfallproduktgruppe 06 entsprechend den Endlagerungsbedingungen der Schachtanlage Konrad /21/ durch Verwendung einer störfallfesten Verpackung der Abfallbehälterklas-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 86 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

se I und einer entsprechenden Fixierung. Für das Abfallprodukt ist dann nur der Nachweis der Grundanforderungen erforderlich. Dadurch wird dem Konditionierungsablauf ein Behälter zugeordnet, der geeignet ist, die Aktivität unter Berücksichtigung der Endlagerungsbedingungen /21/ aufzunehmen. Zur Reduzierung des Abfallvolumens erfolgt die Konditionierung der Abfälle durch Hochdruckkompaktierung, die ggf. an die quadratische Geometrie der Press-Container angepasst ist. Zur optimalen Ausnutzung der vorgegebenen Massenlimitierung von 20 t für Konrad-Gebinde wird die Verfüllung des Hohlraumvolumens mit Porenleichtbeton ausgeführt. Die Dichte des Porenleichtbetons kann von ca. 0,4 bis 1,5 g/cm<sup>3</sup> variiert werden.

Im Folgenden wird dargelegt, wie der Nachweis der Einhaltung der Grundanforderungen an Abfallprodukte zur Einlagerung in die Schachtanlage Konrad für die Abfälle aus der Schachtanlage Asse II erreicht werden kann:



1. Die Abfälle müssen in fester Form vorliegen:

Die Annahmebedingungen der Schachtanlage Asse II von 1971 und 1975 /29/, /15/ fordern den festen Zustand der Abfälle. Die Abfälle wurden daher überwiegend zementiert oder bituminiert. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass auch feuchte Abfälle insbesondere zu Beginn des Betriebes eingelagert worden sind. Durch eine Hochdruckverpressung würden bei solchen Gebinden vermeidbare Restfeuchten entfernt werden.

2. Die Abfallprodukte dürfen nicht faulen und gären:

Aufgrund der Zementierung bzw. Bituminierung ist mit entsprechenden Gärprozessen nicht zu rechnen. Auch Tierkadaver wurden durch geeignete Konservierungsprozesse vor dem Faulen geschützt /34/.

3. Die endzulagernden Abfallgebände müssen weitgehend ohne Überdruck angeliefert werden:



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 87 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die Annahmebedingungen der Schachtanlage Asse II von 1971 und 1975 /29/, /15/ erlauben nicht die Annahme von faul- oder gärfähigen Stoffen. Der Nachweis der Einhaltung dieser Forderung kann zusätzlich durch die nachträgliche Konditionierung erreicht werden, da durch chemische Prozesse in den Abfallbehältern (z.B. durch Korrosion) ein Druckaufbau entstanden sein kann. Durch die Hochdruckverpressung der nVBA wird der Behälter druckentlastet. Bei den VBA wird eine entsprechende Bohrung vorgenommen.

4. Die Abfallprodukte dürfen bis auf sinnvoll erreichbare und nicht vermeidbare Restgehalte

- weder Flüssigkeiten noch Gase enthalten, die sich in Ampullen, Flaschen oder sonstigen Behältern befinden;
- weder freibewegliche Flüssigkeiten enthalten noch derartige Flüssigkeiten bzw. Gase unter üblichen Lagerungs- und Handhabungsbedingungen freisetzen;
- keine selbstentzündlichen oder explosiven Stoffe enthalten:

Die Einhaltung dieser Forderung wird durch die Hochdruckverpressung und die anschließende Trocknung der Pellets bei Flüssigkeitsaustritt für die eingelagerten nVBA erreicht. Die Annahmebedingungen der Schachtanlage Asse II /29/, /15/ sahen außerdem seit 1971 vor, dass keine freien Flüssigkeiten eingelagert werden. Da VBA erst danach eingelagert worden sind, werden in VBA keine freien Flüssigkeiten erwartet. Im Rahmen der Druckentlastung werden die VBA angebohrt. Hierbei können auch bei einigen VBA Feuchtemessungen des Innenraums ausgeführt werden. Bei zu hoher Innenfeuchte ist entweder eine Trocknung oder eine Zugabe von Trocknungsmitteln über die Bohrung vorzusehen. Das Einbringen von selbstentzündlichen oder explosiven Stoffen in die Schachtanlage Asse II war gemäß den Annahmebedingungen nicht statthaft.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 88 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

5. Reaktionen zwischen dem radioaktiven Abfall, dem Fixierungsmittel und der Verpackung müssen auf eine sicherheitstechnisch zulässige Rate beschränkt sein:

Die radioaktiven Abfälle werden in neue Konrad-Container verpackt. Der Zwischenraum wird mit Beton verfüllt. Hierbei wird auf die Einhaltung dieser Grundanforderung geachtet. Mit Bezug auf die Fixierung der radioaktiven Abfälle im Innenbehälter wird darauf verwiesen, dass infolge der bereits über mehrere Jahrzehnte andauernden Lagerung die Reaktionspartner entweder aufgebraucht sind oder die Reaktionsraten nur gering sind und somit in zulässiger Weise ablaufen.

6. Das verwendete Fixierungsmittel muss vollständig abgebunden oder vollständig erstarrt sein:



Die radioaktiven Abfälle werden in neue Konrad-Container verpackt. Der Zwischenraum wird mit Beton verfüllt. Hierbei wird auf die Einhaltung dieser Grundanforderung geachtet.

7. Das Vergießen von radioaktiven Abfällen oder Hohlräumen zwischen Innenbehältern hat mit geeigneten fließfähigen Fixierungsmitteln zu erfolgen, die ggf. durch technische Maßnahmen (z.B. Rütteln) zu verdichten sind:

Die radioaktiven Abfälle werden in neue Konrad-Container verpackt. Der Zwischenraum wird mit Beton verfüllt. Hierbei wird auf die Einhaltung dieser Grundanforderung geachtet. Zur Einhaltung der Anforderung bzgl. des Maximalgewichtes von 20 t kann es zum Einsatz von Porenleichtbeton für das Vergießen der Hohlräume kommen.

8. Für das Vergießen von radioaktiven Abfällen oder Hohlräumen zwischen Innenbehältern verwendete Fixierungsmittel können auch mit kontaminierten Flüssigkeiten angemacht werden, wenn die Qualitätsmerkmale der betreffenden Abfallproduktgruppe eingehalten werden und die Ver-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 89 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

träglichkeit mit dem zu vergießenden Gut gewährleistet ist. In den kontaminierten Flüssigkeiten enthaltenen Radionuklide bzw. Radionuklidgruppen müssen bei der Aktivitätsangabe berücksichtigt werden:



Der Hohlraum in den Gebinden sowie die Hohlräume in den Wänden des Containers soll mit Beton verfüllt werden. Hierbei kann als Flüssigkeit auch kontaminierte Salzlauge zum Einsatz gelangen. Die Verträglichkeit mit dem Behälter sowie die entsprechende Festigkeit des Betons werden zuvor nachgewiesen.

9. Brennbare radioaktive Abfälle, die spaltbare Stoffe außer Natururan und abgereichertem Uran mit einer Masse von mehr als 1 g pro Abfallbinde enthalten, müssen in einer nicht brennbaren Abfallmatrix fixiert oder allseitig von einer inaktiven Schicht mit einem Wärmeleitwiderstand von mindestens 0,1 m<sup>2</sup>K/W umgeben oder in einem Abfallbehälter verpackt sein, der der Abfallbehälterklasse II zugeordnet wird:

Die Abfälle sollen in Konrad-Container eingelagert werden, die eine Zulassung als störfallfeste Verpackung der Abfallbehälterklasse I haben. Für diese Abfallbehälter ist der Nachweis bzgl. des Wärmewiderstandes erbracht.

10. Die Abfallprodukte dürfen durch thermische Neutronen spaltbare Stoffe außer Natururan und abgereichertem Uran nur in einer Massenkonzentration bis zu 50 g pro 0,1 m<sup>3</sup> Abfallprodukt enthalten:

Die Kernbrennstoffkonzentration war für LAW gemäß Annahmebedingungen der Schachtanlage Asse II auf 15 g pro Abfallbehälter beschränkt. Mit der Annahme, dass max. 30 Pellets mit jeweils max. 15 g Kernbrennstoff in einen Konrad-Container Typ V eingelagert werden, ergibt sich eine Kernbrennstoffmasse von 0,45 kg. Bei einem Volumen des vorgesehenen Konrad-Containers Typ V von 10,9 m<sup>3</sup> sind ca. 5,4 kg Kernbrennstoff im Container max. zulässig. Dieser Kernbrennstoffgehalt kann somit durch die LAW-Gebinde nicht erreicht werden, die nach Fest-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 90 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



legung der Annahmebedingungen eingelagert worden sind. Da aber auch bereits vor 1971 Abfallgebinde eingelagert worden sind, wurden die im ASSEKAT dokumentierten Daten zur Kernbrennstoffaktivität in den LAW herangezogen. Auch aus diesen Daten ergeben sich keine Hinweise, dass die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen für die Schachtanlage Konrad nicht zu erwarten wäre.

11. Die Ortsdosisleistung (einschließlich des Anteils durch Neutronen) jedes Abfallgebundes ist zum Zeitpunkt der Anlieferung an das Endlager Konrad an seiner Oberfläche auf einen Mittelwert von 2 mSv/h und auf einen Maximalwert von 10 mSv/h begrenzt. In 1 m Abstand von der Oberfläche bei zylindrischen Abfallgebunden und in 2 m Abstand bei quaderförmigen Abfallgebunden darf die Ortsdosisleistung (einschließlich des Anteils durch Neutronen) nicht mehr als 0,1 mSv/h betragen:

Diese Bedingungen werden eingehalten, da auch zum Zeitpunkt der Annahme der Gebinde in der Schachtanlage Asse II vergleichbare Bestimmungen galten. Nur in Ausnahmefällen war eine fünffach höhere Ortsdosisleistung in 1 m Abstand gestattet. Aufgrund des radioaktiven Zerfalls ist aber die Gebindeaktivität mittlerweile deutlich abgeklungen, so dass auch die Bedingungen der Ortsdosisleistung einhaltbar sind. Insbesondere werden aber auch zur Überwachung die Pellets bzgl. der Ortsdosisleistung gemessen und dementsprechend in die Konrad-Container verladen.

Die Einhaltung der Konrad-Endlagerungsbedingungen bei der Rückholung der MAW-Abfälle ist im Gutachten der EWN / TÜV NORD SysTec /7/ dargelegt.

Die zur Einhaltung der o.g. Grundanforderungen aufgeführten Konditionierungstätigkeiten sind Bestandteil des Entsorgungskonzeptes zur Rückholung der LAW. Dieses Konzept sieht somit vor, dass nVBA grundsätzlich verpresst und VBA angebohrt werden. Bei festgestellter Feuchtigkeit erfolgt eine anschließende Trocknung. Die Presslinge und die VBA werden in Konrad-Container ge-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 91 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

stellt, die als störfallfeste Verpackung ausgelegt sind. Das Hohlräumvolumen (Seitenwände sowie Volumen zwischen Abfall und Seitenwänden) kann mit Beton verfüllt werden, der mit kontaminierter Salzlauge versetzt ist. Das Entsorgungskonzept ist geeignet, wenn die LAW verpackt in störfallfesten Konrad-Containern auch den Endlagerungsbedingungen der Schachtanlage Konrad genügen. Dies wird im Folgenden untersucht.

### 3.3.4 Charakterisierung

Für die Einlagerung von Gebinden in das Endlager Konrad ist eine entsprechende Beschreibung der Aktivität im Gebinde erforderlich, um die Einhaltung der Garantie- bzw. Grenzwerte für das Endlager Konrad nachzuweisen. Da die in der Schachtanlage Asse II eingelagerten Gebinde nicht eindeutig und dauerhaft gekennzeichnet sind, kann auch die in der ASSEKAT-Datenbank dokumentierte Aktivität nicht mehr den einzelnen Asse-Gebinden zugeordnet werden. Eindeutig feststellbar ist aber für jedes Gebinde die Kammerzugehörigkeit und ob eine VBA vorliegt oder nicht. Auf der Basis der in der ASSEKAT-Datenbank dokumentierten Aktivität wird daher folgende Vorgehensweise zur Charakterisierung der Konrad-Container vorgeschlagen:

1. Aus der ASSEKAT-Datenbank wird ein gemittelter Nuklidvektor für VBA und nVBA für jede Kammer abgeleitet. Aktivierungsprodukte werden auf Co-60, Spaltprodukte auf Cs-137 als Leitnuklid bezogen.
2. An den Konrad-Containern werden die Leitnuklide Co-60 und Cs-137 mit Hilfe von In-situ-Gammaspektrometrie gemessen. Andere Nuklide werden über die Nuklidvektorbetrachtung ergänzt.
3. Nach Abschluss der Konditionierung aller VBA bzw. nVBA einer Kammer werden die Aktivitäten so korrigiert, dass die Aktivitätssumme aller Konrad-Gebinde dem zerfallskorrigierten Aktivitätsinventar der Kammer für VBA bzw. nVBA entspricht.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 92 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Mit dieser Vorgehensweise wird erreicht, dass die in der ASSEKAT-Datenbank dokumentierte Aktivität der Einlagerungskammer entsprechend ihrer gemessenen Co-60 und Cs-137 Aktivität auf die Konrad-Gebinde verteilt wird. Eine Kalibrierung des In-situ-Gammaspektrometriemesssystems beschränkt sich auf die unterschiedlichen Geometrien der Konrad-Container. Eine absolute Messung ist jedoch nicht erforderlich, da nur die Verhältnisse der Nuklide zueinander und die Aktivitätsverhältnisse der Container ermittelt werden müssen. Das hier beschriebene Verfahren hängt wesentlich von der Beschreibung der Aktivitätsinventare in der ASSEKAT-Datenbank ab. Nachbewertungen, wie sie aktuell für das Tritium- und das Plutoniuminventar ermittelt werden sollen, können in den o.g. Verfahren berücksichtigt werden.

Die Betrachtung der Gefährdung der wassergefährdenden Stoffe kann in ähnlicher Weise erfolgen, wobei die Messung jedoch entfällt. Hier werden die in der ASSEKAT-Datenbank dokumentierten Stoffe für jede Kammer auf die Asse-Gebinde der Einlagerungskammer gleichmäßig verteilt. Für die Konrad-Container ergeben sich somit die stoffspezifischen Angaben aus der Anzahl der im Konrad-Container eingestellten Asse-Gebinde.

Alternativ besteht zwar die Möglichkeit, Proben aus den Gebinden zu nehmen, analysieren zu lassen und eine Charakterisierung auf dieser Basis vorzunehmen, der Aufwand hierfür ist aber sehr hoch und die Genauigkeit der Charakterisierung wird nicht wesentlich verbessert, da nun die Repräsentativität der Probenahme entscheidend ist. Es wird daher die Verwendung der ASSEKAT-Datenbank ggf. mit einer Nachbewertung für bestimmte Nuklide empfohlen.

### **3.3.5 Transportbereitstellung über Tage**



Aus folgenden Gründen ist eine Transportbereitstellung der Gebinde über Tage erforderlich:

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 93 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

1. Die Asse-Gebinde können nicht gleich nach der Rückholung konditioniert werden, insbesondere bei technischen Wartungen oder Reparaturen im Konditionierungsbereich.
2. Sofern die Container in das Endlager Konrad verbracht werden sollen, muss hierfür eine entsprechende Genehmigung vorliegen. Da diese noch nicht erfolgt ist, muss eine Zwischenlagerung auf der Schachtanlage Asse II stattfinden.
3. Die Container können nicht gleich in das Endlager gebracht werden, da vor Abtransport die Gebindedokumentation zu erstellen und zu prüfen ist.
4. Die Abrufbereitschaft seitens Endlager kann sich auch durch die Anlieferung von Gebinden anderer Abfallverursacher verzögern.
5. Die Rückholung und Konditionierung der Asse-Gebinde kann evtl. schneller ablaufen als die Annahme von Gebinden im Endlager möglich ist.
6. Die Rückholung der Gebinde soll durch die Konditionierung nicht verzögert werden.
7. Es kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht garantiert werden, dass das Endlager während des Zeitraumes zur Rückholung der Gebinde bereits Abfallgebände von der Schachtanlage Asse II abrufen kann.

Hieraus folgt, dass die Möglichkeit geschaffen werden muss, alle Gebinde über Tage zwischenlagern zu können (Transportbereitstellung).

Die für die Transportbereitstellung der Gebinde erforderliche Halle beinhaltet auch räumlich die Konditionierung der Asse-Gebinde. Dies schließt nicht aus, dass auch eine Teilkonditionierung unter Tage stattfinden kann, wenn etwa durch eine Volumenreduktion die Schachtförderzeiten besser genutzt werden können. Insofern ist eine Hochdruckkompaktierung der Gebinde sowohl über als auch unter Tage empfehlenswert. Aus logistischen Gründen, um den erforderlichen Kontrollbereich kompakt zu halten, werden der übertägige Konditio-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 94 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



nierungsbereich und das Zwischenlager in einem Gebäude nebeneinander erstellt. Die beiden Bereiche sind durch eine Abschirmmauer und den Schleusbereich getrennt.

Der Konditionierungsbereich beinhaltet neben den notwendigen Räumen zur Schleusung von Personen, zur Wartung der mobilen Strahlenschutzinstrumentierung und einem Bürobereich für die Konditionierung von Gebinden

1. eine Hochdruckpresse,
2. Trocknungsanlagen für Pellets, nVBA aber auch für VBA,
3. einen Konfektionierungsbereich für das Einstellen von Pellets, nVBA und VBA in Konrad-Container,
4. eine In-situ-Gammaspektrometriemesseinrichtung zur Charakterisierung der Container,
5. einen Bereich zur Zementierung der Hohlräume in den Containern (Seitenwände und Innenbereich), dort werden auch die erforderlichen Messungen der Ortsdosisleistung durchgeführt,
6. sowie einen Bereich zur Inspektion der VBA.

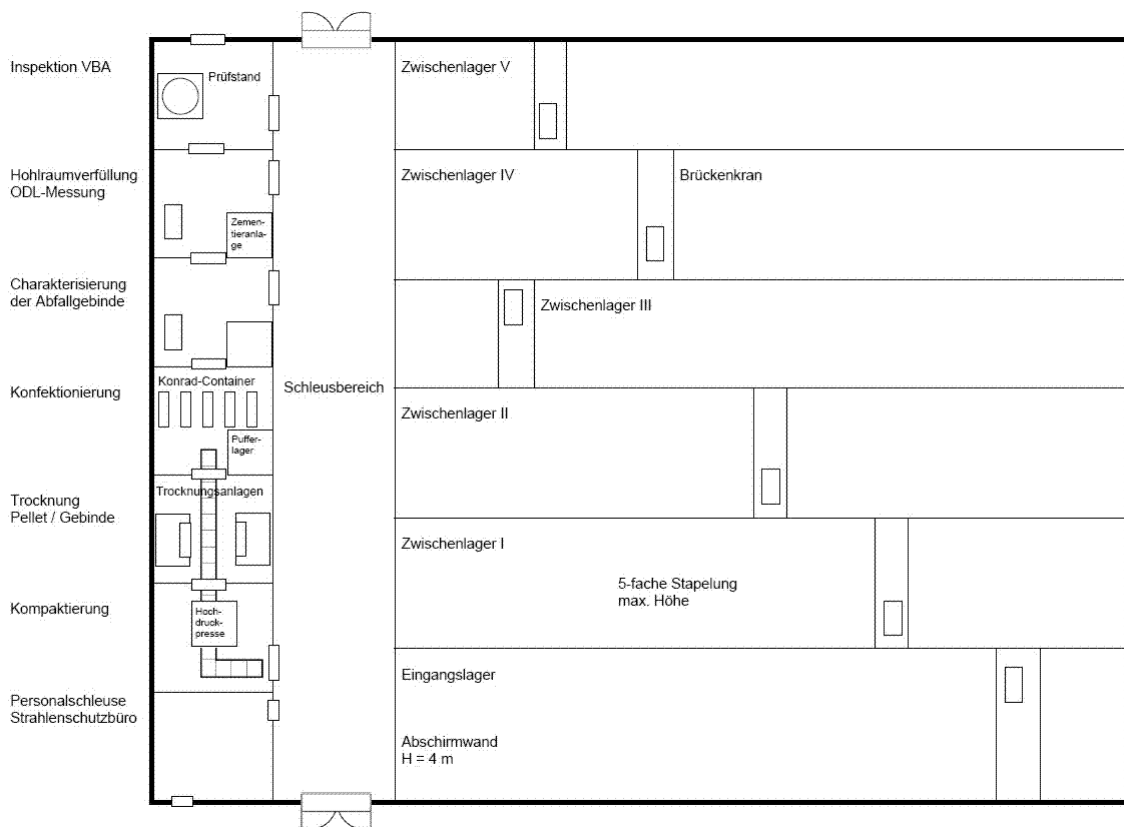
Alle Bereiche sind voneinander so durch Abschirmwände getrennt, dass sie sich nicht gegeneinander beeinflussen. Der Konditionierungsbereich ist als sogenannter Caisson konstruiert, d. h. er ist lüftungstechnisch unabhängig vom übrigen Lager- und Schleusbereich und somit auch nur über Schleusen für Personen und Material erreichbar.

Der Zwischenlagerbereich ist in mehrere Lagerbereiche aufgeteilt. Die Gebinde werden fernhantiert mit Brückenkränen bewegt. Je nach Bedarf können die Lagerbereiche als Eingangsbereiche für die Asse-Gebinde oder als Lagerbereiche für bereits fertiggestellte Konrad-Container verwendet werden. Im Eingangsbereich sind unterschiedliche Bereiche für nVBA und VBA erforderlich. Die Stapelung erfolgt hier liegend.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 95 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

In Abb. 3.3-2 wird das Konzept für die Konditionierung und Zwischenlagerung dargestellt. Hierbei ist bereits auf eine ergonomische Anordnung der Räumlichkeiten zueinander geachtet worden. Je nach Wahl der Varianten würden bestimmte Bereiche nicht erforderlich bzw. in ihrer Größe angepasst werden. Diese Änderungen werden in den entsprechenden Kapiteln bei der Diskussion der Varianten behandelt.

Für den Fall, dass der Umfang der Rückholung auf eine kleine Rückholmengende beschränkt bleibt, ist in einem späteren Detailkonzept zu prüfen, ob anstelle einer Transportbereitstellung und Konditionierung über Tage vor Ort auch eine Konditionierung an einem externen Standort durchgeführt werden kann. Dies hängt insbesondere von der Kapazität des externen Entsorgungsunternehmens, von dem Genehmigungsumfang für den externen Standort und von dem Transportaufwand ab.



**Abb. 3.3-2 Konzept für die Transportbereitstellungshalle mit Konditionierungsbereich am Standort Asse II**


### 3.3.6 Sekundärabfälle

Die Ausrüstungen und das Zubehör zur Rückholung der LAW werden nach Abschluss der Arbeiten soweit notwendig dekontaminiert, den Abmessungen und der Traglast der Hauptförderanlage entsprechend demontiert bzw. zerlegt und nach über Tage verbracht.

Mit folgenden sekundären Reststoffen wird gerechnet:

- technische Einrichtungen zum Abbau und zur Konditionierung der Abfälle,



	Schachtanlage Asse II		
		Seite 97 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

- Filter aus Lüftungsanlagen und Hydraulikanlagen,
- Strahlenschutzverbrauchsmittel,
- Betriebs- und Verbrauchsmittel (z. B. Öle, Schmierstoffe, Schneidwerkzeuge, Reinigungsmittel, Arbeitsschutzmittel),
- Kleinteile, die in Paletten und Boxen transportiert werden.



In unmittelbarer Nähe der Hauptförderanlage werden die Ausrüstungen und das Zubehör in 20' - Container verladen und der Freimessung in der Transportbereitstellungshalle zugeführt. Hierzu ist eine Dekontamination erforderlich, die ebenfalls im Bereich der Halle ausgeführt wird (z.B. Inspektionsbereich). Es wird dabei nur ein kleiner Anteil an radioaktivem Abfall anfallen, der ebenfalls in Konrad-Container verpackt wird.

### 3.3.7 Dokumentation

Alle aufgenommenen Daten zu den Konrad-Containern und den Sekundärreststoffen sowie alle Entsorgungsschritte werden erfasst und dokumentiert. Hierfür wird ein Reststoff-Verfolgungs- und Kontrollsystem (ReVK) genutzt.

Aus den Daten wird die Begleit- und die Endlagerdokumentation der verpackten Konrad-Gebinde erstellt und es wird die Konditionierung, die Freimessung, die Freigabe und die Verwertung bzw. die Entsorgung der Sekundärreststoffe dokumentiert. Damit erfolgt der kontinuierliche Nachweis über den Verbleib der erzeugten Reststoff- oder Abfallgebände.

Alle Transportbewegungen der Konrad-Gebinde werden erfasst und jederzeit abrufbar gespeichert. Die transportrelevanten Daten werden verwaltet und die Gebinde für den Transport freigegeben. Die Lagerverwaltung der Gebinde erfolgt ebenfalls über das ReVK. Dabei kann über die Konfigurationsroutine des ReVK jedes beliebige Lagervolumen als eigenständiges Lager definiert werden.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 98 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Das Programm verwaltet außerdem die vorhandenen Ressourcen der leeren Behälter und Abschirmungen.

Die Auswertung aller im ReVK erfassten Daten kann in Form von Berichten oder Tabellen erfolgen. Über das Selektionsmodul können Art und Umfang der gesuchten Daten zusammengestellt werden.

### **3.3.8 Freigabe der untertägigen Bereiche**

Unter Freigabe wird hier die Entlassung der untertägigen Bereiche aus der atomrechtlichen Zuständigkeit verstanden. Dieses Verfahren ist im § 29 StrlSchV geregelt. Dort sind u.a. Freigabewerte und Randbedingungen für die Freigabe von Gebäuden und Bodenflächen gegeben. Beide Wertesätze sind jedoch für die hier vorgesehene Anwendung nicht geeignet, da zum einen das direkte Eindringen einer Kontamination in eine landwirtschaftliche Nutzfläche nicht unterstellt werden kann, zum anderen eine weitere Nutzung der untertägigen Bereiche durch andere Personen in Zeiträumen, in denen noch eine nennenswerte Aktivität unter Tage vorliegen kann, nicht angenommen wird. Für solche Fälle sieht der § 29 StrlSchV die Entwicklung standortspezifischer Freigabewerte vor. Dieses ist hier sinnvoll, da so eine optimale Anwendung des Freigabekonzeptes erreicht werden kann, d.h. eine maximale Ausnutzung der Freigabewerte bei gleichzeitig niedrigem Dosisniveau (de minimis Dosiskonzept) für die Bevölkerung.

Die Einhaltung der Freigabewerte ist nachzuweisen. Dieser Nachweis wird nuklearspezifisch durchgeführt oder über Nuklidvektoren erreicht, wobei gut messbare Leitnuklide wie Co-60 und Cs-137 herangezogen werden, um die verbleibenden Nuklide rechnerisch zu bestimmen. Dieses Verfahren wird auch für die Charakterisierung der Abfallgebände eingesetzt. Erschwerend kommt bei der Rückholung hinzu, dass bei der Freigabe auch geringe Aktivitätsmengen z.B. in porösen Strukturen nachgewiesen werden sollen. Hier bestehen erhebliche Schwierigkeiten, da der Salzgrus die verbleibenden Nuklide zu stark abschirmt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 99 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Dies gilt insbesondere für Alphastrahler und reine Betastrahler wie Tritium und Kohlenstoff-14. Aus diesem Grund wird ein Bereißen der Kammern empfohlen. Dies stellt sicher, dass nur eine vernachlässigbare Restaktivität in einer Kammer verbleibt.

Der nach über Tage verbrachte, kontaminierte Salzgrus kann sowohl zur Herstellung von Salzbeton verwendet werden, der wiederum zur Verfüllung von Gebinden benötigt wird, als auch einer weiteren Freigabemessung zugeführt werden. Die Freigabemessung kann im Anschluss an den Konditionierungstätigkeiten in der Transportbereitstellungshalle ausgeführt werden. Hierfür sind insbesondere Konzepte geeignet, wie sie bei der Freigabe von Bodenaushub bereits verwendet wurden. Hierbei kann der Aushub auf einem Förderband an Detektoren vorbeigeführt werden, die den Aktivitätsgehalt messen und durch Auslösung einer entsprechenden Wegführung automatisch entscheiden, ob das Material als radioaktiver Abfall zu entsorgen ist oder konventionell beseitigt werden kann.

### 3.4 Genehmigungsrechtliches Vorgehen

Die Errichtung und der Betrieb eines Endlagers für radioaktive Abfälle bedarf der Planfeststellung (s. § 9b AtG). Eckpunkte des Verfahrens für den Planfeststellungsbeschluss sind als Voraussetzungen ebenfalls dort festgelegt. Auch wesentliche Veränderungen solcher Anlagen fallen unter die Pflicht der Planfeststellung und somit auch die Stilllegung eines Endlagers.

Die Schachtanlage Asse II ist zu einem Zeitpunkt errichtet und genehmigt worden, bei dem diese Festlegungen im Atomgesetz noch nicht galten. Die Arbeiten auf der Schachtanlage Asse II wurden somit auf der Grundlage des Bundesberggesetzes genehmigt. Hiervon ausgenommen ist der Umgang mit bestimmten radioaktiven Stoffen (nicht radioaktive Abfälle), z. B. zur Kalibrierung von Strahlenschutzmessgeräten. Hierzu wurden von der Bergbehörde entsprechende Umgangsgenehmigungen nach Strahlenschutzverordnung erteilt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 100 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Radioaktive Abfälle wurden in der Zeit von 1967 bis 1978 eingelagert. Die hierfür notwendige radiologische Überwachung erfolgt gemäß einer Anordnung der Bergbehörde nach § 19 AtG. Die resultierenden Überwachungsmaßnahmen basieren auf der Richtlinie der Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI Teil C.2).

Die Rückholung der eingelagerten Gebinde aus der Schachtanlage Asse II war nicht vorgesehen. Die Abfälle wurden bereits als endlagergerecht entsprechend den damals gültigen Annahmebedingungen der Schachtanlage Asse II angenommen und eingelagert.

Im Folgenden wird der Prozess der Rückholung der LAW in 3 Phasen unterteilt:

Phase 1: Bergung der Abfälle und Transport in den übertägigen Bereich

Phase 2: Pufferlagerung der Abfälle am Standort

Phase 3: Weitere Behandlung der Abfälle in einer Konditionierungseinrichtung vor Ort, Transporte, Endlagerung im Endlager



Es ist davon auszugehen, dass ein normales Genehmigungsverfahren für alle 3 Phasen den zur Verfügung stehenden Zeitraum mit Blick auf die Gefährdungslage weit übersteigen würde. So wurde für die Rückholung der Abfälle aus einem anderen Endlager die Dauer des Genehmigungsverfahrens mit 7 Jahren abgeschätzt. Es ist daher notwendig zu untersuchen, welche Möglichkeiten für eine kurzfristige Rückholung der LAW rechtlich gegeben sind. Dabei kommen 3 Alternativen zum Einsatz:

Alternative 1: Behördliche Anordnung für alle 3 Phasen

Alternative 2: Behördliche Anordnung nur für Phase 1 und 2

Alternative 3: Behördliche Anordnung nur für Phase 1

Während für die Alternative 1 nur ein relativ kurzer Zeitraum bleibt, der der Gefahrensituation entsprechend angemessen sein soll, verlängert sich dieser Zeitraum für das genehmigungsrechtliche Verfahren um die Beantragung der Er-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 101 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

richtung und des Betriebes eines Pufferlagers nach § 7 StrlSchV /35/ einschließlich Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und Bauantrag für die Phase 2 um ca. 2,5 Jahre. Der Zeitraum von ca. 6 Monaten für die Bewertung der Konditionierungs- und Produktkontrollmaßnahmen (Phase 3) kann dann während der Phase 2 parallel ablaufen, so dass für die Alternativen folgender Zeitbedarf abgeschätzt wird:

Alternative 1: kurzfristig (in Abhängigkeit von der Gefahrensituation)

Alternative 2: 6 - 12 Monate

Alternative 3: mehr als 2,5 Jahre.



Im Folgenden werden die nach Atomgesetz und Strahlenschutzverordnung bestehenden Möglichkeiten geprüft, die kurzfristige Rückholung der LAW etwa unter dem Aspekt der unverzüglichen Gefahrenabwehr zu betrachten. Für diesen Fall sehen die Strahlenschutzverordnung und das Atomgesetz Interventionsmöglichkeiten außerhalb des normalen Genehmigungsverfahrens vor.

Es ist dabei festzuhalten, dass für den Fall eines vorzeitigen unbeherrschbaren Lösungszutritts auch eine teilweise Rückholung der eingelagerten LAW-Gebinde in jedem Fall einen sicherheitstechnischen Gewinn darstellt, da die aktuelle Einlagerungssituation keinerlei Schutz vor einströmendem Wasser bietet.

Vorbehaltlich einer juristischen Prüfung wird davon ausgegangen, dass eine Anordnung auf der Basis der folgenden Bestimmungen des Atomgesetzes (AtG) getroffen werden kann (s. hierzu auch /7/)

§ 19 Abs. 3 (Zitat)

„Die Aufsichtsbehörde kann anordnen, dass ein Zustand beseitigt wird, der den Vorschriften dieses Gesetzes oder der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen, den Bestimmungen des Bescheids über die Genehmigung oder allgemeine Zulassung oder einer nachträglich angeordneten Auflage widerspricht oder aus dem sich durch die Wirkung ionisierender Strahlen Ge-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 102 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

fahren für Leben, Gesundheit oder Sachgüter ergeben können. Sie kann insbesondere anordnen,

1. dass und welche Schutzmaßnahmen zu treffen sind,
2. dass radioaktive Stoffe bei einer von ihr bestimmten Stelle aufbewahrt oder verwahrt werden,
3. dass der Umgang mit radioaktiven Stoffen, die Errichtung und der Betrieb von Anlagen der in den §§ 7 und 11 Abs. 1 Nr. 2 bezeichneten Art sowie der Umgang mit Anlagen, Geräten und Vorrichtungen der in § 11 Abs. 1 Nr. 3 bezeichneten Art einstweilen oder, wenn eine erforderliche Genehmigung nicht erteilt oder rechtskräftig widerrufen ist, endgültig eingestellt wird.“

Hier beschreibt der erste Satz die Interventionsmöglichkeit der Behörde. Eine Verletzung der Zweckbestimmung des Atomgesetzes (s. § 1 Abs. 2 AtG zu Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen) kann angenommen werden, wenn ein Lösungszutritt in die Einlagerungskammern anzunehmen ist und infolge dessen ein Ausbringen der radioaktiven Stoffe in die Umwelt unterstellt werden muss. Zunächst ist aber der Genehmigungsinhaber aufgefordert, eine Einschätzung der Sicherheit der Schachtanlage vorzunehmen, da der Genehmigungsinhaber für den Betrieb der Schachtanlage verantwortlich ist. Wenn der Genehmigungsinhaber nicht in der Lage ist bzw. keine Veranlassung sieht, Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zu treffen, ist die Behörde erst dann aufgefordert zu prüfen, ob sie selbst Anordnungen treffen muss, die geeignet sind, den jetzigen Zustand der Schachtanlage Asse II in eine sichere Form zu überführen. Eine solche Anordnung könnte z.B. auch die Rückholung der LAW-Gebinde beinhalten.

Der in § 19 Abs. 3 dargestellte rechtswidrige Zustand stellt eine Gefahrensituation dar, die keine mittel- oder langfristige Duldung gestattet. Insofern sind behördliche Anordnungen nach § 19 Abs. 3 AtG immer auf einen aktuellen Anlass bezogen, der die Gefahrensituation verursacht hat bzw. erkennbar gemacht hat.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 103 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die Aussagen des § 19 Abs. 3 AtG treffen auch auf Endlager für radioaktive Abfälle zu, da § 9b Abs. 4 AtG als Voraussetzung für den Planfeststellungsbeschluss einerseits auf den § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG verweist, wonach die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Schadensvorsorge zu treffen ist, andererseits § 9b Abs. 4 Nr. 1 AtG keine Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit durch ein Endlager zulässt, die durch inhaltliche Beschränkungen oder Auflagen nicht verhindert werden können.

§ 5 (1) Satz 2 (Zitat)



„Zum Besitz von Kernbrennstoffen berechtigt auch eine Anordnung nach § 19 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2 zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen.“

§ 5 (5) (Zitat)

„Bei der staatlichen Verwahrung ist die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen zu treffen und der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter zu gewährleisten.“

Im § 5 AtG wird insbesondere die staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen geregelt. Im Absatz 1 Satz 2 wird hierzu ausgeführt, dass diese staatliche Verwahrung auch im Rahmen einer Anordnung nach § 19 Abs. 3 festgelegt werden kann. Die erforderliche Vorsorge gegen Schäden, Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter ist aber auch bei der angeordneten staatlichen Verwahrung erforderlich.

Diese Regelung kann als Grundlage für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in der übertägigen Transportbereitstellungshalle dienen, da in der Schachtanlage Asse II auch Kernbrennstoffe lagern. Dies bezieht sich zwar gemäß den in ASSEKAT dokumentierten Aktivitätsdaten nur auf wenige Gebinde in der MAW-Kammer, jedoch lassen sich diese Gebinde nicht von den anderen Gebinden in dieser Kammer unterscheiden, so dass die aus diesen Gebinden erstellten Konrad-Gebinde Kernbrennstoffe enthalten können.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 104 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

§ 12 (1) Satz 1 und 2 (Zitat):

„Durch Rechtsverordnung kann zur Erreichung der in § 1 bezeichneten Zwecke bestimmt werden,



1. welche Vorsorge- und Überwachungsmaßnahmen einschließlich der Rechtfertigung im Sinne von Artikel 6 Abs. 1 und 2 der Richtlinie 96/29/EURATOM des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlung (ABl. EG Nr. L 159 S. 1) und Artikel 3 der Richtlinie 97/43/EURATOM des Rates vom 30. Juni 1997 über den Gesundheitsschutz von Personen gegen die Gefahren ionisierender Strahlung bei medizinischer Exposition und zur Aufhebung der Richtlinie 84/466/EURATOM (ABl. EG Nr. L 180 S. 22) zum Schutz einzelner und der Allgemeinheit beim Umgang und Verkehr mit radioaktiven Stoffen, bei der Errichtung, beim Betrieb und beim Besitz von Anlagen der in den §§ 7 und 11 Abs. 1 Nr. 2 bezeichneten Art, beim Umgang und Verkehr mit Anlagen, Geräten und Vorrichtungen der in § 11 Abs. 1 Nr. 3 bezeichneten Art, beim zweckgerichteten Zusatz radioaktiver Stoffe oder bei der Aktivierung von Stoffen, zum Schutz vor ionisierenden Strahlen natürlichen Ursprungs bei Arbeiten zu treffen sind,

2. welche Vorsorge dafür zu treffen ist, dass bestimmte Strahlendosen und bestimmte Konzentrationen radioaktiver Stoffe in Luft und Wasser nicht überschritten werden, ...“

Der § 12 AtG verweist auf die Ausgestaltung der Grundlagen des Atomgesetzes durch Rechtsverordnungen, hier die Strahlenschutzverordnung. Regelungen in der Strahlenschutzverordnung bzgl. der Schadensvorsorge und der Intervention betreffen somit auch die Einhaltung des o.g. Schutzzieles im Atomgesetz bzw. die Anwendungsmöglichkeit des § 19 (3) AtG. Im Folgenden wird daher auf die betreffenden Regelungen der Strahlenschutzverordnung eingegangen.

Zu den Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /35/:



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 105 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

§ 113 StrlSchV Abs. 1 (Zitat):



„Die zuständige Behörde kann diejenigen Maßnahmen anordnen, die zur Durchführung der §§ 4, 5, 6, 30 bis 88 erforderlich sind. Sie kann auch erforderliche Maßnahmen zur Durchführung der §§ 93 bis 104 anordnen. Soweit die Maßnahmen nicht die Beseitigung einer Gefahr für Leben, Gesundheit oder bedeutende Umweltgüter bezwecken, ist für die Ausführung eine Frist zu setzen.“

Gemäß § 113 StrlSchV ist es der Behörde möglich, eine direkte Anordnung für die Rückholung der LAW-Abfälle zu geben, diese müsste dann ohne Frist umgesetzt werden, da eine Gefahr für die Gesundheit von Teilen der Bevölkerung und auch eines bedeutenden Umweltgutes (hier Grundwasser) besteht. Diese Gefahr muss durch eine solche Anordnung beseitigt werden.

Weiterhin ist das Verbot der unkontrollierten Ableitung radioaktiver Stoffe (§ 47 StrlSchV) i.V.m. § 6 (Vermeidung unnötiger Strahlenexposition) zu beachten. Diese Festlegungen sind vor allem bei der Betrachtung eines möglichen Lösungszutrittes in die Einlagerungskammern und der daraus resultierenden möglichen unkontrollierten Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umwelt wesentlich.

Der § 6 StrlSchV beinhaltet aber zugleich auch die Forderung, dass jede unnötige Strahlenexpositionen oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden ist. Mit diesem Strahlenschutzgrundsatz wird zum einen deutlich, dass für eine Vermeidung der Kontamination des Grundwassers zu sorgen ist, zum anderen aber auch klar gestellt, dass die mit einer Rückholung der LAW-Abfälle verbundene Strahlenexposition als hierfür notwendig erachtet werden muss, d.h. die Strahlenexposition muss einen so genannten strahlenschutztechnischen Nettonutzen aufweisen.

§ 51 Abs. 1 (Zitat):

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 106 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

„Bei radiologischen Notstandssituationen, Unfällen und Störfällen sind unverzüglich alle notwendigen Maßnahmen einzuleiten, damit die Gefahren für Mensch und Umwelt auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Der Eintritt einer radiologischen Notstandssituation, eines Unfalls, eines Störfalles oder eines sonstigen sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisses ist der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde und, falls dies erforderlich ist, auch der für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung zuständigen Behörde sowie den für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden unverzüglich mitzuteilen.“

Die Anwendung des § 51 Abs. 1 ist in diesem Fall nicht möglich, da sich die radiologische Notstandssituation nach § 3(1) Satz 22 auf Artikel 2 der Richtlinie 89/618/EURATOM vom 27. November 1989 bezieht. Hier wird auf eine bereits bestehende radiologische Notstandssituation verwiesen:

Richtlinie 89/618/EURATOM (Zitat):

Artikel 2

„Für die Anwendung dieser Richtlinie gilt als radiologische Notstandssituation jede Situation.



1. nach

a) einem Unfall im Gebiet eines Mitgliedstaats, durch den Anlagen oder Tätigkeiten im Sinne

von Nummer 2 betroffen sind und der in signifikantem Maße zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen führt oder führen kann, oder

b) der Feststellung anomaler Radioaktivitätswerte innerhalb oder außerhalb seines Gebietes, die für die öffentliche Gesundheit in diesem Mitgliedstaat schädlich sein könnten, oder

c) anderen als den in Buchstabe a) genannten Unfällen, durch die Anlagen oder Tätigkeiten im Sinne von Nummer 2 betroffen sind und die in signifikantem Maße zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen führen oder führen können, oder

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 107 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



d) anderen Unfällen, die in signifikantem Maße zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen führen oder führen können;

2. die durch die in Nummer 1 unter den Buchstaben a) und c) genannten Anlagen oder Tätigkeiten verursacht wird; dabei handelt es sich um

- a) Kernreaktoren jedweden Standorts;
- b) sonstige Anlagen des Brennstoffkreislaufs;
- c) Anlagen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle;
- d) Beförderung und Lagerung von Kernbrennstoffen oder radioaktiven Abfällen;
- e) Herstellung, Verwendung, Lagerung, Beseitigung und Beförderung von Radioisotopen...“

Diese Richtlinie beschreibt die Vorgehensweise nach einer Situation, die zu einem Freiwerden von radioaktiven Stoffen im signifikanten Maß führt. In dem vorliegenden Fall soll dieser Zustand jedoch nicht eintreten, es sollen vielmehr Maßnahmen ergriffen werden, die die Freisetzung der Abfälle sicher verhindern können. Hierzu gehört möglicherweise eine Rückholung der Abfälle. Die Vorgaben der Richtlinie sind daher nicht zutreffend.



Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit den Regelungen des § 19 AtG die atomrechtliche Behörde auch kurzfristig Anordnungen treffen kann, um aktuell festgestellte Zustände zu beseitigen, die den Vorschriften dieses Gesetzes und dessen Rechtsverordnungen widersprechen bzw. Gefahren für Leben, Gesundheit oder Sachgüter aufgrund der Wirkung ionisierender Strahlen bedeuten. Für den Fall, dass keine ausreichende Vorsorge gegen einen vorzeitigen Lösungszutritt in die Schachtanlage Asse II und eine damit verbundene Kontamination des Grundwassers gegeben ist, und die Abhilfemaßnahmen im Rahmen eines normalen Genehmigungsverfahrens nicht erreichbar sind, wären die Voraussetzungen für eine Anordnung erfüllt. Gemäß § 113 StrlSchV ist die Anordnung unverzüglich umzusetzen, wenn durch diese Anordnung die Gefahr beseitigt wird. Dabei sind die Strahlenschutzgrundsätze

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 108 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

zu beachten, wonach mit jeder Maßnahme auch ein Nutzen verbunden sein muss, d.h. das mit der Maßnahme verbundene Schadensdetriment soll durch den zugehörigen Nutzen mehr als ausgeglichen werden.

Zu der Reichweite der Maßnahmen der behördlichen Anordnung im Fall der Rückholung der LAW aus der Schachtanlage Asse II ist festzustellen, dass die Anordnung in jedem Fall alle Maßnahmen betrifft, die unter Tage zur Gefahrenabwehr zu treffen sind (Phase 1), da hier die Möglichkeit der Gefährdung des Grundwassers gegeben ist. Mit Auslagerung der Gebinde in den übertägigen Bereich ist allerdings von einer Gefährdung des Grundwassers nicht mehr auszugehen. Art und Weise der nachfolgenden Behandlung der Abfälle (Phase 3) sind vielmehr ausgerichtet an die spätere Annahme an ein Endlager und stehen mit der oben beschriebenen Gefahrenabwehr nicht im direkten Zusammenhang. Der Abtransport zu einer externen Konditionierungsanlage bzw. zu einem alternativen Endlager wäre demnach nicht mehr Gegenstand einer behördlichen Anordnung und müsste im Rahmen des normalen atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren behandelt werden. Die behördliche Anordnung der Rückholung der Abfälle für alle drei Phasen ist daher nicht möglich. Damit die behördliche Anordnung nicht in einen genehmigungstechnisch nicht geregelten Zustand endet, sollte die Anordnung bis zu einer Pufferlagerung am Standort reichen. Hierbei ist zu beachten, dass auch die Genehmigung bzgl. der Errichtung und des Betriebes der Transportbereitstellungshalle (Phase 2) nur dann in die Anordnung aufgenommen werden sollte, wenn ein normal geführtes Genehmigungsverfahren gemäß den Vorgaben der Strahlenschutzverordnung zeitlich die Gefahrenabwehr in Frage stellt.

In Kapitel 6 wird dargestellt, ob und welche technische Maßnahmen getroffen werden müssen, um mit einer solchen Anordnung die Gefährdung beseitigen zu können, und welche Strahlenexpositionen mit diesen Maßnahmen verbunden sind. Da die Behörde mit einer Anordnung auch die Verantwortung für diese Tätigkeiten übernimmt, sollte sie daher im Vorwege prüfen, ob mit diesen Maßnahmen nicht nur die Beseitigung von Gefahren verbunden sind, sondern mög-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 109 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

licherweise auch neue Gefahrenpotenziale entstehen. In Kapitel 6 wird daher auch eine Betrachtung bzgl. der möglichen Störfälle und der hiermit verbundenen Strahlenexposition der Bevölkerung und des Personals durchgeführt.

### 3.5 Standsicherheitsbewertung für den Zeitraum der Rückholung



Bestehende Studien zum gebirgsmechanischen Zustand des Grubengebäudes der Schachtanlage Asse II kommen zu folgendem Fazit:

„[...] keine Reserven im Tragsystem der Südflanke mehr erkennbar.“  
 [/9/ Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten sowie 3D-Modellrechnungen, S. 32]

Diese Aussage ist nach Beurteilung der Datenlage und den durchgeführten Befahrungen in gebirgsmechanischem Sinne eindeutig zu bestätigen.

„Ein wesentliches Resultat der gebirgsmechanischen Rechnungen mit dem vertikalen 3D-Modell besteht darin, dass für den berechneten Prognosezeitraum bis 2020 eine Resttragfähigkeit ausgewiesen werden kann, ohne dass es zu einem deutlichen Anstieg der Deckgebirgsverschiebungsraten kommt [...].“  
 [/9/ Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten sowie 3D-Modellrechnungen, S. 32]

Auf der Grundlage der Resttragfähigkeit des gesamten Grubengebäudes dienen die Betrachtungen im Folgenden der Überprüfung, ob eine gebirgsmechanisch standsichere Umgebung für einen begrenzten Zeitraum der Rückholung der Abfälle im Bereich der Einlagerungskammern auf der 750-m- und 725-m-Sohle zur Verfügung steht oder durch zusätzliche Maßnahmen erreicht werden kann. Sie beinhalten keine kurz- oder langfristige Standsicherheitsbewertung für das Gesamtgrubengebäude. Infrastrukturelle Bauwerke, wie Schächte, Füllörter, Hauptzugangsstrecken und Funktionsräume, die nicht im Abbaufeld an der Südflanke liegen, werden für den Zeitraum der Rückholmaßnahme als weiterhin standsicher angesehen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 110 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Im Rahmen dieser Studie wird angenommen, dass die Zuflussmengen der Deckgebirgslösung beherrschbar bleiben und weitestgehend vor Erreichen der 750-m-Sohle gefasst werden können. Für die Dauer der Rückholung wird unterstellt, dass der heute auf der 750-m-Sohle ankommende geringe Anteil der zutretenden Gesamtmenge nicht signifikant steigt.

Grundlagen für die Beurteilung der temporären Standsicherheit der Einlagerungskammern ist primär die Auswertung der bestehenden Literatur und der Analyse der Messungen aus Kapitel 2.5 aber auch die Inaugenscheinnahme während mehrerer Grubenfahrten (insbesondere Befahrungen der Kammer 3/750 und der Einlagerungskammern 5/750 und 7/725 Na<sub>2</sub>).

#### Pfeilerstauchungen

Die Pfeilerstauchungen des Grubengebäudes an der Südflanke haben seit Aufnahme der messtechnischen Überwachung in Teilbereichen bereits ein beträchtliches Ausmaß von mehr als 5 m erreicht. In den oberen Sohlen, die zwar erst später aufgefahren wurden, deren Abstand zum südlich anstehenden Deckgebirge aber geringer ist als in der 750-m-Sohle, kommt es bereits zu einer mehrere Meter starken Deformation der Tragelemente, die nachweislich zu stärkeren Schädigungen der Tragstruktur des Grubengebäudes geführt hat. Der Deformationsvorgang schreitet derzeit weiter voran. Durch die Versatzmaßnahmen konnte die Geschwindigkeit mit der die Deformationen voranschreiten jedoch deutlich verringert werden. /9/

Wie sich in der Schnittdarstellung in Abb. 2.5-4 zeigt, liegen die Maximalstauchungsraten im oberen Drittel, auf den Sohlen zwischen 500 m und 600 m Tiefe. Zu den unteren Sohlen hin sind die Stauchungsraten deutlich geringer. Für den Bereich der Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle liegen keine expliziten Messdaten vor, die Extrapolation der Messwerte lässt jedoch den Schluss zu, dass die Stauchungsraten der 750-m-Sohle deutlich unter 60 mm/a liegen können.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 111 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Die Pfeiler und Schweben der 750-m-Sohle sind trotz der - gegenüber höheren Sohlen - deutlich geringeren Pfeilerstauchungsraten sehr stark beansprucht und weisen bereits lokal Risse und Bruchstrukturen auf. Dies wird durch die Auswertung der Rissstrukturen in Erkundungsbohrungen bestätigt. Sie zeigen, dass die längerfristigen Entfestigungsprozesse auch in diesem Lagerstättenteil bereits begonnen haben.

### Spannungsmessungen

Die Analysen der Spannungsmessungen zeigen, ähnlich wie die Pfeilerstauchungsraten, dass die Tragelemente auch im Umfeld der 750-m-Sohle hoch belastet sind, aber gegenüber den höherliegenden Sohlen noch deutliche Reserven aufweisen. So werden als minimale Hauptspannungen im Umfeld der Einlagerungskammer 4 auf der 750-m-Sohle noch Druckspannungen ermittelt, während in den Tragelementen der höherliegenden Sohlen die minimalen Hauptspannungen bereits im Zugbereich liegen. Dies deutet auf noch intakte Tragelemente im Bereich der 750-m-Sohle hin.

Die Befahrung der seit der Kammerauffahrung offen gehaltenen Kammer 3/750, des Durchhiebes zur Einlagerungskammer 5/750, des Erkundungstollens zum Deckgebirge hin und die Begutachtung der zur Einlagerungskammer 4/750 hin niedergebrachten Altbohrungen A 319 und A 320 lässt keine ausgeprägten Bruchstrukturen, die auf versagende Tragelemente hinweisen würden, erkennen.

Die erkennbaren Risse und Abschalungen sind Folge der Spannungssituation im direkten Umfeld von untertägigen Hohlräumen und werden durch regelmäßige Nacharbeitung (Reißen, Fräsen) beherrscht.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 112 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### Versatz

Das Einbringen von Versatz in nahezu alle Kammern des Abbaufeldes der Südflanke trägt zur Stützung des Abbaufeldes an der Südflanke und somit zur Standsicherheit der Kammerumgebung bei. Aufgrund des nicht kraftschlüssig eingebrachten Versatzmaterials, das zudem noch einen hohen Porenanteil aufweist, kommt es erst nach mehreren Jahren zu einer messbaren Kraftübertragung durch den Versatzkörper. Neben der in den Druckgebern messbaren Kraftübertragung durch den Versatzkörper hat der Versatz, auch lose eingebracht, bereits positiv stützende Wirkung auf die Pfeiler. Das an den Pfeilerstößen anliegende Versatzmaterial wirkt den fortschreitenden Auflockerungen entgegen. Die gebirgsmechanische Erfahrung zeigt, dass bereits ein geringer Stützdruck eine deutlich positive Wirkung auf das Verformungsverhalten von anstehenden Gesteinsbereichen hat und das Tragverhalten – vor allem im Bereich der Resttragfähigkeit – positiv beeinflusst.



Da bereits geringe Stützdrücke eine positive Auswirkung auf das Verformungsverhalten der Tragelemente haben, kommt der Resthohlraumverfüllung in den Kammern an der Südflanke, aber auch einer zeitnahen Wiederverfüllung der Kammern nach der Entnahme der LAW eine große Bedeutung zu.

Zudem ist eine gleichzeitige Räumung von nebeneinander liegenden Kammern und dem damit verbundenen kompletten Verlust der horizontalen Stützung durch den Versatz zu vermeiden.

### Mikroseismische Ereignisse

Die Auswertungen der mikroseismischen Ereignisse im Umfeld des Abbaufeldes an der Südflanke weisen auf eine ausgeprägte Aktivität des Gebirges hin. Ursache für mikroseismische Ereignisse sind in der Regel Bruch- und Bewegungsvorgänge innerhalb des Gebirges. Eine Häufung von Ereignissen an bestimmten Stellen spricht für eine verstärkte Bruch- oder Bewegungsaktivität.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 113 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Eine direkte Abschätzung der Größenordnung der Bruch- oder Bewegungsvorgänge kann nicht gefolgert werden.



Die seit 2008 vermehrt aufgetretenen Ereignisse im Umfeld der Einlagerungskammer 4/750 deuten auf Bruchprozesse hin. Da die Firste der ELK 4/750 auf der kompletten Kammerfläche ungestützt und offen ist, sind Abschalungen und Löserbildungen ein gebirgsmechanisch normaler Bruch- und Bewegungsprozess. Wie weitreichend diese Prozesse sind und welches Ausmaß die Schädigung der Kammerumgebung aufweist, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht zuverlässig eingeschätzt werden.

#### Lösungszutritte

In den Einlagerungskammern 1/750, 2/750, 4/750, 6/750, 8/750, 10/750 und 12/750 ist ein Antreffen von Salzlösungen und damit feuchten Salzgesteinen wahrscheinlich.

Die Einflüsse der zutretenden Deckgebirgslösungen im Bereich der Einlagerungskammern (750-m-Sohle) werden zurzeit als ausreichend gering und somit für die Standsicherheitsbetrachtung unproblematisch eingestuft. Direkte Wegsamkeiten zwischen Deckgebirge und Einlagerungskammern sind nicht bekannt und die Zuflussmengen aus den höherliegenden Sohlen sind noch gering. In lokal begrenzten Bereichen im direkten Umfeld der Kammern sind allerdings durch Feuchtigkeit entstandene Entfestigungsbereiche zu erwarten, die durch lokale Sicherungsmaßnahmen als gut beherrschbar angesehen werden.

Im Umfeld der Kammern 1/750, 2/750 und 12/750 ist die Auswirkung durch Feuchtigkeit (Zuflüsse aus dem Versatz des Carnallitbaufeldes) schwer einschätzbar. Da diese drei Kammern weder unter- noch überbaut wurden und der Abstand zum Deckgebirge groß ist, wird davon ausgegangen, dass durch Sicherungsmaßnahmen wie Nachfräsen ein standsicherer Zustand hergestellt werden kann.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 114 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Für die beiden Einlagerungskammern im Sattelkern (2/750 Na<sub>2</sub> und 7/725 Na<sub>2</sub>) liegen keine Erkenntnisse über Lösungszutritte vor.

### Umgebungsbedingungen



Unterhalb der 750-m-Sohle steht aufgrund der nicht vorhandenen Abbaukammern eine sehr tragfähige Umgebung an. Die mächtigere Schweben zur 725-m-Sohle bildet auch nach oben hin im Vergleich zu anderen Sohlen eine tragfähigere Umgebung. Darüber hinaus sind zwischen der 725-m- und 750-m-Sohle, 700-m- und 725-m-Sohle sowie 679-m- und 700-m-Sohle keine Schwebendurchbrüche bekannt.

Die Einlagerungskammern 1/750, 2/750 und 12/750 sind nicht mit weiteren Abbaukammern über- oder unterbaut. Sie können mit Sicherungsmaßnahmen auch über einen längeren Zeitraum offen gehalten werden.

Die zurzeit stabile Umgebung der Einlagerungskammern ist aus Sicht der Standsicherheit als „günstig“ zu bewerten.

### Verformungsverhalten

Für eine sichere Beherrschbarkeit von untertägigen Grubenräumen ist das Verformungsverhalten der anstehenden Gesteine unter Belastung von großer Bedeutung. Tragende Elemente aus einem spröden Material, das nach Erreichen seiner maximalen Tragfähigkeit schnell oder sogar schlagartig versagt, sind deutlich schwieriger zu beherrschen, als Tragelemente aus einem Material, welches sich nach Erreichen seiner maximalen Tragfähigkeit kontinuierlich verformt und weiterhin Kräfte übertragen kann. Die Informationen über die Eigenschaften der Gesteine können durch Laborversuche und durch Untertagebeobachtungen gewonnen werden.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 115 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



„Die Laborversuchskurven zeigen, dass Steinsalz bei Aufrechterhaltung einer Einspannung unter einer konstanten Deformationsrate nach Erreichen der maximalen Festigkeit nicht schlagartig versagt, sondern allmählich seine Festigkeit verliert und ein Restfestigkeitsplateau besitzt.“ [4/ S. 4] Diese aus der Sicht der Beherrschbarkeit positiven Materialeigenschaften des Salzgesteins, wie sie im Laborversuch ermittelt wurden, bestätigen sich bei Beobachtung bestehender untertägiger Hohlräume. Einerseits ist hier die Kammer 3/750 zu erwähnen, die bereits seit Beginn der Abbautätigkeiten offen gehalten wird. Mit regelmäßigen Nacharbeiten und lokalen Sicherungsmaßnahmen durch zusätzliche Ankerung (oberhalb des Kammerzuganges) können Firste und Stöße bereits seit mehreren Jahrzehnten sicher beherrscht werden. Zum anderen werden aber auch die Grubenräume auf den höher liegenden Sohlen mit erheblich größeren Pfeilerstauchungen beherrscht. Auch Streckenbereiche mit sehr starken Verformungen, als Beispiel wird hier auf die mit Bullflex-Pfeilern gesicherte Strecke auf der 637-m-Sohle verwiesen, zeigen keine schlagartigen Versagenszustände und verhalten sich im Sinne einer Beherrschbarkeit gutmütig.

Die ebenfalls am Rand des Abbaufeldes liegenden Kammern 3 (Laugensammelbecken) und 4 (Fahrzeughalle) auf der 490-m-Sohle werden seit Jahren offen gehalten. Trotz ihrer großen Dimensionen werden diese Kammern derzeit mit regelmäßigen Sicherungsmaßnahmen (Bereiben, Fräsen) beherrscht.

Größere Verformungen in Grubenräumen führen bei regelmäßiger Nachbearbeitung zu keiner Gefährdung der Standsicherheit. Durch die langsam fortschreitende Deformation von Pfeilern und Schweben ohne schlagartiges Versagen, kann die Sicherheit mit einer kontinuierlichen messtechnischen Überwachung gewährleistet werden.

### Fazit

Die Beurteilung der gebirgsmechanischen Situation der einzeln nacheinander zu leerenden Einlagerungskammern und der Zugangsrubenbaue zeigt eine


 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 116 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

temporäre Standsicherheit für den Zeitraum der Langzeitprognose für das gesamte Grubengebäude (2020) /9/.

Auf der Grundlage des Informationsstandes der vorliegenden Studie und nach erfolgten Sicherungsmaßnahmen ist eine Befahrung der Kammern möglich.

Abschließend werden für einen Rückholungsprozess notwendige Maßnahmen und einzuhaltende Empfehlungen aufgelistet:

- Vorerkundungen vor Öffnung der Einlagerungskammern zur Erfassung des Ist-Zustandes sind notwendig (Bohrung, etc.)
- Das Messprogramm der Spannungen und Verformungen sollte auf die 750-m-Sohle erweitert werden.
- Eine Überwachung der Schweben und Pfeiler während der Räumungsarbeiten bis zur Wiederverfüllung ist vorzusehen (systematische Höhen- und Breitenmessung, Firstradar, etc.).
- Sicherungsmaßnahmen an Firste und Stößen beim Erschließen der Kammern sind zwingend erforderlich (z.B. Bereißen, Fräsen, Teilbereiche Anker).
- Neue Auffahrungen sind auf ein notwendiges Minimum zu reduzieren.
- Auffahrungen von Grubenräumen im Übergangsbereich zum Deckgebirge sind zu unterlassen.
- Pfeiler- und Schwebendurchörterungen sind auf ein Minimum zu beschränken.
- Pfeilern zwischen zwei Kammern ist nicht beidseitig das Widerlager zu entziehen, daher sind leergeräumte Kammern zeitnah und mit tragfähigem Material firstbündig zu versetzen.
- Eine tragfähige Verfüllung nicht benötigter Grubenräume wird empfohlen.

	Schachtanlage Asse II		
		Seite 117 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

- Weitere Stützungsmaßnahmen des gesamten Grubengebäudes sind grundsätzlich sinnvoll.
- Sonstige Maßnahmen im gesamten Grubengebäude sind auf Verträglichkeit mit der Rückholung der LAW auf der 750-m-Sohle bzw. 725-m-Sohle zu überprüfen.

### **3.6 Prozessablauf der Rückholung**



#### **3.6.1 Teilprozesselemente der Rückholung unter Tage**

Wie in Kapitel 3.5 umfassend dargestellt, ist es auf Grundlage des Informationsstandes der vorliegenden Studie möglich, die Kammern - nach entsprechenden Sicherungsmaßnahmen - zu befahren. Diese Tatsache ermöglicht eine direkte Rückholung mit im Berg- bzw. Tiefbau gängigen Verfahren und Geräten.

Die gebirgsmechanische Bewertung verlangt, dass ein möglichst gebirgsschonendes Konzept für die Rückholung zu entwickeln ist. Deswegen sind in dieser Studie folgende Randbedingungen zu befolgen:

- Neuauffahrungen und Erweiterungen werden auf ein Minimum beschränkt. Soweit möglich werden daher die bereits aufgefahrenen Grubenräume, also das bestehende Streckennetz, Kammerzugänge, Nebenräume, etc. genutzt.
- Nicht weiter benötigte Grubenräume werden schnellstmöglich tragfähig verfüllt. Dies gilt insbesondere für die geleerten bzw. teilgeleerten ELK.

Zur Anbindung der Einlagerungskammern für die Rückholung werden ehemalige, heute größtenteils verfüllte Zugänge genutzt. Gegebenenfalls müssen kleinere Streckenabschnitte, wie z.B. Halbwendel für firstbündige Kammerzugänge neu aufgefahren werden. Unter einer Halbwendel wird in dieser Studie eine ansteigende halbkreisförmig geführte Strecke verstanden (siehe Abb. 3.6-12). Be-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 118 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

vor die zumeist seit Jahrzehnten verschlossenen Kammern befahren werden können, müssen die Kammerfirsten bzw. Stöße sukzessive beraubt und möglicherweise gesichert werden. Das Berauben wird mit im Bergbau gebräuchlichen Firstfräsen erfolgen. Gegebenfalls sind Anker und möglicherweise Verzug einzubringen. Das Lösen bzw. Gewinnen der Gebinde erfolgt mit Maschinen wie Baggern bzw. Teleskopladern, situationsbedingt auch mit Staplern.

In einer untertägig, schachtnah gelegenen Anlage findet eine Umverpackung bzw. Teilkonditionierung des zurück gewonnenen Materials statt. Der Transport der Gebinde von den Einlagerungskammern zu der Umverpackungs- und Teilkonditionierungsanlage (UTK) erfolgt mit bergbauüblichen Gleislosfahrzeugen (Hauler oder Shuttlecars). Der Transport von der UTK zum Schacht, über den die teilkonditionierten Gebinde nach über Tage gefördert werden, erfolgt mit Gabelstaplern.



Nach Abschluss einer Kammerleerung erfolgt die zeitnahe Verfüllung der Kammer.

Das hier skizzierte Verfahren einer direkten Rückholung kann auf die Entwicklung von Spezialmaschinen verzichten. Benötigte Zeiten und Kosten für Entwicklung und Erprobung können entfallen.

In den folgenden Kapiteln werden die grundlegenden Teilprozesselemente für die Rückholung vorgestellt. Dies beinhaltet die Feststellungen der strahlenschutztechnischen und bergtechnischen Machbarkeit.

### **3.6.2 Festlegung von Sperr-, Kontroll- und Überwachungsbereichen**

Als erstes Teilelement werden Sperr-, Kontroll- und Überwachungsbereiche für den Rückholungsprozess definiert. Sie sind notwendig, um eine gesundheitliche Gefährdung des Personals auszuschließen.

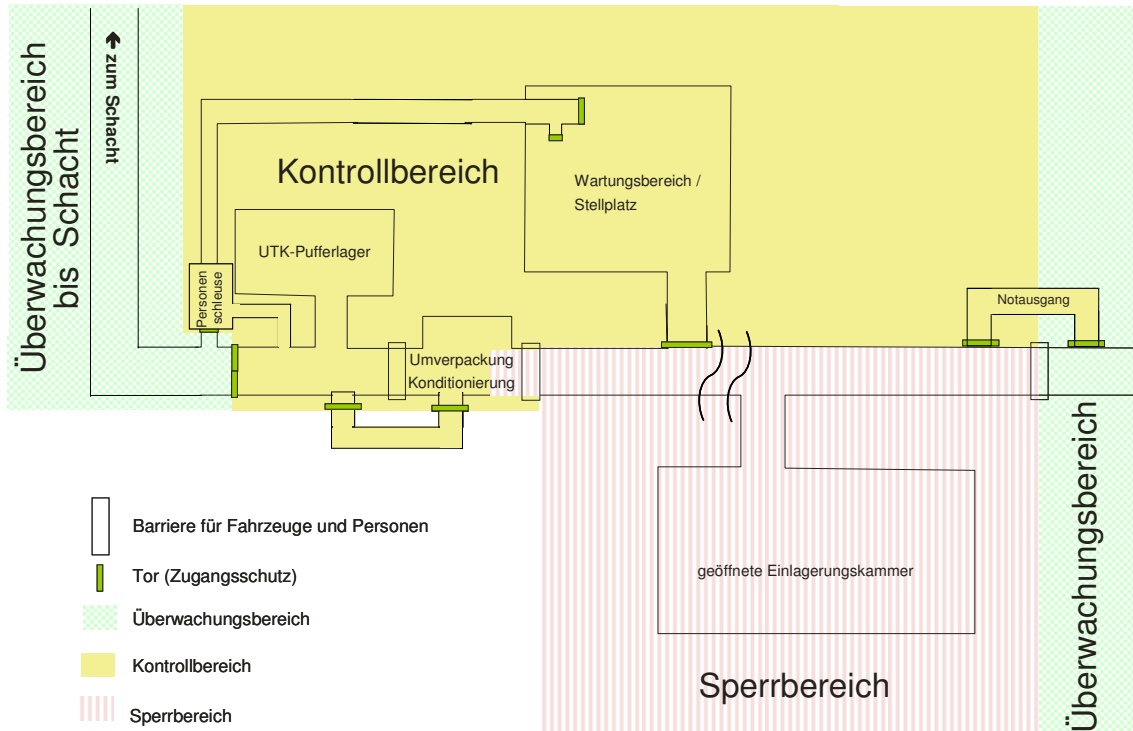
 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 119 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### Generelle Festlegungen

Die Strahlenschutzbereiche können gemäß StrlSchV /35/ in Überwachungsbereich, Kontrollbereich und Sperrbereich eingeteilt werden. Diese Bereiche unterscheiden sich hinsichtlich der radiologischen Bedingungen, die in diesen Bereichen herrschen.

1. Überwachungsbereiche sind nicht zum Kontrollbereich gehörende betriebliche Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 Millisievert (mSv) oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können,
2. Kontrollbereiche sind Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder höhere Organdosen als 45 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können,
3. Sperrbereiche sind Bereiche des Kontrollbereiches in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h sein kann.

Im Folgenden werden in Abb. 3.6-1 schematisch die einzelnen Strahlenschutzbereiche mit ihrer Lage und einer kurze Begründung für ihre Einstufung vorgestellt.





**Abb. 3.6-1 Schematische Darstellung der Strahlenschutzbereiche unter Tage bei einer geöffneten Einlagerungskammer**

Die Einlagerungskammern und die Kammerzugangsstrecken werden als Sperrbereich ausgewiesen. Insbesondere in der Einlagerungskammer kann die Dosisleistung in unmittelbarer Nähe der Gebinde Werte erreichen, die die Ausweisung eines Sperrbereiches erforderlich machen können. Weiterhin kann der in der Einlagerungskammer im Bereich der Gebindegewinnung vorgesehene Staubfilter durch seine Beladung eine Dosisleistung aufweisen, die die Ausweisung des Bereiches um den Filter als Sperrbereich erfordert.



Die Kammerzugangsstrecke wird als Sperrbereich ausgewiesen, da hier aufgrund des Transportes von mehreren Gebinden auf einem Fahrzeug die Ortsdosisleistung temporär den Wert von 3 mSv/h überschreiten kann. Der Sperrbereich endet an der Schleuse zum Wartungsbereich bzw. Stellplatz für die Fahr-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 121 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

zeuge, dem Notausgang und an der Übergabestelle der Gebinde zur Umverpackungs- und Teilkonditionierungsanlage (UTK). Der Wartungsbereich / Stellplatz für die Fahrzeuge ist als Kontrollbereich ausgewiesen, hier kann es durch die Fahrzeuge zu Kontaminationsverschleppungen aus der Einlagerungskammer in diesen Raumbereich kommen.

In der UTK befinden sich auf der Sperrbereichsseite die Übergabestellen für die Gebinde und optional für Schüttgüter sowie die Einrichtungen zur Teilkonditionierung. Aufgrund der möglichen hohen Ortsdosisleistung im Bereich der Abstellfläche für die Gebinde ist dieser Teil des Raumes als Sperrbereich ausgewiesen. Der Sperrbereich wird durch das Dammbauwerk der UTK (siehe Kapitel 3.6.7) abgeschlossen. Der schachtseitige Bereich der UTK ist als Kontrollbereich ausgewiesen, da hier mit einer Ortsdosisleistung zu rechnen ist, die für das eingesetzte Personal eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv im Jahr zur Folge haben kann. Des Weiteren kann es bei der Verpackung der Gebinde zu der Kontamination des Verpackungsbereiches kommen. Dieser ist jedoch durch eine Einhausung von dem übrigen Kontrollbereich abgeschirmt. Hier ist aufgrund der Dosisleistung einzelner Gebinde, vor allem an Abstellplätzen, damit zu rechnen, dass Ortsdosisleistungen auftreten, die eine Überschreitung des Grenzwertes von 6 mSv/a möglich erscheinen lassen. Kontaminationen treten in diesem Bereich jedoch nicht mehr auf, da die Gebinde eine kontaminationsfreie Verpackung aufweisen. Das geplante Pufferlager für die teilkonditionierten Gebinde (VBA, beladene Spezialcontainer und beladene Transferbehälter) in UTK-Nähe (siehe Kapitel 3.6.3.3) wird ebenso als Kontrollbereich ausgewiesen werden. Die weitere Strecke bis zum Schacht ist als Überwachungsbereich eingestuft. Der Übergang zwischen Kontroll- und Überwachungsbereich erfolgt durch eine Schleuse, in der die teilkonditionierten Gebinde auf nicht festhaftende Kontaminationen geprüft und gegebenenfalls dekontaminiert werden. Die Verschleppung von Kontaminationen aus dem Kontrollbereich wird auf diese Weise wirkungsvoll verhindert.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 122 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Das Lager für leere Spezialcontainer und Transferbehälter ist als Überwachungsbereich ausgewiesen. Das Pufferlager für teilkonditionierte Gebinde in Schachtnähe, nicht in Abb. 3.6-1 abgebildet, ist ebenfalls als Überwachungsbereich ausgewiesen. Hier sind keine Kontaminationen zu erwarten. Da die zu erwartenden Aufenthaltszeiten des Personals in diesem Lagerbereich gering sind, ist diese Einstufung ausreichend.

Der Übergang vom Sperr- zum Überwachungsbereich ist durch eine Barriere gesichert, so dass weder Fahrzeuge noch Personen passieren können. Lediglich als Fluchtweg ist ein Notausgang vorgesehen.



Der Schacht Asse 2 und der Raumbereich davor bilden einen Überwachungsbereich.

### **3.6.3 Erstellen von Infrastrukturgrubenbauen**

#### **3.6.3.1 Vorbereitende Arbeiten**

Im Rahmen einer im Vorfeld der Rückholung notwendigen Detailplanung ist ein geologisch-geotechnisches Erkundungsprogramm zwingend erforderlich (siehe Kapitel 3.5). Da die Zusammensetzung der Luft in den Einlagerungskammern unbekannt ist, müssen im Rahmen der Erkundung Beprobungen der Kammeratmosphären durchgeführt werden. Die Probenahme erfolgt durch ein Bohrloch mit geringem Durchmesser. Entsprechendes Bohrgerät ist auf der Schachtanlage vorhanden. Ein unkontrolliertes Freiwerden von Gasen aus den ELK ist dabei durch entsprechende technische Vorrichtungen auszuschließen. Ebenso sind zur Aufklärung der Situation Befahrungen der ELK mit Videokameras vorzusehen.

Mit den für den Rückholungsprozess vorgesehenen Geräten, Fahrzeugen und dem Fachpersonal sind im Vorfeld realitätsnahe Versuche zum Ablauf des Gewinnungsvorganges durchzuführen. Somit kann die Mannschaft trainiert und die Sicherheit im Betrieb maßgeblich gesteigert werden. Hierzu können übertägig

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 123 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Versuchsanlagen eingerichtet werden oder auf der Schachtanlage Asse II bzw. in vergleichbaren Salzbergwerken entsprechende Bedingungen unter Tage geschaffen werden. Als Ergänzung können heute in der Industrie standardmäßig eingesetzte computergestützte Simulationen vorgesehen werden, bei denen die Fahrstände als Simulator physisch nachgebildet werden.



Im Vorfeld der eigentlichen Rückholung sind folgende weitere Arbeiten durchzuführen:

- Aufwältigung bzw. Auffahrung unvermeidbarer Transport- bzw. Wetterstrecken und Grubenräume,
- Streckensanierungen, Querschnittserweiterungen, Kurvenradiusvergrößerungen, Einrichtung von Ausweichstellen, usw.,
- Infrastrukturelle Ertüchtigungsmaßnahmen, z.B. Versorgungsleitungen,
- Erstellung der wettertechnischen Bauwerke und Umstellung des Wetternetzes,
- Einrichtung der Überwachungs-, Kontroll- und Sperrbereiche, einschließlich der notwendigen Abtrennungen, Schleusen und Kontaminationsmonitore,
- Errichtung der Umverpackungs- und Teilkonditionierungsanlage.

In Anlage 6 sind die benötigten Räumlichkeiten und der schematisierte Prozessablauf dargestellt.

### **3.6.3.2 Transport- und Wetterstrecken**

Das Konzept der Studie basiert auf zwei Grundsätzen: Sichere und zügige Rückholung der Gebinde sowie gebirgsmechanische Schonung des Grubengebäudes. Diesen Grundsätzen folgend wird bei der Erstellung der für die Rückholung notwendigen Grubenräume möglichst auf das bestehende Streckennetz zurückgegriffen. Die bestehenden Strecken müssen ggf. den Erfordernissen

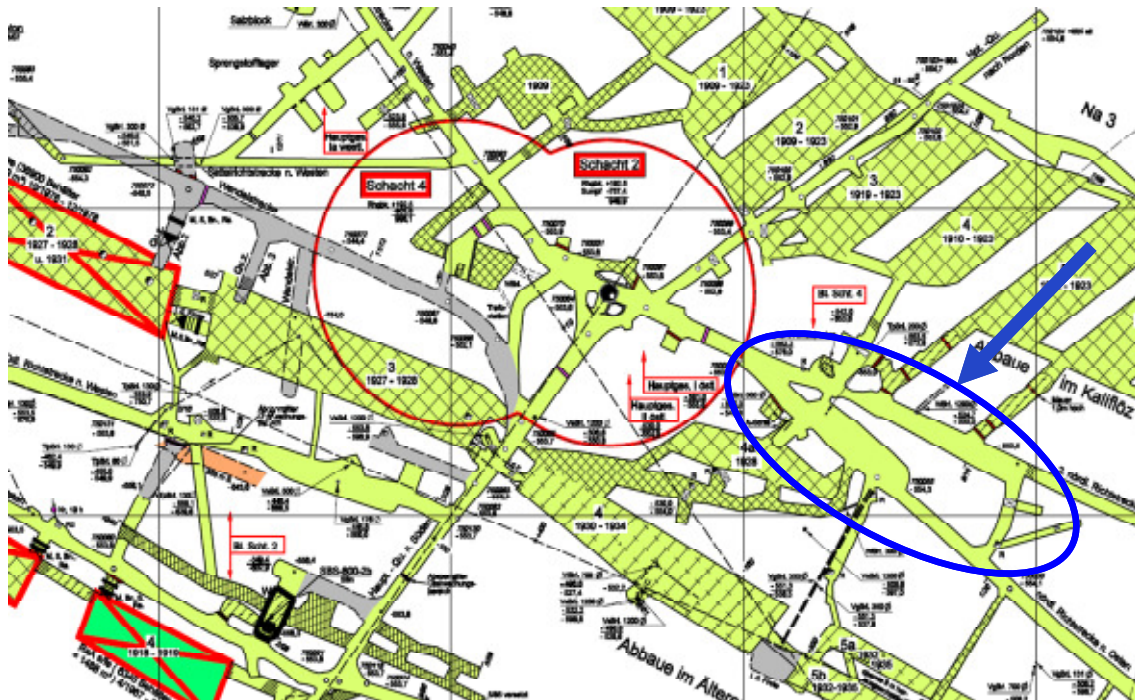
 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 124 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

angepasst werden. Dazu gehören, wie bereits vorab aufgelistet, die Streckensanierung, Querschnittserweiterungen, Kurvenradiusvergrößerungen, Einrichtung von Ausweichstellen und ähnliche Maßnahmen. Ein Teil der Strecken ist bereits versetzt, so dass eine Aufwältigung dieser Strecken erfolgen muss.

Diese Arbeiten sind bei den Kostenberechnungen, die in dieser Studie durchgeführt worden sind, pauschalisiert berücksichtigt. Genauere Angaben zum Umfang der Arbeiten und den angesetzten Kosten sind im hohen Maße von der jeweilig betrachteten Rückholungsvariante abhängig.

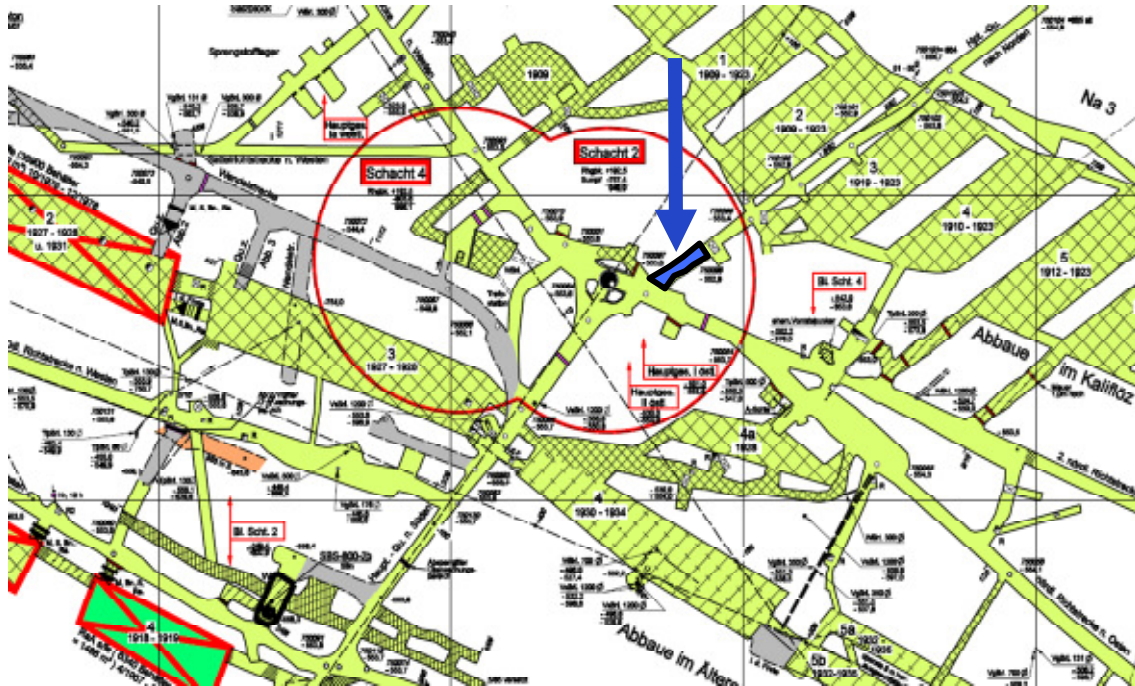
### **3.6.3.3 Pufferlager**

Auf dem Transportweg von der UTK bis zum Schacht werden zwei Pufferlager vorgesehen. Das erste Pufferlager befindet sich innerhalb des Kontrollbereichs der UTK. Es wird im Weiteren als UTK-Pufferlager bezeichnet (Abb. 3.6-2). Das zweite Lager befindet sich im schachtnahen Bereich (Abb. 3.6-3). Die Pufferlager haben die Funktion, für einen möglichst kontinuierlichen Materialtransport im Unter-Tage-Bereich zu sorgen.



**Abb. 3.6-2** Möglicher Standort für die UTK und das UTK-Pufferlager (blau)

Dies kann durch planmäßige Wartungen aber auch durch unplanmäßige Störungen der Fall sein. Um den UTK-Betrieb kontinuierlich betreiben zu können, werden dann die Pufferlagerkapazitäten benötigt. Der Transport der Gebinde zwischen der UTK und dem Schacht soll aus strahlenschutztechnischen Gründen nur erfolgen, wenn sich keine unbeteiligten Personen im Bereich des Transportweges aufhalten. Sollten sich dennoch Personen in dem Transportweg aufhalten, werden in dieser Zeit die teilkonditionierten Gebinde im UTK-Pufferlager gelagert. Das schachtnahe Pufferlager hat die Funktion, einen kontinuierlichen Materialfluss bei der Korbbeschickung zu gewährleisten. Desweiteren dient es zur Vorhaltung von Leercontainern.





**Abb. 3.6-3**      **Möglicher Standort für das schachtnahe Pufferlager (blau)**

### 3.6.3.4 Materiallager und Wartungsbereiche

Im Nahbereich der UTK ist ein Materiallager- und Wartungsbereich vorzusehen. In diesem Bereich können Wartungen und Reparaturen an den Fahrzeugen und Geräten durchgeführt werden. Nicht benötigte Geräte können hier gelagert sowie Materialien bevorratet werden. Darüber hinaus liegt in diesem Bereich der Zugang für das Personal, um in den Bereich der eigentlichen Rückholungstätigkeit zu gelangen. Eine planmäßige Einfahrt in den Bereich, insbesondere der Gewinnungsgeräte und sonstiger in den ELK eingesetzten Fahrzeuge, ist nicht vorgesehen, da hier über die Reifen/Ketten eine Verschleppung kontaminierten Materials erfolgen könnte.

Um das Bedienpersonal zu den Gewinnungsfahrzeugen zu bringen, werden strahlenschutztechnisch geschirmte Personentransportfahrzeuge eingesetzt.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 127 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Das Personal wird durch eine Personenschleuse über einen direkt an das Transportfahrzeug herangeführten, schlauchartig ausgeführten Zugang in das Shuttle-Fahrzeug geleitet. Dieser Zugang sollte ähnlich einem in Flughäfen gebräuchlichen Direktzugang vom Gate zum Flugzeug gestaltet werden. Durch eine strahlenschutztechnisch geschirmte Ausführung dieses Zuganges ist, wenn anschließend ausschließlich in einem entsprechend geschirmten Fahrzeug oder Gerät gearbeitet wird, das Tragen eines fremdbelüfteten Schutzanzugs verzichtbar. In diesem Fall sollte der Einstieg vom Personentransportfahrzeug in das Gewinnungs- oder Transportfahrzeug bzw. -gerät außerhalb der eigentlichen Gewinnungskammer erfolgen.

Für den direkten Zugang in den Materiallager- und Wartungsbereich hinein ist ein entsprechender Schleusenzugang vorzusehen.

Erfolgen Arbeiten innerhalb des Sperr- bzw. angrenzenden Bereichs außerhalb geschirmter Fahrzeuge, sind fremdbelüftete, situationsangepasste Schutzanzüge zu tragen. Im Bereich vor der Personenschleuse sind entsprechende Sanitär- und Umkleidebereiche sowie Personenkontaminationsmonitore vorzusehen.

Wettertechnisch folgt das der Studie zu Grunde liegende Gesamtkonzept grundsätzlich der Regel, dass die Wetter immer in den potentiell höher belasteten Bereich geleitet und von dort aus direkt dem strahlenschutztechnischen Hauptfilter (HF) zugeführt werden. Ein Wetterstrom in die entgegengesetzte Richtung ist durch bauliche Maßnahmen zu verhindern. Diesem Grundsatz folgend wird eine Zuführung von aus dem Überwachungsbereich entnommenen Frischwettern in den Materiallager- und Wartungsbereich hinein vorgesehen, so dass immer ein Luftdruckgefälle zu den Einlagerungskammern hin gegeben ist. Der Materiallager- und Wartungsbereich wird durch eine fernbedienbare Toranlage von den Transportstrecken abgetrennt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 128 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 3.6.3.5 Festlegung des Übergabepunktes unter Tage zur internen Umlagerung



Neben der Stilllegungsoption „Rückholung“ wird auch die Option „Umlagerung“ im Rahmen einer weiteren Machbarkeitsstudie untersucht. Die Umlagerung in einen anderen Bereich des Salzstocks enthält naturgemäß wesentliche untertägige Teilprozesse der Rückholung. Im Folgenden wird der Übergabepunkt zwischen den Teilprozessen der Rückholung und der dann beginnenden Umlagerung definiert.

Für die interne Umlagerung kommen zwei Konditionierungs- bzw. Umverpackungszustände bei der Übergabe des Materials in Frage. Entweder verbleibt das Material in dem gewonnenen Zustand und wird ohne Konditionierung und/oder Umverpackung direkt in den Tiefenumlagerungsort transportiert bzw. abgeworfen, oder das Material wird in eine konditionierte und/oder umverpackte Form gebracht und erst dann tiefeneingelagert.

Bei einer direkten Verbringung in den Tiefenumlagerungsort könnte der gesamte Prozessteil, der ab der Übergabe in die UTK erfolgt, ersatzlos entfallen. Es bietet sich an, ein oder zwei Übergabepunkte in einem logistisch günstig gelegenen Bereich der 750-m-Sohle für diese Übergabe oder den Abwurf vorzusehen. Hierfür käme beispielsweise der Bereich der dann entfallenden UTK in Frage. Es ist davon auszugehen, dass durch Verzicht auf eine untertägige Konditionierung und/oder Umverpackung keine wesentliche Beschleunigung des Umlagerungsprozesses zu erwarten ist, da wie später gezeigt wird, der Gewinnungsprozess die Dauer der Rückholung bestimmt. Für eine Kostenbetrachtung sind grundsätzlich andere Überlegungen notwendig, so dass hierzu innerhalb der vorliegenden Studie keine Aussage getroffen werden kann.

Bei einer Übergabe der Gebinde an die Tiefeneinlagerung in vollständig konditionierter und konfektionierter Form müsste beides vollständig unter Tage durchgeführt werden. Damit verbunden ist eine andere Dimensionierung und Auslegung der UTK. Das der Studie zugrunde liegende Konzept der Aufteilung



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 129 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

in Unter-Tage-Teilkonditionierung und Über-Tage-Endkonditionierung und -Konfektionierung würde aufgegeben. Ebenso müssten die Spezial-Container nach Unter-Tage gebracht werden.



### 3.6.3.6 Kammerzugangsstrecken

Für die Kammerleerung wurden zwei grundsätzlich unterschiedliche Verfahren erarbeitet. Welches der beiden Verfahren zur Anwendung kommt, ist von der Art der Einlagerungstechnik abhängig (vgl. Kapitel 2.4). Die verschiedenen bei der Einlagerung angewandten Verfahren lassen sich grundsätzlich in zwei Methodengruppen einteilen.

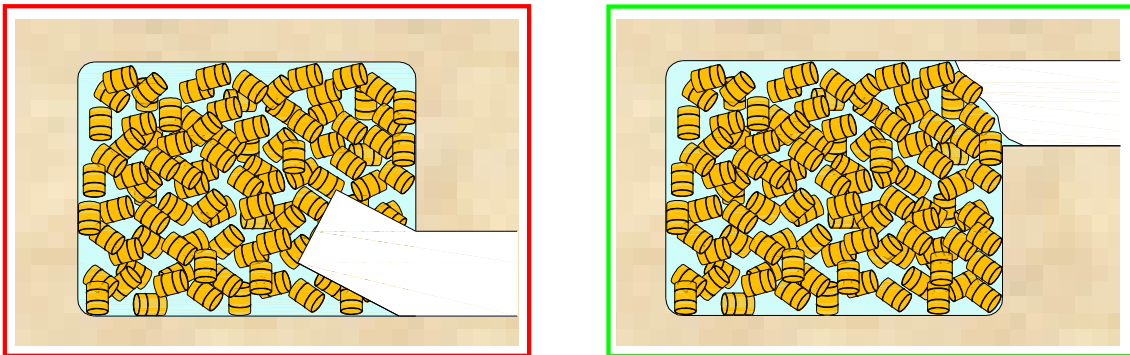
Zum einen wurden die Gebinde abgekippt und zum anderen wurden sie stehend oder liegend gestapelt. Im ersten Fall kommt das Verfahren A, im zweiten Fall das Verfahren B zur Anwendung. Schon bei der Wahl der Ansatzpunkte der Kammerzugangsstrecken unterscheiden sich die Verfahren.

Im Fall der Einlagerungstechnik des Abkipfverfahrens (Verfahren A) erfolgt der Zugang im Firstbereich der Kammer (Abb. 3.6-4, rechts). Später - im Verlauf der fortschreitenden Leerung - wird ein zweiter sohlbündiger Zugang benötigt. Diese Vorgehensweise ist aus mehreren Gründen vorteilhaft. Zum einen würde man bei einem Kammeranschluss auf Sohlenniveau an der Ortsbrust ein Gebinde-Salzgrus-Gemisch mit nicht vorhersehbaren Stabilitätseigenschaften antreffen. In Folge einer Abböschung könnten erhebliche Massenbewegungen in Richtung Kammerzugang auftreten. Dies zu verhindern, würde aufwändige Sicherungsmaßnahmen erfordern.

Zum Zweiten verhindert der Kammerinhalt ein frühzeitiges Erreichen der Firste, um notwendige Sicherungsmaßnahmen durchführen zu können. Die Auffahrung einer Strecke durch den Kammerinhalt hindurch, um die Firste frühzeitig zu erreichen, wäre langwierig, ausbautechnisch anspruchsvoll und durch die - über-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 130 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



wiegend im oberen Teil der Kammern eingelagerten VBA (Einzelgewicht bis 5 t)  
- sicherheitlich problematisch (Abb. 3.6-4, links).



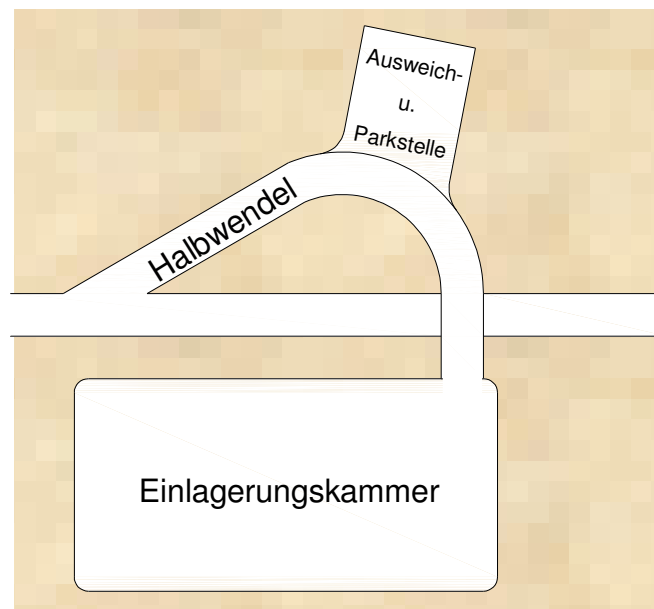
**Abb. 3.6-4**      **Möglichkeiten der Ansatzpunkte der Kammerzugänge zu Kammern, die mit dem Abkippsverfahren befüllt wurden, Vertikalschnitt**

Der Firstzugang als Erstzugang ermöglicht sofortige Sicherungsmaßnahmen wie Nachreißen bzw. Ankern der Firste. Zur Vermeidung größerer Rampen oder zusätzlicher Fördereinrichtungen in der Kammer, um das zurückzuholende Material zum Firstzugang zu transportieren, ist im weiteren Verlauf der Kammerleerung zusätzlich ein Sohlzugang vorgesehen. Dieser kann erstellt werden, wenn kammerseitig der Durchschlagpunkt freigelegt wurde. Danach erfolgt der Abtransport des restlichen Materials durch diesen Sohlzugang.



Bedingt durch das bei der Steinsalzgewinnung angewandte Gewinnungsverfahren sind kaum firstbündige Kammerzugänge von den Transportstrecken aus vorhanden. Firstbündige Zugänge liegen überwiegend zwischen den einzelnen Gewinnungskammern (vgl. Kapitel 2.4). Aus gebirgsmechanischen Gründen ist von einer Reaktivierung dieser Zugänge (Durchhiebe) für die Rückholung abzuraten (Kapitel 3.5).

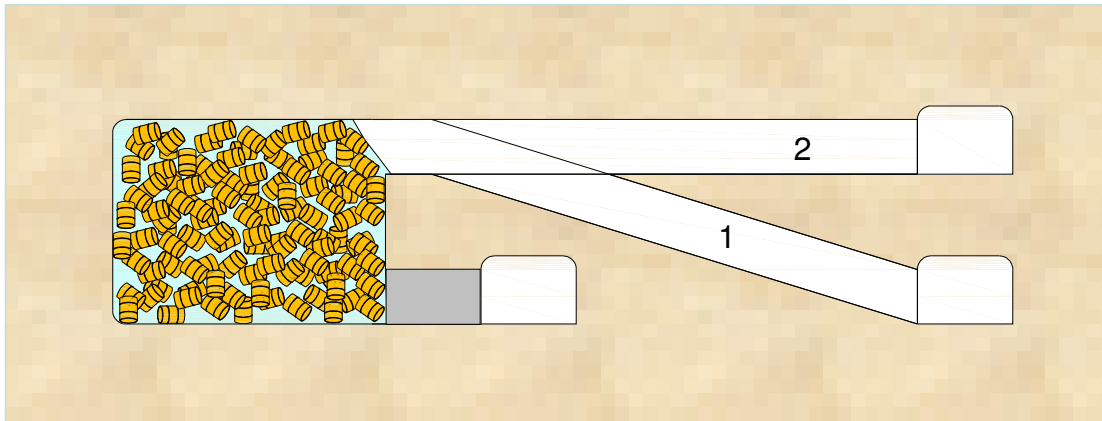
 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 131 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die Streckenlage der neu aufzufahrenden Zugangsstrecken zum Firstbereich der Kammern ist individuell der Situation anzupassen. Abb. 3.6-5 und Abb. 3.6-6 zeigen verschiedene Möglichkeiten. Bei der Detailplanung ist die begrenzte maximale Steigungsfähigkeit der akkugetriebenen Transportgeräte zu berücksichtigen.



**Abb. 3.6-5 Halbwendel von der Strecke auf Sohlniveau der Kammer mit Ausweich- und Parkstelle, Grundriss**

  	Schachtanlage Asse II		
		Seite 132 von 350	
		Stand: 25.09.2009	





**Abb. 3.6-6 Möglichkeiten zur Schaffung des oberen Kammerzugangs:  
Zugang über eine Strecke auf Sohl- (1) bzw. Firstniveau (2),  
Vertikalschnitt**

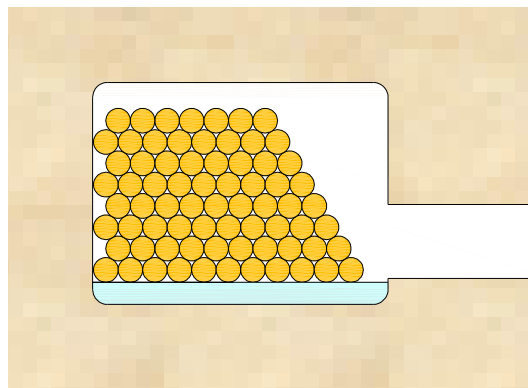
Der Zugang über die Halbwendelstrecke ist aus gebirgsmechanischer Sicht besonders vorteilhaft und zu bevorzugen, er minimiert den Anteil von Neuauffahrungen. In bestimmten Fällen kann es aufgrund der speziellen räumlichen Situation sinnvoller sein, den Firstzugang entsprechend der Abb. 3.6-6 aufzufahren.

Wurden die Gebinde stehend oder liegend gestapelt, kommt das Zugangsverfahren B zur Anwendung. Im diesem Fall muss der Kammerzugang sohlbündig erfolgen.

Hierbei sollte der ehemalige Einlagerungsweg aufgewältigt und die Rückholung über diesen Zugang begonnen werden. Dies hat den Vorteil, dass die Rückholreihenfolge der einzelnen Gebinde der umgekehrten Einlagerungsfolge entspricht. Für den Fall, dass sich die Fassstapel nicht aufgrund von Konvergenz oder Instabilitäten in ihrer Lage verändert haben, werden sich unmittelbar hinter dem Kammerverschluss keine hoch aufgestapelten Gebinde befinden und es

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 133 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

wird ein Freiraum vorhanden sein, in dem sich die Maschinen bewegen können (siehe Abb. 3.6-7).




**Abb. 3.6-7 Prinzip der Öffnung der Kammern bei Einlagerung mit Stapeltechnik, Seitenansicht**

Die Neuauffahrungen und die Aufwältigung der Kammerzugänge können mit auf der Schachtanlage befindlichen Maschinen durchgeführt werden.

### 3.6.3.7 Öffnen der Kammer

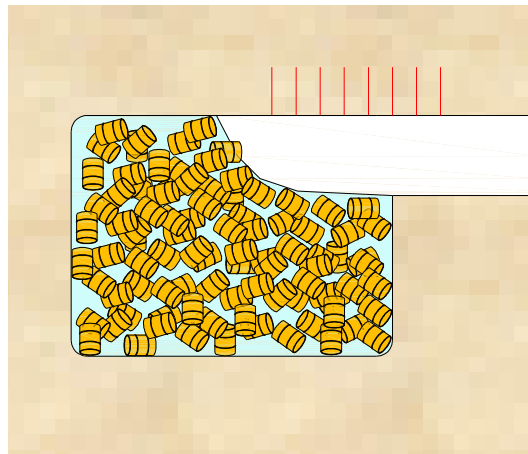
Nach der Einlagerung wurden die Kammerzugänge auf verschiedene Weise verschlossen. Zum Teil wurde Salzhäufwerk, welches mittlerweile durch Kompaktion teilweise wieder verfestigt ist, verwendet. Des Weiteren wurden Verschlussbauwerke aus Beton, Salz und Mauerwerk erstellt. Der Zugangsverschluss zu ELK 4/750 wurde im April 2009 durch eine Mauer aus Sorelbe- tonsteinen erneuert. Diese Bauwerke müssen im Rahmen der Kammeröffnung rückgebaut werden.

Vor dem Öffnen der Kammern ist zunächst die Kammeratmosphäre auf Schad- stoffe zu analysieren. Werden bei einer Beprobung Stoffe angetroffen, die im

	Schachtanlage Asse II		
		Seite 134 von 350	
		Stand: 25.09.2009	


Rahmen der Studie nicht detailliert zu betrachten waren, sind alternative Maßnahmen zu treffen. Des Weiteren sind die geomechanischen Verhältnisse mit z.B. geophysikalischen bzw. anderen Aufklärungsmethoden, wie z.B. durch Bohrmaßnahmen mit anschließender Kamerabefahrung, zu untersuchen. Darüber hinaus sind radiologische Messungen (Aktivität und ggf. Nuklidvektor der Raumluft in der Einlagerungskammer) erforderlich.

Bei Verfahren A (Abkipptechnik) ist die Sicherung der Firste direkt aus einer gesicherten Position heraus möglich (Abb. 3.6-8).

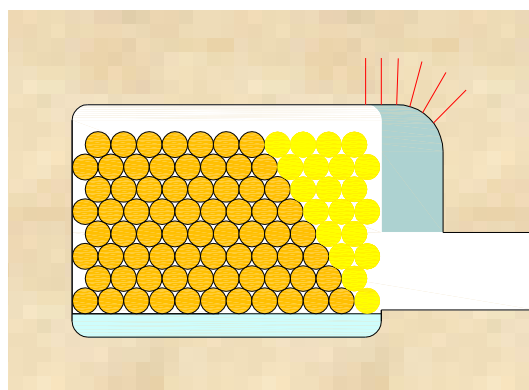


**Abb. 3.6-8** Prinzipdarstellung der Sicherung der Firste unmittelbar nach Öffnung der ELK bei Füllung mit Abkipptechnik, rot: Ankerung, Vertikalschnitt

In dem Fall, dass eine Kammer mit gestapelten Gebinden (Verfahren B) geöffnet wird, kann es notwendig sein, erst einen Aufbruch vor der Kammer zu erstellen, um Nachriss- und Sicherungsmaßnahmen im Firstbereich aus einem sicheren Bereich heraus durchzuführen und durch Konvergenzeinwirkung verschobene oder deformierte Gebinde abfangen zu können (Abb. 3.6-9). Diese Technik sollte auch angewandt werden, wenn aus logistischen oder gebirgsme-

	Schachtanlage Asse II		
		Seite 135 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

mechanischen Gründen nicht der ehemalige, zur Einlagerung verwendete Kammerzugang genutzt wird, sondern ein anderer geöffnet oder neu aufgeföhren werden muss.





**Abb. 3.6-9** Prinzipdarstellung der Sicherung der Firste unmittelbar nach Erstellung eines Aufbruchs vor der ELK bei Stapeltechnik, rot: Ankerung, Vertikalschnitt

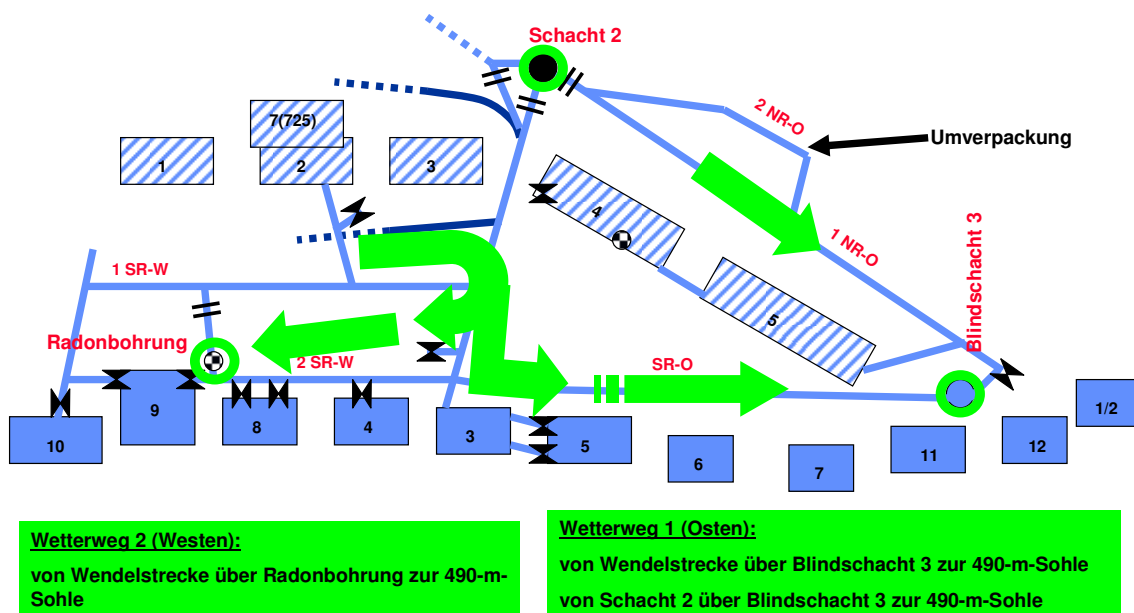
Von einem firstnahen Zugang und anschließender Befahrung der Fassstapel mit Gewinnungsfahrzeugen wird bei der Einlagerung ohne Salzgrus abgeraten.

#### **3.6.4 Bewetterung**

Nach heutigen Erkenntnissen ist es aus wettertechnischer Sicht grundsätzlich möglich, die eingelagerten Abfälle aus den ELK der 750-m-Sohle sowie aus der ELK 7/725 zu bergen. Ein neues Bewetterungskonzept für die 725-m-Sohle muss dabei nicht erstellt werden, da die ELK 7/725 über einen Zugang von der 750-m-Sohle geleert wird. Eine umfangreiche Änderung des Gesamtwetternetzes oder der Umbau des Schachtes Asse 2 bzw. eine Einbeziehung des Schachtes Asse 4 sind nach heutigem Kenntnisstand aus wettertechnischer Sicht nicht notwendig.

  	Schachtanlage Asse II		
		Seite 136 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Zur Bewetterung der 750-m-Sohle muss das bestehende Streckensystem um eine Verbindung zwischen dem „Hauptquerschlag nach Süden“ und dem Blindschacht 3 erweitert werden. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass die Radonbohrung zur 490-m-Sohle fertig gestellt sein wird. Wie zum jetzigen Zeitpunkt werden die Wetter über den Einziehtrumm des Schachtes Asse 2 zum Grubentiefsten geleitet. Die Versorgung der 750-m-Sohle mit Wetter erfolgt wie bisher von Schacht Asse 2 und aus der Wendelstrecke.



**Abb. 3.6-10 Prinzip der Wetterwege auf der 750-m-Sohle ohne Darstellung der Sonderbewetterung der ELK**

Die Bewetterungssituation der 750-m-Sohle für die Rückholung der LAW ist in Abb. 3.6-10 dargestellt. Die Frischwetter werden von der Wendelstrecke abgezweigt und in östliche Richtung über den „Hauptquerschlag nach Süden“ und die „südliche Richtstrecke nach Osten“ (SR-O) über den Blindschacht 3 bis zur 490-m-Sohle abgeführt. Zur Versorgung der Umverpackungs- und Teilkonditio-





 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 137 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

nierungsanlage werden die Frischwetter vom Schacht Asse 2 über die „nördliche Richtstrecke nach Osten“ (1 NR-O) und die „2. nördliche Richtstrecke nach Osten“ (2 NR-O) geführt und anschließend ebenfalls dem Blindschacht 3 zugeführt. Im westlichen Teil der 750-m-Sohle werden die Wetter über die „2. südliche Richtstrecke nach Westen“ (2 SR-W) der geplanten Radonbohrung zur 490-m-Sohle zugeführt.

Bei der Bewetterung offener Einlagerungskammern sind neben wettertechnischen auch radiologische Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Das Auftreten radioaktiver Stäube und damit verbunden die Kontamination der Umgebung ist zu minimieren. Die Bewetterung der ELK muss saugend erfolgen, denn der Freistrahleiner blasenden Sonderbewetterung könnte erhebliche Mengen an Stäuben aufwirbeln. Um diese Stäube auch aus der Sauglutte der Sonderbewetterung und damit von dem nachgeschalteten strahlenschutztechnischen Hauptfilter (HF) fernzuhalten, wird eine Trockenentstaubungsanlage mit einer automatischen Abreinigung der Filtertaschen eingesetzt. Es ist davon auszugehen, dass die saugende Bewetterung in den ELK durch zwei in Reihe geschaltete Ventilatoren erfolgen muss, von denen jeder eine elektrische Leistung von mindestens 50 kW erbringt.

Die UTK wird sich, wie bereits dargestellt, schachtnah in der „2. nördlichen Richtstrecke nach Osten“ befinden. Die Wetter, die über die UTK ziehen, werden von einem Lüfter angesaugt, über einen Feinstaubfilter zur Abscheidung radioaktiver Schwebstoffe geleitet und dem Blindschacht 3 zugeführt. Bei Bedarf kann zusätzlich eine weitere Entstaubungsanlage installiert werden.

Vor Blindschacht 3 wird ein strahlenschutztechnischer Hauptfilter (HF) installiert. Darin wird der Gesamtwetterstrom des östlichen Teils der 750-m-Sohle vor seinem Eintritt in Blindschacht 3 strahlenschutztechnisch gefiltert bevor er in den Überwachungsbereich abgegeben wird. Für die Rückholung der LAW aus den Einlagerungskammern im westlichen Flügel der 750-m-Sohle muss eine

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 138 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

weitere, baugleiche Anlage vor der Radonbohrung installiert werden, bevor die Abwetter in diese Bohrung abgegeben werden können.



Die Anlagen bestehen aus folgenden Komponenten:

- Vorfilter
- Zuluftfilter
- Arbeitsfiltermodul mit integrierten Sicherheitsnachfiltern
- Absperr- und Rückschlagklappen
- Abluftventilatoren mit Regeleinrichtungen
- Luftkanälen
- abreinigbaren Filtereinsätzen mit Staubaustragssystem

Der Filterwechsel als Wechsel kompletter Filterzellen erfolgt druckabhängig und kontaminationsfrei nach der Schutzsackwechsellmethode. Filtersitze und Filtergehäuse sind gasdicht ausgeführt und verfügen über die entsprechenden Prüfanschlüsse. Jedem Arbeitsfilter mit einem Abscheidegrad von mindestens 99,995 % (Filterklasse HEPA H14 gemäß EN 1822) ist unmittelbar ein Filter mit einem Abscheidegrad von mindestens 99 % Filterleistung für Partikel mit einem Durchmesser >10 µm vorgeschaltet sowie ein Sicherheitsnachfilter nachgeschaltet, der mindestens der Filterklasse HEPA H14 entsprechen muss.

Absperr- und Rückschlagklappen sind an der Zu- sowie Abluftseite der Zerlegebereiche, an den Saug- und Druckseiten der Ventilatoren sowie an den Roh- und Reinluftseiten der Filteranlagen angeordnet. Die zuvor beschriebene Vorgehensweise erfüllt folgende konzeptionelle Vorteile:

1. Die gefilterten Abwetter werden direkt zur 490-m-Sohle geleitet.
2. Auf den 2 Wetterachsen („Westen“ und „Osten“) kann die Wetterverteilung mittels Wetterbauwerken und Lüftern individuell eingestellt werden, um eine optimale Wetterversorgung der Bereiche zu erreichen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 139 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Eine Erhöhung der Wettermengen auf der 750-m-Sohle ist im Vergleich zum heutigen Zustand möglich.



Da das Bergwerk mit einer Gesamtwettermenge von rund 4500 m<sup>3</sup>/min bewettert wird und die Abwetterwege von der 750-m-Sohle nicht unbegrenzt aufnahmefähig sind, ist der Einsatz von Dieselfahrzeugen stark eingeschränkt. Es werden stattdessen vornehmlich Elektrofahrzeuge eingesetzt. Im Falle des Einsatzes von Dieselfahrzeugen ist die TRGS (Technische Regel für Gefahrstoffe) 554 zu beachten, die für jedes eingesetzte Kilowatt Dieselmotorleistung eine Wettermenge von 4 m<sup>3</sup>/min vorschreibt. Momentan können die zu erwartenden Wettermengen im Bereich der Einlagerungskammern nur geschätzt werden, da eine Wetternetzrechnung nicht zur Verfügung steht. Sie dürften bei maximal 1000 m<sup>3</sup>/min liegen, was eine Dieselmotorleistung von maximal 250 kW zulässt. In den Einlagerungskammern selbst ist eine Wettermenge von ca. 600 m<sup>3</sup>/min zu erwarten, was eine Dieselmotorleistung von maximal 150 kW zulässt.

### Empfehlungen

Blindschacht 3 sollte auf seinen baulichen Zustand überprüft werden. Nicht benötigte Einbauten sollten entfernt werden, um den Strömungswiderstand des Schachtes zu minimieren und einen maximalen Abwetterstrom zu ermöglichen.

Schacht Asse 2 sollte im Bereich des Hauptventilators und im Bereich des Wetterseiders auf vermeidbare Wetterkurzschlüsse untersucht werden, um die zur Verfügung stehende einziehende Frischwettermenge zu maximieren. Zurzeit liegen keine aktuellen Unterlagen hierzu vor, die letzten genauen Untersuchungen stammen aus dem Jahr 1979 und wurden von der WBK (Westfälische Berggewerkschaftskasse) durchgeführt.

Auf der 490-m-Sohle sollte ein Reservelüfter installiert werden. Andernfalls muss durch bauliche Maßnahmen verhindert werden, dass bei einem Ausfall des Hauptventilators, zum Beispiel durch einen Lagerschaden, das Grubenge-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 140 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

bäude nur durch den natürlichen Auftrieb bewettert wird, der durch den Temperaturunterschied zwischen der Tagesoberfläche und der Grube hervorgerufen wird.



### 3.6.5 Gewinnung des Kammerinventars

Die unterschiedliche Art der Einlagerungstechnik mit der teilweisen Verwendung von Salzgrus als Versatz beeinflusst nicht nur den Ansatzpunkt der Zugangsstrecken (vgl. Kapitel 3.6.3) sondern auch die Art des Gewinnungsprozesses.

Im Folgenden wird für Kammern, die mit Abkipfverfahren befüllt wurden, das Gewinnungsverfahren A und für Kammern mit gestapelten Gebinden das Gewinnungsverfahren B erläutert.

#### Gewinnungsverfahren A

Wurden die Gebinde abgekippt und regelmäßig mit Salzgrus überschüttet, ist davon auszugehen, dass durch die Verdichtung des Salzes ein zumindest teilweise wiederverfestigtes Stoffgemisch angetroffen wird. Zur Bergung der Gebinde sind diese aus dem teilweise stark verfestigten Salzgrus zu lösen und der anhaftende Salzgrus möglichst vollständig vom Gebinde zu entfernen. Für das Herauslösen der Gebinde aus dem Stoffgemisch sind geeignete Werkzeuge bzw. Geräte vorzuhalten. Hierzu bieten sich Hammer- oder Fräswerke an, sofern die Lösearbeit nicht mit den Reißzähnen der Schaufel des Baggers zu realisieren ist. Auf Grund der spezifischen mechanischen Eigenschaften von Salz sollten im Vorfeld Handhabungsversuche durchgeführt werden, um eine möglichst optimale Herangehensweise zu entwickeln, da sich der Vorgang des LöSENS „auf dem zeitlich kritischen Pfad“ befindet. Dies bedeutet, dass Verzögerungen in diesem Verfahrensschritt Verzögerungen im Gesamtprozess nach sich ziehen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 141 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Zu Beginn der Kammerleerung sind die Platzverhältnisse stark eingeschränkt. Aus diesem Grund sollte der im Weiteren beschriebene Raupenbagger neben der Schaufel mit einem Schlagwerk oder einer Hydraulik-Anbaufräse ausrüstbar sein. Damit ist der Bagger in der Lage, die Gebinde aus dem Salzgrus herauszulösen. Mittels einer fernbedienbaren Schnellwechsellvorrichtung kann jederzeit zwischen Löse- bzw. Sicherungs- oder Transportwerkzeug gewechselt werden. Entsprechende Schnellwechseinrichtungen sind auf dem Markt erhältlich.

Die Gewinnungsarbeiten müssen regelmäßig für die notwendigen Sicherungsarbeiten unterbrochen werden. Die zuvor beschriebenen Hammer- und Fräs-werkzeuge sind auch zum Bereißen der Firste einsetzbar.

Das Aufnehmen und Ablegen von Gebinden auf ein Transportgerät wird mittels eines Raupenbaggers der 30-t-Klasse erfolgen. Hierzu können für den Tunnelbau optimierte Geräte eingesetzt werden. Diese bieten den Vorteil, dass sie baulich für ihren Einsatz unter sehr beengten Verhältnissen konzipiert wurden. Mit ihnen ist u.a. ein Arbeiten bei einer sehr beschränkten Höhe möglich. Auf Grund der speziellen Konstruktion des Armes sind Arbeiten in Räumlichkeiten mit einer Gesamthöhe von nur 3,8 m bis 4,5 m, je nach Bauart, möglich. Durch Oberwagen mit Kurzheck und verschwenkbarem Stiel sind sie flexibel einsetzbar. Da das Gebinde-Salzgrus-Gemisch befahren werden muss, sind Kettenfahrzeuge wegen der besseren Lastverteilung zu bevorzugen.

Die Geräte können serienmäßig bereits ab Werk mit einem reinen Elektroantrieb ausgestattet werden, so dass eine gesonderte Umrüstung von Diesel- auf Elektrobetrieb entfällt.

In bestimmten Fällen müssen bis zu 5 t schwere VBA aus einer größeren Hubhöhe oder -weite geborgen werden. Ab einer bestimmten Größenordnung kommen die oben beschriebenen Geräte auf Grund der baulichen Beschränkungen in den Grenzbereich ihrer Einsetzbarkeit. In diesen Fällen muss durch



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 142 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Hilfsmaßnahmen, wie Aufschüttungen von Salzgrus, eine Zugänglichkeit geschaffen werden.

Alternativ können auch Teleskoplader mit höherer Tragkraft eingesetzt werden. Die Teleskoplader sollten in diesem Falle mit angepassten Fassgreifern ausgestattet werden, um einen Absturz eines VBA während des Hebevorganges zu verhindern. Auf Grund der Anforderung, VBA aus größeren Höhen und Distanzen zu bergen, muss hierbei ein Fahrzeug der Geräteklasse von ca. 20 t Gesamtgewicht eingesetzt werden.

In der Frühphase der Leerung müssen die Vorgänge des Lösens, Sicherns und Greifens bzw. Aufnehmens der Gebinde aus Platzgründen nacheinander erfolgen. Hierzu ist ein hohes Maß an Multifunktionalität des Arbeitsgerätes anzustreben. Der Markt bietet hier eine ausreichend große Auswahl an adaptierbaren Anbaugeräten. Diese reichen von Bohrlafetten über Arbeitsbühnen bis zu Spezialschaufeln mit integriertem Fräswerk. Sind für den Arbeitsprozess mehrere Fahrzeuge notwendig, müssen diese bei Nichtbenutzung zur Park- und Ausweichstelle außerhalb der ELK zurückgezogen werden.

Das Verladen des gewonnenen Materials erfolgt zu Beginn der Kammerleerung direkt auf die bergbauüblichen Fahrzeuge (Shuttlecar bzw. Hauler). Shuttlecars werden vornehmlich bei der Streckenauffahrung zum Abtransport der Kohle im anglo-amerikanischen Steinkohlenbergbau eingesetzt. Die Geräte sind überwiegend mit Elektroantrieb ausgestattete, radgetriebene Transportfahrzeuge. Bauartbedingt verfügen sie über eine sehr hohe Transportkapazität (bis zu 20 t) bei geringen Abmessungen. Der Markt bietet Gerät mit Akku-Ausstattung an. Des Weiteren bieten sie den Vorteil durch den integrierten Kettenkratzerförderer das Transportgut autark auf einen Bandförderer, z.B. zur Übergabe in den UTK-Bereich, abgeben zu können. Hauler sind flachbauende knickgelenkte Frontschaufel-Radlader. Aufgrund der Positionierung der ca. 8 t schweren Wechselakkueinheit am Heck zur Speisung des Elektroantriebs verfügen sie

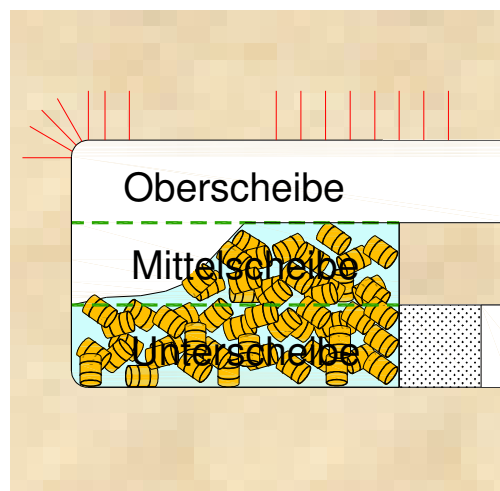
 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 143 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

über eine hohe Transportkapazität (bis ca. 20 t). Durch die Knicklenkung sind sehr geringe Kurvenradien möglich (3,6 m innen).



Sobald eine größere Fläche der Kammer befahrbar ist, erfolgt das Abladen der VBA, nVBA und der Salzgrus in eine Radladerschaufel hinein. Der Radlader wird dafür genutzt, innerhalb der Kammer das Material zum Kammerausgang zu transportieren, wo es dann auf ein Shuttlecar oder Hauler geladen wird.

Bei fortschreitender Kammerleerung wird der Gewinnungsvorgang schneller, da mit mehreren Geräten gleichzeitig gearbeitet werden kann.

In einer ersten Phase erfolgt die Gewinnung einer Oberscheibe von ca. 4 bis 6 Metern vorbauartig. Diese Phase ist geprägt durch ständigen Wechsel aus dem Sichern der Firste, aus einer bereits gesicherten Position heraus, und der eigentlichen Gewinnung. Ist die gesamte Oberscheibe abgebaut, erfolgt eine rückbauartige Gewinnung der Mittelscheibe (siehe Abb. 3.6-11).



**Abb. 3.6-11** Aufteilung der Kammer in Ober-, Mittel und Unterscheibe, Vertikalschnitt

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 144 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

In Abhängigkeit von der Gesamtkammerhöhe und von der praktischen Durchführbarkeit kann ggf. auf die Hereingewinnung der Mittelscheibe verzichtet werden. In einem solchen Fall erfolgt direkt der Abbau der Unterscheibe. Eine möglichst frühzeitige Freilegung des sohlbündigen Kammerzugangs zur Richtstrecke zum Abtransport des gewonnen Materials durch diesen Zugang, kann sich beschleunigend auf den Gesamtvorgang auswirken.

Die Geräte, mit denen die Arbeiten in der ELK durchgeführt werden, sind grundsätzlich mit Elektroantrieb ausgestattet. Hier werden Schleppkabel zur Stromversorgung eingesetzt. In Ausnahmefällen können auch ex-geschützte dieselbetriebene Geräte bis maximal 150 kW Leistung innerhalb der Kammer betrieben werden (siehe Kapitel 3.6.4). In Abhängigkeit von den angetroffenen Umgebungsverhältnissen in einer Kammer sind unterschiedliche Vorsorgemaßnahmen einzuhalten, beispielsweise gegen Brand (siehe Kapitel 6.3).



Grundsätzlich ist anzustreben, dass der Vorgang des Gewinnens und Sicherns ferngesteuert durchgeführt wird. Ein vollständiger Verzicht auf Personal in der Kammer kann aber nicht vorausgesetzt werden, da insbesondere Sonderarbeiten (wie z.B. die Installation von Messgeräten, Stromversorgung, etc.) nur mit sehr hohem Aufwand ferngesteuert zu betreiben wären. Die Recherche im Rahmen der Studie zeigt, das Umrüstung auf ferngesteuerte, hier benötigte Geräte Stand der Technik ist. Eine erste Abschätzung des möglichen Anteils der ferngesteuert betriebenen Arbeiten wird mit 70 % angenommen. Um präzisere Daten zu gewinnen, sind im Vorfeld Handhabungsversuche durchzuführen.

### Gewinnungsverfahren B

Das Verfahren B kommt dann zum Tragen, wenn eine Kammer geleert werden soll, die mit gestapelten Gebinden gefüllt ist.

In Kammer 4/750 erfolgte das Stapeln der Gebinde aufrecht, in allen anderen ELK mit gestapelten Gebinden, liegend.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 145 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Im Vorfeld der Detailplanung sind Kamerabefahrungen in den Kammern durchzuführen, um den Zustand der Gebinde festzustellen. Dazu werden Bohrlöcher von einem bestehenden Grubenbau zu den ELK vorgetrieben und diese mit geeigneten Sonden oder einem Bohrlochshuttle befahren. In Abhängigkeit von den Ergebnissen ist der Gewinnungsprozess im Detail zu beplanen.



Nach dem Öffnen der Kammer, ggf. mit Hilfe der Erstellung eines Aufbruchs (vgl. Kapitel 3.6.3.7) erfolgt die Durchführung von Firstsicherungsmaßnahmen.

Zum Sichern sind Firstfräsen mit einem Arbeitsarm geeigneter Reichweite vorzusehen. Eine erreichbare Höhe von 13 Meter wird dabei für die hier beschriebene Anwendung als ausreichend erachtet. Zusätzlich zum Fräsen der Firste ist je nach Bedarf eine zusätzliche Sicherung mittels Ankern einzuplanen. Danach erfolgt die Rückgewinnung der Gebinde.

Als Folgewirkung der Feuchtigkeit in einzelnen Kammern bzw. durch Konvergenzeinwirkung des Gebirges können sich die Gebinde teilweise in einem nicht mehr intakten Zustand befinden. Möglicherweise sind die Gebinde auch durch die fortschreitende Konvergenz deformiert und eingeklemmt. In diesem Fall kann nicht direkt mit dem Heraustransportieren der Gebinde begonnen werden, sondern es müssen zuvor Lösearbeiten erfolgen. Diese sind im ersten Teil dieses Kapitels beschrieben.

Für den Heraustransport von VBA sind schwere Teleskoplader vorgesehen, die in der Lage sind, ein VBA mit einem Gewicht von bis zu 5 t mit Hilfe eines Fassgreifers bergen zu können. Salzgrus und nVBA können ggf. direkt mit einem Frontlader aufgenommen werden. Unter günstigen Umständen lassen sich die Gebinde auch mit einem Stapler gewinnen. Stapler mit bereits integrierter Strahlenschutzkabine und ausreichender Tragkraft sind auf dem Markt erhältlich.

Sobald eine entsprechende Anzahl von Gebinden zurück gewonnen und genügend Platz geschaffen wurde, kann ein zweiter Teleskoplader oder ein zusätzlicher Radlader eingesetzt werden. Auf eine Umladung der Gebinde innerhalb

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 146 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

der Kammer – wie in Gewinnungsverfahren A beschrieben – sollte bei einer Bergung mit Teleskopladern bei diesem Verfahren aufgrund der spezifischen Handlingeigenschaften dieser Fahrzeuge vermieden werden. Die Erhöhung der Geräteanzahl trägt dazu bei den Gewinnungsablauf zeitlich zu optimieren.

In einigen Kammern wurde vor dem Stapeln der Gebinde im Liegenden eine Ausgleichsschicht aus Salzgrus eingebracht. Je nach Variante wird diese Salzschicht ebenfalls zurückgewonnen. Hierzu können Bagger oder Schaufellader eingesetzt werden.



Auch beim Gewinnungsverfahren B kommen Elektrogeräte mit strahlenschutztechnisch geschirmten Kabinen zum Einsatz. Entsprechende Geräte wurden in der Vergangenheit, z.B. für die Einlagerung auf der Schachtanlage Asse II bereits konstruiert und erfolgreich eingesetzt und können auf Anforderung nachproduziert werden. Bei nicht auf dem Markt erhältlichen Maschinen mit strahlenschutztechnisch geschirmter Kabine bieten Fachfirmen eine entsprechende Nachrüstung an. Ebenso gibt es Fachfirmen, die dieselgetriebene Fahrzeuge auf Elektrobetrieb umrüsten und entsprechende Projekte vorweisen können.

Für die Rückholung der Gebinde aus Einlagerungskammern, in denen die Gebinde unter Zugabe von Salzgrus teilweise verkippt und teilweise gestapelt wurden, wird eine Kombination aus den Verfahren A und B angewandt.

Grundsätzlich gilt, dass bevor der Gewinnungsbetrieb beginnen kann, eine messtechnische Überwachung der Kammer hinsichtlich sich potentiell Löser sicherzustellen ist. Dies kann beispielsweise mittels Radar, optischer oder messtechnischer Überwachung der Kammern erfolgen. Hierbei ist eine Redundanz durch verschiedene Systeme erforderlich.

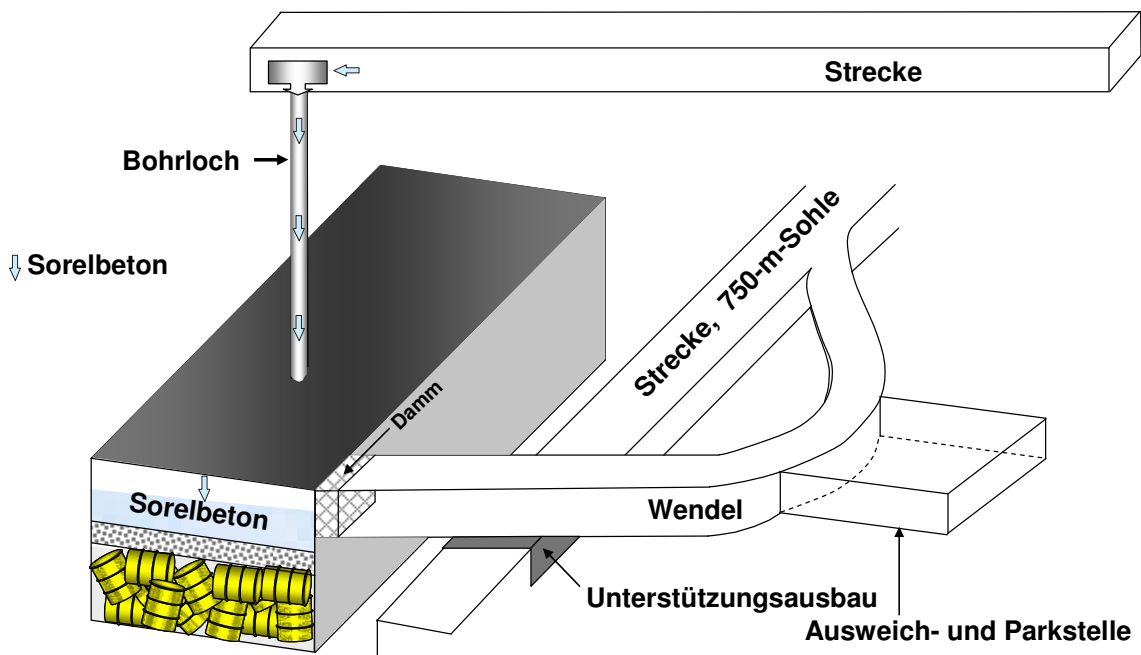
#### Verfüllung geleerter Kammern

Ein wichtiger Bestandteil des Rückholungskonzeptes ist das Verfüllen geleerter Kammern mit Sorelbeton. Aus Sicht der Standsicherheit ist es notwendig, ge-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 147 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



leerte Kammern zu verfüllen, bevor aus einer benachbarten Kammer das Inventar gewonnen wird. Das Verfüllen dient der Stabilisierung der Pfeiler zwischen den Kammern. Durch das Einbringen des Sorelbetons wird ein Widerlager geschaffen. Das Verfüllen von Kammern ist eine bereits heute auf dem Bergwerk erprobte Technik.

Die Abb. 3.6-12 zeigt beispielhaft den Verfüllprozess. Von dem stationären Teil der Baustoffanlage I auf der 700-m-Sohle können die Komponenten für den Sorelbeton pneumatisch zu den mobilen Teilen der Baustoffanlage transportiert werden.



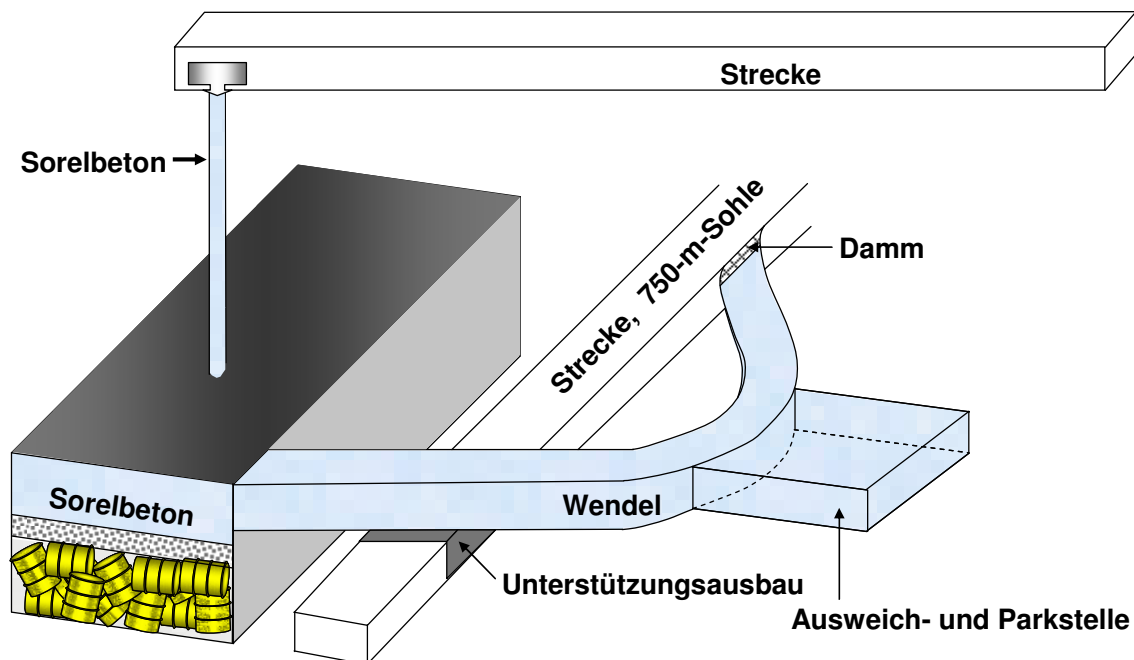
**Abb. 3.6-12 Prinzipbild zum Verfüllen einer Kammer mit Sorelbeton**

Die mobilen Teile der Baustoffanlage, in denen dann der Sorelbeton angemischt wird, können auf der 725-m-Sohle installiert werden. Auf dieser Sohle wird dann der fertige Sorelbeton mittels Rohrleitungen zu einem Bohrloch

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 148 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



transportiert, über das die Kammer von oben verfüllt wird. Zuvor wurde der Kammerzugang durch ein Dammbauwerk verschlossen.

Alternativ besteht die Möglichkeit nicht nur die Kammern, sondern auch die nach der Leerung nicht mehr benötigten Zugangsstrecken mit Sorelbeton zu verfüllen (Abb. 3.6-13).



**Abb. 3.6-13** Prinzipbild zum Verfüllen von Kammer und Zugangswendel

Zur Vermeidung von Kontaminationen auf der höher gelegenen Sohle wird die saugende Bewetterung in der Kammer erst dann abgestellt, wenn die Bohrung erstellt und ein Abschlussbauwerk installiert ist.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 149 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 3.6.6 Transport und Förderung

#### 3.6.6.1 Von der Kammer zur Konditionierung

Der Transport von der ELK bis zur UTK wird mit im Bergbau gebräuchlichen Fahrzeugen durchgeführt. Aus logistischen und strahlenschutztechnischen Gründen wird im Zugangsbereich der Kammern immer ein Fahrzeug am Kammereingang zur Beladung positioniert. Um dies zu gewährleisten, wird unmittelbar hinter dem Kammerzugang eine Ausweich- und Parknische aufgefahren, so dass ein unbeladenes Fahrzeug hier warten und sofort nachrücken kann, sobald ein beladenes Fahrzeug zur UTK fährt. Dadurch, dass sich immer ein Fahrzeug an der Beladeposition befindet, werden die Wartezeiten für die Ladefahrzeuge, mit deren Hilfe das Material innerhalb der Kammer transportiert wird, auf ein Minimum beschränkt.



Ein zweiter positiver Aspekt dieser Vorgehensweise ist, dass eine Kontaminationsverschleppung durch an Reifen bzw. Fahrketten anhaftendes Material minimiert wird.

Als Transportmittel werden im Bergbau, im Kapitel 3.6.5 bereits näher beschriebene, Geräte wie Shuttlecars oder Hauler eingesetzt. Diese Gleisloshfahrzeuge werden wegen ihrer höheren Flexibilität und ihrer Fähigkeit, auch Steigungen zu überwinden, einem gleisgebundenen Transport vorgezogen.

Hauler werden vornehmlich in Situationen eingesetzt, in denen überwiegend VBA zu transportieren sind. Im Falle überwiegenden Salzgrustransportes werden Shuttlecars eingesetzt.

Auf Grund der üblichen Baubreite von i.d.R. 2,8 m - 3,4 m sind auf dem Transportweg Ausweichstellen aufzufahren.

Die wettertechnischen Randbedingungen erfordern, wie in Kapitel 3.6.4 beschrieben, den Einsatz elektrobetriebener Fahrzeuge. Da die Transportwege von den Kammern zur UTK im Allgemeinen größer sind als 300 m, sind kabelgebundene Fahrzeuge für den Transport zwischen den ELK und der UTK un-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 150 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



geeignet. Aus diesem Grund werden für den Transport batteriebetriebene Shuttlecars oder Hauler eingeplant. Etablierte Schnellwechselsysteme der gesamten Batterieeinheit ermöglichen den nahezu kontinuierlichen Einsatz der einzelnen Fahrzeuge.

Die Halbwendelstrecke ist in Bezug auf den beschränkten, maximalen Steigungswinkel der batteriebetriebenen Fahrzeuge anzupassen um Überhitzungen der Akkus bzw. zu geringe Geschwindigkeiten zu vermeiden (Empfehlung 12,5 % bei längeren Steigungen). Die räumliche Situation auf der 750-m-Sohle der Schachtanlage Asse II ermöglicht eine derartige Anpassung.

Um die potentielle Strahlenexposition von Personen zu verringern, sollte auch bei den Transportvorgängen so weit wie möglich ein hoher Grad von Automatisierung bzw. Fernsteuerung angestrebt werden. Eine Automatisierung im Hinblick auf ein autarkes Fahren von Transportfahrzeugen, wie z.B. Fahrladern, wird auf verschiedenen Bergwerken bereits praktiziert. Durch entsprechende Sensorik und Auswertetechnik sind die Fahrzeuge in der Lage ihren Fahrweg eigenständig zu erkennen und zurückzulegen (Automining). Der Markt bietet darüber hinaus teilautarke (Kombination aus autarkem und ferngesteuertem Fahren) bzw. ferngesteuerte Fahrzeuge an. Darüber hinaus existieren Firmen, die sich darauf spezialisiert haben, entsprechende Nachrüstungen bei personengesteuerten Fahrzeugen vorzunehmen.

### **3.6.6.2 Von der Kammer zum Übergabepunkt der internen Umlagerung**

Der Transport von der ELK bis zu einem Übergabepunkt zur internen Umlagerung kann ebenfalls mit dem in Kapitel 3.6.6.1 beschriebenen technischen Gerät wie Hauler oder Shuttlecar durchgeführt werden. Auch bei einer gewünschten vorherigen Konditionierung des Materials in einer entsprechend auszuliegenden UTK sind keine größeren Veränderungen des im vorherigen Kapitel beschriebenen Verfahrensablaufs notwendig.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 151 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 3.6.6.3 Von der UTK bis zum Schacht



In der UTK werden die Rückholmaterialien verpackt. Danach erfolgt der Transport mit Staplern, die mit einer Fixierungsvorrichtung versehen sind, die einen absturzsicheren Transport der teilkonditionierten Gebinde gewährleisten. Die Fahrzeuge können mit geschirmten Personenkabinen oder auch autark, teilautark bzw. ferngesteuert ausgelegt werden. Durch die Errichtung des UTK-nahen und des schachtnahen Pufferlagers ist ein kontinuierlicherer Betrieb des Transportes gewährleistet.

### 3.6.6.4 Schachtförderung

Für die Rückholung der LAW wird der Schacht Asse 2 genutzt. Es sind keine grundsätzlichen Änderungen an der Förderanlage notwendig. Um die Förderanlage nutzen zu können, müssen zwei bauliche Anpassungen durchgeführt werden. Zum einen ist eine Absturzsicherung des Korbes zu installieren; zum anderen muss der untere Zwischenboden auf eine Tragfähigkeit von jetzt 3,3 t auf 5,0 t ertüchtigt werden.

Die Gebinde werden von der UTK direkt bzw. vom schachtnahen Pufferlager in den Korb von Schacht Asse 2 gebracht, um von dort aus nach über Tage gefördert zu werden.

Um eine zeitlich optimale Ausnutzung des Schachtförderbetriebes zu gewährleisten, werden bedarfsgesteuert abwechselnd leere LAW-Transportverpackungen in die Grube und teilkonditionierte LAW aus der Grube heraus transportiert. Unmittelbar darauf erfolgt ggf. das Umsetzen des Korbes um den zweiten Satz zu beschicken.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 152 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### **3.6.7 Konditionierung und Umverpackung**

#### **3.6.7.1 Konditionierung und Umverpackung unter Tage**



Die zurückgewonnenen Gebinde und der aus der Kammer herausgeförderte Salzgrus werden an einer Übergabestelle an die UTK übergeben. Die UTK ist von der Transportstrecke baulich abgetrennt. Dies minimiert eine Verschleppungsmöglichkeit der Kontamination. Wetterführungstechnisch erfolgt der Transport des zurück gewonnenen Materials gegen die Wetter. Um das Material in die UTK zu verbringen, ist als Übergabe ein Rollenförderer mit Krananlage sowie eine Bandanlage zu installieren. Hiermit wird das Material durch die Abtrennung geführt.

Der Hauler bzw. das Shuttlecar fährt bis direkt vor die Abtrennung. Mit Hilfe des Krans werden die Gebinde von dem Hauler oder Shuttlecar gehoben und auf den Rollenförderer gestellt. Der Salzgrus verbleibt je nach Variante entweder auf dem Transportfahrzeug und wird in eine geleerte ELK oder einen nicht mehr benötigten Grubenraum transportiert oder wird an die UTK übergeben. Hierzu dient das installierte Förderband. Erfolgt die Anlieferung mit einem Hauler, wird der Salzgrus auf eine Aufgaberutsche geschüttet, von wo aus es auf das Band gelangt und in den Bereich der UTK gefördert wird. Bei Einsatz von Shuttlecars ist eine entsprechende direkte Bandübergabe vorzusehen.

Das aus den Einlagerungskammern gewonnene Material muss aus Gründen des Strahlenschutzes vor dem Transport nach über Tage teilkonditioniert werden. Mit diesem Schritt wird erreicht, dass zum einen durch die Umverpackung eine Kontaminationsverschleppung aus dem Rückholbereich in die weitere Schachtanlage vermieden wird und zum anderen durch die Verpressung der nVBA die Ausnutzung des Fördervolumens des Förderschachtes optimiert werden kann.

Das herein gewonnene Material wird für die Teilkonditionierung unter Tage in vier verschiedene Klassen eingeteilt und unterschieden nach VBA, nVBA, Salzgrus und Schüttgut. Bei den VBA und nVBA handelt es sich um handhabbare





 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 153 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Gebinde. Handhabbar bedeutet in diesem Fall, dass die VBA bzw. das nVBA insoweit intakt ist, dass es mit einer Fassklammer oder einem Gabelstapler aufgenommen werden kann. Sind die Gebinde so weit beschädigt, dass sie nicht mehr einzeln greifbar sind, oder ist ihre Form nicht mehr soweit intakt, dass das Gebinde als zylindrisch angesehen werden kann, werden diese wie Schüttgut behandelt.

Die Teilkonditionierung erfolgt dann analog zu der Behandlung von Salzgrus. Im Folgenden sind der konzeptionelle Aufbau der UTK, die Behandlung des rückgeholt Gutes sowie die zu berücksichtigenden Strahlenschutzaspekte beschrieben.

Für diese Tätigkeiten ist unter Tage ein besonderer Raumbereich, die Umverpackungs- und Teilkonditionierungsanlage (UTK) notwendig. Vor der UTK befinden sich Einrichtungen, mit denen die Gebinde von den Transportfahrzeugen abgeladen werden können und weiter gehandhabt werden (Kran, Rollenförderer). Neben der Teilkonditionierung des gewonnenen Gutes (VBA, nVBA, Schüttgut) dient die UTK als technische Barriere zwischen Sperr- und Kontrollbereich.

In Abhängigkeit zur jeweiligen Variante der Rückholung sind in der UTK verschiedene Einrichtungen vorhanden, mit denen eine Verpackung und eventuelle Teilkonditionierung der Gebinde sowie die Verarbeitung von Schüttgütern und Salzgrus möglich sind. Die UTK befindet sich auf der 750-m-Sohle in der Nähe des Schachtes. Eine mögliche Lage für die Einrichtung der UTK ist der Bereich an der Abzweigung der „1. nördlichen Richtstrecke nach Osten“ und „2. nördlichen Richtstrecke nach Osten“ (s. a. Kapitel 3.6.3.3). Die UTK hat eine maximale Länge von 18 m und eine Breite von max. 14 m. Die Höhe der Kammer beträgt max. 5 m. Diese Dimension ist ausreichend, um alle erforderlichen Anlagen zur Verpackung, Teilkonditionierung und Behandlung der zurückgeholt Abfälle aufzustellen und zu betreiben.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 154 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Aus ablauftechnischer Sicht ist die UTK in zwei Bereiche unterteilt. Der eine Bereich (UTK1) schließt sich direkt an die Transportstrecke für die Gebinde an. Hier befinden sich die Einrichtungen zur Handhabung und Konditionierung der Gebinde (Kran, Rollenförderer, Hochdruckpresse, Aufnahme und evtl. Trennung von Schüttgütern und Salzgrus). Dieser Bereich, der als Sperrbereich ausgewiesen ist, wird durch ein Trennbauwerk von dem anderen Teil (UTK2) abgeschlossen. Im Teil UTK2 befinden sich die Umverpackungseinrichtungen für die Gebinde und die Einrichtungen zur Bestimmung der Dosisleistung und der Masse des Gebindes. Weiterhin befindet sich in diesem Bereich ein Pufferlager für die teilkonditionierten Gebinde (s.a. Kapitel 3.6.3.3). Dieser Teil der UTK ist als Kontrollbereich ausgewiesen.

Das Trennbauwerk gewährleistet eine bauliche Trennung der Strahlenschutzbereiche. In dem Bauwerk befinden sich eine Durchführung für die VBA und je eine Durchführung für nVBA und Schüttgut. Bei den Durchführungen muss darauf geachtet werden, dass keine Luft aus der Transportstrecke (Sperrbereich) in den Kontrollbereich der UTK gelangen kann. Dies kann über eine entsprechende Wetterführung sowie durch den Einbau eines Schleusensystems an den Durchführungen erfolgen.

Die aus den Einlagerungskammern zurückgeholten Gebinde sowie der aus den Einlagerungskammern entfernte Salzgrus und die zerstörten Gebinde werden vor der Förderung nach über Tage umverpackt und teilweise konditioniert. Eine endlagergerechte Konditionierung der Gebinde nach den Endlagerungsbedingungen der Schachtanlage Konrad /21/ ist unter Tage nicht möglich, da ein Transport der endlagererechten Konrad-Container aufgrund der Maße und der Tragfähigkeit des Förderkorbes nicht möglich ist.

Im Folgenden sind die Randbedingungen für die Teilkonditionierung der Abfälle dargestellt. Vier verschiedene Abfallarten können identifiziert werden. Es handelt sich hierbei um VBA (intakt oder beschädigt), einzeln handhabbare nVBA,

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 155 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

zerstörte nVBA sowie Salzgrus. Flüssigkeiten werden mit einem Bindemittel versetzt und wie Salzgrus behandelt.

Für den Transport der 4 rückgeholten Abfallarten sind verschiedene Transportverpackungen vorgesehen:



- VBA werden auf Transportgestelle (TG) und intakte nVBA werden in Transferbehälter (TB) geladen. TG und TB werden über Tage entladen und zur erneuten Verwendung wieder nach unter Tage gebracht.
- Zerstörte nVBA und Salzgrus werden als Schüttgut (SG) in Spezialcontainer (SC) geladen. SC werden über Tage zusammen mit dem Inhalt verpresst und in Konrad-Container geladen.

Die Transportgestelle, Transferbehälter und Spezialcontainer werden in ihrer Größe entsprechend der Größe des Förderkorbes angepasst.

Die Behandlung der einzelnen Abfallarten ist im Folgenden detailliert dargestellt.

VBA werden mittels des Kranes auf die Abstellfläche gehoben. Von dort gelangen sie auf den Rollenförderer, werden von anhaftendem Salzgrus gereinigt und über die Schleuse, die den Sperrbereich vom Kontrollbereich trennt, durch den Damm in die Umverpackungsanlage gefördert. Dort erfolgt die Messung der Dosisleistung an der Außenfläche des Gebindes. Anschließend wird die VBA zur Vermeidung einer Kontaminationsverschleppung in Folie verpackt und für den Transport im Schacht vorbereitet.



nVBA werden zur Volumenreduzierung mit einer Hochdruckpresse kompaktiert. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass es nicht möglich sein wird, alle nVBA zu kompaktieren, da diese teilweise vollständig mit Beton verfüllt sind. Eine Behandlung dieser Gebindes in einer Presse ist jedoch notwendig, um für die endlagergerechte Konditionierung sicherstellen zu können, dass sich in den Gebinden keine freien Flüssigkeiten befinden bzw. dass das Gebinde drucklos ist. Die Kompaktierung dieser Gebinde kann ggf. auch über Tage erfolgen, um

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 156 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

den Materialfluss unter Tage zu optimieren. Nach der Verpressung wird das nVBA / der Pressling (das Pellet) durch die Schleuse im Trennbauwerk in die Dosisleistungsmessstation überführt. Dort erfolgt eine Bestimmung der Dosisleistung des nVBA / Pellets. Anschließend wird es in Folie verpackt und gewogen. Über eine weitere Fördereinrichtung wird das nVBA / das Pellet in den Transfercontainer gestellt.

Lose Abfälle wie Salzgrus sowie zerstörte nVBA / VBA und deren Inhalt werden in die Aufnahme für Schüttgüter gegeben, durch das Trennbauwerk geschleust und in Spezialcontainer überführt. Diese werden dicht verschlossen und gewogen. Auch hier erfolgt die Bestimmung der Dosisleistung des Spezialcontainers. Durch die Umverpackung soll eine Verschleppung von Kontaminationen aus dem Einlagerungsbereich vermieden werden. Diese könnten durch am Spezialcontainer anhaftendes kontaminiertes Salzgrus auftreten.

Nach der Teilkonditionierung werden die Transfer- und Spezialcontainer entweder direkt zum Schacht gefördert oder optional im Pufferlager an der UTK abgestellt (wenn eine zeitnahe Schachtförderung nicht möglich ist). Vor der Schachtförderung erfolgt eine Prüfung auf Kontaminationen. Gegebenenfalls wird das Gebinde vor dem Verlassen des Kontrollbereiches dekontaminiert. Im Überwachungsbereich vor dem Schacht befindet sich ein weiterer Pufferlagerbereich, in dem teilkonditionierte Gebinde vor der Schachtförderung abgestellt werden können. So kann einer kurzfristigen Nichtverfügbarkeit der Schachtförderung Rechnung getragen werden, ohne dass der Rückholprozess und die Teilkonditionierung unterbrochen werden muss. Die Einrichtung von zwei Pufferlagern ist vorgesehen, um den Betrieb der Schachtförderung und der UTK nicht unterbrechen zu müssen, falls es auf der Verbindungsstrecke zwischen UTK und Schacht zu Behinderungen kommt (Personenverkehr, Funktionsstörung am Fahrzeug). Im Regelfall werden die Gebinde jedoch unverzüglich nach über Tage gefördert.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 157 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die einzelnen Einrichtungen für die Behandlung der VBA, nVBA und Schüttgut können beliebig kombiniert werden. Für die verschiedenen Varianten der Rückholung ist es notwendig, je nach Anforderung die UTK unterschiedlich auszurüsten.

Die Darstellungen der verschiedenen Ausbaustufen der UTK werden in der detaillierten Beschreibung der Varianten dargestellt.

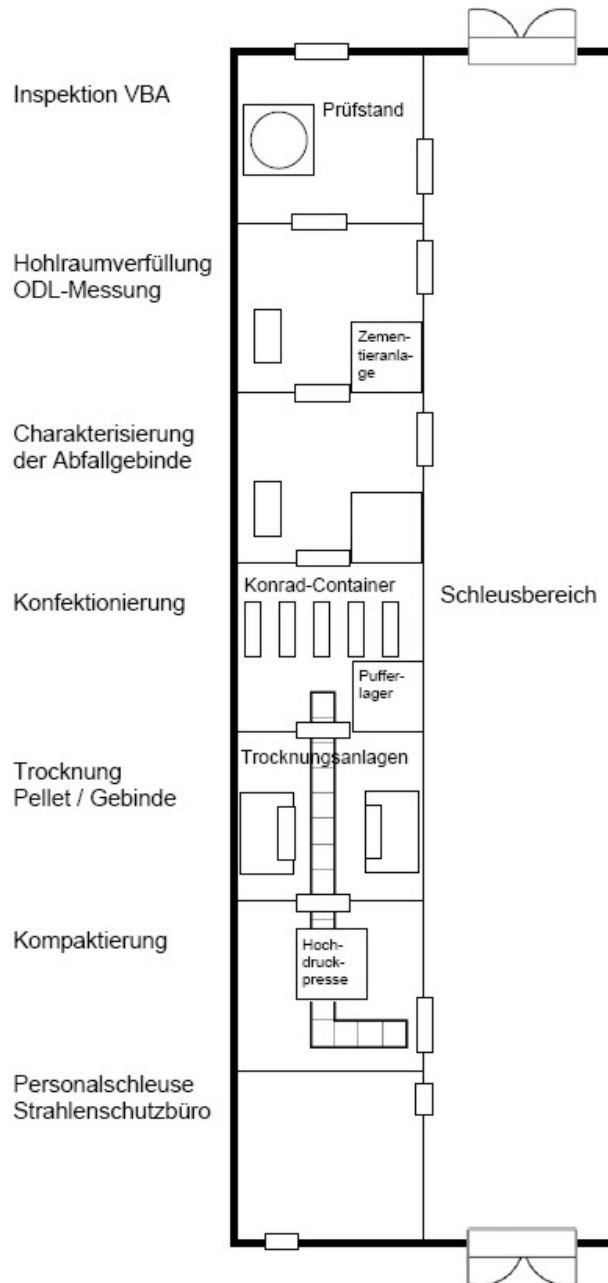
### **3.6.7.2 Konditionierung und Umverpackung über Tage**

Die Konditionierung der Gebinde über Tage ist im Wesentlichen bereits im Entsorgungskonzept in Kapitel 3.3 beschrieben worden. In diesem Abschnitt werden genauere Ausführungen zu der praktischen Durchführung der Konditionierung über Tage dargestellt.



Folgende Gebinde werden nach über Tage gebracht:

- in Folie eingewickelte und auf Transportgestellen verladene VBA,
- stark deformierte, in Spezialcontainern verpackte VBA,
- nVBA / Pellets in Folie eingewickelt und in Transfercontainer verpackt,
- Salzgrus / zerstörte nVBA in Spezialcontainern verpackt.

Diese Gebinde werden mittels eines Transportfahrzeuges in die Transportbereitstellungshalle gefahren. Dort werden die Gebinde im Gebindeeingangslager zwischenabgestellt und je nach Anforderung den entsprechenden Konditionierungseinrichtungen zugeführt. Eine Übersicht der räumlichen Anordnung der vorgesehenen Konditionierungseinrichtungen stellt Abb. 3.6-14 dar.





**Abb. 3.6-14** Schematische Darstellung der Raumbereiche des Konditionierungs- und Schleusbereiches der Transportbereitstellungshalle

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 159 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die in Folie verpackten VBA werden in den Bereich „Inspektion VBA“ gefahren, wo sie angebohrt werden, um die Drucklosigkeit des Gebindes nachzuweisen und zu prüfen, ob freie Flüssigkeiten enthalten sind. Sollte zusätzlich festgestellt werden, dass die Gebinde freie Flüssigkeiten enthalten, werden die VBA im Bereich der Trocknungsanlagen getrocknet. Im Anschluss daran werden die VBA verschlossen und in einen Konrad-Container geladen. Die Charakterisierung des Inventars des Konrad-Containers wird In-situ mit einer gammaspektroskopischen Messung durchgeführt. Nach dieser Messung wird der Konrad-Container mit Beton verfüllt und verschlossen. Der fertig konditionierte Konrad-Container wird dann in einem Zwischenlagerbereich abgestellt und kann dann von dort nach Abruf der Endlagerung zugeführt werden.

Die mit nVBA beladenen Transferbehälter werden im Gebindeeingangslager der Transportbereitstellungshalle abgestellt bzw. direkt in den Konditionierungsbereich (Hochdruckpresse) gefahren. Dort werden die nVBA aus dem Transfercontainer ausgeladen und, falls dies noch nicht geschehen ist, mittels der Hochdruckpresse zu Pellets verpresst (Sicherstellung der Drucklosigkeit und Nachweisführung, dass keine freien Flüssigkeiten im Fass vorhanden sind). Die leeren Transferbehälter werden wieder nach unter Tage verbracht, um erneut nVBA / Pellets aufzunehmen. Nach der Verpressung werden die Pellets bei Bedarf getrocknet und in die im Konfektionierungsbereich bereitstehenden Konrad-Container gestellt. Dort erfolgt eine auf die maximale Ausnutzung des Containervolumens hin optimierte Beladung der Container. Hier ist zu beachten, dass die zulässige Masse und Dosisleistung der Container, die sich aus den Endlagerungsbedingungen des Endlagers Konrad /21/ ergeben, eingehalten werden.

Das in den Spezialcontainern nach über Tage gebrachte Schüttgut wird im Gebindeeingangslager abgestellt und auf Anforderung der Hochdruckverpressung zugeführt. Dabei wird der Spezialcontainer inklusive des Inhaltes auf ein Maß verpresst, welches eine optimale Beladung von Konrad-Containern zulässt. Eine zusätzliche Trocknung der verpressten Spezialcontainer (Pressling) sollte

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 160 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

nicht erforderlich sein, kann im Bedarfsfall jedoch in der Fasstrochnungsanlage durchgeführt werden. Der Pressling wird analog zu den Pellets im Konfektionierungsbereich in einen der bereitstehenden Konrad-Container verladen. Hierbei wird, wie bereits bei den Pellets beschrieben, auf eine das Containervolumen optimal nutzende Beladung unter Berücksichtigung der für die Endlagerung geltenden Randbedingungen /21/ geachtet.

### **3.6.8 Dekontamination der Einlagerungskammern und Transportstrecken**

In der Variante 4 ist für die Freigabe der hier zu betrachtenden Grubenräume aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes die vollständige Dekontamination der Einlagerungsbereiche und der Transportstrecken erforderlich. Hierzu werden sämtliche Oberflächen in den betroffenen Bereichen in Abhängigkeit zur möglichen Eindringtiefe von Kontaminationen bergtechnisch bearbeitet. Zum Nachfräsen im Zuge der Dekontamination sind erheblich größere Arbeitshöhen erforderlich, da hier von der Sohle der geleerten Kammer die Firste erreicht werden muss. Im Zuge der Recherche wurden entsprechende Geräte mit einer Reichweite von ca. 20 m ermittelt. Diese verfügen z.T. über einen zweiten Tragarm auf dem eine Videokamera oder Messgeräte positioniert bzw. eine Arbeitsbühne montiert werden können.



Anschließend werden die Oberflächen messtechnisch auf Kontaminationen geprüft und ggf. nochmals bearbeitet. Freigegebene Bereiche werden unverzüglich verschlossen und verfüllt.

### **3.6.9 Strahlenschutz**

#### **3.6.9.1 Vorgaben des Strahlenschutzes**

Die Rückholung der schwachradioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II ist mit einer Strahlenexposition für das Personal über und unter Tage verbunden. Aufgrund dessen sind verschiedene Vorgaben aus der Strahlenschutzver-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 161 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

ordnung (StrlSchV) /35/ zu beachten und einzuhalten. Zum einen ist die für das Personal auftretende Dosis nach § 6 StrlSchV /35/ so gering wie möglich zu halten. Weiterhin ist nach § 40 StrlSchV für alle Personen, die sich in Kontrollbereichen aufhalten, die Körperdosis zu ermitteln. Zusätzlich ist nach § 39 StrlSchV in Strahlenschutzbereichen in für die Ermittlung der Strahlenexposition erforderlichem Umfang die

1. Ortsdosisleistung oder Ortsdosis,
2. Konzentration radioaktiver Stoffe in der Luft oder
3. Kontamination des Arbeitsplatzes



zu messen. Diese Messungen können je nach Erfordernis einzeln oder in Kombination durchgeführt werden.

Um diese vorgenannten Anforderungen umzusetzen, ist es notwendig, verschiedene Maßnahmen zur Dosisreduzierung des Personals durchzuführen und die messtechnische Überwachung der Strahlenschutzbereiche vorzusehen. In den folgenden Abschnitten sind die notwendigen Schutzmaßnahmen dargestellt.

### **3.6.9.2 Radiologischer Arbeitsschutz**

#### Schutz vor Direktstrahlung

Das Hauptaugenmerk der Strahlenschutzmaßnahmen ist zum einen auf die Reduzierung der Direktstrahlung, der das Personal ausgesetzt ist, und zum anderen auf die Vermeidung der Inhalation von radioaktiven Stoffen zu legen. Eine wirkungsvolle Maßnahme gegen die Strahlenexposition aus der Direktstrahlung ist die Einhaltung von räumlichen Abständen zu den Strahlenquellen. Aus diesem Grund sind die Gebinde vorwiegend mit fernbedienten Geräten aus den Einlagerungskammern zu gewinnen. Dabei werden die Maschinen zur Bergung der Gebinde durch das Personal, welches sich außerhalb der Einlagerungs-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 162 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

kammern und somit des Strahlungsfeldes der Abfälle aufhält, ferngesteuert. Die Fernsteuerung lässt sich über Kamerasysteme auch bei fehlendem Sichtkontakt zu dem Gewinnungsfahrzeug realisieren. Zusätzlich soll das Fahrzeug jedoch eine abgeschirmte Fahrerkabine aufweisen, so dass das Fahrzeug im Bedarfsfall auch direkt aus dem Fahrerhaus bedient werden kann. Diese Möglichkeit sollte vor allem in Betracht gezogen werden, wenn die Situation (Lage und / oder Zustand der Gebinde sowie der Raumzustand) eine fernbediente Steuerung des Fahrzeuges nicht zulässt. Durch diese Maßnahmen wird es auch möglich sein, VBA zu gewinnen, deren Abschirmung nicht mehr integer ist. Durch die vorgenannten Maßnahmen ist ein wirksamer Strahlenschutz des Personals in den Einlagerungskammern auch in diesem Fall gegeben.

Die Transportfahrzeuge, die die Gebinde zur UTK fahren, können manuell gesteuert werden. Hierzu ist eine ausreichende strahlenschutztechnische Abschirmung der Fahrerkabine gegen die Behälter vorzusehen. Anzustreben ist auch hier eine Fern- oder Teilautarksteuerung.

In der UTK erfolgt die Umladung der Gebinde. Diese werden mittels eines Kranes auf den Rollenförderer umgeladen. Die Umladung soll aufgrund der Dosisleistung der Gebinde soweit wie möglich fernbedient erfolgen. Zu diesem Zweck wird in der Nähe des Kranes eine abgeschirmte Bedienkabine eingerichtet, von der aus der Kranfahrer den Umladevorgang der Gebinde mit Hilfe von Kameras steuern kann.

Die weitere Behandlung der Gebinde in der UTK erfolgt automatisiert bzw. fernbedient. Eingriffe des Personals sind bei Störungen notwendig und aufgrund der niedrigen Dosisleistung der meisten Gebinde auch möglich. Nach der Behandlung liegen die Gebinde umverpackt vor. Dieser Vorgang findet in abgeschirmten Bereichen statt. Anschließend werden die Gebinde mit einem Transportfahrzeug zum Schacht gefahren. Die Steuerung dieses Fahrzeuges erfolgt manuell, dabei ist es notwendig, dass zur Reduzierung der Strahlenexposition des Fahrers die Fahrerkabine zu den transportierten Gebinden hin abgeschirmt



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 163 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

wird. Die Förderung der Gebinde nach über Tage erfolgt fernbedient und ohne die Begleitung durch Personen.

### Schutz vor Inhalation

Neben dem Schutz vor Direktstrahlung ist im Zuge der Rückholung der Gebinde durch die Arbeiten in den Einlagerungskammern und Zugangsstrecken mit einer erheblichen Belastung der Raumluft durch Schwebstoffe zu unterstellen. Diese Schwebstoffe können radioaktive Stoffe beinhalten. Die Aktivität kann aufgrund der Einlagerungshistorie oder auch aufgrund der zur Rückholung der Gebinde notwendigen Arbeiten unter Tage in die Wetter gelangen. Die Belastung der Luft im Sperrbereich ist in den verschiedenen Raumbereichen (Einlagerungskammern, Transportstrecken und der Bereich der UTK) unterschiedlich und hängt von der Nutzung des Raumes ab. Aus Gründen des Strahlenschutzes ist die Strahlenexposition des Personals so gering wie möglich zu halten (§ 6 StrlSchV). Daher ist das Personal durch geeignete Schutzmaßnahmen vor der Inhalation von radioaktiven Stoffen zu schützen. Im Folgenden sind die Ursachen für eine erhöhte Schwebstoffbelastung der Luft im Rückholbereich dargestellt. Es wird aufgezeigt, welche Maßnahmen vorgesehen werden sollen, um die Strahlenexposition des Personals zu reduzieren.

Bei der Gewinnung der Gebinde wird durch eine geeignete Absaugung des entstehenden Staubes und die entsprechende Filterung der abgesaugten Luft, die Entstehung von freien Schwebstoffen in der Wetter der Kammer reduziert. Weiterhin können kontaminierte Schwebstoffe in den Strecken, in denen Gebinde und Salzgrus transportiert werden, auftreten. Hier ist insbesondere durch den Transport der Gebinde / der Schüttgüter eine Belastung der Wetter durch Schwebstoffe zu unterstellen. Weiterhin kommt es durch den Fahrbetrieb der Transportfahrzeuge zu Verschleppungen von Feststoffen aus den Einlagerungskammern in die Transportstrecken. Insbesondere ist die Aufwirbelung von kontaminierten Stäuben möglich. Eine weitere Quelle für Schwebstoffe ist in der



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 164 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

UTK im Bereich der Reinigung der VBA / nVBA zu erwarten. Durch die Reinigung der Gebinde vom anhaftenden Salzgrus ist eine Staubbildung zu unterstellen. Die Schwebstoffbelastung durch die Gebindereinigung in diesem Bereich kann durch eine geeignete Einhausung der Reinigungskammer und eine entsprechende Absaugung und Filterung verringert werden.

Neben der oben bereits beschriebenen Absaugung der Schwebstoffe sowie der Filterung der abgesaugten Luft wird im Sperrbereich (hier insbesondere in den Einlagerungskammern) vorrangig fernbedient, sonst nur unter Atemschutz gearbeitet. Die Überwachung der Raumluftkonzentration auf radioaktive Stoffe wird an geeigneten Stellen durchgeführt. Aus Gründen des Arbeitsschutzes werden die vor Ort erforderlichen Tätigkeiten vorzugsweise in fremdbelüfteten Vollschutzanzügen durchgeführt. So kann die Inhalation kontaminierter Schwebstoffe vermieden werden. Die Fahrerkabinen der Fahrzeuge werden so ausgerüstet, dass die Innenluft durch geeignete Filter weitestgehend frei von kontaminierten Schwebstoffen ist.

### Schutz vor Kontamination

Kontaminationen des Personals durch den Kontakt mit kontaminiertem Material sind in erster Linie in den Einlagerungskammern, in denen Gebinde zurückgeholt werden, und auf den Transportwegen zu erwarten. Durch geeignete Maßnahmen werden die Raumbereiche, in denen Kontaminationen auftreten, so klein wie möglich gehalten. Der Großteil der Kontaminationen wird seine Quelle in den Einlagerungskammern haben. Die Einlagerungskammern werden von Fahrzeugen befahren, und somit ist es nicht zu vermeiden, dass die Kontaminationen mit den Fahrzeugen die Einlagerungskammern verlassen. Es ist vorgesehen, dass die Transportfahrzeuge nur bis zum Eingangsbereich der Einlagerungskammern fahren und dort durch die in den Kammern fahrenden Ladefahrzeuge mit den Gebinden / Schüttgütern / Salzgrus beladen werden. Durch diese Maßnahmen kann die Möglichkeit der Kontaminationsverschleppung bereits

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 165 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



reduziert werden. Weiterhin soll durch verschiedene Maßnahmen der Kontaminationsgrad des Sperrbereiches reduziert werden. Durch diese Maßnahmen kann die Möglichkeit der Kontaminationsverschleppung bereits reduziert werden. Kontaminationen der Bereiche außerhalb des Sperrbereiches können durch Maßnahmen wie die vorgesehene Reinigung der Gebinde von anhaftendem Salzgrus vor dem Verlassen des Sperrbereiches sowie die Umverpackung der Gebinde in Folie, bevor diese in die Transferbehälter überführt werden, erreicht werden. Die Kontaminationsfreiheit der Transferbehälter / Spezialcontainer wird über Messungen auf Kontaminationen beim Verlassen des Kontrollbereiches unter Tage gewährleistet. Die Verschleppung von Kontaminationen durch das Personal wird durch ein mehrstufiges System vermieden. Zum einen soll das Personal im Sperrbereich so weit wie möglich in abgeschlossenen, von innen kontaminationsfreien Fahrzeugen arbeiten. Sollte dieses nicht möglich sein, erfolgen die Tätigkeiten in einem fremdbelüfteten Schutzanzug. Zusätzlich erfolgt das Verlassen des Sperrbereiches nur über eine Personenschleuse, in der das Personal mittels Personenkontaminationsmonitoren auf Kontaminationen überprüft wird.

Der konkrete Ablauf der Messungen und der dafür erforderliche Zeitbedarf wird in Kapitel 6 dargestellt.

### Strahlenschutzmaßnahmen über Tage

Auch in den Anlagen über Tage ist der Strahlenschutz des Personals zu gewährleisten. In der Konditionierungsanlage / Transportbereitstellungshalle ist in erster Linie mit einer Strahlenexposition durch Direktstrahlung zu rechnen. Aufgrund der unter Tage erfolgten Verpackung und anschließende Kontaminationskontrolle der Oberfläche der Umverpackung ist eine Kontaminationsverschleppung nach über Tage nicht zu unterstellen.

Die Strahlenexposition ist bei drei verschiedenen Vorgängen zu beachten:


 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 166 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### 1) Strahlenexposition durch den Transport Schacht - Konditionierungsanlage

Das Personal wird in erster Linie bei Transportvorgängen einer Exposition aus der Direktstrahlung ausgesetzt sein. Hier ist durch geeignete Maßnahmen wie die Gewährleistung eines ausreichenden Abstandes des Personals zu den Gebinden sowie eine wirkungsvolle Abschirmung der Strahlung durch konstruktive Maßnahmen an den Transportfahrzeugen und den Gebäuden die Strahlenexposition des Personals zu reduzieren. Insbesondere die Abstellbereiche der Gebinde und der Konditionierungsbereich sollten berücksichtigt werden. Durch eine entsprechende Abmessung der Wandstärken der Gebäude kann die Strahlenexposition des Personals gering gehalten werden. Abschätzungen zu der Exposition aus der Direktstrahlung finden sich in Kapitel 6.2 dieser Studie.

#### 2) Strahlenexposition durch die Konditionierung der Gebinde

Die Konditionierungsanlagen sind jeweils in einem Caisson aufgebaut. Hierdurch wird vermieden, dass bei der Konditionierung freiwerdende radioaktive Stoffe in den Schleusbereich und die Lagerbereiche der Transportbereitstellungshalle sowie in die Umgebung gelangen können. Die Caissons sind mit einer eigenen Filteranlage für die Lüftung ausgestattet. Der Zugang erfolgt ausschließlich über Schleusen, in denen das Personal beim Verlassen des Caissons auf Kontaminationen geprüft wird. Personen sollen im Normalbetrieb nicht innerhalb der Caissons tätig werden und nur in bestimmten Situationen eingreifen. Dies ist der Fall, wenn es zu Störungen an der Presse oder der Konditionierungsanlage kommt. Daher ist im Normalbetrieb keine Strahlenexposition des Personals durch die Konditionierung der Gebinde über Tage zu erwarten.

	Schachtanlage Asse II		
		Seite 167 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 3) Strahlenexposition durch Transportbereitstellung und Transport der Gebinde ins Endlager

Die konditionierten Gebinde werden in der Transportbereitstellungshalle aufgestellt. Die konditionierten Gebinde haben aufgrund der Betonauskleidung der Konrad-Container, der Betonverschalung der VBA / der Betonfüllung der nVBA sowie der Verfüllung des Containers eine hohe Abschirmwirkung. Ein Aufenthalt von Personal in den Abstellbereichen wird nur eingeschränkt notwendig sein, da die Anlieferung und die Auslieferung der Gebinde vollständig ferngesteuert ablaufen wird. Es kann jedoch erforderlich sein, in definierten Zeitabständen visuelle Prüfungen an den Konrad-Containern vorzunehmen. In diesen Fällen ist es notwendig, dass sich Personal in unmittelbarer Nähe der Gebinde aufhält.



#### **3.6.9.3 Instrumentelle Strahlenschutzüberwachung**

In den Strahlenschutzbereichen der Schachtanlage Asse II ist aufgrund der Einlagerungshistorie mit verschiedenen Möglichkeiten der Strahlenexposition des Personals zu rechnen:

##### 1) Überwachung der Direktstrahlung

Für die Überwachung der verschiedenen Anteile der Strahlenexposition sind unterschiedliche Maßnahmen erforderlich. Hierbei ist weiterhin zu berücksichtigen, dass sich während der Rückholung die radiologischen Gegebenheiten in der Schachtanlage, insbesondere in den Einlagerungskammern und der Strecken auf der 725-m- und 750-m-Sohle, ändern werden.

Für eine umfassende Überwachung des Personals hinsichtlich der Direktstrahlung werden Geräte zur Überwachung der Ortsdosisleistung (ODL) eingesetzt. Ortsfeste ODL-Messstellen sind im Sperrbereich sowie im Kontrollbereich in der UTK vorgesehen. Hier ist vor allem der Bereich der Abstellflächen der beladenen Transferbehälter sowie Spezialcontainer (UTK-Pufferlager) zu überwachen. Die ortsfesten ODL-Messstellen sind mit Alarmgebern ausgerüstet, die bei der

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 168 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Überschreitung eines Schwellwertes einen Alarm auslösen. Somit ist gewährleistet, dass das Personal über eine erhöhte ODL informiert wird und seine Tätigkeiten dementsprechend unterbrechen kann. Im Falle der Alarmauslösung muss der Strahlenschutz vor Ort die Ursache ermitteln und ggf. weitere Schutzmaßnahmen ergreifen.

Die Gewinnungsfahrzeuge werden mit ODL-Messsonden ausgestattet. Diese werden an Gabel oder Greifer montiert, so dass die Dosisleistung bei der Gebindehandhabung jederzeit überwacht werden kann. Dies ist insbesondere dann zu beachten, wenn beschädigte bzw. zerstörte VBA mit einem hohen Aktivitätsinventar gehandhabt werden. Durch die Messung der ODL direkt während der Gewinnung können erforderlichenfalls weitere Strahlenschutzmaßnahmen (Fortsetzung der Arbeiten nur fernhandelt, Zwischenabstellung des Gebindes in nicht genutzten Kammerbereichen) eingeleitet werden.



Die weiteren Fahrzeuge sind mit einer ODL-Messsonde in der Fahrerkabine ausgestattet, um eine dauerhafte Überwachung der ODL sicherstellen zu können.

Die Ausstattung des Personals mit persönlichen selbstablesbaren Dosimetern ist obligatorisch und soll hier nicht weiter ausgeführt werden.

## 2) Überwachung der luftgetragenen Aktivität

Die luftgetragene Aktivität wird an geeigneten Stellen im Kontrollbereich messtechnisch erfasst, um eine Überwachung des Kontaminationsniveaus zu gewährleisten und bei Bedarf die Kontaminationsschutzmaßnahmen anzupassen.





 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 169 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 3) Überwachung der Oberflächenkontamination

In weiten Bereichen des Sperrbereiches werden die Oberflächen der Strecken und Kammern kontaminiert sein. Dies wird vor allem die Einlagerungskammern und Transportstrecken betreffen.

Um mögliche Kontaminationsverschleppungen frühzeitig zu erkennen und zu beseitigen, werden die Kontrollbereiche regelmäßig beprobt und ggf. gereinigt. Für den Sperrbereich sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 170 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 4 Varianten der Rückholung

### 4.1 Anforderungen

Vor dem Hintergrund eines begrenzten Zeitraums zur Umsetzung der Rückholungsarbeiten, werden in dieser Studie verschiedene Rückholszenarien betrachtet. Ziel ist es, in möglichst kurzer Zeit ein großes Aktivitätsinventar zurückzuholen. Die Rückholszenarien unterscheiden sich daher im Umfang der zurückgeholten Abfallmenge und dem damit verbundenen Rückholzeitraum. Die verschiedenen betrachteten Szenarien werden im Weiteren als Varianten bezeichnet.

Die vorgenommene Variantenfestlegung auf Basis der radiologischen Situation erfolgt auf den zwei nachfolgend dargestellten Wegen der Bewertung des radiologischen Inventars.

### 4.2 Aktivitätsinventar

Das in die Kammern eingelagerte Aktivitätsinventar ist in der Datenbank ASSEKAT /34/ beschrieben (s. Kapitel 2.8.1). Aus den Daten ergibt sich die in Tabelle 4.2-1 dargestellte prozentuale Verteilung des Aktivitätsinventars auf die einzelnen LAW-Kammern. Die Datenbank ASSEKAT beinhaltet zudem eine kammerspezifische Zuordnung des Aktivitätsinventars zu VBA und nVBA. Der Anteil des Aktivitätsinventars der VBA oder nVBA jeder Kammer am Gesamtinventar der LAW ist ebenfalls in Tabelle 4.2-1 dargestellt.

Die Ermittlung des kammerspezifischen Aktivitätsinventars aus ASSEKAT zeigt, dass sich fast 70 % des Aktivitätsinventars nur in den VBA der drei Kammern 6/750, 7/750 und 11/750 befindet (siehe Tabelle 4.2-1, gelbe Markierung).



Nimmt man den gesamten Kammerinhalt (VBA und nVBA) der ELK 1/750, 5/750, 2/750 sowie die VBA der Kammer 12/750 hinzu (blaue Markierung), so ergeben sich ca. 92 % des gesamten Aktivitätsinventars der LAW.

	<b>Aktivitätsinventar LAW</b>	<b>Anteil am Gesamtinventar der LAW</b>	<b>Aktivitätsinventar in VBA als Anteil am Gesamtinventar der LAW</b>	<b>Aktivitätsinventar in nVBA als Anteil am Gesamtinventar der LAW</b>
<b>Kammer</b>	[Bq]	[%]	[%]	[%]
<b>7/750</b>	6,1E+14	34,9	34,9	0,0
<b>6/750</b>	3,6E+14	20,3	19,9	0,5
<b>11/750</b>	2,7E+14	15,5	15,0	0,5
<b>1/750</b>	1,4E+14	7,8	x	7,8
<b>5/750</b>	1,1E+14	6,1	3,6	2,5
<b>2/750</b>	8,3E+13	4,7	0,5	4,2
<b>12/750</b>	7,7E+13	4,4	3,4	1,0
<b>7/725 Na<sub>2</sub></b>	4,7E+13	2,7	0,0	2,6
<b>8/750</b>	3,1E+13	1,8	x	1,8
<b>2/750 Na<sub>2</sub></b>	2,5E+13	1,4	x	1,4
<b>10/750</b>	4,9E+12	0,3	0,0	0,3
<b>4/750</b>	5,0E+11	0,0	x	0,0
<b>Summe</b>	1,8E+15	100	77,3	22,7

**Tabelle 4.2-1 Aktivitätsinventar; x = keine VBA eingelagert**

### 4.3 Gewichtetes Aktivitätsinventar

Eine ähnliche wie die im vorherigen Kapitel 4.2 gezeigte Verteilung ergibt sich bei Berücksichtigung der radiologischen Wirksamkeit der einzelnen Nuklide mit den Dosiskoeffizienten für die Ingestion. Denn es ist für den Fall des Verbleibs der Abfälle in den Einlagerungskammern davon auszugehen, dass für mögliche Freisetzungen aus der Schachtanlage Asse II vor allen Dingen der Wasserpfad

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 172 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

zu betrachten ist, und damit eine Aufnahme über Nahrungsmittel und Trinkwasser (Ingestion). Die Inhalation von aus der Schachtanlage Asse II in die Umgebung gelangenden Nukliden hat eine geringe Bedeutung. Deshalb wurde das nuklidspezifische Inventar der Kammern für die radiologisch relevanten Nuklide mit den Ingestionsdosiskoeffizienten (effektive Dosis) aus dem Bundesanzeiger /38/ für das Kind (Alter < 1 Jahr) multipliziert. Die Ergebnisse der Multiplikation sind in Tabelle 4.3-1 dargestellt. Mit den in Tabelle 4.3-1 aufgeführten Nukliden sind zum Stichtag 01.01.2005 mindestens 99 % des Gesamtaktivitätsinventars und minimal 97 % des Inventars jeder einzelnen Kammer erfasst. Von den Alpha-Nukliden wurden diejenigen berücksichtigt, die 99,9 % des Gesamtinventars an Alphanukliden ergeben. Die Zahlenwerte in Tabelle 4.3-1 haben formal die Einheit Sv, es handelt sich aber um eine reine Rechengröße und nicht um eine Dosis.

Nuklid	Co-60	Ni-63	Sr-90	I-129	Cs-137	Pu-241	Alpha	Summe
<b>Kammer</b>								
<b>7/750</b>	4,1E+04	8,6E+03	1,6E+07	1,1E+01	2,2E+06	2,1E+07	2,4E+08	2,8E+08
<b>6/750</b>	3,2E+05	3,2E+04	1,5E+07	1,3E+01	2,4E+06	7,2E+06	8,1E+07	1,1E+08
<b>11/750</b>	1,4E+05	5,1E+04	5,6E+06	6,9E+00	1,4E+06	6,9E+06	9,0E+07	1,0E+08
<b>1/750</b>	6,3E+03	1,7E+03	9,7E+05	4,3E-01	1,2E+05	5,8E+06	8,3E+07	9,0E+07
<b>5/750</b>	2,5E+04	1,6E+04	9,6E+05	1,5E+00	3,2E+05	3,6E+06	4,7E+07	5,2E+07
<b>2/750</b>	1,6E+04	3,2E+03	2,3E+05	3,3E-01	2,2E+05	3,2E+06	4,5E+07	4,9E+07
<b>12/750</b>	9,6E+03	5,5E+03	1,6E+06	1,4E+00	2,5E+05	2,5E+06	3,6E+07	4,0E+07
<b>7/725Na<sub>2</sub></b>	4,0E+03	7,2E+02	2,9E+05	2,1E-01	6,6E+04	2,0E+06	2,5E+07	2,8E+07
<b>8/750</b>	3,8E+03	1,6E+03	1,3E+05	1,4E-01	4,7E+04	1,2E+06	1,7E+07	1,8E+07
<b>2/750Na<sub>2</sub></b>	1,7E+04	6,5E+03	2,1E+05	3,7E-01	9,8E+04	6,5E+05	8,5E+06	9,4E+06
<b>10/750</b>	3,1E+03	9,4E+02	2,6E+05	1,8E-01	5,0E+04	2,3E+04	5,0E+05	8,3E+05
<b>4/750</b>	3,2E+01	4,4E+01	1,4E+02	1,7E-03	3,0E+02	2,8E+00	2,2E+05	2,2E+05



**Tabelle 4.3-1 Maßzahlen für die Berücksichtigung der radiologischen Wirksamkeit einzelner Nuklide in den LAW-Kammern**

In der folgenden Tabelle 4.3-2 sind analog zur Tabelle 4.2-1 die Daten der prozentuale Verteilung des Aktivitätsinventars auf die einzelnen LAW-Kammern unter Berücksichtigung der radiologischen Wirksamkeit („gewichtetes“ Aktivitätsinventar) zusammengestellt.

	Gewichtetes Aktivitätsinventar LAW	Anteil am gewichteten Gesamtinventar der LAW	Gewichtetes Aktivitätsinventar in VBA als Anteil am gewichteten Gesamtinventar der LAW	Gewichtetes Aktivitätsinventar in nVBA als Anteil am gewichteten Gesamtinventar der LAW
Kammer		[%]	[%]	[%]
<b>7/750</b>	2,8E+08	36,3	36,3	0,0
<b>6/750</b>	1,1E+08	13,6	13,5	0,2
<b>11/750</b>	1,0E+08	13,3	12,8	0,5
<b>1/750</b>	9,0E+07	11,5	x	11,5
<b>5/750</b>	5,2E+07	6,6	3,3	3,4
<b>2/750</b>	4,9E+07	6,3	0,9	5,4
<b>12/750</b>	4,0E+07	5,1	3,8	1,3
<b>7/725Na<sub>2</sub></b>	2,8E+07	3,5	0,0	3,5
<b>8/750</b>	1,8E+07	2,3	x	2,3
<b>2/750Na<sub>2</sub></b>	9,4E+06	1,2	x	1,2
<b>10/750</b>	8,3E+05	0,1	0,0	0,1
<b>4/750</b>	2,2E+05	0,0	x	0,0
<b>Summe</b>	7,8E+08	100	70,6	29,4

**Tabelle 4.3-2 Gewichtetes Aktivitätsinventar**

Die Daten in Tabelle 4.3-2 zeigen, dass sich ca. 63 % des gewichteten Aktivitätsinventars in den VBA der Einlagerungskammern 6/750, 7/750 und 11/750 befindet. Nimmt man die VBA der Kammer 12/750 sowie die VBA und nVBA der Kammern 1/750, 2/750 und 5/750 hinzu, so ergeben sich ca. 91 % des ge-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 175 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

samten gewichteten Aktivitätsinventars der eingelagerten LAW der Schachtanlage Asse II.

#### 4.4 Variantenbeschreibung

Beide zuvor beschriebenen Möglichkeiten der Bewertung des radiologischen Inventars führen gleichermaßen zu nachfolgend dargelegten Variantendefinitionen.

Variante 1: Rückholung ausschließlich der VBA aus den ELK 6/750, 7/750, 11/750; der gesamte Salzgrus verbleibt unter Tage.

Variante 2: Rückholung von Abfällen aus den ELK 1/750, 2/750, 5/750, 6/750, 7/750, 11/750, 12/750

ausschließlich VBA aus ELK 6/750, 7/750, 11/750, 12/750,

ausschließlich nVBA aus ELK 1/750,

VBA und nVBA aus ELK 2/750, 5/750,

sowie ein Drittel des Salzgruses aus dem Versatz der zu leeren Kammerteile.

Variante 3: Rückholung aller Gebinde einschließlich ein Drittel Salzgrus des Versatzes.

Variante 4: Rückholung aller Gebinde einschließlich Salzgrus. Anschließend Dekontamination und Freimessung der Einlagerungskammern.

Tabelle 4.4-1 zeigt eine Übersicht über die in den jeweiligen Varianten geleerten Kammern einschließlich des gewichteten Aktivitätsinventars je Einlagerungskammer.

	Kammer	VBA	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	nVBA	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
1	7/750	36,3					0				
2	6/750	13,5					0,2				
3	11/750	12,8					0,5				
4	12/750	3,8					1,3				
5	5/750	3,3					3,4				
6	2/750	0,9					5,4				
7	1/750	0					11,5				
8	7/725Na <sub>2</sub>	0					3,5				
9	8/750	0					2,3				
10	2/750Na <sub>2</sub>	0					1,2				
11	10/750	0					0,1				
12	4/750	0					0				
	<b>Summe</b>	<b>70,6</b>					<b>29,4</b>				

**Tabelle 4.4-1** Prozentualer Anteil des gewichteten Aktivitätsinventars der VBA oder nVBA einer Kammer am gewichteten Aktivitätsinventar aller Kammern


In Abhängigkeit von der Variante verbleiben nach der Rückholung der Gebinde (und ggf. Salzgrus) je Kammer das in Tabelle 4.4-2 dargestellten Aktivitätsinventar.



	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
<b>Kammer</b>	[%]	[%]	[%]	[%]
<b>7/750</b>	0,0	0,0	0	0
<b>6/750</b>	0,5	0,5	0	0
<b>11/750</b>	0,5	0,5	0	0
<b>1/750</b>	7,8	0,0	0	0
<b>5/750</b>	6,1	0,0	0	0
<b>2/750</b>	4,7	0,0	0	0
<b>12/750</b>	4,4	1,0	0	0
<b>7/725Na<sub>2</sub></b>	2,7	2,7	0	0
<b>8/750</b>	1,8	1,8	0	0
<b>2/750Na<sub>2</sub></b>	1,4	1,4	0	0
<b>10/750</b>	0,3	0,3	0	0
<b>4/750</b>	0,0	0,0	0	0
<b>Salzgrus</b>	100 %	Gesamter Salzgrus bis auf 1/3 aus 5/750 und 1/6 aus 6/750, 7/750	2/3 des Gesamtversatzes	0 %

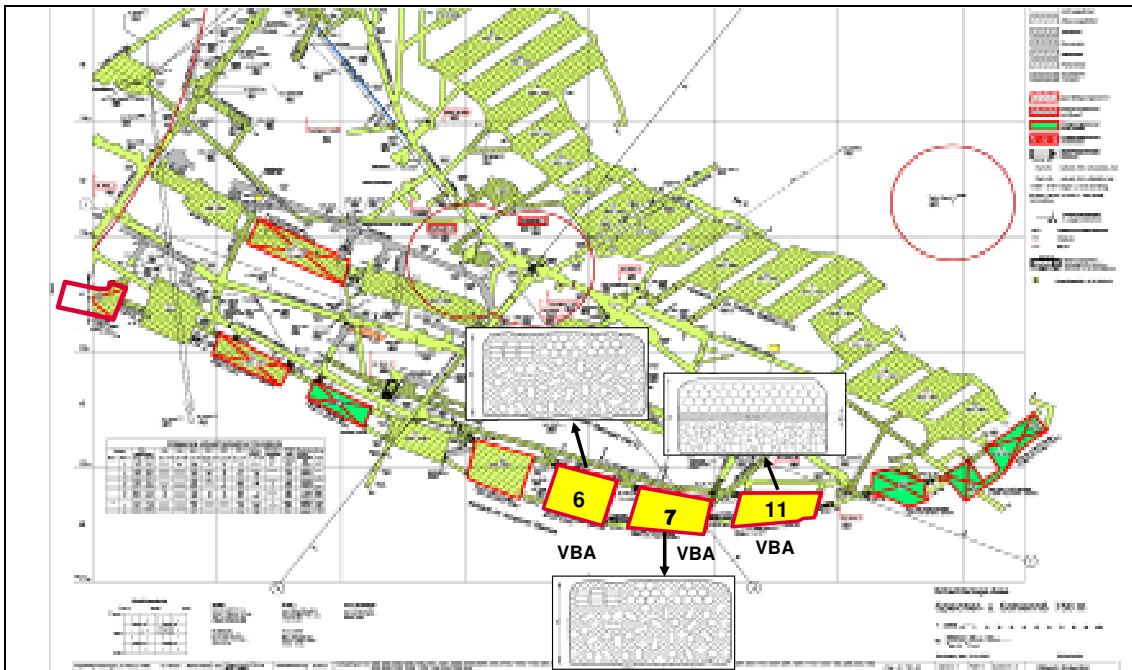
**Tabelle 4.4-2 Unter Tage verbleibender Anteil des Aktivitätsinventars bezogen auf das Gesamtaktivitätsinventar der LAW**

Im Folgenden werden die einzelnen Varianten mit ergänzenden Randbedingungen näher beschrieben.

	Schachtanlage Asse II		
		Seite 178 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



### Variante 1

Variante 1 folgt der Vorgabe, in möglichst kurzer Zeit die Rückholung eines hohen Aktivitätsinventars zu gewährleisten. Mit der Rückholung ausschließlich der VBA aus den ELK 6/750, 7/750, 11/750 wird 70 % des Aktivitätsinventars entfernt. Die Lage der zu leerenden, benachbarten Einlagerungskammern ist der Abb. 4.4-1 zu entnehmen.



**Abb. 4.4-1 Variante 1, Lage der ELK im Grubengebäude**

Es wird davon ausgegangen, dass wie in Abb. 4.4-1 dargestellt, die VBA im oberen Teil der Kammern liegend eingelagert wurden /20/. Die nVBA, die entsprechend der Variante 1 in den Kammern verbleiben, wurden mittels Abkipptechnik im unteren Teil der Kammern eingelagert. Abb. 4.4-2 zeigt schematisch das in den Kammern verbleibende Inventar.



  	Schachtanlage Asse II		
		Seite 179 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



**Abb. 4.4-2 Variante 1, Kammerinventar nach der Rückholung**

In Variante 1 werden ausschließlich handhabbare VBA zu Tage gefördert. Aufgrund der etwa 20 cm /15/ dicken Betonabschirmung der VBA ist davon auszugehen, dass trotz Beanspruchung der überwiegende Anteil handhabbar ist. Unter handhabbaren VBA wird in diesem Zusammenhang verstanden, dass die Betonummantelung zwar Risse haben kann, aber die VBA nicht auseinander gebrochen sind. Vollständig zerstörte VBA verbleiben unter Tage; es wird davon ausgegangen, dass nur eine sehr begrenzte Anzahl an VBA vollständig zerstört ist. Darüber hinaus wird festgelegt, dass vereinzelt VBA, die nicht zugänglich sind, ebenfalls unter Tage verbleiben.

Die Forderung nach einer effizienten Nutzung der vorhandenen Zeit wird durch die Anzahl und Lage der Einlagerungskammern positiv beeinflusst. Vorberei-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 180 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

tende Arbeiten für den Gesamtrückholprozess können auf ein Minimum beschränkt werden.

### Variante 2

Bei der Variante 2 wird im Vergleich zur Variante 1 ein sehr hohes Inventar von etwa 92 % bei höherem Zeitbedarf zurückgeholt.

Wie bei der Variante 1 werden bei der Variante 2 zunächst die in der oberen Hälfte der Kammern 6/750, 7/750 sowie 11/750 liegend eingelagerten VBA zurückgeholt. Alle nVBA verbleiben wiederum in diesen Kammern. Des Weiteren erfolgt die Rückholung der VBA aus der Kammer 12/750. Hierbei wird gemäß der Einlagerungsdokumente davon ausgegangen, dass die VBA getrennt von den anderen Gebinden eingelagert worden sind und von einer Kammerseite her zugänglich sind. Die Variante 2 umfasst darüber hinaus die vollständige Leerung der Kammer 5/750 sowie der Kammern 1/750 und 2/750.

Die Abb. 4.4-3 und Abb. 4.4-4 zeigen für die Variante 2 schematisch das Kammerinventar vor bzw. nach der Rückholung.

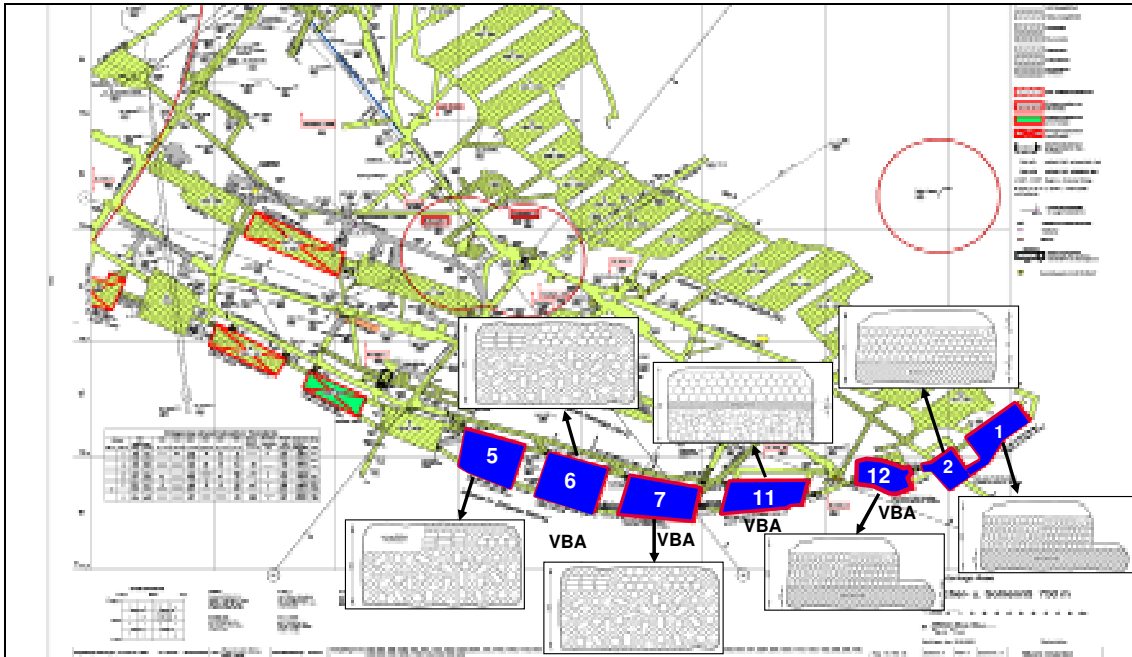


Abb. 4.4-3 Variante 2, Lage der ELK im Grubengebäude

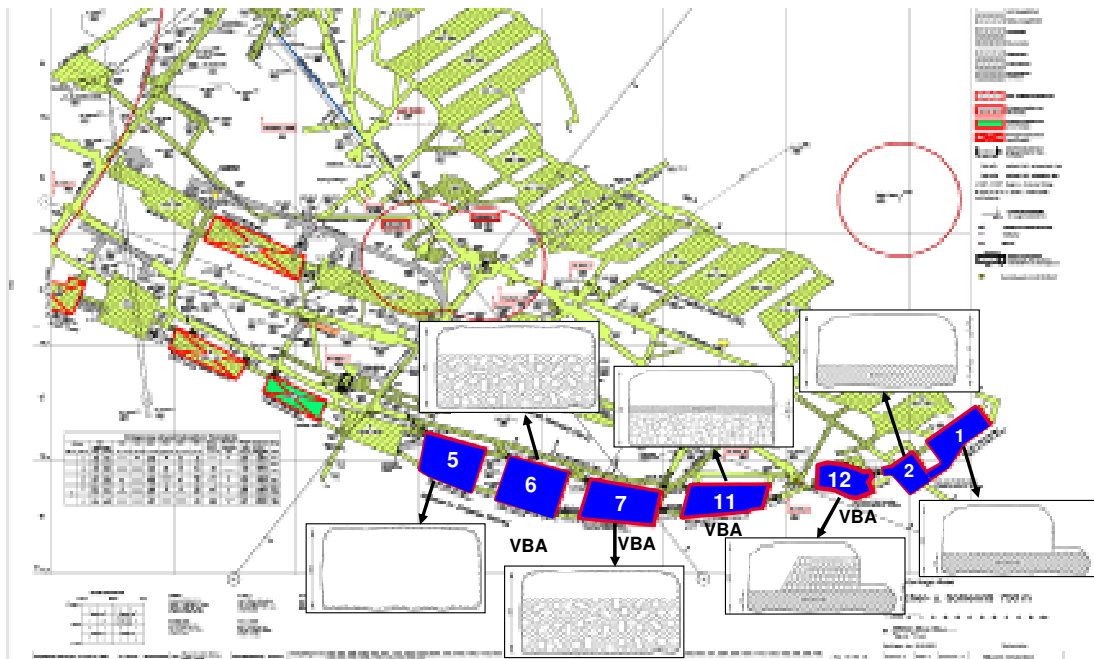




Abb. 4.4-4 Variante 2, Kammerinventar nach der Rückholung



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 182 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

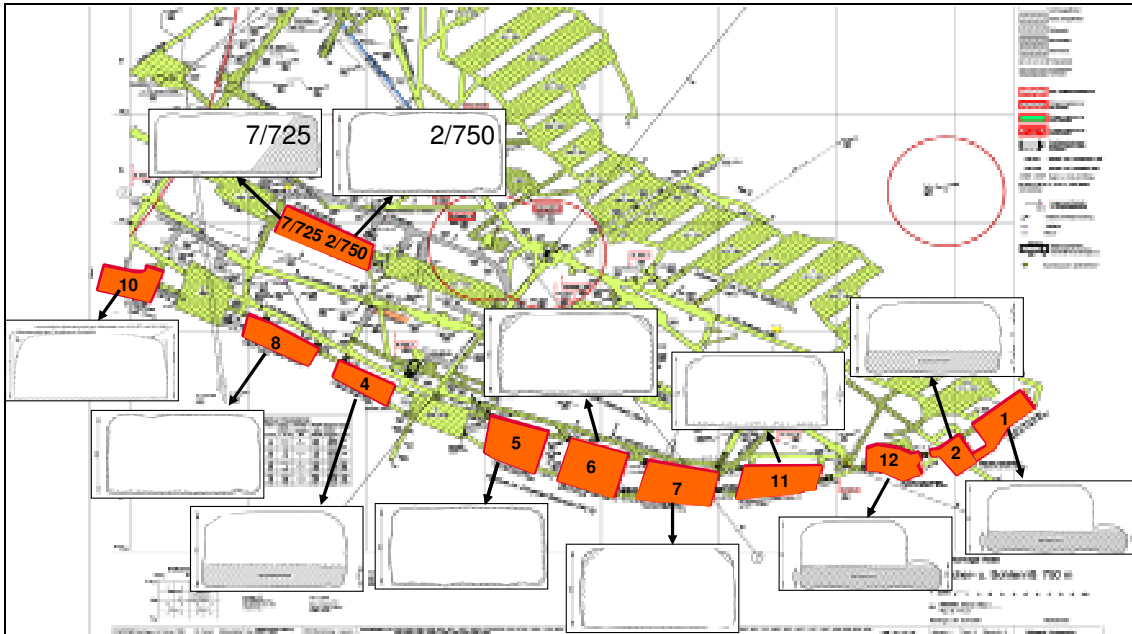
Bei der Variante 2 ist anzunehmen, dass einige der nVBA zerstört sind oder beim Rückgewinnungsprozess zerstört werden. Dies hat beispielsweise für die Kammer 5/750 zur Konsequenz, dass die in Salzgrus eingebetteten nVBA diesen in Folge der Zerstörung kontaminiert haben können. Aus diesem Grund wird für diese Variante unterstellt, dass zusätzlich zu den VBA und den nVBA ein Drittel des Salzgruses aus dem Versatz an die Tagesoberfläche gefördert wird. Die Ausgleichsschicht aus Salzgrus im Liegenden der Kammern 1/750, 2/750 und 12/750 wird nicht hereingewonnen.

Vergleichbar zu Variante 1 führt auch hier die benachbarte Lage der Einlagerungskammern zu einem Zeitvorteil bei den vorbereitenden Arbeiten. Es ist nur ein einflügliger Aufschluss des Grubengebäudes notwendig.

### Variante 3

In der Variante 3 ist vorgesehen das gesamte Aktivitätskammerinventar aus den Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle sowie aus der ELK 7/725 zurückzuholen. Hierbei werden VBA sowie nVBA aus den Kammern geborgen. Auch in dieser Variante ist vorgesehen, dass der Salzgrus vorwiegend unter Tage verbleibt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein Drittel des Salzgruses aufgrund von Kontamination durch zerstörte Gebinde zu Tage gefördert werden muss. Die Ausgleichsschichten im Liegenden der ELK 1/750, 2/750, 4/750 und 12/750 sowie der Versatz in 7/725, der nicht mit den eingelagerten Gebinde in Berührung gekommen ist, verbleiben in den Kammern. Bei der Variante 3 wird nahezu 100 % des LAW-Aktivitätsinventars zurückgeholt (siehe Abb. 4.4-5).



  	Schachtanlage Asse II	
		Seite 183 von 350
		Stand: 25.09.2009



**Abb. 4.4-5 Variante 3, Kammerinventar nach der Rückholung**

#### Variante 4

Die Variante 4 unterscheidet sich von der Variante 3 dadurch, dass nicht nur die VBA und die nVBA aus den Einlagerungskammern der 750-m- und 725-m-Sohle zurückgeholt werden, sondern darüber hinaus der gesamte Salzgrus aus den Einlagerungskammern entfernt und nach über Tage gefördert wird. Die Ausgleichsschichten im Liegenden der ELK 1/750, 2/750, 4/750 und 12/750 werden entfernt, ebenso wie der seitlich in der ELK 7/725 Na<sub>2</sub> befindliche Salzgrus. Des Weiteren sieht die Variante 4 vor, dass sowohl die Kammern als auch die Transportwege abschließend dekontaminiert werden. Hierzu wird nach der Leerung der Einlagerungskammern von Firste, Sohle und den Stößen eine Salzschiicht abgefräst und die betreffenden Grubenräume abschließend freigemessen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 184 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Wie Eingangs erwähnt, werden in dieser Studie die vier verschiedenen Varianten vor dem Hintergrund eines begrenzten Zeitraums der Rückholung betrachtet. Deswegen wird bei Variante 1 bis 3 unter dem Gesichtspunkt „Gefahr in Verzug“ gehandelt. Bei den Varianten 1 bis 3 wird somit von einer möglichst kurzfristigen Rückholung des Kammerinventars ausgegangen. Unter dem Gesichtspunkt „Gefahr in Verzug“ wird für die Varianten 1 bis 3 das Anordnungsverfahren unterstellt (siehe Kapitel 3.4). Im Unterschied hierzu wird bei der Variante 4 von einem Genehmigungsverfahren ausgegangen, welches einen wesentlich längeren Zeitvorlauf zur Folge hat.

Bei den in Kapitel 5.3 bis Kapitel 5.5 durchgeführten Betrachtungen wird für die Varianten 1 bis 3, die einem Anordnungsverfahren unterliegen sollen, davon ausgegangen, dass das an der Tagesoberfläche zu erstellende Transportbereitstellungslager ebenfalls im Rahmen eines Anordnungsverfahrens genehmigt wird.

Die unterschiedlichen Genehmigungsprozesse für die verschiedenen Varianten führen zu unterschiedlich langen Vorlaufphasen. Mit Vorlaufphase ist der Zeitraum gemeint, der benötigt wird, um mit den untertägigen Arbeiten zur Rückholung der LAW beginnen zu können. Hierzu gehört das Anordnungs- bzw. Genehmigungsverfahren für die Rückholung und das Anordnungs- bzw. Genehmigungsverfahren für den Bau des Transportbereitstellungslagers an der Tagesoberfläche. Der Bau und die Einrichtung des Transportbereitstellungslagers werden ebenfalls der Vorlaufphase zugeordnet, genauso wie die Beschaffung und Erprobung der für die Rückholung benötigten Ausrüstungen. Die Tabelle **4.4-3** gibt einen Überblick über den unterschiedlichen Zeitbedarf der Vorlaufphasen der einzelnen Varianten.





	<b>Variante 1</b> <b>[Wochen]</b>	<b>Variante 2</b> <b>[Wochen]</b>	<b>Variante 3</b> <b>[Wochen]</b>	<b>Variante 4</b> <b>[Wochen]</b>
<b>Anordnungsverfahren/ Genehmigungsverfahren Rückholung</b>	12	12	12	200
<b>Beschaffung und Er- probung der Ausrüs- tungen</b>	50	50	50	50
<b>Anordnungsverfahren/ Genehmigungsverfah- ren Transportbe- reitstellungs-lager</b>	18	18	18	120
<b>Bau und Einrichtung Transportbereitstel- lungslager</b>	75	83	100	100



**Tabelle 4.4-3 Zeitbedarf für die Vorlaufphase**

Während in den Varianten 1 bis 3 die Anordnungsverfahren innerhalb weniger Wochen abgeschlossen sein können, beträgt die Dauer der Genehmigungsverfahren in Variante 4 mehrere Jahre. Die unterschiedlichen Bauzeiten für das Transportbereitstellungslager beruhen auf den verschiedenen erforderlichen Größen.

Im Kapitel 7 (Tabelle 7-1) wird der für die verschiedenen Varianten erforderliche Zeitbedarf mit und ohne Vorlaufphase aufgeführt. Hierbei wurde vorausgesetzt, dass über- und untertägige Arbeiten der Vorlaufphase - z.B. Bau der Transportbereitstellungshalle und Anpassung des Grubengebäudes - parallel durchgeführt werden können, nachdem die Anordnung (Variante 1 - 3) bzw. die Ge-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 186 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

nehmung (Variante 4) erteilt wurde. Die Arbeiten zur eigentlichen Rückgewinnung in den Kammern beginnen jedoch erst, wenn das Transportbereitstellungslager betriebsbereit ist. Daraus resultiert, dass die in der Tabelle 7-1 genannte Gesamtzeit der Rückholung kürzer ist, als die Summe aus Vorlauf- und Ausführungsphase.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 187 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 5 Entwurf eines Rückholungskonzeptes

### 5.1 Allgemeine Grundlagen



Die bisher im Rahmen der vorliegenden Studie festgestellte strahlenschutz- und bergtechnische Machbarkeit zeigt, dass die Rückholung im Sinne der benötigten technischen Einzelschritte durchführbar ist. Im nun folgenden Teil wird ein weiterer Aspekt der Machbarkeit untersucht. Mit Blick auf die Gefährdungslage und dem sich daraus ableitenden Zeitmangel sind technisch durchführbare Einzelschritte solange nicht hilfreich, wie sie nicht zu einem ausreichend schnellen Rückholungsprozess führen.

Ein erstes wesentliches Teilergebnis der Analyse des Zeitbedarfs kann schon vor Beginn detaillierterer Betrachtungen festgehalten werden. Es ergibt sich aus den im Kapitel 3 dargelegten Aussagen zur technischen Machbarkeit, die einen Prozess der direkten Rückholung erlauben:

- 1) Die direkte Rückholung erlaubt den Wegfall von Entwicklungs- und Erprobungszeiten für alternative Zugangsverfahren für nicht betretbare Einlagerungskammern. In diesen Bereich der Zeitersparnisse fällt auch die Verwendung von bergbauerprobten Maschinen. Zeitaufwände etwa für die Entwicklung und Erprobung neuer Maschinen sind nicht erforderlich.
- 2) Die Rückholung kann unter den jetzt vorliegenden Randbedingungen des Bergwerks ohne wesentliche bauliche Änderungen erfolgen. So ist beispielsweise der hohe Zeitbedarf für das Abteufen eines neuen Schachtes nicht erforderlich.

Jeder einzelne der hier zuvor aufgezählten Aspekte würde den Zeitbedarf der Rückholung um mehrere Jahre verlängern.

Im weiteren Verlauf der Studie werden zunächst für die unterschiedlichen Teilprozesse der Rückholung variantenübergreifende Leistungskennwerte und Kapazitätsbetrachtungen formuliert (Kapitel 5.2). Anschließend werden für die Va-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 188 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

riante 1 in Ergänzung zu Kapitel 3.6 die variantenspezifischen Prozesselemente erläutert und mit ersten Zeitberechnungen versehen (Kapitel 5.3). Abschließend wird für diese Variante eine Zeit- und Kostenplanung dargestellt.

Für die dann folgenden Varianten 2 bis 4 werden nur noch sich im Vergleich zur Variante 1 ändernde Prozesselemente dargestellt (Kapitel 5.4 bis 5.6), ergänzt jeweils um eine Zeit- und Kostenplanung.

## **5.2 Leistungskennwerte und Kapazitätsbetrachtungen**

### **5.2.1 Randbedingungen**

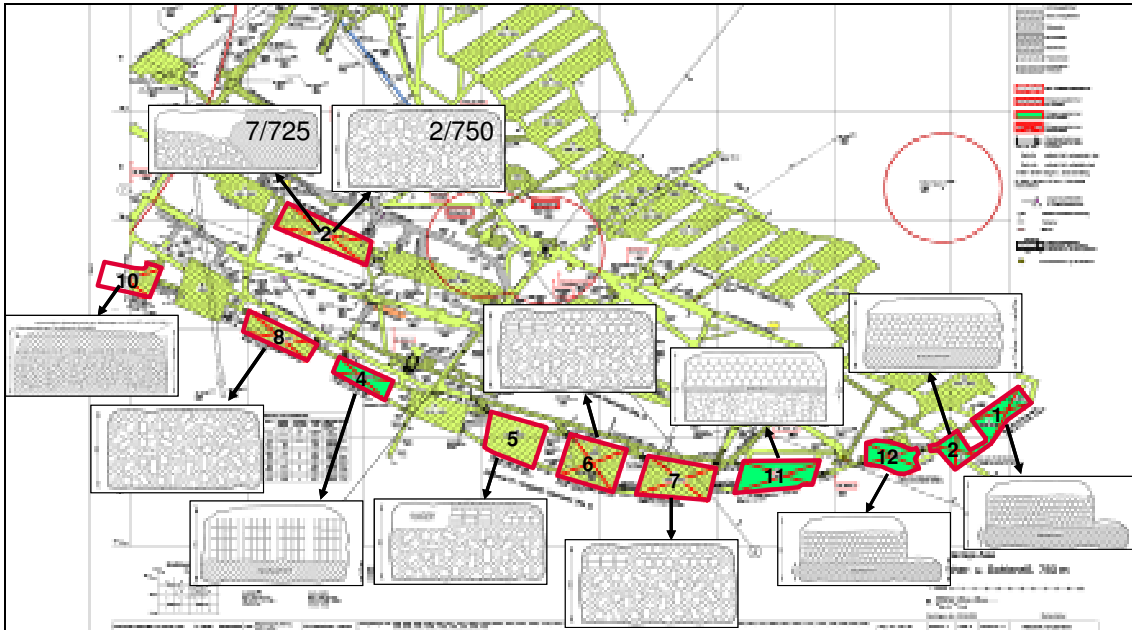
Im vorliegenden Kapitel werden auf der Basis der in Kapitel 3.6 geschilderten Prozessabläufe die Zeitvorgaben für die einzelnen Prozessschritte festgelegt. In Verbindung mit Kennwerten der benutzten Anlagen und Maschinen ergeben sich hieraus Leistungskennwerte des Einzelprozesses und allgemeine Kapazitätsbetrachtungen, die zur Zeit- und Kostenplanung im Rahmen der Erarbeitung des Entwurfs eines Rückholungskonzeptes genutzt werden.

Die Festlegung der Eingangsparameter und die Ermittlung von Leistungskennwerten orientieren sich dabei immer an der Gefährdungslage. Die Arbeiten zur Rückholung sollen unabhängig von der jeweiligen Variante möglichst schnell abgeschlossen sein.

### **5.2.2 Gewinnung**

Der Prozess der Gewinnung und die Gewinnungstechnik zur Rückholung des Kammerinventars wurde bereits in Kapitel 3.6.5 ausführlich beschrieben.



Die Abb. 5.2-1 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Einlagerungstechniken in den verschiedenen Einlagerungskammern.



**Abb. 5.2-1 Lage der ELK und Einlagerungstechnik**

In den Kammern 1/750, 2/750 und 12/750 sind die Gebinde liegend gestapelt (vgl. Verfahren A, Kapitel 3). In der Kammer 11/750 hingegen sind im oberen Teil der Kammer die VBA liegend gestapelt, darunter befindet sich eine Salzgrusschicht und darunter eine Lage abgekippter nVBA, die ohne Zugabe von Salzgrus verkippt sind. In den Kammern 5/750, 6/750 und 7/750 befinden sich im oberen Teil der Kammern in Salzgrus eingebettet liegende VBA. Im unteren Teil der Kammer befinden sich nVBA, die ebenfalls in Salzgrus eingebettet sind. In der Kammer 4/750 sind die nVBA stehend gestapelt. In den übrigen ELK wurden die Gebinde unter Zugabe von Salzgrus abgekippt. Eine ausführliche Beschreibung der Einlagerungskammern und Einlagerungstechnik erfolgte bereits in Kapitel 2.4.

Die kurze Zusammenfassung der verschiedenen Einlagerungs- und Versatz-techniken zeigt, dass in Abhängigkeit von der Einlagerungstechnik unterschiedliche Gewinnungsmittel eingesetzt werden müssen. Zur Gewinnung der VBA



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 190 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

beispielsweise aus der ELK 11/750, die in der oberen Kammerhälfte liegend gestapelt sind, ist der Einsatz von schweren großen Teleskoplädern vorgesehen. Sie sind in der Lage, ein VBA mit einem Gewicht von bis zu 5 t zu bergen. Betrachtet man im Vergleich zu der Kammer 11/750 die Kammer 7/750, so wird hier ein weiterer Arbeitsprozess zur Gewinnung des Kammerinventars erforderlich. Da sowohl die VBA als auch die nVBA in Salzgrus eingebettet sind, muss vor der Bergung der Gebinde der Salzgrus um die Gebinde herum entfernt werden. Dies kann mittels eines Raupenbaggers erfolgen. Auch dieser Raupenbagger muss wiederum in der Lage sein, 5 t bei einer Hubhöhe von rd. 5 m zu heben. Darüber hinaus ist es notwendig, den Raupenbagger als Multifunktionsgerät auszustatten, dies bedeutet in diesem speziellen Fall, dass der Raupenbagger mit einem hydraulischen Anbauhammer ausgestattet sein muss, der in der Lage ist, die Gebinde aus dem Salzgrus heraus zu lösen.

Zur Kapazitätsabschätzung der Leistungsfähigkeit bei der Gewinnung der VBA, der nVBA und des Salzgruses wurde der Gewinnungsprozess innerhalb der Kammer in verschiedene Teilprozesse unterteilt.

Ein Teilprozess, der den Arbeiten in den Kammern vor der eigentlichen Gewinnung zugeordnet wird, ist das Sichern der Firste gegen herabfallendes Salz. Hierzu ist der Einsatz einer Firstfräse vorgesehen. Der Zeitaufwand für das Sichern der Firste beispielsweise Nachschneiden oder Einbringen von Gebirgsankern wird auf den Quadratmeter Firstfläche bezogen. Der hierfür angenommene Zeitbedarf beträgt 15 Minuten je Quadratmeter Firstfläche. Anteilig ist das ggf. notwendige Sichern der Stöße berücksichtigt.

In Kammern, in denen die Gebinde in Salzgrus gebettet sind, muss als erster Teilprozess der eigentlichen Gewinnung der Salzgrus um die Gebinde herum gelöst werden. Nachdem dieses erfolgt ist, können die VBA und die nVBA mittels eines Raupenbaggers bzw. eines Teleskopladers abgeladen werden. Das Abladen der VBA und nVBA erfolgt dabei - im Falle der Nutzung des Baggers - in einen Radlader. Der Radlader transportiert innerhalb der Kammern VBA und

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 191 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



nVBA, aber auch Salzgrus, zum Kammerausgang. Hier wird das Material dann auf ein kontinuierlich bereitstehendes Shuttlecar oder einen Hauler geladen.

Für das Lösen des Versatzes um die Gebinde herum wird ein Zeitbedarf von 10 min/m<sup>3</sup> Salzgrus angenommen. Das Herauslösen und Abladen von VBA und nVBA ist mit unterschiedlichen Zeitaufwendungen versehen. Da die VBA deutlich schwerer sind als die nVBA, wird davon ausgegangen, dass sie auch schlechter zu handhaben sind. Für das Greifen und Abladen eines VBA wird ein Zeitbedarf von 5 Minuten benötigt. nVBA in der Form von 200-l- und 400-l-Fässern sind einfacher zu handhaben und benötigen daher einen geringeren Zeitaufwand, der mit 3 Minuten pro nVBA berücksichtigt wird.

Als letzter Teilprozess der Gewinnung müssen Salzgrus, VBA und nVBA innerhalb der Kammer transportiert werden. Für den Transport einschließlich des Aufladens in der Kammer und des Abladens am Kammerausgang wird der Transport von 1 m<sup>3</sup> Salzgrus mit 2 Minuten berücksichtigt. Der Lader kann aufgrund des Gewichtes nur ein VBA transportieren. Für den Transport der VBA wurde ein Zeitaufwand von 4 Minuten pro VBA festgesetzt. nVBA in der Form von 200-l- und 400-l-Fässern benötigen eine geringere Transportzeit, da ein Lader in der Lage ist, mehrere nVBA gleichzeitig zu transportieren. Der Transport der nVBA erfolgt innerhalb von 0,75 Minuten (200-l-Fässer) bzw. 1 Minute (400-l-Fässer).

Für die genannten Vorgänge wird ein summativer Wirkungsgrad von 75 % angesetzt. Die Einführung dieses Wirkungsgrades dient dazu, Unvorhergesehenes wie z.B. kleinere Reparaturen, Verlegung der Entstaubungsanlage, Fahrzeugwechsel, Installation von Mess- und Überwachungseinrichtungen, Maßnahmen zur gebirgsmechanischen Überwachung in der Kapazitätsberechnung zu berücksichtigen.

Bei den genannten Werten handelt es sich um Mittelwerte über den gesamten Prozesszeitraum hinweg. Hierbei ist u.a. berücksichtigt, dass in der Anfangsphase der Gewinnungsprozess aufgrund der räumlichen Einschränkungen

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 192 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

langsamer ist, dafür aber bei günstigeren Platzverhältnissen schneller durchgeführt werden kann. Die Abschätzungen basieren auf elektrisch betriebenen Gewinnungs- und Transportgeräten. Eine Veränderung der Zeitansätze für die Nutzung ferngesteuerter Geräte ist in der Betrachtung nicht enthalten.

### 5.2.3 Förderwege und -technik



Als Fördermittel werden im Bergbau übliche Gleislosfahrzeuge wie Shuttlecars oder Hauler eingesetzt, die - wie bereits in Kapitel 3 näher beschrieben - elektrobetrieben sind. Sowohl Hauler als auch Shuttlecars sind in der Lage, Lasten von bis zu 18 t zu transportieren. Diese Kapazität kann auch gewährleistet werden, wenn auf den Fahrzeugen, die von den Einlagerungskammern zur UTK fahren und sich somit in dem Sperrbereich bewegen, Strahlenschutzkabinen sowie Halterungen für VBA installiert werden.

Die Förderkapazität der Fahrzeuge wird wie folgt veranschlagt:

- VBA pro Fahrzeug                      3 Stück  
     oder
- 400-l-Fässer pro Fahrzeug          6 Stück  
     oder
- 200-l-Fässer pro Fahrzeug          10 Stück  
     oder
- Salzgrus pro Fahrzeug                6 m<sup>3</sup>

Für die Förderung von den Einlagerungskammern zur UTK ist die Fahrgeschwindigkeit aufgrund des Transportes radioaktiver Materialien auf Schrittgeschwindigkeit (7 km/h) begrenzt. Für den Rücktransport etwa von Salzgrus oder auch für Leerfahrten von der UTK zu den Kammern sind höhere Geschwindigkeiten (12 km/h) zulässig. Die Förderkapazität hängt nicht nur von der Größe,



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 193 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Anzahl sowie Geschwindigkeit der Fahrzeuge ab, sondern insbesondere auch von ihrem zurückzulegenden Förderweg. Da sich der Förderweg je nach Variante und Lage der Einlagerungskammern stark ändert, kann nicht wie bei der Schachtkapazität eine einheitliche Kapazitätsbetrachtung für den Transport vorgenommen werden. Im nachfolgenden Kapitel 5.3.1.4 werden anhand des Beispiels der Leerung der Kammer 6/750 die Transportweglänge und der hierfür benötigte Zeitbedarf näher beschrieben.

Da der Förderweg von der UTK zum Schacht (<100 m) im Vergleich zu den Förderwegen im Sperrbereich sehr kurz ist, ist diese Förderung für die Kapazitäts- und Zeitbetrachtung von untergeordneter Bedeutung. Es muss lediglich sicher gestellt sein, dass die Stapler in der Lage sind, Lasten von 5 t - entsprechend dem Gewicht eines VBA - zu transportieren. Durch die Pufferlager wird ein möglichst kontinuierlicher Transport gewährleistet.

#### **5.2.4 Konditionierung bzw. Umverpackung unter Tage**

Für die Kapazitätsbetrachtungen der Konditionierungsanlage unter Tage wurden folgende Übergabepunkte zur untertägigen Förderung definiert: Die einzelnen Abfallarten (VBA, intakte nVBA, Schüttgut) sind bereits auf den entsprechenden Startpositionen platziert. VBA und nVBA auf der Pufferlagerfläche, Schüttgut ist in die Schüttgutaufnahme gefördert worden. Im Folgenden wird der Zeitbedarf für die Behandlung der unterschiedlichen Abfallarten beschrieben.

Die sich für die Behandlung von VBA angesetzten Zeiten sind in Tabelle 5.2-1 dargestellt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 194 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Salzgrus abstreifen und Förderung durch die Abtrennung	1 min
Dosisleistungsmessung	1 min
Verpackung in Folie	1 min
Förderung zum Transferbehälter und Umladung	2 min



**Tabelle 5.2-1 Zeiten für die verschiedenen Behandlungsschritte von VBA in der UTK**

Somit ergeben sich in Summe 5 min je Gebinde. Es ist davon auszugehen, dass nach dem Verpacken des ersten VBA (also nach 3 min) mit dem nächsten VBA begonnen werden kann und dieses dann die Reinigung durchläuft. So kann die Kapazität der UTK optimal ausgenutzt werden. Die Verarbeitungskapazität für VBA beträgt somit bis zu 20 Stück/h. Unter Berücksichtigung eines hier unterstellten Wirkungsgrades von 80 % kann die UTK 16 VBA/h verarbeiten.

Die sich für die Behandlung von nVBA ergebenden Zeiten sind in Tabelle 5.2-2 dargestellt.

Salzgrus abstreifen und Förderung zur Presse	1,5 min
Verpressung (optional)	(1,5 min)
Verpackung in Folie	1 min
Dosisleistungsmessung	1 min
Förderung zum Transferbehälter und Umladung	1 min
Summe	6 min (4,5 min)

**Tabelle 5.2-2 Zeiten für die verschiedenen Behandlungsschritte von nVBA in der UTK**

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 195 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



In der Summe ergibt sich ein Zeitbedarf von 6 min für jedes nVBA. Es wurde festgelegt, dass nach dem Verpressen des nVBA das nächste nVBA mit dem Prozess starten kann und zunächst die Reinigung vom Salzgrus durchläuft. Optional kann die Verpressung des nVBA entfallen. Dies ist dann sinnvoll, wenn aufgrund des Gewichtes davon auszugehen ist, dass das nVBA komplett mit Beton verfüllt ist und eine Volumenreduktion nicht zu erwarten ist. Davon unbenommen ist die Notwendigkeit, das nVBA dann über Tage zu verpressen, um das Vorhandensein eines Überdruckes im nVBA zu verhindern.

Unter der Annahme, dass alle nVBA unter Tage verpresst werden, beträgt die Verarbeitungskapazität 20 nVBA/h pro Verpresseinheit. Wiederum mit Berücksichtigung eines hier unterstellten Wirkungsgrades von 80% kann die UTK 16 nVBA/h pro Verpresseinheit verarbeiten. Die sich für die Behandlung von Schüttgut ergebenden Zeiten sind in Tabelle 5.2-3 dargestellt.

Förderung in Spezialcontainer	1,5 min
Dosisleistungsmessung, In-situ-Gammaspektroskopie	1 min
Deckel setzen und Verpackung in Folie	1 min
Förderung zur Abstellfläche	0,5 min
Summe	4 min

**Tabelle 5.2-3 Zeiten für die verschiedenen Behandlungsschritte von Schüttgut / Salzgrus in der UTK**

Bei dieser Zeitabschätzung ist zu beachten, dass der Zeitbedarf für die Förderung in die Spezialcontainer sehr stark von dem geförderten Gut abhängt. In Variante 3 werden sehr viele sperrige Teile (defekte Gebinde) erwartet. Hier ist es möglich, dass der Spezialcontainer sehr schnell befüllt ist, ohne dass das zur Verfügung stehende Volumen gut ausgenutzt ist. Bei Salzgrus hingegen kann es länger dauern, bis der Spezialcontainer befüllt ist (langames Befüllen zur

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 196 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Vermeidung von Staubbildung). Daher ist der Zeitbedarf für die Förderung des Schüttgutes in die Spezialcontainer nur als Mittelwert mit breiter Streuung anzusehen.

In der Summe ergeben sich somit 4 min für einen Spezialcontainer. Während der Dosisleistungsmessung am beladenen Spezialcontainer kann der Prozess der Beladung des nächsten Spezialcontainers starten. Die Zuführung des leeren Spezialcontainers erfolgt, sobald der beladene Spezialcontainer die Befüllstation verlassen hat (nach 1,5 min). Somit beträgt die Verarbeitungskapazität für Spezialcontainer 40 Stück/h. Bei einem hier unterstellten Wirkungsgrad von 80 % kann die UTK 32 Spezialcontainer/h verarbeiten.



Zusammenfassend sind die Ergebnisse der Kapazitätsbetrachtungen in Tabelle 5.2-4 dargestellt.

Variante	VBA	nVBA	Spezialcontainer (Schüttgut)
1	16	entfällt	entfällt
2	16	16	32
3, 4	16	16	32

**Tabelle 5.2-4 Verarbeitungskapazität der UTK nach Varianten in Einheiten/h**

### 5.2.5 Energie-, Material-, Baustoffversorgung

Aus wettertechnischen Gründen müssen zum überwiegenden Teil elektrische Geräte eingesetzt werden. Weiterer Strombedarf entsteht durch den Betrieb der UTK, der Baustoffanlage, der Grubenlüfter sowie der Entstaubungs- und Filteranlagen, etc. Zur Sicherstellung des untertägigen Energiebedarfs wird eine angemessene Kapazität der Stromversorgung vorausgesetzt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 197 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Der Material- und Personentransport wurde bereits in den Kapazitätsbetrachtungen des Schachtes mit 18 Seilfahrten pro Tag berücksichtigt.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt der Gebirgsbeherrschung des dargestellten Rückholungskonzeptes ist die zeitnahe Verfüllung der geleerten Kammern mit Sorelbeton. Das Bergwerk verfügt auf der 700-m-Sohle über eine Baustoffanlage zur Herstellung von Sorelbeton, die für die Verfüllung der geleerten Einlagerungskammern eingesetzt werden kann.

Die mittlere Leistungsfähigkeit der Baustoffanlage beträgt  $15 \text{ m}^3$  pro Stunde. Die Ansetzung eines Wirkungsgrades ist hier nicht erforderlich, da diese Angabe auf Erfahrungswerten aus den zurzeit durchgeführten Verfüllungsmaßnahmen beruht. Für die Verfügbarkeit der Baustoffanlage wurden wiederum 18 Stunden pro Arbeitstag angesetzt.



### 5.2.6 Wettertechnik

Wie bereits in Kapitel 3.6.4 beschrieben, wird die Schachtanlage Asse II mit einer Gesamtwettermenge von rund  $4.500 \text{ m}^3/\text{min}$  bewettert. Im Bereich der Einlagerungskammern wurden die zu erwartenden Wettermengen mit  $1.000 \text{ m}^3/\text{min}$  nur abgeschätzt, da eine genaue Wetternetzrechnung nicht zur Verfügung steht. In den Einlagerungskammern selbst ist eine Wettermenge von ca.  $600 \text{ m}^3/\text{min}$  zu erwarten.

### 5.2.7 Strahlenschutz

Die Strahlenschutzmessungen unter Tage lassen sich in verschiedene Kategorien einteilen:

- a) Messungen der Direktstrahlung in den Einlagerungskammern,
- b) Messungen der partikelgetragenen Kontaminationen in Sperr- und Kontrollbereichen und Radonmessung,



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 198 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

- c) Messungen der Dosisleistung an den Gebinden in der UTK für die Qualifizierung der Gebinde,
- d) Messungen auf Kontaminationen an den Einheiten, die den Kontrollbereich unter Tage verlassen sollen (Verpackte VBA, verpackte nVBA, verpackte Spezialcontainer).

Die Messungen nach a) und b) laufen parallel zu den Arbeiten in den Kammern ab. Durch diese Messungen ist kein die Rückholung verzögernder Einfluss zu erwarten, da diese Messungen unabhängig von den Arbeiten zur Rückholung stattfinden können.

Die Messungen nach c) haben einen Einfluss auf den Mengendurchsatz der zurückgeholten Gebinde bzw. des geborgenen Salzgruses. Diese Messungen wurden bereits in den Kapazitätsbetrachtungen in Kapitel 5.2.4 berücksichtigt. Für die Messung der Dosisleistung wurde pro Gebinde ein Zeitbedarf von 1 min angesetzt.

Die Kontaminationsmessungen nach d) werden vor der Pufferlagerung der Gebinde im Schachtbereich durchgeführt. Diese Messungen werden mit 1,5 min je Gebinde angesetzt. Die Kontaminationsmessungen können automatisiert werden. Im Rahmen der zunehmenden Betriebserfahrung kann sich ergeben, dass die Kontaminationsmessungen nur noch stichprobenartig vorgenommen werden müssen, wenn sich herausstellt, dass die vorgelagerte Maßnahme des Umverpackens und/oder der Verwendung von Folie zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen ausreicht, um eine Kontamination des Förderkorbes und der Transportstrecken von der UTK zum Schacht bzw. vom Schacht zur Transportbereitstellungshalle zu vermeiden. Die Durchführung von Kontaminationskontrollen werden konservativ für jedes Gebinde angesetzt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 199 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



### 5.2.8 Schachtförderung

Auf der Schachtanlage Asse II erfolgt der Personen- und Materialtransport nahezu ausschließlich über den Schacht Asse 2. Dieser Schacht ist mit einem Förderkorb ausgerüstet, auf dem Lasten bis zu 10 t transportiert werden können. In den Annahmebedingungen /15/ der Schachtanlage Asse II wurde festgelegt, dass das Maximalgewicht eines VBA-Gebindes 5 t betragen kann. Hieraus ergibt sich, dass maximal zwei VBA gleichzeitig durch den Schacht gefördert werden können. Vom zur Verfügung stehenden Platz im Förderkorb ist es möglich, anstelle von zwei VBA gleichzeitig 10 200-l-Fässer oder 6 400-l-Fässer zu transportieren. Für den Transport von Salzgrus wird angenommen, dass mit einer Schachtförderung 6 m<sup>3</sup> Salzgrus gefördert werden können.

Die reine Fahrzeit von der Tagesoberfläche bis zur 750-m-Sohle bzw. von der 750-m-Sohle bis zur Tagesoberfläche beträgt einschließlich der Beschleunigungs- und Bremsphase jeweils exakt 2 Minuten. Die Dauer eines Förderspiels ist deutlich höher als die reine Fahrzeit des Förderkorbes. Ein Förderspiel umfasst die folgenden Vorgänge:

1. Beladen und Umsetzen des Förderkorbes zur weiteren Beladung unter Tage,
2. Materialfahrt zur Tagesoberfläche,
3. Entladen und Beladen einschließlich Umsetzen des Korbes an der Tagesoberfläche,
4. Materialfahrt zur 750-m-Sohle,
5. Entladen einschließlich Umsetzen auf der 750-m-Sohle.

Die Gesamtdauer eines Förderspiels wird mit durchschnittlich 16 Minuten pro Förderspiel veranschlagt. Die Zeitdauern für das Be- und Entladen sind mit 12 Minuten dreimal so hoch wie die reinen Fahrzeiten von insgesamt 4 Minuten.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 200 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Zur Ermittlung der Schachtkapazität wurde vorausgesetzt, dass der Schacht 18 Stunden täglich an 300 Arbeitstagen im Jahr für die Rückholung der LAW zur Verfügung steht. Die Schachtrevision sowie Transporte und Seilfahrten für den sonstigen Bergwerksbetrieb werden in den verbleibenden 6 Stunden durchgeführt. Innerhalb der täglich 18 Stunden Förderzeit der LAW ist darüber hinaus berücksichtigt, dass weitere 18 Personen- bzw. sonstige Materialtransporte, die nicht der Rückholung der LAW dienen, stattfinden. Darüber hinaus wurde ein Zeitbedarf von 10 % berücksichtigt, der für sonstige Arbeiten z.B. Freimessen des Förderkorbes benötigt wird. Auf Grundlage der obigen Betrachtungen und Annahmen steht der Schacht täglich 712 Minuten für den Transport der LAW zur Verfügung.

Unter der Berücksichtigung der Dauer eines Förderspiels ergeben sich täglich durchschnittlich 44 Förderspiele zur Rückholung der LAW. Hieraus ergeben sich die folgenden täglichen Schachtkapazitäten:

- VBA                      88 Stück/Tag  
                                 oder
- 400-l-Fässer            264 Stück/Tag  
                                 oder
- 200-l-Fässer            440 Stück/Tag  
                                 oder
- Salzgrus                264 m<sup>3</sup>/Tag

Außerdem ist es möglich bei der Förderung beispielsweise 400-l-Fässer und 200-l-Fässer gleichzeitig in den entsprechenden Mengen zu transportieren.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 201 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 5.2.9 Konditionierung und Konfektionierung über Tage

Für die Konditionierung über Tage wurden keine quantitativen Kapazitätsbetrachtungen durchgeführt, da diese für den Rückholprozess nicht zeitkritisch sind. Die nach über Tage geförderten Gebinde können in ausreichender Zahl im Eingangslagerbereich abgestellt und dann den Konditionierungsanlagen zugeführt werden. Hierzu sind die Lagerbereiche der Transportbereitstellungshalle (Eingangslager und Lager für konditionierte, endlagerfähige Gebinde) so ausgelegt, dass sie an den jeweiligen Platzbedarf angepasst werden können.

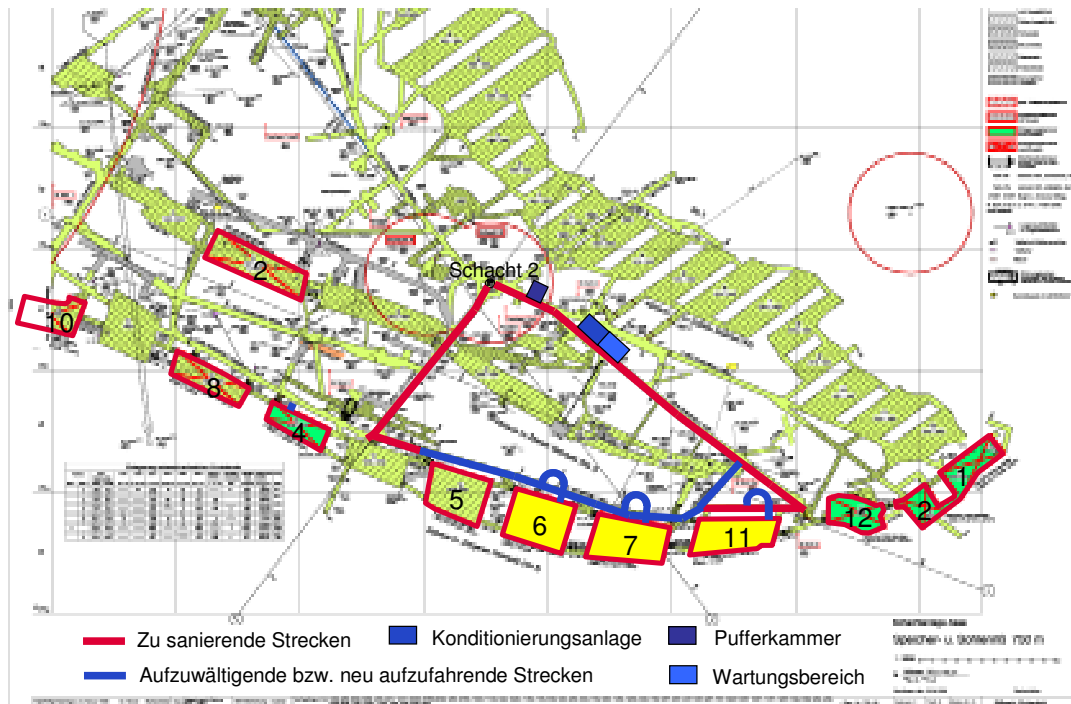
Dabei wurden aus dem Volumen der zurückgeholten und konditionierten Abfälle (eingelagerte Gebinde und Salzgrus) unter Zuhilfenahme der Kapazität der verwendeten Konrad-Container Typ V (Bruttovolumen: 10,9 m<sup>3</sup> /21/) die Anzahl der erzeugten endlagerfähigen Gebinde und das damit benötigte Volumen der Lagerhalle bestimmt. Es wurde davon ausgegangen, dass in einen Konrad-Container Typ V entweder 3 VBA aus Normalbeton oder 2 VBA aus Schwerbeton eingelagert werden können (s.a. Kapitel 3.3). Somit wird jeder Konrad-Container Typ V im Mittel mit 2,5 VBA beladen. Des Weiteren kann der Konrad-Container Typ V 18 200-l-Fässer bzw. 9 m<sup>3</sup> unverpresstes Schüttgut aufnehmen.

## 5.3 Variante 1

### 5.3.1 Variantenspezifischer Prozessablauf

#### 5.3.1.1 Infrastruktur


Bevor mit der Rückholung der VBA begonnen werden kann, sind Anpassungen am Grubengebäude erforderlich, sie sind in Abb. 5.3-1 dargestellt.



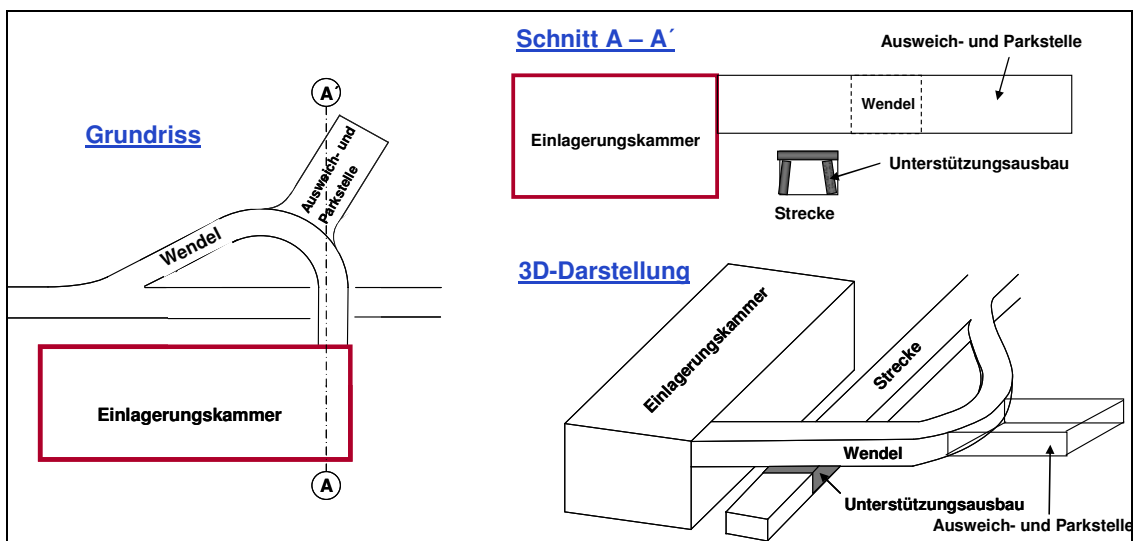
**Abb. 5.3-1 Anpassung des Grubengebäudes für Variante 1**

In der Abbildung sind farblich die Grubenbaue hervorgehoben, die für den Rückholungsprozess entsprechend der Variante 1 erforderlich sind. Rot markiert sind die Strecken, in denen Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind. Unter Sanierungsmaßnahmen wird das Nachschneiden der Streckenkontur im Bereich der Streckenfirste und der Streckenstöße verstanden. Das Begradigen und Betonieren der Streckensohle wird ebenfalls den Sanierungsmaßnahmen zugeordnet. Die Sanierungsmaßnahmen umfassen ebenso den Bereich des Füllortes und der Schachtumtriebe.

Die blauen Strecken in der Abb. 5.3-1 kennzeichnen Bereiche aufzuwältigender oder neu aufzufahrender Strecken. Dies sind insbesondere die „südliche Richtstrecke nach Osten“ vor den Kammern 5/750, 6/750 und 7/750 und die Zugangsstrecken zu den Kammern, die in Abb. 5.3-1 als Halbwendelstrecken ein-



	Schachtanlage Asse II		
		Seite 203 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

gezeichnet sind. Die Abb. 5.3-2 zeigt als Prinzipbild den Anschluss einer Einlagerungskammer an das Grubengebäude als grundrissliche und räumliche Darstellung.



**Abb. 5.3-2 Prinzipskizze des Kammerzugangs**

Die in Variante 1 zu leerenden Einlagerungskammern werden über die aufgewältigte „südliche Richtstrecke nach Osten“ über Halbwendelstrecken angeschlossen. Die Halbwendelstrecke führt vom Niveau der 750-m-Sohle zum oberen Teil der Kammer (siehe auch Kapitel 3.6.3.6 Zugangsverfahren A), da die VBA im oberen Teil der Kammern eingelagert wurden. Die Kammern werden auf ihrer Längsseite und nicht durch den Pfeiler zwischen benachbarten Kammern angeschlossen, um die Pfeiler nicht zusätzlich durch die Auffahrung einer Strecke zu schwächen. Der Schnitt und die 3D-Darstellung in Abb. 5.3-2 zeigen, dass die Halbwendelstrecke die Richtstrecke überfährt. Im Kreuzungsbe- reich von Halbwendel und Strecke muss die Richtstrecke ggf. durch zusätzliche Ausbaumaßnahmen wie beispielsweise Unterstützungsausbau verstärkt werden. Im Bereich der Halbwendel ist eine Ausweich- und Parkstelle für die

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 204 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Transport- und Gewinnungsgeräte vorgesehen. Das Transportkonzept sieht vor, die Transportfahrzeuge am Kammerausgang zu beladen.

Für die UTK und den Wartungsbereich sind bestehende Grubenbaue aufzuweiten. Das Gleiche gilt für das in Schachtnähe geplante Pufferlager zur kurzzeitigen Lagerung teilkonditionierter Gebinde.


Der Aufwand der aufzufahrenden bzw. zu sanierenden Grubenbaue vor Beginn der Rückholung wird wie folgt berücksichtigt. Die Gesamtlänge der zu sanierenden bzw. aufzufahrenden Strecken beträgt rund 1.400 m. Die Leistung für Sanierungsmaßnahmen wird mit 6,0 m pro Schicht angegeben. Für die Aufwältigung bzw. die Auffahrung von Strecken wird von einer Auffahrleistung von 3,75 m pro Schicht ausgegangen. Der Kostenaufwand beträgt 1.250,00 € je Meter Auffahrung bzw. 830,00 € je Meter Sanierung. Hieraus ergeben sich für die Anpassung der Grubenräume Gesamtkosten von rund 1,5 Mio. € bei einer Gesamtanzahl von 102 Arbeitstagen.

Weitere Maßnahmen zur Anpassung der Infrastruktur, hierzu gehört beispielsweise die Errichtung der UTK, die Anpassung des Wetternetzes und der Einbau der Filteranlagen, sind im nachfolgenden Kapitel 5.3.2 aufgelistet und mit Zeit- und Kostenansätzen versehen.

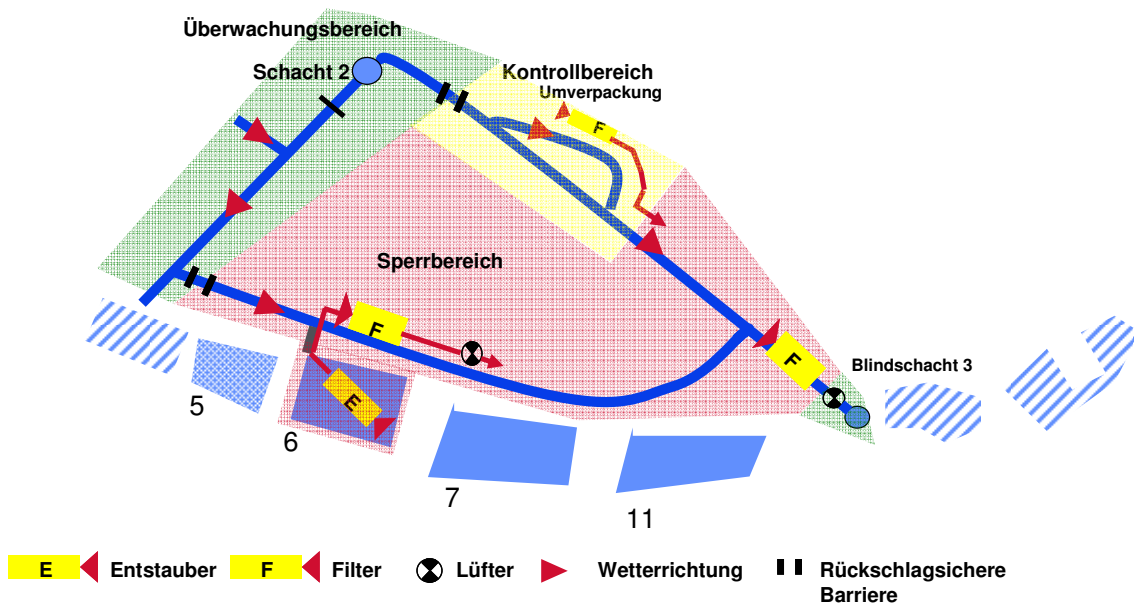
### 5.3.1.2 Wettertechnik

Nachdem das Streckensystem ertüchtigt und die ELK an das Streckensystem des Bergwerks angeschlossen sind, muss vor Öffnung der ELK die Bewetterung umgestellt werden.



Abb. 5.3-3 zeigt die Bewetterung für die Rückholung der Gebinde der ELK 6/750, 7/750 und 11/750. In der Abbildung ist beispielhaft die Sonderbewetterung der ELK 6/750 dargestellt. Die Sonderbewetterung der ELK 7/750 und 11/750 wird auf gleiche Weise durchgeführt. Der Zugang zu den Kammern erfolgt von der aufgewältigten „südlichen Richtstrecke nach Osten“, die im Wes-

	Schachtanlage Asse II		
		Seite 205 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

ten an den „Hauptquerschlag nach Süden“ und im Osten westlich von Blindschacht 3 an die „nördliche Richtstrecke nach Osten“, angeschlossen ist. Die Wetter für die „südliche Richtstrecke nach Osten“ werden aus der Wendelstrecke abgezweigt und über den „Hauptquerschlag nach Süden“ dem Sperrbereich zugeführt. Die entstaubten und gefilterten Wetter aus der jeweils geöffneten Kammer werden an die „südliche Richtstrecke nach Osten“ übergeben und aufgefrischt. Die UTK wird mit aufgefrischten Wetterern aus Schacht Asse 2 versorgt. Im südöstlichsten Streckenabschnitt der „nördlichen Richtstrecke nach Osten“, zwischen dem Blindschacht 3 und dem Abzweig des „östlichen Querschlags“, wird der strahlenschutztechnische Hauptfilter (HF) installiert. Die Abwetter aus beiden Wetterwegen werden diesem HF zugeführt und schließlich durch den Blindschacht 3 zur 490-m-Sohle geführt.



**Abb. 5.3-3** Prinzipbild Bewetterungskonzept für Variante 1, Beispiel: Rückholung aus der ELK 6/750

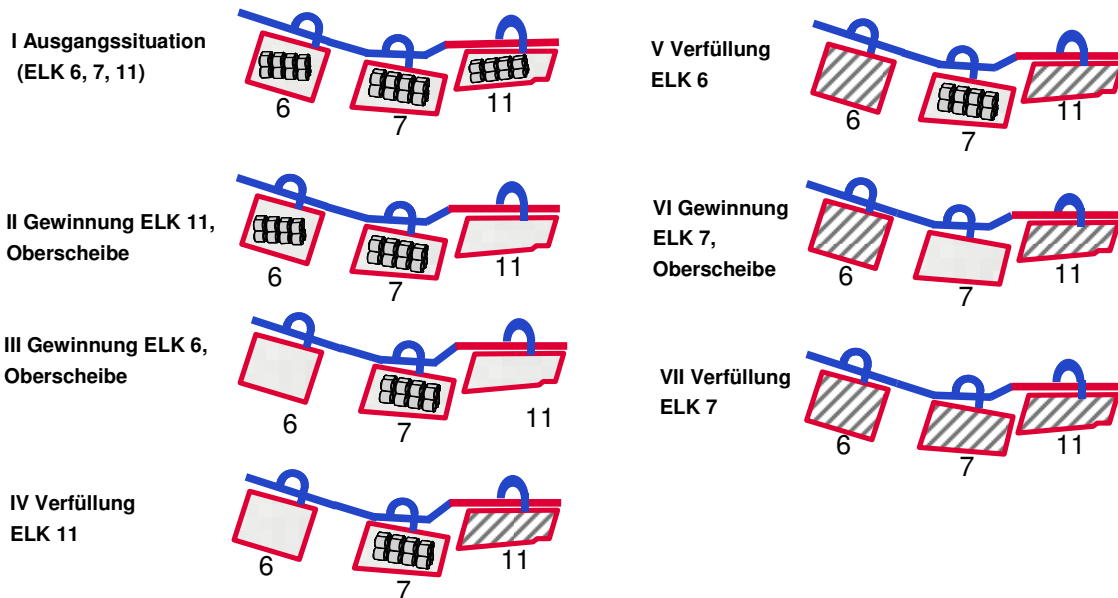
 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 206 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Der Zeitbedarf für die Umstellung der Wettertechnik und dem Einbau der Filteranlagen beträgt 30 Tage.

### 5.3.1.3 Gewinnung



Das hier vorgestellte Konzept der Rückholung basiert darauf, dass die Kammern nacheinander geleert werden. Die Rückgewinnung des Inventars einer Kammer beginnt erst dann, wenn ihre Nachbarkammer bereits verfüllt ist. Durch diese Vorgehensweise wird erreicht, dass der gebirgsmechanisch ungünstige Zustand - zwei geleerte Kammern liegen nebeneinander - vermieden wird.

Die Abb. 5.3-4 beschreibt für die Variante 1 die gewählte Reihenfolge der Kammerleerung. Die Teildarstellung I (oben links) zeigt die Kammern 6/750, 7/750 und 11/750 mit eingelagerten Gebinden und den Halbwendelstrecken als Anschluss an das Grubengebäude. Die Gewinnung beginnt in der Kammer 11/750 (Teildarstellung II) mit dem Leeren der Oberscheibe, in der sich ausschließlich VBA. Die Kammer 11/750 wurde als erste Kammer zur Rückholung ausgewählt, da sich hier zwischen den VBA kein Salzgrus befindet, und nach Leerung der Oberscheibe der Salzgrus aus der Kammer 6/750 hierher verbracht werden kann.



**Abb. 5.3-4 Variante 1 Reihenfolge der Kammerleerung**

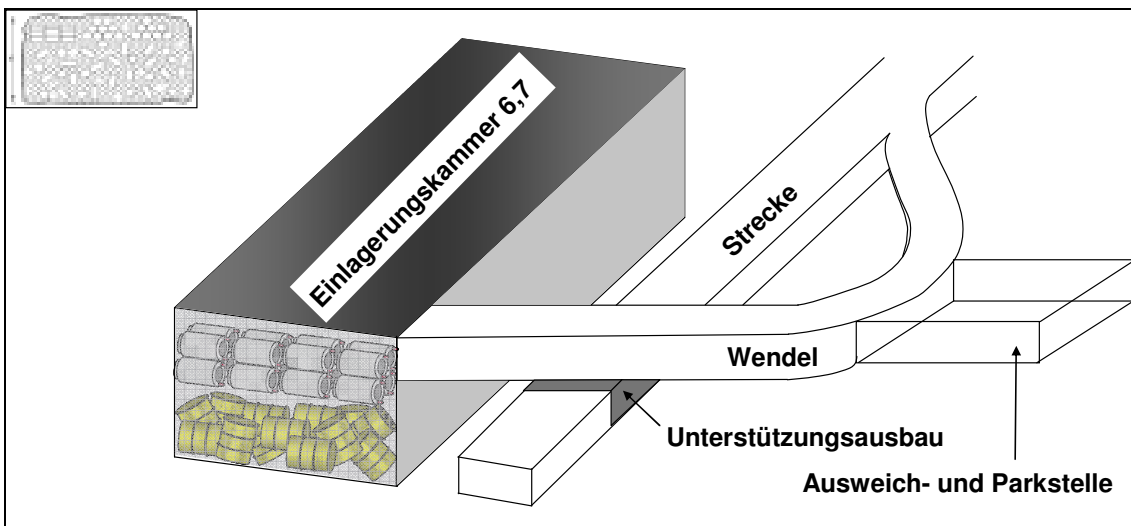
Nachdem die Kammer 11/750 geleert wurde, beginnt die Gewinnung der VBA aus der Kammer 6/750 (Teildarstellung III). Zu diesem Zeitpunkt bleibt die Kammer 11/750 offen. Da in der Variante 1 der Salzgrus unter Tage verbleibt, ist vorgesehen, die Kammer 11/750 zunächst zur Einlagerung von Salzgrus aus der Kammer 6/750 zu nutzen. Nachdem die Kammer 6/750 geleert worden ist, wird die Kammer 11/750 mit Sorelbeton verfüllt und verschlossen (Teildarstellung IV). Entsprechend der festgelegten Anforderung, nicht zwei benachbarte Kammern gleichzeitig zu leeren, ist es erforderlich, nach dem Verfüllen der Kammer 11/750 die Kammer 6/750 zu verfüllen (Teildarstellung V). Erst nachdem die Kammer 6/750 verfüllt wurde, beginnt die Rückholung der VBA aus der Oberscheibe der Kammer 7/750 (Teildarstellung VI). Der Salzgrus aus dieser Kammer kann nicht mehr in Kammer 11/750 eingelagert werden, da diese bereits verfüllt ist. Salzgrus aus Kammer 7/750 kann in offenen Grubenbauen innerhalb des Sperrbereiches auf der 750-m-Sohle eingelagert werden. Nachdem

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 208 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

die Kammer 7/750 geleert worden ist, kann diese wie die bereits vorausgegangenen Kammern verfüllt werden (Teildarstellung VII).

Die grundsätzliche Gewinnungs- und Transporttechnik innerhalb der Kammern wurde bereits in den Kapitel 3.6.5 sowie in Kapitel 5.2.2 beschrieben.



Für Variante 1 ergibt sich mit der Rückholung der VBA aus den ELK 6/750, 7/750 und 11/750 eine Gesamtanzahl an VBA von 12.668 Stück. Darüber hinaus muss aus den Kammern 6/750 und 7/750 ein Teil des Salzgruses gewonnen werden. Den Randbedingungen entsprechend soll Salzgrus unter Tage verbleiben. Für die Ermittlung der Menge an Salzgrus wird davon ausgegangen, dass die Kammern in etwa bis zu ihrer Hälfte geleert werden müssen und somit die Hälfte des Salzgruses aus dem Versatz der Kammern 6/750 und 7/750 heraus gelöst werden muss.



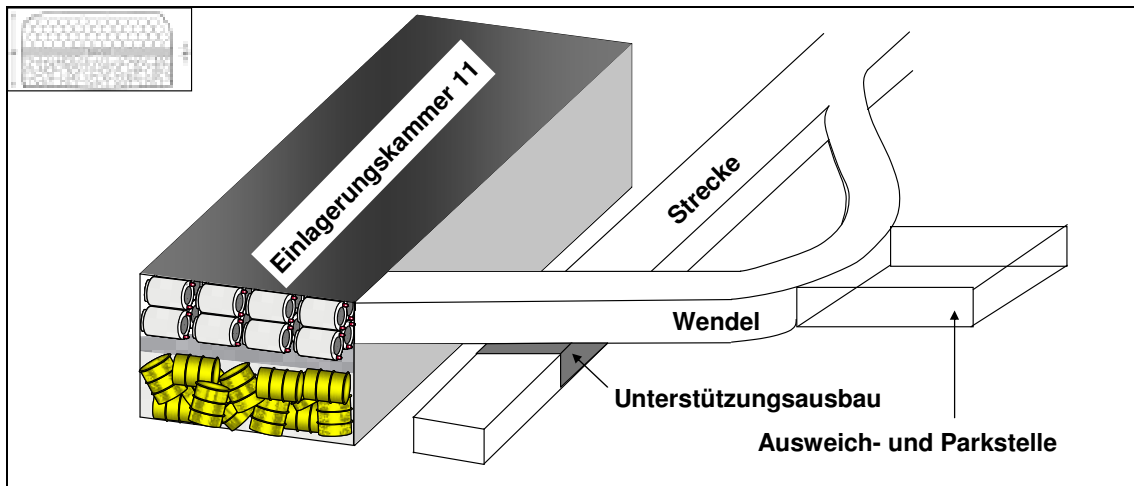
**Abb. 5.3-5 In Salzgrus eingebettete VBA, ELK 6/750 und 7/750**

In der Kammer 11/750 dagegen sind die VBA nicht in Salzgrus eingebettet; sie liegen getrennt durch eine Salzgrusschicht oberhalb der nVBA (Abb. 5.3-6). Die





 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 209 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Variante 1 sieht vor, dass diese Salzgrusschicht innerhalb der Kammer verbleibt. Aus dem Versatz der Kammern 6/750 und 7/750 ergibt sich ein Salzgrusvolumen von rd. 4.250 m<sup>3</sup>.



**Abb. 5.3-6** „Freiliegende“ VBA in Einlagerungskammer 11/750

Nach Angaben der Kapazitätsabschätzungen für den Gewinnungsprozess (siehe hierzu Kapitel 5.2.2) ergibt sich bei 18 Betriebsstunden pro Tag und einer 6-Tage-Arbeitswoche ein Zeitaufwand für die Variante 1 nach folgendem Planungsansatz (siehe Tabelle 5.3-1).

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 210 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Kammer	6/750	7/750	11/750	Summe
<b>VBA [Anzahl]</b>	4.799	3.138	4.731	12.668
<b>Lösen von Salzgrus [Tage]</b>	17,6	21,8	-	39,4
<b>Gewinnen und Laden VBA [Tage]</b>	22,2	14,5	21,9	58,6
<b>Sichern Firste [Tage]</b>	27,6	26,1	22,5	76,2
<b>Summe Gewinnung in den ELK mit einem Wirkungsgrad von 75 % [Tage]</b>	<b>89,9</b>	<b>83,2</b>	<b>59,2</b>	<b>232,3</b>

**Tabelle 5.3-1 Berechnung der Gewinnungszeiten für Variante 1**

Der in Tabelle 5.3-1 gezeigte Gesamtzeitaufwand von 232 Tagen beinhaltet anteilig verschiedene Einzelprozesse. Die Zeitansätze, die den Berechnungen der Einzelprozesse zu Grunde liegen, sind ausführlich in Kapitel 5.2.2 hergeleitet. Beispielsweise ist dort der Zeitbedarf für das Lösen und Verladen des Salzgruses mit 10 min/m<sup>3</sup> dargestellt.

Für das Lösen des Salzgruses, der sich zwischen den Gebinden befindet, werden für die Kammern 6/750 und 7/750 in Summe 39 Tage benötigt. In Kammer 11/750 entfällt dieser Einzelprozess, da hier nicht versetzt wurde. Salz, welches sich in Folge von Löserfall zwischen den Gebinden befindet, wird im Teilprozess Gewinnen und Laden der VBA berücksichtigt. Dieser Teilprozess dauert in Summe rund 59 Tage. In dieser Zeitabschätzung sind auch die Verzögerungen, die durch aufwändigere Lösearbeiten von VBA in Folge von Konvergenzpro-

zessen - wie z.B. das Einklemmen von Gebinden unter der Firste - bedingt sind, berücksichtigt.

Die Sicherungsarbeiten in den drei ELK werden mit rund 76 Tagen veranschlagt. Dieser Wert ist abhängig von der zu sichernden Fläche. Durch Ansetzen eines Wirkungsgrades von 75 % finden die sonstigen Arbeiten und Unvorhergesehenes Berücksichtigung.

#### 5.3.1.4 Transport unter Tage

Für Variante 1 sind in Abb. 5.3-7 am Beispiel der Kammer 6/750 die Transportwege dargestellt.

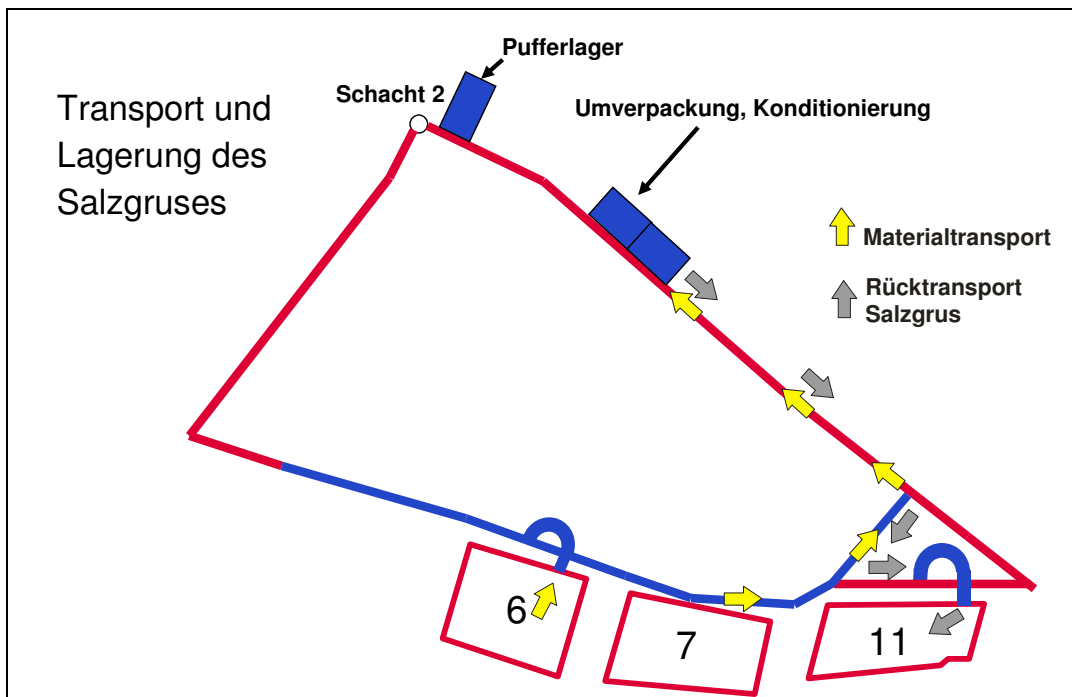




Abb. 5.3-7 Prinzipialskizze der Transportwege für die Leerung der Einlagerungskammer 6/750

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 212 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Das Transportfahrzeug z.B. Hauler oder Shuttlecar, steht am Kammerausgang und wird dort von dem sich in der ELK befindlichen Lader beladen. Nach der Beladung fährt der Transporter mit den VBA und dem Salzgrus zunächst die Halbwendel hinunter. Anschließend fährt das Fahrzeug über die „südlich Richtstrecke nach Osten“ und über die „nördliche Richtstrecke nach Osten“ zur UTK. An der UTK werden die VBA abgeladen, wohingegen der Salzgrus auf dem Transportfahrzeug verbleibt. Der Salzgrus wird anschließend zur bereits geleerten Einlagerungskammer 11/750 gebracht und dort abgeladen. Von der Kammer 11/750 fährt das Transportfahrzeug wieder zur Kammer 6/750 um erneut beladen zu werden.



Um den Gewinnungsprozess in den Kammern nicht zu beeinträchtigen, ist vorgesehen, dass immer ein Transportfahrzeug am Kammerausgang zur Verfügung steht. Dies hat zur Folge, dass gleichzeitig mehrere Transportfahrzeuge eingesetzt werden müssen.

Zur Beurteilung, ob die untertägige Transportzeit auf dem zeitkritischen Pfad liegt, wurde für alle Varianten der Zeitbedarf auf Basis des längsten Weges ermittelt.

Für das in der Abb. 5.3-7 dargestellte Beispiel ergibt sich von der Kammer 6/750 zur UTK, mit Zwischenstopp in der Kammer 11/750 zum Abladen des Salzgruses auf dem Rückweg zur Kammer 6/750, ein Gesamtweg von rund 1.250 m. Dies ist der längste Einzelweg der Variante 1.

Unter Berücksichtigung der Abladezeiten der VBA an der UTK und des Salzgruses in Kammer 11/750 ergibt sich eine Gesamtfahrzeit (Hin- und Rückweg inkl. Abladen) von 15 Minuten.

Der Zeitbedarf für den Transport von 4.250 m<sup>3</sup> Salzgrus und 12.668 VBA beträgt für den beispielhaft beschriebenen Weg lediglich 31 Arbeitstage, sofern 2 Transportfahrzeuge zum Einsatz kommen und liegt somit deutlich unter dem Zeitbedarf für die parallel laufende Gewinnung.


 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 213 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

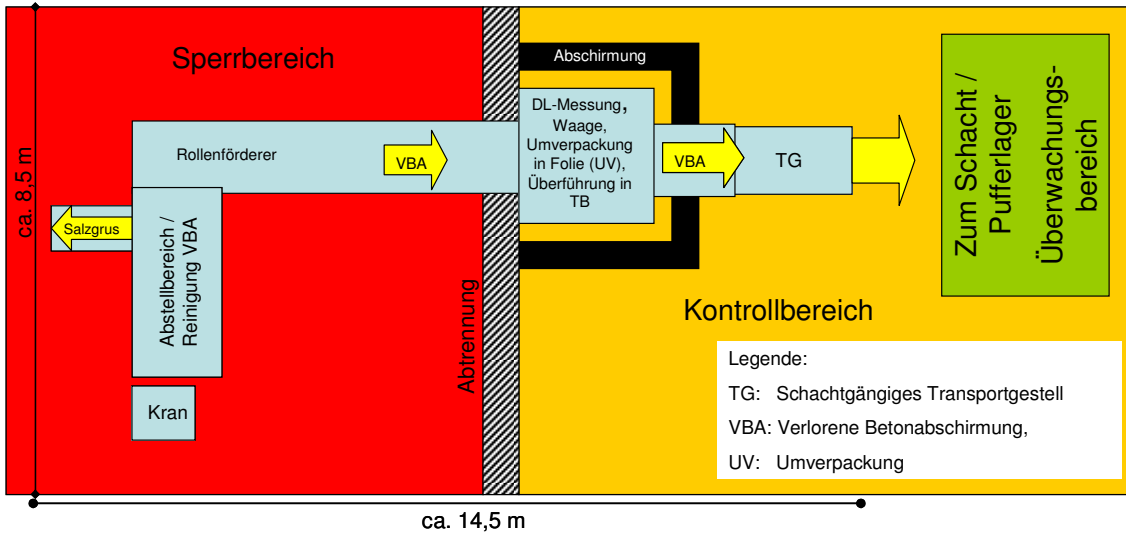
Nachdem die VBA in der UTK umverpackt worden sind, werden diese einzeln mittels Staplerfahrzeugen in der „nördlichen Richtstrecke nach Osten“ von der UTK zum unmittelbar am Schacht Asse 2 gelegenen Pufferlager transportiert. Der Transportweg von der UTK zum Schacht bzw. zum Pufferlager beträgt weniger als 100 m. Für die Überwindung dieser Entfernung in Schrittgeschwindigkeit wird eine Dauer von ca. 1 Minute benötigt. Die Dauer eines Förderspiels im Schacht bei dem 2 VBA transportiert werden können, beträgt rund 16 Minuten. Im Vergleich hierzu ist der Zeitaufwand für den Transport von der UTK bis zum Schacht unkritisch.

#### **5.3.1.5 Umverpackung und Teilkonditionierung**

Der schematische Aufbau der UTK ist in Abb. 5.3-8 dargestellt. Die angelieferten VBA werden durch den Kran auf die Abstellfläche bzw. den Rollenförderer gehoben. Die Abstellfläche dient dazu, VBA aufzunehmen, wenn die Dosisleistung-Messung (DL-Messung) länger dauert als das Abladen der VBA vom Transportfahrzeug. So kann der Materialfluss aus der Einlagerungskammer durch die Entkoppelung von Gebindeanlieferung sowie Verpackung / DL-Messung optimiert bzw. die Kapazität der UTK optimal genutzt werden. Die VBA werden in Folie verpackt. Nach der Verpackung und DL-Messung wird die VBA in ein schachtgängiges Transportgestell (TG) überführt und zum Schacht gefahren. Sobald das beladene Transportgestell seine Position verlassen hat, wird ein leeres TG bereitgestellt. Für die Transportgestelle wird unter Tage ein Pufferlager eingerichtet.

Bei einem Durchsatz von 16 VBA/h und einer täglichen Arbeitszeit von 18 h werden für 12.668 VBA 44 Arbeitstage benötigt.

	Schachtanlage Asse II		
		Seite 214 von 350	
		Stand: 25.09.2009	





**Abb. 5.3-8 Umverpackung und Teilkonditionierung von VBA in der Variante 1**

### 5.3.1.6 Schachtförderung

In Variante 1 verbleibt der Salzgrus unter Tage. Im Unterschied zum Transport in den Strecken werden durch den Schacht daher nur VBA und kein Salzgrus gefördert. Unter Berücksichtigung der in Kapitel 5.2.8 beschriebenen Schachtkapazität beträgt der Zeitaufwand für die Schachtförderung der 12.668 VBA 142 Arbeitstage.

### 5.3.1.7 Behandlung der geleerten Kammern

Aufgrund einer nur teilweisen Leerung der Einlagerungskammern in der Variante 1, ist für diese Variante das zu verfüllende Kammervolumen mit rd. 16.000 m<sup>3</sup> vergleichsweise gering. Unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit der Baustoffanlage (s. Kapitel 5.2.5) ergibt sich für die reinen Verfüllmaßnahmen ein Zeitbedarf von 59 Arbeitstagen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 215 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 5.3.1.8 Weiterverarbeitung über Tage

Die in Folie verpackten VBA werden in der Transportbereitstellungshalle in den Bereich der VBA-Inspektion gefahren, wo sie angebohrt werden, um die Drucklosigkeit des Gebindes zu garantieren. Sollte zusätzlich festgestellt werden, dass die Gebinde freie Flüssigkeiten enthalten, werden die VBA getrocknet. Nach der Trocknung wird die Bohrung verfüllt und die VBA werden in einen Konrad-Container Typ V (KC V) geladen. Die Charakterisierung des Inventars eines Konrad-Containers wird mittels einer gammaspektroskopischen Messung In-situ durchgeführt. Nach dieser Messung wird der KC V mit Beton verfüllt und verschlossen. Der fertig konditionierte KC V wird anschließend in einem der Zwischenlagerbereiche abgestellt.



In der Summe werden 12.668 VBA zurückgeholt. Dies entspricht 5.067 Konrad-Containern Typ III und V sowie einem benötigten Lagervolumen von 55.232 m<sup>3</sup>.

### 5.3.2 Zeit- und Kostenplanung

#### 5.3.2.1 Zeitbedarf

Für die Zeitdauer des gesamten Rückholungsprozesses unter Tage ist die Gewinnung der entscheidende Prozess, dem sich die Transportvorgänge und die Umverpackung unter Tage unterordnen. Jeder dieser Vorgänge benötigt für sich eine geringere Zeitdauer und kann parallel zur Gewinnung durchgeführt werden. Im Gegensatz hierzu kann mit dem Verfüllen der Kammern aber erst begonnen werden, wenn die Kammern geleert sind.

Für die Durchführungsphase der Rückholung unter Tage werden basierend auf einer 6-Tage-Woche und 18 h/d folgende Zeiten der einzelnen, teilweise parallel laufenden, Teilprozesse ermittelt:

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 216 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### Vorbereitende Maßnahmen unter Tage zur Rückholung



Maschinentransport nach unter Tage	150 Tage
Sanierung/Auffahrung Streckennetz	102 Tage
Einrichtung der UTK	48 Tage
Einrichtung Wetternetz und Filteranlagen	30 Tage

#### Rückholungsprozess unter Tage

Gewinnung	232 Tage
Transport von den Kammern zur UTK	31 Tage
Umverpackung unter Tage	44 Tage
Transport von der UTK nach über Tage	142 Tage
Verfüllung der Kammern	59 Tage

Die Anlage 7 beschreibt den untertägigen Projektablauf als Balkendiagramm. Für die Variante 1 ergibt sich hieraus ein Zeitbedarf von 460 Arbeitstagen, welcher bei einer 6 Tage Woche einem Zeitraum von 1,5 Jahren entspricht. Berücksichtigt man zusätzlich die Vorlaufphase (siehe Tabelle 4.4-3), die die anordnungsrechtlichen Prozesse und den Bau des Transportbereitstellungslagers berücksichtigt, so erhöht sich die Zeitdauer von 1,5 auf 2,8 Jahre. Hierbei ist eine mögliche Parallelisierung bestimmter Vorgänge während der Vorlaufphase bereits berücksichtigt. Die Konditionierung über Tage ist für die Dauer der Variante 1 nicht relevant, da die Konditionierungsanlage über Tage über eine ausreichende Leistungsfähigkeit verfügt und die Konditionierung nahezu zeitgleich mit der Gewinnung unter Tage abgeschlossen werden kann.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 217 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



### 5.3.2.2 Personalbedarf

Die Tabelle 5.3-2 beschreibt den untertägigen Personalbedarf für die Durchführung der Rückholung.

	Schichten pro Tag	Mann pro Schicht	Schichten pro Tag	Netto Arbeitstage	Brutto Arbeitstage	Netto Mannschichten	Brutto Mannschichten
<b>Lösen, Laden der Gebinde und Sichern der Kammer</b>	3	4	12	232	308	2.784	3.694
<b>Transport zur UTK</b>	3	3	9	46	308	414	2.770
<b>Arbeiten in und an der UTK</b>	3	5	15	44	308	660	4.617
<b>Schachtförderung</b>	3	6	18	146	460	2.628	8.276
<b>Werkstätten</b>	4	5	20	232	460	4.640	9.196
<b>Strahlenschutz</b>	4	3	12	232	460	2.784	5.518
<b>Verfüllen</b>	3	6	18	59	59	1.062	1.064
<b>Aufsichten</b>	4	3	12	232	460	2.784	5.518
<b>Gesamt unter Tage</b>						<b>17.756</b>	<b>40.652</b>

**Tabelle 5.3-2 Personalbedarf für die Variante 1 (unter Tage)**

Die vorbereitenden Maßnahmen, Maschinentransport nach unter Tage und die Auffahrung bzw. Sanierung der Strecken, werden pauschal zeit- und kostengemäß berücksichtigt und daher nicht in der Tabelle aufgeführt.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 218 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die linke Spalte der Tabelle 5.3-2 beschreibt die verschiedenen Tätigkeiten, wie z.B. die Arbeiten innerhalb der Kammern, etwa das Lösen und Laden der Gebinde oder das Sichern der Kammerfirste. Aufsichten und das zum Strahlenschutz benötigte Personal sind ebenfalls in der ersten Spalte aufgeführt. Die zweite Tabellenspalte gibt an, in wie viel Schichten pro Tag gearbeitet wird. Die Anzahl der Personen pro Schicht und die tägliche Anzahl der Personalschichten sind in den beiden darauf folgenden Spalten aufgeführt. Die Spalte Nettoarbeitstage gibt die Anzahl an Arbeitstagen an, die für die Durchführung der verschiedenen Tätigkeiten ausreichend wären. Beispielsweise könnte der untertägige Transport innerhalb von 46 Tagen geschehen. Da aber die Gewinnungsarbeiten innerhalb einer Kammer einen wesentlich längeren Zeitraum beanspruchen und daher der Transport auf die Gewinnung „warten“ muss, kann die Betrachtung der Nettozeiten bei der Planung des Personalbedarfs nicht verwendet werden.

Für die Bedarfsplanung wird der in Anlage 7 aufgeführte Zeitplan zugrunde gelegt. Nach diesem Zeitplan beträgt in Variante 1 die Gesamtdauer der untertägigen Arbeiten 460 Tage. Die reine Gewinnungszeit, ohne die vorbereitenden Maßnahmen wie z.B. die Streckensanierung, beträgt 308 Tage. Für die Gewinnung des Inventars aus den Kammern wird deshalb der Zeitaufwand von 232 Tagen auf 308 Tage erhöht. Der Transport unter Tage und die Arbeiten in der UTK sind an den Gewinnungsprozess gekoppelt. Ihr Bruttozeitbedarf muss deshalb dem der Gewinnung angepasst werden und erhöht sich somit ebenfalls auf 308 Tage. Das Verfüllen der Kammern ist dagegen ein unabhängiger Prozess, so dass hier die Nettoarbeitstage den Bruttoarbeitstagen entsprechen.



Da die Schachtförderung schon während der vorbereitenden Maßnahmen benötigt wird, sind 460 Bruttoarbeitstage notwendig. Das gleiche wird für die Aufsichten und den Betrieb der Werkstätten angesetzt.

Durch die Berücksichtigung von Bruttoarbeitstagen anstelle von Nettoarbeitstagen erhöht sich Gesamtzahl der Personalschichten (Tabelle 5.3-2). Ohne vor-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 219 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



bereitende Maßnahmen sind zur Durchführung der Variante 1 mehr als 40.000 Unter-Tage-Schichten erforderlich.

In der Tabelle 5.3-3 wurde der Personalbedarf um den Anteil der übertägigen Arbeiten ergänzt. Hierdurch erhöht sich die Anzahl der benötigten Personalschichten auf rund 59.000. Auf Darstellung der Nettoarbeitstage wurde in der Tabelle zugunsten der besseren Übersicht verzichtet. Zusätzlich beinhaltet die Tabelle 5.3-3 eine Abschätzung der für die Variante 1 zu erwartenden Personalkosten. Für die Ermittlung der Personalkosten wurde für die Mannschaften ein Kostensatz von 500 €/Schicht und für die Aufsichten ein Kostensatz von 700 €/Schicht und Person festgelegt. Aus der Farbgebung für die Schichtlöhne ist in der Tabelle ersichtlich, welchem Personal welcher Schichtlohn zugeordnet wurde (gelb: 500 €, violett: 700 €). Auf dieser Grundlage ergeben sich für die Variante 1 Personalkosten in Höhe von 32,3 Mio. €.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 220 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

	Schichten pro Tag	Mann pro Schicht	Schichten pro Tag	Brutto Arbeitstage	Brutto Mannschichten	Kosten bez. auf Brutto-AT [Mio. €]
Lösen, Laden der Gebinde und Sichern der Kammer	3	4	12	308	3.694	1,85
Transport zur UTK	3	3	9	308	2.770	1,39
Arbeiten in und an der UTK	3	5	15	308	4.617	2,31
Schachtförderung	3	6	18	460	8.276	4,14
Werkstätten	4	5	20	460	9.196	4,60
Strahlenschutz	4	3	12	460	5.518	3,86
Verfüllen	3	6	18	59	1.064	0,53
Aufsichten	4	3	12	460	5.518	3,86
<b>Gesamt unter Tage</b>					<b>40.652</b>	<b>22,53</b>
Übertage Konditionierung	3	9	27	308	8.311	4,16
Übertage Arbeiten Sonstige	3	4	12	460	5.518	2,76
Aufsicht über Tage	3	3	9	460	4.138	2,90
<b>Gesamt über Tage</b>					<b>17.966</b>	<b>9,81</b>
<b>Gesamtsumme</b>					<b>58.619</b>	<b>32,34</b>

Tabelle 5.3-3 Variante 1: Personalbedarf und Personalkosten



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 221 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 5.3.2.3 Maschinenbedarf

Zum Lösen von Salzgrusversatz und VBA sowie anschließendem Abladen der VBA auf den Förderfahrzeugen ist für die Arbeiten in den Kammern 6/750 und 7/750 ein Raupenbagger geeignet. Für das Auf- und Abladen der VBA in Kammer 11/750 ist ein schwerer Teleskoplader mit großer Reichweite besser einsetzbar. Für den Transport innerhalb der Kammer ist ein Radlader ausreichend. Zum Sichern der Firste wird ein Universalfahrzeug mit Firstfräse und Ankervorrichtung benötigt. Zum Transport von Salzgrus und der VBA sind zwei Shuttlecar oder ersatzweise Hauler notwendig. Obwohl der Transportweg und damit die Transportzeit im Vergleich zum Gewinnungsprozess kurz ist, sind zwei Fahrzeuge erforderlich, um eine Unterbrechung der Gewinnung durch nicht bereitstehende Transportfahrzeuge auszuschließen.

Bei der Kostenbetrachtung im folgenden Kapitel 5.3.2.4 werden die Kosten für die Umrüstung der Maschinen auf den elektrischen Betrieb als auch der Aufwand für die strahlenschutztechnische Abschirmung der Fahrerkabine berücksichtigt. Zur Gewährleistung eines möglichst störungsfreien Betriebsablaufes wird bei der Planung des Maschinenbedarfes jeweils ein Ersatzgerät berücksichtigt. Für den Transport der Behältnisse von der UTK zum Schacht reichen aufgrund der Kürze der Wegstrecke und der Beschaffenheit der betonierten Sohle Staplerfahrzeuge aus. Es werden 2 Staplerfahrzeuge für den Transport zum Schacht eingesetzt.

Für den Betrieb der Teilkonditionierungsanlage unter Tage und des Transportbereitstellungslagers über Tage sind nachfolgend genannte Maschinen und Ausrüstungen erforderlich. Für die Handhabung der VBA wird ein Kran benötigt, welcher die VBA auf den Rollenförderer hebt. Für die Verpackung der VBA in Folie ist eine Verpackungsmaschine vorgesehen, die die Folie um die VBA wickelt. Über Tage werden neben den Fahrzeugen, die die VBA vom Schacht in die Transportbereitstellungshalle bringen bzw. die VBA in dieser handhaben,

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 222 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

die in Kapitel 3.3 beschriebenen Konditionierungseinrichtungen für die VBA benötigt.

### 5.3.2.4 Kostenermittlung



Die Betrachtung der Kosten für die Durchführung der Rückholung entsprechend der Variante 1 beinhaltet die in der Tabelle 5.3-4 aufgeführten Positionen.

<b>Variante 1</b>	<b>Kosten [Mio. €]</b>
Transportbereitstellungslager	100,0
Behälter (z.B. Konrad, ...)	60,0
Anpassung Grubengebäude	1,5
Infrastruktur unter Tage	13,0
Gewinnungs- und Transportgeräte	22,5
Ausrüstung über Tage	22,1
UTK	3,0
Kammerverfüllung	3,5
Energie, etc.	2,0
Personalkosten	32,3
<b>Summe</b>	<b>259,8</b>

**Tabelle 5.3-4 Kosten Variante 1 (ohne Einlagerungskosten)**

Die Kosten zur Einlagerung auf dem Bergwerk Konrad werden im abschließenden Kapitel 7 Variantenvergleich und Entscheidungsmatrix berücksichtigt.

Die Anpassung des Grubengebäudes wurde zuvor in Kapitel 5.3.1.1 ausführlich beschrieben. Die Infrastrukturmaßnahmen unter Tage beinhalten u.a. die An-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 223 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

passungen der Schachtförderung (Absturzeinrichtung, Ertüchtigung des Förderkorbes, etc.) ebenso wie den Aufbau des Wetternetzes und die Einrichtung von Filteranlagen. In den Infrastrukturkosten sind auch die untertägigen Werkstätten, Elektroinstallation, Datenleitungen und Messgeräte bis hin zu Sanitär- und Umkleideräumen enthalten.

Die Kosten für die Ausrüstung unter Tage (Bagger, Lader, etc.) basieren auf Preisinformationen von Herstellern. In den Kosten sind darüber hinaus der Aufwand zur Umrüstung auf elektrischen Betrieb, die Abschirmung sowie der Aufwand zur Umrüstung auf Fernsteuerung enthalten. Für die Aufwendungen eines Transportes nach unter Tage und dortiger Montage wurde ein Aufschlag von 20 % angesetzt. Schließlich sind in dem Betrag für die Ausrüstungen Instandhaltungs- und Reparaturkosten in der Höhe von jährlich 10 % des Anschaffungspreises berücksichtigt. Anhand von Vergleichszahlen von bereits existierenden Transportbereitstellungshallen sind die Kosten für die Errichtung abgeschätzt und auf Basis des benötigten Lagervolumens angepasst worden. Kosten für übertägige Büro und Sozialräume auch für die Unter-Tage-Belegschaft sind darin enthalten. Maßnahmen wie Schachtgerüstsanierungen, etc. werden nicht betrachtet. Die Kosten für die Behältnisse, die Ausrüstungen der UTK und der Anlagen über Tage basieren auf Angaben von Herstellern bzw. Fachfirmen.

Das zu verfüllende Kammervolumen beträgt rund 16.000 m<sup>3</sup>. Bei dem derzeitigen Kubikmeterpreis für Sorelbeton von rd. 220 €/m<sup>3</sup> betragen die Materialkosten für das Verfüllen der Kammern 3,5 Mio.

Die Energie und sonstigen Betriebskosten wurden auf Grundlage einer installierten Leistung von 3 MW (2 MW unter Tage und 1 MW über Tage) bei einem Strompreis von 100 € pro MWh ermittelt. Der sonstige Versorgungsbedarf wurde mit 20 % der Stromkosten veranschlagt.

Die Personalkosten von 32,3 Mio. € basieren auf den in der Tabelle 5.3-3 aufgeführten Berechnungen.

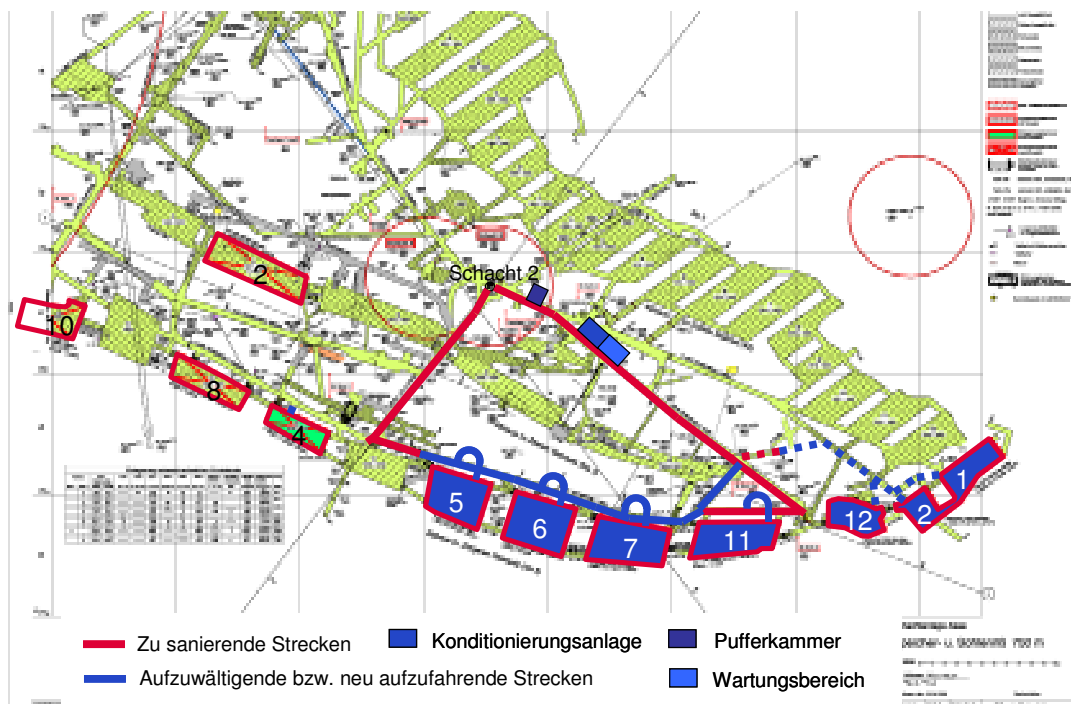
Die Abschätzung der Kosten für Variante 1 führt zu einem Betrag von rund 260 Mio. €.

## 5.4 Variante 2

### 5.4.1 Variantenspezifischer Prozessablauf



#### 5.4.1.1 Infrastruktur

Die Abb. 5.4-1 zeigt die für Variante 2 erforderlichen Anpassungen des Grubengebäudes.



**Abb. 5.4-1 Anpassung des Grubengebäudes für Variante 2; durchgezogene Linie: Auffahrung vor der Rückholung; gepunktete Linie: Auffahrung während der Rückholung**



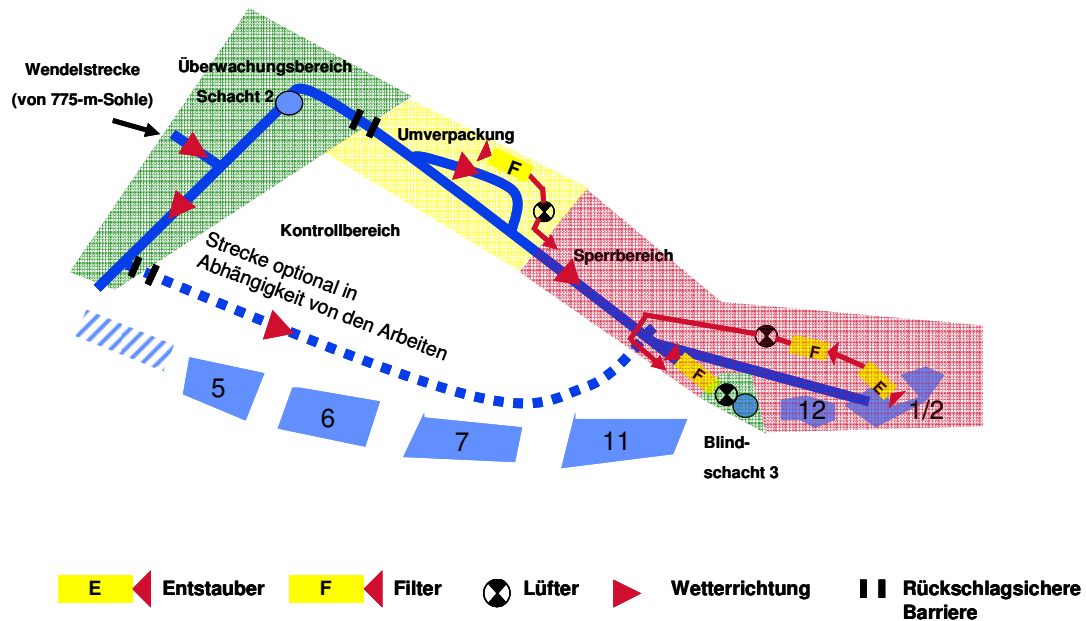
 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 225 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

In der Variante 2 ist vorgesehen, im ersten Rückholungsschritt neben den bereits in Variante 1 berücksichtigten ELK 6/750, 7/750 und 11/750 auch die ELK 5/750 über Halbwendel an die aufzuwältigende „südliche Richtstrecke nach Osten“ anzuschließen (siehe auch Kapitel 5.3.1.1). Im zweiten Rückholungsschritt sind anschließend die ELK 1/750, 2/750 und 12/750 an das Streckennetz anzuschließen. Diese Strecken sind in der Abb. 5.4-1 gestrichelt dargestellt. Die Zugangsstrecken zu den ELK 1/750, 2/750 und 12/750 werden nach Beendigung der Leerung von Kammer 5/750 aufgefahren. In den Kammern 1/750, 2/750 und 12/750 sind die VBA bzw. nVBA auf einer rd. 2,2 m dicken Salzgrusschicht eingelagert. Da die Gebinde liegend eingelagert sind und zum Anschluss dieser Kammern an das Streckennetz der 750-m-Sohle keine nennenswerte Höhendifferenz zu überwinden ist, kann der Streckenanschluss auf Sohlenniveau erfolgen (siehe auch Kapitel 3.6.3.6, Zugangsverfahren B).

Für die Variante 2 müssen rund 1.800 m Strecken saniert, aufgewältigt oder neu aufgefahren werden. Die hierfür erforderlichen Kosten betragen ca. 2 Mio. €.

#### **5.4.1.2 Wettertechnik**

Die Bewetterung der Einlagerungskammern im Bereich der „südlichen Richtstrecke nach Osten“ wurde bereits ausführlich bei der Darstellung der Variante 1 geschildert (vgl. Kapitel 5.3.1.2). Die Bewetterung im Bereich der ELK 1/750, 2/750 und 12/750 erfolgt gemäß der Abb. 5.4-2. Der Zugang zu den Kammern ist durch eine Verbindung von der „1. nördlichen Richtstrecke nach Osten“ erschlossen. Der gesamte Abwetterstrom wird, bevor er über den Blindschacht 3 abgeführt wird, strahlenschutztechnisch gefiltert. Die entstaubten und gefilterten Wetter aus der jeweils offenen ELK werden dem HF zugeführt.





**Abb. 5.4-2 Wetterführung für die Rückholung aus ELK 1/750, 2/750 und 12/750**

Der vorlaufend benötigte Zeitbedarf für die Umstellung der Wettertechnik und den Einbau der Filteranlagen beträgt 30 Tage.

### 5.4.1.3 Gewinnung

Da Variante 2 eine Erweiterung der Variante 1 darstellt, wird zunächst die gleiche Reihenfolge zur Leerung der Kammern übernommen. Es werden also auch bei der Variante 2 zuerst diejenigen ELK mit dem höchsten Inventar bearbeitet.

Als erstes wird Kammer 11/750 geleert. Wie bereits in Variante 1 bleibt diese Kammer temporär geöffnet, damit hier der Salzgrus aus der nachfolgend zu leerenden Kammer 6/750 eingelagert werden kann. Die Kammer 7/750 ist die dritte zu leerende Kammer.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 227 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Nachdem die Kammern 6/750, 7/750 und 11/750 verfüllt sind, wird als nächstes die Kammer 5/750 geleert, da sich diese in unmittelbarer Nähe zur Kammer 6/750 befindet.

<b>Einlagerungskammer</b>	<b>5/750</b>	<b>12/750</b>	<b>2/750</b>	<b>1/750</b>	<b>Summe</b>
VBA [Anzahl]	1.198	717	153	0	2.068
400-l-Fässern [Anzahl]	1.349	0	1.711	752	3.812
200-l-Fässern [Anzahl]	7.009	0	5.372	10.156	22.537
Sonstige Gebinde [Anzahl]	5	0	214	25	244
Lösen von Salzgrus [Tage]	37,5	0,0	0,0	0,0	37,5
Gewinnen und Laden VBA [Tage]	5,5	3,3	0,7	0,0	9,5
Gewinnen und Laden 400-l-Fässern [Tage]	3,7	0,0	4,8	2,1	10,6
Gewinnen und Laden 200-l-Fässern [Tage]	19,5	0,0	14,9	28,2	62,6
Gewinnen und Laden sonstiger Gebinde [Tage]	0,1	0,0	0,6	0,1	0,8
Sichern Firste [Tage]	23,6	17,1	10,3	14,7	65,7
<b>Summe Räumen der Kammern Wirkungsgrad 75 %</b>	<b>119,8</b>	<b>27,2</b>	<b>41,7</b>	<b>60,1</b>	<b>248,8</b>

**Tabelle 5.4-1 Berechnung der Gewinnungszeiten für Variante 2 ohne Kammer 6/750, 7/750 und 11/750**

In Analogie zu Tabelle 5.3-1 sind in Tabelle 5.4-1 der Inhalt der ELK und Nettogewinnungszeiten aufgeführt.

Nach Leerung und Verfüllung der Kammer 5/750 muss das Wetter- und Filtrungssystem umgebaut werden, damit die im Osten liegenden ELK 1/750, 2/750 und 12/750 geleert werden können. Nach dem Umbau kann mit der

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 228 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Rückholung des Kammerinventars aus den Kammern 12/750, gefolgt von Kammer 2/750 und abschließend mit 1/750 begonnen werden. Auch für die Leerung dieser drei letztgenannten Kammern gilt, dass eine neue Kammer erst dann geleert wird, wenn die Nachbarkammer verfüllt ist.



Die Gewinnung und der Transport innerhalb der Kammern erfolgt für Variante 2 in ähnlicher Weise wie in Variante 1. In den Kammern 1/750 und 2/750 sind überwiegend nVBA gestapelt eingelagert (siehe Gewinnungsverfahren B, Kapitel 3.6.5). Aufgrund des geringeren Gewichtes der nVBA (<1,25 t) im Vergleich der VBA (bis zu 5 t) wird hierfür anstelle des schweren Teleskopladere ein kleineres Gerät eingesetzt.

In Variante 2 müssen zur Rückholung der VBA und nVBA insgesamt 8.290 m<sup>3</sup> Salzgrus aus den versetzten Kammern gewonnen werden und zum Kammerausgang transportiert werden. Insgesamt werden in dieser Variante 14.736 VBA und 26.593 nVBA zurückgeholt.

Unter Berücksichtigung der in Kapitel 5.2.2 beschriebenen Kapazitätsbetrachtungen ergibt sich für die Gewinnung von Salzgrus, VBA und nVBA für die Variante 2 ein Zeitaufwand von 481 Arbeitstagen.

#### **5.4.1.4 Transport unter Tage**

Der untertägige Transport von Salzgrus, VBA und nVBA erfolgt mit denselben Gerätschaften wie bei Variante 1. Für die erste Phase von Variante 2 (Kammern 5/750, 6/750, 7/750 und 11/750) werden dieselben Transportwege wie für Variante 1 genutzt. Das gesamte zurückzuholende Kammerinventar einschließlich des Salzgruses wird zunächst zur UTK gefahren, wo dann die VBA, die nVBA und ein Drittel des Salzgruses entladen werden. Der verbleibende Salzgrus wird in die ELK 11/750 und in andere noch offene, nicht mehr benötigte Grubenbaue innerhalb des Sperrbereichs auf der 750-m-Sohle eingelagert. Mit Beginn der Rückholung aus der Kammer 12/750 werden die „südliche Richt-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 229 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



strecke nach Osten“ und der „östliche Querschlag“ nicht mehr als Transportwege benötigt. Der Transport kann dann über die Kammeranschlussstrecken und die „nördliche Richtstrecke nach Osten“ zur UTK und von dort aus zum Schacht erfolgen. Der Anfall an Salzgrus beim Leeren der Kammern 1/750, 2/750 und 12/750 ist gering, da hier die VBA und nVBA nicht im Versatz eingebettet sind.

In Variante 2 ist der Transportweg dann am längsten, wenn die Kammer 5/750 geleert wird. Er hat eine Länge von rund 1.400 m. In Analogie zur Variante 1 wurde auch für Variante 2 eine Transportzeit auf Basis des längsten Weges berechnet (siehe Kapitel 5.3.1.4). Er würde 65 Tagen dauern. Somit liegt der Transport im Verhältnis zur parallel laufenden Gewinnung nicht auf dem kritischen Zeitpfad.

#### **5.4.1.5 Umverpackung und Teilkonditionierung**

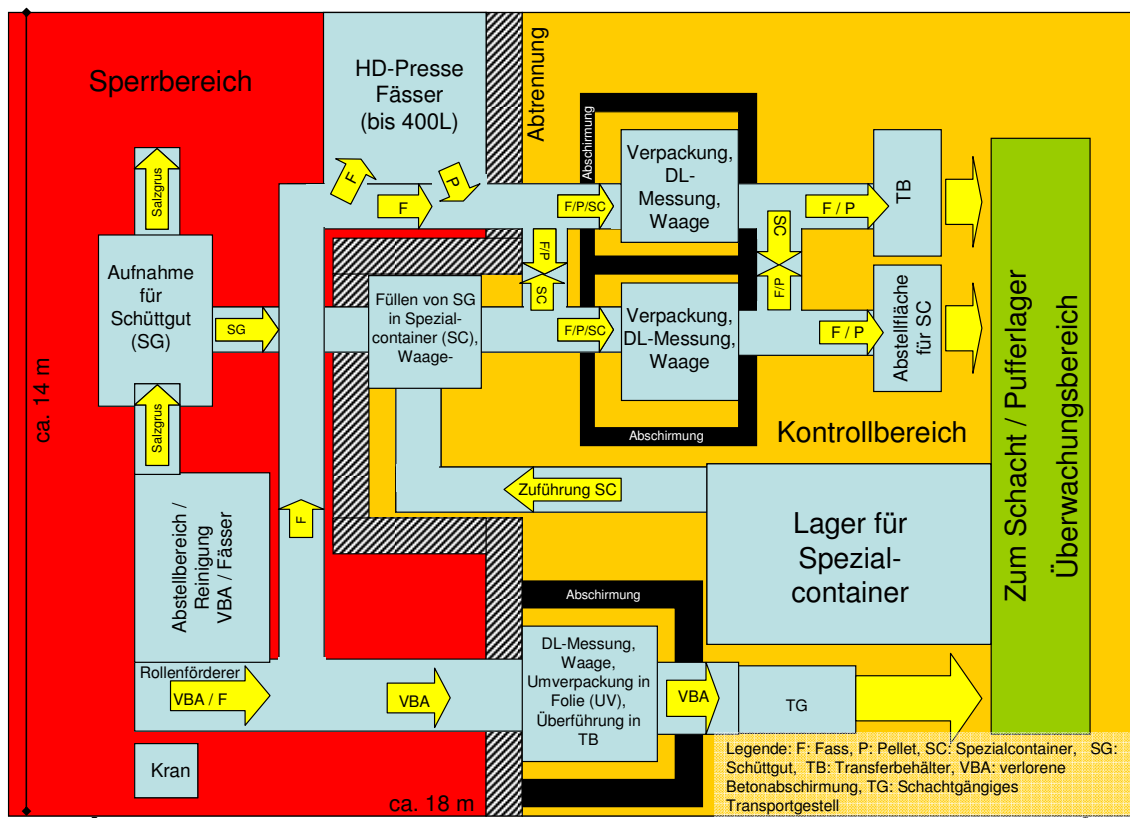
Der schematische Aufbau der UTK ist in Abb. 5.4-3 dargestellt. Sie ist im Vergleich zu Variante 1 deutlich komplexer aufgebaut, da neben den VBA auch nVBA und Salzgrus verarbeitet werden müssen. Das Transportfahrzeug fährt vor den Rollenförderer, die VBA sowie die intakten Gebinde werden mittels des Kranes in den Abstellbereich geladen. Danach werden Salzgrus und die beschädigten und/oder zerstörten Gebinde an die Schüttgutaufnahme übergeben. Das Schüttgut wird über ein Förderband in die Füllvorrichtung gefördert und dort in den Spezialcontainer (SC) überführt. Hat dieser eine bestimmte Füllhöhe bzw. ein definiertes Gewicht erreicht, wird der Befüllvorgang gestoppt, der SC wird verschlossen und aus der Fülleinrichtung über die Förderbänder zur DL-Messung gefahren. Nach erfolgter Messung wird der SC zur Abholung auf einer Abstellfläche bereitgestellt. Hat der SC die Füllvorrichtung verlassen, wird sofort ein leerer SC aus dem Lager zur Beladung nachgeführt.

Intakte VBA und nVBA werden in den Abstellbereich VBA / nVBA abgestellt und von dort über den Rollenförderer in Richtung Presse (nVBA) bzw. direkt zur DL-Messung/Verpackung (VBA) gefördert. nVBA werden entweder zu Pellets ver-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 230 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



presst oder über den Bypass an der Presse vorbeigeleitet. Ein Entscheidungskriterium, ob ein nVBA verpresst wird, ist das Gewicht. nVBA, die aufgrund ihrer Masse wahrscheinlich mit Beton gefüllt sind, lassen keine signifikante Volumenänderung durch Kompaktierung erwarten und werden daher an der Presse vorbeigeleitet und direkt der DL-Messung/Verpackung zugeführt. Nach dieser Station werden die verpackten nVBA/Pellets in den Transferbehälter (TB) überführt. Ein voll beladener TB wird unmittelbar nach Beladung in Richtung des Schachtes gefahren, und ein leerer TB wird zur Aufnahme weiterer nVBA/Pellets bereitgestellt.

VBA werden direkt nach dem Auflegen auf den Rollenförderer der DL-Messung / Verpackung zugeführt. Nach der Verpackung und Messung erfolgt die Umladung der VBA auf das Transportgestell. Dieser wird unmittelbar nach der Beladung in Richtung des Schachtes gefahren. Sobald das beladene TG seine Position verlassen hat, wird ein leeres TG nachgeführt, um die nächste VBA aufzunehmen.



**Abb. 5.4-3 Umverpackung und Teilkonditionierung von VBA und nVBA in der Variante 2**

Die UTK ist in der Lage, VBA, nVBA und Salzgrus getrennt voneinander zu verarbeiten. Hierdurch bestimmt der am längsten andauernde Vorgang den insgesamt für die Umverpackung und Teilkonditionierung benötigten Zeitaufwand. In Variante 2 sind dies die 26.593 nVBA. Bei einem Durchsatz von 16 nVBA pro Stunde und einer täglichen Arbeitszeit von 18 h errechnet sich der Zeitbedarf zu 92 Arbeitstagen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 232 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### **5.4.1.6 Schachtförderung**

Der Unterschied zwischen den Varianten 1 und 2 in Bezug auf die Schachtförderung besteht darin, dass in Variante 2 zusätzlich zu den VBA auch Transportbehälter mit nVBA und Salzgrus zur Tagesoberfläche gefördert werden müssen.

Insgesamt müssen durch den Schacht neben den VBA und nVBA 2.764 m<sup>3</sup> Salzgrus transportiert werden. Unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Schachtkapazität (s. Kapitel 5.2.8) beträgt der Zeitbedarf für die Schachtförderung bei dieser Variante 241 Arbeitstage.



#### **5.4.1.7 Behandlung der geleerten Kammer**

Wie auch bei Variante 1 ist es in Variante 2 erforderlich, die geleerten Kammern mit Sorelbeton zu verfüllen. Das zu verfüllende Kammervolumen hat sich in der Variante 2 auf 41.250 m<sup>3</sup> erhöht. Dementsprechend ist auch der Zeitaufwand für die Verfüllmaßnahmen gegenüber Variante 1 von 59 Arbeitstagen auf 153 Arbeitstage angestiegen.

#### **5.4.1.8 Weiterverarbeitung über Tage**

Die in Folie verpackten VBA werden in der Transportbereitstellungshalle in den Bereich der VBA-Inspektion gefahren, wo sie angebohrt werden, um die Drucklosigkeit des Gebindes nachzuweisen. Sollte zusätzlich festgestellt werden, dass die Gebinde freie Flüssigkeiten enthalten, werden die VBA getrocknet. Die Bohrung wird verfüllt und die VBA werden in einen Konrad-Container Typ V (KC V) geladen. Die Charakterisierung des Inventars des Konrad-Containers wird mittels einer gammaspektroskopischen Messung In-situ durchgeführt. Nach dieser Messung wird der KC V mit Beton verfüllt und verschlossen. Der fertig konditionierte KC V wird anschließend in einem der Zwischenlagerbereiche abgestellt.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 233 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die im Transferbehälter geförderten nVBA/Pellets werden direkt zur Hochdruckpresse gefahren, dort bei Bedarf verpresst und anschließend in die bereitstehenden KC V verladen. Nach der Bestimmung des Containerinventars mittels einer gammaspektroskopischen Messung (In-situ) wird der Container verschlossen und als endlagerfähiges Gebinde in den Lagerbereich der Transportbereitstellungshalle gefahren.

In Spezialcontainern nach über Tage geförderte Schüttgüter werden zur Hochdruckpresse gefahren, dort inklusive der Spezialcontainer verpresst und die entstehenden Presslinge in die bereitstehenden KC V verladen. Die weiteren Arbeitsschritte erfolgen analog der Konditionierung der Gebinde.

Das zurückgeholte Volumen entspricht 7.446 Konrad-Containern Typ III und V sowie einem benötigten Lagervolumen von 81.160 m<sup>3</sup>.

## 5.4.2 Zeit- und Kostenplanung



### 5.4.2.1 Zeitbedarf

Wie bereits in Variante 1 wurde auch für Variante 2 der untertägige Prozess der Rückholung in vorbereitende Maßnahmen und in die eigentliche Rückholung unterteilt.

Unter Berücksichtigung einer 6-Tage Woche mit einer täglichen Arbeitszeit von 18 Arbeitsstunden sind die Nettozeiten der einzelnen Teilprozesse nachfolgend aufgelistet (nähere Erläuterungen zum Begriff Nettozeit siehe Kapitel 5.3.2.1):

#### Vorbereitende Maßnahmen unter Tage zur Rückholung

Maschinentransport nach unter Tage	150 Tage
Auffahrung, Sanierung Streckennetz	111 Tage
Einrichtung der UTK	60 Tage

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 234 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Einrichtung Wetternetz und Filteranlagen      30 Tage



Rückholungsprozess unter Tage

Gewinnung	481 Tage
Transport von den Kammern zur UTK	60 Tage
Umverpackung unter Tage	92 Tage
Transport von der UTK nach über Tage	241 Tage
Verfüllung der Kammern	153 Tage

In der Vorbereitungsphase hat sich der Zeitbedarf für die Auffahrung bzw. Sanierung des Streckennetzes sowie für die Einrichtung der UTK im Vergleich zu Variante 1 geringfügig erhöht. Bei der Auffahrung des Streckennetzes wurde in der Vorbereitungsphase berücksichtigt, dass im Unterschied zur Variante 1 zusätzlich die Kammer 5/750 an das Grubengebäude angeschlossen werden muss. Die Einrichtung der UTK dauert mit 60 Tagen 12 Tage länger als in Variante 1, da sie zusätzlich nVBA und Salzgrus verarbeiten muss.



Der Anstieg des Zeitbedarfs während der eigentlichen Rückholungsphase ist darauf zurückzuführen, dass in Variante 2 ein größeres Volumen bewältigt werden muss. Die Gewinnung des Kammerinventars benötigt mit 481 Tagen nach wie vor den größten Zeitbedarf aller Teilprozesse.

In Anlage 8 sind die verschiedenen Arbeitsvorgänge für Variante 2 im Zeitplan dargestellt. Der insgesamt benötigte Zeitbedarf ist im Vergleich zu Variante 1 von 460 Tagen auf 786 Tage entsprechend 2,6 Jahre angestiegen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 235 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### 5.4.2.2 Personalbedarf

Analog zur Tabelle 5.3-3 für Variante 1 zeigt die Tabelle 5.4-2 den für Variante 2 erforderlichen Personalbedarf und die dazugehörigen Kosten. Die Bruttoarbeitstage für die Vorgänge der Gewinnung, des Transportes unter Tage und dem Betrieb der UTK werden aus der Dauer des Gesamtprojektes (786 Tage) abzüglich des Zeitbedarfs für vorbereitende Maßnahmen (161 Tage) ermittelt (s. Anlage 8). Zur Durchführung der Variante 2 werden insgesamt ca. 107.000 Mannschichten benötigt. Die zugehörigen Personalkosten betragen 59 Mio. €.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 236 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

	Schichten pro Tag	Mann pro Schicht	Schichten pro Tag	Brutto Arbeits-tage	Brutto Mann-schichten	Kosten bez. auf Brutto-AT [Mio. €]
Lösen, Laden der Gebinde und Sichern der Kam-	3	4	12	625	7.501	3,75
Transport zur UTK	3	3	9	625	5.626	2,81
Arbeiten in und an der UTK	3	5	15	625	9.377	4,69
Schachtförderung	3	6	18	786	14.146	7,07
Werkstätten	4	5	20	786	15.718	7,86
Strahlenschutz	4	3	12	786	9.431	6,60
Verfüllen	3	6	18	153	2.750	1,38
Aufsichten	4	3	12	786	9.431	6,60



**Gesamt unter Tage** **73.980**    **40,76**

Übertage Konditionierung	3	9	27	625	16.878	8,44
Übertage Arbeiten Sonstige	3	4	12	786	9.431	4,72
Aufsicht über Tage	3	3	9	786	7.073	4,95

**Gesamt über Tage** **33.382**    **18,11**

**Gesamtsumme** **107.361**    **58,87**

**Tabelle 5.4-2 Variante 2: Personalbedarf und Personalkosten**

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 237 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### 5.4.2.3 Maschinenbedarf



Hinsichtlich des untertägigen Maschinenbedarfs zur Durchführung der Variante 2 ergeben sich zu Variante 1 nur geringfügige Unterschiede. In den Kammern 1/750 und 2/750 liegen zum überwiegenden Teil nVBA, die nicht in Salzgrus eingebettet sind. Hier kann anstelle des schweren Teleskopladere ein leichteres Gerät eingesetzt werden.

#### 5.4.2.4 Kostenermittlung

Die Tabelle 5.4-3 zeigt in Gegenüberstellung die Gesamtkosten der Variante 2 im Vergleich zur Variante 1.

	Variante 1 Kosten [Mio. €]	Variante 2 Kosten [Mio. €]
<b>Transportbereitstellungslager</b>	100,0	150,0
<b>Behälter (z.B. Konrad, ...)</b>	60,0	90,0
<b>Grubengebäude</b>	1,5	2,0
<b>Infrastruktur unter Tage</b>	13,0	17,1
<b>Gewinnungs- und Transportgeräte</b>	22,5	27,3
<b>Ausrüstung über Tage</b>	22,1	24,2
<b>UTK</b>	3,0	5,0
<b>Kammerverfüllung</b>	3,5	9,1
<b>Energie, etc.</b>	2,0	4,1
<b>Personalkosten</b>	32,3	58,9
<b>Summe</b>	<b>259,8</b>	<b>387,5</b>

**Tabelle 5.4-3 Gesamtkosten Variante 1 und 2**

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 238 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

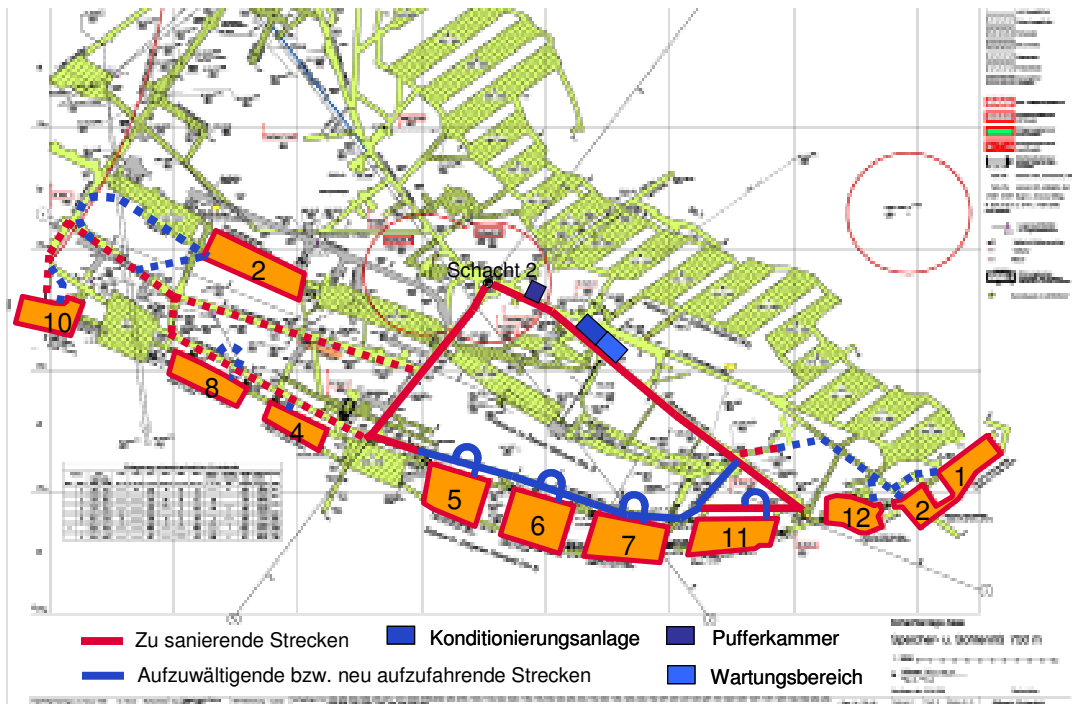
Im Vergleich zu Variante 1 sind die Gesamtkosten für Variante 2 mit 387,5 Mio. € etwa die Hälfte höher als die Gesamtkosten für Variante 1. Das größere Transportbereitstellungslager über Tage, die höhere Anzahl an erforderlichen Transportbehältern sowie die gestiegenen Personalkosten haben machen den überwiegenden Anteil am Gesamtkostenanstieg von Variante 1 nach Variante 2 aus.

## 5.5 Variante 3

### 5.5.1 Variantenspezifischer Prozessablauf



#### 5.5.1.1 Infrastruktur

Variante 3 ist eine Fortführung der vorausgegangenen Varianten 1 und 2. Es ist vorgesehen, alle Einlagerungskammern zu leeren. Zunächst müssen dieselben Anpassungen am Grubengebäude vorgenommen werden wie in den vorausgegangenen Varianten (s. Kapitel 5.3.1.1 und 5.4.1.1). Die Abb. 5.5-1 zeigt die für Variante 3 insgesamt aufzufahrenden bzw. zu sanierenden Grubenbaue. Der wesentliche Unterschied zu den Varianten 1 und 2 besteht darin, dass in Variante 3 auch der westliche Teil des Grubengebäudes in das Rückholungskonzept einbezogen wird. Hierzu ist es erforderlich die „1. und 2. südliche Richtstrecke Westen“ zu sanieren und die Kammern mittels neu aufzufahrender Rampen (ELK 2/750 Na<sub>2</sub>) oder Halbwendelstrecken (8/750, 10/750, 7/725 Na<sub>2</sub>) anzuschließen (siehe gestrichelte blaue Linien in Abb. 5.5-1). Die ELK 4/750 kann durch den alten Kammerzugang an das Streckennetz angeschlossen werden. Im Vergleich zu Variante 2 steigt der zu sanierende, aufzuwältigende oder neu aufzufahrende Bedarf an Strecken von rund 1.800 m auf 2.750 m an. Die für die Sanierung und die Streckenauffahrung veranschlagten Kosten betragen 2,9 Mio. €.



**Abb. 5.5-1 Anpassung des Grubengebäudes für Variante 3; durchgezogene Linie: Auffahrung vor der Rückholung; gepunktete Linie: Auffahrung während der Rückholung**


Die Kammerzugänge werden entsprechend den zuvor beschriebenen Varianten 1 und 2 aufgefahren. Die in der Variante 3 zu berücksichtigende ELK 7/725 wird, obwohl sie nicht im Niveau der 750-m-Sohle liegt, über eine Halbwendel von der „1 südlichen Richtstrecke nach Westen“ angeschlossen. Der Höhenunterschied zwischen der 750-m-Sohle und dem geplanten Zugang zur Kammer 7/725 beträgt etwa 35 m. Dies hat zur Folge, dass zum Anschluss der Kammer 7/725 eine längere Halbwendelstrecke aufgefahren werden muss.

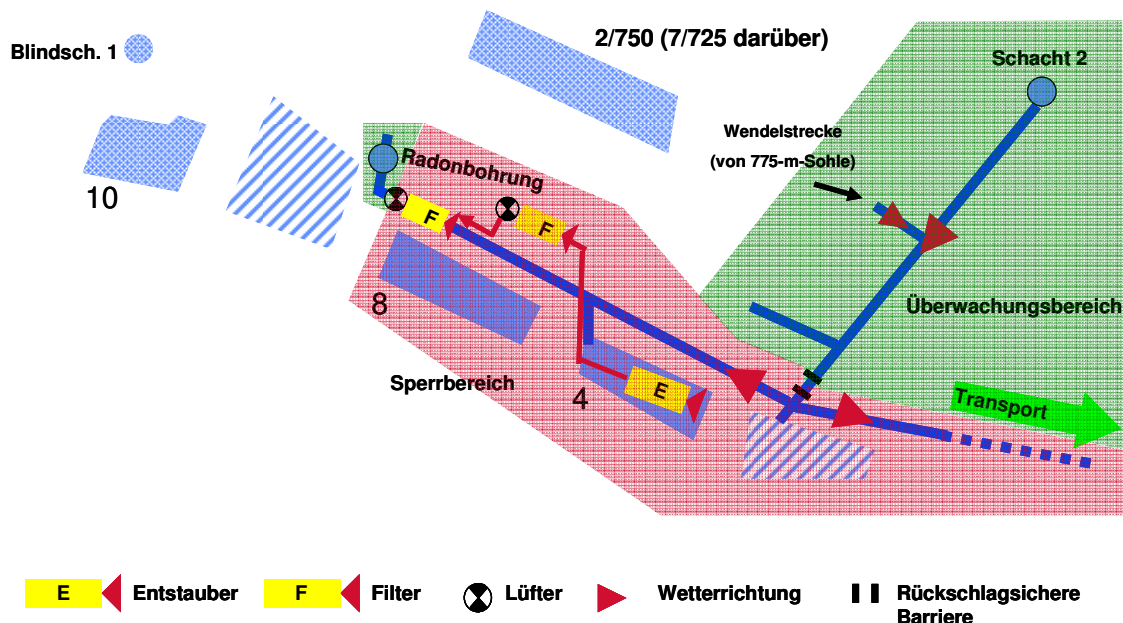
 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 240 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 5.5.1.2 Wettertechnik

Im Unterscheid zu Variante 1 und 2 werden in der hier beschriebenen Variante auch die Einlagerungskammern im westlichen Teil der 750-m-Sohle geleert. Somit ist ein Wetteranschluss dieses Bereiches erforderlich. Die auf dem östlichen Flügel gelegenen ELK werden bei der Leerung entsprechend der in Variante 1 bzw. 2 bereits beschriebenen Wetterführung bewettert (siehe Kapitel 5.3.1.2 bzw. 5.3.1.2). Erst nach vollständiger Leerung der ELK auf dem Ostflügel erfolgt die Leerung der westlichen Kammern. Das Wetternetz wird hierzu erheblich erweitert und ein zweiter Abwetterweg über die geplante Radonbohrung zur 490-m-Sohle geschaffen. Dies erfordert, dass ein zweiter Hauptfilter (HF) vor der Abwetterung über die Radonbohrung errichtet werden muss, um die strahlenschutztechnische Filterung zu gewährleisten (siehe Kap. 3.6.4). Als geeigneter Grubenraum für den HF wird der Streckenabschnitt zwischen der geplanten Radonbohrung und der „2. südlichen Richtstrecke nach Westen“ zwischen der verfüllten Kammer 9/750 sowie der ELK 8/750 vorgesehen.




	Schachtanlage Asse II		
		Seite 241 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



**Abb. 5.5-2 Wetterführung bei der Rückholung aus ELK 4/750 und 8/750**

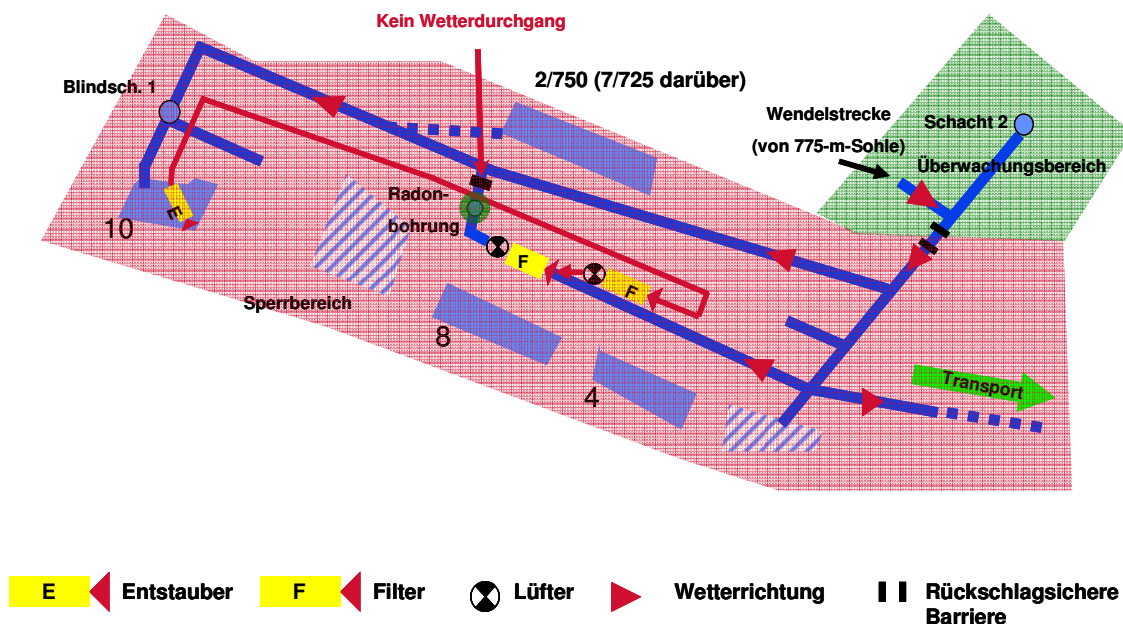
Die entstaubten und gefilterten Wetter aus den Kammern 4/750 und 8/750 werden an den HF übergeben und danach der Radonbohrung zugeführt. Der Zugang zu den Kammern 4/750 und 8/750 erfolgt von der „2. südlichen Richtstrecke nach Westen“ aus (siehe Abb. 5.5-2). Da die Förderung der Abfälle zur UTK über die „südliche Richtstrecke nach Osten“ vorbei an den Kammern 5/750, 6/750, 7/750 und 11/750 erfolgt, muss diese Strecke über den gesamten Gewinnungszeitraum der Variante 3 bewettert werden.

Nach Leerung und Verfüllung der Kammern 4/750 und 8/750 erfolgt eine erneute Anpassung des Wetternetzes. Abb. 5.5-3 zeigt die Bewetterung für die Kammern 10/750, 2/750 Na<sub>2</sub> und 7/725 Na<sub>2</sub>. Zu berücksichtigen ist, dass der Zugang zur Kammer 7/725, wie im vorherigen Kapitel beschrieben, von der 750-m-Sohle erfolgt. Als vorbereitende Maßnahme ist der Bereich der Radonbohrung zur „1. südlichen Richtstrecke nach Westen“ wetterdicht abzuschließen.



	Schachtanlage Asse II		
		Seite 242 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

ßen, um einen direkten Zutritt von belasteten Wetterern zur Radonbohrung zu verhindern. Des Weiteren muss Blindschacht 1 (vor Kammer 10/750) wetterundurchlässig abgedichtet werden, damit keine belasteten Wetter zur 679-m-Sohle gelangen können. Schließlich werden die entstaubten und gefilterten Wetter aus den genannten Kammern über Lutten an den HF vor der Radonbohrung übergeben, und zur 490-m-Sohle geführt.

Der Transport der Abfälle zur UTK und des Salzgruses wird über die „1. südliche Richtstrecke nach Westen“ und über die „südliche Richtstrecke nach Osten“ erfolgen. Entsprechend ist auch hier die Bewetterung weiterhin aufrecht zu halten.



**Abb. 5.5-3 Wetterführung bei der Rückholung aus ELK 10/750, 2/750 Na<sub>2</sub> und 7/725 Na<sub>2</sub>**

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 243 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



### 5.5.1.3 Gewinnung

In der Varianten 3 wird dieselbe Gewinnungs- und Transporttechnik innerhalb der Kammern eingesetzt wie bei Variante 2.

Da in dieser Variante alle Kammern geleert werden, ist ein wesentlich höheres Volumen an Salzgrus zurückzuholen. Die Salzgrusschicht im Liegenden der Kammern 1/750, 2/750, 4/750, 12/750 sowie der Salzgrus am Ende der Kammer 7/725 wird jedoch nicht gewonnen. Da zwei Drittel des Salzgruses aus dem Versatz unter Tage verbleiben, werden die Kammern 1/750 und 2/750 nach ihrer Leerung offen gehalten und zur Einlagerung von Salzgrus aus den anderen Kammern genutzt. Die Kammern 1/750 und 2/750 wurden aus gebirgsmechanischen Gründen zur Einlagerung von Salzgrus ausgewählt. Sie liegen außerhalb des stark durchbauten steilstehenden Lagerstättenteils der Südflanke der Schachtanlage Asse II. Insgesamt werden in dieser Variante 14.779 VBA, 109.707 nVBA sowie fast 30.000 m<sup>3</sup> Salzgrus aus den Kammern zurückgeholt.

Auch bei der Variante 3 wird nach dem Prinzip der Rückholung eines möglichst hohen Aktivitätsinventars in möglichst kurzer Zeit vorgegangen. Hieraus ergibt sich, dass die Kammern in der gleichen Reihenfolge wie in den beiden ersten Varianten geleert werden. Im Unterschied zu Variante 2 werden in der ersten Phase der Variante 3 die Kammern 11/750, 6/750, 7/750, 5/750, 12/750, 2/750 und 1/750 vollständig geleert. Die restlichen LAW aus den auf dem westlichen Flügel gelegenen ELK werden in der Reihenfolge 4/750 und 8/750 gefolgt von 10/750, 7/725 Na<sub>2</sub> und 2/750 Na<sub>2</sub> zurückgeholt.

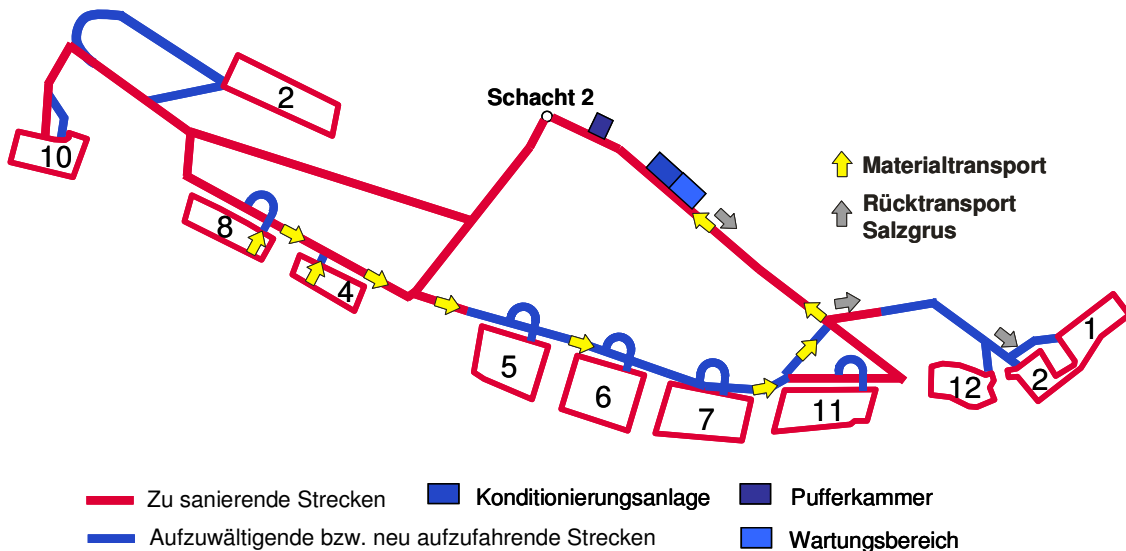
Unter Berücksichtigung der Kapazitätsbetrachtungen (Kapitel 5.2.2) werden für den Gewinnungsprozess in dieser Variante etwa 4 Jahre (1.174 Arbeitstage) angesetzt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 244 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### 5.5.1.4 Transport unter Tage

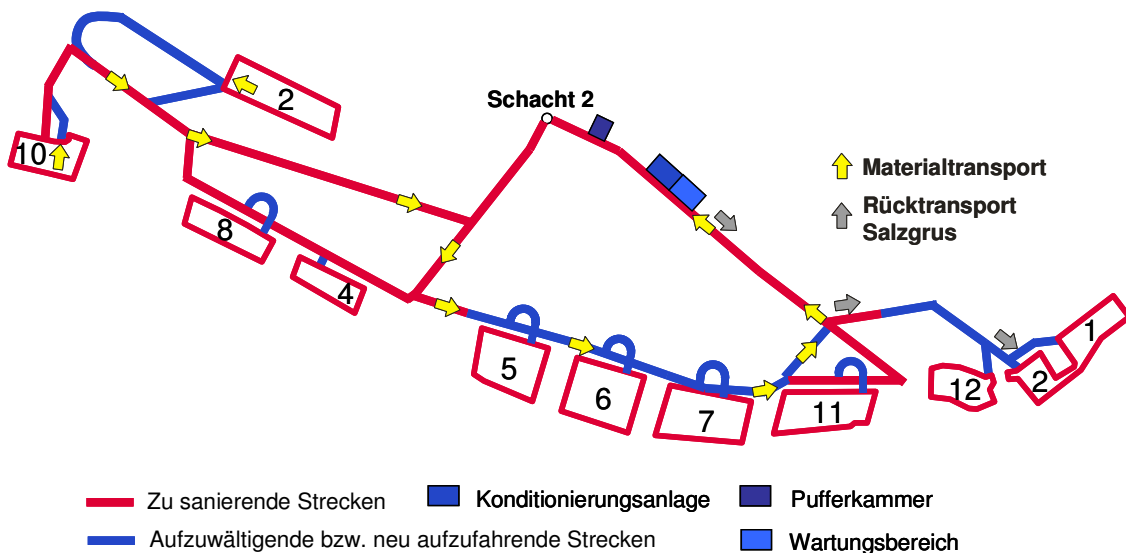
Für die Variante 3 werden zunächst dieselben Förderwege genutzt wie in den Varianten 1 und 2. Die Förderwege in Variante 3 ändern sich zu dem Zeitpunkt, ab dem die Kammern im westlichen Teil des Einlagerungsbereiches geleert werden.

Die Abb. 5.5-4 zeigt exemplarisch die Transportwege zur Leerung der Kammern 4/750 und 8/750. In der Kammer 4/750 sind die nVBA nicht in Salzgrus eingebettet. Salzgrus fällt lediglich durch Nachschneidearbeiten im First- oder Stoßbereich an. Durch die vergleichbar geringe Menge ist der Transport von Salzgrus entsprechend gering. Die Transportfahrzeuge fahren die nVBA von der Kammer 4/750 zur UTK und dann wieder ohne Beladung zurück. Im Unterschied hierzu fällt bei der Leerung der Kammer 8/750 Salzgrus an. Salzgrus und nVBA werden von der Kammer 8/750 zur UTK transportiert, wo die nVBA abgeladen werden. Entsprechend der getroffenen Annahmen (zwei Drittel des Salzgruses verbleiben unter Tage) wird Salzgrus von der UTK zur Einlagerung in die Kammern 1/750 und 2/750 transportiert. Von dort kehren die Transportfahrzeuge zur Kammer 8/750 zurück.



**Abb. 5.5-4 Transportwege Variante 3, Beispiel: Leerung der Kammern 4/750 und 8/750**

Nachdem die Kammern 4/750 und 8/750 geleert und verfüllt worden sind, wird wie zuvor beschrieben das Wetternetz nochmals verändert. Diese Führung der Bewitterung hat zur Folge, dass sich auch die Transportwege ändern. Die Abb. 5.5-5 zeigt als Prinzipskizze die Transportwege zur Leerung der verbliebenen zu leerenden Kammern. Die grundrissliche Lage der Kammer 7/725 Na<sub>2</sub> (in der Abbildung nicht dargestellt) entspricht etwa der von Kammer 2/750 Na<sub>2</sub>. Auch bei diesem Transportweg werden nVBA und Salzgrus zunächst zur UTK transportiert, wo dann die nVBA und der kontaminierte Teil des Salzgruses abgeladen werden. Auf dem Rückweg von der UTK wird der verbliebene Salzgrus in den Kammern 1/750 und 2/750 eingelagert. Von dort aus kehren die Transportfahrzeuge leer zu den Kammern zurück.

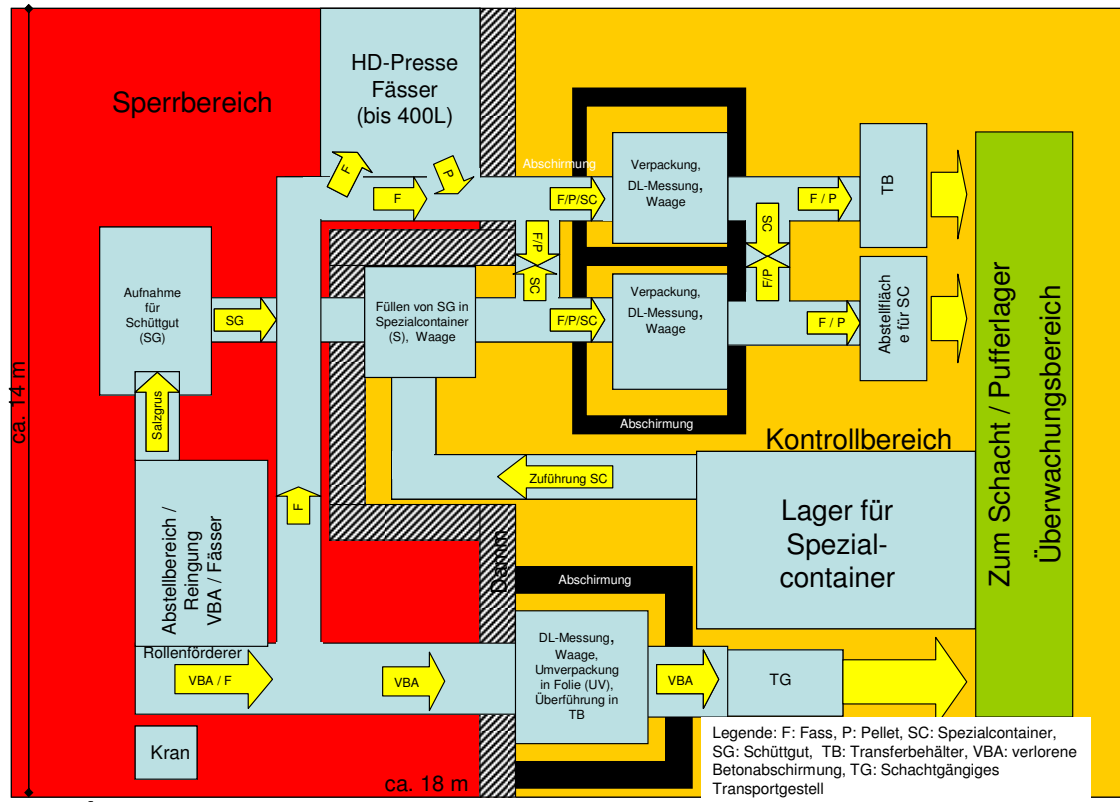


**Abb. 5.5-5 Transportwege Variante 3, Beispiel: Leerung der Kammern 10/750, 7/725 Na<sub>2</sub> und 2/750 Na<sub>2</sub>**

Für Variante 3 ist der Transportweg von Kammer 7/725 zur UTK und zurück über die Kammer 1/750, in der Salzgrus eingelagert wird, mit rund 2.400 m Strecke der längstmögliche Weg. Nimmt man die Weglänge zur Beantwortung der Fragestellung ob der Transport auf dem kritischen Pfad der Rückholung liegt, ergäbe sich beim gleichzeitigen Einsatz von 2 Fahrzeugen ein Zeitbedarf für den untertägigen Transport von rund 245 Arbeitstagen. Im Vergleich zu dem erforderlichen Zeitaufwand für die parallel laufende Gewinnung (1.174 Tage) ist der für den Transport benötigte Zeitaufwand vergleichbar zu den anderen Varianten erheblich kürzer.



### 5.5.1.5 Umverpackung und Teilkonditionierung

Der schematische Aufbau der UTK ist in Abb. 5.5-6 dargestellt.



**Abb. 5.5-6 Umverpackung und Teilkonditionierung von VBA in der Variante 3**

Entsprechend der UTK für Variante 2 ist auch diese Anlage in der Lage VBA, nVBA und Salzgrus getrennt voneinander zu verarbeiten. Der am längsten andauernde Vorgang ist die Umverpackung und Teilkonditionierung der 109.707 nVBA in Variante 3. Bei einem Durchsatz von 16 nVBA pro Stunde und einer täglichen Arbeitszeit von 18 h errechnet sich der Zeitbedarf zu 380 Arbeitstagen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 248 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### 5.5.1.6 Schachtförderung

Für die Variante 3 wird die gleiche Schachtkapazität wie bei den vorherigen Varianten (s. Kapitel 5.2.8) angesetzt. Von den insgesamt aus den Kammern gewonnenen 29.545 m<sup>3</sup> Salzgrus werden ein Drittel, entsprechend 9.848 m<sup>3</sup> zu Tage, gefördert. Die Anzahl der zu fördernden VBA beträgt 14.779 und die der nVBA 109.707. Mit 471 Arbeitstagen hat sich der Zeitbedarf für die Schachtförderung im Vergleich zu Variante 2 (241 Arbeitstage) fast verdoppelt.

#### 5.5.1.7 Behandlung der geleerten Kammer



Wie in den vorherigen Varianten werden auch in Variante 3 die Kammern nach ihrer Leerung mit Sorelbeton verfüllt. Dies geschieht mit Ausnahme der Kammern 1/750 und 2/750 unmittelbar nach der Leerung. Die Kammern 1/750 und 2/750 werden erst später verfüllt, da sie zwischenzeitlich zur Einlagerung von Salzgrus aus anderen Kammern offen gehalten werden. Die Menge an wieder eingelagertem Salzgrus wurde bei der Bestimmung des Verfüllvolumens berücksichtigt. Insgesamt müssen bei Variante 3 rund 103.000 m<sup>3</sup> Sorelbeton in die Kammern eingebracht werden. Der hierfür erforderliche Zeitaufwand beträgt 382 Arbeitstage.

#### 5.5.1.8 Weiterverarbeitung über Tage

Die Weiterverarbeitung über Tage erfolgt entsprechend der vorher beschriebenen Variante 2.

Das rückzuziehende Volumen entspricht 13.101 Konrad-Containern Typ V und einem benötigten Lagervolumen von 142.800 m<sup>3</sup>.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 249 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 5.5.2 Zeit- und Kostenplanung

### 5.5.2.1 Zeitbedarf

Für die Variante 3 sind unter Berücksichtigung einer 6-Tage-Woche mit einer täglichen Arbeitszeit von 18 Arbeitsstunden die Nettozeiten nachfolgend aufgelistet:

#### Vorbereitende Maßnahmen unter Tage zur Rückholung



Maschinentransport nach unter Tage	150 Tage
Auffahrung, Sanierung Streckennetz	111 Tage
Einrichtung der UTK	60 Tage
Einrichtung Wetternetz und Filteranlagen	30 Tage

#### Rückholungsprozess unter Tage

Gewinnung	1.174 Tage
Transport von den Kammern zur UTK	245 Tage
Umverpackung unter Tage	380 Tage
Transport von der UTK nach über Tage	470 Tage
Verfüllung der Kammern	382 Tage

In der Vorbereitungsphase bis zur Aufnahme der Arbeiten der Rückholung haben sich der Zeitbedarf für die Auffahrung bzw. Sanierung des Streckennetzes sowie für die Einrichtung der UTK im Vergleich zu Variante 2 nicht erhöht.

Die Gewinnung des Kammerinventars benötigt mit 1.174 Arbeitstagen nach wie vor den größten Zeitbedarf.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 250 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

In der Anlage 9 sind für Variante 3 die verschiedenen Arbeitsvorgänge in einem Zeitplan dargestellt. Der Zeitplan berücksichtigt auch den Zeitbedarf für den Anschluss der Kammern im westlichen Teil der 750-m-Sohle an das Grubengebäude. Die Vorgangsdauer für die Rückholung aus den Kammern 1/750 und 2/750 mit 912 bzw. 970 Tagen ist deutlich länger als für die anderen Kammern, da die Kammern 1/750 und 2/750 zeitweise für die Einlagerung von Salzgrus offengehalten werden. Der insgesamt benötigte Zeitbedarf für Variante 3 ist im Vergleich zu Variante 2 von 786 Tagen auf 1.780 Tage angestiegen. Dies entspricht einem Zeitraum von fast 6 Jahren.

#### **5.5.2.2 Personalbedarf**



Nach dem gleichen Prinzip wie für die Varianten 1 und 2 wurde für die Variante 3 die zur Rückholung erforderlichen Mannschichten und zugehörigen Personalkosten ermittelt.

Die Tabelle 5.5-1 zeigt den für Variante 3 benötigten Personalbedarf. Für die untertägigen Arbeiten sind demnach 175.771 Mannschichten erforderlich. Die übertägigen Arbeiten erfordern weitere 81.084 Mannschichten. Hieraus ergibt sich der Gesamtbedarf zu 256.855 Mannschichten mit zugehörigen Kosten von 140,17 Mio. €.

 	Schachtanlage Asse II	
		Seite 251 von 350
		Stand: 25.09.2009

	Schichten pro Tag	Mann pro Schicht	Schichten pro Tag	Brutto Arbeitstage	Brutto Mannschichten	Kosten bez. auf Brutto-AT [Mio. €]
Lösen, Laden der Gebinde und Sichern der Kammer	3	4	12	1.619	19.427	9,71
Transport zur UTK	3	3	9	1.619	14.570	7,29
Arbeiten in und an der UTK	3	5	15	1.619	24.284	12,14
Schachtförderung	3	6	18	1.780	32.035	16,02
Werkstätten	4	5	20	1.780	35.594	17,80
Strahlenschutz	4	3	12	1.780	21.356	14,95
Verfüllen	3	6	18	397	7.150	3,57
Aufsichten	4	3	12	1.780	21.356	14,95
<b>Gesamt unter Tage</b>					<b>175.771</b>	<b>96,43</b>
Übertage Konditionierung	3	9	27	1.619	43.710	21,86
Übertage Arbeiten Sonstige	3	4	12	1.780	21.356	10,68
Aufsicht über Tage	3	3	9	1.780	16.017	11,21
<b>Gesamt über Tage</b>					<b>81.084</b>	<b>43,75</b>
<b>Gesamtsumme</b>					<b>256.855</b>	<b>140,17</b>

Tabelle 5.5-1 Variante 3: Personalbedarf und Personalkosten

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 252 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 5.5.2.3 Maschinenbedarf



Für die Variante 3 werden im Wesentlichen die gleichen Maschinen wie in der Variante 2 benötigt. Im Unterschied zu Variante 2 ist aufgrund der höheren Kammern 2/750 Na<sub>2</sub> und 7/725 Na<sub>2</sub> zum Sichern der Firste durch Nachschneiden bzw. Nachreißen eine Firstfräse mit größerer Reichweite bereitzuhalten.

### 5.5.2.4 Kostenermittlung

Die Tabelle 5.5-2 zeigt in Gegenüberstellung die Gesamtkosten der Varianten 1 bis 3 im Vergleich.

	Variante 1 Kosten [Mio. €]	Variante 2 Kosten [Mio. €]	Variante 3 Kosten [Mio. €]
<b>Transportbereitstellungslager</b>	100,0	150,0	250,0
<b>Behälter (z.B. Konrad, ...)</b>	60,0	90,0	150,0
<b>Grubengebäude</b>	1,5	2,0	2,9
<b>Infrastruktur unter Tage</b>	13,0	17,1	21,8
<b>Gewinnungs- und Transportgeräte</b>	22,5	27,3	48,3
<b>Ausrüstung über Tage</b>	22,1	24,2	30,8
<b>UTK</b>	3,0	5,0	6,0
<b>Kammerverfüllung</b>	3,5	9,1	22,7
<b>Energie, etc.</b>	2,0	4,1	10,5
<b>Personalkosten</b>	32,3	58,9	140,2
<b>Summe</b>	259,8	387,5	683,2

**Tabelle 5.5-2 Gesamtkosten Variante 1 bis 3**

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 253 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

In den Kosten für die Ausrüstungen unter und über Tage wurde der Verschleiß bzw. der hieraus notwendige Ersatz einzelner Gerätschaften berücksichtigt, indem für jedes Gerät jährlich 10 % der Anschaffungskosten als Reparatur- bzw. Ersatzkosten berücksichtigt wurden.

Die für Variante 3 ermittelten Gesamtkosten betragen 683,2 Mio. €. Da in Variante 3 alle Kammern geleert werden, steigt das Rückholvolumen. Dies erfordert sowohl ein größeres Transportbereitstellungslager als auch eine höhere Anzahl von z.B. Konrad-Containern. Allein diese beiden Positionen führen in Variante 3 zu einer Kostensteigerung gegenüber Variante 2 von 160 Mio. €. Die längere Dauer zur Rückholung in Variante 3 hat zur Folge, dass die Personalkosten im Vergleich zur Variante 2 um 86 Mio. € ansteigen. Das Transportbereitstellungslager, die größere Anzahl an Behältern und die gestiegenen Personalkosten machen rd. 80 % (241,3 Mio. €) der Kostendifferenz zwischen den Varianten 2 und 3 aus.

## **5.6 Variante 4**



### **5.6.1 Variantenspezifischer Prozessablauf**

#### **5.6.1.1 Infrastruktur**

Es sind dieselben Anpassungen am Grubegebäude wie in Variante 3 erforderlich.

#### **5.6.1.2 Wettertechnik**

Die Wetterführung und Filterung ist identisch wie in Variante 3.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 254 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 5.6.1.3 Gewinnung

Die Variante 4 beinhaltet die vollständige Leerung aller Kammern. Dies beinhaltet auch die Rückholung von Salzgrus im Liegenden der Kammern 1/750, 2/750, 4/750, 12/750 sowie das am Ende der Kammer 7/725 Na<sub>2</sub> befindliche Salzgrus. Zur Dekontamination wird vor dem Verfüllen die Kammer- bzw. Transportstreckenkontur nachgeschnitten.



Darüber hinaus werden zur Dekontamination der Kammern die Firste, die Stöße und die Sohle nachgeschnitten. Für die Variante 4 beträgt das insgesamt zu gewinnende Salzgrusvolumen fast 75.000 m<sup>3</sup>. Die Kammern 1/750 und 2/750 werden im Unterschied zu Variante 3 nicht zur Einlagerung von Salzgrus benötigt und werden unmittelbar nach der Leerung, Dekontamination und Freimesung verfüllt.

Die Gewinnung und der Transport innerhalb der Kammern erfolgt wie in Variante 3. Auch die Reihenfolge der Kammerleerung ist die gleiche.

Unter Berücksichtigung der Kapazitätsbetrachtungen in Kapitel 5.2.2 werden für die vollständige Leerung aller Kammern 1.365 Arbeitstage benötigt. Darüber hinaus sind für das Nachschneiden von Kammerfirste, -sohle und -stöße sowie für strahlungsschutztechnische Messungen weitere 734 Arbeitstage erforderlich.

### 5.6.1.4 Transport unter Tage

Der untertägige Transport in Variante 4 entspricht annähernd dem der Variante 3. Der einzige Unterschied zwischen den Varianten besteht darin, dass sich die Transportwege in Variante 4 geringfügig verkürzen, da kein Salzgrus unter Tage verbleibt. Aus diesem Grund können die Transportfahrzeuge von der UTK wieder direkt zurück zu den Einlagerungskammern fahren und nicht - wie in Variante 3 - zunächst zu den Kammer 1/750 bzw. 2/750, um dort Salzgrus abzuladen. Unter Ansetzung des längsten Fahrwegs von Kammer 7/725 Na<sub>2</sub> zur UTK

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 255 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

und zurück ergibt sich ein Zeitbedarf für den Transport von 289 Arbeitstagen. Damit liegt auch in Variante 4 der parallel zur Gewinnung laufende untertägige Transport nicht auf dem zeitkritischen Pfad.

#### **5.6.1.5 Umverpackung und Teilkonditionierung**

Trotz der großen Menge an Salzgrus (ca. 75.000 m<sup>3</sup>) ist die Umverpackung und Teilkonditionierung der 109.707 nVBA der zeitaufwendigste Einzelprozess in der UTK.



Bei einem Durchsatz von 16 nVBA pro Stunde und einer täglichen Arbeitszeit von 18 h errechnet sich der Zeitbedarf entsprechend der Variante 3 zu 380 Arbeitstagen.

#### **5.6.1.6 Schachtförderung**

Bei der Schachtförderung ist für Variante 4 zu berücksichtigen, dass der gesamte Salzgrus zu Tage gefördert werden soll. Im Vergleich zu Variante 3 steigt das Salzgrusvolumen von 9.848 m<sup>3</sup> auf 74.822m<sup>3</sup> an. Hierdurch erhöht sich die Schachtförderzeit von 470 Tagen auf 713 Arbeitstage.

#### **5.6.1.7 Behandlung der geleerten Kammer**

Nachdem die Kammern durch Nachschneiden und Entstauben der Kontur dekontaminiert und freigemessen sind, werden die Kammern wie in allen anderen Varianten mit Sorelbeton verfüllt. Das zu verfüllende Hohlraumvolumen beträgt rund 160.000 m<sup>3</sup> und ist im Vergleich zu Variante 3 (103.000 m<sup>3</sup>) fast 60.000 m<sup>3</sup> höher. Dementsprechend ist auch der Zeitaufwand für die Verfüllmaßnahmen von 382 Tagen in Variante 3 auf 590 Tage für Variante 4 angestiegen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 256 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### 5.6.1.8 Dekontamination der Grubenräume



Zur Freigabe der Einlagerungsbereiche (s. Kapitel 3.3.8) sind bergmännische Maßnahmen zur Dekontamination der geleerten ELK sowie des genutzten Streckensystems durchzuführen. Die Dekontamination der ELK erfolgt dadurch, dass nach Leerung der Kammern die Firste, die Sohle und die Kammerstöße nachgeschnitten werden. Die Firste und die Stöße werden um 0,3 m und die Sohle durchschnittlich um 1,0 m nachgeschnitten. In den Kammern 1/750, 2/750 und 12/750 werden wegen der möglichen Durchfeuchtung im Liegenden zusätzlich zu den Ausgleichsschichten 2,0 m nachgeschnitten.

Bereits während des Rückholungsprozesses werden die Strecken kontinuierlich von Verunreinigungen durch den Transport gesäubert. Nach der Rückholung der Gebinde und des Salzgruses ist vorgesehen zur Dekontamination der Strecken im Bedarfsfall die Streckenkontur nachzuschneiden. Für die Abschätzung des Aufwandes wurde unterstellt, dass jeder Streckenmeter nachbereitet werden muss. Die gesamte Streckenlänge beträgt rd. 2.750 m. Es wird davon ausgegangen, dass pro Streckenmeter ein Zeitaufwand von einer Stunde ausreichend ist. Die Kosten pro Meter von 833 €/m entsprechen den Kosten, die auch für Streckensanierung unterstellt wurden. Hieraus ergibt sich ein Zeitaufwand von 152 Tagen und Kosten von 2.3 Mio. €.

#### 5.6.1.9 Weiterverarbeitung über Tage

Die Weiterverarbeitung über Tage erfolgt entsprechend den vorher beschriebenen Varianten 2 und 3. Das zurückgeholte Volumen entspricht 20.320 Konrad-Containern Typ V und einem benötigten Lagervolumen von 221.483 m<sup>3</sup>.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 257 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 5.6.2 Zeit- und Kostenplanung

### 5.6.2.1 Zeitbedarf

Für die Variante 4 sind die Nettozeiten für die verschiedenen Arbeitsvorgänge nachfolgend aufgeführt. Der Zeitplan für die Variante 4 ist in der Anlage 10 beigefügt.

#### Vorbereitende Maßnahmen unter Tage zur Rückholung



Maschinentransport nach unter Tage	150 Tage
Auffahrung, Sanierung Streckennetz	111 Tage
Einrichtung der UTK	60 Tage
Einrichtung Wetternetz und Filteranlagen	30 Tage

#### Rückholungsprozess unter Tage

Gewinnung	1.365 Tage
Nachscheiden der Kammerkontur	734 Tage
Transport von den Kammern zur UTK	289 Tage
Umverpackung unter Tage	380 Tage
Transport von der UTK nach über Tage	713 Tage
Verfüllung der Kammern	590 Tage

#### Nachbereitende Maßnahmen



Dekontamination der Transportwege	152 Tage
Rückholung der Ausrüstung	150 Tage
Rückbau der UTK	90 Tage

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 258 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

In der Vorbereitungsphase haben sich der Zeitbedarf für die Auffahrung bzw. Sanierung des Streckennetzes sowie für die Einrichtung der UTK im Vergleich zu Variante 3 nicht erhöht. Auch in Variante 4 wird für die Gewinnung der höchste Zeitaufwand benötigt. Dies gilt umso mehr, wenn zusätzlich das Nachschneiden der Kammerkontur zur Dekontamination berücksichtigt wird. Der untertägige Transport ist auch bei sehr konservativer Annahme des Transportweges (von Kammer 7/725 Na<sub>2</sub> zur UTK zurück) nicht zeitkritisch. Der Zeitaufwand für die Umverpackung unter Tage hat sich gegenüber dem von Variante 3 nicht verändert, da sich der Zeitbedarf nach der Anzahl der nVBA richtet, der sich gegenüber Variante 3 nicht verändert hat. Da in Variante 4 der gesamte Salzgrus zu Tage gefördert werden soll, ist der Zeitaufwand von 713 Tagen im Vergleich zu Variante 3 (470 Tage) um rund 50 % gestiegen. Für das Verfüllen der Kammern mit Sorelbeton sind 590 Arbeitstage erforderlich. Im Unterschied zu Variante 3 sind in der Variante 4 nachbereitende Maßnahmen erforderlich (s. Kapitel 3.3.8). Der Vergleich der Projektpläne von Variante 3 (s. Anlage 9) mit Variante 4 (Anlage 10) zeigt, dass die Dauer für den untertägigen Prozess der Rückholung von rund 6 Jahren (1.780 Tage) auf fast 10 Jahre (2.926 Tage) angestiegen ist.

### 5.6.2.2 Personalbedarf



Die Tabelle 2.8-1 gibt den Personalbedarf und die Personalkosten für die Variante 4 im Überblick wieder. Die Ermittlung des Personalbedarfs wurde nach dem gleichen Schema wie in den vorherigen Varianten durchgeführt. Eine Aufstockung des Personals für die Dekontamination der Strecken ist nicht vorgesehen, da die Aufwendungen hierfür als Pauschalwerte in der Kostenbetrachtung berücksichtigt wurden. Für andere nachbereitende Arbeiten wie Rückbau der UTK wurde ebenfalls kein zusätzliches Personal vorgesehen, da diese Tätigkeiten durch an anderer Stelle freigewordenes Personal durchgeführt werden kann.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 259 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

In Summe werden für die Variante 4 rund 414.000 Mannschichten benötigt, von denen mit 283.000 zwei Drittel auf die untertägigen Arbeiten entfallen. Im Vergleich zur Variante 3 sind die die Personalkosten um 86 Mio. € auf 226,26 Mio. € gestiegen.

	Schichten pro Tag	Mann pro Schicht	Schichten pro Tag	Brutto Arbeitstage	Brutto Mannschichten	Kosten bez. auf Brutto-AT [Mio. €]
Lösen, Laden der Gebinde und Sichern der Kammer	3	4	12	2.423	29.080	14,54
Transport zur UTK	3	3	9	2.575	23.177	11,59
Arbeiten in und an der UTK	3	5	15	2.575	38.628	19,31
Schachtförderung	3	6	18	2.926	52.668	26,33
Werkstätten	4	5	20	2.926	58.520	29,26
Strahlenschutz	4	3	12	2.926	35.112	24,58
Verfüllen	3	6	18	590	10.624	5,31
Dekontamination Strecken						
Aufsichten	4	3	12	2.926	35.112	24,58
<b>Summe</b>					<b>282.920</b>	<b>155,50</b>
Übertage Konditionierung	3	9	27	2.575	69.530	34,77
Übertage Arbeiten	3	4	12	2.926	35.112	17,56
Sonstige	3	3	9	2.926	26.334	18,43
Aufsicht über Tage	3	3	9	2.926	26.334	18,43
<b>Gesamt über Tage</b>					<b>130.976</b>	<b>70,76</b>
<b>Gesamtsumme</b>					<b>413.896</b>	<b>226,26</b>

Tabelle 5.6-1 Variante 4: Personalbedarf und Personalkosten

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 260 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 5.6.2.3 Maschinenbedarf

Für die Variante 4 werden die gleichen Maschinen wie bereits in Variante 3 benötigt. In den Maschinenkosten wurde der Verschleiß bzw. der hieraus notwendige Ersatz einzelner Gerätschaften berücksichtigt, indem für jedes Gerät jährlich 10 % der Anschaffungskosten als Reparaturkosten berücksichtigt wurden.

### 5.6.2.4 Kostenermittlung



Die Tabelle 5.6-2 zeigt in Gegenüberstellung die Gesamtkosten der Varianten 1 bis 4.

Auch in der Variante 4 entstehen die höchsten Kosten durch den Bau des Transportbereitstellungslagers, die benötigten Behälter und durch das erforderliche Personal. Diese drei Positionen verursachen mit 731 Mio. € rund 80 % der Gesamtkosten. Für die Ausrüstungen über Tage und die Gewinnungs- und Transportgeräte werden 92,1 Mio. € benötigt, was einem Anteil an den Gesamtkosten von rund 10 % entspricht.

Die um 226,2 Mio. € höheren Kosten im Vergleich zur Variante 3 beruhen im Wesentlichen darauf, dass in Variante 4 kein Salzgrus unter Tage verbleibt und zur Dekontamination u.a. die Kontur der Kammern nachgeschnitten werden.

	Variante 1 Kosten [Mio. €]	Variante 2 Kosten [Mio. €]	Variante 3 Kosten [Mio. €]	Variante 4 Kosten [Mio. €]
<b>Transportbereitstellungs- lager</b>	100,0	150,0	250,0	300,0
<b>Behälter (z.B. Konrad, ...)</b>	60,0	90,0	150,0	205,0
<b>Grubengebäude</b>	1,5	2,0	2,9	5,2
<b>Infrastruktur unter Tage</b>	13,0	17,1	21,8	24,4
<b>Gewinnungs- und Trans- portgeräte</b>	22,5	27,3	48,3	56,3
<b>Ausrüstung über Tage</b>	22,1	24,2	30,8	35,8
<b>UTK</b>	3,0	5,0	6,0	6,0
<b>Kammerverfüllung</b>	3,5	9,1	22,7	35,1
<b>Energie, etc.</b>	2,0	4,1	10,5	15,4
<b>Personalkosten</b>	32,3	58,9	140,2	226,3
	259,8	387,5	683,2	909,4

**Tabelle 5.6-2 Gesamtkosten Variante 1 bis 4**

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 262 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 6 Radiologische Konsequenzen einer Rückholung

### 6.1 Potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung

#### Ableitungen mit den Abwettern im bestimmungsgemäßen Betrieb



##### Quelltermbestimmung

Während der Zeit nach der Einlagerung können die Gebinde beschädigt worden sein (Konvergenz, Laugenzutritt). Dabei können auch radioaktive Stoffe in den als Versatz eingebrachten Salzgrus gelangt sein. Durch die Handhabung und den Transport der Gebinde bei der Rückholung aus den Kammern können an Partikel gebundene radioaktive Stoffe freigesetzt werden. Dies können sowohl Flüssigkeiten als auch in geringem Umfang radioaktive Gase sein. Die Gebinde werden z.T. mit dem anhaftenden oder umgebenden Salzgrus geborgen. Eine Abtrennung erfolgt vor der Übergabe in den UTK-Bereich (Umverpackungs- und Teilkonditionierungsbereich). Bei der Abtrennung des Salzgruses ist mit einer starken Staubentwicklung zu rechnen. Der Staub kann radioaktive Partikel enthalten.

Der bestimmungsgemäße Betrieb der Rückholung umfasst auch Störungen wie das Herabfallen von Gebinden beim Lösen aus der Einlagerungsposition, beim Transport von der ELK zur UTK oder bei der Handhabung in der UTK.

Vor dem Verlassen des „Rückholbereichs“ (hiermit ist der für die Rückholung einzurichtende Sperr- und Kontrollbereich gemeint, siehe auch Anlage 6) werden die umverpackten Gebinde auf Kontamination geprüft. Außerhalb des Rückholbereichs werden im bestimmungsgemäßen Betrieb keine radioaktiven Stoffe freigesetzt.



In den ELK, in denen die Rückholung erfolgt, wird eine Entstaubungsanlage zur Abscheidung eines Teils des entstehenden Staubes am Entstehungsort eingesetzt. Hier ist der größte Unterdruck im Rückholbereich. Der gesamte Rückholbereich ist sonderbewettert. Die Sonderbewetterung hat die Aufgabe, den Rückholbereich auf Unterdruck zu halten und die Abwetter zu filtern (s. Kapi-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 263 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

tel 3.6.4). Die im Rückholbereich freigesetzten radioaktiven Partikel werden von dieser Anlage erfasst und passieren den strahlenschutztechnischen Hauptfilter (HF). Diese Filtereinheit ist mehrstufig aufgebaut und muss die u.g. Bedingungen hinsichtlich der Abscheidung erfüllen. Die nicht im HF zurückgehaltenen radioaktiven Stoffe gelangen in die Schachtabwetter und werden über den Diffusor der Schachtanlage Asse II in die Umgebung abgegeben.

Der Ermittlung der Freisetzung radioaktiver Partikel in den Rückholbereich und der Ableitungen in die Umgebung der Schachtanlage Asse II liegen folgende Annahmen und Ansätze zu Grunde:

- Es wird das Aktivitätsinventar der Kammer 7/750 als abdeckend für Kammern mit überwiegend VBA und das Aktivitätsinventar der Kammer 1/750 als abdeckend für Kammern mit überwiegend nVBA herangezogen
- Es wird unterstellt, dass aus 1% der VBA und 50% der nVBA bei der Rückholung Freisetzungen erfolgen. Die VBA haben aufgrund der Betonabschirmung eine deutlich höhere Festigkeit als die nVBA. Bei den nVBA muss unterstellt werden, dass sie in höherem Maße als die VBA mechanischen und chemischen Einwirkungen während der Lagerung und bei der Einlagerung ausgesetzt waren.
- Mit dem maximalen Freisetzunganteil, der in der untersuchten Literatur (s. Kapitel 6.3) angegeben ist, wird die Freisetzung in den Rückholbereich berechnet.
- H-3 und C-14 werden zum Teil gasförmig freigesetzt. Hierzu werden die aus den Jahresableitungen in der Sicherheitsüberprüfung des bestimmungsgemäßen Betriebs der Schachtanlage Asse II /45/ bestimmten konservativen Freisetzungsraten angesetzt. Diese relativen Freisetzungsraten sind auf das Aktivitätsinventar bezogen. Sie betragen 0,01/a für H-3 und 0,0005/a für C-14.
- H-3 und C-14 werden darüber hinaus wie die übrigen Nuklide aerosol-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 264 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

förmig freigesetzt.

- Die Abscheidung durch die Entstaubungsanlage wird konservativ nicht berücksichtigt.
- Die Filteranlage für die Abwetter aus dem Rückholbereich (HF) besteht aus mehreren Filterstufen. Im Vorfilter werden 99% der Partikel mit einem Durchmesser von  $> 10 \mu\text{m}$  abgeschieden. In der Schwebstofffilterstufe wird ein Filterwirkungsgrad von 99,995% (Anforderung HEPA H14) erreicht.
- Es wird konservativ unterstellt, dass das Nuklid H-3 in den Filtern nicht zurückgehalten wird. Die Filter halten ebenfalls keine Gase zurück.
- Mit einem Faktor wird die Anzahl der Kammern, die innerhalb eines Jahres geräumt werden können, berücksichtigt.
- Die Ableitungen erfolgen innerhalb eines Kalenderjahres.

Zur Bestimmung der Freisetzunganteile wird die Systemanalyse Konrad, Teil 3 - Bestimmung störfallbedingter Aktivitätsfreisetzung /32/ herangezogen. Diese enthält den höchsten in der untersuchten Literatur angegebenen Freisetzunganteil bei der Handhabung von Abfallgebinden. In der Systemanalyse Konrad werden für den Fall mechanischer Einwirkungen Abfallgebinde in Abfallproduktgruppen (charakterisiert durch Abfallart und Behandlungsverfahren) unterteilt. Die Freisetzunganteile werden für verschiedene Fallhöhen eines Gebindes in Abhängigkeit von der Abfallproduktgruppe angegeben. Bei den nicht störfallfesten Behältern der Abfallklasse I wird von der Barrierequalität der Behälter kein Kredit genommen. Der höchste Freisetzunganteil tritt auf bei einem Absturz eines Gebindes der Abfallproduktgruppe 01 oder 02 aus 5 m Höhe. Die Freisetzunganteile sind partikelgrößenabhängig angegeben. Die Summe der Freisetzunganteile für das Partikelspektrum mit einem aerodynamisch äquivalentem Durchmesser (AED) von  $>10$  bis  $70 \mu\text{m}$  beträgt 0,029 und für das Partikelspektrum mit einem AED von  $<10 \mu\text{m}$  0,0024. Partikel mit einem aerodynamisch



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 265 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



äquivalentem Durchmesser (AED) von  $< 10 \mu\text{m}$  sind lungengängig und tragen zur Inhalationsdosis bei. Partikel mit einem AED  $> 70 \mu\text{m}$  sind nicht relevant, da sie sich sehr schnell an Boden, Wänden und Strukturen ablagern.

Zur Bestimmung des Nuklidinventars der in den Kammern 7/750 und 1/750 eingelagerten Gebinde wurden die Daten der Datenbank ASSEKAT /34/ verwendet. Da sich die zur Verfügung stehenden Aktivitätsinventare auf den 01.01.1980 oder den 01.01.2005 beziehen, wurden die Aktivitäten auf den 01.01.2010 als Bezugsdatum für einen Beginn der Rückholung umgerechnet. In Tabelle 6.1-1 sind das Nuklidinventar der Kammer 7/750 (Bezugsdatum 01.01.2010) sowie die berechneten Werte für die in den Rückholbereich freigesetzte Aktivität und in die Umgebung (Berücksichtigung des Filterwirkungsgrades des HF) abgeleitete Aktivität dargestellt. Im Quellterm der Kammer 7/750, der ebenfalls in Tabelle 6.1-1 enthalten ist, werden nur Nuklide mit mehr als 10 Bq freigesetzter Aktivität berücksichtigt. Für das Nuklid H-3 wird konservativ keine Filterwirkung berücksichtigt. Die Daten für die Kammer 1/750 sind analog in Tabelle 6.1-2 dargestellt.

Kammer 7/750	Summe Einzel- nuklide (1.1.2010)	freigesetzte Aktivität in den Rückhol- bereich	in die Um- gebung ab- geleitete Aktivität	Quellterm Kammer 7/750	
				Nuklide	Bq
Nuklide	Bq	Bq	Bq	Nuklide	Bq
H-3	1,4E+11	1,8E+07	1,8 E+07	H-3	1,8 E+07
Be-10	1,1E+03	3,3E-02	1,4E-06		
C-14	1,8E+11	6,7E+06	1,4E+06	C-14	1,4E+06
Cl-36	4,6E+08	1,4E+04	6,2E-01		

Kammer 7/750	Summe Einzel- nuklide (1.1.2010)	freigesetzte Aktivität in den Rückhol- bereich	in die Um- gebung ab- geleitete Aktivität	Quellterm Kammer 7/750	
				Nuklide	Bq
<b>Nuklide</b>	<b>Bq</b>	<b>Bq</b>	<b>Bq</b>	<b>Nuklide</b>	<b>Bq</b>
Ca-41	2,4E+05	7,6E+00	3,3E-04		
Co-60	4,1E+11	1,3E+07	5,5E+02	Co-60	5,5E+02
Ni-59	2,2E+10	7,0E+05	3,0E+01	Ni-59	3,0E+01
Ni-63	5,3E+12	1,7E+08	7,2E+03	Ni-63	7,2E+03
Se-79	8,7E+08	2,7E+04	1,2E+00		
Rb-87	4,4E+04	1,4E+00	5,9E-05		
Sr-90	6,1E+13	1,9E+09	8,2E+04	Sr-90	8,2E+04
Zr-93	3,7E+09	1,2E+05	5,0E+00		
Nb-94	5,5E+09	1,7E+05	7,4E+00		
Mo-93	4,9E+07	1,5E+03	6,6E-02		
Tc-99	3,0E+10	9,3E+05	4,0E+01	Tc-99	4,0E+01
Pd-107	2,1E+08	6,5E+03	2,8E-01		
Ag-108m	1,2E+09	3,8E+04	1,6E+00		
Cd-113m	1,1E+10	3,6E+05	1,5E+01	Cd-113m	1,5E+01
Sn-126	1,1E+09	3,5E+04	1,5E+00		
Sb-125	2,9E+09	9,1E+04	3,9E+00		
I-129	6,7E+07	2,1E+03	9,0E-02		
Cs-135	9,1E+08	2,9E+04	1,2E+00		

Kammer 7/750	Summe Einzel- nuklide (1.1.2010)	freigesetzte Aktivität in den Rückhol- bereich	in die Um- gebung ab- geleitete Aktivität	Quellterm Kammer 7/750	
				Nuklide	Bq
Nuklide	Bq	Bq	Bq	Nuklide	Bq
Cs-137	9,7E+13	3,1E+09	1,3E+05	Cs-137	1,3E+05
Ba-133	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00		
Sm-151	8,7E+11	2,7E+07	1,2E+03	Sm-151	1,2E+03
Eu-152	2,9E+09	9,0E+04	3,9E+00		
Eu-154	1,2E+12	3,7E+07	1,6E+03	Eu-154	1,6E+03
Ho-166m	5,5E+05	1,7E+01	7,4E-04		
Pb-210	1,8E+08	5,7E+03	2,5E-01		
Ra-226	8,0E+09	2,5E+05	1,1E+01	Ra-226	1,1E+01
Ra-228	1,3E+00	4,0E-05	1,7E-09		
Th-232	6,2E+01	2,0E-03	8,4E-08		
Pa-231	5,6E+04	1,8E+00	7,5E-05		
U-232	6,0E+07	1,9E+03	8,2E-02		
U-233	4,7E+05	1,5E+01	6,4E-04		
U-234	4,5E+09	1,4E+05	6,1E+00		
U-235	9,2E+07	2,9E+03	1,2E-01		
U-236	1,1E+09	3,4E+04	1,5E+00		
U-238	1,5E+09	4,7E+04	2,0E+00		
Np-237	5,6E+08	1,8E+04	7,6E-01		



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 268 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Kammer 7/750	Summe Einzel- nuklide (1.1.2010)	freigesetzte Aktivität in den Rückhol- bereich	in die Um- gebung ab- geleitete Aktivität	Quellterm Kammer 7/750	
				Nuklide	Bq
Nuklide	Bq	Bq	Bq	Nuklide	Bq
Pu-238	1,8E+13	5,8E+08	2,5E+04	Pu-238	2,5E+04
Pu-239	4,6E+12	1,4E+08	6,2E+03	Pu-239	6,2E+03
Pu-240	6,2E+12	1,9E+08	8,4E+03	Pu-240	8,4E+03
Pu-241	2,9E+14	9,1E+09	3,9E+05	Pu-241	3,9E+05
Pu-242	1,9E+10	6,0E+05	2,6E+01	Pu-242	2,6E+01
Pu-244	3,4E+03	1,1E-01	4,6E-06		
Am-241	3,5E+13	1,1E+09	4,8E+04	Am-241	4,8E+04
Am-242m	6,9E+09	2,2E+05			
Am-243	2,3E+10	7,2E+05	3,1E+01	Am-243	3,1E+01
Cm-243	9,5E+09	3,0E+05	1,3E+01	Cm-243	1,3E+01
Cm-244	4,3E+11	1,3E+07	5,8E+02	Cm-244	5,8E+02
Cm-245	1,5E+08	4,6E+03	2,0E-01		
Cm-246	2,0E+08	6,2E+03	2,7E-01		
Cf-249	2,6E+03	8,1E-02	3,5E-06		
<b>Summen</b>	5,2E+14	1,6E+10	2,0E+07		2,0E+07



**Tabelle 6.1-1 Nuklidinventar der Kammer 7/750 zum 01.01.2010, freigesetzte Aktivität in den Rückholbereich, in die Umgebung abgeleitete Aktivität, Quellterm für die Dosisberechnung**

Kammer 1/750	Summe Einzel- nuklide (1.1.2010)	freigesetzte Aktivität in den Rückhol- bereich	in die Um- gebung ab- geleitete Aktivität	Quellterm Kammer 1/750	
				Nuklide	Bq
Nuklide	Bq	Bq	Bq	Nuklide	Bq
H-3	2,4E+10	1,6E+08	1,6E+08	H-3	1,6E+08
Be-10	3,4E+00	5,4E-03	2,3E-07		
C-14	4,5E+10	8,2E+07	1,7E+07	C-14	1,7E+07
Cl-36	1,2E+08	1,9E+05	8,2E+00		
Ca-41	5,5E+04	8,6E+01	3,7E-03		
Co-60	6,0E+10	9,5E+07	4,1E+03	Co-60	4,1E+03
Ni-59	3,5E+08	5,4E+05	2,3E+01	Ni-59	2,3E+01
Ni-63	1,0E+12	1,6E+09	6,9E+04	Ni-63	6,9E+04
Se-79	2,5E+07	3,9E+04	1,7E+00		
Rb-87	1,4E+03	2,2E+00	9,6E-05		
Sr-90	3,7E+12	5,9E+09	2,5E+05	Sr-90	2,5E+05
Zr-93	1,3E+08	2,0E+05	8,6E+00		
Nb-94	1,3E+09	2,0E+06	8,6E+01	Nb-94	8,6E+01
Mo-93	1,4E+06	2,2E+03	9,5E-02		
Tc-99	1,5E+09	2,4E+06	1,0E+02	Tc-99	1,0E+02
Pd-107	6,3E+06	9,9E+03	4,2E-01		
Ag-108m	2,9E+08	4,5E+05	1,9E+01	Ag-108m	1,9E+01
Cd-113m	4,3E+08	6,8E+05	2,9E+01	Cd-113m	2,9E+01

Kammer 1/750	Summe Einzel- nuklide (1.1.2010)	freigesetzte Aktivität in den Rückhol- bereich	in die Um- gebung ab- geleitete Aktivität	Quellterm Kammer 1/750	
				Nuklide	Bq
Nuklide	Bq	Bq	Bq	Nuklide	Bq
Sn-126	4,4E+07	6,9E+04	2,9E+00		
Sb-125	2,7E+07	4,2E+04	1,8E+00		
I-129	2,4E+06	3,8E+03	1,6E-01		
Cs-135	2,3E+07	3,6E+04	1,6E+00		
Cs-137	5,0E+12	7,9E+09	3,4E+05	Cs-137	3,4E+05
Ba-133	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00		
Sm-151	2,9E+10	4,5E+07	1,9E+03	Sm-151	1,9E+03
Eu-152	6,3E+07	9,9E+04	4,3E+00		
Eu-154	1,4E+10	2,2E+07	9,4E+02	Eu-154	9,4E+02
Ho-166m	5,6E+03	8,7E+00	3,8E-04		
Pb-210	3,1E+10	4,8E+07	2,1E+03	Pb-210	2,1E+03
Ra-226	5,6E+10	8,7E+07	3,8E+03	Ra-226	3,8E+03
Ra-228	2,5E+08	3,9E+05	1,7E+01	Ra-228	1,7E+01
Th-232	1,1E+10	1,8E+07	7,6E+02	Th-232	7,6E+02
Pa-231	1,4E+03	2,2E+00	9,5E-05		
U-232	5,7E+07	8,9E+04	3,8E+00		
U-233	9,2E+05	1,4E+03	6,2E-02		
U-234	3,1E+11	4,9E+08	2,1E+04	U-234	2,1E+04

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 271 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Kammer 1/750	Summe Einzel- nuklide (1.1.2010)	freigesetzte Aktivität in den Rückhol- bereich	in die Um- gebung ab- geleitete Aktivität	Quellterm Kammer 1/750	
				Nuklide	Bq
Nuklide	Bq	Bq	Bq	Nuklide	Bq
U-235	1,4E+10	2,2E+07	9,3E+02	U-235	9,3E+02
U-236	2,7E+09	4,2E+06	1,8E+02	U-236	1,8E+02
U-238	2,9E+11	4,6E+08	2,0E+04	U-238	2,0E+04
Np-237	1,0E+08	1,6E+05	6,9E+00		
Pu-238	3,5E+12	5,6E+09	2,4E+05	Pu-238	2,4E+05
Pu-239	2,5E+12	3,9E+09	1,7E+05	Pu-239	1,7E+05
Pu-240	2,3E+12	3,6E+09	1,6E+05	Pu-240	1,6E+05
Pu-241	8,1E+13	1,3E+11	5,5E+06	Pu-241	5,5E+06
Pu-242	4,0E+09	6,3E+06	2,7E+02	Pu-242	2,7E+02
Pu-244	2,1E+02	3,2E-01	1,4E-05		
Am-241	1,4E+13	2,1E+10	9,2E+05	Am-241	9,2E+05
Am-242m	1,4E+08	2,2E+05	9,4E+00		
Am-243	2,0E+08	3,2E+05	1,4E+01	Am-243	1,4E+01
Cm-243	5,9E+07	9,3E+04	4,0E+00		
Cm-244	1,8E+09	2,9E+06	1,2E+02	Cm-244	1,2E+02
Cm-245	4,0E+05	6,3E+02	2,7E-02		
Cm-246	2,5E+05	3,9E+02	1,7E-02		
Cf-249	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00		

  	Schachtanlage Asse II		
		Seite 272 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Kammer 1/750	Summe Einzel- nuklide (1.1.2010)	freigesetzte Aktivität in den Rückhol- bereich	in die Um- gebung ab- geleitete Aktivität	Quellterm Kammer 1/750	
				Nuklide	Bq
Nuklide	Bq	Bq	Bq	Nuklide	Bq
Summen	1,1 E+14	1,8E+11	1,8E+08		1,8E+08



**Tabelle 6.1-2 Nuklidinventar der Kammer 1/750 zum 01.01.2010, freigesetzte Aktivität in den Rückholbereich, in die Umgebung abgeleitete Aktivität, Quellterm für die Dosisberechnung**

Für die Ausbreitungs- und Dosisberechnung wird konservativ angenommen, dass die abgeleiteten Partikel einen aerodynamisch äquivalenten Durchmesser (AED) von  $< 10 \mu\text{m}$  haben.

Bei der Behandlung der rückgeholten Gebinde in der Transportbereitstellungshalle (TBH) ist ebenfalls mit der Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Raumluft zu rechnen. Die Behandlung findet in lüftungstechnisch abgeschlossenen Caissonbereichen statt. Die Abluft der Caissonbereiche wird gefiltert. Da die Abfälle unter Tage bereits teilkonditioniert und umverpackt werden, ist das Freisetzungspotential wesentlich geringer als bei der Rückholung unter Tage. Die Behandlung in der TBH erfolgt zudem langsamer als die Rückholung, so dass auch hieraus geringere Ableitungen innerhalb eines Jahres resultieren. Aufgrund dieser Randbedingungen sowie der konservativen Annahmen zur Quelltermbestimmung im Rückholbereich tragen die Ableitungen aus der Transportbereitstellungshalle nicht signifikant zur Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse II bei.

Die Ableitung der Abwetter aus dem Untertagebereich der Schachtanlage Asse II in die Umgebung erfolgt über den Diffusor neben der Schachthalle. Der Diffusor hat nach Angaben in der Studie /23/ eine Höhe von 11 m über Grund. Die Aus-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 273 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

breitung wird von den umliegenden Gebäuden - insbesondere der Schachthalle - und der Orografie beeinflusst. Die kürzeste Entfernung zwischen dem Diffusor und dem Zaun des Betriebsgeländes beträgt rund 50 m in nordöstlicher Richtung.

#### Dosisberechnung für den derzeitigen Betrieb der Schachtanlage Asse II



Zusätzlich zu den Ableitungen im Rückholbetrieb sind als Vorbelastung des Standortes die tatsächlichen Ableitungen des derzeitigen Betriebs der Schachtanlage Asse II zu berücksichtigen.

Die Strahlenexposition in der Umgebung durch die tatsächlichen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus der Schachtanlage Asse II wurden in der Studie /23/ auf Basis der Ableitungen des Jahres 2000 berechnet und sind in Tabelle 6.1-3 angegeben.

Nuklid	Bq/a
H-3	5,5E+10
C-14	8,0E+08
Pb-210	1,6E+06
Rn-222	8,4E+10
Rn-222-Fp	4,2E+10
(Rn-222 im Gleichgewicht mit seinen kurzlebigen Folgeprodukten)	

**Tabelle 6.1-3 Bisherige Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus Schacht Asse 2 (Jahr 2000)**

Die Ableitungen der einzelnen Radionuklide in den Folgejahren schwanken wenig, wie aus den Jahresberichten Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 274 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



im Bereich der Schachtanlage Asse II entnommen werden kann. Daher sind die Daten des Jahres 2000 als Basis für die Dosisberechnung der Vorbelastung des Standortes geeignet.

In der folgenden Tabelle 6.1-4 sind die Ergebnisse der Berechnung aus der Studie /23/ an der ungünstigsten Einwirkungsstelle (am Zaun des Betriebsgeländes 50 m nordöstlich des Diffusors) für alle Altersgruppen - jeweils effektive Dosis und die Dosis der Organe mit den im Verhältnis zu den Organdosisgrenzwerten des § 49 StrlSchV höchsten Dosiswerten (kritisches Organ) - dargestellt.

	<b>effektive Dosis</b>	<b>kritisches Organ</b>	<b>Organdosis</b>
Altersgruppe	$\mu\text{Sv/a}$		$\mu\text{Sv/a}$
$\leq 1$ a	13	rotes Knochenmark	31
$> 1$ bis $\leq 2$ a	10	rotes Knochenmark	22
$> 2$ bis $\leq 7$ a	10	rotes Knochenmark	19
$> 7$ bis $\leq 12$ a	10	Knochenoberfläche	110
$> 12$ bis $\leq 17$ a	9	Knochenoberfläche	180
$> 17$ a	6	Knochenoberfläche	56

**Tabelle 6.1-4 Strahlenexposition durch die tatsächlichen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus Schacht Asse 2 an der ungünstigsten Einwirkungsstelle (nach /23/)**

Die höchste effektive Dosis beträgt  $13 \mu\text{Sv/a}$  für die Altersgruppe der Kinder unter einem Jahr.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 275 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



### Dosisberechnungen für den Rückholbetrieb

Zur Ermittlung der durch die Ableitungen bei der Rückholung möglichen Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage werden die Programme EX-PO47 /38/ und BSAVVL /44/ eingesetzt, die auf dem Entwurf der AVV /36/ zu § 47 StrlSchV basieren. Es wird vorausgesetzt, dass die Ableitungen gleichmäßig über das Jahr verteilt erfolgen. Die in der Studie /23/ ermittelten maximalen Ausbreitungsfaktoren für Aufpunkte außerhalb des Betriebsgeländes sind in Tabelle 6.1-5 angegeben. Sie werden für die Ausbreitungsrechnung herangezogen.

<b>Ausbreitungsfaktor</b>	<b>Einheit</b>	<b>Gesamtjahr</b>	<b>Sommerhalbjahr</b>
Ausbreitungsfaktor für bodennahe Konzentration	m <sup>-2</sup>	4,65E-05	5,01E-05
Washoutfaktor	m <sup>-2</sup>	7,8E-10	1,5E-09
Ausbreitungsfaktor für Gamma-submersion (1 MeV)	s/m <sup>2</sup>	3,5E-03	-
Ausbreitungsfaktor für Gamma-submersion (0,1 MeV)	s/m <sup>2</sup>	4,6E-03	-

**Tabelle 6.1-5 Ausbreitungsfaktoren aus /23/ für die Ausbreitungsrechnung**



Es werden keine Restriktionen bezüglich der Aufenthaltsdauer und der Ingestion unterstellt. Wie auch in der Studie /23/ sind die ungünstigste Einwirkungsstelle am Zaun des Betriebsgeländes 50 m nordöstlich des Diffusors (kürzeste Entfernung) gewählt worden.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 276 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die Ergebnisse der Berechnungen der möglichen Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Rückholung der LAW aus den Kammer 7/750 und 1/750 sind in den Tabelle 6.1-6 und Tabelle 6.1-7 dargestellt.

	<b>effektive Dosis</b>	<b>kritisches Organ</b>	<b>Organdosis</b>
Altersgruppe	$\mu\text{Sv/a}$		$\mu\text{Sv/a}$
$\leq 1\text{ a}$	0,2	Knochenoberfläche	3,5
$> 1\text{ bis } \leq 2\text{ a}$	0,1	Knochenoberfläche	1,7
$> 2\text{ bis } \leq 7\text{ a}$	0,1	Knochenoberfläche	2,3
$> 7\text{ bis } \leq 12\text{ a}$	0,1	Knochenoberfläche	3,6
$> 12\text{ bis } \leq 17\text{ a}$	0,2	Knochenoberfläche	4,8
$> 17\text{ a}$	0,2	Knochenoberfläche	5,7

**Tabelle 6.1-6 Mögliche Strahlenexposition durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe während der Rückholung der LAW aus Kammer 7/750 an der ungünstigsten Einwirkungsstelle**



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 277 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

	effektive Dosis	kritisches Organ	Organdosis
Altersgruppe	$\mu\text{Sv/a}$		$\mu\text{Sv/a}$
$\leq 1\text{ a}$	2,9	Knochenoberfläche	57
$> 1\text{ bis } \leq 2\text{ a}$	1,3	Knochenoberfläche	27
$> 2\text{ bis } \leq 7\text{ a}$	1,5	Knochenoberfläche	38
$> 7\text{ bis } \leq 12\text{ a}$	2,0	Knochenoberfläche	59
$> 12\text{ bis } \leq 17\text{ a}$	2,2	Knochenoberfläche	77
$> 17\text{ a}$	2,5	Knochenoberfläche	97

**Tabelle 6.1-7 Mögliche Strahlenexposition durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe während der Rückholung der LAW aus Kammer 1/750 an der ungünstigsten Einwirkungsstelle**

Für die Berechnung der Strahlenexposition durch die Rückholung der LAW ist zu berücksichtigen, wie viele Kammern innerhalb eines Jahres geräumt werden können. Gemäß den Zeitplänen Variante 1 bis Variante 4 (Anlage 7 bis Anlage 10) werden maximal 4 Kammern innerhalb eines Jahres geräumt, in der Variante 1 maximal 3 Kammern. Abdeckend für die Variante 1 wird daher der Quellterm der Kammer 7/750 mit einem Faktor 3 multipliziert. In den Varianten 2 bis 4 wird der Quellterm der Kammer 1/750 mit einem Faktor 4 multipliziert.

Die Ergebnisse der Berechnungen der potentiellen Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Rückholung der LAW sind in den Tabelle 6.1-8 und Tabelle 6.1-9 dargestellt.


 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 278 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

	effektive Dosis	kritisches Organ	Organdosis
Altersgruppe	μSv/a		μSv/a
≤ 1a	0,6	Knochenoberfläche	11
> 1 bis ≤ 2 a	0,3	Knochenoberfläche	5
> 2 bis ≤ 7 a	0,3	Knochenoberfläche	7
> 7 bis ≤ 12 a	0,4	Knochenoberfläche	11
> 12 bis ≤ 17 a	0,5	Knochenoberfläche	14
> 17 a	0,5	Knochenoberfläche	17

**Tabelle 6.1-8 Mögliche Strahlenexposition durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe während der Rückholung der LAW (Variante 1) an der ungünstigsten Einwirkungsstelle**

	effektive Dosis	kritisches Organ	Organdosis
Altersgruppe	μSv/a		μSv/a
≤ 1a	12	Knochenoberfläche	228
> 1 bis ≤ 2 a	5	Knochenoberfläche	108
> 2 bis ≤ 7 a	6	Knochenoberfläche	152
> 7 bis ≤ 12 a	8	Knochenoberfläche	236
> 12 bis ≤ 17 a	9	Knochenoberfläche	308
> 17 a	10	Knochenoberfläche	388

**Tabelle 6.1-9 Mögliche Strahlenexposition durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe während der Rückholung der LAW (Varianten 2 bis 4) an der ungünstigsten Einwirkungsstelle**



	Schachtanlage Asse II		
		Seite 279 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung für den Rückholbetrieb unter Berücksichtigung der Vorbelastung am Standort

Die Summe der Strahlenexposition durch den Normalbetrieb der Rückholung - Variante 1 - (s. Tabelle 6.1-8) und den bisherigen Betrieb der Schachtanlage Asse II (s. Tabelle 6.1-4) sind in Tabelle 6.1-10 zusammengestellt.

Dosis	effektiv	prozentualer Anteil am Grenzwert (§ 47 StrlSchV)	kritisches Organ	prozentualer Anteil am Organdosisgrenzwert (§ 47 StrlSchV)
Altersgruppe	μSv/a	%	μSv/a, Organ	%
≤ 1 a	14	5	33 rotes Knochenmark	11
> 1 bis ≤ 2 a	10	3	23 rotes Knochenmark	8
> 2 bis ≤ 7 a	10	3	20 rotes Knochenmark	7
> 7 bis ≤ 12 a	10	3	121 Knochenoberfläche	7
> 12 bis ≤ 17 a	10	3	194 Knochenoberfläche	11
> 17 a	7	2	73 Knochenoberfläche	4

**Tabelle 6.1-10 Summe der Strahlenexposition durch den Normalbetrieb der Rückholung - Variante 1 - (s. Tabelle 6.1-8) und den bisherigen Betrieb der Schachtanlage Asse II (s. Tabelle 6.1-4)**



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 280 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die Summe der Strahlenexposition durch den Normalbetrieb der Rückholung - Varianten 2 bis 4 - (s. Tabelle 6.1-9) und den bisherigen Betrieb der Schachtanlage Asse II (s. Tabelle 6.1-4) sind in Tabelle 6.1-11 zusammengestellt. Die in Tabelle 6.1-4 nicht enthaltenen Organdosiswerte für die rote Knochenoberfläche der Altersgruppen > 2 bis ≤ 7 Jahre wurden der Studie /23/ entnommen.

Dosis	effektiv	prozentualer Anteil am Grenzwert (§ 47 StrlSchV)	kritisches Organ	prozentualer Anteil am Organdosisgrenzwert (§ 47 StrlSchV)
Altersgruppe	μSv/a	%	μSv/a, Organ	%
≤ 1 a	25	8	69 rotes Knochenmark	23
> 1 bis ≤ 2 a	15	5	37 rotes Knochenmark	12
> 2 bis ≤ 7 a	16	5	224 Knochenoberfläche	12
> 7 bis ≤ 12 a	18	6	346 Knochenoberfläche	19
> 12 bis ≤ 17 a	18	6	488 Knochenoberfläche	27
> 17 a	16	5	444 Knochenoberfläche	25

**Tabelle 6.1-11** Summe der Strahlenexposition durch den Normalbetrieb der Rückholung - Varianten 2 bis 4 - (s. Tabelle 6.1-9) und den bisherigen Betrieb der Schachtanlage Asse II (s. Tabelle 6.1-4)



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 281 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die Grenzwerte des § 47 StrlSchV betragen für die effektive Dosis 300  $\mu\text{Sv/a}$ , für das rote Knochenmark 300  $\mu\text{Sv/a}$  und für die Knochenoberfläche 1800  $\mu\text{Sv/a}$ . Das rote Knochenmark und die Knochenoberfläche weisen - je nach Variante - die im Verhältnis zu den Organdosisgrenzwerte des § 47 StrlSchV höchsten Dosiswerte auf (kritisches Organ).



Die Ergebnisse für die Variante 1 (Tabelle 6.1-10) zeigen, dass in Summe eine effektive Dosis an der ungünstigsten Einwirkungsstelle von 14  $\mu\text{Sv/a}$  (Altersgruppe  $\leq 1$  Jahr) zu erwarten ist. Dies entspricht einem Ausschöpfungsgrad des Grenzwertes des § 47 StrlSchV von 5 %. Das kritische Organ ist das rote Knochenmark. Der höchste Ausschöpfungsgrad des Organdosisgrenzwertes des § 47 StrlSchV für das rote Knochenmark beträgt 11 % (Altersgruppe  $\leq 1$  Jahr).

Die Ergebnisse für die Varianten 2 bis 4 (Tabelle 6.1-11) zeigen, dass in Summe eine effektive Dosis an der ungünstigsten Einwirkungsstelle von 25  $\mu\text{Sv/a}$  (Altersgruppe  $\leq 1$  Jahr) zu erwarten ist. Dies entspricht einem Ausschöpfungsgrad des Grenzwertes des § 47 StrlSchV von 8 %. Das kritische Organ ist die Knochenoberfläche. Der höchste Ausschöpfungsgrad des Organdosisgrenzwertes des § 47 StrlSchV für die Knochenoberfläche beträgt 27 % (Altersgruppe  $> 12$  bis  $\leq 17$  Jahre).

#### Direktstrahlung der Transportbereitstellungshalle

Es ist geplant, die rückgeholten Gebinde in einer Transportbereitstellungshalle vor Ort zu lagern (s. Kapitel 3.3.5). Die Lage der Halle auf oder in der Nähe des Betriebsgeländes steht noch nicht fest.

Die mögliche Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Direktstrahlung der in der Transportbereitstellungshalle (TBH) gelagerten Gebinde wurde mit folgenden Randbedingungen abgeschätzt:

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 282 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



- Die Direktstrahlung der unverpackten Gebinde im Eingangslager der TBH ist höher als die Direktstrahlung der endlagergerecht verpackten Gebinde, da die Endlagergebäude mit einer Abschirmung versehen sind.
- Von den unverpackten Gebinden haben die VBA höhere volumenbezogene Aktivitätsinventare als die nVBA. Es wurden kammerweise gemittelte volumenbezogene Aktivitätsinventare bestimmt. Der höchste Wert ergibt sich für VBA der Kammer 7/750 mit rund  $1,7E+05$  Bq/cm<sup>3</sup> Cs-137 und  $1,2E+03$  Co-60 (bezogen auf den 1.1.2005).
- Die VBA im Eingangslager sind 2-fach liegend gestapelt, die Reihe ist 30 m lang, der Abstand zur Hallenwand beträgt 0,3 m, die Dicke der Hallenwand beträgt 0,7 m, die Hallenwand ist aus Beton.

Die Berechnung der Direktstrahlung erfolgt mit dem Programm Micro-Shield /39/.

Die berechnete Dosisleistung in zehn Meter Abstand von der Außenwand der Halle beträgt ca.  $0,025$   $\mu$ Sv/h. Bei unterstelltem Daueraufenthalt (8.760 Stunden im Jahr) einer Einzelperson der Bevölkerung in zehn Meter Abstand zur Transportbereitstellungshalle würde die Dosis durch die Direktstrahlung rund  $0,2$  mSv/a betragen. Durch einen noch größeren Abstand, aber auch durch zusätzliche Abschirmmaßnahmen und ein geeignetes Einlagerungsmanagement lässt sich diese Dosis noch weiter reduzieren.

#### Zusammenfassende Bewertung der Strahlenexposition der Bevölkerung

Abschließend ist zu untersuchen, ob der in § 46 (1) StrlSchV /35/ für Einzelpersonen der Bevölkerung vorgegebene Grenzwert der effektiven Dosis von 1 mSv pro Jahr eingehalten wird. Gemäß § 46 (3) StrlSchV gilt dieser Grenzwert außerhalb des Betriebsgeländes für die Summe der Strahlenexpositionen aus der Direktstrahlung und der Strahlenexposition aus Ableitungen. Die für die Strahlenexposition aus der Direktstrahlung maßgebenden Aufenthaltszeiten richten



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 283 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

sich nach den räumlichen Gegebenheiten des Standortes; liegen keine begründeten Angaben für die Aufenthaltszeiten vor, ist Daueraufenthalt anzunehmen. Der Standort für die Transportbereitstellungshalle steht noch nicht fest. Es wird konservativ unterstellt, dass die Strahlenexpositionen aus der Direktstrahlung der Transportbereitstellungshalle und den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern sich vollständig addieren. Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Wasser erfolgen im bisherigen Betrieb nicht und sind für den Rückholbetrieb nicht geplant. Die Summe der ermittelten effektiven Dosis durch die Rückholung der LAW beträgt demnach ca. 0,2 mSv/a. Der Grenzwert des § 46 (1) StrlSchV von 1 mSv/a für die effektive Dosis von Einzelpersonen der Bevölkerung wird unterschritten.

#### Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Rückholung von LAW und MAW

Die Strahlenexposition bei der Rückholung der MAW wurde in der Studie /7/ ermittelt. Die Strahlenexposition durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Luft aus der Schachtanlage Asse II im derzeitigen Betrieb wird durch die Rückholung der MAW nicht signifikant erhöht. Die Strahlenexposition durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Luft beträgt bei der Rückholung der LAW und MAW somit rund 0,03 mSv/a. Die Dosis durch die Direktstrahlung in zehn Meter Abstand zur Transportbereitstellungshalle beträgt bei der Rückholung der MAW weniger als 0,4 mSv/a. Dieser Wert ist abdeckend auch für die Rückholung der LAW. Die Summe der konservativ ermittelten effektiven Dosis durch die Rückholung der LAW und MAW beträgt demnach rund 0,4 mSv/a. Der Grenzwert des § 46 (1) StrlSchV von 1 mSv/a für die effektive Dosis von Einzelpersonen der Bevölkerung wird bei der Rückholung von LAW und MAW unterschritten.

Welche weiteren Möglichkeiten zur Reduzierung der Strahlenexposition der Bevölkerung im Normalbetrieb (gemäß § 6 StrlSchV) existieren, war nicht Gegenstand dieser Studie.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 284 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 6.2 Potentielle Strahlenexposition des Personals

Für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage fällt je nach der gewählten Variante eine unterschiedliche Kollektivdosis für das Personal unter und über Tage an. Die Kollektivdosis kann aus den einzelnen Schritten der Rückholung, deren Dauer und den Abständen des Personals von den Gebinden sowie der erwarteten Ortsdosisleistung der Gebinde abgeschätzt werden.

Die verschiedenen Arbeitsschritte ergaben sich aus der Zeitplanung der Rückholung. In Verbindung mit den geplanten Zeiten für die einzelnen Arbeitsschritte kann aus diesen Daten für jede Variante der Rückholung die erwartete Kollektivdosis ermittelt werden.

Die Dosisleistung der Gebinde wurde ermittelt, in dem die Aktivität der die Dosisleistung bestimmenden Nuklide Cs-137 und Co-60 für die Gebindeklasse VBA und nVBA anhand der Daten aus der ASSEKAT-Datenbank analysiert wurde. Dabei wurde für jede Kammer eine mittlere Dosisleistung jeweils für VBA und für nVBA bestimmt. In die Berechnung wurde die Abschirmwirkung der VBA mit 20 cm Beton berücksichtigt. Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass alle Gebinde mit Beton verfüllt sind. Für die Handhabung der Gebinde wird unterstellt, dass sich das Personal im Mittel in einem Abstand von 3 m von den Gebinden befindet. Dieser Abstand beschreibt in realistischer Weise den zu erwartenden Abstand des Personals von den Gebinden in der Einlagerungskammer. Grundsätzlich ist eine vorhandene Abschirmwirkung des Salzgruses nicht berücksichtigt worden.

Die erwartete Ortsdosisleistung in 3 m Abstand von den Gebinden ist für die einzelnen Kammern in Tabelle 6.2-1 dargestellt.

Eine vollständig fernbediente Gewinnung der Gebinde wird aufgrund der verschiedenen Einlagerungstechniken in den unterschiedlichen Einlagerungskammern nicht möglich sein; insbesondere in den Einlagerungskammern, in denen die Gebinde verstürzt worden und anschließend mit Salzgrus überdeckt worden

sind. Dies betrifft die Kammer 2/750 Na<sub>2</sub> sowie die Kammern 5/750, 6/750, 7/750, 8/750 und 10/750 und die Kammer 7/725 Na<sub>2</sub>. Für die Berechnung wurde konservativ angesetzt, dass 70 % der Gebinde mittels manueller Bedienung der Maschinen geborgen werden müssen. Für die anderen Kammern wurde angenommen, dass 70 % der Gebinde fernhantiert gewonnen werden können.



Kammer	7/ 725 Na <sub>2</sub>	2/ 750 Na <sub>2</sub>	10/ 750	8/ 750	5/ 750	6/ 750	7/ 750	11/ 750	12/ 750	2/ 750	1/ 750
DL nVBA/ μSvh <sup>-1</sup>	13	22	14	6	8	18	8	12	11	42	14
DL VBA/ μSvh <sup>-1</sup>	3	-	3,3	-	13	24	30	14	14	0,3	-

**Tabelle 6.2-1 Mittlere Dosisleistung der VBA und nVBA in 3 m Abstand. Die Dosisleistung der Gebinde in Kammer 4/750 wurde aufgrund der geringen Aktivität des Inventars nicht dargestellt. Angaben in μSvh<sup>-1</sup>**

Die Fahrzeuge für die Gebindengewinnung und den Gebindetransport werden mit einer Abschirmung der Fahrerkabine versehen. Für diese Abschirmung ist ein Abschirmfaktor 5 vorgesehen worden.

In Verbindung mit der Anzahl von VBA und nVBA (Sonderverpackungen wurden den nVBA zugerechnet, s. Kapitel 2.8.1) und den in Kapitel 5.2.2 beschriebenen Zeiten für die verschiedenen Handhabungsschritte wurde für jede der Varianten die Kollektivdosis für das Personal bestimmt.



Eine Zusammenfassung der Kollektivdosen für die unterschiedlichen Varianten findet sich in Tabelle 6.2-2.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 286 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Ort	Variante 1	Variante 2	Varianten 3 und 4
Dosis ELK	13,6	39,6	387,5
Dosis Fahrer unter Tage	4,7	7,5	48,4
Umladung	2,6	6,2	14,6
Transport zum Schacht / Verladung	2,1	6,2	4,2
Transport vom Schacht zur TBH	3,5	7,7	5,9
Konditionierung der Ge- binde	7,7	12,4	26,3
Transportbereitstellung der Gebinde	1,3	5,0	2,3
Endlagerung	9,0	12,6	61,1
Summe	44,4	97,4	550,3

**Tabelle 6.2-2 Zusammenstellung der Strahlenexposition des Personals für die Rückholung der Gebinde in mSv**

Die Varianten 3 und 4 wurden nicht mehr differenziert betrachtet, da der Prozess der Gebinderückholung hier identisch ist. Die Varianten unterscheiden sich nur in den notwendigen Arbeiten zur Freigabe der Einlagerungskammern aus dem Geltungsbereich des AtG in der Variante 4. Für diese Arbeiten ist keine zusätzliche Strahlenexposition des Personals unterstellt worden, da die Dekontaminationsarbeiten in den Kammern mit einer vernachlässigbaren Exposition aus Direktstrahlung einhergehen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 287 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Die maximalen Personendosen ergeben sich für diejenigen Mitarbeiter, die in den Einlagerungskammern die Gebinde bergen. In den Varianten 3 und 4 beträgt die Kollektivdosis der Mitarbeiter in den Einlagerungskammern 387,5 mSv. Diese Dosis wird sich in erster Linie auf die Fahrer des Fahrzeuges, welche die Gebinde freilegen, sowie die Fahrer des Transportfahrzeuges in der Einlagerungskammer verteilen. Unter der Annahme, dass die Rückholung der Gebinde ca. 3 Jahre dauert und für die Tätigkeiten in den Einlagerungskammern ca. 13 Mitarbeiter eingesetzt werden, fallen im Mittel pro Person 9,9 mSv/a an. Dieser Wert ist für die Varianten 1 und 2 abdeckend, da in diesen Fällen die maximale Individualdosis geringer ist (Variante 1 ca. 1 mSv, Variante 2 ca. 3 mSv). Somit wird der Grenzwert für die Personendosis nach StrlSchV /35/ von 20 mSv/a eingehalten werden. Alle anderen Tätigkeiten sind ebenfalls mit einer Strahlenexposition für das Personal verbunden, die bei dem vorgesehenen Personaleinsatz die maximale Personendosis von 20 mSv/a für strahlenexponierte Personen der Kat. A deutlich unterschreiten.

### 6.3 Störfälle

#### Störfallanalyse und radiologisch relevante Störfälle

Die in dieser Machbarkeitsstudie beschriebenen Betriebsabläufe bei der Rückholung der LAW Abfälle und die davon berührten Betriebsbereiche wurden auf mögliche Störfälle mit Aktivitätsfreisetzung analysiert. Es wurden außerdem Störfallanalysen des derzeitigen Betriebs der Schachtanlage Asse II und weiterer Anlagen zur Einlagerung radioaktiver Abfälle herangezogen (/16/, /25/, /27/, /30/ und /32/) vor allem um die Vollständigkeit zu überprüfen und Vorsorgemaßnahmen abzuleiten.



Ereignisse, die zu vergleichbaren Freisetzungen in einem Betriebsbereich führen oder durch andere Ereignisse abgedeckt sind, werden zusammengefasst.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 288 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



In der Tabelle 6.3-1 sind die Störfälle zusammengestellt, die während der Rückholung der LAW zu Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung der Schachtanlage Asse II führen könnten. Es werden wichtige Randbedingungen und Vorsorgemaßnahmen genannt. Die radiologischen Auswirkungen in der Umgebung werden unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen und Vorsorgemaßnahmen qualitativ beschrieben. Mit dem Begriff „Rückholbereich“ ist der für die Rückholung einzurichtende Sperr- und Kontrollbereich gemeint.

	<b>Störfall</b>	<b>Randbedingungen/Vorsorge</b>	<b>Auswirkungen</b>
	<b>unter Tage</b>		
a.	Filterversagen (Filterung der Abwetter aus dem Rückholbereich)	Auslegung: Redundante Filter übernehmen die Filterung	Keine bis geringe Erhöhung der Emissionen
b.	Versagen des Lüftungsabschlusses (Unterdruckhaltung im Rückholbereich)	Vorsorgemaßnahmen: Notstromversorgung, redundante Auslegung insbesondere redundante Lüfter	Bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen keine störfallbedingten Auswirkungen
c.	Absturz von schweren Lasten auf Gebinde (Löserfall)	Vorsorgemaßnahmen: Überwachung und Sicherung / Nachbearbeitung der Firste	Bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen keine störfallbedingten Auswirkungen





 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 289 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



	<b>Störfall</b>	<b>Randbedingungen/Vorsorge</b>	<b>Auswirkungen</b>
d.	<p>Absturz von Gebinden auf den Transportstrecken und Übergabestellen</p>	<p>Abhängig von der Art der Gebinde und den Transportrandbedingungen (Fallhöhe, Aufprallgeschwindigkeit, Anzahl betroffener Gebinde)</p>	<p>a) innerhalb des Lüftungsabschlusses keine bis geringe Erhöhung der Emissionen</p> <p>b) außerhalb des Lüftungsabschlusses (Schachtnähe) ungefilterte Freisetzung möglich</p>
e.	<p>Verpuffung/Explosion bei der Handhabung von Abfallgebinden</p> <p>(infolge Gasbildung im Gebinde / Freisetzung von Lösungsmitteln u.ä.)</p>	<p>Vorsorgemaßnahmen: Überwachung der Luft zur frühzeitigen Erkennung von Gasen</p>	<p>Bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen kann das Entstehen explosiver Gemische verhindert werden; daher keine störfallbedingten Auswirkungen</p>
f.	<p>Auslaufen von Flüssigkeiten</p>	<p>Vorsorgemaßnahmen: Auffangvorrichtungen vorsehen</p> <p>(Ein Auslaufen von Flüssigkeiten in den Einlagerungskammern kann nicht verhindert werden. Dies ist kein Störfall, sondern wird dem Normalbetrieb zugerechnet.)</p>	<p>Bei entsprechenden Auffangvorrichtungen im Bereich der Umverpackung und Konditionierung keine störfallbedingten Auswirkungen</p>

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 290 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

	<b>Störfall</b>	<b>Randbedingungen/Vorsorge</b>	<b>Auswirkungen</b>
g.	Brandfälle unter Tage (Fahrzeugbrand, Filterbrand, Verpuffung mit Brand)	Vorsorgemaßnahmen:  Filterbrand: Vorsorge durch nicht brennbare Filtermaterialien  Übrige Brände: umfassende Vorsorge gegen Brandentstehung, Einrichtungen zur Branderkennung und schnelle Brandlöscheinrichtungen	Bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen keine störfallbedingten Auswirkungen
h.	Lastabsturz im Förderschacht  - bei der Beladung des Förderkorbes  - Absturz des Förderkorbes	Vorsorgemaßnahmen:  Verriegelung des Schachtzugangs  Ertüchtigung der Schachtförderanlage (Bremsvorrichtung)	Bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen keine störfallbedingten Auswirkungen
i.	Erdbeben	Vorsorgemaßnahmen:  Schacht: Das Fördergerüst ist für das Bemessungserdbeben (s. /43/) zu ertüchtigen.  Rückholbereich: Die Lüftungsanlage mit Filter im Rückholbereich ist so zu schützen, dass Erdbebenauswirkungen nicht zu einer Beeinträchtigung der Unterdruckhaltung u. Filterung führt	Bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen keine störfallbedingten Auswirkungen

  	Schachtanlage Asse II		
		Seite 291 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

	<b>Störfall</b>	<b>Randbedingungen/Vorsorge</b>	<b>Auswirkungen</b>
	<b>über Tage</b>		
j.	Transportunfall zwischen Schacht und Transportbereitstellungshalle (TBH) und innerhalb der TBH - umverpackte Gebinde - endlagergerecht verpackte Gebinde	Abhängig von der Art der Gebinde und den Transportrandbedingungen (Fallhöhe, Aufprallgeschwindigkeit, Anzahl betroffener Gebinde) sowie dem Ort des Störfalls	a) innerhalb der Caissonbereiche der TBH keine bis geringe Erhöhung der Emissionen  b) außerhalb der Caissonbereiche der TBH und im Freien ungefilterte Freisetzung möglich
k.	Handhabungsfehler (Gebindeabsturz) in der TBH	Abhängig von der Art der Gebinde und der Handhabungsbedingungen (Fallhöhe, Anzahl betroffener Gebinde)	a) innerhalb der Caissonbereiche keine bis geringe Erhöhung der Emissionen  b) außerhalb der Caissonbereiche ungefilterte Freisetzung möglich
l.	Brände in der Transportbereitstellungshalle einschl. Filterbrand	Vorsorgemaßnahmen: Filterbrand: Vorsorge durch nicht brennbare Filtermaterialien  Übrige Brände: umfassende Vorsorge gegen Brandentstehung, Einrichtungen zur Branderkennung und schnelle Brandlöscheinrichtungen	Bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen keine störfallbedingten Auswirkungen

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 292 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



	Störfall	Randbedingungen/Vorsorge	Auswirkungen
m.	Erdbeben - Absturz von Teilen der Schachthalle auf Gebinde, die sich kurzzeitig in der Schachthalle befinden - Transportbereitstellungshalle	Vorsorgemaßnahmen: Schachthalle: Erdbebensichere Überbauung des Bereichs der Schachthalle, in dem sich die Gebinde befinden  Erdbebensichere Auslegung der Halle und der Hebezeuge; keine stehende Stapelung von Eingangsgebinden, liegende Stapelung von Eingangsgebinden in festen Stellagen	Bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen keine störfallbedingten Auswirkungen

**Tabelle 6.3-1 Mögliche radiologische Störfälle bei der Rückholung der LAW**

Die Folgen einer auslegungsüberschreitenden Zutrittsrate der Deckgebirgslösung /31/ und damit verbunden ein Absaufen der Grube hätte nur solche Folgen für die Umgebung der Schachtanlage Asse II, die auch eintreten würden, wenn die Rückholung nicht stattfinden würde (Näheres hierzu s. Kapitel 6.4). Dieses Ereignis wird darum nicht als Auswirkung der Rückholung betrachtet.

#### Festlegung der radiologisch relevanten Störfälle

Die Luft im Bereich der Einlagerungskammern kann durch die Tätigkeiten erheblich kontaminiert sein. Die wichtigste Maßnahme zur Reduzierung der Ableitungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung der Schachtanlage Asse II bei der Rückholung ist die Sonderbewetterung des Rückholbereiches. Sie hat die Auf-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 293 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

gabe den Rückholbereich auf Unterdruck zu halten und die Abwetter zu filtern (s. Kapitel 3.6.4). Alle Störfälle, die innerhalb der Unterdruckhaltung des Rückholbereiches stattfinden, haben - solange die Unterdruckhaltung und damit die Filterung der Abluft aufrechterhalten bleibt - keine signifikanten radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung der Schachtanlage Asse II. Wichtige Vorsorgemaßnahmen zur Aufrechterhaltung der Unterdruckhaltung und Filterung sind: Redundanter Aufbau (Lüfter und Filter für je 100% des Durchsatzes), innerhalb jeder Redundanz zwei hintereinander durchströmte Filtereinheiten mit gleichem Wirkungsgrad, nicht brennbare Filtermaterialien, Schutz gegen mechanische Einwirkungen wie Konvergenz u. Erdbebenauswirkungen. Die Vorsorge gegen einen Ausfall der Unterdruckhaltung und Filterung wird vorausgesetzt.

Die Kammerfirste und die Strecken, die für die Rückholung genutzt werden, werden überwacht und wann immer erforderlich nachbearbeitet, so dass ein unkontrollierter Löserfall größeren Ausmaßes verhindert wird. Durch diese Vorsorgemaßnahmen können störfallbedingte Auswirkungen ausgeschlossen werden.

Brände können durch ausreichende Vorsorgemaßnahmen verhindert werden (z.B. Filter aus nicht brennbaren Materialien, geringe Brandlasten im Rückholbereich) und ggf. durch Einrichtungen zur Branderkennung und schnelle Lösch-einrichtungen (z.B. an Fahrzeugen) sofort unterdrückt werden. Mit diesen Vorsorgemaßnahmen können radiologisch relevante Auswirkungen von Bränden ausgeschlossen werden. Es ist außerdem zu verhindern, dass Brandgase aus dem übrigen Grubenbereich in den Rückholbereich gelangen, damit die Filtereinheiten nicht beeinträchtigt werden.

Es ist nicht Gegenstand der vorliegenden Studie zu prüfen, ob durch die Beschaffenheit und Zusammensetzung der eingelagerten Abfälle in Verbindung mit den Rückholtätigkeiten explosive Gemische entstehen können. Bei entsprechenden Vorsorgemaßnahmen zur Überwachung der Luft zur frühzeitigen Er-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 294 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



kennung der Entstehung von explosiven Gemischen können Störfallauswirkungen ausgeschlossen werden.

Zur Verhinderung eines Absturzes von Gebinden im Förderschacht sind folgende Vorsorgemaßnahmen zu treffen: Die Verriegelung des Schachtzugangs bei der Beladung des Förderkorbes und die Ertüchtigung der Schachtförderanlage (Bremsvorrichtung) zur Vermeidung eines Absturzes des Förderkorbes in den Schacht. Durch diese Vorsorgemaßnahmen können störfallbedingte Auswirkungen ausgeschlossen werden.

Die Auswirkungen eines Erdbebens für den jetzigen Betrieb der Schachtanlage Asse II sind in der Sicherheitsüberprüfung der Störfallvorsorge der Schachtanlage Asse II /25/ beschrieben. Demnach ist das für den Standort abgeleitete Bemessungserdbeben (Intensität VI1/2 °MSK) definitionsgemäß ein schwaches Erdbeben, bei dem größere Schäden nicht zu erwarten sind. Es ist weiter bekannt, dass bei untertägigen Anlagen die Erdbebenauswirkungen nur von untergeordneter Bedeutung sind.

Für die Rückholung ist das Schachtfördergerüst für das Bemessungserdbeben /43/ zu ertüchtigen. Die Lüftungsanlage mit Filter im Rückholbereich ist so zu schützen, dass Erdbebenauswirkungen nicht zu einer Beeinträchtigung der Unterdruckhaltung und Filterung führt. Mit diesen Vorsorgemaßnahmen werden ein Absturz von Gebinden im Schacht und eine ungefilterte Freisetzung aus dem Rückholbereich infolge eines Erdbebens verhindert.

Es gibt keine Hinweise, dass die Schachthalle für das Bemessungserdbeben ausgelegt ist. Ein Absturz von Gebäudeteilen der Schachthalle auf Gebinde, die den Schacht verlassen haben und sich vor dem Weitertransport in die TBH noch in der Schachthalle befinden, ist zu unterstellen. Eine erdbebensichere Überbauung des Bereichs der Schachthalle, in dem sich rückgeholte Gebinde befinden, ist als Vorsorgemaßnahme zu treffen. Damit können Erdbebenauswirkungen in der Schachthalle ausgeschlossen werden.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 295 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die zu errichtende Transportbereitstellungshalle und die darin verwendeten Hebezeuge sind für das Bemessungserdbeben auszulegen. Es bleibt das Risiko, dass gestapelte Gebinde abstürzen. Die endlagergerecht verpackten Gebinde sind gegen einen Absturz ausgelegt /7/. Eine stehende Stapelung von Eingangsgebinden (Gebinde, die von unter Tage in die TBH verbracht werden und noch nicht endlagergerecht verpackt sind) ist nicht vorgesehen. Allenfalls werden VBA liegend gestapelt. Für die liegende Stapelung ist eine feste Stelllage vorzusehen, aus der die Gebinde bei einem Erdbeben nicht herausfallen können. Mit diesen Vorsorgemaßnahmen können Erdbebenauswirkungen in der Transportbereitstellungshalle ausgeschlossen werden.

Die Konditionierung, Charakterisierung und Konfektionierung der rückgeholten Gebinde findet innerhalb der TBH in Caissonbereichen statt. Dies sind von der Lagerung räumlich abgetrennte Bereiche (s. Kapitel 3.3), die mit einer Lüftungsanlage auf Unterdruck gehalten werden. Die Abluft wird gefiltert. Handhabungs- und Transportstörfälle in den Caissonbereichen haben geringere Auswirkungen als gleichartige Störfälle außerhalb der Caissonbereiche und sind durch diese abgedeckt.

Als radiologisch relevante Ereignisse sind demnach alle Störfälle zu betrachten, die beim Transport oder der Handhabung von Gebinden unter Tage außerhalb des Bereiches stattfinden können, in dem die Filterung der Abluft wirksam ist, sowie Transport- und Handhabungsstörfälle über Tage:

1. Absturz von Gebinden auf den Transportstrecken und Übergabestellen außerhalb des Rückholbereichs,
2. Transportunfall zwischen Schacht und TBH und innerhalb der TBH (umverpackte und endlagergerecht verpackte Gebinde),
3. Handhabungsfehler (Gebindeabsturz von umverpackten und endlagergerecht verpackten Gebinden) in der TBH.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 296 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### Quelltermermittlung und Störfallrandbedingungen

Zur Quelltermermittlung für die Freisetzung radioaktiver Stoffe aus Abfallgebinden bei mechanischen Einwirkungen stehen folgende Untersuchungen zur Verfügung:



- a. Transportstudie Konrad /28/ (1991),
- b. Systemanalyse Konrad, Teil 3 - Bestimmung Störfallbedingter Aktivitätsfreisetzung /32/,
- c. Systemanalyse Konrad, Teil 3 - Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage bei Störfällen /17/,
- d. Ermittlung der Quellterme für die radiologisch relevanten Störfälle bei der Stilllegung des ERAM /30/.

In der Transportstudie Konrad /28/ wird das Freisetzungsverhalten von Feststoffen aus Abfallgebinden untersucht. Es werden Abfallgebindegruppen (charakterisiert durch Behälterart und Abfallart einschl. Behandlungsverfahren) und Belastungsklassen (mechanisch: Aufprallgeschwindigkeit und thermisch: Branddauer und Temperatur) unterschieden.

In der Systemanalyse Konrad /32/ werden für mechanische Einwirkungen Abfallgebinde in Abfallproduktgruppen (charakterisiert durch Abfallart und Behandlungsverfahren) unterteilt. Die Freisetzungsteile werden für verschiedene Fallhöhen eines Gebindes in Abhängigkeit von der Abfallproduktgruppe angegeben. Bei den nicht störfallfesten Behältern der Abfallklasse I wird von der Barrierequalität der Behälter kein Kredit genommen.

Der Ansatz zur Bestimmung der Freisetzungsteile der Systemanalyse Konrad /32/ wurde im Stilllegungsverfahren des ERAM weiterentwickelt /30/. Die Weiterentwicklung bezieht sich nur auf zementierte Abfallprodukte. Die Freisetzungsteile für den Fall ohne Berücksichtigung des Schutzes durch den Be-



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 297 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



hälter sind - abhängig von der Partikelgrößenfraktion - etwa 1 bis 2 Größenordnungen niedriger als die vergleichbaren Freisetzungsteile in der Systemanalyse Konrad /32/. Im Stilllegungsverfahren des ERAM /30/ wird der weiterentwickelte Ansatz auch auf andere als zementierte Abfallprodukte angewandt. Die Übertragbarkeit wurde nicht untersucht.

Bei der Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung /17/ wird zusätzlich das Ablagerungsverhalten freigesetzter Aerosole zwischen Störfallort und Freisetzung in die Umgebung betrachtet. In Abhängigkeit von den Störfallrandbedingungen wie Fallhöhe, Ort der Freisetzung (Halle über Tage, Kammern unter Tage etc.) und Luftwechsel wird festgelegt, welcher Anteil der am Störfallort freigesetzten Partikel in die Umgebung gelangt.

In der Sicherheitsüberprüfung der Störfallvorsorge der Schachtanlage Asse II /25/ werden die Freisetzungsteile aus dem Stilllegungsverfahren des ERAM /30/ herangezogen und auf das gemittelte Aktivitätsinventar einer Kammer angewandt. Es werden zementierte Gebinde unterstellt. Eine Rückhaltung von Partikeln auf dem Transportweg von der Kammer in die Umgebung wird nicht berücksichtigt.

Die höchsten Quellterme ergeben sich unter folgenden Randbedingungen:

- Freisetzungsteile nach der Systemanalyse Konrad /32/ für Gebinde, die in Abfallproduktgruppe 01 (Bitumenprodukte: Dekontaminations- und Prozessabwässer; Konzentrate; Filterharze durch homogenes Vermischen mit Bitumen oder Kunststoffen im Behälter fixiert. Kunststoffprodukte: Kunststoffe, Thermoplaste unfixiert bei Umgebungsdruck im Behälter entwässert.) oder 02 (Feststoffe: feste Komponenten, Schrott, Schutt, Erdreich; Filter (evtl. geschreddert); aktivierte, kontaminierte Feststoffe ohne Fixierung direkt in Behälter eingebracht. Gegebenenfalls durch leichten Druck oder Rütteln verdichtet. Rückstände aus Verbrennung und Pyrolyse in Polyethylenbeutel im Behälter mit Zementleim um-

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 298 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

gossen. Pulverförmige Stoffe, die durch Fixierungsmittel nicht gebunden werden ohne Vermischen mit Zement/Beton vergossen) einzuordnen sind,

- keine Berücksichtigung der Ablagerung von Partikeln beim Transport vom Störfallort in die Umgebung,
- maximales Aktivitätsinventar einer Charge.



In keiner der oben genannten Untersuchungen wurden die Quellterme so bestimmt, dass alle drei konservativen Randbedingungen gleichzeitig unterstellt wurden.

In der vorliegenden Studie zur Rückholung der LAW-Abfälle werden die Quellterme unter folgenden Randbedingungen ermittelt:

- Freisetzungsanteile nach der Transportstudie Konrad /28/ für die Abfallgebindegruppe mit den höchsten Freisetzungsanteilen (AGG1). Die Belastungsklasse wird entsprechend der Aufprallgeschwindigkeiten der einzelnen Störfallabläufe gewählt,
- keine Berücksichtigung der Ablagerung von Partikeln beim Transport vom Störfallort in die Umgebung,
- maximales Aktivitätsinventar einer Charge.

Diese Vorgehensweise führt im vorliegenden Fall zu höheren Freisetzungsanteilen als der Ansatz beim Stilllegungsverfahren ERAM /30/. Sie ist außerdem analog der Vorgehensweise zur MAW-Studie /7/ und damit Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

Die Freisetzungsanteile werden in der Transportstudie Konrad für verschiedene Belastungsklassen (BK) angegeben. Die Belastungsklassen bei rein mechanischer Beanspruchung werden nach Geschwindigkeitsbereichen unterschieden (s. Tabelle 6.3-2). In der Transportstudie Konrad bezieht sich die Geschwindigkeit auf die Fahrgeschwindigkeit des Transportfahrzeugs. Bei abstürzenden



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 299 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Gebinden wird aus der Fallhöhe und unterstelltem freien Fall die Aufprallgeschwindigkeit des Gebindes berechnet. Analog wird bei abstürzenden Lasten vorgegangen. Die Aufprallgeschwindigkeit wird herangezogen um die Belastungsklasse festzulegen. Die dem Geschwindigkeitsbereich zuzuordnende Fallhöhe ist ebenfalls in Tabelle 6.3-2 angegeben.

<b>Belastungsklasse</b>	<b>Geschwindigkeitsbereich km/h</b>	<b>Fallhöhe m</b>
BK 1	0 bis 35	0 bis 4,8
BK 4	36 bis 80	4,9 bis 25,1
BK 7	> 80	> 25,1

**Tabelle 6.3-2 Belastungsklassen nach der Transportstudie Konrad /28/ und entsprechende Fallhöhen**

Die radiologisch relevanten Störfälle sind mit den Randbedingungen und den entsprechenden Freisetzunganteilen aus der Transportstudie Konrad /28/ in der Tabelle 6.3-3 dargestellt. Die Transportgeschwindigkeit wird für alle über- und untertägigen Bereiche der Rückholung sicherheitshalber auf 7 km/h begrenzt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 300 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



Nr.	Störfall	Fallhöhe	BK	Freisetzunganteil	
				0 - 10 µm	10 - 70 µm
1	Absturz von Gebinden auf den Transportstrecken und Übergabestellen außerhalb des Rückholbereichs	max. 3 m	1	8,9E-5	1,8E-4
2	Transportunfall zwischen Schacht und TBH und innerhalb der TBH	max. 3 m	1	8,9E-5	1,8E-4
3	Handhabungsfehler (Absturz von noch nicht endlagergerecht verpackten Gebinden) in der TBH	max. 4 m	1	8,9E-5	1,8E-4

**Tabelle 6.3-3 Radiologisch relevante Störfälle, Randbedingungen und Freisetzunganteile**

Die Tabelle 6.3-3 zeigt, dass für alle Störfälle die gleichen Freisetzungsteile heranzuziehen sind. Die Störfallauswirkungen unterscheiden sich nur durch die Anzahl der von einem Störfall betroffenen Gebinde und die Ableitbedingungen.

#### Aktivitätsinventare



Im Folgenden werden daher zunächst über eine Analyse der Aktivitätsinventare die in dieser Hinsicht abdeckenden Gebinde für die Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung ausgewählt. Für die Inventarermittlungen wurden die Daten der Datenbank ASSEKAT verwendet /34/. Für alle LAW-Chargen wurde das Alpha- und Beta/Gamma-Aktivitätsinventar aus den vorhandenen

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 301 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Daten zusammengestellt. Da in den Chargen eine unterschiedliche Anzahl von Gebinden zusammengefasst ist, wurde die mittlere Aktivität für die Gebinde pro Charge bestimmt. Anschließend wurden die zehn Gebinde mit dem höchsten Alpha-Aktivitätsinventar und dem höchsten Beta/Gamma-Aktivitätsinventar bestimmt. Da sich die zur Verfügung stehenden Aktivitätsinventare pro Charge auf den 01.01.1980 beziehen, wurden die Aktivitäten auf den 01.01.2010 als Bezugsdatum umgerechnet. In der Tabelle 6.3-4 sind die zehn Gebinde mit dem höchsten Alpha-Aktivitätsinventar angegeben und in der Tabelle 6.3-5 die 10 Gebinde mit dem höchsten Beta/Gamma-Aktivitätsinventar.

Kammer	11/750	5/750	7/750	2/750 Na <sub>2</sub>	7/725 Na <sub>2</sub>	1/750	8/750	8/750	5/750	2/750
Gebinde aus Chargen Nr.	3120	4017	2874	3541	4011	5102	4282	4077	4062	5030
	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]
Alpha	1,7E+11	1,4E+11	1,5E+11	1,4E+11	1,2E+11	1,2E+11	1,3E+11	1,1E+11	1,1E+11	1,0E+11
Beta/Gamma	7,6E+11	5,8E+11	7,2E+11	6,1E+11	5,2E+11	4,7E+11	5,4E+11	4,5E+11	4,5E+11	3,9E+11

**Tabelle 6.3-4 Inventar der 10 Gebinde mit dem höchsten Alpha-Aktivitätsinventar bezogen auf den 01.01.2010**



 	Schachtanlage Asse II							
							Seite 302 von 350	
							Stand: 25.09.2009	

Kammer	6/750	11/750	11/750	7/750	6/750	6/750	2/750 Na <sub>2</sub>	5/750	8/750	7/750
Gebinde aus Chargen Nr.	18915	17013	3120	2874	2178	2165	3541	4017	4282	2780
	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]	[Bq]
Alpha	0,0E+00	0,0E+00	1,7E+11	1,5E+11	1,1E+11	1,1E+11	1,4E+11	1,4E+11	1,3E+11	9,9E+10
Be- ta/Gamma	2,0E+12	5,0E+11	7,6E+11	7,2E+11	6,5E+11	6,5E+11	6,1E+11	5,8E+11	5,4E+11	6,1E+11

**Tabelle 6.3-5 Inventar der 10 Gebinde mit dem höchsten Beta/Gamma-Aktivitätsinventar bezogen auf den 01.01.2010**

Das Gebinde mit dem höchsten Beta/Gamma-Aktivitätsinventar enthält ausschließlich Co-60 (Charge 18915 in Kammer 6/750). In diesem Gebinde ist eine Bestrahlungsanlage eingelagert /34/. Es wird davon ausgegangen, dass das Kobalt hier in metallischer Form vorliegt. Die Bestrahlungsanlage wurde in einer Sonderverpackung (Stahlbehälter mit Blei) eingelagert. Die Freisetzunganteile, die entsprechend der Transportstudie Konrad für die vermischten Abfälle angesetzt werden, sind hier nicht anwendbar. Da von signifikant niedrigeren Freisetzunganteilen auszugehen ist, ist dieses Gebinde für die Dosisberechnung nicht relevant.

Das Gebinde mit dem höchsten Alpha-Aktivitätsinventar ist identisch mit dem Gebinde mit dem zweithöchsten Beta/Gamma-Aktivitätsinventar (Charge 3120 in Kammer 11/750). Das Gebinde mit dem zweithöchsten Alpha-Aktivitätsinventar hat das dritthöchste Beta/Gamma-Aktivitätsinventar (Charge 2874) und ist in Kammer 7/750 eingelagert worden. Das Gebinde (Charge 2780

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 303 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



in Kammer 7/750) hat von den 10 in Tabelle 6.3-5 angegebenen Gebinden die höchsten Inventare an Cs-137 und Sr-90.

Diese drei Gebinde decken die höchsten Alpha- und Beta/Gamma-Aktivitätsinventare ab und stammen aus drei verschiedenen Einlagerungskammern. Diese Einlagerungskammern werden bei der Rückholung zuerst geräumt. Das Aktivitätsinventar dieser drei Gebinde wird den Berechnungen der Strahlenexposition in der Umgebung zugrunde gelegt.

#### Quellterme



Gemäß Tabelle 6.3-3 sind die Freisetzunganteile für alle zu betrachtenden Störfälle gleich. Sie können daher für die Ermittlung der Quellterme zusammengefasst werden. Da die nuklidspezifische Zusammensetzung der Chargen unterschiedlich ist, werden exemplarisch die ausgewählten Chargen 3120, 2874 und 2780 weiter betrachtet. Die Freisetzungen für je ein Gebinde aus diesen Chargen sind in Tabelle 6.3-6 aufgeführt.

Kammer	11/750	Kammer	7/750	Kammer	7/750
Gebinde aus Chargen Nr.	3120	Gebinde aus Chargen Nr.	2874	Gebinde aus Chargen Nr.	2780
	[Bq]		[Bq]		[Bq]
H-3	8,1E+02	H-3	1,0E+04	H-3	3,7E+04
Co-60	7,8E+02	Co-60	1,1E+04	C-14	2,7E+01
Ni-59	6,5E+01	Ni-59	9,0E+02	Co-60	3,9E+04
Ni-63	7,3E+03	Ni-63	1,0E+05	Ni-59	3,3E+03
Sr-90	3,8E+05	Se-79	6,4E+01	Ni-63	3,7E+05

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 304 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Kammer	11/750	Kammer	7/750	Kammer	7/750
Gebinde aus Chargen Nr.	3120	Gebinde aus Chargen Nr.	2874	Gebinde aus Chargen Nr.	2780
	[Bq]		[Bq]		[Bq]
<b>Tc-99</b>	1,5E+02	<b>Sr-90</b>	4,4E+06	<b>Se-79</b>	2,3E+02
<b>Cd-113m</b>	6,8E+01	<b>Zr-93</b>	2,9E+02	<b>Sr-90</b>	1,6E+07
<b>Cs-137</b>	5,4E+05	<b>Nb-94</b>	5,5E+01	<b>Zr-93</b>	1,1E+03
<b>Sm-151</b>	3,2E+03	<b>Tc-99</b>	2,1E+03	<b>Nb-94</b>	2,0E+02
<b>Eu-154</b>	7,8E+03	<b>Pd-107</b>	1,7E+01	<b>Tc-99</b>	7,6E+03
<b>U-234</b>	5,1E+01	<b>Cd-113m</b>	7,7E+02	<b>Pd-107</b>	6,3E+01
<b>Pu-238</b>	1,3E+07	<b>Sn-126</b>	8,7E+01	<b>Cd-113m</b>	2,8E+03
<b>Pu-239</b>	3,1E+06	<b>Sb-125</b>	2,4E+02	<b>Sn-126</b>	3,1E+02
<b>Pu-240</b>	4,2E+06	<b>Cs-135</b>	8,0E+01	<b>Sb-125</b>	8,6E+02
<b>Pu-241</b>	2,0E+08	<b>Cs-137</b>	6,8E+06	<b>I-129</b>	1,8E+01
<b>Pu-242</b>	1,4E+04	<b>Sm-151</b>	1,0E+05	<b>Cs-135</b>	2,9E+02
<b>Am-241</b>	2,5E+07	<b>Eu-152</b>	3,0E+02	<b>Cs-137</b>	2,5E+07
<b>Am-242m</b>	3,8E+01	<b>Eu-154</b>	8,8E+04	<b>Sm-151</b>	3,7E+05
<b>Am-243</b>	1,5E+02	<b>U-234</b>	1,2E+03	<b>Eu-152</b>	1,1E+03
<b>Cm-243</b>	6,2E+01	<b>U-235</b>	2,4E+01	<b>Eu-154</b>	3,2E+05
<b>Cm-244</b>	2,9E+03	<b>U-236</b>	2,9E+02	<b>U-234</b>	3,3E+02
		<b>U-238</b>	4,0E+02	<b>U-236</b>	7,9E+01
		<b>Np-237</b>	3,9E+01	<b>U-238</b>	1,1E+02





 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 305 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Kammer	11/750	Kammer	7/750	Kammer	7/750
Gebinde aus Chargen Nr.	3120	Gebinde aus Chargen Nr.	2874	Gebinde aus Chargen Nr.	2780
	[Bq]		[Bq]		[Bq]
		<b>Pu-238</b>	1,2E+07	<b>Np-237</b>	1,4E+02
		<b>Pu-239</b>	3,0E+06	<b>Pu-238</b>	7,7E+06
		<b>Pu-240</b>	4,0E+06	<b>Pu-239</b>	2,0E+06
		<b>Pu-241</b>	1,8E+08	<b>Pu-240</b>	2,7E+06
		<b>Pu-242</b>	1,2E+04	<b>Pu-241</b>	1,2E+08
		<b>Am-241</b>	2,2E+07	<b>Pu-242</b>	7,9E+03
		<b>Am-242m</b>	4,8E+02	<b>Am-241</b>	1,4E+07
		<b>Am-243</b>	1,7E+03	<b>Am-242m</b>	1,7E+03
		<b>Cm-243</b>	7,1E+02	<b>Am-243</b>	6,2E+03
		<b>Cm-244</b>	3,3E+04	<b>Cm-243</b>	2,6E+03
		<b>Cm-245</b>	1,1E+01	<b>Cm-244</b>	1,2E+05
		<b>Cm-246</b>	1,5E+01	<b>Cm-245</b>	4,1E+01
				<b>Cm-246</b>	5,5E+01

**Tabelle 6.3-6 Freisetzungen aus den Gebinden der Chargen 3120, 2874 und 2780**

Berücksichtigt wurden jeweils nur Nuklide mit mindestens 10 Bq Aktivität im Gebinde.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 306 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### Ausbreitungs- und Dosisberechnungen



Die Ausbreitungs- und Dosisberechnung erfolgen nach dem Modell der Störfallberechnungsgrundlagen /37/.

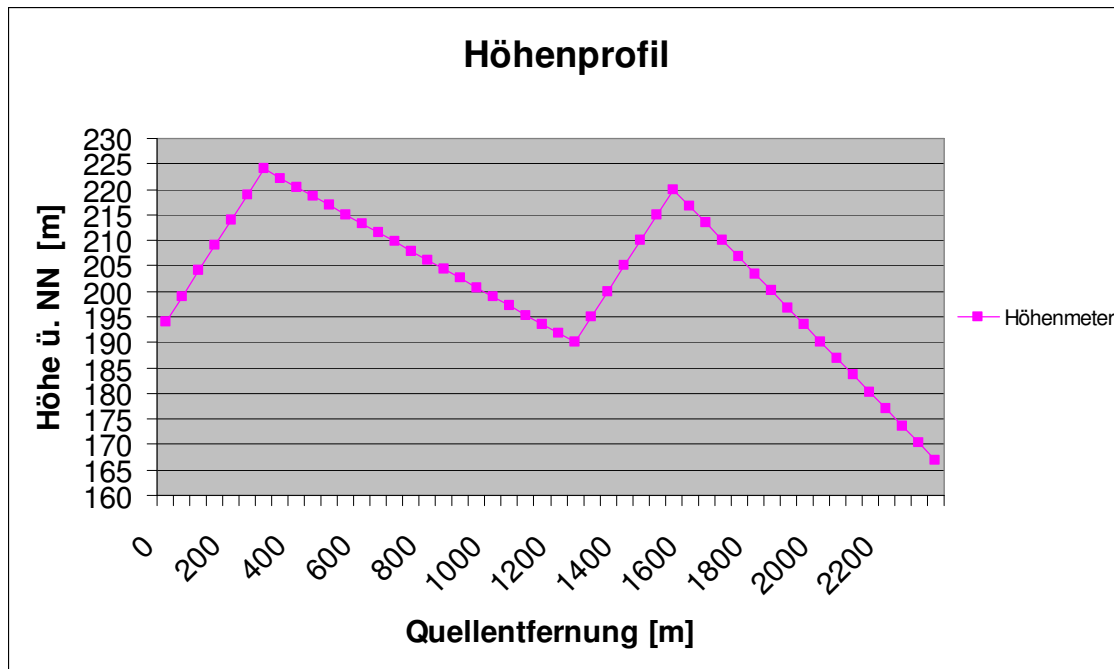
Um die Ausbreitung der Aktivitätsabgaben in der Umgebung der Schachtanlage Asse II berechnen zu können, ist es erforderlich, die Lage der Quelle im Verhältnis zu den umgebenden Gebäuden sowie deren Einbettung in die Landschaft zu modellieren.

Die Oberkante des Diffusors, über den die Abwetter abgegeben werden, liegt 11 m über Grund. Für den Gebäudeeinfluss muss die Schachthalle direkt neben dem Diffusor berücksichtigt werden. Die Abmessungen der Schachthalle werden mit 9 m Höhe, 75 m Länge und 20 m Breite angesetzt. Die Abmessungen wurden aus den Zeichnungen /33/ und /40/ ermittelt.

Der Einfluss des Landschaftsprofils wurde berücksichtigt, indem ein Höhenprofil ermittelt wurde. Ausgangspunkt der Quelle (0 m) ist der Diffusor. Die Richtung des Profilschnittes geht nach Nord-Nord-West über den höchsten Punkt der am nächsten zum Diffusor liegt. In dieser Richtung beträgt der Abstand des Diffusors zum Zaun ca. 100 m. Die ungünstigste Einwirkungsstelle liegt damit 100 m nord-nord-westlich des Diffusors. Die nächste Wohnbebauung liegt in südlicher Richtung unterhalb der Schachtanlage Asse II in ca. 1,35 km Entfernung.

In Abb. 6.3-1 ist das Landschaftsprofil in Richtung Nord-Nord-West dargestellt.

 	Schachtanlage Asse II	
		Seite 307 von 350
		Stand: 25.09.2009





**Abb. 6.3-1      Landschaftsprofil vom Diffusor der Schachtanlage Asse II  
Richtung Nord-Nord-West**

Für die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen wurde das Programm STRESS /41/ eingesetzt. Dieses Programm verwendet die Vorgaben der Neufassung des Kapitels 4 der Störfallberechnungsgrundlagen /37/, die Parameter der StrlSchV 2001 /35/ und die derzeit gültigen Dosisfaktoren /42/.

Für die drei Gebinde (s. Tabelle 6.3-6) wurde jeweils eine Dosisberechnung für die Umgebung der Schachtanlage Asse II durchgeführt. Die Freisetzungen durch Störfälle unter Tage erfolgen über den Diffusor. Die Freisetzungen durch Störfälle über Tage erfolgen bodennah. Die Freisetzungsdauer beträgt 8 Stunden (vgl. Störfallberechnungsgrundlagen /37/).



Tabelle 6.3-7 zeigt die Ergebnisse der Dosisberechnung. Der ungünstigste Aufpunkt befindet sich in 100 m Abstand zum Diffusor. Die höchste Dosis ergibt

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 308 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

sich in allen Fällen für eine Referenzperson der Altersgruppe < 1 Jahr. Aufgeführt sind die effektive Dosis und die Dosis der Organe mit den im Verhältnis zu den Grenzwerten des § 49 StrlSchV höchsten Dosiswerten (kritisches Organ). Die Ergebnisse in Tabelle 6.3-7 wurden für eine Freisetzung über den Diffusor ermittelt. Bei einer bodennahen Freisetzung ergeben sich keine höheren Dosiswerte. Durch den Gebäude- und Orografieeinfluß bei Freisetzung über den Diffusor erfolgt rechnerisch ebenfalls eine bodennahe Freisetzung. Die Werte in Tabelle 6.3-7 sind somit abdeckend.

<b>Gebinde aus Chargen Nr.</b>	<b>3120</b>	<b>2874</b>	<b>2780</b>
Effektive Dosis [mSv]	2,1	2,1	2,2
Grenzwert des § 49 StrlSchV [mSv]	50	50	50
Prozentualer Anteil am Grenzwert des § 49 StrlSchV	4	4	4
kritisches Organ	Knochenober- fläche	rotes Knochen- mark	rotes Knochen- mark
Organdosis [mSv]	40,5	6,5	7,3
Grenzwert des § 49 StrlSchV [mSv]	300	50	50
Prozentualer Anteil am Grenzwert des § 49 StrlSchV	14	13	15



**Tabelle 6.3-7 Ergebnisse der Dosisberechnung (Freisetzungsanteile gemäß Tabelle 6.3-6)**

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 309 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die Werte für die effektive Dosis sind für alle drei Gebinde nahezu identisch und liegen bei rund 2 mSv. Die Ausschöpfungsgrade der Werte für die effektive Dosis an dem Grenzwert des § 49 StrlSchV beträgt jeweils 4 %. Auch die Ausschöpfungsgrade der Grenzwerte des § 49 StrlSchV für das kritische Organ sind für alle drei Gebinde nahezu identisch und liegen bei bis zu 15 %.

Um festzustellen, ob die berechneten Dosiswerte abdeckend sind im Hinblick auf einzelne dosisrelevante Nuklide, die in anderen Chargen ein höheres Inventar haben als den hier untersuchten drei Chargen, wurden weitere Analysen gemacht. Von den in diesen Gebinden enthaltenen Alpha-Nukliden hat Pu-239 den höchsten Dosiskoeffizienten für die effektive Dosis und Am-241 den höchsten Dosiskoeffizienten für die Knochenoberfläche. Die Freisetzungen des Gebindes der Charge 3120 (höchstes Alpha-Aktivitätsinventar) wurden für die Summe aller Alpha-Nuklide mit dem Dosisfaktor von Pu-239 und mit dem Dosisfaktor von Am-241 berechnet. Die Ergebnisse für die effektive Dosis und die Dosis für die Knochenoberfläche liegen jeweils nur unwesentlich höher als die Ergebnisse für Chargen Nr. 3120 in Tabelle 6.3-7. Der prozentuale Anteil am Grenzwert des § 49 StrlSchV verändert sich nicht. Ferner wurde ein Gebinde mit maximalem Aktivitätsinventar an Ra-226 von  $1,9E+09$  Bq (Charge 1395) untersucht. Die Freisetzung an Ra-226 beträgt  $3,0E+05$  Bq. Die berechneten Dosiswerte liegen etwa eine Größenordnung unter den Ergebnissen eines Gebindes der Charge 3120 in Tabelle 6.3-7. Im Gegensatz zu den Untersuchungen im Kapitel 6.1, ist das Nuklid C-14 nicht dosisrelevant, da bei den Störfällen alle Nuklide ungefiltert freigesetzt werden.

In der Tabelle 6.3-8 sind die Anzahl der Gebinde der hier untersuchten Chargen und die Gebindeart dargestellt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 310 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Chargen Nr.	Anzahl Gebinde dieser Charge	Gebindeart (Bezeichnung im ASSEKAT)
3120	2	VBA (f)
2874	4	VBA (f)
2780	12	VBA (f)



**Tabelle 6.3-8 Untersuchte Chargen, Anzahl und Gebindeart**

Die Störfallplanungswerte des § 49 StrlSchV werden eingehalten, selbst wenn sechs Gebinde gleichzeitig von einem Störfall der Belastungsklasse 1 betroffen sind. Dies ergibt sich aus dem Ausschöpfungsgrad der Grenzwerte des § 49 StrlSchV für das kritische Organ (max. 90 %). Da der Transport und die Handhabung auf 6 Gebinde beschränkt sind, können die Störfallplanungswerte des § 49 StrlSchV bei der Rückholung der LAW eingehalten werden.

Diese Untersuchungen zu den Auswirkungen radiologischer Störfälle gelten für alle vier Varianten der Rückholung. Die für die Störfallauswirkungen relevanten Gebinde stammen aus den Kammern 6/750, 7/750 und 11/750, die in allen vier Varianten geräumt werden. Die Betriebsabläufe und Betriebsbereiche der vier Varianten führen nicht zu einer Veränderung der Störfallrandbedingungen.



#### Störfallauswirkungen durch die Rückholung von LAW und MAW

Die Prozesse der Rückholung der LAW und der MAW können gleichzeitig oder hintereinander durchgeführt werden. Sie sind prozesstechnisch voneinander unabhängig. Durch eine Rückholung auch der MAW ergeben sich keine weiteren radiologisch relevanten Störfälle. Für eine Bewertung ist derjenige Störfall mit den höchsten Dosiswerten entscheidend.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 311 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### **6.4 Einfluss laufender Arbeiten zur Rückholung für den Fall eines unbeherrschbaren Lösungszutrittes**

Die Beurteilung des Einflusses laufender Arbeiten zur Rückholung für den Fall eines vorzeitigen, unbeherrschbaren Lösungszutrittes (mit einem Absaufen der Grube) basiert auf einer Beurteilung der heutigen Situation im Bereich der Einlagerungssohle. Tritt heute der vorzeitige unkontrollierte Wasserzutritt ein, sind die Einlagerungskammern für das einströmende Wasser nahezu barrierefrei erreichbar. Die Eingänge der Kammern sind hydraulisch nicht abgedichtet. Das heißt die eingelagerten radioaktiven Stoffe kommen teilweise unmittelbar mit dem einströmenden Wasser in Kontakt. In diesem Sinne bedeutet die Öffnung einer Kammer während der Rückholung keine Verschlechterung der heutigen Situation. Umgekehrt stellt jedes zurückgeholte Gebinde im Vergleich zur heutigen Situation eine Verringerung der möglichen radiologischen Auswirkungen dar.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 312 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



## 7 Kriterienkatalog und Variantenvergleich zur Rückholung der LAW

Mit Blick auf die Zielsetzung der vorliegenden Studie – Schaffung einer Beurteilungsgrundlage für das Bundesamt für Strahlenschutz zur Rückholung als eine Option der Stilllegung der Schachtanlage Asse II – werden im Folgenden die zentralen Ergebnisse zusammengestellt und für eine Entscheidung aufbereitet.

Grundlage für eine Entscheidungsfindung bei der Beurteilung der verschiedenen untersuchten Varianten ist eine anforderungsgemäße Berücksichtigung der wesentlichen Randbedingung der Stilllegung der Schachtanlage Asse II: Es besteht eine besondere Dringlichkeit, da nur ein begrenzter Zeitraum für die Stilllegungsmaßnahmen zur Verfügung steht. Diese Anforderung wurde schon zu Beginn der Arbeiten an dieser Studie durch die Variantendefinition berücksichtigt. Sie erlaubt es bei den Varianten 1 und 2 in möglichst kurzer Zeit ein hohes Aktivitätsinventar zurückzuholen. Die Varianten 3 und 4 dienen einer vergleichenden Beurteilung, welcher Zeit- und Kostenaufwand für eine vollständige Rückholung ohne und mit Freigabe der betroffenen Grubenräume notwendig ist.

Auf Basis einer festgestellten bergtechnischen und strahlenschutztechnischen Machbarkeit der Einzelprozesse einer Rückholung wurde der Entwurf eines Rückholkonzeptes erarbeitet. In der Tabelle 7-1 ist der Kriterienkatalog zur Variantenbeurteilung zusammengefasst dargestellt. Der variantenübergreifende Kennwertvergleich zeigt, dass die Berücksichtigung der Hauptanforderung an die Rückholung – in möglichst kurzer Zeit möglichst viel Aktivitätsinventar zurückzuholen – zu sehr differenzierten Ergebnissen bei den einzelnen Varianten führt.



  	Schachtanlage Asse II		
		Seite 313 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Rückholung bzw. Teilrückholung aus ELK	6, 7, 11	1, 2, 5, 6, 7, 11, 12	alle	alle
<b>Gesamt Rückholvolumen (m³)</b>	<b>14.820</b>	<b>28.450</b>	<b>61.640</b>	<b>126.610</b>
VBA (Anzahl /m³)	12.668 / 14.820	14.736 / 17.240	14.779 / 17.290	14.779 / 17.290
nVBA (Anzahl/m³)	0	26.593 / 8.450	109.707 / 34.500	109.707 / 34.500
Salzgrus (m³)	0	2.760	9.850	74.820
Gesamtvolumen der konditionierten Abfälle (m³)	55.232	81.160	142.800	221.483
Anzahl Konrad Container V	5.067	7.746	13.101	20.320
Aktivitätsinventar (01.01.05)	70 %	92 %	100 %	100 %
Radiologisch gewichtetes Aktivitätsinventar (01.01.05)	63 %	91 %	100 %	100 %
Kollektivdosis des Personals (gesamter Rückholprozess, inkl. Endlagerung)	44 mSv	97 mSv	550 mSv	550 mSv
Max. Individualdosis des Personals, entsteht unter Tage*	5 %	15 %	50 %	50 %
Strahlenexposition der Bevölkerung durch Ableitungen**	11 %	27 %	27 %	27 %
Störfälle***	Für alle 4 Varianten: max. 90 %			
<b>Zeitbedarf (Jahre)</b>				
Ohne Vorlaufphase	1,7	2,6	5,9	9,8
Mit Vorlaufphase****	2,8	4,1	7,7	14,6
<b>Kostenbedarf***** (Mio. €)</b>				
Rückholung: unter/über Tage	259,8	387,5	683,2	910,3
Einlagerungskosten Konrad	631,7	1.146,8	1.881,8	2.788,5
<b>Gesamt</b>	<b>891,5</b>	<b>1.534,3</b>	<b>2.565,9</b>	<b>3.698,8</b>

\* Höchster Ausschöpfungsgrad des Grenzwertes des §55 (1) StrlSchV



\*\* Bestimmungsgem. Betrieb (höchster Ausschöpfungsgr. der Grenzw. des § 47 StrlSchV)

\*\*\* Höchster Ausschöpfungsgrad der Störplanungswerte des §49 StrlSchV

\*\*\*\* Die Vorlaufphase berücksichtigt: Genehmigungsrechtliche Vorgänge, Bau der Transportbereitstellungshalle, Beschaffung der Ausrüstungen, ...

\*\*\*\*\* Ohne Kostenbedarf für das Anordnungs- und Genehmigungsverfahren

**Tabelle 7-1 Variantenvergleich**

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 314 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

#### Variante 1

Die ausschließliche Berücksichtigung von VBA mit hohem Aktivitätsinventar in drei benachbarten ELK führt zur Rückholung von 70 % des Aktivitätsinventars bei einem Zeitbedarf von 2,8 Jahren.

#### Variante 2



Die Erhöhung des rückgeholt Aktivitätsinventars auf 92 % aus ebenfalls benachbart liegenden ELK im östlichen Teil der 750-m-Sohle führt zu einer Verdopplung der Abfallmenge. Der Zeitbedarf beträgt dann 4,1 Jahre.

#### Variante 3

Die Rückholung von 100 % des eingelagerten Aktivitätsinventars ohne Freigabe der betroffenen Grubenräume führt zu einer nochmaligen Verdopplung des Abfallvolumens bei einem Anstieg des Zeitbedarfs auf 7,7 Jahre.

#### Variante 4

Die Vorarbeiten für eine Freigabe bedingen ein Nachschneiden im Konturbereich der betroffenen Grubenräume. Dies führt neben der vollständigen Rückholung des gesamten versetzten Salzgruses zu einer deutlich höheren Abfallmenge, sie verdoppelt sich gegenüber Variante 3 auf 126.610 m<sup>3</sup>. Der Zeitbedarf steigt auf 14,6 Jahre. Einen erheblichen Anteil an der deutlichen Erhöhung des Zeitbedarfs hat auch das hier notwendige Planfeststellungsverfahren gegenüber einem Anordnungsverfahren. Als wesentliches Ergebnis der Zeitplanung für Variante 4 ist festzuhalten, dass der Rückholungszeitbedarf den Betrachtungszeitraum der vorliegenden gebirgsmechanischen Zustandsanalyse (bis zum Jahr 2020) /9/ überschreitet. Die dargestellten Überlegungen zur Standsicherheit in den Einlagerungskammern müssen für den Zeitraum nach 2020 durch Erfahrungen vor diesem Zeitraum aktualisiert werden.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 315 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Die so beschriebenen grundlegenden Ergebnisse führen in ihren Auswirkungen zu einem variantenweisen Anstieg der rückgeholten, aber auch wieder endzulagernden Abfallmenge – hier dargestellt als Anzahl benötigter Konrad-Container – und letztendlich zu einem deutlichen Anstieg der aufzuwendenden Finanzmittel.

Die Rückholung der MAW und der LAW können als nahezu voneinander unabhängige Vorgänge betrachtet werden. Die Arbeiten werden auf verschiedenen Sohlen durchgeführt. Der wesentliche Überschneidungspunkt ist der Schacht, der sowohl für die Rückholung der MAW als auch der LAW benötigt wird. Die Kapazität des Schachtes ist ausreichend groß um zeitgleich MAW und LAW zu fördern. Auch der Betrieb des Transportbereitstellungslagers an der Tagesoberfläche erlaubt eine gleichzeitige Aufnahme von MAW und LAW. Diese Teilprozesse liegen bei einer gemeinsamen Rückholung nicht auf dem kritischen Pfad der Arbeiten. Für die gemeinsame Betrachtung der Rückholung von MAW und LAW wird die Gesamtdauer beider Vorgänge in allen Varianten durch den jeweils länger andauernden Vorgang bestimmt. Im Rahmen der vorliegenden Studie sind Zeit- und Kostenaufwände für die Rückholung der MAW nicht noch einmal dargestellt worden.



Die radiologischen Auswirkungen einer Rückholung führen für alle Varianten zu einer Unterschreitung der zulässigen Grenzwerte sowohl für die Bevölkerung als auch für die mit der Rückholung beschäftigten Personen. Bei einer variantenspezifischen Betrachtung ergibt sich für die Bevölkerung nur ein Unterschied zwischen der Variante 1 und den anderen Varianten. Im untertägigen Bereich ergibt sich ein Unterschied zwischen den Varianten 1, 2 sowie 3 bzw. 4.

Für die bei der Rückholung der LAW auch durch Vorsorgemaßnahmen nicht auszuschließenden möglichen Störfälle können die Störfallplanungswerte des § 49 StrlSchV eingehalten werden. Die Untersuchungen zu den Auswirkungen radiologischer Störfälle gelten für alle vier Varianten der Rückholung. Die für die Störfallauswirkungen relevanten Gebinde stammen aus den Kammern 6/750,

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 316 von 350	
		Stand: 25.09.2009	



7/750 und 11/750, die in allen vier Varianten geräumt werden. Die vergleichbaren Betriebsabläufe und Betriebsbereiche der vier Varianten führen zu gleichen Störfallrandbedingungen.

Ergänzend zur eigentlichen Aufgabe der Beschreibung unterschiedlicher Varianten einer Rückholung als Beurteilungsgrundlage für das Bundesamt für Strahlenschutz kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass die einzelnen Varianten im Zuge einer sich möglicherweise anschließenden Detailplanung auch als zeitlich hintereinander liegende Teillösungen verstanden werden können. So bietet die Variante 1 die Möglichkeit in kurzer Zeit ein großes Aktivitätsinventar zurückzuholen. Stellt sich während der Arbeiten heraus, dass das zur Verfügung stehende Zeitfenster beherrschbarer Zustände mit Blick auf die Lösungszutritte und die Standsicherheit des Grubengebäudes für weitere Arbeiten ausreichend ist, können sich Teilprozesse der weiteren Varianten anschließen.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 317 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 8 Literaturverzeichnis (Quellen)



- /1/ TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG (31.01.2006): Bewertung der Rückholbarkeit der im ERAM eingelagerten radioaktiven Abfälle
- /2/ IfG GmbH (03.11.2006): Dreidimensionale gebirgsmechanische Modellrechnung zur Standsicherheitsanalyse des Bergwerkes Asse
- /3/ IfG GmbH (22.01.2009): Stellungnahme zur gebirgsmechanischen Beanspruchung des Abschlussbauwerkes der Einlagerungskammer 4 auf der 750-m-Sohle bei einer dynamischen Luftdruckbelastung infolge eines Firstfalls
- /4/ IfG GmbH (09.11.2007): Gebirgsmechanische Zustandsanalyse des Tragsystems der Schachtanlage Asse II, Kurzbericht
- /5/ IfG GmbH (06.10.2006): Tragfähigkeitsanalyse des Gesamtsystems der Schachtanlage Asse in der Betriebsphase
- /6/ FICHTNER CONSULTING & IT (15.09.2006): Gutachtliche Stellungnahme zu einer Rückholung der in der Schachtanlage Asse II eingelagerten radioaktiven Abfälle
- /7/ EWN GmbH, TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG (28.11.2008): Möglichkeit einer Rückholung der MAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse
- /8/ CDM (12.09.2008): Konzeptstudie zur Erhöhung der Versatzsteifigkeit der mit Salzgrus verfüllten Kammern der Südwestflanke der Schachtanlage Asse II
- /9/ IfG GmbH (11.03.2009): Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten sowie 3D-Modellrechnungen
- /10/ ISTec GmbH (20.04.2009): Systembeschreibung – Bewetterung der Schachtanlage Asse II

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 318 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

- /11/ Helmholtz Zentrum München (17.12.2008): Gebirgsmechanische Stellungnahme zum messtechnischen Befund in der Schwebelücke zwischen Abbau 4/725-m-Sohle und Einlagerungskammer 4/750-m-Sohle
- /12/ Asse GmbH (21.01.2009): Sachstandsbericht über die Einlagerungskammer (ELK) 4/750, deren Zugänge und die Situation im Umfeld der ELK
- /13/ Asse GmbH (11.03.2009): Zusammenstellung und Bewertung der Salzlösungs- und Gaszutritte im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II
- /14/ Helmholtz Zentrum München (11.11.2008): Fortschreibung der Darstellung und Bewertung des Spannungs- und Verformungszustandes im Tragsystem der Südflanke der Schachtanlage Asse nach Abschluss der Versatzmaßnahme auf der Grundlage gebirgsmechanischer In-situ Messungen
- /15/ Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München (12/1975): Bedingungen für die Lagerung schwachradioaktiver Abfälle im Salzbergwerk Asse
- /16/ BfS (24.02.1997): EU 228 - Systemanalyse Konrad, Teil 3 Ermittlung und Klassifizierung von Störfällen, GRS-A-1504
- /17/ GRS mbH (5/1990): EU 371 - Systemanalyse Konrad, Teil 3 Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage bei Störfällen unter Berücksichtigung der Berechtigungsverfahren der AVV zu § 45 StrlSchV und Ableitung von Aktivitätsgrenzen für 96 Einzelnuklide, GRS-A-1668
- /18/ DBE Technology GmbH (05.05.2009): Sachstandbeschreibung: Beschreibung des Grubengebäudes und der Tagesanlagen der Schachtanlage Asse II
- /19/ ISTec GmbH (21.04.2009): Radiologische Sachstandserhebung für die Schachtanlage Asse II, (Entwurf)



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 319 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

- /20/ Helmholtz Zentrum München (20.06.2005): Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle
- /21/ BfS (12/1995): Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen; Stand: 1995), Schachtanlage Konrad
- /22/ Brenk Systemplanung GmbH (07.05.2009): Messtechnische Untersuchung und radiologische Bewertung der Aktivitätskonzentration flüchtiger Radionuklide in Grubenwettern der Schachtanlage Asse
- /23/ Brenk Systemplanung GmbH (09.11.2001): Rechnungen gemäß der neuen Allgemeinen Verwaltungsvorschriften zu §47 der Strahlenschutzverordnung für den Standort der Schachtanlage Asse
- /24/ GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, GmbH (02/2007): Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachtanlage Asse, Jahresbericht 2006
- /25/ ISTec GmbH, (21.04.2009): Sicherheitsüberprüfung der Störfallvorsorge der Schachtanlage Asse II
- /26/ BfS (21.04.2009): Strahlenschutzordnung der Schachtanlage Asse II
- /27/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH (03/1991): Sicherheitsanalyse des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) GRS-79
- /28/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH (07/1991): Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transports radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad GRS-84
- /29/ Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München (07/1971): Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfallstoffen im Salzbergwerk Asse
- /30/ ISTec GmbH (01.12.2006): Ermittlung der Quellterme für die radiologisch relevanten Störfälle bei der Stilllegung des ERAM



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 320 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

- /31/ Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS) mbH (21.04.2009):  
Abschätzung potentieller Strahlenexpositionen in der Umgebung der Schachtanlage Asse II infolge auslegungsüberschreitenden Zutrittsraten der Deckgebirgslösung während der Betriebsphase
- /32/ Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS) mbH (11/1987):  
Systemanalyse Konrad, Teil 3 Bestimmung störfallbedingter Aktivitätsfreisetzung
- /33/ Asse GmbH (20.04.2009): Grubenriss der Schachtanlage Asse II
- /34/ ASSEKAT-Datenbank: ASSEKAT Endversion Entwurf mit ISS 8.0, erstellt am 29.03.2009
- /35/ Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714, (2002, 1459)), zuletzt geändert durch Gesetz vom 29. August 2008 (BGBl. I S. 1793)
- /36/ Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 StrlSchV: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen, 13.05.2005
- /37/ Strahlenschutzkommission: Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV Neufassung des Kapitels 4: Berechnung der Strahlenexposition; Empfehlung der Strahlenschutzkommission; Verabschiedet in der 186. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 11. September 2003
- /38/ STEAG encotec GmbH Programmsystem EXPO47 (16.02.2007): Modul: Jahresabgaben Abluft auf Basis der AVV zum § 47 StrlSchV (neu), gemäß Entwurf des BfS vom 13.05.2005 Version 5.1
- /39/ Programm MicroShield Version 7.2 Grove Software, Inc., Lynchburg, Virginia





 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 321 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

- /40/ GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, GmbH, Institut für Tief Lagerung / TA Anordnung der Probenahmeeinrichtungen im Abluftstrom der Asse II
- /41/ Programm STRESS, Strahlenexposition in der Umgebung gemäß den Störfallberechnungsgrundlagen zu den Leitlinien gemäß § 28 (3) StrlSchV (alt) aktualisiert gemäß § 49 StrlSchV 2001 (neu) Version 4.0.1 Stand 2007
- /42/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (28.08.2001): Bekanntmachung der Dosiskoeffizienten zur Berechnung der Strahlenexposition vom 23.Juli 2001, Bundesanzeiger Nr. 160 a/b
- /43/ Colenco Power Engineering AG, GRS mbH (12/2006): Gesamtbewertung der Langzeitsicherheit für den Standort Asse (Konsequenzanalyse)
- /44/ Brenk Systemplanung GmbH (02/2002, Version 2.02 vom März 2004): Programmbeschreibung zum AVV-Programm BSAVVL, Dosisberechnungen gemäß AVV zum § 47 StrlSchV (neu) (gemäß Entwurf des BfS vom 10. Januar 2001) - Luftpfad - Parameter gem. AVV Entwurf vom 13.5.2005
- /45/ ISTec GmbH (21.04.2009): Sicherheitsüberprüfung des bestimmungsgemäßen Betriebes der Schachtanlage Asse II



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 322 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 9 Abkürzungen

AED	Aerodynamisch äquivalenter Durchmesser
AtG	Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
DL	Dosisleistung
ELK	Einlagerungskammer
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
HF	Strahlenschutztechnischer Hauptfilter
HGL	Hauptgrubenlüfter
KC V	Konrad Container Typ V
LAW	Schwachradioaktive Abfälle (engl. low active waste)
MAW	Mittelradioaktive Abfälle (engl. medium active waste)
nVBA	Gebinde ohne verlorene Betonabschirmung unterschiedlicher Größe, ein LAW-Gebindetyp
ODL	Ortsdosisleistung
ReVK	Reststoff-Verfolgungs- und Kontrollsystem
REI	Richtlinie der Emissions- und Immissionsüberwachung kern-technischer Anlagen
SC	Spezial-Container
SG	Schüttgut
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 323 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

SVBA	Verlorene Betonabschirmung (Schwerbetonausführung), ein LAW-Gebindetyp
TB	Transferbehälter
TBH	Transportbereitstellungshalle
TG	Schachtgängiges Transportgestell
UTK	Umverpackungs-/Teilkonditionierungsanlage
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VBA	Verlorene Betonabschirmung (Normalbetonausführung), ein LAW-Gebindetyp

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 324 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 10 Definitionen und Begriffe

**Abbau:** Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum zur Mineralgewinnung, in dem keine radioaktiven Abfälle endgelagert sind.

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

**Abfall, betrieblicher radioaktiver:** Radioaktive Abfälle, die während des Stilllegungsbetriebes anfallen oder bereits vor Beginn des Stilllegungsbetriebes angefallen sind.

**Abfallprodukt:** Verarbeiteter radioaktiver Abfall ohne Verpackung oder unverteilter radioaktiver Abfall in einem Behälter verpackt.

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

**acM:** Abkürzung für abweichendes chemisches Milieu

**Aktivität:** Anzahl der in einem Zeitintervall auftretenden Kernumwandlungen eines Radionuklids oder Radionuklidgemisches dividiert durch die Länge des Zeitintervalls. Maßeinheit:  $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$ .

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



**Aktivitätskonzentration:** Aktivität bezogen auf die Volumeneinheit.

**Älteres Steinsalz:** Ein aus Natriumchlorid bestehendes Salzgestein der Staßfurtfolge, das im  $\text{Na}_2$ -Zechstein abgelagert wurde.

**Altversatz:** Bereits vor der Stilllegung eingebrachter Versatz.

**Anhydrit:** Griechisch an-hydros (= nicht Wasser); häufiges Mineral aus der Klasse der wasserfreien Sulfate,  $\text{CaSO}_4$ .

**Ankerausbau:** Allgemeine Bezeichnung für die Anwendung von Gebirgsankern als Ausbaumittel.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 325 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Anlage, kerntechnische:** Unter anderem Anlagen im Sinne der §§ 7 und 9a Abs. 3 Satz 1 Halbsatz 2 des Atomgesetzes (hier Endlager für radioaktive Abfälle).

**Äquivalentdosis:** Siehe Dosis.

**AtG:** Abkürzung für: Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz).

**Auffahren:** Herstellen einer söhligem oder geneigten Strecke oder eines anderen Grubenbaus.

**Auflockerungszone:** Auflockerung des Gesteins in der Umgebung geschaffener Hohlräume

**Aufpunkt:** Messpunkt bei der Bestimmung der maximalen Strahlenexposition.



**Ausbau:** Sammelbegriff für alle Mittel, die zum Offenhalten und Sichern von Grubenbauen in diese eingebracht werden, z. B. Ankerausbau mit Maschendraht, Unterstützungsausbau,...

**Ausbreitungsfaktoren:** Rechenfaktor der Ausbreitungsrechnung bei der Emission von Schadstoffen bzw. radioaktiven Stoffen in die Atmosphäre, der die horizontale und vertikale Ausdehnung der Schadstoffwolke sowie die effektive Quellhöhe (einschließlich thermischer und/oder mechanischer Überhöhung) berücksichtigt.

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

**Barrieren, geologische:** Geologische Gegebenheiten zur Verhinderung von unzulässigen Freisetzungen von radioaktiven Stoffen (z. B. Wirtsgestein, Nebengestein, Deckgebirge).

**Barrieren, technische:** Technische Maßnahmen zur Verhinderung unzulässiger Freisetzungen von radioaktiven Stoffen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 326 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Baufeld:** Bereich, der aus mehreren Abbauen besteht

**BBergG:** Abkürzung für: Bundesberggesetz

**Bemessungserdbeben:** Erdbeben mit der für den Standort größten Intensität, das unter Berücksichtigung einer näheren Umgebung des Standortes (200 km Umkreis) in der Vergangenheit aufgetreten ist.

**Betrieb, bestimmungsgemäßer:** Betriebsvorgänge, für die die Anlage bei funktionsfähigem Zustand der Systeme (ungestörter Zustand) bestimmt und geeignet ist (Normalbetrieb); auch Betriebsvorgänge, die bei Fehlfunktion von Anlagenteilen oder Systemen (gestörter Zustand) ablaufen, soweit hierbei einer Fortführung des Betriebs sicherheitstechnische Gründe nicht entgegenstehen (anormaler Betrieb); Instandhaltungsvorgänge (Inspektion, Wartung, Instandsetzung).

**Betriebslösungen:**  $MgCl_2$ -führende Lösungen, die im Rahmen der betrieblichen Maßnahmen im Bergwerk entstehen. Die Herkunft dieser Lösungen ist anthropogen und stets bekannt. Es können Versatzlösungen, Wetterlösungen sowie Schachttropfwässer oder Waschwässer unterschieden werden. Betriebslösungen sind unkritisch für die Betriebssicherheit, da es sich um begrenzte Mengen bekannter, anthropogener Herkunft handelt.

**Bewetterung:** Planmäßige Versorgung der Grubenbaue mit frischer Luft.



**Blindschacht:** Schacht, der nicht in Verbindung mit der Oberfläche steht.

**BMBF:** Abkürzung für: Bundesministerium für Bildung und Forschung

**BMU:** Abkürzung für: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

**Carnallit:** Leicht lösliches, wasserhaltiges Salzmineral ( $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )

**Carnallitit:** Salzgestein, das aus Carnallit, Steinsalz und anderen Salzmineralen besteht; Bestandteile sind Bischofit ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), Carnallit ( $KCl \cdot MgCl_2 \cdot H_2O$ ), Kieserit ( $MgSO_4 \cdot H_2O$ ), Steinsalz (NaCl), Anhydrit ( $CaSO_4$ )

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 327 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Deckgebirge:** Gesamtheit der anstehenden Schichten im Hangenden des Salzsattels Asse bis zur Tagesoberfläche (Post-Zechstein).

**Deckgebirgslösungen:** Lösungen, die ursprünglich aus dem Deckgebirge stammen und in das Grubengebäude eingedrungen sind.

**Direktstrahlung:** Anteil der von einer Strahlungsquelle emittierten Strahlung, die auf direktem Wege ohne wesentliche Wechselwirkung an einen betrachteten Aufpunkt gelangt.

**Dosis:** Strahlenenergie, die bei der Wechselwirkung einer ionisierenden Strahlung mit Materie an diese abgegeben wird. Die Strahlungsarten unterscheiden sich durch ihre biologische Wirksamkeit. Um dieser unterschiedlichen Wirksamkeit Rechnung zu tragen, multipliziert man die Energiedosis mit einem Strahlungswichtungsfaktor und erhält so ein neues Maß für die Dosis, die man als Äquivalentdosis (Röntgenäquivalent) für den Menschen bezeichnet. Maßeinheit: 1 Sv = 1 J/kg.

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



**Dosisbeschränkung:** Richtwert, dessen Einhaltung empfohlen wird.

**Dosisgrenzwert:** Höchstwert, der nicht überschritten werden darf.

**Dosisleistung:** Quotient aus der Dosis und der Zeit. (Maßeinheit: Sv/h).

**Eigenabfall:** Eigenabfälle sind Abfälle, die beim Betrieb der Schachtanlage Asse II entstanden sind bzw. entstehen, d. h. sie stammen aus dem Gewinnungsbetrieb als Salz- und Kalibergwerk, aus dem Einlagerungsbetrieb sowie aus dem Offenhaltungs- /Stilllegungsbetrieb.

**Einfallen:** Neigungswinkel einer Gebirgsschicht gegen die Horizontalebene.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 328 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Einlagerungsbereich:** Begrenzter Bereich im Grubengebäude, in dem Einlagerungskammern liegen, die für die Einlagerung radioaktiver Abfälle genutzt sind.

**Einlagerungskammer (ELK):** Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum in dem radioaktive Abfälle endgelagert sind.

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

**Element:** Atome mit gleicher Anzahl von elektrisch positiv geladenen Kernteilchen (Protonen).

**Endlagerung:** Wartungsfreie, zeitlich unbefristete und sichere Beseitigung von radioaktivem Abfall ohne beabsichtigte Rückholbarkeit.

**Endlagerungsbedingungen:** Unter Berücksichtigung von standortspezifischen Gegebenheiten des Endlagers festgelegte Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle.

**Firste:** Obere Grenzfläche eines Grubenbaus.

**Fluid:** Lateinisch fluere (= fließen, strömen); Sammelbezeichnung für strömende Flüssigkeiten und Gas.



**Förderschacht:** Schacht, der zum Transport des abgebauten Rohstoffs zur Oberfläche genutzt wird.

**Füllort:** Übergangsbereich vom Schacht zum Grubengebäude.

**Gebinde:** Einheit aus eingelagertem Stoff mit Fixierungsmittel und Behälter. Oberbegriff für VBA und nVBA.

**Gebirgsanker:** Vorgefertigte Stahlstangen, die in Bohrlöcher eingebracht und über Spreizelemente oder mittels Ankermörtel mit dem Gebirge verbunden



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 329 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

werden. Sie dienen zum Verbinden nichtzusammenhängender Schichten oder zum Aufhängen loser Gesteinsschalen am festen Gebirge.

**Gebirgsbeherrschung:** Übergeordneter bergmännischer Begriff für vielseitige Maßnahmen, die sich im Hinblick auf das Offenhalten von Grubenbauen aus der Wechselwirkung zwischen Gebirgsdruck und Gebirgsbewegung ergeben.

**Gebirgsdruck:** Spannung im unverritzten Gebirge oder um einen Grubenraum.

**Gebirgsmechanik:** Lehre vom mechanischen Verhalten des Gebirges auf anthropogene Einwirkungen (Bergbau und Hohlraumprobleme).

**Geologie (geologische Verhältnisse):** Griechisch geo-logos (= Erd-Wissenschaft-Lehre); Lehre vom Aufbau und der Entwicklung der Erde, Erdgeschichte, Adjektiv geologisch.

**Geowissenschaftliche Langzeitprognose:** Prognose der langfristigen Entwicklung der Geosphäre in einem Betrachtungsgebiet.

**GRS:** Abkürzung für Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (mbH).



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

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

**Grubenwasser:** Dem Grubengebäude zutretende Wässer unterschiedlicher Herkunft.

**Grundspannungszustand:** Natürlicher Spannungszustand im unverritzter Gebirge also vor einem menschlichen Eingriff, resultiert aus der Gewichtskraft der Gebirgsschichten.

**GSF:** Abkürzung für: Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH (gegründet als Gesellschaft für Strahlenforschung mbH), seit 01.01.2008 in Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU) umbenannt.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 330 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Halbwertszeit:** Zeit, in der die Hälfte der Atomkerne eines Radionuklids zerfällt.

**Hangendes:** Gestein oberhalb eines Grubenbaus oder einer betrachteten Gesteinsschicht.

**Haufwerk:** Aus dem Gebirgsverband herausgelöstes Gestein.

**Hauptgrubenlüfter:** Für die Bewetterung benötigter Lüfter, der den Gesamtwetterstrom aufrecht erhält.

**Hutgestein:** Überreste des zersetzten Salzgesteins an der Spitze eines Salzsattels.

**Hydrogeologie:** Griechisch hydros-geo-logos (= Wasser-Erd-Lehre); Wissenschaft vom Verhalten des Wassers im Untergrund und dessen Wirkung auf die Gesteinsschichten; Adjektiv hydrogeologisch.

**Hydrologie:** Griechisch hydros-logos (= Wasser-Lehre); Gewässerkunde; Wissenschaft von den Eigenschaften und Wirkungen des Wassers mit seinen Erscheinungsformen über, auf und unter der Erdoberfläche.

**Individualdosis:** Individuelles Maß für die Strahlenexposition von Einzelpersonen durch ionisierende Strahlung.



**Isotop:** Element mit unterschiedlicher Anzahl von elektrisch neutralen Kernteilchen (Neutronen).

**Jüngeres Steinsalz:** Ein aus Natriumchlorid bestehendes Salzgestein der Leinefolge, das in der Erdzeit Zechstein abgelagert wurde.

**Kaliaufbereitung:** Technischer Prozess, bei dem Kalisalze zu verkaufsfähigen Produkten (meist Düngemitteln) verarbeitet werden.

**Kalisalz:** Gestein oder Bergbauprodukt aus verschiedenen Salzmineralen mit einem hohen Anteil an Kaliumverbindungen.

**Kaliumchlorid** Sylvin, chemische Formel KCl.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 331 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Kammerzugänge:** Neben den Zugängen im engeren Sinn auch Durchhiebe zu benachbarten Abbauen bzw. Einlagerungskammern, Bohrungen in die Einlagerungskammern oder Rolllöcher.

**Kaue:** Dusch- und Umkleideraum eines Bergwerkes.

**Kaverne:** Lateinisch caverna (= Höhle); ellipsenförmiger unterirdischer Hohlraum.

**Kluft:** Durch Bewegungen in der Erdkruste (tektonische Vorgänge) entstandene Risse und Spalten in einem Gesteinskörper



**Kontrollbereich:** Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder höhere Organdosen als 45 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.

**Konvergenz:** Lateinisch con-vergere (= sich zueinander neigen); Natürlicher Prozess der Volumenreduzierung von untertägigen Hohlräumen infolge Verformung bzw. Auflockerung aufgrund des Gebirgsdrucks.

**Korrosion:** Chemische Veränderung von Material an der Oberfläche fester Körper.

**Kritikalität:** Ein Spaltstoffsystem ist kritisch, wenn die Zahl der durch Spaltung erzeugten Neutronen gleich oder größer ist als die Zahl der durch Kernreaktionen absorbierten Neutronen und das System damit den Zustand einer sich selbst unterhaltenden Kettenreaktion erreicht. Die Kenngröße für die Kritikalität ist der infinite Multiplikationsfaktor  $k_{inf}$ . Ein Spaltstoffsystem ist unterkritisch, wenn  $k_{inf} < 1$  ist.

**Lagerbereich:** Der Lagerbereich beinhaltet die Einlagerungskammern, die Zugänge zu den Einlagerungskammern sowie die Verbindungen zum restlichen Grubengebäude.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 332 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Lagerstätte:** Anreicherungszone von abbauwürdigen Rohstoffen im Bereich der Erdkruste.

**Langzeit-Ausbreitungsfaktor:** Ausbreitungsfaktor, der die Verteilung von über einen längeren Zeitraum (Ganzjahr, Sommerhalbjahr) in die Atmosphäre abgegebenen Schadstoffen bzw. radioaktiven Stoffen beschreibt.

**Langzeitprognose:** Einschätzung der langfristigen Entwicklung eines Ereignisses, Prozesses oder Systems.

**Langzeitsicherheit:** Sicherheit für Menschen und Schutzgüter unter Berücksichtigung der möglichen zukünftigen Entwicklung am Standort Schachtanlage Asse II.

**Langzeitsicherheitsanalyse:** Untersuchung der Auswirkungen von Maßnahmen auf die Langzeitsicherheit.

**Langzeitsicherheitsnachweis:** Nachweis zum langfristig sicheren Abschluss von Abfällen von der Biosphäre.

**Langzeittragfähigkeit:** Materialspezifische Belastbarkeitsgrenze, die auf neuesten standortspezifischen Untersuchungen basiert und für jedes Tragelement bzw. Tragsystem ermittelt werden kann (Synonym für Langzeitfestigkeit).

**Laugenstellenverzeichnis:** Abkürzung für: Verzeichnis der Laugenaustrittsstellen (Bestandteil des Risswerkes der Schachtanlage Asse II).



**Liegendes:** Gestein unterhalb eines Grubenbaus oder einer betrachteten Gesteinsschicht.

**Lithologie:** Gesteinskunde der Sedimentgesteine.

**Lutte:** Flexibles oder starres Rohrleitungsstück zum Transport von Grubenwettern.

**Magnesiumchlorid:** Magnesiumsalz, chemische Formel  $MgCl_2$ .

**Magnesium-Depot:**  $Mg(OH)_2$ -haltiges Material, das die Entwicklung des chemischen Milieus in den Einlagerungsbereichen günstig beeinflusst.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 333 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Magnesiumsulfat:** Magnesiumsalz, chemische Formel  $MgSO_4$ .

**Markscheide:** Bezeichnet die Grenze des Gebietes, in dem Bergbau betrieben werden darf.

**mittelradioaktive Stoffe:** Stoffe mit einer Aktivitätskonzentration von 10 Milliarden bis 100 Billionen  $Bq/m^3$ .

**Modell:** Vereinfachte Abbildung der Realität

**Modellrechnung:** Darstellung und Variation von Gegebenheiten durch Nutzung mathematischer Funktionen

**MSK:** Abkürzung für: Medvedev-Sponheuer-Karnik-Skala, beschreibt die Stärke eines Erdbebens auf einer Skala von I – XII; alte Intensitätsbewertung

**Natriumchlorid:** Natriumsalz, chemische Formel  $NaCl$

**NLfB:** Abkürzung für: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, nach Zusammenlegung mit dem Bergamt in „Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie“ (LBEG) umbenannt



**Normalnull (NN):** Höhenbezugsfläche in einem Höhenbezugssystem dessen Niveau vom Nullpunkt des ehemaligen Pegels Amsterdam hergeleitet ist.

**Nuklid:** Atome bestehen aus Kern und Hülle; die Bestandteile des Kernes – Neutronen und Protonen – werden als Nukleonen bezeichnet; Kerne mit unterschiedlicher Anzahl von Protonen und Neutronen ergeben die Atomarten, die als Nuklide bezeichnet werden.

**Ortsdosis:** Äquivalentdosis für Weichteilgewebe, gemessen an einem bestimmten Ort.

**organische Stoffe:** Alle chemischen Elemente und Verbindungen, die Kohlenwasserstoff-Verbindungen enthalten.

**Permeabilität:** Durchlässigkeit eines Gesteins für Flüssigkeiten und Gase, abhängig von der Querschnittsgröße und -form der einzelnen Fließkanäle, deren räumlichem Verlauf und ihrer gegenseitigen Verknüpfung.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 334 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Pfeiler:** Stützelement (stehen bleibender Lagerstättenteil) des Hangenden zwischen Hohlräumen.

**Prognose:** Griechisch pro-gignoskein (= im Voraus erkennen); Vorhersage

**Quellterm:** Art und Menge der mobilisierten Stoffe in Lösung und in Gas.



**Querschlag:** Etwa rechtwinklig zum Streichen der Lagerstätte aufgefahrene Strecke.

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

**Radioaktivität:** Als Radioaktivität bezeichnet man die Eigenschaft bestimmter Radionuklide, spontan Teilchen- oder Gammastrahlung aus dem Atomkern zu emittieren oder nach Einfang eines Hüllelektrons durch den Kern Röntgenstrahlung aus der Hülle zu emittieren. Radioaktivität ist eine Eigenschaft, d. h. sie ist einer quantitativen Bestimmung (Messung) nicht zugänglich und daher keine Messgröße. Sie darf nicht mit der Aktivität verwechselt werden, die ein Maß für die Menge eines Radionuklids und eine Messgröße ist.

**Radionuklid:** Lateinisch radius-nucleus (= Strahl-Kern); Als Radionuklid bezeichnet man ein radioaktives Nuklid im Grundzustand oder metastabilen Zustand. Es wird durch die Angabe des Elementsymbols sowie der zugehörigen Massenzahl gekennzeichnet, z. B. Sr-90, Tc-99m.

**Radionuklide, künstliche:** Künstliche Radionuklide sind vom Menschen durch Kernreaktionen erzeugte Radionuklide. Dazu gehören z.B. die beim Betrieb von Kernkraftwerken aufgrund der Kernspaltung entstehenden Spalt- und Aktivierungsprodukte (z. B. H-3, C-14, Fe-59, Co-60, Sr-90, I-131, Cs-137) sowie die in Beschleunigern hergestellten Radionuklide, die in Medizin, Forschung und Technik zur Anwendung kommen (z. B. F-18, Se-75, Tc-99m, I-123, I-131, Tl-201).

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 335 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Radionuklide, natürliche:** In der Natur vorkommende Radionuklide, die nicht durch menschliche Tätigkeiten erzeugt und in die Umwelt eingebracht wurden. Dazu gehören die seit der Entstehung der Erde noch vorhandenen Radionuklide (primordiale Radionuklide) und die durch die kosmische Strahlung in der Atmosphäre gebildeten Radionuklide (kosmogene Radionuklide). Die bekanntesten Vertreter der primordialen Radionuklide sind K-40, Rb-87 sowie die Radionuklide der natürlichen Zerfallsreihen (U-238-, U-235-, Th-232-Zerfallsreihe). Vertreter der kosmogenen Radionuklide sind z. B. H-3, Be-7 und C-14.

**Radionuklidinventar:** Radionuklide und entsprechende Aktivitäten, die z. B. in einem Abfallgebäude oder in einem Einlagerungsgrubenbau enthalten sind.

**Rasenhängebank:** Unmittelbares Umfeld eines Schachtes im Niveau der Erdoberfläche.

**Restlösung:** Lösungen mit variablen Zuflussmengen, abnehmenden Zutrittsraten und chem. konstanter Zusammensetzung. Zeichnen sich durch rel. hohe Br-Gehalte und Dichten um 1,3 g/cm<sup>3</sup> aus. Vgl. auch Metamorphoselösungen.

**Richtstrecke:** Im Streichen der Lagerstätte aufgefahrene Strecke.



**Röt-Anhydrit:** Anhydrit aus der unteren Stufe des Buntsandsteins vor ca. 251 Mio. Jahren.

**Salinare Lösungen:** Wässrige Lösungen mit unterschiedlicher Salzkonzentration.

**Salzformation:** Folge von abgelagerten Salzgesteinen, die sich in einem längeren erdgeschichtlichen Zeitabschnitt gebildet haben.

**Salzgebirge:** Das Salzgebirge besteht aus Salzgestein, Anhydrit und Salztonen.

**Salzlösungskataster:** Datenbank, in der alle Lokalitäten mit Zutritts- oder Standlösungen der Schachtanlage Asse II erfasst und dokumentiert werden. Dabei handelt es sich um Tropfstellen, Feuchtstellen, Sümpfe, Bohrungen etc.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 336 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Salzlösungszutritt:** Zutritt einer NaCl-gesättigten Salzlösung in das Grubengebäude.

**Salzsattel:** Salzablagerung in Form eines Sattels.

**Salzspiegel:** Obere Grenzfläche von Salzstrukturen, etwa parallel zum Grundwasserspiegel, entstanden durch flächenhafte Lösung des Salzgesteins.

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

**Schachthalle:** Gebäude über dem Schacht; auch als Schachthaus bezeichnet.

**Scherbewegung:** Bewegung von Gesteinsblöcken, die gegeneinander verschoben werden.

**Schutzfluid:** Salzlösung, die an Halit, Carnallit, Kieserit und Kainit gesättigt ist (entspricht Lösung am Punkt R im quinären System) und deshalb kein Lösevermögen gegenüber diesen Salzen besitzt. Somit wird das Salzgestein vor Zersetzung durch andere Lösungen geschützt

**Schutzziel:** Schützenswerte Ziele in Rechtsvorschriften.

**schwachradioaktive Stoffe:** Stoffe mit einer Aktivitätskonzentration unter 10 Milliarden Bq/m<sup>3</sup>.

**Schwebe:** Horizontale Gebirgsschicht, die zwei übereinander angeordnete Grubenbaue voneinander abgrenzt



**seismische Messung:** Messung zum Erfassen von Bruchprozessen in der Erdkruste.

**Seismizität:** Häufigkeit und Intensität der Erdbeben einer Region.

**Seismologie:** Griechisch seismos-logos (= Erschütterung-Lehre); Lehre von den Erdbeben.

**Simulation:** Lateinisch simulare (= ähnlich machen/darstellen); Berechnungen anhand eines mathematischen Modells, um Erkenntnisse über ein reales System zu gewinnen.



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 337 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

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

**söhlilig:** Horizontal verlaufend.

**Sorelbeton:** Baustoff, erzeugt durch Mischen von Magnesiumoxid, feiner Steinsalzkörnung und Schutzfluid-Lösung. Er kann von Schutzfluid nicht zersetzt werden.

**Spannungsmessung:** Messung zur Erfassung des Drucks, der in verschiedenen Richtungen auf Gesteine und Versatz wirkt.

**Steinsalz:** Salzmineral, auch Halit genannt, chemische Formel NaCl.

**Steinsalz-Barriere:** Salzgestein zwischen Grubengebäude und wasserführendem Deckgebirge (Synonym für Steinsalzschutzschicht).

**Steinsalzschutzschicht:** Synonym für Steinsalzbarriere.



**Stilllegung** Zu verwendender Begriff für die Gesamtheit der Maßnahmen zur Stilllegung der Schachtanlage Asse II.

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

**Stoß:** Seitliche Begrenzung eines Grubenbaus (z. B. Strecken-Stoß, Schacht-Stoß); auch jede Angriffsfläche für die Gewinnung (Abbau-Stoß).

**Strahlenexposition:** Lateinisch ex-ponere (= hinaus-setzen); bezeichnet im Allgemeinen die Einwirkung von Strahlung auf den menschlichen Körper. Im Strahlenschutz wird beim Umgang mit oder bei der Anwendung von radioaktiven Stoffen die Einwirkung ionisierender Strahlung betrachtet.

**Strahlenschutz:** Voraussetzungen und Maßnahmen zum Schutz vor schädlichen Wirkungen ionisierender Strahlen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 338 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Strahlung, ionisierende:** Jede Strahlung, die direkt oder indirekt Materie ionisiert, d. h. Atome bzw. Moleküle elektrisch auflädt.

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

**Streichen:** Richtung der Schnittlinie einer geologischen Fläche mit der Horizontalebene bezogen auf die Nordrichtung.

**StrlSchV:** Abkürzung für Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung).

**Strömungsbarriere:** Verschlussbauwerk, das während der Nachbetriebsphase die Einlagerungsbereiche vom restlichen Grubengebäude abtrennt und die Lösungsströme im Grubengebäude lenkt.

**Tektonik:** Lehre vom Bau der Erdkruste, deren Bewegungen und den dabei wirkenden Kräften, Adjektiv tektonisch.

**Teufe:** Tiefenlage unter der Tagesoberfläche.

**Tiefe:** Lage unter Normalnull (NN).



**Tiefenaufschluss:** Grubenbereich unterhalb der 775-m-Sohle in der Schachtanlage Asse II.

**Tritium:** Radioaktives Isotop des Wasserstoffs mit zwei Neutronen und einem Proton im Kern. Tritium wird z. B. zur Herstellung von Leuchtfarben, als Indikator in Tracer-Versuchen und als Brennstoff in kontrollierten Fusionsversuchen verwendet. Tritium ist ein Betastrahler ( $E_{\max}$ : 18 keV) mit einer Halbwertszeit von 12,323 Jahren.

**VBA:** Abkürzung für Verlorene Betonabschirmung, ein LAW-Gebindetyp.

**Verfestigen:** Überführung von flüssigem oder flüchtigem radioaktiven Abfall in ein festes Abfallprodukt, z. B. mit Hilfe eines Fixierungsmittels.

**Verfüllen:** Einbringen von Material in Grubenbaue zur Minimierung des Hohlraumvolumens.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 339 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

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

**Versatzlösung:** Lösungen bekannter Herkunft in begrenzten Mengen, im Wesentlichen an die alten Carnallitabbau gebunden.

**Verschiebungsmessung:** Messung zum Erfassen von Art und Größe horizontaler und/oder vertikaler Verformungen der Hohlräume sowie von Senkungen der Oberfläche

**Verschließen:** Abtrennung von Grubenbauen gegen das übrige Grubengebäude mit speziellen Bauwerken.

**Verschlussbauwerke:** in einigen Kammerzugängen, mit zum Teil unterschiedlichen Materialien, errichtete Bauwerke.

**Verwerfung:** Tektonische Bruchzone in einem Gesteinskörper (geologisch: Störung). Je nach Versatz der Gesteinspakete gegeneinander spricht man von Aufschiebung, Abschiebung oder Seitenverschiebung.

**Verzug:** Ausbauelement zur Auskleidung der Zwischenräume beispielsweise zwischen den Anker- oder Unterstützungsausbau etwa mit Verzugsmatten, Betonplatten, Holz.



**Wetter:** Bergmännischer Begriff für sich durch untertägige Grubenbaue bewegende Luftströme.

**Wetterführung:** Planmäßige Lenkung der Wetter durch das Grubengebäude.



**Zutrittslösung:** Lösungen die im Grubengebäude zutreten, Verwendung im Salzlösungskataster.

**Zutrittsstelle:** Bezeichnung für Orte, an denen die Salzlösung sichtbar in das Grubengebäude eintritt.

**Zutrittsstelle, primäre:** Zutrittsstelle, die aufgrund ihrer geodätischen Lage und ihrer Position im Grubengebäude als die dem Speichervolumen bzw. Zutrittssystem am nächsten gelegene Zutrittsstelle identifiziert werden konnte.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 340 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

**Zutrittsstelle, sekundäre:** Zutrittsstelle, die aufgrund der Migration von Salzlösungen innerhalb des Grubengebäudes auftritt. Sekundäre Zutrittsstellen lassen sich stets einer primären Zutrittsstelle zuordnen.

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 341 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 11 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2.8-1	Aktivitätsinventar in den LAW-Kammern zum 01.01.2005.....	69
Tabelle 2.8-2	Anzahl der in den ELK lagernden Gebinde.....	71
Tabelle 3.3-1	Anzahl der Gebinde mit erhöhten Störfallsummenwerten in den einzelnen Kammern im Vergleich zur Gesamtzahl der Gebinde in den Kammern.....	84
Tabelle 4.2-1	Aktivitätsinventar; x = keine VBA eingelagert .....	171
Tabelle 4.3-1	Maßzahlen für die Berücksichtigung der radiologischen Wirksamkeit einzelner Nuklide in den LAW-Kammern.....	173
Tabelle 4.3-2	Gewichtetes Aktivitätsinventar .....	174
Tabelle 4.4-1	Prozentualer Anteil des gewichteten Aktivitätsinventars der VBA oder nVBA einer Kammer am gewichteten Aktivitätsinventar aller Kammern .....	176
Tabelle 4.4-2	Unter Tage verbleibender Anteil des Aktivitätsinventars bezogen auf das Gesamtaktivitätsinventar der LAW .....	177
Tabelle 4.4-3	Zeitbedarf für die Vorlaufphase.....	185
Tabelle 5.2-1	Zeiten für die verschiedenen Behandlungsschritte von VBA in der UTK .....	194
Tabelle 5.2-2	Zeiten für die verschiedenen Behandlungsschritte von nVBA in der UTK .....	194
Tabelle 5.2-3	Zeiten für die verschiedenen Behandlungsschritte von Schüttgut / Salzgrus in der UTK.....	195
Tabelle 5.2-4	Verarbeitungskapazität der UTK nach Varianten in Einheiten/h.....	196

Tabelle 5.3-1	Berechnung der Gewinnungszeiten für Variante 1 .....	210
Tabelle 5.3-2	Personalbedarf für die Variante 1 (unter Tage).....	217
Tabelle 5.3-3	Variante 1: Personalbedarf und Personalkosten.....	220
Tabelle 5.3-4	Kosten Variante 1 (ohne Einlagerungskosten).....	222
Tabelle 5.4-1	Berechnung der Gewinnungszeiten für Variante 2 ohne Kammer 6/750, 7/750 und 11/750 .....	227
Tabelle 5.4-2	Variante 2: Personalbedarf und Personalkosten.....	236
Tabelle 5.4-3	Gesamtkosten Variante 1 und 2 .....	237
Tabelle 5.5-1	Variante 3: Personalbedarf und Personalkosten.....	251
Tabelle 5.5-2	Gesamtkosten Variante 1 bis 3.....	252
Tabelle 5.6-1	Variante 4: Personalbedarf und Personalkosten.....	259
Tabelle 5.6-2	Gesamtkosten Variante 1 bis 4.....	261
Tabelle 6.1-1	Nuklidinventar der Kammer 7/750 zum 01.01.2010, freigesetzte Aktivität in den Rückholbereich, in die Umgebung abgeleitete Aktivität, Quellterm für die Dosis- berechnung.....	268
Tabelle 6.1-2	Nuklidinventar der Kammer 1/750 zum 01.01.2010, freigesetzte Aktivität in den Rückholbereich, in die Umgebung abgeleitete Aktivität, Quellterm für die Dosis- berechnung.....	272
Tabelle 6.1-3	Bisherige Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus Schacht Asse 2 (Jahr 2000).....	273
Tabelle 6.1-4	Strahlenexposition durch die tatsächlichen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern aus Schacht Asse 2 an der ungünstigsten Einwirkungsstelle (nach /23/).....	274







 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 343 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Tabelle 6.1-5	Ausbreitungsfaktoren aus /23/ für die Ausbreitungsrechnung.....	275
Tabelle 6.1-6	Mögliche Strahlenexposition durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe während der Rückholung der LAW aus Kammer 7/750 an der ungünstigsten Einwirkungsstelle .....	276
Tabelle 6.1-7	Mögliche Strahlenexposition durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe während der Rückholung der LAW aus Kammer 1/750 an der ungünstigsten Einwirkungsstelle .....	277
Tabelle 6.1-8	Mögliche Strahlenexposition durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe während der Rückholung der LAW (Variante 1) an der ungünstigsten Einwirkungsstelle .....	278
Tabelle 6.1-9	Mögliche Strahlenexposition durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe während der Rückholung der LAW (Varianten 2 bis 4) an der ungünstigsten Einwirkungsstelle .....	278
Tabelle 6.1-10	Summe der Strahlenexposition durch den Normalbetrieb der Rückholung - Variante 1 - (s. Tabelle 6.1-8) und den bisherigen Betrieb der Schachtanlage Asse II (s. Tabelle 6.1-4) .....	279
Tabelle 6.1-11	Summe der Strahlenexposition durch den Normalbetrieb der Rückholung - Varianten 2 bis 4 - (s. Tabelle 6.1-9) und den bisherigen Betrieb der Schachtanlage Asse II (s. Tabelle 6.1-4).....	280
Tabelle 6.2-1	Mittlere Dosisleistung der VBA und nVBA in 3 m Abstand. Die Dosisleistung der Gebinde in Kammer	

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 344 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

	4/750 wurde aufgrund der geringen Aktivität des Inventars nicht dargestellt. Angaben in $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ..... 285
Tabelle 6.2-2	Zusammenstellung der Strahlenexposition des Personals für die Rückholung der Gebinde in mSv ..... 286
Tabelle 6.3-1	Mögliche radiologische Störfälle bei der Rückholung der LAW ..... 292
Tabelle 6.3-2	Belastungsklassen nach der Transportstudie Konrad /28/ und entsprechende Fallhöhen ..... 299
Tabelle 6.3-3	Radiologisch relevante Störfälle, Randbedingungen und Freisetzunganteile..... 300
Tabelle 6.3-4	Inventar der 10 Gebinde mit dem höchsten Alpha-Aktivitätsinventar bezogen auf den 01.01.2010 ..... 301
Tabelle 6.3-5	Inventar der 10 Gebinde mit dem höchsten Beta/Gamma-Aktivitätsinventar bezogen auf den 01.01.2010..... 302
Tabelle 6.3-6	Freisetzungen aus den Gebinden der Chargen 3120, 2874 und 2780..... 305
Tabelle 6.3-7	Ergebnisse der Dosisberechnung (Freisetzunganteile gemäß Tabelle 6.3-6) ..... 308
Tabelle 6.3-8	Untersuchte Chargen, Anzahl und Gebindeart ..... 310



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 345 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

## 12 Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 2.1-1	Grubengebäude Schachtanlage Asse II (Quelle: www.bmu.de).....	16
Abb. 2.2-1	Struktur des Salzsattels im Bereich Schachtanlage Asse II /33/.....	17
Abb. 2.4-1	3D-Ansicht und Grundriss der Lage der LAW-Einlagerungskammern.....	25
Abb. 2.4-2	Lage der Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle .....	29
Abb. 2.5-1	Abstand der Abbaukammern zum Deckgebirge, Vertikalschnitt .....	42
Abb. 2.5-2	Positionen der Messstellen im Abbaufeld der Südflanke (Anlage 1 aus /9/) .....	44
Abb. 2.5-3	Messpunkte und Isoliniendarstellung der Pfeilerstauchungsraten im Zeitraum 11/2007 bis 11/2008 (Anlage 6 aus /9/) .....	45
Abb. 2.5-4	Vertikalschnitt als Isoliniendarstellung der Pfeilerstauchungsraten im Zeitraum 11/2007 bis 11/2008 (Datenbasis Anlage 6 aus /9/).....	46
Abb. 2.5-5	Pfeilerstauchungsraten der Messhorizonte auf der 679-m-Sohle und 700-m-Sohle von 1981 bis 2008 (Anlage 5 aus /9/) .....	47
Abb. 2.5-6	Querschlägige (Nord-Süd) Risse im Pfeiler zwischen den Abbauen 3 und 4 auf der 725-m-Sohle (Bild 16 aus /12/) .....	48



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 346 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Abb. 2.5-7	Versatzdruckentwicklung im Abbau 2 der 616-m-Sohle (Anlage 11 aus /9/) .....	51
Abb. 2.5-8	Beispielhafte Darstellungen der mikroseismischen Ereignisse als Punktwolken (aus /9/ bzw. /11/).....	52
Abb. 2.5-9	Zutrittsstellen von Salzlösungen an der Südflanke der Schachtanlage Asse II und vermutliche Fließwege innerhalb des Grubengebäudes (Abbildung B.1 aus /13/) ...	54
Abb. 2.5-10	Vereinfachter Seigerriss mit Stand und Zeitfolge der Schwebendurchbrüche (Anlage 4 aus /8/) .....	56
Abb. 2.5-11	Ansicht des restlichen Schwebenringes einer verbrochenen Schwebenring (Anlage 38 aus /9/).....	57
Abb. 2.5-12	Prognose der Pfeilerstauchungsraten bis 2020 (Anlage 27 aus /9/).....	59
Abb. 2.6-1	Schachtscheibe Asse 2 oberhalb der 490-m-Sohle .....	61
Abb. 2.6-2	Wetterscheider Schacht Asse 2.....	62
Abb. 2.6-3	Ist-Zustand Bewetterung 750-m-Sohle .....	64
Abb. 3.1-1	Prinzipdarstellung der Kammerteilung für eine Teilleerung mit anschließender Teilverfüllung, Aufsicht.....	76
Abb. 3.1-2	Prinzipdarstellung der schritt- und scheibenweisen Gewinnungstechnik, Seitenansicht; zur Verdeutlichung wurden sowohl in der First- als auch in der Mittelscheibe Türstockausbauten dargestellt.....	77
Abb. 3.3-1	Beladeschema für Konrad-Container Typ V mit 10 cm Betoninliner.....	85
Abb. 3.3-2	Konzept für die Transportbereitstellungshalle mit Konditionierungsbereich am Standort Asse II.....	96



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 347 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Abb. 3.6-1	Schematische Darstellung der Strahlenschutzbereiche unter Tage bei einer geöffneten Einlagerungskammer .....	120
Abb. 3.6-2	Möglicher Standort für die UTK und das UTK-Pufferlager (blau) .....	125
Abb. 3.6-3	Möglicher Standort für das schachtnahe Pufferlager (blau) .....	126
Abb. 3.6-4	Möglichkeiten der Ansatzpunkte der Kammerzugänge zu Kammern, die mit dem Abkipppverfahren befüllt wurden, Vertikalschnitt.....	130
Abb. 3.6-5	Halbwendel von der Strecke auf Sohlniveau der Kammer mit Ausweich- und Parkstelle, Grundriss.....	131
Abb. 3.6-6	Möglichkeiten zur Schaffung des oberen Kammerzugangs: Zugang über eine Strecke auf Sohl- (1) bzw. Firstniveau (2), Vertikalschnitt.....	132
Abb. 3.6-7	Prinzip der Öffnung der Kammern bei Einlagerung mit Stapeltechnik, Seitenansicht.....	133
Abb. 3.6-8	Prinzipdarstellung der Sicherung der Firste unmittelbar nach Öffnung der ELK bei Füllung mit Abkipptechnik, rot: Ankerung, Vertikalschnitt.....	134
Abb. 3.6-9	Prinzipdarstellung der Sicherung der Firste unmittelbar nach Erstellung eines Aufbruchs vor der ELK bei Stapeltechnik, rot: Ankerung, Vertikalschnitt.....	135
Abb. 3.6-10	Prinzip der Wetterwege auf der 750-m-Sohle ohne Darstellung der Sonderbewetterung der ELK .....	136
Abb. 3.6-11	Aufteilung der Kammer in Ober-, Mittel und Unterscheibe, Vertikalschnitt .....	143
Abb. 3.6-12	Prinzipbild zum Verfüllen einer Kammer mit Sorelbeton....	147



 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 348 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Abb. 3.6-13	Prinzipbild zum Verfüllen von Kammer und Zugangswendel .....	148
Abb. 3.6-14	Schematische Darstellung der Raumbereiche des Konditionierungs- und Schleusbereiches der Transportbereitstellungshalle.....	158
Abb. 4.4-1	Variante 1, Lage der ELK im Grubengebäude.....	178
Abb. 4.4-2	Variante 1, Kammerinventar nach der Rückholung .....	179
Abb. 4.4-3	Variante 2, Lage der ELK im Grubengebäude.....	181
Abb. 4.4-4	Variante 2, Kammerinventar nach der Rückholung .....	181
Abb. 4.4-5	Variante 3, Kammerinventar nach der Rückholung .....	183
Abb. 5.2-1	Lage der ELK und Einlagerungstechnik.....	189
Abb. 5.3-1	Anpassung des Grubengebäudes für Variante 1 .....	202
Abb. 5.3-2	Prinzipskizze des Kammerzugangs.....	203
Abb. 5.3-3	Prinzipbild Bewetterungskonzept für Variante 1, Beispiel: Rückholung aus der ELK 6/750.....	205
Abb. 5.3-4	Variante 1 Reihenfolge der Kammerleerung.....	207
Abb. 5.3-5	In Salzgrus eingebettete VBA, ELK 6/750 und 7/750 .....	208
Abb. 5.3-6	„Freiliegende“ VBA in Einlagerungskammer 11/750 .....	209
Abb. 5.3-7	Prinzipskizze der Transportwege für die Leerung der Einlagerungskammer 6/750 .....	211
Abb. 5.3-8	Umverpackung und Teilkonditionierung von VBA in der Variante 1 .....	214
Abb. 5.4-1	Anpassung des Grubengebäudes für Variante 2; durchgezogene Linie: Auffahrung vor der Rückholung; gepunktete Linie: Auffahrung während der Rückholung ....	224





 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 349 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

Abb. 5.4-2	Wetterführung für die Rückholung aus ELK 1/750, 2/750 und 12/750.....	226
Abb. 5.4-3	Umverpackung und Teilkonditionierung von VBA und nVBA in der Variante 2 .....	231
Abb. 5.5-1	Anpassung des Grubengebäudes für Variante 3; durchgezogene Linie: Auffahrung vor der Rückholung; gepunktete Linie: Auffahrung während der Rückholung ....	239
Abb. 5.5-2	Wetterführung bei der Rückholung aus ELK 4/750 und 8/750.....	241
Abb. 5.5-3	Wetterführung bei der Rückholung aus ELK 10/750, 2/750 Na2 und 7/725 Na2.....	242
Abb. 5.5-4	Transportwege Variante 3, Beispiel: Leerung der Kammern 4/750 und 8/750 .....	245
Abb. 5.5-5	Transportwege Variante 3, Beispiel: Leerung der Kammern 10/750, 7/725 Na2 und 2/750 Na2 .....	246
Abb. 5.5-6	Umverpackung und Teilkonditionierung von VBA in der Variante 3 .....	247
Abb. 6.3-1	Landschaftsprofil vom Diffusor der Schachtanlage Asse II Richtung Nord-Nord-West.....	307

 	Schachtanlage Asse II		
		Seite 350 von 350	
		Stand: 25.09.2009	

### 13 Anlagen

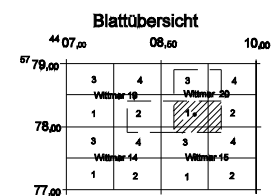
Anlage 1	Grundriss 725-m-Sohle
Anlage 2	Grundriss 725-m-Sohle, Streckenmessquerschnitte
Anlage 3	Grundriss 750-m-Sohle
Anlage 4	Grundriss 750-m-Sohle, Streckenmessquerschnitte
Anlage 5	Detaillierte Beschreibung der LAW-Einlagerungskammern
Anlage 6	Sperr-, Kontroll-, Überwachungsbereiche
Anlage 7	Zeitplanung unter-Tage-Prozess, Variante 1
Anlage 8	Zeitplanung unter-Tage-Prozess, Variante 2
Anlage 9	Zeitplanung unter-Tage-Prozess, Variante 3
Anlage 10	Zeitplanung unter-Tage-Prozess, Variante 4



- Zeichenerklärung**
- Abbau angelegt nicht leergefördert
  - Abbau leergefördert
  - Teilversatz
  - Sturzversatz
  - Blasversatz
  - konvergierender Hohlraum
  - Einlagerungskammer mit Versatz
- Ra Aa/le radioakt. Abf., schwachakt., fest  
4/1967 - 3/1971 Beginn u. Ende d. Verfüllung  
Bl. Scht. 2 let zw. der 574m u. 725m Sohle nicht befahrbar
- L. Nr. 191 Laugenaustrittsstelle lt. Laugenverzeichnis

**Einlagerung schwachradioaktiver Rückstände**

Abbau	Einlagerungs-Beg.	Ende	100 l	150 l	200 l	250 l	300 l	400 l	Betonverpack.	Sonderabsch.	eingel. Beh.	eingel. Ing.	Einl. m <sup>3</sup>	verf.
Na 2	Na 3		0,1 m <sup>3</sup>	0,15 m <sup>3</sup>	0,2 m <sup>3</sup>	0,25 m <sup>3</sup>	0,3 m <sup>3</sup>	0,4 m <sup>3</sup>	1,17 m <sup>3</sup>	Stk = m <sup>3</sup>	8630	2281,00		
7	1975	1977												



Bl. Scht. 1  
Einreich d. Bl. Scht. I. d. Schacht - Plan gen. K. Verp. vom 12.7.1922 - Nr. 1409 u. vom 27.8.1928 - Nr. 598

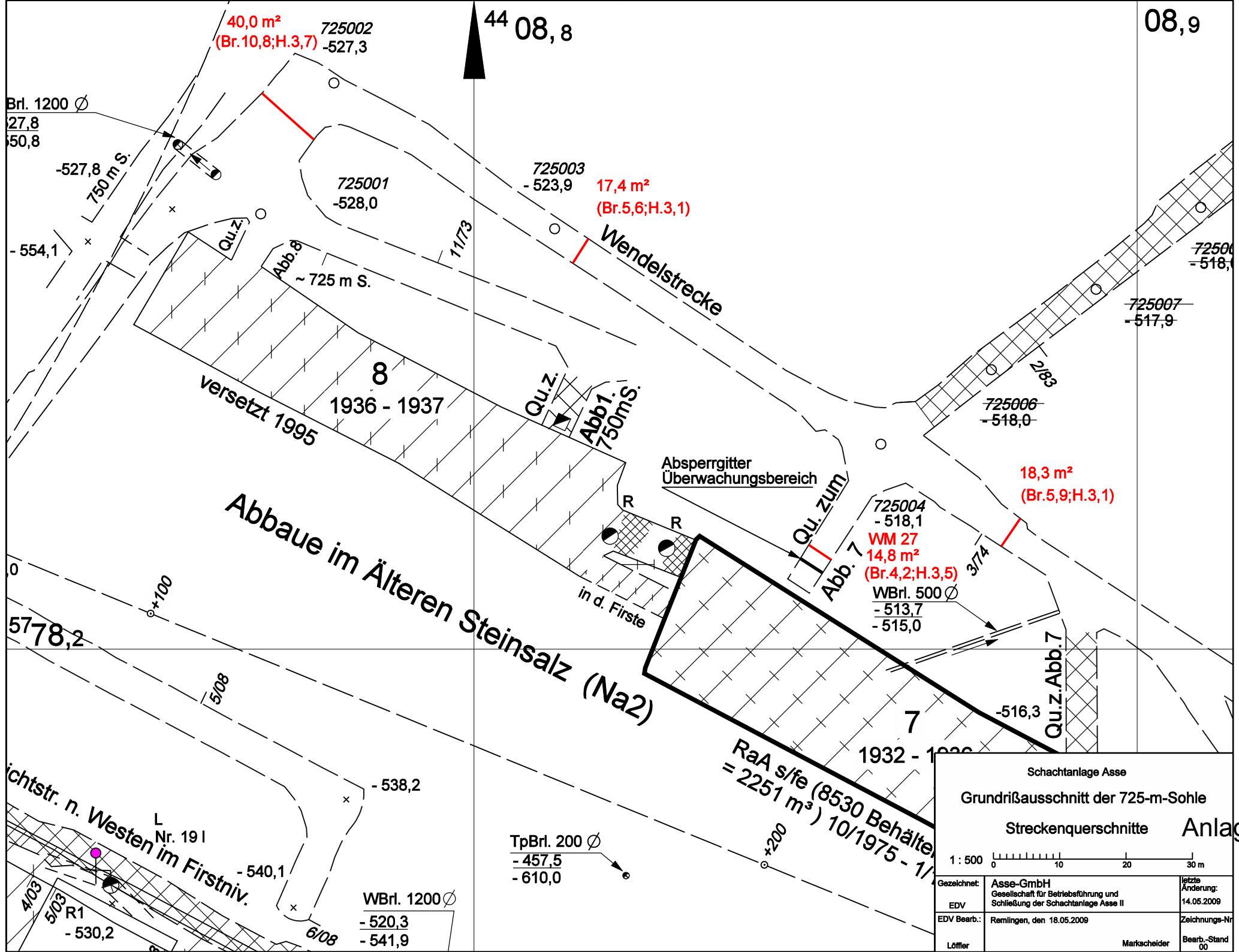
**SchachanlageASSE**  
**Speicher- u. Sohlenriß 725 m**

1 : 2000

Bl. Wittmar 20,1,2+15,3,4  
4408,7R-5777,8H

Remlingen, den 20.04.2009

Markscheider



40,0 m<sup>2</sup>  
(Br.10,8;H.3,7)  
725002  
-527,3

17,4 m<sup>2</sup>  
(Br.5,6;H.3,1)  
725003  
-523,9

18,3 m<sup>2</sup>  
(Br.5,9;H.3,1)  
725004  
-518,1

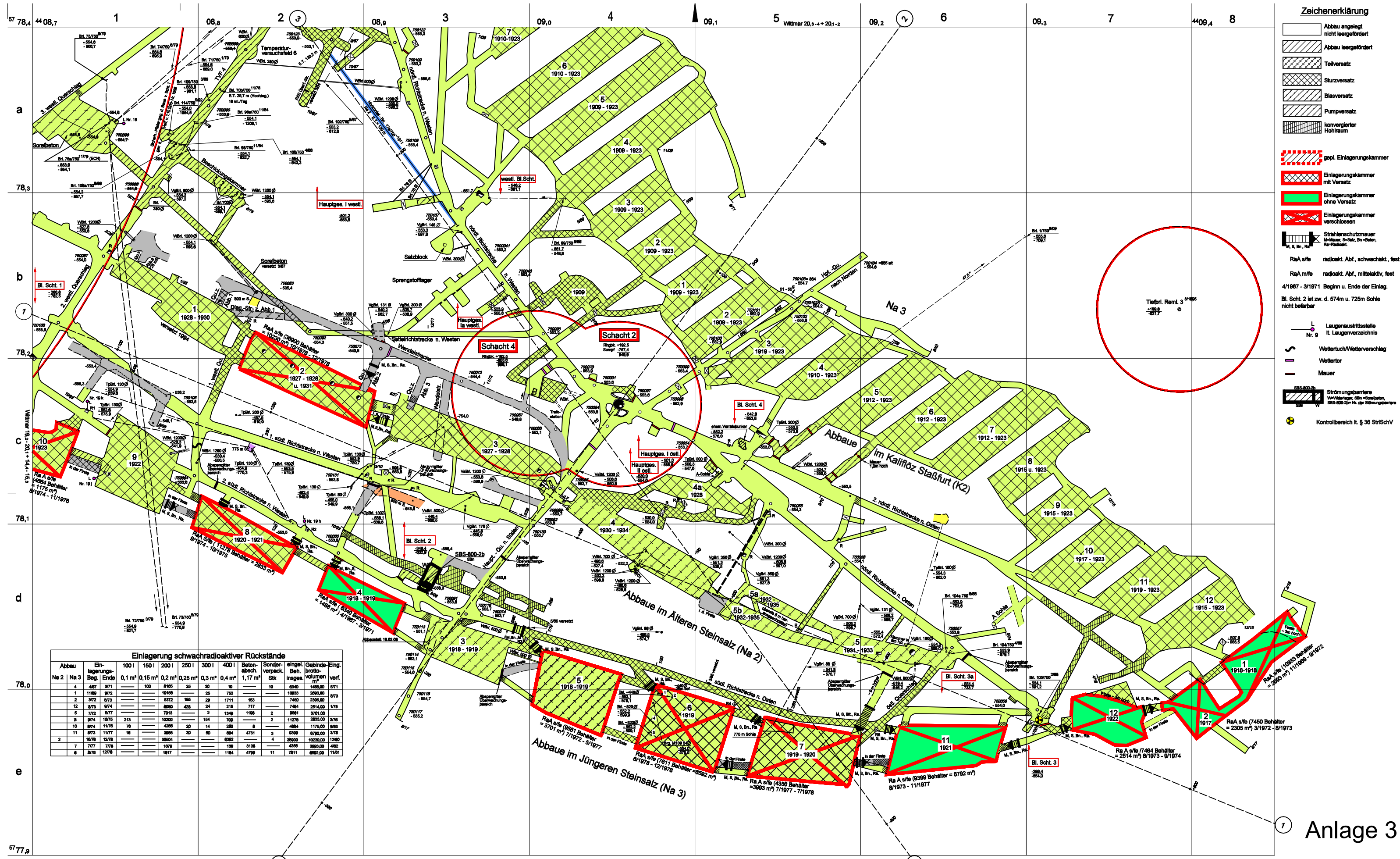
14,8 m<sup>2</sup>  
(Br.4,2;H.3,5)  
WM 27  
WBrl. 500  
-513,7  
-515,0  
725006  
-518,0

WBrl. 1200  
-520,3  
-541,9

TpBrl. 200  
-457,5  
-610,0

SchachanlageASSE														
Grundrißausschnitt der 725-m-Sohle														
Streckenquerschnitte		Anlage 2												
1 : 500														
<table border="1"> <tr> <td>Gezeichnet:</td> <td>Asse-GmbH Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der SchachanlageASSE II</td> <td>letzte Änderung: 14.05.2009</td> </tr> <tr> <td>EDV</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EDV Bearb.:</td> <td>Remlingen, den 18.05.2009</td> <td>Zeichnungs-Nr</td> </tr> <tr> <td>Löffler</td> <td>Markscheider</td> <td>Bearb.-Stand 00</td> </tr> </table>			Gezeichnet:	Asse-GmbH Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der SchachanlageASSE II	letzte Änderung: 14.05.2009	EDV			EDV Bearb.:	Remlingen, den 18.05.2009	Zeichnungs-Nr	Löffler	Markscheider	Bearb.-Stand 00
Gezeichnet:	Asse-GmbH Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der SchachanlageASSE II	letzte Änderung: 14.05.2009												
EDV														
EDV Bearb.:	Remlingen, den 18.05.2009	Zeichnungs-Nr												
Löffler	Markscheider	Bearb.-Stand 00												





- ### Zeichenerklärung
- Abbaue angelegt nicht leergefördert
  - Abbaue leergefördert
  - Teilversatz
  - Sturzversatz
  - Blasversatz
  - Pumpversatz
  - konvergierender Hohlraum
  - gepl. Einlagerungskammer
  - Einlagerungskammer mit Versatz
  - Einlagerungskammer ohne Versatz
  - Einlagerungskammer verschlossen
  - Strahlenschutzmauer  
M, S, Bn, Ra
  - Ra A s/fc radioakt. Abf., schwachakt., fest
  - Ra A m/fc radioakt. Abf., mittelaktiv, fest
  - 4/1967 - 3/1971 Beginn u. Ende der Einlag.
  - Bl. Scht. 2 bis zw. d. 574m u. 725m Sohle nicht befarbar
  - Laugenauftragsstelle  
lt. Laugenverzeichnis  
Nr. 9
  - Wetterloch/Wetterverschlag
  - Wettertor
  - Mauer
  - Strömungsbarriere  
W=Widerlager, SSt=Stützbohle, SStS=Stützbohle Nr. der Strömungsbarriere
  - Kontrollbereich lt. § 36 StrlSchV

#### Einlagerung schwachradioaktiver Rückstände

Abbaue	Einlagerungs-Bag.	Ende	100 l	150 l	200 l	250 l	300 l	400 l	Beton-absch.	Sonder-verpack.	eingel. Beh.	Gebäude-Eing.	Einlag.
Na 2	Na 3		0,1 m³	0,15 m³	0,2 m³	0,25 m³	0,3 m³	0,4 m³	1,17 m³	Stk	inages.	profi-	verf.
4	487	371		100	878	25	30	10	6940	1488,00	971		
1	1189	972			10189	28	782	10920	2865,00	979			
2	372	973			8372	186	29	1711	183	7400	2305,00	979	
12	873	974			8080	428	24	215	717	7484	2514,00	1175	
5	772	577			7815		3	1348	1188	2	9081	3701,00	
8	974	1075	213		10200			154	709	2	11278	2833,00	
10	974	1178	78		4288	20	14	280	8	4884	1175,00	983	
11	973	1177	18		5085	50	50	824	4791	4	8289	8782,00	
2	1078	1278			35054			8382		4	38600	10250,00	
7	777	778			1079			139	3138	4388	3893,00	482	
6	878	1278			1817			1184	4799	11	7811	6092,00	

#### Blattübersicht

44 07,00	08,00	10,00
79,00	3 4 5 6	3 4 5 6
78,00	1 2 3 4	1 2 3 4
77,00	1 2 3 4	1 2 3 4

Bl. Scht. 1  
Einbruch d. Bl. Scht. 1 d. Sohle - Palast gen. lt. Verf. vom 24.2.1922 Nr. 1408 u. vom 27.8.1928 Nr. 988

Bl. Scht. 1  
zu d. 780 u. 800 m Sohle gen. lt. Verf. des OBA vom 13.8.1979-25/79- W 8910-X (B)

Bl. Scht. 1  
zu d. 780 u. 800 m Sohle gen. lt. Verf. des OBA vom 24.2.1922 Nr. 1408 u. vom 27.8.1928 Nr. 988

Bl. Scht. 1  
zu d. 780 u. 800 m Sohle gen. lt. Verf. des OBA vom 24.2.1922 Nr. 1408 u. vom 27.8.1928 Nr. 988

Bl. Scht. 1  
zu d. 780 u. 800 m Sohle gen. lt. Verf. des OBA vom 24.2.1922 Nr. 1408 u. vom 27.8.1928 Nr. 988

Bl. Scht. 1  
zu d. 780 u. 800 m Sohle gen. lt. Verf. des OBA vom 24.2.1922 Nr. 1408 u. vom 27.8.1928 Nr. 988

Anlage 3

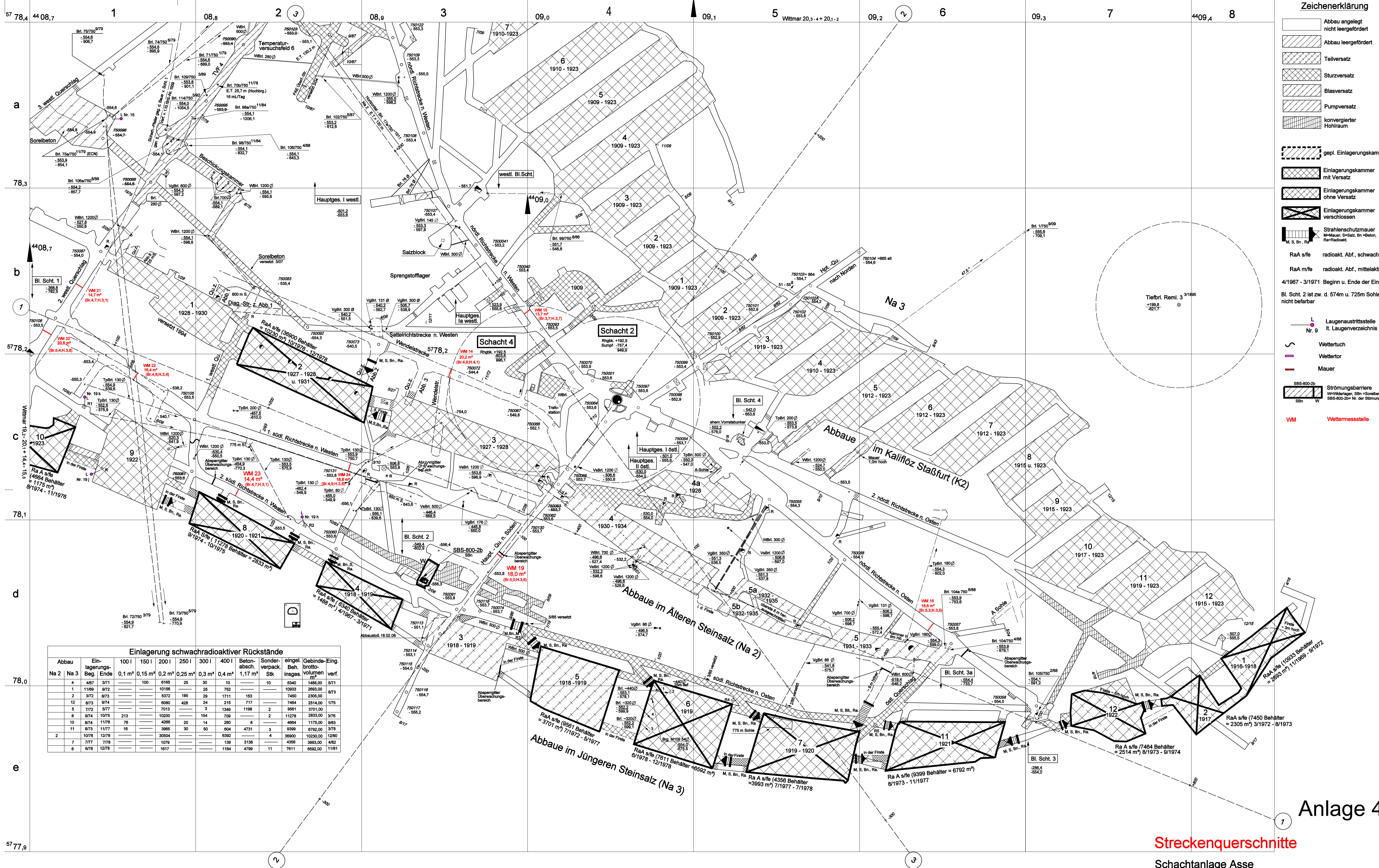
SchachanlageASSE  
Speicher- u. Sohlenriß 750 m

1 : 2000

Bl. Wittmar 20,1,2+15,3,4  
4408,7R-5777,8H

Remlingen, den 20.04.2009

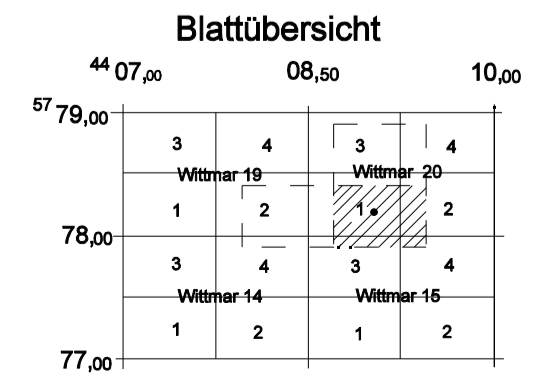
Markscheider



- ### Zeichenerklärung
- Abbau angelegt nicht leergefördert
  - Abbau leergefördert
  - Teilversatz
  - Sturzversatz
  - Blasversatz
  - Pumpversatz
  - konvergierter Hohlraum
  - gepl. Einlagerungskammer
  - Einlagerungskammer mit Versatz
  - Einlagerungskammer ohne Versatz
  - Einlagerungskammer verschlossen
  - Strahlenschutzmauer  
M=Mauer, S=Stütz, Bn=Beton, Ra=Radioaktiv
  - Ra A s/fc radioakt. Abf., schwachakt., fest
  - Ra A m/fc radioakt. Abf., mittelaktiv, fest
  - 4/1967 - 3/1971 Beginn u. Ende der Einlag.
  - Bl. Scht. 2 ist zw. d. 574m u. 725m Sohle nicht befarbar
  - Laugenaustrittsstelle  
Nr. 9 u. Laugenverzeichnis
  - Wettertuch
  - Wettertor
  - Mauer
  - SBS-800-2b  
W=Wendelstrecke, Sbn=Sorelstein, SBS-800-2b-Nr. der Strömungsbarriere
  - WM Wettermessstelle

#### Einlagerung schwachradioaktiver Rückstände

Abbau	Einlagerungs-Beg./Ende	100 l						Betonabsch. 1,17 m³	Sonderverpack. Stk	eingel. Beh. insges.	Gebinde-volumen m³	Eing. verfi.
		0,1 m³	0,15 m³	0,2 m³	0,25 m³	0,3 m³	0,4 m³					
Na 2	Na 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	487	3/71	100	6165	25	30	10	6340	1488	50	571	
2	372	8/72	10155	5372	185	25	152	10233	2993	873		
12	873	9/74	6090	428	24	215	717	7454	2305	1075		
5	772	5/77	7013	3	1349	1198	2	8561	3701	500		
8	974	10/75	10200	154	709	2	11278	2833	378			
10	874	11/76	4288	20	14	280	8	4864	1175	8/83		
11	873	11/77	3965	30	50	9399	6792	1000	378			
2	1076	12/78	30504				6392	38900	10230	12/80		
7	777	7/78	1079	159	3138		4359	3993	482			
6	676	12/78	1817				1184	4799	11	7611		
											6892	
											1181	



**Bl. Scht. 1**  
Einbruch d. Bl. Scht. 1 d. Sichert.-Pfeiler gen. II. Verf. des OBA vom 12.7.1922 - Nr. 1408 u. vom 27.8.1928 - Nr. 988

**Bl. 71 - 74/750**  
gen. II. Verf. des OBA vom 21.11.1978 - 10078 - W 5010 XI (B)

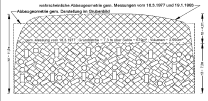
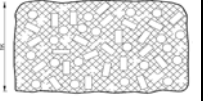
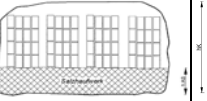
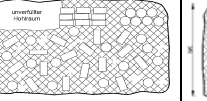
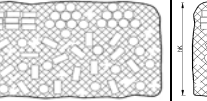
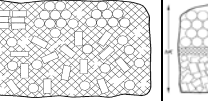
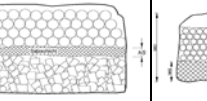
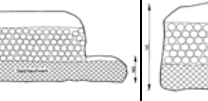
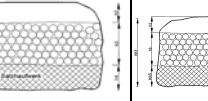
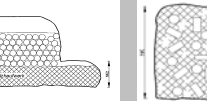
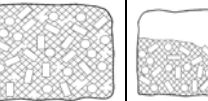
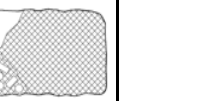
**Bl. 75 + 75a (EGN/750)**  
gen. II. Verf. des OBA vom 13.9.1979 - 2579 - W 5010 - X (B)

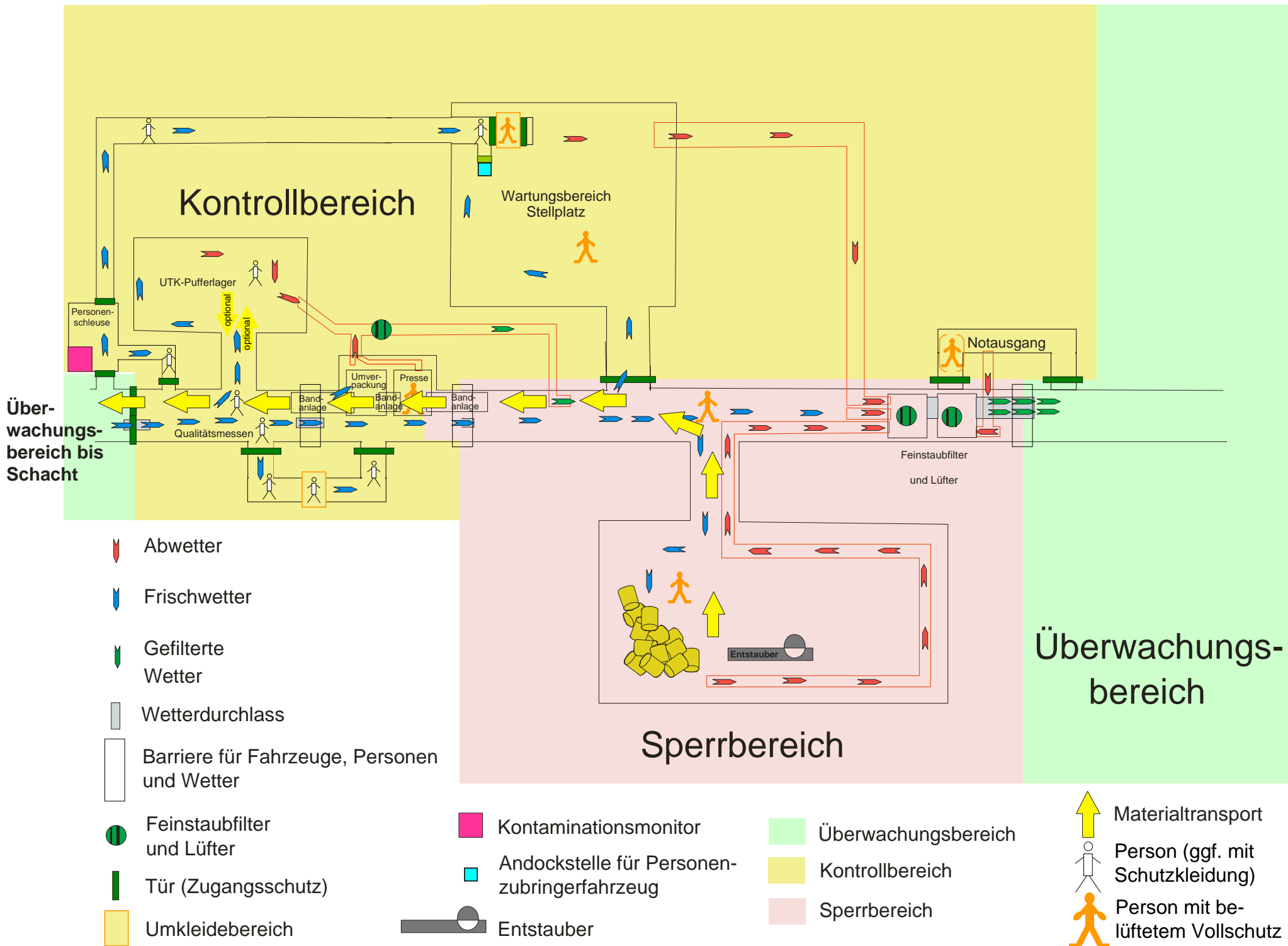
## Anlage 4

**Streckenquerschnitte**  
SchachtanlageASSE  
Speicher- u. Sohlenriß 750 m

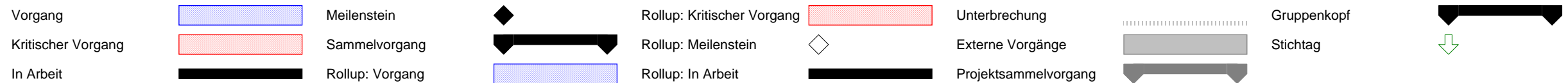
Bl. Wittmar 20.1-2 + 15.3,4  
4408,7R - 8777,0H

Remlingen, den 18.05.2009  
Marskheider

Einlagerungskammer		10	8	4	5	6	7	11	12	2	1	2	7
Einlagerungstyp		Typ 1	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 3	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 5	Typ 5	Typ 1	Typ 1
Sohle		750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	725
Salz		Na3	Na3	Na3	Na3	Na3	Na3	Na3	Na3	Na3	Na3	Na2	Na2
													
<b>Geometrie</b>													
mittlere Länge (O-W)	[m]	38	62	51	46	49	59	62	36	23	50	82	84
mittlere Breite (N-S)	[m]	27	19	16	35	39	33	25	32	28	20	23	20
mittlere Höhe	[m]	11,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	17	17
planimetrierte Grundfläche	[m <sup>2</sup> ]	1.030	1.180	910	1.700	1.990	1.880	1.620	1.230	740	1.060	1.880	1.620
<b>Chronologie</b>													
Kammer erstellt	Jahr	1923	1920 - 1921	1918 - 1919	1918 - 1919	1919	1919 - 1920	1921	1922	1917	1916 - 1918	1927 - 1928 u. 1931	1932 - 1936
Alter der Kammer (von Baubeginn bis 2009)	Jahre	86	89	91	91	90	90	88	87	92	93	82	77
Einlagerungszeitraum	Monat/Jahr	8/74 - 11/76	9/74 - 11/78	4/67 - 3/71	7/72 - 5/77	6/78 - 12/78	7/77 - 7/78	8/73 - 11/77	8/73 - 9/74	3/72 - 8/73	11/69 - 9/72	10/76 - 12/78	10/75 - 1/77
Alter der Kammer bei Beginn der Einlagerung	Jahre	51	54	49	54	59	58	52	51	55	53	49	43
<b>Einlagerungstechnik</b>													
		Abkippen	Abkippen	Stapel stehend	Abkippen (unten) +Stapel liegend (oben) +Abkippen (oben)	Abkippen (unten) +Stapel liegend (oben)	Abkippen (unten) +Stapel liegend (oben)	Abkippen (unten) +Stapel liegend (oben)	Stapel liegend	Stapel liegend (+ tlw. Stapel stehend)	Stapel liegend	Abkippen	Abkippen
<b>Volumina</b>													
geschätztes Kammerleervolumen April 2009	[m <sup>3</sup> ]	6.600	8.000	6.100	11.500	13.400	12.700	10.900	7.400	5.000	6.200	21.900	14.000
geschätztes Kammerleervolumen 2005	[m <sup>3</sup> ]	8.800	8.400	6.500	12.100	14.200	13.400	11.500	7.800	5.300	6.600	22.800	16.400
Salzgrusvolumen	[m <sup>3</sup> ]	5.100	2.800	2.000	4.000	3.800	4.700	1.000	2.000	1.200	1.800	6.300	10.300
<b>Eingelagerte Abfallgebilde</b>													
Anzahl	[Stk.]	4.664	11.278	6.340	9.561	7.611	4.356	9.399	7.464	7.450	10.933	36.900	8.530
Gebindebruttovolumen	[m <sup>3</sup> ]	1.175	2.833	1.488	3.701	6.592	3.993	6.792	2.514	2.305	2.693	10.230	2.251
<b>davon</b>													
VBA 1,17m <sup>3</sup>	[Stk.]	8	-	-	1.198	4.799	3.138	4.731	717	153	-	-	35
400-l-Fässer	[Stk.]	280	709	10	1.349	1.184	139	604	215	1.711	752	6.392	840
200-l-Fässer	[Stk.]	4.266	10.200	6.165	7.009	1.617	1.079	3.965	6.080	5.372	10.156	30.504	7.643
Rest (100l,150l,250l,300l,Sonderverp.)	[Stk.]	110	369	165	5	11	-	99	452	214	25	4	12
<b>Versatz / Verfüllung</b>													
Firsthöhe Verfüllung	ja/nein	ja	ja	nein	teilweise	ja	ja	nein	nein	nein	nein	ja	teilweise
offene Resthöhe	[m]	-	-	3	k.A.	-	-	0 - 1	2	2	2	-	k.A.
<b>Pfeiler- / Schweben</b>													
mittlere Pfeilerbreite Ost	[m]	20	20	20	20	20	20	45	20	17	-	15	13 - 15
mittlere Pfeilerbreite West	[m]	-	20	20	20	20	20	20	45	20	20	15	13 - 15
mittlere Pfeilerbreite Nord	[m]	10 - 20	7 - 8	6 - 7	5 - 6	4 - 6	2 - 4	6	4	9	10 - 15	14	22
mittlere Pfeilerbreite Süd	[m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	60
mittlere Schwebendicke oberhalb	[m]	14	14	14	14	14	14	14	-	-	-	6	166
geringster Abstand zum Deckgebirge	[m]	20	30	40	40	50	60	90	140	160	110	120	120
<b>Kammerzugänge</b>													
Anzahl		5	5	4	7	10	8	6	3	7	5	9	7
davon zugänglich		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1



Nr.	Vorgangname	Dauer	Jahr 1				Jahr 2				
			4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl	4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl	
1	<b>Variante 1 Durchführungsphase unter Tage</b>	<b>459,8 Tage</b>									
2	<b>Vorbereitende Maßnahmen</b>	152 Tage									
3	Maschinen Transport nach unter Tage	150 Tage									
4	Auffahrung, Sanierung Streckennetz	102 Tage									
5	Einrichtung der UTK	48 Tage									
6	Einrichtung Wetternetz und Filteranlagen	30 Tage									
7	<b>Rückholung Kammer 11</b>	<b>180,7 Tage</b>									
8	Erkundung und Öffnen	12 Tage									
9	Gewinnung; Transport, Sicherung	59,2 Tage									
10	Verfüllung und Verschluss der Kammer	7,6 Tage									
11	<b>Rückholung Kammer 6</b>	<b>128,4 Tage</b>									
12	Erkundung und Öffnen	12 Tage									
13	Gewinnung; Transport, Sicherung	89,9 Tage									
14	Verfüllung und Verschluss der Kammer	26,5 Tage									
15	<b>Rückholung Kammer 7</b>	<b>134,7 Tage</b>									
16	Erkundung und Öffnen	12 Tage									
17	Gewinnung; Transport, Sicherung	83,2 Tage									
18	Verfüllung und Verschluss der Kammer	25 Tage									



Nr.	Vorgangname	Dauer	Jahr 1				Jahr 2				Jahr 3			
			4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl	4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl	4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl
1	<b>Variante 2 Durchführungsphase unter Tage</b>	<b>785,9 Tage</b>												
2	<b>Vorbereitende Maßnahmen</b>	<b>160,8 Tage</b>												
7	<b>Rückholung Kammer 11</b>	<b>180,7 Tage</b>												
11	<b>Rückholung Kammer 6</b>	<b>128,4 Tage</b>												
15	<b>Rückholung Kammer 7</b>	<b>134,7 Tage</b>												
19	<b>Rückholung Kammer 5</b>	<b>177 Tage</b>												
20	Erkundung und Öffnen	12 Tage												
21	Gewinnung; Transport, Sicherung	119,8 Tage												
22	Verfüllung und Verschluss der Kammer	45,2 Tage												
23	<b>Auffahrung, Sanierung Streckennetz für die Kammern 1, 2, 12</b>	<b>18,1 Tage</b>												
24	<b>Umbau Bewetterung und Filtersystem</b>	<b>6 Tage</b>												
25	<b>Rückholung Kammer 12</b>	<b>54,7 Tage</b>												
26	Erkundung und Öffnen	12 Tage												
27	Gewinnung; Transport, Sicherung	27,2 Tage												
28	Verfüllung und Verschluss der Kammer	15,5 Tage												
29	<b>Rückholung Kammer 2</b>	<b>72,3 Tage</b>												
30	Öffnen und Erkundung	12 Tage												
31	Gewinnung; Transport, Sicherung	41,7 Tage												
32	Verfüllung und Verschluss der Kammer	15,1 Tage												
33	<b>Rückholung Kammer 1</b>	<b>90 Tage</b>												
34	Erkundung und Öffnen	12 Tage												
35	Gewinnung; Transport, Sicherung	60,1 Tage												
36	Verfüllung und Verschluss der Kammer	17,9 Tage												

Vorgang		Meilenstein		Rollup: Kritischer Vorgang		Unterbrechung		Gruppenkopf	
Kritischer Vorgang		Sammelvorgang		Rollup: Meilenstein		Externe Vorgänge		Stichtag	
In Arbeit		Rollup: Vorgang		Rollup: In Arbeit		Projektsammelvorgang			

Nr.	Vorgangname	Dauer	Jahr 1				Jahr 2				Jahr 3				Jahr 4				Jahr 5				Jahr 6			
			4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl	4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl	4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl	4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl	4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl	4. Qtl	1. Qtl	2. Qtl	3. Qtl
1	<b>Variante 3 Durchführungsphase unter Tage</b>	<b>1779,7 Tage</b>																								
2	<b>Vorbereitende Maßnahmen</b>	<b>160,8 Tage</b>																								
7	<b>Rückholung Kammer 11</b>	<b>265,5 Tage</b>																								
8	Erkundung und Öffnen	12 Tage																								
9	Gewinnung; Transport, Sicherung	88,5 Tage																								
10	Verfüllung und Verschluss der Kammer	29,3 Tage																								
11	<b>Rückholung Kammer 6</b>	<b>188,7 Tage</b>																								
15	<b>Rückholung Kammer 7</b>	<b>219,7 Tage</b>																								
19	<b>Rückholung Kammer 5</b>	<b>195 Tage</b>																								
23	<b>Auffahrung, Sanierung Streckennetz für die Kammern 1, 2, 12</b>	18,1 Tage																								
24	<b>Umbau Bewetterung und Filtersystem</b>	6 Tage																								
25	<b>Rückholung Kammer 12</b>	<b>85,9 Tage</b>																								
29	<b>Rückholung Kammer 2</b>	<b>970,3 Tage</b>																								
33	<b>Rückholung Kammer 1</b>	<b>911,5 Tage</b>																								
37	<b>Auffahrung, Sanierung Streckennetz für die Kammern 4, 8</b>	24,1 Tage																								
38	<b>Umbau Bewetterung und Filtersystem</b>	6 Tage																								
39	<b>Rückholung Kammer 4</b>	<b>84,3 Tage</b>																								
40	Erkundung und Öffnen	12 Tage																								
41	Gewinnung; Transport, Sicherung	40,3 Tage																								
42	Verfüllung und Verschluss der Kammer	32 Tage																								
43	<b>Rückholung Kammer 8</b>	<b>161,5 Tage</b>																								
44	Erkundung und Öffnen	12 Tage																								
45	Gewinnung; Transport, Sicherung	98 Tage																								
46	Verfüllung und Verschluss der Kammer	31,5 Tage																								
47	<b>Auffahrung, Sanierung Streckennetz für die Kammer 10</b>	28,4 Tage																								
48	<b>Umbau Bewetterung und Filtersystem</b>	6 Tage																								
49	<b>Rückholung Kammer 10</b>	<b>137,4 Tage</b>																								
50	Öffnen und Erkundung	12 Tage																								
51	Gewinnung; Transport, Sicherung	99,1 Tage																								
52	Verfüllung und Verschluss der Kammer	26,3 Tage																								
53	<b>Auffahrung, Sanierung Streckennetz für die Kammer 2 und 7/725</b>	21,3 Tage																								
54	<b>Umbau Bewetterung und Filtersystem</b>	6 Tage																								
55	<b>Rückholung Kammer 7/725</b>	<b>117,8 Tage</b>																								
56	Erkundung und Öffnen	12 Tage																								
57	Gewinnung; Transport, Sicherung	85,1 Tage																								
58	Verfüllung und Verschluss der Kammer	20,7 Tage																								
59	<b>Rückholung Kammer 2/750</b>	<b>342 Tage</b>																								
60	Erkundung und Öffnen	12 Tage																								
61	Gewinnung; Transport, Sicherung	248,9 Tage																								
62	Verfüllung und Verschluss der Kammer	81,1 Tage																								

Vorgang		Meilenstein		Rollup: Kritischer Vorgang		Unterbrechung		Gruppenkopf	
Kritischer Vorgang		Sammelvorgang		Rollup: Meilenstein		Externe Vorgänge		Stichtag	
In Arbeit		Rollup: Vorgang		Rollup: In Arbeit		Projektsammelvorgang			

