

Deckblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	13500000	BE	RA	0001	00	Stand: 27.03.2009

Titel der Unterlage:

BESCHREIBUNG DER LAGERBEREICHE DER ABFÄLLE

Ersteller:

ASSE GMBH

Textnummer:

Stempelfeld:

Freigabe für Behörden:



Datum und Unterschrift

Freigabe im Projekt:



Datum und Unterschrift

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

Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	13500000	BE	RA	0001	00	Stand: 27.03.2009

Titel der Unterlage:

BESCHREIBUNG DER LAGERBEREICHE DER ABFÄLLE

Rev.	Rev -Stand Datum	UVST	Prüfer (Zeichn.)	rev Seite	Kat *)	Erläuterung der Revision

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

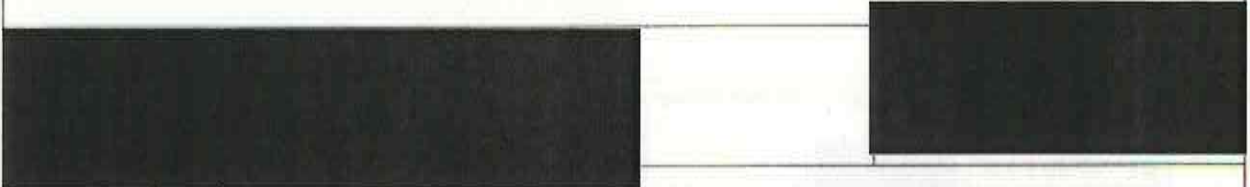
Stand: 27.03.2009

DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfz Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Kurztitel der Unterlage:

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle



Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Freigabevermerk:

Freigabedurchlauf

Stabsstelle Qualitätsmanagement und
Dokumentation:

Datum: 04.06.09



Unterschrift

Fachbereich:

Datum: 04.06.2009



Unterschrift

Geschäftsführung Asse-GmbH:

Datum: 5.6.09



Unterschrift

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 3

Inhaltsverzeichnis

Blatt

1	Einleitung	8
2	Begriffsdefinitionen.....	8
2.1	Lagerbereich	8
2.2	Einlagerungskammer und Abbau.....	8
2.3	Kammerzugänge.....	8
2.4	Verschlussbauwerke / Strahlenschutzmauer	9
3	Benutzte Unterlagen	9
3.1	Risswerk der Schachtanlage Asse.....	9
3.2	Hohlraumbilanz für das Grubengebäude aus dem Jahre 1982	9
3.3	Protokolle über die Befahrung der ELK vom 10. September 1980	10
3.4	Untersuchungen zum Versatz und Verschluss von Kammern und Strecken in einem Endlager im Salz	10
3.5	Untersuchungen an Versatz- und Verschlussstoffen für ein untertägliches Endlager	10
3.6	Fotografien aus der Einlagerungszeit	10
3.7	Datenbank ASSEKAT	10
3.8	Berichte zu den Standorterkundungen.....	10
4	Beschreibung der Lagerbereiche	11
4.1	Überblick über die Lagerbereiche	11
4.2	Vorgehensweise und Randbedingungen zur Ermittlung der kammerspezifischen Daten.....	12
4.3	Beschreibung der Charakteristika der einzelnen Lagerkammern	13
4.3.1	Zeichnerische Darstellung im Risswerk	13
4.3.2	Lage im Grubengebäude	13
4.3.3	Chronologie, Einlagerungstechnik, Gebindeanzahl, Gebindebruttovolumen.....	13
4.3.4	Kammergeometrien.....	14
4.3.5	Kammerzugänge und Verschlussbauwerke.....	14
4.4	Einflussfaktoren zur Ermittlung der Kammervolumina, Unsicherheitsabschätzungen ..	15
4.4.1	Geometrische Ausgangsdaten	16
4.4.1.1	Grundflächen der ELK.....	16
4.4.1.2	Höhen der ELK.....	16
4.4.2	Konvergenz	17
4.4.2.1	Konvergenz bei den ELK für die schwachradioaktiven Abfälle	17
4.4.2.2	Konvergenz bei der ELK für die mittelradioaktiven Abfälle	17
4.4.3	Verfüllungsgrad der Zwickelhohlräume zwischen eingelagerten Gebinden.....	17
4.4.4	Feststoffanteil im Salzversatz	18
4.4.5	Gebindebruttovolumen und Porenvolumen in den Gebinden	18
4.4.6	Höhe der Ausgleichsschicht auf der Sohle der ELK	18
4.4.7	Lufterfüllter Hohlraum.....	18
4.4.8	Unverfüllter Hohlraum	19
4.5	Abschätzung des unverfüllten Hohlraumes.....	19
4.6	Unsicherheiten in der Ermittlung der Hohlräume	20
5	Zusammenfassung und Charakterisierung der Lagerbereiche	20
5.1	Allgemeines.....	20

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 5

Abbildung 12: ELK 5/750, deformierte und beschädigte VBA (Nahaufnahme)	40
Abbildung 13: ELK 6/750, Lage der Konvergenz- und Extensometersmessstellen	43
Abbildung 14: ELK 6/750, Erhitzer im ehemaligen Temperaturversuchsfeld.....	44
Abbildung 15: ELK 7/750, gestapelte verlorene Betonabschirmung (VBA)	46
Abbildung 16: ELK 11/750, gestapelte VBA und sonstige Gebinde	49
Abbildung 17: ELK 2/750 (Na3), gestapelte Fässer a. d. Ausgleichsschicht.....	54
Abbildung 18: ELK 1/750, Berauben des westlichen Stoßes	56
Abbildung 19: ELK 1/750, Gestapelte Fässer auf der Ausgleichsschicht.....	56
Abbildung 20: ELK 2/750 (Na2), schwachradioaktive Abfälle.....	59
Abbildung 21: ELK 7/725 (Na2), Abkipptechnik.....	61
Abbildung 22: ELK 7/725 (Na2), Blick auf die Abkippböschung	61
Abbildung 23: ELK 7/725 Abschaltungen a. d. Firste oberhalb der Gebinde.....	62
Abbildung 24: ELK 8a/511, Blick durch das Bleiglasfenster	64
Abbildung 25: Östlicher Zugang zur ELK 10/750.....	66
Abbildung 26: Westlicher Zugang zur ELK 10/750	67
Abbildung 27: Rolloch von der 725-m-Sohle in die Firste der ELK 10/750	69
Abbildung 28: Durchhieb zwischen ELK 8/750 und Abbau 9/750	70
Abbildung 29: Östlicher Zugang zum Abbau 9/750 (Sohlenniveau) Risse in der Firste	70
Abbildung 30: Westlicher Zugang zur ELK 8/750	71
Abbildung 31: Östlicher Zugang zur ELK 8/750 – geschädigte Abschlussmauer.....	72
Abbildung 32: Östlicher Zugang zur ELK 8/750 – hinter der geschädigten Abschlussmauer.....	73
Abbildung 33: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750 mit Spritzbeton versehene Schalungsmauer.....	75
Abbildung 34: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750 mit Abschlussmauer	75
Abbildung 35: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750 nach Entfernen der Abschlussmauer	76
Abbildung 36: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750 mit derzeitiger Wetterverschlag	76
Abbildung 37: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750, Wetterverschlag	77
Abbildung 38: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750 mit neuer Abschlussmauer	77
Abbildung 39: Verfüllung des Zuganges zur ELK 4/750	78
Abbildung 40: Querschlag zum nördl. Durchhieb zwischen der ELK 4/750 und Abbau 3/750 ...	79
Abbildung 41: Risse im Pfeiler zwischen ELK 4/750 und Abbau 3/750	81
Abbildung 42: Durchhieb zwischen Abbau 3/750 und ELK 5/750 (Firstniveau).....	82
Abbildung 43: Durchhieb zwischen Abbau 3/750 und ELK 5/750 (Firstniveau).....	83
Abbildung 44: Bewetterungsbohrung in die ELK 5/750	84
Abbildung 45: Blick in die Wetterbohrung zwischen ELK 5/750 und Abbau 3/750	84
Abbildung 46: Querschlag zwischen Abbau 5/750 (Na2) und ELK 7/750 (Firstniveau).....	89
Abbildung 47: Westlicher Zugang zur ELK 12/750	92
Abbildung 48: Zugang zur ELK 12/750 – Salzlösungssumpf.....	93

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 6

Abbildung 49: Streckenverschluss der südlichen Richtstrecke nach Osten	96
Abbildung 50: Schädigung der Abschlussmauer zur sdl. Richtstrecke nach Osten	96
Abbildung 51: Südöstliche Zugang zur ELK 2/750 (Na2) – Salzwall	97
Abbildung 52: Südöstliche Zugang zur ELK 2/750 (Na2) – Blick hinter den Salzwall.....	97
Abbildung 53: Östliche Querschlag zur ELK 2/750 (Na2).....	98
Abbildung 54: Westlicher Querschlag zur ELK 7/725 (Na2)	100
Abbildung 55: Wetterbohrung zw. ELK 7/725 (Na2) und der Wendelstrecke	101
Abbildung 56: Wetterbohrung v. d. Wendelstrecke zur ELK 7/725 (Na2) im Firstniveau	101
Abbildung 57: Östlicher Querschlag zur ELK 7/725 (Na2) im Firstniveau	102
Abbildung 58: Zugang (Sohlenniveau) zur ELK 8a/511	103
Abbildung 59: Zugang (Sohlenniveau) zur ELK 8a/511	103
Abbildung 60: Protokoll über die Betonzusammensetzung des Verschlussbauwerks.....	104
Abbildung 61: Protokoll über die Druckfestigkeit des Verschlussbauwerks.....	105
Abbildung 62: Protokoll über die Druckfestigkeit des Verschlussbauwerks.....	106

Verzeichnis der Tabelle

Blatt

Tabelle 1: Resthohlraum (Luft) und unverfüllter Hohlraum in den ELK.....	19
--	----

Blattzahl dieser Unterlage ohne Anlagen

107

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 7

Verzeichnis der Anlagen

jeweilige Blattzahl der Anlage

Anlage 1	Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle 1 KZL: 14/77756/RHV/RB/RG/0001/00	1
Anlage 2	Ausschnitt aus dem Speicher- und Sohlenriss der 725-m-Sohle 1 KZL: 14/77756/RHV/RB/RG/0002/00	1
Anlage 3	Ausschnitt aus dem Speicher- und Sohlenriss der 511-m-Sohle 1 KZL: 14/77756/RHV/RB/RG/0003/00	1
Anlage 4	Seigerriss und Längsschnitt 1 mit Nummerierung der Kammerzugänge 1 KZL: 14/77756/RHV/RB/RG/0004/00	1
Anlage 5	Ausschnitt aus dem Seigerriss und Längsschnitt 1 durch die Baue im Älteren Steinsalz mit Nummerierung der Kammerzugänge 1 KZL: 14/77756/RHV/RB/RG/0005/00	1
Anlage 6	Tabellarische Auflistung der spezifischen Daten der ELK 1 KZL: 14/77756/RHV/RB/MA/0001/00	1
Anlage 7	Geometrische Daten der Zugänge zu den ELK und Verschlussbauwerken 1 KZL: 14/77756/RHV/RB/MA/0002/00	1
Anlage 8	Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen der einzelnen ELK 38 KZL: 14/77756/RHV/RB/LD/0001/00	38
Anlage 9	Genauigkeitsabschätzung der planimetrierten Grundflächen der ELK 2 KZL: 14/77756/RHV/RB/LD/0002/00	2
Anlage 10	Abschätzung des Konvergenzfaktors für die ELK 6 KZL: 14/77756/RHV/RB/LD/0003/00	6
Anlage 11	Abschätzung des Feststoffanteils im Salzversatz 2 KZL: 14/77756/RHV/RB/LD/0004/00	2
Anlage 12	Herleitung der Berechnungsformel für die Stapelhöhen 3 KZL: 14/77756/RHV/RB/LD/0005/00	3
Anlage 13	Abschätzung des kürzesten Abstands der ELK zum Deckgebirge, Prinzipskizze und Herleitung der Berechnungsformeln 2 KZL: 14/77756/RHV/RB/LD/0006/00	2
Anlage 14	Prinzipieller Aufbau der Verschlussbauwerke im Bereich der ELK 1 KZL: 14/77756/RHV/RB/RA/0001/00	1
Anlage 15	Abschätzung des Verfüllungsgrades in den Zwickhohlräumen 3 KZL: 14/77756/RHV/RB/LD/0007/00	3

Gesamte Blattzahl dieser Unterlage

171

2.4 Verschlussbauwerke / Strahlenschutzmauer

Unter dem Begriff Verschlussbauwerke werden die in einigen Kammerzugängen, mit zum Teil unterschiedlichen Materialien, errichteten Bauwerke verstanden. In den zeichnerischen Darstellungen des Risswerkes sind diese mit der Bezeichnung Strahlenschutzmauer versehen. Die Abbildung 1 zeigt ein Beispiel eines Verschlussbauwerkes bzw. einer Strahlenschutzmauer. Die vergebenen Buchstaben kennzeichnen den Aufbau des Verschlussbauwerkes in Richtung der eingelagerten radioaktiven Abfälle (Ra). Dabei steht M für Mauer, S für Salz und Bn für Beton.

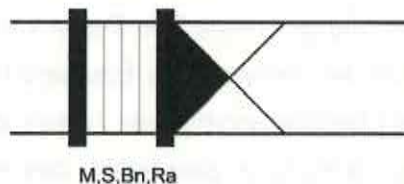


Abbildung 1: Signatur für ein Verschlussbauwerk bzw. einer Strahlenschutzmauer

Nähere Angaben zu den einzelnen Verschlussbauwerken sind dem Kapitel 4.3.5 bzw. Anhang 2 zu entnehmen.

3 Benutzte Unterlagen

Die Angaben und Daten für die Erstellung dieser Unterlage wurden im Wesentlichen den nachfolgenden Ausarbeitungen entnommen. Weitere hier nicht aufgelistete Unterlagen sind im Literaturverzeichnis (Kapitel 6) aufgelistet und werden an den entsprechenden Stellen im Text bzw. in den Anhängen zitiert.

3.1 Risswerk der Schachtanlage Asse

Das Risswerk /1/ ist die wesentliche Grundlage zum Beschreiben der einzelnen ELK. Wenn keine geometrischen Daten vor Ort gemessen werden konnten, wurden diese aus den maßstäblichen Zeichnungen des Risswerkes abgegriffen. Das Risswerk ist diesem Bericht nicht beigelegt.

3.2 Hohlraumbilanz für das Grubengebäude aus dem Jahre 1982

Aus dieser Hohlraumbilanz /2/ wurden die geometrischen Daten der ELK (planimetrierte Grundfläche, Kammerhöhe) entnommen, sofern nicht aktuellere Messungen vorliegen. Des Weiteren geht aus dieser Unterlage eine Zuordnung der Einlagerungstechnik zu den einzelnen ELK hervor.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
N N A A	N N N N N N N N N N	N N A A A N N	A A	A A	N N N N	N N
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 10

3.3 Protokolle über die Befahrung der ELK vom 10. September 1980

Aus diesen Protokollen /3/, /20/ geht u. a. eine stichpunktartige Zustandsbeschreibung der ELK auf der 725- und 750-m-Sohle hervor. Die hier angegebenen Daten wurden bei den Volumen- und Unsicherheitsabschätzungen berücksichtigt. Sie sind in der Anlage 8 durch eine entsprechende Fußnote gekennzeichnet.

3.4 Untersuchungen zum Versatz und Verschluss von Kammern und Strecken in einem Endlager im Salz

Dieser Unterlage /3/ wurden die geometrischen Daten von ausgewählten Kammerzugängen bzw. spezifische Daten bezüglich der verwendeten Baumaterialien von einigen Verschlussbauwerken entnommen. Die in diesem Bericht angeführten Untersuchungen sind in der Beschreibung der einzelnen Kammerzugänge (Anhang 2) dargestellt. Des Weiteren wurde aufgrund der in diesem Bericht beschriebenen Untersuchungen der Feststoffanteil des in die ELK eingebrachten Salzversatzes abgeschätzt (vgl. Anlage 11).

3.5 Untersuchungen an Versatz- und Verschlussstoffen für ein untertägiges Endlager

Die in diesem Bericht /10/ angegebenen spezifischen Daten hinsichtlich der verwendeten Baumaterialien von einigen Verschlussbauwerken wurden in die Beschreibung der einzelnen Kammerzugänge (Anhang 2) eingearbeitet.

3.6 Fotografien aus der Einlagerungszeit

Während der Einlagerungszeit wurden von fast allen ELK Fotografien angefertigt. Aufgrund der in Kapitel 4 aufgelisteten Randbedingungen sind diese Fotografien für die Volumenabschätzung sehr hilfreich. Ein Großteil der Fotos wurde eingescannt und in Anhang 1 und Anhang 2 eingearbeitet.

3.7 Datenbank ASSEKAT

Die Datenbank ASSEKAT /5/ beruht auf einer systematischen Auswertung der Einlagerungsdokumente. Aus dieser Datenbank (Version 8.0) wurden die Anzahl der Gebinde für die einzelnen ELK, die Gebindetypen, das Gebindebruttovolumen und das Porenvolumen in den Gebinden entnommen.

3.8 Berichte zu den Standorterkundungen

Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen für die gepl. Erstellung von geotechnischen Bauwerken auf der 775- und 750-m-Sohle wurden auch im Umfeld bzw. in den Zugangsbereichen der ELK geotechnische Messungen durchgeführt. Die Standorterkundungen sind in den Berichten des Institutes für Gebirgsmechanik Leipzig /17/, /18/, /19/ dokumentiert. Die wesentlichen Ergebnisse

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 11

der Erkundungsarbeiten und werden bei der detaillierten Beschreibung der ELK (Anhang 1) bzw. der Zugänge zu den ELK (Anhang 2) berücksichtigt.

4 Beschreibung der Lagerbereiche

4.1 Überblick über die Lagerbereiche

Im Zeitraum von 1967 bis 1978 erfolgte die Einlagerung von 124.494 Gebinden mit schwach-radioaktiven Abfällen in zehn Kammern im Leine-Steinsalz auf der 750-m-Sohle und in zwei Kammern im Staßfurt-Steinsalz auf der 725- bzw. 750-m-Sohle.

Zwischen 1972 und 1977 wurden im Leine-Steinsalz in Kammer 8a auf der 511-m-Sohle 1.293 Fässer mit mittelradioaktivem Abfall und 8 Fässer mit schwachradioaktivem Abfall eingelagert.

Die insgesamt 125.787 eingelagerten Gebinde mit schwach- und mittelradioaktivem Material ergeben ein Gebindebruttovolumen von rd. 46.900 m³ (Anlage 6).

Die ehemaligen Steinsalzabbauwerke wurden zwischen 1916 und 1962 im Bohr- und Sprengverfahren erstellt.

Folgende Kammern wurden für die Einlagerung genutzt:

- In der Südflanke im Jüngeren Steinsalz (Leine-Steinsalz, Na3) der 750-m-Sohle die Kammern 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 und 12
- im Sattelkern im Älteren Steinsalz (Staßfurt-Steinsalz, Na2) der 750-m-Sohle die Kammer 2
- im Sattelkern im Älteren Steinsalz (Staßfurt-Steinsalz, Na2) der 725-m-Sohle die Kammer 7
- im Jüngeren Steinsalz (Leine-Steinsalz, Na3) der 511-m-Sohle die Kammer 8a

Die Lage der ELK kann Anlage 1 bis Anlage 5 bzw. den zeichnerischen Darstellungen im Risswerk der Schachanlage Asse /1/ entnommen werden. Die Einlagerungsbereiche sind in den Speicher- und Sohlenrissen der 511-, 725- und 750-m-Sohle sowie im Seigerriß und Längsschnitt 1 abgebildet.

Bis auf die ELK 7/725 (Na2) und 5/750 (Na3), die zum Zweck der Öffentlichkeitsarbeit für Besucher bis 2008 offen gehalten wurden, können die ELK nicht mehr befahren werden, da die Zugänge verfüllt oder durch Konvergenzeinwirkungen verbrochen sind. Um ein unbefugtes Betreten der Überwachungsbereiche der ELK 7/725 (Na2) und 5/750 (Na3) zu verhindern, wurden die Zugänge durch Gittertore verschlossen. Derzeit werden Sicherungsmaßnahmen im Bereich der ELK 5/750 durchgeführt, so dass auch diese ELK in Kürze nicht mehr befahren werden kann.

4.2 Vorgehensweise und Randbedingungen zur Ermittlung der kammerspezifischen Daten

Die oben aufgeführten Unterlagen wurden systematisch ausgewertet und die Daten daraus für jede ELK zusammengetragen. Diese Zusammenstellung wurde durch Informationen aus aktuellen Befahrungen von noch zugänglichen Bereichen ergänzt. So wurden beispielsweise die geometrischen Daten von zugänglichen Kammerzugängen neu vermessen. Es wurde eine Fotodokumentation angefertigt und markscheiderische Messungen zur Bestimmung der noch unverfüllten Hohlräume in zwei ELK durchgeführt.

Im Anhang 1 werden die einzelnen ELK im Detail beschrieben und ausgewählte Fotografien aus der Einlagerungszeit sind beigelegt. In der Anlage 6 erfolgt eine tabellarische Zusammenstellung der spezifischen Daten der ELK. Im Anhang 2 sind die Kammerzugänge incl. Fotografien dokumentiert. Um die durchgeführten Berechnungen möglichst transparent zu gestalten, wird in der Anlage 8 für jede ELK eine ausführliche Volumen- und Genauigkeitsabschätzung durchgeführt. Zur Verdeutlichung werden den Berechnungen Prinzipskizzen beigelegt.

Die Ermittlung der kammerspezifischen Daten erfolgte unter folgenden Randbedingungen:

- Die einzelnen ELK wurden vor der Einlagerung nicht eingemessen.
- Die eingebrachten Mengen an Salzhautwerk wurden nicht dokumentiert.
- Es wurde nicht dokumentiert, in welchem Umfang die Firsten vor der Einlagerung beraubt wurden.
- In der Regel wurde bei den ELK, in denen die Gebinde gestapelt wurden, eine Ausgleichsschicht aus Salzhautwerk eingebracht. Es liegen keine Unterlagen über die eingebrachten Mengen vor. Mit Ausnahme der ELK 4/750 wurde auch die Höhe der Ausgleichsschicht nicht dokumentiert. Die Höhe der Ausgleichsschicht kann jedoch auf Basis einer Fotodokumentation abgeschätzt werden.
- Die ELK sind bis auf die ELK 5/750 (Na3) und 7/725 (Na2) nicht mehr befahrbar.
- Die Anzahl und Art der Gebinde in den einzelnen ELK wurde dokumentiert, so dass deren Gebindebruttovolumen abgeschätzt werden konnte.
- Das Porenvolumen in den Gebinden konnte durch eine systematische Auswertung der Anlieferungslisten berechnet werden.
- Fotografien aus der Einlagerungszeit liegen von den meisten ELK vor und wurden ausgewertet.
- Es wurden in ELK unterschiedliche Einlagerungstechniken angewandt. Die Zuordnung der Fässeranzahl bzw. der Fässertypen zu den Einlagerungstechniken wurde nicht dokumentiert. Daher musste für die ELK 11/750 Annahmen zur Berechnung der Volumina getroffen werden.

Querschnittsverminderung stattgefunden hat. Aufgrund der kürzeren Standzeit dieser Zugänge im Firstniveau kann von einer geringeren Querschnittsminderung ausgegangen werden. Gleiches gilt für die alten Kammerzugänge von den südlichen Richtstrecken, da diese im Zuge der Einlagerung aufgewältigt wurden.

Um einen wettertechnischen Abschluss der ELK zum restlichen Grubengebäude zu erzielen bzw. um ein Betreten der Kammern zu verhindern, wurden in einigen Kammerzugängen Verschlussbauwerke installiert. Ein Teil davon diente außer seiner bergbaulichen Bestimmung auch Untersuchungszwecken /4/. Als Baumaterial wurde in erster Linie Salzbeton mit unterschiedlichen Wasser/Zement-Werten und verschiedenen Salz/Zement-Verhältnissen eingesetzt.

Sofern in /4/ spezifische Daten bezüglich der verwendeten Baumaterialien angegeben werden, wurden diese in die Beschreibungen der jeweiligen Kammerzugänge (Anhang 2) eingearbeitet. Des Weiteren wird auf die beschriebenen Untersuchungen an den vorhandenen Verschlussbauwerken verwiesen.

Die weitere Beschreibung beschränkt sich auf den Versatzstand der einzelnen Zugänge bzw. sofern vorhanden – auf den Aufbau der Verschlussbauwerke. Quantitative Angaben hinsichtlich der Durchlässigkeit bzw. der Langzeitbeständigkeit der verwendeten Materialien werden in dieser Unterlage nicht getroffen.

Die wesentlichen Charakteristika der ELK und Kammerzugänge sind in Anlage 6 und Anlage 7 tabellarisch zusammengestellt.

4.4 Einflussfaktoren zur Ermittlung der Kammervolumina, Unsicherheitsabschätzungen

Im folgenden Abschnitt werden die einzelnen Einflussfaktoren zur Ermittlung der Kammervolumina beschrieben und erläutert, warum bestimmte Annahmen getroffen werden mussten. Zum besseren Verständnis dient nachfolgende Abbildung 2.

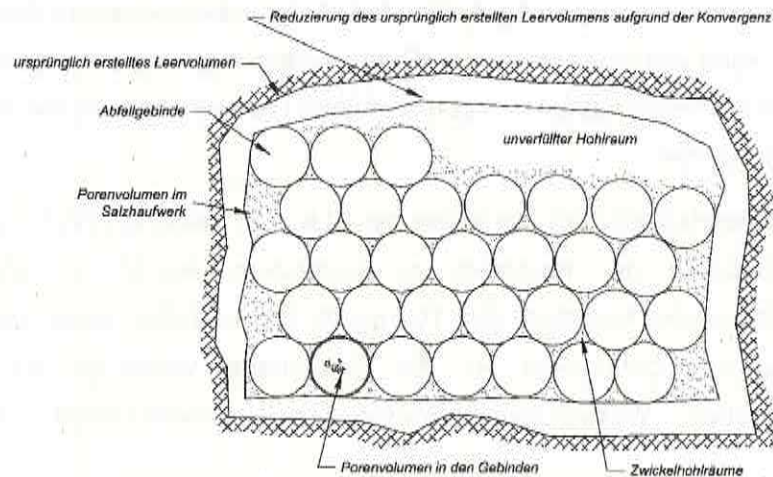


Abbildung 2: Prinzipische Skizze zur Erläuterung der einzelnen Kammervolumina

4.4.1 Geometrische Ausgangsdaten

4.4.1.1 Grundflächen der ELK

Wie bereits in Abschnitt 4.2 erwähnt, wurden die Kammern vor der Einlagerung nicht vermessen. Da Unterlagen über Messungen zur Nachtragung des Risswerks nicht mehr vorhanden sind, wurden die geometrischen Daten aus dem Risswerk durch Planimetrieren ermittelt. Wie der Anlage 9 entnommen werden kann, wird die Genauigkeit der planimetrierten Grundflächen mit $\pm 5 \%$ abgeschätzt.

4.4.1.2 Höhen der ELK

Die Hohlraumbilanz aus dem Jahre 1982 /2/ gab die Höhen der ELK im Jüngeren Steinsalz mit 9 m an. Als Stichmaß für die Höhen wurde hier die Scheitelhöhe der Abbaue abzüglich ein Meter für Wölbung festgelegt. Da die einzelnen Abbaue vor der Einlagerung aus Sicherheitsgründen gegen Firstfall mit unbekanntem Umfang beraubt wurden (s. Abschnitt 4.2), wird eine mittlere Kammerhöhe von 10 m für die ELK im Na3 zugrunde gelegt. Im Grubenbild der Schachtanlage Asse ist ebenfalls eine Kammerhöhe von 10 m eingetragen. Aktuelle markscheiderische Messungen in der ELK 5/750 mittels 3-D-Laserscan und im Abbau 9/750 haben gezeigt, dass die Höhe der ELK lokal um bis rd. 6 m bis 7 m höher sein können. Eine weitere lokale Abweichung geht aus der Geometrie des Querschlages zwischen der ELK 7/750 und dem Abbau 5/750 im Älteren Steinsalz hervor. Dieser Querschlag liegt ca. 9 m über dem Niveau der 750-m-Sohle. Die Streckenhöhe dieses Querschlages beträgt 3,8 m. Demzufolge müsste die Höhe der ELK im nordöstlichen Bereich 12,8 m betragen.

Ursachen hierfür sind lokal stärker durchgeführte Beraubearbeiten vor bzw. während der Einlagerungszeit und Firstfälle. Aus diesem Grund wird bei den Genauigkeitsbetrachtungen ein mittlerer Fehler von $\pm 10 \%$ zum Ansatz gebracht.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 17

Davon abweichend wird für die ELK 10/750 eine mittlere Kammerhöhe von $11,5 \text{ m} \pm 5 \%$ zugrunde gelegt, da diese durch markscheiderische Messungen aus den Jahren 1977 bzw. 1983 bestimmt wurde, und weil durch die anschließende nahezu firstbündige Verfüllung mit Salzhautwerk keine wesentlichen Abschalungen zu erwarten sind.

Für die ELK im Älteren Steinsalz wird eine mittlere Kammerhöhe von 17 m zugrunde gelegt. Eine aktuelle markscheiderische Messung mittels 3-D-Laserscann hat gezeigt, dass die Höhe der ELK lokal bis zu 20 m betragen kann. Auch für diese ELK wird aus diesem Grund ein mittlerer Fehler für die Kammerhöhen von $\pm 10 \%$ zum Ansatz gebracht.

Die Kammerhöhe der ELK 8a auf der 511-m-Sohle wird gemäß /2/ mit 14 m festgelegt. Der Fehler der Kammerhöhe wird auf $\pm 5 \%$ abgeschätzt, da diese ELK eine wesentlich geringere Standzeit bis zur Einlagerung als die ELK auf der 750-m-Sohle aufweist und in einem gebirgsmechanisch weniger beanspruchten Bereich angeordnet ist.

4.4.2 Konvergenz

4.4.2.1 Konvergenz bei den ELK für die schwachradioaktiven Abfälle

Die ELK für die schwachradioaktiven Abfälle wurden zwischen 1916 und 1936 erstellt. Somit sind sie zwischen 7 und 9 Jahrzehnten den Konvergenzvorgängen ausgesetzt. In der Anlage 10 wird auf Grundlage von Messungen in unterschiedlichen Bereichen im Grubengebäude ein Konvergenzfaktor f_{K1} von $0,72 \pm 0,1$ bis zum Jahre 2009 und ein Konvergenzfaktor f_{K2} von $0,83 \pm 0,1$ bis zum Zeitpunkt der Einlagerungsphase abgeschätzt.

4.4.2.2 Konvergenz bei der ELK für die mittlerradioaktiven Abfälle

Die ELK für die mittlerradioaktiven Abfälle wurde in den Jahren 1961 und 1962 erstellt. Somit hat diese Kammer eine wesentlich geringere Standzeit als die ELK auf der 725- und 750-m-Sohle. Außerdem liegt sie in einem gebirgsmechanisch weniger stark beanspruchten Bereich. Markscheiderische Messungen aus den Jahren 1999 und 2000 in den Nebenabbauen auf der 532-m-Sohle haben ergeben, dass das Volumen dieser Abbaue vor rd. 10 Jahren um 15 % geringer war als ursprünglich angegeben. Werden die sich hieraus ergebenden Volumenreduktionsraten bis ins Jahr 2009 in Rechnung gesetzt, ergibt sich für diese Abbaue ein mittlerer Konvergenzfaktor von 0,79. Da diese Abbaue in Abmessungen und in räumlicher Lage mit der ELK 8a/511 vergleichbar sind, wird hier ein Konvergenzfaktor f_K von $0,8 \pm 0,1$ angesetzt (s. Anlage 10).

4.4.3 Verfüllungsgrad der Zwickelhohlräume zwischen eingelagerten Gebinden

In einigen ELK erfolgte die Einlagerung der radioaktiven Abfälle unter Hinzugabe von Salzversatz. Wie unter Abschnitt 4.2 bereits erwähnt, wurden die eingebrachten Hautwerksmengen nicht dokumentiert. Zwischen den eingelagerten Gebinden entstehen sogenannte Zwickelhohlräume,

die nicht vollständig mit Salzhaufwerk gefüllt werden. In der Anlage 15 wurde der Verfüllungsgrad der Zwickelhohlräume in Abhängigkeit vom Verhältnis des Gebindebruttovolumens zum Kammerleervolumen abgeschätzt und bewertet. Die Abschätzung ergab Verfüllungsgrade in den Zwischenhohlräumen von 70% in den ELK 10/750 und 7/725, von 60% in den ELK 8/750, 5/750 und 7/750 und 50% in den ELK 6/750 und 2/750 im Älteren Steinsalz (Na₂). Aufgrund der getroffenen Annahmen wird der Fehler der abgeleiteten Verfüllungsgrade mit $\pm 15\%$ angesetzt.

4.4.4 Feststoffanteil im Salzversatz

Die in die ELK eingebrachten Salzmengen wurden entweder verkippt, verblasen oder verschleudert. In einigen ELK wurde eine Ausgleichsschicht auf der Sohle eingebracht. Somit ist das Versatzgut unterschiedlich verdichtet. In der Anlage 11 wird über eine Bandbreite unterschiedlicher Versatztypen bzw. unterschiedlicher Kornzusammensetzung, auf Basis der unter /4/ und /15/ durchgeführten Untersuchungen, ein mittlerer Feststoffanteil im Salzversatz abgeschätzt und eine Unsicherheitsbetrachtung durchgeführt. Die statistische Auswertung ergab einen mittleren Feststoffanteil von $67\% \pm 4\%$. Den Volumenberechnungen wird deshalb ein Feststofffaktor im Salzversatz f_{FeS} von $0,67 \pm 0,04$ zugrunde gelegt.

4.4.5 Gebindebruttovolumen und Porenvolumen in den Gebinden

Das Gebindebruttovolumen und das Porenvolumen in den Gebinden wurde der Datenbank ASSEKAT entnommen, die auf einer systematischen Auswertung der Einlagerungsdokumente beruht. Der Fehlerbereich für das Gebindebruttovolumen beträgt $\pm 10\%$ und der des Porenvolumens in den Gebinden $\pm 30\%$ /5/.

4.4.6 Höhe der Ausgleichsschicht auf der Sohle der ELK

Bei den ELK 1, 2, 4 und 12 auf der 750-m-Sohle wurde auf der Sohle eine Ausgleichsschicht eingebracht. Bis auf die ELK 4/750 konnte die Höhe dieser Ausgleichsschichten nicht recherchiert werden. Sie wurde deshalb mit Hilfe der Fotodokumentation, der Fassgeometrien und der Kammerhöhen abgeschätzt. Die Fassgeometrien wurden den Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse /7/ entnommen. Die Funktion zur Berechnung der Stapelhöhen für liegende Fasslagerung ist ausschließlich vom Radius der Fässer abhängig. Die entwickelten Formeln können der Anlage 12 entnommen werden.

4.4.7 Luftegefüllter Hohlraum

Hierunter ist der luftegefüllte Hohlraum unter Einbeziehung des Porenhohlraums des Salzversatzes und der Abfallgebinde zu verstehen. Dieser Hohlraum steht theoretisch einem Fluid zur Verfügung.

4.4.8 Unverfüllter Hohlraum

Hierunter ist der freie Hohlraum zu verstehen, in dem sich weder Abfallgebinde noch Salzhaufwerk befinden. Er kann für diejenigen ELK abgeschätzt werden, in denen die Einlagerung der Gebinde ohne die Zugabe von Blas- oder Sturzversatz erfolgte (ELK 4/750, 1/750, 2/750, 12/750, oberer Bereich von ELK 11/750 und 8a/511) und die ELK bei denen das für die Einlagerung zur Verfügung stehende Volumen nicht vollständig ausgenutzt wurde (ELK 5/750 und 7/725). In den unverfüllten Hohlraum dieser ELK kann theoretisch eine Suspension oder fließfähiger Versatz bzw. in die ELK 5/750, 7/725 und 8a/511 darüber hinaus auch Trockenversatz (z. B. Salzversatz) eingebracht werden.

4.5 Abschätzung des unverfüllten Hohlraumes

Aufgrund der Einlagerungstechniken sind nicht alle Hohlräume in den ELK vollständig mit Gebinden und Salzversatz verfüllt. Die abgeschätzten Resthohlräume (Luft), und der unverfüllten Hohlräume ergeben sich aus den in der Anlage 8 dargestellten Berechnungen.

Alle Kammern haben bei Berücksichtigung des Porenanteils des Salzversatzes und der Gebinde einen Resthohlraum (Luft). Dieser kann theoretisch mit einem Fluid aufgefüllt werden. Unter Berücksichtigung der Zwickelhohlräume zwischen den Fässern – jedoch ohne den Porenanteil des Salzversatzes und der Gebinde – stehen in den ELK die in Tabelle 1 genannten unverfüllten Hohlräumen für die Einbringung von Salz- oder Pumpversatz zur Verfügung. Nicht quantifizierbare unverfüllte Hohlräume werden mit 0 m³ angenommen.

Tabelle 1: Resthohlraum (Luft) und unverfüllter Hohlraum in den ELK

ELK	Resthohlraum (Luft)	unverfüllter Hohlraum
1/750	2.700 m ³	1.500 m ³
2/750	2.200 m ³	1.400 m ³
4/750	3.700 m ³	2.800 m ³
5/750	5.000 m ³	270 m ³
6/750	4.700 m ³	0 m ³
7/750	5.000 m ³	0 m ³
8/750	3.500 m ³	0 m ³
10/750	2.900 m ³	0 m ³
11/750	4.500 m ³	800 m ³
12/750	4.200 m ³	2.600 m ³
2/750 (Na2)	8.900 m ³	0 m ³
7/725 (Na2)	6.000 m ³	1.600 m ³
8a/511	5.300 m ³	5.300 m ³

Die Einlagerung der radioaktiven Gebinde in den ELK 1, 2, 4 und 12 auf der 750-m-Sohle erfolgte auf einer Ausgleichsschicht aus Salzversatz. Zwischen den Gebinden wurde kein Salzversatz eingebracht. In die ELK 8a auf der 511-m-Sohle wurden nur Abfallgebinde eingebracht wurden.

In der ELK 11/750 wurde zwischen den unteren gekippten und den oberen gestapelten Gebinden eine ca. 0,8 – 1 m starke Ausgleichsschicht aus Salzhaufwerk eingebracht. Die Höhe der oberen

Einlagerungsschicht kann anhand von Fotografien geschätzt werden. Die Anzahl und der Gebindetyp der oberhalb der Ausgleichsschicht eingelagerten Abfälle ist nicht bekannt. Wird unterstellt, dass oberhalb der Ausgleichsschicht 70 % der VBA's und demzufolge 30 % der restlichen Gebinde unterhalb eingelagert wurden, so ergibt sich ein unverfüllter Hohlraum oberhalb der Ausgleichsschicht von rd. 800 m³. Die Annahme ist plausibel, da die VBA in der oberen Einlagerungsschicht gestapelt wurden. Bei einem Verhältnis von 60 % zu 40 % erhöht sich der unverfüllte Hohlraum oberhalb der Ausgleichsschicht auf rd. 1.200 m³ und bei einem Verhältnis von 80 % zu 20 % verringert er sich auf rd. 300 m³.

Die ELK 5/750 und 7/725 (Na2) sind befahrbar. Der unverfüllte Hohlraum wurde anhand von markscheiderischen Messungen abgeschätzt.

Bei den restlichen ELK kann der unverfüllte Hohlraum nicht quantifiziert werden, da die Größe des Firstspaltes nicht bekannt ist. Fotografien, die während der Einlagerungszeit angefertigt wurden, zeigen, dass die Einlagerung nahezu firstbündig erfolgte.

In die ELK 7/725 wurden Ende der 1990er Jahre nachträglich 8.400 m³ Salzhauwerk eingebracht. Im Mai 2009 wurde im Bereich des unverfüllten Resthohlraumes die Firste nachgeschnitten und die bis dahin aus dem Versatzmaterial herausragenden Gebinde mit Salzgrus überdeckt.

4.6 Unsicherheiten in der Ermittlung der Hohlräume

Die in der Anlage 8 durchgeführten Berechnungen zur Hohlraumabschätzung der ELK zeigen deutlich, dass die Unsicherheiten der Ausgangsgeometrien (Kammerhöhen, planimetrierte Grundflächen) und des Konvergenzfaktors den größten Einfluss auf die Unsicherheiten der Hohlraumbestimmung haben. Die Unsicherheiten des Gebindebruttovolumens bzw. des Porenvolumens in den Gebinden wirken sich dagegen wenig stark auf das Gesamtergebnis aus. Selbst die Unsicherheit der getroffenen Annahme zum Verfüllungsgrad der Zwickelhohlraum zwischen den Gebinden, ist nicht entscheidend für das Gesamtergebnis. Wird konsequent das Fehlerfortpflanzungsgesetz zum Ansatz gebracht, so kann das Resthohlraumvolumen (d.h. das Luftvolumen in der ELK) mit einer durchschnittlichen Genauigkeit von rd. $\pm 20\%$ angegeben werden.

5 Zusammenfassung und Charakterisierung der Lagerbereiche

5.1 Allgemeines

Im Grubengebäude der Schachanlage Asse erfolgte zwischen 1967 und 1978 die Einlagerung von 125.787 Gebinden mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen in insgesamt 13 ELK. Die Abfallgebinde nehmen ein Gebindebruttovolumen von rd. 46.600 m³ ein. Eine ELK mit

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 21

überwiegend mittelradioaktiven Abfällen befindet sich auf der 511-m-Sohle, die restlichen ELK liegen im Teufenbereich zwischen der 725- und 750-m-Sohle.

Die Einlagerung erfolgte mit unterschiedlichen Einlagerungstechniken mit und ohne Zugabe von Salzhautwerk. Dies führt zu unterschiedlichen Resthohlräumen in den jeweiligen ELK.

Der Anhang 1 beschreibt die einzelnen ELK im Detail. Die Kammerzugänge sind in den zeichnerischen Darstellungen der Anlage 1 bis Anlage 5 fortlaufend nummeriert und im Anhang 2 beschrieben.

5.2 Hohlraumabschätzungen und Genauigkeiten

Die Hohlraum- und Genauigkeitsabschätzung zeigt, dass nach Einlagerung der schwach-radioaktiven Abfälle auf der 725- und 750-m-Sohle etwa 40 % des vorhandenen Hohlraumes luftgefüllt blieb. Anhand der durchgeführten Genauigkeitsabschätzungen ist zu erkennen, dass die ermittelten Volumina der ELK mit einer mittleren Genauigkeit von rd. ± 20 % angegeben werden können.

Aus den Hohlraumangaben für die ELK können Schlussfolgerungen für die Einbringung von Versatzstoffen getroffen werden. Der Resthohlraum (Luft) entspricht dem verfügbaren Volumen für eine eventuell einzubringende $MgCl_2$ -Lösung. Der unverfüllte Hohlraum bei Berücksichtigung der Zwickelhohlräume steht teilweise für einen fließfähigen Versatz zur Verfügung. Dies betrifft insbesondere die ELK 1/750, 2/750, 11/750 (im oberen Bereich), 12/750 und 4/750. Der unverfüllte Hohlraum ohne Zwickelhohlräume steht für festen Versatz zur Verfügung. Dieser kann jedoch nur für die drei ELK 5/750, 7/725 und 8a/511 quantifiziert werden.

5.3 Abschätzung des geringsten Abstandes zu den Schichten des Deckgebirges

Auf Grundlage des in digitaler Form vorliegenden Risswerkes wurde mit Hilfe der CAD für jede ELK der geringste Abstand zu den Schichten des Deckgebirges ermittelt. Die Auswertung ergab, dass die ELK 10/750 mit rd. 20 m den kürzesten Abstand zum Deckgebirge (Rötsalz des oberen Buntsandsteines) aufweist. Zwischen den ELK 4 und 5 auf der 750-m-Sohle befindet sich der Abbau 3/750. Die hiervon in südlicher Richtung verlaufende Erkundungsstrecke hat im Firstniveau die liegende Schicht des Deckgebirges (Rötsalz, so1Na) angefahren, jedoch nicht durchörtert. Weiterhin reicht die Hornstatt des Blindschachtes 2 ebenfalls bis in das Rötsalz. Der Blindschacht 2 befindet sich im Zentrum des Grubengebäudes. Der Abstand dieses Blindschachtes bis zur ELK 4/750 beträgt auf der 750-m-Sohle rd. 15 m. Dies und der Salzlösungszutritt aus dem Deckgebirge in die Abbaue in der Südflanke von ca. $12 \text{ m}^3/\text{d}$ belegen, dass keine integere Schutzschicht zwischen den ELK und dem Deckgebirge besteht.

5.4 Kammerzugänge

Grundlage für die Beschreibung der Kammerzugänge sind die zeichnerischen Darstellungen im Risswerk, aktuelle Befahrungen bzw. Standorterkundungen und Angaben in älteren Berichten. Die Kammerzugänge sind in Anlage 1 bis Anlage 5 mit einer laufenden Nummerierung versehen. Die ELK stehen durch die Zugänge miteinander bzw. mit dem restlichen Grubengebäude in Verbindung. Eine Verbindung der Lagerbereiche der ELK zum übrigen Grubengebäude besteht über die Wendelstrecke bzw. über die Blindschächte 1 bis 3 sowie über diverse Bohrungen. Im Ostfeld der 750-m-Sohle bestehen direkte Verbindungen zwischen den ELK und den Kaliabbauen. Über den Blindschacht 3 besteht eine indirekte Verbindung der ELK 11/750 und 12/750 zu den Strecken im Niveau der Teilsohlen A und B und zum Carnallitbaufeld. Der im Carnallit stehende Teil dieser Zugänge ist mit großer Wahrscheinlichkeit nahezu vollständig konvergiert.

5.5 Verschlussbauwerke

Die Kammerzugänge wurden mit Bauwerken verschlossen, die im Anhang 2 beschrieben sind. Damit kann folgendes zusammengefasst bzw. geschlussfolgert werden.

Die Verschlussbauwerke der Kammerzugänge wurden aus unterschiedlichen Materialien erstellt. So wurde beispielsweise der Verschluss der ELK 4/750 nach der Einlagerung im Wesentlichen aus mit Wasser verdichtetem Salzhaufwerk erstellt. Dieser Zugang wurde im März 2009 durch ein zusätzliches Bauwerk aus Sorelbeton verstärkt. Im Bereich der ELK 5, 6, 7 und 11 wurde von einem Teil der Verschlussbauwerke deren Aufbau in /4/ dokumentiert.

Basierend auf diesem Bericht und den Darstellungen im Grubenbild haben bis auf zwei Ausnahmen die Verschlussbauwerke den gleichen prinzipiellen Aufbau, der in der Anlage 14 dargestellt ist. Zur Kammerseite hin wurde entweder gegen Salzversatz oder gegen eine Schalwand Salzbeton oder mit Wasser verdichtetes Salzhaufwerk eingebracht. Den Abschluss wiederum wird durch eine Schalwand (i. d. R. aus Gasbetonsteine) gebildet. Abweichend von diesem Aufbau befindet sich im Durchhieb im Firstniveau zwischen der ELK 7/750 im Jüngeren Steinsalz und dem Abbau 5/750 im Älteren Steinsalz ein fünfteiliger Verschluss /4/. Von der ELK folgen drei Segmente aus Salzbeton, zwischen denen zwei Segmente aus einer Bitumenemulsion eingebaut wurden.

Vor der Einlagerung der Gebinde in der ELK 8a auf der 511-m-Sohle wurde der Zugang im Sohlenniveau durch eine 80 cm starke Strahlenschutzmauer aus Stahlbeton mit einem eingebauten Bleiglasfenster verschlossen. Im Dezember 1998 wurde vor diese Strahlenschutzmauer ein weiteres Verschlussbauwerk aus unbewehrtem, langsam erhärtendem Beton gestellt /8/.

Zusätzlich zu den Verschlussbauwerken auf der 750-m-Sohle wurde die südliche Richtstrecke nach Osten im Bereich der ELK 5 bis 7/750 mit Salzhautwerk versetzt. Den Abschluss von der südlichen Richtstrecke nach Osten bildet ein Verschluss – bestehend aus zwei Schalungsmauern – zwischen die Salzbeton verpumpt wurde.

Bis auf wenige Ausnahmen können die vorhandenen Verschlussbauwerke nicht in Augenschein genommen werden, da die Bereiche nicht mehr befahren werden können. Im Bereich der noch offen stehenden 2. südlichen Richtstrecke nach Westen sind an einigen Abschlussmauern durch den einwirkenden Gebirgsdruck Beschädigungen aufgetreten.

5.6 Charakterisierung der Einlagerungsbereiche

Die auf der 725-, 750- und 511-m-Sohle eingerichteten Lagerbereiche können in 5 Teilbereiche untergliedert werden. Nachfolgende die dazugehörigen ELK genannt und die Teilbereiche stichpunktartig charakterisiert.

5.6.1 Charakterisierung des Einlagerungsbereichs im Älteren Steinsalz (Sattelkern)

Zu diesem Einlagerungsbereich zählen die ELK 2/750 und 7/725. Der Bereich kann wie folgt charakterisiert werden:

- Die ELK liegen vertikal übereinander und sind über Rolllöcher, welche in angrenzenden Kammerzugängen münden, verbunden
- Die ELK haben zum Teil offene Verbindungen zum übrigen Grubengebäude (Zugang bzw. Wetterbohrung von ELK 7/725 zur Wendelstrecke, östlicher Zugang zur ELK 2/750 von der 1. südl. Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle).
- Oberhalb der eingelagerten Gebinde in der ELK 7/725 haben sich in der Firste Abschalungen gebildet bzw. sind zum Teil hereingebrochen, sodass im Mai 2009 Sicherungsmaßnahmen durchgeführt werden mussten. Im Zuge der Sicherungsmaßnahmen wurden die bis dahin aus dem Versatz herausragenden Gebinde mit Salzgrus überdeckt.
- In der gebirgsmechanisch geschädigten Schwebe unterhalb der ELK 2/750 befinden sich 4 Rolllöcher zur 775-m-Sohle.

5.6.2 Charakterisierung des Einlagerungsbereichs im Südwesten der 750-m-Sohle

Zu diesem Einlagerungsbereich zählen die in der Südflanke liegenden ELK 10/750, 8/750, 4/750 und der Abbau 9/750. Der Bereich kann wie folgt charakterisiert werden:

- Durch gebirgsmechanische Einflüsse werden die Tragelemente (Pfeiler/Schwebe) auch im Bereich dieser ELK zunehmend beansprucht.

Zu diesem Einlagerungsbereich zählen die in der Südflanke angeordneten ELK 5/750, 6/750, 7/750 und 11/750. Der Bereich kann wie folgt charakterisiert werden:

- In diesem Lagerbereich wurden rd. 94 % der verlorenen Betonabschirmungen (VBA) eingelagert.
- Die Einlagerung erfolgte durch eine Kombination aus Abkipp- und Stapeltechnik, wobei im oberen Bereich der ELK die Gebinden überwiegend gestapelt wurden.
- Nach Ende der Einlagerung wurden die Resthohlräume in den ELK 6/750 und 7/750 mit Steinsalz verblasen. Zur Staubbindung wurden dem Versatzmaterial $MgCl_2$ -Lösung zu gegeben /34/.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle
Blatt: 25

- Die Verschlussbauwerke in den Zugängen zu den ELK 6/750 und 7/750 sowie das westliche Abschlussbauwerk der südl. Richtstr. nach Osten wurden aus Salzbeton mit Wasserüberschüssen erstellt /34/. Ein nicht quantifizierbarer Teil der Überschusslösung sickerte vermutlich in die Sohle bzw. in die ELK.
- Aus der Fotodokumentation geht hervor, dass die Einlagerung bis dicht unter die Firste erfolgte.
- Die Häufung der mikroseismischen Signale in diesem Lagerbereich wird in /27/ auf ein Zerschneiden der VBA infolge des Gebirgsdruckes zurückgeführt.
- Die mittlere Schwebenmächtigkeit der ELK zur 725-m-Sohle beträgt rd. 14 m. Aktuelle markscheiderische Messungen belegen, dass diese aufgrund von Beraubearbeiten vor und während der Einlagerungszeit und durch Firstfälle infolge des einwirkenden Gebirgsdruckes lokal an Mächtigkeit um bis zu 6 m verloren hat.
- Mit Ausnahme des unverfüllten Hohlraumes im nordwestlichen Firstbereich in ELK 5/750 und des Hohlraumes zwischen den gestapelten Gebinden im oberen Bereich der ELK 11/750 steht in diesen ELK kein Hohlraum für zusätzliches Versatzmaterial zur Verfügung.
- Der Zugang im Firstniveau zur ELK 7/750 aus dem Abbau 5/750 im Na2 ist gebirgsmechanisch stark beansprucht, so dass dieser in den letzten Jahren aus Gründen der Arbeitssicherheit wiederholt nachgeschnitten werden musste. Dadurch hat sich die offene Streckenlänge um ca. 21 % verringert und der Querschnitt um ca. 25 % vergrößert.
- Die südliche Richtstrecke nach Osten im Bereich dieser ELK wurde mit Salzhautwerk versetzt.
- Über die ELK 5/750 besteht eine mit Sondergenehmigung befahrbare Verbindung über den Abbau 3/750 zum übrigen Grubengebäude.
- Aus dem Bereich der ELK 6/750 verlaufen 5 Bohrungen zur 775-m-Sohle, wobei eine Bohrung (M109) mit den dortigen Grubenbauen durchschlägig ist und kontaminierte Salzlösung führte. Die Bohrung wurde mit Magnesiamörtel vollständig und dicht verfüllt /29/. Der Grubenbau unterhalb der Bohrung wurde firstbündig mit Sorelbeton verfüllt.

5.6.4 Charakterisierung des Einlagerungsbereichs im Südosten der 750-m-Sohle

Zu diesem Einlagerungsbereich zählen die in der Südflanke angeordneten ELK 1/750, 2/750 und 12/750. Der Bereich kann wie folgt charakterisiert werden:

- Bis auf eine ca. 2,2 m hohe Ausgleichschicht aus Salzhautwerk erfolgte hier die Einlagerung ohne zusätzliches Versatzmaterial.
- Die freie Höhe nach der Einlagerung beträgt ca. 2 m. Es ist anzunehmen, dass sich an der Firste aufgrund der rel. langen offenen Standzeit Abschalungen gebildet haben.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 26

- Während sich die Gebinde in diesen ELK ca. 2,2 m oberhalb des Sohlenniveau befinden, wurden die Fässer im südlichen Durchhieb zwischen ELK 1/750 und 2/750 wahrscheinlich im Sohlenniveau eingelagert.
- Die Gebinde wurden ausschließlich gestapelt (überwiegend liegend).
- Oberhalb und unterhalb dieser ELK befinden sich keine Grubenbaue.
- Diese ELK stehen über Streckensysteme in Verbindung mit den nördlich gelegenen Kaliabbauen.
- Der Pfeiler zur ELK 11/750 weist einen hohen Durchbauungsgrad auf.
- In einer Sohlenvertiefung westlich der ELK 12/750 steht kontaminierte Salzlösung an.

5.6.5 Charakterisierung des MAW-Einlagerungsbereichs

Zu diesem Einlagerungsbereich zählt die ELK 8a/511. Der Bereich kann wie folgt charakterisiert werden:

- die Einlagerung erfolgte ohne zusätzliches Versatzmaterial.
- der Einlagerungsbereich ist trocken.
- im Vergleich zu Kammern in denen schwachradioaktive Gebinde eingelagert wurden, liegt die ELK in einem gebirgsmechanisch weniger stark beanspruchten Bereich.

6 Literatur

- /1/ GSF, Forschungsbergwerk Asse, Risswerk der Schachanlage Asse, Stand: 12/2008
- /2/ [REDACTED]: Die Erfassung der Grubenhohlräume auf der Schachanlage Asse II (Hohlraumbilanz), Abteilungsbericht 17/85, Stand: 1982.
- /3/ [REDACTED] Protokoll über die Befahrung der ELK vom 10.09.1980.
- /4/ [REDACTED]: Untersuchungen zum Versatz und Verschluss von Kammern und Strecken in einem Endlager im Salz, GSF-Bericht 19/91
- /5/ Datenbank ASSEKAT Version 8.0
- /6/ [REDACTED] Bestimmung der stofflichen Hauptbestandteile der in das Salzbergwerk eingelagerten Abfälle, Abschlussbericht, 11/2001, Stoller Ingenieurtechnik GmbH
- /7/ GSF: Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse, Stand: Dezember 1975.
- /8/ Protokoll der Baustoffprüfstelle E & W, Südniedersachsen GmbH über die Betonzusammensetzung des Verschlussbauwerks im Zugang zur ELK 8a/511 vom 03.08.1998.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 27

- /9/ [REDACTED] : Modellrechnungen zur Wirksamkeit technischer Maßnahmen im Bergwerk Asse, Interner Bericht Nr. 1/2002.
- /10/ [REDACTED] : Untersuchungen an Versatz- und Verschlussstoffen für ein untertägiges Endlager, GSF-Bericht T 154, Oktober 1982.
- /11/ [REDACTED] : Temperatur-Versuchsfeld 3, Versuchsbericht, GSF-Bericht, Mai 1977
- /12/ [REDACTED] : Zum Innenbau der Salzstruktur Asse, Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 133, 135-154, 1982
- /13/ [REDACTED] Zur Kenntnis des Schichtenpaares „Grenzanhydrit“ und „Oberer Zechsteinletten“ an der Südwestflanke des Asse-Sattels, Kali- und Steinsalz, Bd. 2, Heft 5, 166-170, 1957
- /14/ [REDACTED] Erstellung von Tiefbohrungen auf der Südwestflanke der Asse, GSF-Bericht Nr. 36/90
- /15/ GSF 1991: Entwicklung eines Modells zur Beschreibung der gebirgsmechanischen Vorgänge im Grubengebäude der Schachanlage Asse, Band 1
- /16/ [REDACTED] Querschlag zur ELK 10/750 und Bauwerk SBS-750-14, Dokumentation der Standorterkundung und Beraubearbeiten, HMGU, Stand: 21.07.2008
- /17/ [REDACTED] Ergebnisse der Standorterkundungen an dem Referenzstandort R4, IfG-Leipzig, 19.04.2006
- /18/ [REDACTED] Ergebnisse der Standorterkundungen an dem Referenzstandort Pfeiler 11/12, IfG-Leipzig, 30.03.2007
- /19/ [REDACTED] Geotechnische Standortbeschreibung für die Strömungsbarrieren SB-775-5 und SB-750-6 (Pfeiler 3/4 der 750-m-Sohle im Leinsteinsalz) sowie Ergebnisse der Erkundungen im Gebirgsbereich nördlich des Abbaus 3/750 und des Pfeilers 3/4 der 750-m-Sohle, IfG-Leipzig, 03.02.2009
- /20/ [REDACTED] Notiz über den Besuch auf der ASSE am 10. September 1980, Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK-INE), 16.09.1980
- /21/ [REDACTED] Befahrung der Nahbereiche der ELK, HMGU: 26.11.2008
- /22/ [REDACTED] Durchhieb zwischen ELK 8/750 und ELK 4/750, Bauwerk SV-750-17 Dokumentation der Standorterkundung und der Verfüllmaßnahmen auf der 750-m-Sohle HMGU: 29.08.2008
- /23/ [REDACTED] Durchhieb zwischen ELK 8/750 und Abbau 9/750, Bauwerk SV-750-19 Dokumentation der Standorterkundung und der Verfüllmaßnahmen auf der 750-m-Sohle HMGU: 29.08.2008
- /24/ [REDACTED] : Sachstandsbericht über die ELK (ELK) 4/750, deren Zugänge und die Situation im Umfeld der ELK
Asse-GmbH: 21.01.2009
KZL: 10/77725/BSB/GH/BZ/0003/00

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NN AA	NNNNNNNNNN	NN AA ANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 28

- /25/ [REDACTED] Schachtanlage Asse, Strömungsbarriere SB 775-3, Bewertung der Erhitzebohrungen, DBE-Tec: 21.11.2006
- /26/ [REDACTED] Überwachung der Lauge auf Kontaminationen aus dem Bereich der südlichen Richtstrecke und vor Kammer 12 auf der 750-m-Sohle im Rahmen des betrieblichen Strahlenschutzes, Berichtszeitraum 01.08.2007 bis 31.12.2008
KZL: 12/77707/01STS/LE/B/0007/00
- /27/ HMGU: Fortschreibung der Darstellung und Bewertung des Spannungs- und Verformungszustandes im Tragsystem der Südflanke der Schachtanlage Asse nach Abschluss der Versatzmaßnahme auf Grundlage gebirgsmechanischer Insitu-Messungen, 11.11.2008, KZL: 14/77751/GMÜ/GC/BT/0002/00
- /28/ HMGU: Befragung ehemaliger und langjähriger Mitarbeiter der Schachtanlage Asse, 07.08.2008, KZL: 00/ /FBA/AC/BW/0001/00
- /29/ HMGU: Dokumentation über die Verfüllung der Bohrung M 109 in der südlichen Richtstrecke nach Osten auf der 775-m-Sohle, 15.07.2008,
KZL: 10/77725/BSB/GH/BW/0004/00
- /30/ [REDACTED] Verstärkung des vorhandenen Verschlusses von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen zur ELK 4/750, Dokumentation der durchgeführten Arbeiten, Stand: März 2009
- /31/ [REDACTED] Ergebnisse der Kamerabefahrungen und der geotechnischen Messungen in den Erkundungsbohrungen im Bereich der geplanten Strömungsbarrieren SB-750-11 und SB-750-12, IfG-Leipzig, (Entwurf)
- /32/ [REDACTED] Befahrung des Abbaus 2/775, 22.04.1982
- /33/ Betrieblicher Strahlenschutz der Schachtanlage Asse, radiologische Überwachung im Rahmen der Arbeitsfreigabe vom 23.05.2008 für die Erkundungsbohrungen am Referenzstandort 5
- /34/ [REDACTED] Anmerkungen zur Unterlage „Befragung ehemaliger und langjähriger Mitarbeiter der Schachtanlage Asse“, 19.08.2008

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 30
Anhang 1

Die Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 1.175 m³. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 6 entnommen werden. Die Gebinde wurden mit Hilfe der Abkipptechnik unter Zugabe von Salzhautwerk eingelagert. Die Mengen des zugegebenen Hautwerks wurde nicht dokumentiert.

Kammergeometrie

Die ELK hat eine mittlere Länge von 38 m und eine mittlere Breite von 27 m. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.030 m² /2/. Markscheiderische Messungen im Firstbereich der Kammer aus den Jahren 1977 und 1983 haben folgendes ergeben:

- die mittlere Kammerhöhe beträgt 11,5 m.
- 7,3 m über der Sohle beträgt die Grundfläche 679 m²
- zum Zeitpunkt der Messungen betrug der Resthohlraum im Firstniveau ca. 2.550 m³ bei einer freien Höhe von 4,2 m

Unter Berücksichtigung der o. a. markscheiderischen Messungen sind in der Anlage 8 die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK	:	rd. 7.100	m ³				
Luftvolumen in der ELK	:	rd. 2.900	m ³				
das entspricht	:	41	%	±	18	%	

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt fünf Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 1 und Anlage 4 mit den lfd. Nummern 1 bis 5 versehen. In der Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.



Abbildung 3: ELK 8/750, Schaufellader beim Abkippen der Fässer
Archiv Nr.: C 396; Aufnahme vom 08.01.1975

Kammergeometrie

Die ELK weist mittlere Abmessungen in der Länge von 62 m, in der Breite von 19 m und in der Höhe von 10 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.180 m² /2/. In der Anlage 8 sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt.

Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK	:	rd. 8.500	m ³
Luftvolumen in der ELK	:	rd. 3.500	m ³
das entspricht	:	42	% ± 22 %

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt fünf Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 1 und Anlage 4 mit den lfd. Nummern 6 bis 10 versehen. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 34
Anhang 1

bruttovolumen von 1.488 m³. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 6 entnommen werden. In der Regel wurden jeweils vier Fässer senkrecht stehend übereinander gestapelt. Es sind zum Teil Durchgänge zwischen den einzelnen Fassreihen vorhanden. Die Einlagerung erfolgte ohne die Zugabe von Salzhauwerk. Abbildung 4 bis Abbildung 6 zeigen ausgewählte Fotografien, welche vor bzw. während der Einlagerungszeit angefertigt wurden.

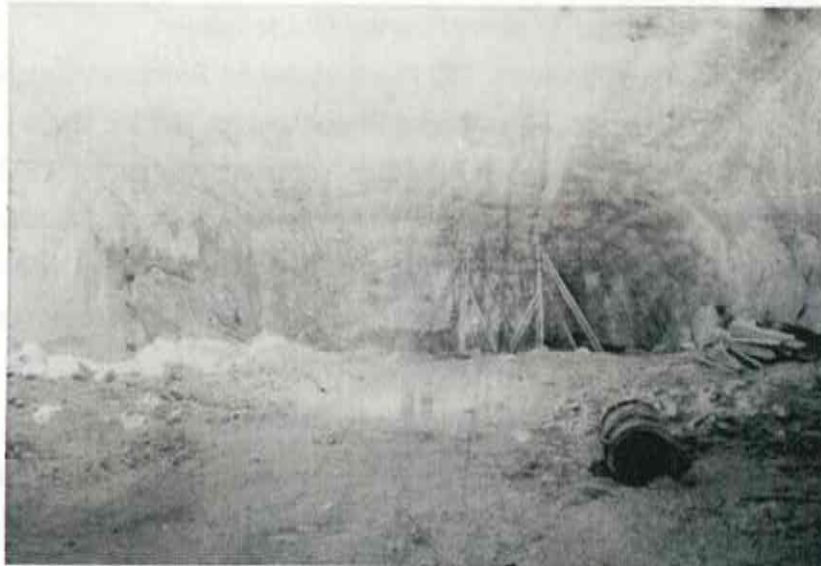


Abbildung 4: ELK 4/750, vor dem Ende der Beraubearbeiten
Archiv Nr.: C 60; Aufnahme vom Januar 1967



Abbildung 5: ELK 4/750, gestapelten Abfallgebinde
Blick in Richtung Osten gegen die gestapelten Abfallgebinde
Archiv Nr.: C 81; Aufnahme vom 29.06.1967

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 35
Anhang 1


Abbildung 6: ELK 4/750, Teil der Fässer
Teil der Fässer von Süden nach Norden gesehen
Archiv Nr.: C 82; Aufnahme vom 29.06.1967

Um das Einlagerungsniveau zu erreichen, wurde vom Kammerzugang eine nach Süden hin ansteigende Rampe erstellt. Ein Betonsockel verhinderte ein Hereinbrechen von Haufwerk auf die Rampe (Anhang 2, Abbildung 39, Blatt 78).

Während der Befahrung im September 1980 wurden im Pfeiler zwischen ELK 4/750 und der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen Risse vorgefunden aus denen ein aus der Kammer dringender Geruch wahrzunehmen war /20/. Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen zum Bau von Strömungsbarrieren wurden im April 2005 ebenfalls Risse (Abbildung 7) in diesem Pfeiler entdeckt /17/. Darüber hinaus wurde ein querschlägiger Riss (Abbildung 8) in der Sohle der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen zwischen der ELK 4/750 und dem Zugang zum Blindschacht 2 entdeckt. Zur Vorbereitung der Verfüllarbeiten im Blindschacht 2 wurde die 2. südlichen Richtstrecke nach Westen im Jahr 2008 nachgeschnitten und die Rissysteme entfernt.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 36
Anhang 1

Abbildung 7: Nordstoß ELK 4/750, Risse im Pfeiler
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen in Richtung Süden
Archiv-Nr.: 20050422-19.jpg, Aufnahme vom 22.04.2005



Abbildung 8: Querschl. Riss zw. ELK 4/750 und dem Zugang zum Blindschacht 2 (Sohle)

Kammergeometrie

Die ELK weist mittlere Abmessungen in der Länge von 51 m, in der Breite von 16 m und in der Höhe von 10 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 910 m² /2/. Der grundrisslichen Darstellung der 750-m-Sohle (Anhang 2, Abbildung 39, Blatt 78) kann entnommen werden, dass vor der Einlagerung eine ca. 3 m hohe Schicht aus Salzhautwerk eingebracht wurde. In der Anlage 8 sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle
Blatt: 37
Anhang 1

Oberhalb der Ausgleichsschicht steht ein unverfüllter Hohlraum von ca. 2.800 m³ an. Der freie Abstand zwischen der Firste und den Fässern wird mit 2-3m abgeschätzt. Es ist anzunehmen, dass sich aufgrund der rel. langen offenen Standzeit an der Firste der ELK Abschalungen gebildet haben. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK : rd. 6.600 m³

Luftvolumen in der ELK : rd. 3.700 m³

das entspricht : 56 % ± 21 %

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt vier Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 1 und Anlage 4 mit den lfd. Nummern 10 bis 13 versehen. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde in den Jahren 1918 bis 1919 erstellt. In der Zeit von Juli 1972 bis Mai 1977 wurden 9.561 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Die Abfallgebände beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 3.701 m³. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 6 entnommen werden. Die Gebinde wurden sowohl mit Hilfe der Abkipptechnik im unteren und oberen Bereich der Kammer als auch der liegenden Stapeltechnik im oberen Bereich der Kammer eingelagert. Die Einlagerung erfolgte unter Zugabe von Salzhautwerk bis dicht unter die Firste. Die freie Höhe nach der Einlagerung

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 39
Anhang 1

wird auf 0 bis max. 1 m geschätzt. Durch Konvergenzeinflüsse ist eher mit einem Anliegen der Gebinde an der Firste zu rechnen. Die Menge des zugegebenen Haufwerks wurde nicht dokumentiert. Zum Zweck der Öffentlichkeitsarbeit wurde der nordwestliche Firstbereich der Kammer offen gehalten. Die eingelagerten Gebinde sind hier nur teilweise mit Salzhautwerk abgedeckt. Durch jahrelange Einwirkung des Gebirgsdruckes sind in den offenen Kammerbereich Abschalungen hereingebrochen. Die eingelagerten Gebinde sind zum Teil deformiert und weisen erste Risse auf. Abbildung 9 und Abbildung 10 zeigen ausgewählte Fotografien aus der Einlagerungszeit. Die Abbildung 11 und Abbildung 12 den aktuellen Zustand in der ELK.



Abbildung 9: ELK 5/750, Abkipptechnik
Archiv Nr.: C 485, Aufnahme vom April 1976



Abbildung 10: ELK 5/750, verlorene Betonabschirmung (VBA)
Blick in Richtung Osten gegen die VBA mit dahinter abgekippten Fässern
Archiv Nr.: e 214; Aufnahme vom 27.10.1977

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 40
Anhang 1

Abbildung 11: ELK 5/750, VBA mit dahinter abgekippten Fässern
Blick in Richtung Osten
Archiv Nr.: IMG_4044.jpg ; Aufnahme vom 06.05.2009

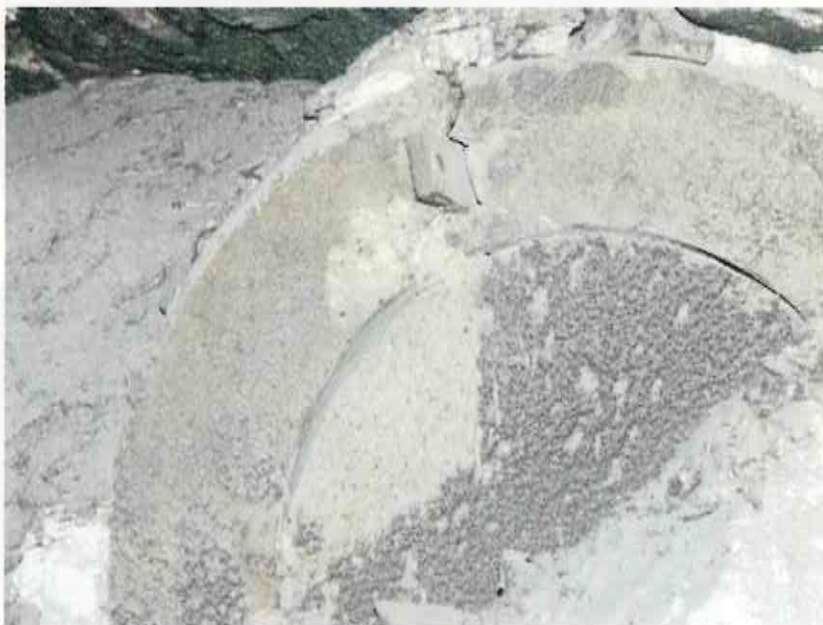


Abbildung 12: ELK 5/750, deformierte und beschädigte VBA (Nahaufnahme)
Archiv Nr.: IMG_4055.jpg ; Aufnahme vom 06.05.2009

Kammergeometrie

Die ELK weist mittlere Abmessungen in der Länge von 46 m, in der Breite von 35 m und in der Höhe von 10 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.700 m² /2/. Der o.

Asse-GmbH Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der Schachanlage Asse II	Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N N A A	N N N N N N N N N N	N N A A A N N	A A	A A	N N N N	N N
	1 4	7 7 7 5 6	R H V	R B	B W	0 0 0 1	0 3

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle	Blatt: 42 Anhang 1
--	-----------------------

Anhang 1.5 ELK 6/750

Zeichnerische Darstellung

Die ELK ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle in den Planquadraten d 4 bis e 5 des Hauptblattes sowie im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt /1/.

Allgemeine Lage und Lage zu benachbarten Grubenbauen

Die ELK liegt in einer Teufe von rd. 750 m am südlichen Rand des Grubengebäudes. Sie wird im Osten und Westen durch ca. 20 m starke Pfeiler und im Norden durch einen 4 bis 6 m starken Pfeiler begrenzt. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zur ELK 5/750 Westen und zur ELK 7/750 im Osten, sowie im Norden zur versetzten südlichen Richtstrecke nach Osten. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können Anhang 2 entnommen werden. Die ELK ist durch eine 14 m starke Schweben von den Abbauen auf der 725-m-Sohle abgegrenzt. Unterhalb der ELK beträgt der Abstand zu den Grubenbauen der 775-m-Sohle 21 m. Südlich der ELK befinden sich keine Grubenbaue.

Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Die ELK befindet sich im Jüngeren Steinsalz (Na3). Für die Abschätzung des geringsten Abstandes zum Deckgebirge wird die südwestliche Kammerecke im Firstniveau zu Grunde gelegt. Der Abstand von hier bis zu den liegenden Schichten des Oberen Buntsandsteines (Rötsalinar, so1Na) beträgt ca. 50 m.

Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde im Jahr 1919 erstellt. In der Zeit von Juni 1978 bis Dezember 1978 wurden 7.611 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Die Abfallgebände beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 6.592 m³. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 6 entnommen werden. Die Gebinde wurden mit Hilfe der Abkipptechnik im unteren und mit Hilfe der Stapeltechnik im oberen Bereich der Kammer eingelagert. Die Einlagerung der Gebinde erfolgte unter Zugabe von Salzhautwerk. Nach der Einlagerung wurde der Resthohlraum mit Salzversatz verblasen /34/. Zur Staubbinding wurde dem Blasversatz eine MgCl₂-Lösung zu gegeben, welche aus dem nordwestlichen Grubenbereich der 750-m-Sohle (Salzlösungen aus den Kaliabbauen) entnommen wurde. Die Menge des zugegebenen Hautwerks und der zugesetzten Salzlösung wurde nicht dokumentiert. Vor der Einlagerung diente die ELK als Temperaturversuchfeld /11/. Im Rahmen dieser

Asse-GmbH Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der Schachanlage Asse II	Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
	14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 43
Anhang 1

Untersuchungen wurden in der Sohle des westlichen Kammerbereiches vier vertikal verlaufende Bohrungen abgeteuft. Weitere Angaben sind den Beschreibungen der Kammerzugänge (Anhang 2) zu entnehmen. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden in der Sohle, in der Firste und an den Stößen Konvergenz- und Extensometermessstellen installiert (Abbildung 13). Dazu wurden rd. 60 kleinkalibrige Bohrungen mit einem Durchmesser von ca. 30 – 40 mm (die genaue Anzahl und deren Durchmesser konnte nicht recherchiert werden) erstellt. Anhand der Verankerungsteufen können Rückschlüsse auf die Bohrlochteufen gezogen werden. Die Bohrlochteufen betrugen demzufolge in der Sohle 10 m und an den Stößen und in der Firste 2,5 m. Die durchgeführten Konvergenzmessungen wurden zur Abschätzung eines Konvergenzfaktors für die ELK auf der 725- und 750-m-Sohle herangezogen (siehe Anlage 10). Die Abbildung 14 zeigt die Kammer vor der Einlagerung der Abfälle mit einem Teil der Instrumentierungen.

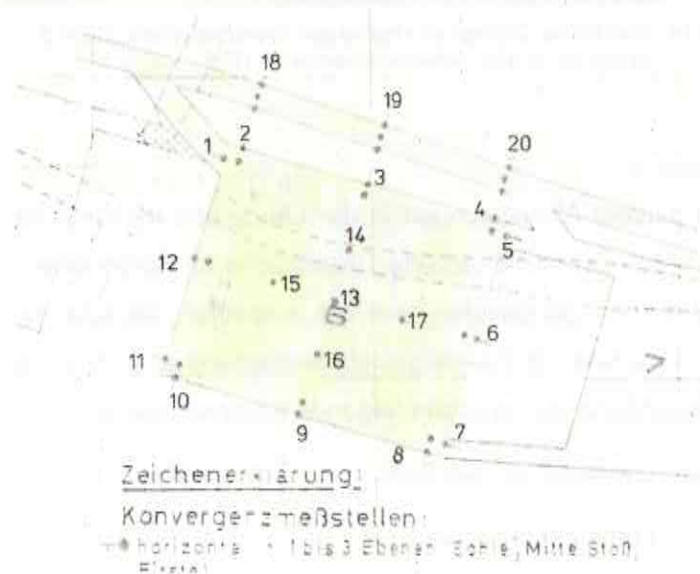
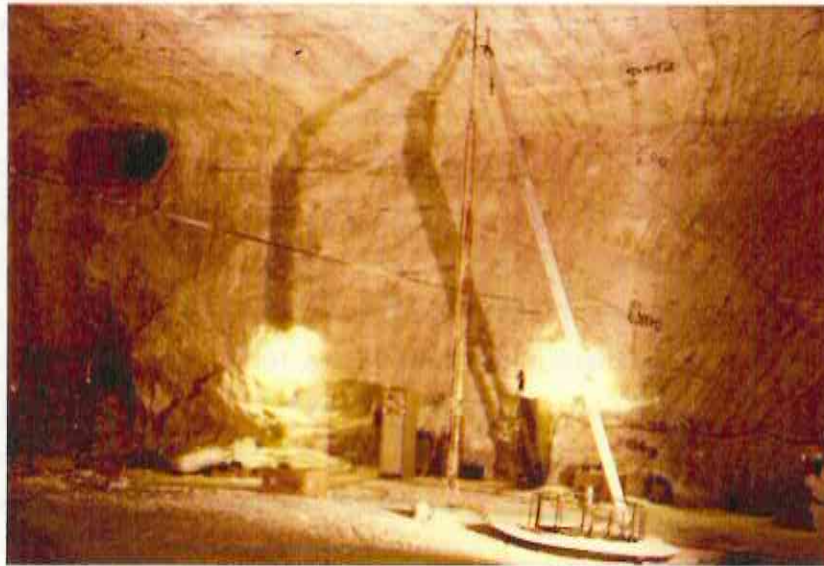


Abbildung 13: ELK 6/750, Lage der Konvergenz- und Extensometermessstellen

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 44
Anhang 1

 Abbildung 14: ELK 6/750, Erhitzer im ehemaligen Temperaturversuchsfeld
Archiv Nr.: c 473, Aufnahme vom April 1976

Kammergeometrie

Die ELK weist mittlere Abmessungen in der Länge von 49 m, in der Breite von 39 m und in der Höhe von 10 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.990 m² /2/. In der Anlage 8 sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK	:	rd. 14.300	m ³
Luftvolumen in der ELK	:	rd. 4.700	m ³
das entspricht	:	33 %	± 21 %

Mikroseismische Ereignisse

In der ELK 6/750 wurden u. a. verlorene Betonabschirmungen (VBA) eingebracht. Die erhöhte mikroseismische Aktivität wird in /27/ auf ein Zerbrechen der Betonabschirmungen infolge des Lasteintrages des Deckgebirges zurückgeführt.

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt 10 Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 1 und Anlage 4 mit den lfd. Nummern 19 bis 21, 22 a-d sowie 23 bis 25 versehen. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 45
Anhang 1

Anhang 1.6 ELK 7/750

Zeichnerische Darstellung

Die ELK ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle im Planquadranten e 5 des Hauptblattes sowie im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt /1/.

Allgemeine Lage und Lage zu benachbarten Grubenbauen

Die ELK liegt in einer Teufe von rd. 750 m am südlichen Rand des Grubengebäudes. Sie wird im Osten und Westen durch ca. 20 m starke Pfeiler und im Norden durch einen 2 bis 4 m starken Pfeiler begrenzt. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zur ELK 6/750 im Westen und zur ELK 11/750 im Osten, sowie im Norden zur versetzten südlichen Richtstrecke nach Osten. Weiterhin besteht über einen Querschlag im Firstniveau eine Verbindung zu den Abbauen im Älteren Steinsalz. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können Anhang 2 entnommen werden. Die ELK ist durch eine 14 m starke Schweben von den Abbauen auf der 725-m-Sohle abgegrenzt. Unterhalb der ELK beträgt der Abstand 21 m zu den Grubenbauen der 775-m-Sohle. Südlich der ELK befinden sich keine Grubenbaue.

Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der ELK befindet sich im Jüngeren Steinsalz (Na3) und nur die süd-östliche Kammerecke liegt im Älteren Steinsalz (Na2). Gemäß den angefertigten Fotografien aus der Einlagerungszeit wurde in dieser Kammerecke geringfügig Carnallit freigelegt. Für die Abschätzung des geringsten Abstandes zum Deckgebirge wird die südwestliche Kammerecke im Firstniveau zu Grunde gelegt. Der Abstand von hier bis zu den liegenden Schichten des Oberen Buntsandsteines (Rötsalinar, so1Na) beträgt ca. 60 m.

Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde im den Jahren 1919 bis 1920 erstellt. In der Zeit von Juli 1977 bis Juli 1978 wurden 4.356 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Die Abfallgebände beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 3.993 m³. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 6 entnommen werden. Die Gebinde wurden mit Hilfe der Abkipptechnik im unteren und mit Hilfe der Stapeltechnik im oberen Bereich der Kammer eingelagert. Die Einlagerung erfolgte unter Zugabe von Salzhautwerk. Nach der Einlagerung wurde der Resthohlraum mit Salzversatz verblasen /34/. Zur Staubbinding wurde dem Blasversatz eine MgCl₂-Lösung zu gegeben, welche aus dem nordwestlichen Grubenbereich der 750-m-Sohle (Salzlösungen aus den Kaliabbauen) entnommen wurde. Die Menge des

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 46
Anhang 1

zugegebenen Haufwerks und der zugesetzten Salzlösung wurde nicht dokumentiert. Abbildung 15 zeigt ein Foto aus der Einlagerungszeit.



Abbildung 15: ELK 7/750, gestapelte verlorene Betonabschirmung (VBA)
Archiv Nr.: e 223, Aufnahme vom 27.10.1977

Kammergeometrie

Die ELK weist mittlere Abmessungen in der Länge von 59 m und in der Breite von 33 m auf. Bezüglich der Höhe der ELK liegen unterschiedliche Daten vor. In einer im Jahre 1982 angefertigten Hohlraumbilanz /2/ wurden die Höhen der ELK im Jüngeren Steinsalz mit 9 m angegeben. Als Stichmaß wurde die Scheitelhöhe der Kammern abzüglich 1 Meter für die Wölbung angegeben. Diese Angabe stimmt mit den zeichnerischen Darstellungen im Grubenbild überein. Der Querschlag zwischen der ELK und dem Abbau 5/750 im Älteren Steinsalz liegt 9 m über dem Niveau der 750-m-Sohle. Die Streckenhöhe dieses Querschlages beträgt 3,8 m. Demzufolge müsste die ELKhöhe im nordöstlichen Bereich 12,8 m betragen. Da keine weiteren Anhaltspunkte über die tatsächliche mittlere Kammerhöhen vorliegen, wird, wie bei den benachbarten ELK, eine mittlere Kammerhöhe von 10 m zugrunde gelegt. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.880 m². In der Anlage 8 sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK	:	rd. 13.500	m ³			
Luftvolumen in der ELK	:	rd. 5.000	m ³			
das entspricht	:	37	%	±	21	%

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 47
Anhang 1**Mikroseismische Ereignisse**

In der ELK 7/750 wurden u. a. verlorene Betonabschirmungen (VBA) eingebracht. Die erhöhte mikroseismische Aktivität wird in /27/ auf ein Zerbrechen der Betonabschirmungen infolge des Lasteintrages des Deckgebirges zurückgeführt.

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt acht Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 1 und Anlage 4 mit den lfd. Nummern 23 bis 30 versehen. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 48
Anhang 1

Anhang 1.7 ELK 11/750

Zeichnerische Darstellung

Die ELK ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle im Planquadrat e 8 des Hauptblattes im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt /1/.

Lage im Grubengebäude

Die ELK liegt in einer Teufe von rd. 750 m am südlichen Rand des Grubengebäudes. Sie wird im Westen durch einen ca. 20 m starken Pfeiler und im Norden durch einen 6 m starken Pfeiler begrenzt. Die Pfeilmächtigkeit im Osten beträgt ca. 45 m. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zur ELK 7/750 im Westen und zur ELK 12/750 im Osten, sowie zur nördlichen Begleitstrecke.

Der Zustand der nördlichen Begleitstrecke wurde im Rahmen der Standorterkundungen zum Bau der Strömungsbarrieren erkundet /18/. Die Ergebnisse zeigen, dass diese Strecke nicht qualifiziert versetzt wurde. Die Ergebnisse der Kamerabefahrung deuten auf eine Teilverfüllung oder Verbruch hin. In der Konturnähe wurden starke Auflockerungen (Spalten und Risse) beobachtet. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können Anhang 2 entnommen werden. Die ELK wird durch eine ca. 14 m mächtige Schweben von den Grubenbauen der 725-m-Sohle abgegrenzt. Südlich und unterhalb der ELK befinden sich keine angrenzenden Grubenbaue.

Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der ELK befindet sich im Jüngeren Steinsalz (Na3) und nur der südöstliche Kammerbereich befindet sich im Älteren Steinsalz (Na2). Für die Abschätzung des geringsten Abstandes zum Deckgebirge wird die südwestliche Kammerecke im Firstniveau zu Grunde gelegt. Der Abstand von hier bis zu den liegenden Schichten des Oberen Bundsandsteines (so1 Na) wird mit rd. 90 m abgeschätzt.

Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde 1921 erstellt. In der Zeit von August 1973 bis November 1977 wurden 9.399 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 6 entnommen werden. Die Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 6.792 m³. Die Gebinde wurden mit

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 49
Anhang 1

Hilfe der Abkipptechnik im unteren und mit Hilfe der Stapeltechnik im oberen Bereich der Kammer eingelagert.

Kammergeometrie

Die ELK weist mittlere Abmessungen in der Länge von 52 m, in der Breite von 25 m und in der Höhe von 10 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.620 m² /2/. Die freie Höhe nach der Einlagerung liegt zwischen 0 und 1 m /3/. Gemäß mündlichen Überlieferungen wurde zwischen den unteren gekippten Fässern und den oberen gestapelten Fässern eine ca. 0,8 m starke Ausgleichsschicht aus Salzhauwerk eingebracht. Abbildung 16 zeigt die gestapelten Gebinde in der oberen Einlagerungsschicht. In der Anlage 8 sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK	:	rd. 11.700	m ³
Luftvolumen in der ELK	:	rd. 4.500	m ³
das entspricht	:	39 %	± 20 %



Abbildung 16: ELK 11/750, gestapelte VBA und sonstige Gebinde oberhalb der eingebrachten Ausgleichsschicht zwischen den unteren gekippten Fässern und den oberen gestapelten Fässern
Archiv Nr.: e 217; Aufnahme vom 27.10.1977

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 50
Anhang 1

Mikroseismische Ereignisse

In der ELK 11/750 wurden u. a. verlorene Betonabschirmungen (VBA) überwiegend im Firstbereich eingebracht. Die erhöhte mikroseismische Aktivität wird in /27/ auf ein Zerbrechen der Betonabschirmungen infolge des Lasteintrages des Deckgebirges zurückgeführt.

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt sechs Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 1 und Anlage 4 mit den lfd. Nummern 29 bis 34 versehen. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 52
Anhang 1

Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 2.514 m³. Die Gebinde wurden liegend gestapelt. Die Einlagerung erfolgte ohne die Zugabe von Salzversatz.

Kammergeometrie

Die ELK weist mittlere Abmessungen in der Länge von 36 m, in der Breite von 32 m und in der Höhe von 10 m auf. Im nördlichen Bereich beträgt die Höhe der ELK 3 m. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.230 m² /2/. Die freie Höhe nach der Einlagerung beträgt ca. 2 m /3/. Es ist anzunehmen, dass sich an der Firste der ELK aufgrund der rel. langen offenen Standzeit Abschalungen gebildet haben. Von dieser Kammer existieren keine Fotografien aus der Einlagerungszeit. Deshalb wird aufgrund von Analogieschlüssen zu den angrenzenden ELK 2/750 (Na3) und 1/750 eine 2,7 m hohe Ausgleichsschicht aus Salzhauwerk auf der Sohle angenommen. Die Auswertung der Befragung ehemaliger und langjähriger Mitarbeiter der Schachtanlage Asse /28/ lässt den Rückschluss zu, dass die Ausgleichsschicht auch dazu diente einen Abstand zur durchfeuchteten Abbausohle zu erzielen. In der Anlage 8 sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK	:	rd. 7.900	m³			
Luftvolumen in der ELK	:	rd. 3.900	m³			
das entspricht	:	49	%	±	22	%

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt drei Zugänge, welche in Anlage 1 und Anlage 4 mit den lfd. Nummern 35 bis 37 bezeichnet werden. Über den Blindschacht 3 und den Kammerzugang 36 bestehen indirekte Verbindungen zu den Strecken im Niveau der Teilsohlen A und B. Diese liegen 7,5 m (A-Sohle) und 15 m (B-Sohle) über dem Niveau der ELK. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 54
Anhang 1

erzielen. Da die Höhe der Ausgleichsschicht bzw. die eingebrachte Haufwerksmenge nicht dokumentiert wurde, wird sie mit Hilfe der Fotodokumentation, der Fassgeometrie und der Kammerhöhe indirekt abgeschätzt. In der Anlage 8 sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK	:	rd. 5.300	m ³
Luftvolumen in der ELK	:	rd. 2.200	m ³
das entspricht	:	42	% ± 22 %



Abbildung 17: ELK 2/750 (Na3), gestapelte Fässer a. d. Ausgleichsschicht
Archiv Nr.: c 387; Aufnahmedatum unbekannt

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt sieben Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 1 und Anlage 4 mit den lfd. Nummern 36 bis 42 versehen. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 55
Anhang 1

Anhang 1.10 ELK 1/750

Zeichnerische Darstellung

Die ELK ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle im Planquadrat d 8 des Hauptblattes im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt /1/.

Lage im Grubengebäude

Die ELK liegt in einer Teufe von rd. 750 m am südöstlichen Rand des Grubengebäudes. Im Westen ist die ELK über zwei Durchhiebe durch einen ca. 20 m breiten Pfeiler mit der ELK 2/750 (Na3) verbunden. Im Norden ist die ELK durch eine Verbindungsstrecke durch einen 10 – 15 m mächtigen Pfeiler mit dem Kaliabbau 12 Ost verbunden. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können Anhang 2 entnommen werden. Östlich der ELK befinden sich zwei Erkundungsstrecken, die jedoch nicht mit anderen Grubenbauen in Verbindung stehen. Südlich, oberhalb und unterhalb der ELK befinden sich keine Grubenbaue bzw. es bestehen keine Verbindungen zum restlichen Grubengebäude.

Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der ELK befindet sich im Jüngeren Steinsalz (Na3). Gemäß den geologischen Darstellungen könnte sich ein Teil des nördlichen Abbaustoßes im Carnallit befinden. Die ELK liegt im Bereich des umlaufenden Streichens des nach Osten hin abtauchenden Assesattels. Für die Abschätzung des geringsten Abstandes zum Deckgebirge wird die nordöstliche Kammerecke im Firstniveau zu Grunde gelegt. Der Abstand von hier bis zu den liegenden Schichten des Roten Salztons (T4) wird mit rd. 110 m abgeschätzt (s. Abschnitt 4.3.2).

Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde zwischen 1916 – 1918 erstellt. In der Zeit von November 1969 bis September 1972 wurden 10.933 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Die Abfallgebinde wurden liegend ohne die Zugabe von Salzversatz gestapelt. Sie beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 2.693 m³. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 6 entnommen werden. Abbildung 18 und Abbildung 19 zeigen Fotografien der Kammer, die vor und während der Einlagerung angefertigt wurden.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Id. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 56
Anhang 1

 Abbildung 18: ELK 1/750, Berauben des westlichen Stoßes
Archiv Nr.: c 116; Aufnahme vom 15.12.1967

 Abbildung 19: ELK 1/750, Gestapelte Fässer auf der Ausgleichsschicht
Archiv Nr.: c 301; Aufnahme vom März 1970

Kammergeometrie

Die ELK weist mittlere Abmessungen in der Länge von 50 m, in der Breite von 20 m und in der Höhe von 10 m auf. Im nordöstlichen Bereich hat die ELK nur eine Höhe von 3 m. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.060 m² /2/. Die freie Höhe nach der Einlagerung beträgt ca. 2 m /3/. Es ist anzunehmen, dass sich an der Firste der ELK aufgrund der rel. langen offenen Standzeit Abschalungen gebildet haben. Gemäß mündlicher Überlieferung bzw. den angefertigten Fotografien wurde auf der Sohle eine Ausgleichsschicht aus Salzhauwerk eingebracht (Abbildung 19). Die Auswertung der Befragung ehemaliger und langjähriger

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 57
Anhang 1

Mitarbeiter der Schachtanlage Asse /28/ lässt den Rückschluss zu, dass die Ausgleichsschicht auch dazu diene einen Abstand zur durchfeuchteten Abbausohle zu erzielen. Da die Höhe der Ausgleichsschicht bzw. die eingebrachte Haufwerksmenge nicht dokumentiert wurde, wird sie mit Hilfe der Fotodokumentation, der Fassgeometrie und der Kammerhöhe indirekt abgeschätzt. In der Anlage 8 sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK : rd. 6.600 m³Luftvolumen in der ELK : rd. 2.700 m³

das entspricht : 41 % ± 23 %

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt fünf Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 1 und Anlage 4 mit den lfd. Nummern 39, 42, 43, 44 (a und b) versehen. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 58
Anhang 1**Anhang 1.11 ELK 2/750 im Älteren Steinsalz (Na2)****Zeichnerische Darstellung**

Die ELK ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle in den Planquadraten b 2 bis c 3 des Hauptblattes sowie im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt /1/.

Lage im Grubengebäude

Die ELK liegt in einer Teufe von rd. 750 m in etwa in der Mitte des westlichen Bereiches der 750-m-Sohle. Sie wird im Westen und im Osten durch ca. 15 m starke Pfeiler begrenzt. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zum Abbau 1/750 im Na2 im Westen und zum Abbau 3/750 im Na2 im Osten. Der kürzeste Abstand zur nördlich gelegenen Sattelrichtstrecke nach Westen beträgt ca. 14 m. Es bestehen keine direkten Verbindungen zu dieser Strecke. Die ebenfalls nördlich gelegene Wendelstrecke liegt 22 m entfernt und steht über verschlossene Querschläge in Verbindung mit der ELK. Südlich der ELK beträgt der Abstand zur 1. südlichen Richtstrecke nach Westen im Mittel ca. 30 m. Diese Strecke ist über Querschläge mit der ELK verbunden. Die ELK ist mit drei Rolllöcher durch die 8 m starke Schweben mit dem Abbau 2 auf der 775-m-Sohle verbunden. Die Schwebenmächtigkeit zur darüberliegenden ELK 7/725 im Na2 beträgt 6 m. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können Anhang 2 entnommen werden.

Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der ELK befindet sich im Speisesalz (Na2S) und nur der südliche Stoß der Kammer hat das Polyhalitbänkchensalz (Na2P) freigelegt. Beide Salzformationen gehören zum Älteren Steinsalz (Na2). Für die Abschätzung des geringsten Abstandes zum Deckgebirge wird die südwestliche Kammerecke im Firstniveau zu Grunde gelegt. Der Abstand von hier bis zu den liegenden Schichten des Oberen Bundsandsteines (so1 Na) wird mit rd. 120 m abgeschätzt.

Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde in den Jahren 1927 bis 1928 und 1931 erstellt. In der Zeit von Oktober 1976 bis Dezember 1978 wurden 36.900 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 6 entnommen werden. Die Abfallgebände beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 10.230 m³. Die Gebinde wurden mit Hilfe der Abkipptechnik unter Zugabe von Salzhaufwerk eingelagert. Die Menge des zugegebenen Haufwerks wurde nicht dokumentiert. Abbildung 20 zeigt ein Foto aus der Einlagerungszeit.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 59
Anhang 1


Abbildung 20: ELK 2/750 (Na2), schwachradioaktive Abfälle
Archiv Nr.: c 707; Aufnahmedatum unbekannt

Kammergeometrie

Die ELK weist mittlere Abmessungen in der Länge von 82 m, in der Breite von 23 m und in der Höhe von 17 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.880 m² /2/. Im Oktober 1977 wurde während der Einlagerungszeit eine markscheiderische Aufnahme zwecks Volumenbestimmung durchgeführt. Diese Messung wurde in der Volumen- und Genauigkeitsabschätzung (Anlage 8) berücksichtigt. In dieser Anlage sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK	:	rd. 21.900	m ³
Luftvolumen in der ELK	:	rd. 8.900	m ³
das entspricht	:	41 %	± 16 %

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt neun Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 1 und Anlage 5 mit den lfd. Nummern 46 bis 51 und 52 (a bis c) versehen. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Asse-GmbH Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der Schachtanlage Asse II	Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
	14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 60
Anhang 1

Anhang 1.12 ELK 7/725 im Älteren Steinsalz (Na2)

Zeichnerische Darstellung

Die ELK ist im Speicher- und Sohlenriss der 725-m-Sohle in den Planquadraten b 2 bis c 3 des Hauptblattes sowie im Seigerriss und Längsschnitt 1 durch die Abbaue im Älteren Steinsalz zeichnerisch dargestellt /1/.

Lage im Grubengebäude

Die ELK liegt in einer Teufe von rd. 725 m in etwa in der Mitte des westlichen Bereiches der 725-m-Sohle. Sie wird im Westen und im Osten durch 13 bis 15 m starke Pfeiler begrenzt. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zum Abbau 8/725 (Na2) im Westen und zum Abbau 6/750 (Na2) im Osten. Die Pfeilerstärke zur nördlich gelegenen Wendelstrecke beträgt im Mittel 22 m. Die Wendelstrecke steht über zwei Querschläge bzw. eine Bohrung in Verbindung mit der Kammer. Südlich der ELK beträgt der Abstand zu den Abbauen in der Südflanke ca. 60 m. Die Stärke der Schwebe zur darunter liegenden ELK 2/750 (Na2) beträgt ca. 6 m. Der nächste Grubenbau oberhalb der ELK ist die Wendelstrecke zwischen der 532- und der 553-m-Sohle, so dass dazwischen 166 m Salz anstehen. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können Anhang 2 entnommen werden.

Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der ELK befindet sich im Speisesalz (Na2S) und nur ein Teil des westlichen Stoßes hat das Polyhalitbänkchensalz (Na2P) freigelegt. Beide Salzformationen gehören zum Älteren Steinsalz (Na2). Für die Abschätzung des geringsten Abstandes zum Deckgebirge wird die südwestliche Kammerecke im Firstniveau zu Grunde gelegt. Der Abstand von hier bis zu den liegenden Schichten des Oberen Bundsandsteines (so1 Na) wird mit rd. 120 m geschätzt.

Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde zwischen 1932 und 1936 erstellt. In der Zeit von Oktober 1975 bis Januar 1977 wurden 8.530 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann Anlage 6 entnommen werden. Die Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 2.251 m³. Die Gebinde wurden mit Hilfe der Abkipptechnik unter Zugabe von Salzhaufwerk eingelagert. Die Menge des während der Einlagerungszeit zugegebenen Haufwerks wurde nicht dokumentiert. Abbildung 21 und Abbildung 22 zeigen Fotos, welche während und nach der Einlagerung aufgenommen wurden.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 61
Anhang 1

Abbildung 21: ELK 7/725 (Na₂), Abkipptechnik
Archiv Nr.: 70/11; Aufnahme vom 31.10.1975



Abbildung 22: ELK 7/725 (Na₂), Blick auf die Abkippböschung
Archiv Nr.: 20081126_1-3.jpg; Aufnahme vom: 26.11.2008

Kammergeometrie

Die ELK weist mittlere Abmessungen in der Länge von 84 m, in der Breite von 20 m und in der Höhe von 17 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.620 m² /2/. Im Jahre 1996 erfolgte zwecks Volumenbestimmung eine reflektorlose Einmessung der ELK. Ende der 1990er Jahre wurden rd. 8.400 m³ Salzhautwerk in den östlichen Bereich der ELK verkippt. Durch den einwirkenden Gebirgsdruck hatten sich in der Firste Abschalungen gebildet (Abbildung 23). Da nicht ausgeschlossen werden konnte, dass diese auf die aus dem Versatz herausragenden Gebinde fallen (siehe Abbildung 22), wurden im Mai 2009

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 62
Anhang 1

Sicherungsmaßnahmen (Berauben der Firste und Überdeckung der Gebinde mit Salzhaufwerk) durchgeführt. Die ELK kann nach Durchführung der Sicherungsmaßnahmen und erfolgter markscheiderischer Vermessung von 03.06.2009 (3-D-Laserscann) wie folgt beschrieben werden:

- die östliche Hälfte der ELK ist nahezu firstbündig mit Salzhaufwerk versetzt
- die westliche Hälfte der ELK ist teilversetzt
- die max. freie Höhe im teilversetzten Bereich wurde mit 5 m gemessen
- die Gebinde sind im Bereich der ehem. Abkippböschung mit mindestens 0,6 m Salzhaufwerk überdeckt
- die ELK weist ein Resthohlraumvolumen von 1.577 m³ auf.



Abbildung 23: ELK 7/725 Abschalungen a. d. Firste oberhalb der Gebinde
Archiv-Nr.: 20090427_01, Aufnahme vom April 2009

Die o. g. Messung bzw. das nachträglich eingebrachte Salzhaufwerk wurde bei der in der Anlage 8 durchgeführten Volumen- und Genauigkeitsabschätzung berücksichtigt. In dieser Anlage sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt.

Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK	:	rd. 14.000	m³			
Luftvolumen in der ELK	:	rd. 6.000	m³			
das entspricht	:	43	%	±	12	%

Asse-GmbH Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der Schachtanlage Asse II	Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
	N N A A	N N N N N N N N N N	N N A A A N N	A A	A A	N N N N	N N
	14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle	Blatt: 63 Anhang 1
Kammerzugänge Die ELK hat insgesamt sieben Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 2 und Anlage 5 mit den lfd. Nummern 53 bis 59 versehen. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.	

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 64
Anhang 1

Anhang 1.13 ELK 8a/511

Zeichnerische Darstellung

Die ELK ist im Speicher- und Sohlenriss der 511-m-Sohle im Planquadrat d 5 dargestellt /1/.

Lage im Grubengebäude

Die ELK liegt in einer Teufe von rd. 511 m am nördlichen Rand des Grubengebäudes. Sie wird im Süden von einem 12 m starken Pfeiler begrenzt. Durch diesen Pfeiler besteht eine Verbindung zum Abbau 8/511. Der kürzeste Abstand zum westlich gelegenen Abbau 7b beträgt 11 m. Nördlich der ELK befinden sich vier von der 490- zur 532-m-Sohle verlaufende vertikale Bohrungen (d = 330 mm), wobei die Bohrung 2 mit 7 m den kürzesten Abstand zur Kammer hat. Die Bohrungen haben keine Verbindung zur ELK. Östlich der ELK befinden sich keine Grubenbaue. Die Schwebenmächtigkeit zum darunter liegenden Abbau 8a/532 beträgt 6 m. In den 1980er Jahren wurde der Abbau 8a/532 mit Salzhautwerk versetzt. Von August 2001 bis November 2001 erfolgte eine Verfüllung des Firstspaltes mit einer Anneliese-Zementsuspension, so dass dieser Abbau unterhalb der ELK 8a/511 firstbündig verfüllt wurde. Durch die Setzung des Versatzes hat sich jedoch wieder ein Firstspalt in Dezimetergröße gebildet. Die Schwebenstärke zur 490-m-Sohle beträgt ebenfalls 6 m. Zum Zweck der Einlagerung wurde diese Schweben mit mehreren Bohrungen durchörtert. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können Anhang 2 entnommen werden. Abbildung 24 zeigt einen Blick in die ELK.



Abbildung 24: ELK 8a/511, Blick durch das Bleiglasfenster
Archiv Nr.: e 203; Aufnahme vom April 1976

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 65
Anhang 1

Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Die ELK befindet sich im Jüngeren Steinsalz (Na3). Für die Abschätzung des geringsten Abstandes zum Deckgebirge wird der südliche Kammerbereich im Firstniveau zu Grunde gelegt. Der Abstand von hier bis zu den liegenden Schichten des Oberen Bundsandsteines (so1 Na) wird mit rd. 60 m abgeschätzt.

Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde zwischen 1961 und 1962 erstellt. In der Zeit von August 1972 bis Januar 1977 wurden 1.293 Gebinde mit mittelradioaktivem Abfall und 8 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall eingelagert. Die Einlagerung erfolgte über die Beschickungskammer 8a/490 auf der 490-m-Sohle. Von hier aus wurden die Gebinde mit Hilfe einer Seilwinde und eines Greifers durch das Einlagerungsbohrloch in die ELK abgelassen (s. Abbildung 24). Die Gebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 325 m³ und liegen in Form eines Schüttkegels in der ELK. Dabei handelt es sich ausschließlich um 200-l-Fässer. Die Einlagerung erfolgte ohne die Zugabe von Salzhautwerk.

Kammergeometrie

Die ELK weist einen quadratischen Grundriss mit einer mittleren Seitenlänge von 23 m auf. Die Kammerhöhe beträgt 14 m. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 500 m². In Anlage 8 sind die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der ELK	:	rd. 5.600	m³			
Luftvolumen in der ELK	:	rd. 5.300	m³			
Das entspricht	:	94	%	±	20	%

Kammerzugänge

Die ELK hat insgesamt sieben Zugänge. Die Zugänge sind in Anlage 3 mit den lfd. Nummern 60 bis 66 versehen. Im Anhang 2 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Anhang 2 Beschreibung der Zugänge zu den ELK

In diesem Anhang werden die einzelnen Kammerzugänge unter Angabe einer fortlaufenden Nummerierung, welche in Anlage 1 bis Anlage 5 eingetragen ist, beschrieben. Die geometrischen Daten der Kammerzugänge sind in Anlage 7 tabellarisch aufgelistet. Die in den GSF-Berichten /4/ und /10/ angegebenen spezifischen Daten der verwendeten Materialien für die Verschlussbauwerke wurden in die nachfolgenden Beschreibungen eingearbeitet.

1 Östlicher Zugang zur ELK 10/750 von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen

In Abbildung 25 ist der Zugang abgebildet. Die geometrischen Daten wurden durch aktuelle Messungen vor Ort ermittelt bzw. den Abbildungen im Grubenbild entnommen. Der Zugang wurde mit Salzhautwerk versetzt. Den Abschluss bildet eine Mauer aus Gasbetonsteinen. Über die Durchlässigkeiten können keine quantitativen Angaben getroffen werden.

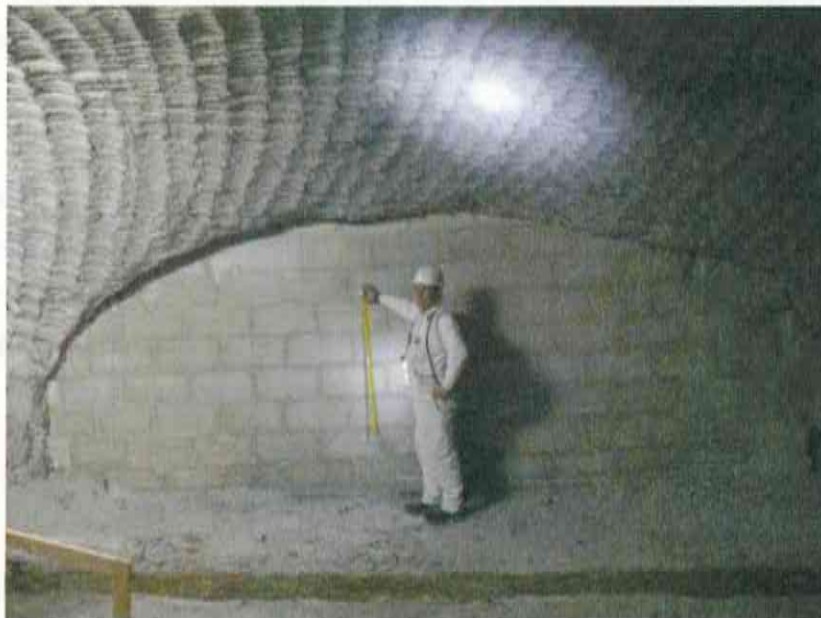


Abbildung 25: Östlicher Zugang zur ELK 10/750
von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: 20081126_11-1.jpg; Aufnahme vom: 26.11.2008

2 Westlicher Zugang zur ELK 10/750 von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen

In älteren betrieblichen Unterlagen war in diesem Zugang ein Gesenk zur 725-m-Sohle verzeichnet. Zur Erkundung dieses Gesenkes und zur Vorbereitung der Verfüllung des Zuganges wurde dieser im Februar 2008 bis an den nördlichen Stoß der ELK 10/750 aufgewältigt /16/. Im Übergangsbereich zur ELK steht kompaktiertes Salzhautwerk an (Abbildung 26). Die geometrischen Daten wurden durch aktuelle Messungen vor Ort ermittelt /21/.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 67
Anhang 2

Abbildung 26: Westlicher Zugang zur ELK 10/750
von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: 20081126_10-1.jpg; Aufnahme vom 26.11.2008

3 Durchhieb zwischen ELK 10/750 und Abbau 9/750 (Sohlenniveau)

In den älteren Darstellungen des Grubenbildes war der Durchhieb nur in den Übergangsbereichen zur ELK 10/750 und Abbau 9/750 mit Salzhäufwerk versetzt. Zur Klärung des Verfüllungsgrades wurde der Durchhieb von März 2008 bis Juni 2008 von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle durch die Bohrungen SV-750-19.1 (d = 70 mm), -19.2 (d = 42 mm), -19.3 (d = 76 mm) und -19.4 (d = 42 mm) erkundet. Die durchgeführte Inspektion der Bohrungen mit einer Videokamera zeigte, dass:

- mit der EBrG. SV-750-19.1 ein Hohlraum im Durchhieb detektiert wurde,
- die EBrG. SV-750-19.2 im anstehenden Salz oberhalb des Durchhiebs verläuft,
- in der EBrG. SV-750-19.3 Lösung, kompaktierter Versatz und Metallteile vorgefunden wurden. Aufgrund dieser Indizien kann davon ausgegangen werden, dass der Durchhieb durchteuft wurde.
- die EBrG. SV-750-19.4 aufgrund von anstehender Lösung und daraus folgenden mangelnden Bohrfortschritts die geplante Endteufe (23,80 m) bis zum südlichen Stoß des Durchhiebes nicht erreicht werden konnte. Die Bohrarbeiten wurden bei einer Teufe von 19,5 m gestundet.

Im Anschluss an die Erkundungsarbeiten wurden die Bohrungen SV-750-19.2 bis -19.4 hochwertig mit dem Injektionsmörtel IM3 verpresst. Die mit Drücken von ca. 5 MPa durchgeführte

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 68
Anhang 2

Verpressung ergab, dass nur sehr geringe Mengen (ca. 5 Liter über das Bohrungsnettovolumen hinaus) in den Durchhieb bzw. in dessen Auflockerungszone verpresst werden konnten.

Der mit der EBrG. SV-750-19.1 detektierten Hohlraum im Durchhieb von rd. 0,7 m³ wurde mit dem Injektionsmörtel IM-Asse-1 und Sorelbeton A1 verfüllt.

Nähere Informationen können der erstellten Dokumentation /23/ entnommen werden. Aufgrund der durchgeführten Erkundungs- und Verpressarbeiten wurde der Durchhieb im Grubenbild inzwischen als versetzt gekennzeichnet. Der Querschnitt des Durchhiebs wird aktuell auf ca. 2 m² geschätzt.

4 Durchhieb zwischen ELK 10/750 und Abbau 9/750 (Firstniveau)

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat der Durchhieb ein Gefälle von 6 % in Richtung Abbau 9/750. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den 1970er Jahren erstellt. Er ist auf voller Länge mit Salzhautwerk versetzt.

5 Rollloch von der 725-m-Sohle in die Firste der ELK 10/750

In älteren Darstellungen des Grubenbildes war im westlichen Querschlag zur ELK 10/750 (s. laufende Nr.: 2) ein Rollloch, welches die 725-m-Sohle mit der 750-m-Sohle verbindet, eingezeichnet. Zur Klärung wurde der westliche Zugang nachgeschnitten und festgestellt, dass das Rollloch nicht in diesem Zugang endet. Im Rahmen von Beraube- und Sicherungsarbeiten wurde das Rollloch auf der 725-m-Sohle im Mai 2008 unbeabsichtigt freigelegt (s. Abbildung 27). Die anschließend mit dem Bereich Strahlenschutz durchgeführte Befahrung mit einer Videokamera /16/ zeigte, dass das Rollloch:

- von der 725-m-Sohle mit ca. 45° nach Süden einfällt,
- ab einer Teufe von ungefähr 2 m nach Südosten schwenkt,
- vermutlich im Nordwesten der Firste der ELK 10/750 endet,
- ab einer Teufe ca. 7,5 m verbrochen ist,
- einen Querschnitt von 1 m x 1 m aufweist.

Nach Abschluss der Erkundungsarbeiten wurde das Rollloch durch einen Holzverschlag und Salzschtüttung verschlossen.

Aus den Aufzeichnungen über die durchgeführten Arbeiten auf der Schachtanlage Asse geht hervor, dass das Rollloch im Bereich der ELK 10/750 abgedichtet wurde. Über die Art der

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 69
Anhang 2

Rolllochatdichtung bzw. in welchen Umfang das Rollloch versetzt ist, können keine Angaben gemacht werden.



Abbildung 27: Rollloch von der 725-m-Sohle in die Firste der ELK 10/750
Blick von der 725-m-Sohle
Archiv Nr.: 20080519_IMG_1298; Aufnahme vom 19.05.2008

6 Durchhieb zwischen ELK 8/750 und Abbau 9/750 (Sohlenniveau)

Der Durchhieb weist ca. in Pfeilermitte eine söhlige Verbindung zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf. Diese ca. 12 m lange Strecke weist im Übergangsbereich zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen einen Querschnitt von $B = 2,2 \text{ m}$ und $H = 2,2 \text{ m}$ auf. Im Übergangsbereich zum Durchhieb verjüngt sich diese Strecke und ist an der Ortsbrust verbrochen. Die restlichen Bereiche des Durchhiebes sind versetzt. Die Abbildung 28 zeigt einen Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen in den Durchhieb. Der östliche Pfeiler des Abbaus 9/750 ist ebenfalls stark geschädigt. Im Bereich des Durchhiebs zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen sind vertikal/querschlägige Risse mit Öffnungsweiten von mehreren Dezimetern festzustellen (Abbildung 29). Die Risse sind derzeit trocken.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 70
Anhang 2

Abbildung 28: Durchhieb zwischen ELK 8/750 und Abbau 9/750
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: 20081126_14b-2.jpg; Aufnahme vom 26.11.2008

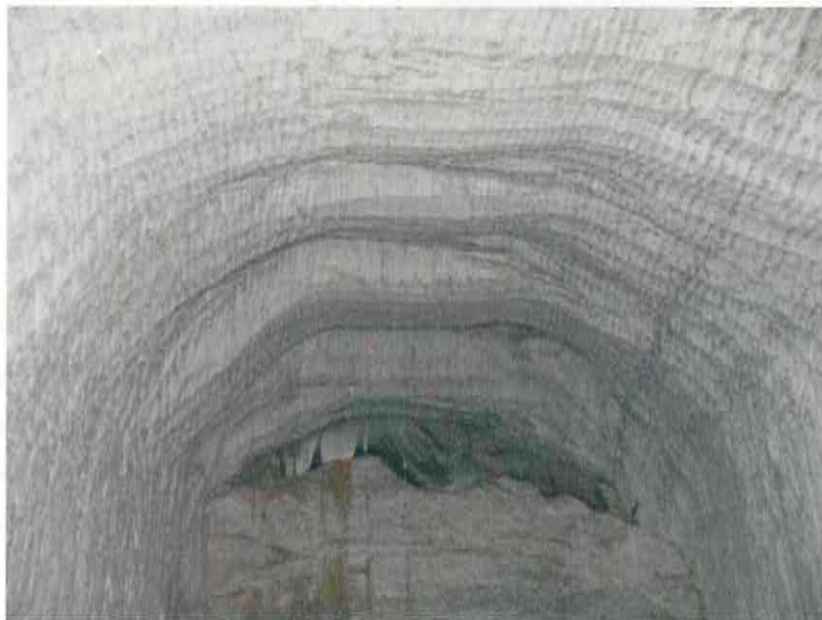


Abbildung 29: Östlicher Zugang zum Abbau 9/750 (Sohlenniveau) Risse in der Firste
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: L1050661; Aufnahme vom: 04.03.2009

7 Durchhieb zwischen ELK 8/750 und Abbau 9/750 (Firstniveau)

Der Durchhieb hat ein Gefälle von 7 % in Richtung Abbau 9/750 und wurde im Rahmen der Einlagerung in den 1970er Jahren erstellt. Er ist im Übergangsbereich zum Abbau 9/750 mit einem Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk –

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 71
Anhang 2

beginnend von der ELK – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer. Aufgrund der Aussage im GSF-Bericht 19/91, Seite 149 /4/ wird vermutet, dass es sich bei dem verwendeten Beton um Salzbeton handelt. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Über die Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden.

8 Westlicher Zugang zur ELK 8/750 von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen

Die geometrischen Daten wurden durch aktuelle Messungen vor Ort bestimmt bzw. den Abbildungen im Grubenbild entnommen. Der Zugang ist im Übergangsbereich zur ELK mit einem Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk – beginnend vor der ELK – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer. Aufgrund der Aussage im GSF-Bericht 19/91, Seite 149 /4/ wird vermutet, dass es sich bei dem verwendeten Beton um Salzbeton handelt. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Im Laufe der Jahre wurde die dem Gebirgsdruck ausgesetzte Abschlussmauer ertüchtigt. Den derzeitigen Abschluss bildet eine Mauer aus Gasbetonsteinen (s. Abbildung 30). Über die Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben gemacht werden.



Abbildung 30: Westlicher Zugang zur ELK 8/750
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: 20081126_17-1.jpg; Aufnahme vom 26.11.2008

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 72
Anhang 2

9 Östlicher Zugang zur ELK 8/750 von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen

Der Zugang ist im Übergangsbereich zur ELK mit einem Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk – beginnend vor der ELK – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Im Laufe der Jahre wurde die dem Gebirgsdruck ausgesetzte Abschlussmauer ertüchtigt. Die gebirgsmechanischen Einflüsse führten zu einer erneuten Schädigung der Abschlussmauer (Abbildung 31).

Die Abbildung 32 zeigt einen Blick durch den heraus gebrochenen Teil der Abschlussmauer. Hinter der Mauer steht geböschtes Salzhaufwerk an. An den Übergangsbereichen zu den Stößen bzw. zu Firste haben sich starke Abschalungen gebildet. Die Situation hinter der Abschlussmauer ähnelt der Situation im Zugangsbereich zur ELK 4/750 /24/. Aufgrund dieser visuellen Befunde wird vermutet, dass auch dieser Verschluss nicht aus einem Beton im herkömmlichen Sinne erstellt wurde, sondern möglicher Weise analog zu ELK 4/750 aus mit Wasser verdichteten Versatz besteht.

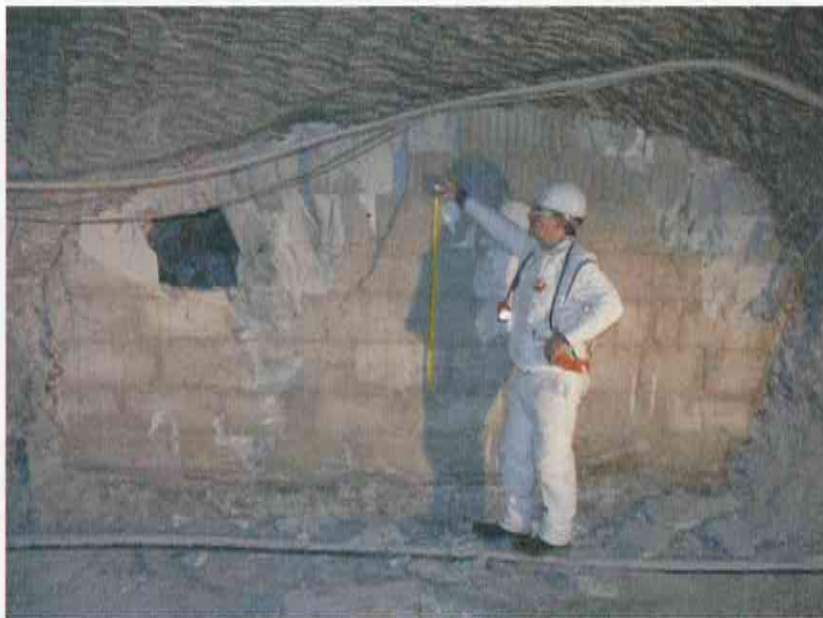


Abbildung 31: Östlicher Zugang zur ELK 8/750 – geschädigte Abschlussmauer
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: 20081126_17-2.jpg; Aufnahme vom 26.11.2008

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 73
Anhang 2

Abbildung 32: Östlicher Zugang zur ELK 8/750 – hinter der geschädigten Abschlussmauer
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: L 1050628; Aufnahme vom: 03.03.2009

10 Durchhieb zwischen den ELK 8/750 und 4/750 (Sohlenniveau)

In den älteren Darstellungen des Grubenbildes war der Durchhieb nur in den Übergangsbereichen zu den ELK mit Salzhauwerk versetzt. Zur Klärung des Verfüllungsgrades wurde der Durchhieb im März 2008 von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle durch die Bohrungen SV-750-17.1 und -17.2 (d = 42 mm) erkundet. Die durchgeführte Inspektion der Bohrungen mit einer Videokamera zeigte, dass

- der Durchhieb trocken ist,
- sehr geringe Konturausbrüche mit Öffnungsweiten von wenigen Zentimetern hat und
- sich vermutlich auch in der Durchhiebsmitte Salzversatz befindet, der aufgrund der jahrzehntelangen Einwirkung der Konvergenz stark kompaktiert wurde oder der offene Querschnitt durch Konvergenz vollständig zugedrückt ist.

Im Anschluss an die Erkundungsarbeiten wurden die Bohrungen hochwertig mit dem Injektionsmörtel IM3 verpresst. Die mit Drücken von bis zu 5 bzw. 6,3 MPa durchgeführte Verpressung ergab, dass nur sehr geringe Mengen (ca. 31 Liter über das Bohrungsnettovolumen hinaus) in den Durchhieb bzw. in dessen Auflockerungszone verpresst werden konnten. Nähere Informationen können der erstellten Dokumentation /22/ entnommen werden. Aufgrund der durchgeführten Erkundungs- und Verpressarbeiten wurde der Durchhieb im Grubenbild inzwischen als versetzt gekennzeichnet. Der Querschnitt des Durchhiebes wird aktuell auf ca. 2 m² geschätzt.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle
Blatt: 74
Anhang 2
11 Zugang zur ELK 4/750 von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen

Der zur Einlagerung der Abfälle genutzte Zugang zur ELK 4/750 befindet sich in der nordwestlichen Kammerecke. Die geometrischen Daten wurden durch aktuelle Messungen vor Ort bestimmt bzw. den Abbildungen im Grubenbild entnommen. Da vor der Einlagerung der radioaktiven Gebinde eine ca. 3 m hohe Ausgleichsschicht aus Steinsalz eingebracht wurde, musste der Zugang rampenförmig bis in die ELK hinein ausgebildet werden /24/. Der Zugang wurde im Übergangsbereich zur ELK mit einem ca. 4 m langen Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hatte das Bauwerk – beginnend von der ELK – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer aus Gasbetonsteinen. Dies steht jedoch im Widerspruch zu den im Sonderbetriebsplan 2/71 /24/ beantragten Maßnahmen. Gemäß der damaligen Planung sollte der Zugang in der Firste keilförmig herausgeschossen werden. Unter dem Scheitelpunkt des Keiles sollte eine Mauer aus Ytong-Steinen errichtet werden. Beantragt wurde ferner, das südlich der Schalungsmauer einzubringende Salz mit Wasser zu verfestigen. Die Zustimmung zur Errichtung des Kammerverschlusses wurde mit der Auflage erteilt, den letzten Teil der Verfüllung von Hand auszuführen und ggf. eine vollständige Abdichtung durch Zuschäumen vorzusehen. Zur Entnahme von Wetterproben aus der ELK wurde außerdem der Einbau eines Rohres mit Verschlusskappe durch den Kammerverschluss beantragt. Eine Befahrung dieser Verrohrung – beispielsweise mit einer Videokamera – bzw. eine Probenahme der anstehenden Wetter ist nicht mehr möglich, da die Verrohrung durch Konvergenz bzw. Scherung verschlossen ist. Gemäß Monatsbericht vom September 1977 an das damalige Bergamt Goslar wurde der Verschluss nochmals mit einer ca. 5 cm starken Spritzbetonschicht (Sand, Zement, Wasser) überdeckt /24/. Abbildung 33 zeigt den Zustand der Mauer nach dem Aufbringen des Spritzbetons. Wahrscheinlich wurde nördlich der o. a. Ytong-Mauer eine weitere Mauer im unmittelbaren Übergang zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen errichtet und der Zwischenraum ebenfalls mit Salzhautwerk versetzt. Die auflaufende Gebirgskonvergenz führte zu starken Beschädigungen an der Abschlussmauer, so dass diese entfernt werden musste. Die Abbildung 34 und Abbildung 35 zeigen den Kammerzugang vor und nach der Entfernung der Abschlussmauer. Bis zum 12.02.2009 befand sich im Übergangsbereich zur 2. südlichen Richtstrecke ein Wetterverschlag bestehend aus Holzstützen, Verlattung und Teichfolie (Abbildung 36). Abbildung 37 zeigt einen Blick hinter den ehemaligen Wetterverschlag mit den Resten der ehemaligen Ytong-Mauer im Scheitelpunkt des Keiles in der Zugangsfirste.

In der 10. und 11. KW. 2009 wurde der Verschluss durch den Einbau von rd. 27 m³ Sorelbeton nach Rezeptur A1 verstärkt /30/. Den Abschluss des Zuganges bildet derzeit eine 0,75 m mächtige Mauer aus Sorelbetonsteinen (Abbildung 38).

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 75
Anhang 2

Abbildung 33: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750 mit Spritzbeton versehene Schalungsmauer
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: C 603; Aufnahme vom: 27.10.1977



Abbildung 34: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750 mit Abschlussmauer
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: 4_750ostdig230401; Aufnahme vom 23.04.2001

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 76
Anhang 2

Abbildung 35: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750 nach Entfernen der Abschlussmauer
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: 4_750ostdig061101; Aufnahme vom 06.11.2001



Abbildung 36: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750 mit derzeitiger Wetterverschlag
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: 20081126_19-1; Aufnahme vom: 26.11.2008

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 77
Anhang 2

Abbildung 37: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750, Wetterverschlag
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen hinter den derzeitigen Wetterverschlag
Archiv Nr.: 20090115-1; Aufnahme vom: 15.01.2009



Abbildung 38: Nördlicher Zugang zur ELK 4/750 mit neuer Abschlussmauer
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: L1050648, Aufnahme vom 04.03.2009

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 78
Anhang 2

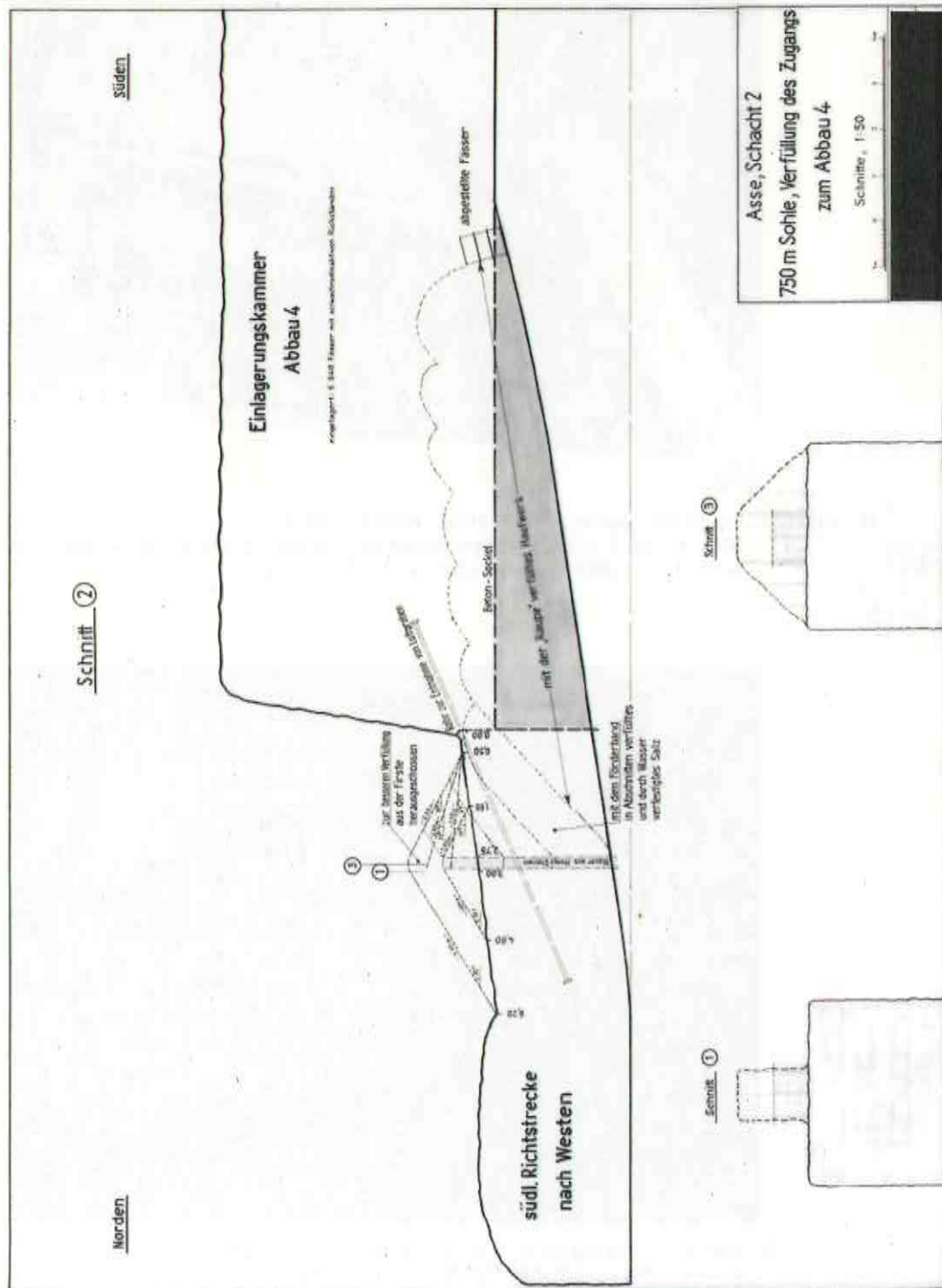


Abbildung 39: Verfüllung des Zuganges zur ELK 4/750
Zeichnung, Nr.: 6a, letzte Änderung: Mai 1971

12 Nördlicher Durchhieb zwischen der ELK 4/750 und Abbau 3/750

Gemäß den Darstellungen des Grubenbildes ist der Durchhieb nur in den Übergangsbereichen zur ELK bzw. zum Abbau 3/750 mit Salzhaufwerk versetzt. In den Durchhieb wurden im Jahre

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 79
Anhang 2

2005 die Erkundungsbohrungen R4-2 und R4-9 sowie im Jahre 2008 die Bohrung SB-750-5.1 erstellt /17/, /19/, /24/.

Der Durchhieb weist ca. in Pfeilermite eine söhlige Verbindung zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf. Diese ca. 5 m lange Strecke weist im Übergangsbereich zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen einen Querschnitt von $B=4,1$ m und $H=2,0$ m auf. Im Übergangsbereich zum Durchhieb verjüngt sich diese Strecke und ist an der Ortsbrust verbrochen (Abbildung 40).

Die Bohrungen R4-2 und R4-9 wurden von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen in Richtung des Durchhiebes geteuft. Beide Bohrungen waren trocken und wiesen eine glatte Kontur über die gesamte Teufe auf. In der Bohrung R4-2 wurden in einer Teufe von ca. 2,5 m beanspruchte Zonen – welche parallel zur Richtstrecke verlaufen – festgestellt. Die vom Abbau 3/750 in axialer Richtung in den Durchhieb geteuft Bohrung SB-750-5.1 zeigte eine glatte Bohrlochkontur mit bräunlichen Verfärbungen. Die bräunlichen Verfärbungen deuten auf Versatzmaterial mit einem gewissen Durchfeuchtungsgrad hin. Das Versatzmaterial ist aufgrund der jahrzehntelangen Einwirkung der Konvergenz in Verbindung mit der Durchfeuchtung stark kompaktiert.

Die gammaspektrometrische Ausmessung von Salzproben aus der Entstaubungsanlage zeigte keine Kontaminationen /24/.



Abbildung 40: Querschlag zum nördl. Durchhieb zwischen der ELK 4/750 und Abbau 3/750
Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: 20081126_20-1-jpg; Aufnahme vom: 26.11.2008

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 80
Anhang 2

Während in der Bohrung R4-9 im Bereich des Durchhiebs eine Permeabilität von $k=9,5 \cdot 10^{-18} \text{ m}^2$ im Jahre 2005 gemessen wurde, ergaben die Messungen in der Bohrung SB-750-5.1 im Jahre 2008 eine vergleichsweise äußerst geringe Permeabilität von 10^{-23} m^2 sowohl integral als auch in den 1 m langen Prüfabschnitten. Die Bohrungen wurden im Anschluss an die Messungen mit Injektionsmörtel mit unterschiedlichen Druckstufen zwischen 2 und 7 MPa verfüllt. Es wurden dabei nur geringfügig über das Bohrungsnettovolumen hinausgehende Injektionsmengen registriert. Da die Permeabilitätsmessungen mit Druckluft als Prüfmedium durchgeführt worden und von einer teilweisen Durchfeuchtung des Salzgesteins bzw. des Versatzes auszugehen ist, können die Messergebnisse beeinflusst sein. Unter Berücksichtigung des Prüfdrucks von 1 MPa bei den Gaspermeabilitätsmessungen und den Ergebnissen der Bohrlochverpressungen ist von einer technischen Dichtigkeit des Durchhiebes auszugehen /24/.

Der Querschnitt des Durchhiebes wird aktuell auf ca. 2 m^2 geschätzt.

13 Südlicher Durchhieb zwischen ELK 4/750 und Abbau 3/750

Gemäß den Darstellungen des Grubenbildes ist der Durchhieb nur in den Übergangsbereichen zur ELK bzw. zum Abbau 3/750 mit Salzhaufwerk versetzt. In den Durchhieb wurde im Jahre 2005 die Erkundungsbohrung R4-3 und im Jahre 2008 die Erkundungsbohrung SB-750-6.1 erstellt /17/, /19/, /24/.

In der Bohrung R4-3 wurden über die gesamte Teufe bereichsweise Auflockerungen an den Korngrenzen bzw. rissartige Strukturen aufgeschlossen. Offene Risse, wie sie in der Pfeilerkontur im Abbau 3/750 anstehen (Abbildung 41), wurden allerdings im Pfeilerzentrum nicht festgestellt. Mit der Bohrung SB-750-6.1 wurde vermutlich Versatzmaterial im Durchhieb erbohrt, das aufgrund der jahrzehntelangen Einwirkung der Konvergenz und Feuchtigkeit stark kompaktiert ist. Während die Bohrung R4-3 über die gesamte Teufe trocken ist, wurde in der Bohrung SB-750-6.1 Salzlösung aufgeschlossen. Zwischen 8,4 m und 8,8 m Teufe deuten die dunklen Salzstrukturen auf eine Lösungsführung hin. Dieser Bohrungsabschnitt befindet sich in einer durchschnittlichen Höhe von $-553,6 \text{ mNN}$ und liegt somit ca. $0,4 \text{ m}$ über dem Niveau der 750-m-Sohle. Ab einer Teufe von $15,3 \text{ m}$ steht Salzlösung an. Das berechnete Lösungsniveau beträgt $-555,5 \text{ mNN}$ und liegt somit ca. $1,5 \text{ m}$ unter dem Niveau der 750-m-Sohle. Wegen der festgestellten Feuchte in der Bohrung SB-750-6.1 wurden keine geotechnischen Messungen durchgeführt.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 81
Anhang 2

Abbildung 41: Risse im Pfeiler zwischen ELK 4/750 und Abbau 3/750
Blick vom Abbau 3/750 nach Westen
Archiv Nr.: 20080115-2; Aufnahme vom: 15.01.2008

Der Bereich Strahlenschutz der Schachthanlage Asse überwachte die Erkundungsarbeiten. Die Wischproben am Bohrgestänge und die Auswertung der Messungen einer Bohrmehlprobe aus der Entstaubungsanlage zeigten keine Kontaminationen /24/. Mit einer Pumpe konnte im Bohrlochtiefsten nur 0,14 Liter Salzlösung entnommen werden. Die gammaspektrometrische Ausmessung zeigte eine Cs-137-Aktivitätskonzentration von 105 Bq/l /24/. Aufgrund der geringen Salzlösungsmenge, welche für die gammaspektrometrische Ausmessung benötigt wurde, konnte keine chemische Analyse durchgeführt werden. Es liegen keine Rückstellproben vor.

In der Bohrung R4-3 wurde im Bereich des Durchhiebes eine Permeabilität von $k=1,3 \cdot 10^{-17} \text{ m}^2$ im Jahre 2005 festgestellt. Die Verpressung der Bohrung R4-3 erfolgte mit bis zu 3 MPa. Das Injektionsvolumen (IM3) lag nur geringfügig über dem Bohrlochnettovolumen. Bei der Verpressung der EBrG. SB-750-6.1 mit IM3 und IM-Asse-1 wurden rd. 76 Liter Injektionsmörtel über das Bohrungsnettovolumen hinaus in den Durchhieb bzw. in dessen Auflockerungszone verpresst. Da die Bohrlochverpressung bis einen Injektionsdruck von ca. 5 MPa durchgeführt wurde und bei dieser Druckstufe kein Injektionsmörtel mehr verpresst werden konnte, ist von einer technischen Dichtigkeit des Durchhiebes auszugehen /24/.

Der Querschnitt des Durchhiebes wird aktuell auf ca. 2 m^2 geschätzt. Der ursprüngliche Querschnitt betrug $3,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 82
Anhang 2**14 Südlicher Durchhieb zwischen Abbau 3/750 und ELK 5/750 (Sohlenniveau)**

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur im Übergangsbereich zur ELK bzw. zum Abbau 3/750 mit Salzhautwerk versetzt. Der Durchhieb wurde bereits in den 1920er Jahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben. Der Querschnitt des Durchhiebes wird aktuell auf ca. 2 m² geschätzt.

15 Durchhieb zwischen Abbau 3/750 und ELK 5/750 (Firstniveau)

Die geometrischen Daten wurden durch aktuelle Messungen vor Ort ermittelt bzw. den Abbildungen im Grubenbild entnommen. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den 1970er Jahren erstellt. Der Durchhieb hat ein Gefälle von 8 % in Richtung Abbau 3/750, er ist unversetzt und kann auf voller Länge befahren werden. Allerdings hat die Konvergenzeinwirkung den Querschnitt verringert, so dass die freie Höhe teilweise nur noch 1,6 m (ursprünglich 2,7 m) beträgt (Abbildung 42) /21/. Momentan werden vorbereitende Arbeiten zur Teilverfüllung Durchhiebes mit Sorelbeton durchgeführt. Bis zum 14.05.2009 war der Durchhieb mit einem Gitter abgesperrt (Abbildung 43), welches im Zuge der vorbereitenden Arbeiten inzwischen demontiert wurde.



Abbildung 42: Durchhieb zwischen Abbau 3/750 und ELK 5/750 (Firstniveau)
Blick von Abbau 3/750 zur ELK 5/750
Archiv Nr.: IMG_4033.jpg; Aufnahme vom 06.05.2009

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 83
Anhang 2

Abbildung 43: Durchhieb zwischen Abbau 3/750 und ELK 5/750 (Firstniveau)
Blick von Abbau 3/750 zur ELK 5/750
Archiv Nr.: 20081126_21-1.jpg; Aufnahme vom 26.11.2008

16 Bohrung im Firstniveau zwischen dem Abbau 3/750 und der ELK 5/750

Die Bohrung mit einem Durchmesser von 500 mm wurde zur Bewetterung der ELK 5/750 erstellt. Am 10.06.1986 erfolgte die markscheiderische Stundenangabe zur Erstellung der Bohrung. Gemäß der Stundenangabe sollte diese Bohrung mit einer Länge von 24,0 m und einer Steigung von rd. 25 % in Richtung ELK 5/750 erstellt werden. Die Bohrung steht über eine Verrohrung im Abbau 3/750 mit einer weiteren Wetterbohrung in die südliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle in Verbindung (Abbildung 44). Im Bereich der Verrohrung ist der Abbau 3/750 mit Salzhaufwerk versetzt. Beide Wetterbohrungen und die Verrohrung im Abbau 3/750 konnten mit einer Videokamera, von der südlichen Richtstrecke Osten aus, auf voller Länge befahren werden. Eine aktuelle Befahrung des Bohrungsendpunktes hat ergeben, dass die Bohrung durch die Einwirkung des Gebirgsdruckes inzwischen einen ovalförmigen Querschnitt von ca. 400 mm x 180 mm aufweist (Abbildung 45).

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 84
Anhang 2

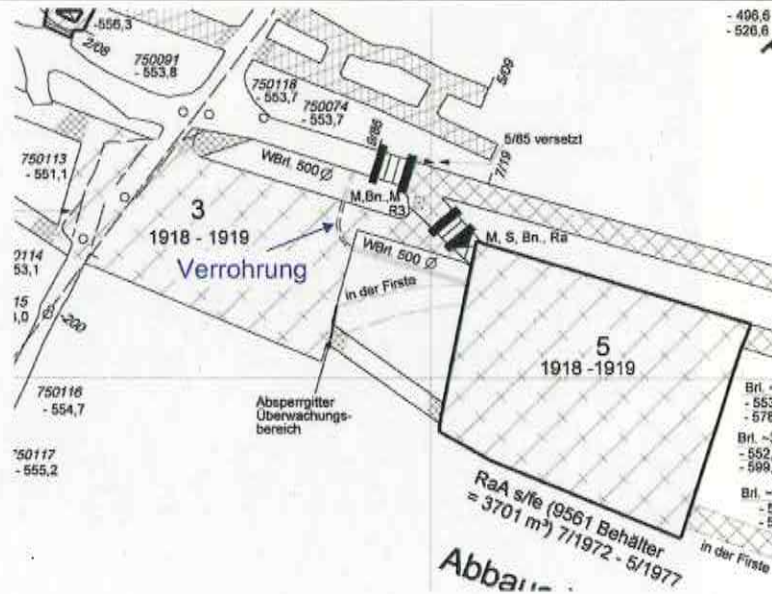


Abbildung 44: Bewetterungsbohrung in die ELK 5/750

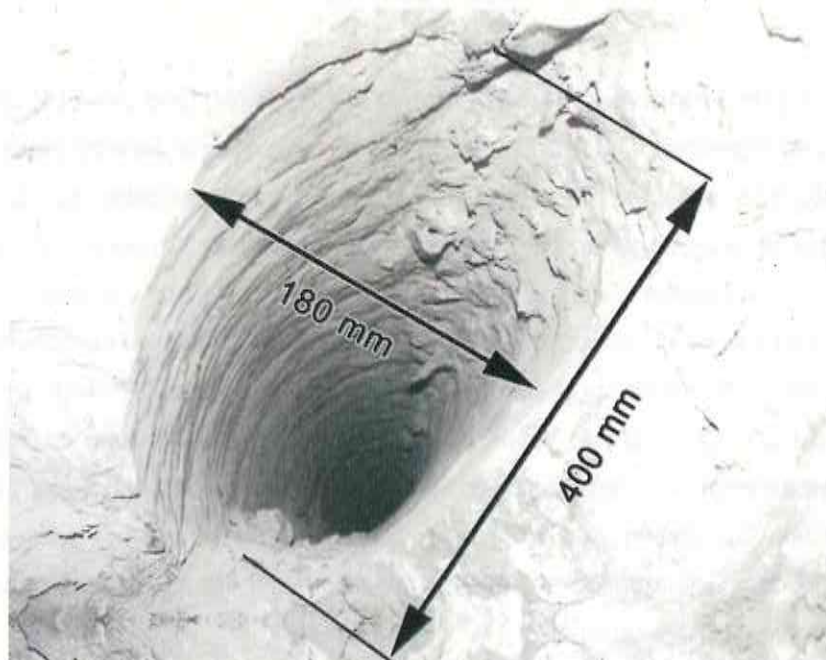


Abbildung 45: Blick in die Wetterbohrung zwischen ELK 5/750 und Abbau 3/750
Archiv Nr.: 20090511_L1050923.jpg; Aufnahme vom 11.05.2009

17 Nördlicher Durchhieb zwischen dem Abbau 3/750 und der ELK 5/750

Der Durchhieb ist mit Salzhauwerk versetzt. Er steht in Verbindung mit dem Zugang zur ELK 5/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten (siehe lfd. Nr.: 18) und dem Rolloch 3 zur 725-m-Sohle.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 85
Anhang 2**18 Zugang zur ELK 5/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten**

Der Zugang ist im Übergangsbereich zur ELK mit einem Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk – beginnend von der ELK – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer. Aufgrund der Aussage im GSF-Bericht 19/91, Seite 149 /4/ wird vermutet, dass es sich bei dem verwendeten Beton um Salzbeton handelt. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Es ist anzunehmen, dass das Bauwerk aufgrund der auflaufenden Konvergenz zunehmend eingespannt wird. Über die integrale Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden. Der restliche Teil des Zugangs ist mit Salzhaufwerk versetzt. Der Zugang steht in Verbindung mit dem Rolloch 3 zur 725-m-Sohle.

19 Durchhieb zwischen den ELK 5/750 und 6/750 im Firstniveau

Der Durchhieb ist auf voller Länge mit Salzhaufwerk versetzt. Er wurde im Rahmen der Einlagerung in den 1970er Jahren erstellt.

20 Durchhieb zwischen den ELK 5/750 und 6/750 im Sohlenniveau

Der Durchhieb ist mit Salzhaufwerk versetzt. Er steht in Verbindung mit dem Zugang zur ELK 6/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten (siehe lfd. Nr.: 21).

21 Westlicher Zugang zur ELK 6/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten

Der Zugang ist im Übergangsbereich zur ELK mit einem Verschlussbauwerk versehen. Der Verschluss wurde aus Salzbeton mit einer Mischung aus 3,5 Vol.-Teilen Salz (0/35 mm), 1 Vol.-Teil PZ 35 F und einem Wasser/Zement-Faktor von WZ ~ 1,2 mit einer Blaseinrichtung hergestellt. Das entspricht einem Gewichtsverhältnis von Zement: Salz ~ 1: 4,86 /10/. Die gemessenen mittleren Druckfestigkeiten betragen 3,7 MPa bei einer mittleren Dichte von 1,8 t/m³ (28-Tage-Wert) /4/,/10/. Die Betonierung erfolgte gegen den Salzgrusversatz in der ELK. In /34/ wird vermutet, dass ein Teil der Überschusslösung aus dem Salzbeton in der Sohle versickerte. Das Bauwerk wurde mit geotechnischen Instrumentierungen versehen. Nähere Angaben hierzu, sowie Detailzeichnungen können dem GSF-Bericht 19/91 /4/ entnommen werden. Über die Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden. Der restliche Teil des Zugangs ist mit Salzhaufwerk versetzt. Der Zugang steht in Verbindung mit dem Durchhieb zur ELK 5/750 im Sohlenniveau (lfd. Nr. 20).

22 Bohrungen (22a bis 22e) in der Sohle der ELK 6/750

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 86
Anhang 2

Die Bohrungen wurden im Rahmen von Temperaturversuchen im ehemaligen Steinsalzabbau 6/750 im Naßbohrverfahren durch ein 1,6 m langes Standrohr erstellt /11/. Die durch das Bohrverfahren bedingten Ungleichförmigkeiten an den Bohrlochwandungen, wurden durch Nachfräsen geglättet. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild haben die im nordwestlichen Kammerbereich liegenden Bohrungen 1 (= lfd. Nr.: 22a) und 2 (= lfd. Nr.: 22b) eine Teufe von rd. 25 m bei einem Durchmesser von 400 mm. Sie stehen nicht mit anderen Grubenbauen in Verbindung. Die Bohrung Nummer 3 (= lfd. Nr.: 22c) hat einen Durchmesser von 320 mm bei einer Teufe von rd. 50 m. Über den Verfüllungsstand der Bohrungen 1 bis 3 liegen keine Angaben vor. Die als Erhitzerbohrung genutzte Bohrung Nummer 4 (= lfd. Nr.: 22d) hat ebenfalls einen Durchmesser von 320 mm bei einer Teufe von rd. 50 m. Sie wurde bis zu einer Teufe von 27,3 m mit Salzgrus versetzt. Über den weiteren Verfüllungsgrad liegen keine Angaben vor. Die Bohrung liegt in einer Entfernung von 9 m von der Erkundungsstrecke nach Osten (sogenannte Belgierstrecke) auf der 775-m-Sohle. Ausgehend von dieser Richtstrecke wurde ein Bohrfächer in Richtung der Bohrung Nummer 4 mit Bohrlochteufen von 8 – 13 m und 36 mm Durchmesser erstellt.

Die Bohrung M109 (=lfd. Nummer 22e) verläuft von der Sohle der ELK 6/750 in die im März 2007 verfüllte Erkundungsstrecke nach Osten auf der 775-m-Sohle (Barrierebauwerk SB-775-3). Vor der Verfüllung der Strecke wurden auf der 775-m-Sohle aus dieser Bohrung kontaminierte Salzlösungen aufgefangen. Die senkrecht verlaufende Bohrung hat einen Durchmesser von 54 mm bei einer Länge von 21,5 m. Im Rahmen der vorbereitenden Arbeiten für die Erstellung der Strömungsbarriere wurde die Bohrung M109 dicht mit einem Magnesiamörtel verschlossen /29/.

Die hochwertige firstbündige Verfüllung der sog. Belgierstrecke mit Sorelbeton wirkt einer fortschreitenden Auflockerung des intakten Gebirgsbereiches zwischen den Bohrungen und der Schwebe zur 750-m-Sohle entgegen /25/, /29/.

23 Südlicher Durchhieb zwischen ELK 6/750 und 7/750 (Sohlenniveau)

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur in den Übergangsbereichen der ELK mit Salzhauwerk versetzt. Der Durchhieb wurde bereits in den 1920er Jahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

24 Durchhieb zwischen den ELK 6/750 und 7/750 (Firstniveau)

Der Durchhieb hat ein Gefälle von 6 % in Richtung ELK 7/750. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den 1970er Jahren erstellt. Er ist im Übergangsbereich zur ELK 6/750 mit einem Verschlussbauwerk versehen. Das Bauwerk wurde aus Salzbeton mit einem

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 88
Anhang 2

bestehend aus drei Stützelementen und zwei Dichtungsteilen eingebaut. Die Elemente wurden aus verschiedenen Salzbetonmischungen mit unterschiedlichen Einbringtechniken hergestellt. Der Verschluss wurde wie folgt aufgebaut:

- Vor der ELK beginnend, folgen die Bauteile aus gepumptem Salzbeton, einer Bitumenemulsion, gepumptem Salzbeton, wiederum einer Bitumenemulsion und geblasenen Salzbeton.
- Die Dichtungselemente wurden aus Asphaltplatten aufgebaut, deren Zwischenräume mit Heißbitumen vergossen wurden. Der verbleibende Abschnitt des Querschlages bis zur ELK wurde vorher mit Salzgrus verkippt und die Resthohlräume verblasen. Die meisten Bauteile des Verschlusses sind im Jüngerer Steinsalz positioniert und nur der nördliche Bauteil liegt im Carnallit.
- Der eingebaute Salzbeton wurde mit einem Mischungsverhältnis Zement : Wasser : Salz zwischen 1 : 0,5 : 3 bzw. 1 : 0,6 : 3,3 hergestellt. Die an Salzbetonproben durchgeführten Permeabilitätsuntersuchungen haben zu folgenden Ergebnissen geführt:
 - Laugendurchlässigkeit von unter Lauge gelagerten Salzbetonproben:
 $k_f = 3,5 \text{ bis } 5,1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$
 - Laugendurchlässigkeit von trocken gelagerten Salzbetonproben:
 $k_f = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$
- Das Bauwerk wurde mit geotechnischen Instrumentierungen versehen. Nähere Angaben hierzu sowie Detailzeichnungen können dem o. g. Bericht entnommen werden.

In /34/ wird vermutet, dass ein Teil der Überschusslösung aus dem Salzbeton in der Sohle versickerte.

* nach 7 Tagen Prüfzeit war kein Durchfluss zu erkennen.



Abbildung 46: Querschlag zwischen Abbau 5/750 (Na2) und ELK 7/750 (Firstniveau)
Blick von Abbau 5/750 (Na2) auf das Verschlussbauwerk zum Querschlag zur ELK 7/750
Archiv Nr.: 7_750dig240401_01; Aufnahme vom 24.04.2001

Durch gebirgsmechanische Einflüsse haben sich in diesem Querschlag in den vergangenen Jahren immer wieder Auflockerungen und Abschalungen an den Stößen und der Firste – insbesondere im Übergangsbereich zum Abbau 5/750 im Älteren Steinsalz – gebildet. Aus Gründen der Arbeitssicherheit mussten diese wiederholt entfernt werden. Dadurch verkürzte sich der Zugang um 6 m gegenüber dem Jahre 2005. Bezogen auf den derzeit noch offenen Teil des Zuganges (ca. 23,2 m) führten die Beraubearbeiten zu einer Verkürzung der Streckenlänge um ca. 21 % bei einer gleichzeitigen Zunahme des Streckenquerschnittes um ca. 25 %.

Im Rahmen der Standorterkundung für den Bau von Strömungsbarrieren wurden im Juni 2008 fünf Erkundungsbohrungen erstellt. Mit den geotechnischen Untersuchungen wurde begonnen /31/. Die wesentlichen Resultate der Videoinspektion in den Bohrungen ergab, dass:

- von 13 m bis 15 m unterhalb des Zuganges ($\cong$ ca. 4 - 6 m unterhalb der 750-m-Sohle) offene Risse zu sehen sind
- in der Firste des Zuganges im Carnalitit bis ca. 1,3 m Konturabstand Strukturen aufgeschlossen wurden, welche auf Auflockerungen schließen lassen.

Die Ergebnisse der Hydrofrac- und Permeabilitätsmessungen zeigen im Konturabstand bis ca. 1m im Vergleich zum unverritzten Salinar geringe Einspannungen und erhöhte Permeabilitäten. Diese Resultate weisen auf erhebliche Auflockerungen hin.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 90
Anhang 2

Im Dezember 2008 wurde der Zugang zum Strahlenschutzbereich erklärt und durch ein Tor verschlossen.

28 Nordöstlicher Zugang zur ELK 7/750

Der Zugang ist mit Salzhaufwerk versetzt. Der Zugang steht in Verbindung mit der versetzten südlichen Richtstrecke nach Osten, dem versetzten östlichen Querschlag und mit Rolloch 5 zur 725-m-Sohle. Für die Erkundung der Beschaffenheit des Versatzes im östlichen Querschlag wurde im Juni 2008 eine Erkundungsbohrung aus dem o. a. Zugang Nr. 27 erstellt /31/. In 15,6 m Teufe (~ Niveau der 750-m-Sohle) wurde mit dieser Bohrung Salzlösung angetroffen. Die gamma-spektrometrische Ausmessung der Salzproben ergab eine Cs-137 Kontamination von 3,7 kBq/kg (16 m Teufe, -554,1 mNN) und 6,1 kBq/kg (19,1 m Teufe, -556,9 mNN) /33/. Die Befahrung der Bohrung mit einer Videokamera ergab, dass vermutlich ab 12,9 m Bohrlochteufe der östliche Querschlag durchörtert wurde.

29 Durchhieb zwischen den ELK 7/750 und 11/750 im Firstniveau

Der Durchhieb hat ein Gefälle von 14 % in Richtung ELK 7/750. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den 1970er Jahren erstellt. Er ist im Übergangsbereich zur ELK 7/750 mit einem Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk – beginnend von der ELK – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer. Aufgrund der Aussage im GSF-Bericht 19/91, Seite 149 /4/ wird vermutet, dass es sich bei dem verwendeten Beton um Salzbeton handelt. Es ist anzunehmen, dass das Bauwerk aufgrund der auflaufenden Konvergenz zunehmend eingespannt wird. Der restliche Bereich des Durchhiebes ist mit Salzhaufwerk versetzt. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Über die Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden.

30 Durchhieb zwischen den ELK 7/750 und 11/750 im Sohlenniveau

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur in den Übergangsbereichen der ELK mit Salzhaufwerk versetzt. Der Durchhieb wurde bereits in den 1920er Jahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringeringung geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 91
Anhang 2**31 Zugang von der südlichen Richtstrecke nach Osten zur ELK 11/750**

Der Zugang geht unmittelbar in die versetzte südliche Richtstrecke nach Osten über. Im Übergangsbereich zur ELK wurde ein Verschlussbauwerk aus Salzbeton installiert. Über die Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden. Das Bauwerk wurde mit geotechnischen Instrumentierungen versehen. Nähere Angaben hierzu sowie Detailzeichnungen können dem GSF-Bericht 19/91 /4/ entnommen werden. Es ist anzunehmen, dass das Bauwerk aufgrund der auflaufenden Konvergenz zunehmend eingespannt wird.

32 Westlicher Zugang zur ELK 11/750 von der nördlichen Begleitstrecke

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Zugang nur im Übergangsbereich zur ELK mit Salzhaufwerk versetzt. Der Zugang bzw. die nördliche Begleitstrecke wurden bereits in den 1920er Jahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist. Der weitere Zustand des Zugangs bzw. der anschließenden nördlichen Begleitstrecke ist unbekannt.

33 Östlicher Zugang zur ELK 11/750 von der nördlichen Begleitstrecke

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Zugang nur im Übergangsbereich zur ELK mit Salzhaufwerk versetzt. Der Zugang bzw. die nördliche Begleitstrecke wurden bereits in den 1920er Jahren aufgefahren. Aufgrund der o. a. Standorterkundungen /18/ ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering bzw. zu Verbrucherscheinungen und starken Konturauflockerungen geführt haben. Gleiches gilt für den östlichen Bereich der anschließenden nördlichen Begleitstrecke. Der Zugang liegt in unmittelbarer Nähe des Blindschachtes 3 und steht somit über diesen in Verbindung mit den Teilsohlen A und B. Diese Teilsohlenliegen 7,5 m (A-Sohle) und 15 m (B-Sohle) über dem Niveau der ELK.

34 Durchhieb zwischen den ELK 11/750 und 12/750 im Sohlenniveau

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb im Übergangsbereich zur ELK mit Salzhaufwerk versetzt. An das Salzhaufwerk schließt sich ein Verschlussbauwerk bestehend aus Beton und einer Abschlussmauer an. Aufgrund der Aussage im GSF-Bericht 19/91 /4/ wird vermutet, dass es sich bei dem verwendeten Beton um Salzbeton handelt. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Es ist anzunehmen, dass das Bauwerk aufgrund der auflaufenden Konvergenz zunehmend eingespannt wird. Über die integrale Durchlässigkeit des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

 Blatt: 92
Anhang 2

Der Durchhieb wurde im April 2006 etwa in der Mitte mit einer Erkundungsbohrung ($d=42\text{mm}$) angebohrt. Die Kamerabefahrung zeigte, dass der Durchhieb nicht vollständig verfüllt bzw. verbrochen ist /18/. Der Zugang liegt in unmittelbarer Nähe des Blindschachtes 3 und steht somit über diesen in Verbindung mit den Teilsohlen A und B. Diese Teilsohlen liegen 7,5 m (A-Sohle) und 15 m (B-Sohle) über dem Niveau der ELK.

35 Zugang zur ELK 12/750 von der nördlichen Richtstrecke nach Osten

Im Übergangsbereich zur ELK wurde ein Verschlussbauwerk installiert. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk – beginnend von der ELK – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer. Aufgrund der Aussage im GSF-Bericht 19/91, Seite 149 /4/ wird vermutet, dass es sich bei dem verwendeten Beton um Salzbeton handelt. Über die integrale Durchlässigkeit des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden. Es ist anzunehmen, dass das Bauwerk aufgrund der auflaufenden Konvergenz zunehmend eingespannt wird. Bis zum Beginn der nördlichen Richtstrecke nach Osten wurde Salzhautwerk eingebracht. Den Abschluss bildet wiederum eine Mauer. Die Abbildung 47 zeigt einen Blick gegen diese Abschlussmauer aus Gasbetonsteinen. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor.



Abbildung 47: Westlicher Zugang zur ELK 12/750

 Blick von der nördl. Richtstrecke n. Osten gegen die Abschlussmauer des Kammerzuganges
Archiv Nr.: 12_750dig210602-2; Aufnahme vom 21.06.2002

Etwa 5 m nördlich der Abschlussmauer sammeln sich in einer Sohlenvertiefung kontaminierte Salzlösungen (Abbildung 48). Untersuchungen zur Herkunft der Salzlösungen werden derzeit durch die Technische Universität Clausthal und das Forschungszentrum Jülich durchgeführt. Der

Asse-GmbH Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der Schachtanlage Asse II	Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
	14	77756	RHV	RB	BW	0001	03
Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle						Blatt: 93 Anhang 2	

Zugang liegt in unmittelbarer Nähe des Blindschachtes 3 und steht somit über diesen in Verbindung mit den Teilsohlen A und B. Diese Teilsohlen liegen 7,5 m (A-Sohle) und 15 m (B-Sohle) über dem Niveau der ELK.



Abbildung 48: Zugang zur ELK 12/750 – Salzlösungssumpf
Blick von der nördlichen Richtstrecke nach Osten
Archiv Nr.: 20081126_6-5.jpg; Aufnahme vom: 26.11.2008

36 Durchhieb zwischen den ELK 12/750 und 2/750 (Sohlenniveau)

Im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer 12/750 ist dieser Durchhieb mit einem Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk – beginnend von der ELK – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer. Aufgrund der Aussage im GSF-Bericht 19/91, Seite 149 /4/ wird vermutet, dass es sich bei dem verwendeten Beton um Salzbeton handelt. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Über die integrale Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild befinden sich in diesem Durchhieb im Übergangsbereich zur ELK 2/750 (Na3) Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall.

37 Durchhieb zwischen den ELK 12/750 und 2/750 (Firstniveau)

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist dieser Durchhieb nicht versetzt. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den 1970er Jahren erstellt.

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 94
Anhang 2**38 Zugang von der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten zur ELK 2/750**

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist dieser Durchhieb im Übergangsbereich zur ELK mit Salzhaufwerk versetzt. Der Zugang wurde bereits vor 1920 aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist. Der weitere Zustand des Kammerzuganges ist unbekannt.

39 Nördlicher Durchhieb zwischen den ELK 2/750 und 1/750

Der Durchhieb ist auf voller Länge mit Salzhaufwerk versetzt, er steht in Verbindung mit dem nordöstlichen Zugang zur ELK 2/750 (siehe lfd. Nr.:40).

40 Nordöstlicher Zugang zur ELK 2/750

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist dieser Durchhieb im Übergangsbereich zur ELK mit Salzhaufwerk versetzt. Der Zugang wurde bereits vor 1920 aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Größe jedoch nicht zu quantifizieren ist. Der weitere Zustand des Kammerzuganges ist unbekannt.

41 Strecke südlich der ELK 2/750

Diese Strecke wurde in südöstliche Richtung aufgefahren. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild wurde diese Strecke im August 1917 fertig gestellt. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist. Die Strecke endet blind im Steinsalz und hat keine Verbindungen zum restlichen Grubengebäude.

42 Südlicher Durchhieb zwischen den ELK 2/750 und 1/750

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild befinden sich in dem Durchhieb radioaktive Abfälle. Während in diesen ELK die Gebinde auf einer ca. 2,2 m hohen Ausgleichsschicht aus Salzhaufwerk gestapelt wurde, erfolgte hier die Einlagerung vermutlich direkt im Sohlenniveau.

43 Durchhieb zwischen der ELK 1/750 und dem Kaliabbau 12 Ost

Aufgrund der Darstellungen im Grubenbild wird vermutet, dass der Zugang nur im Übergangsbereich zur ELK mit Salzhaufwerk versetzt wurde. Der Durchhieb wurde bereits in den

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 96
Anhang 2

Abbildung 49: Streckenverschluss der südlichen Richtstrecke nach Osten
Blick vom Hauptquerschlag nach Süden gegen die Abschlussmauer des Verschlussbauwerkes
Archiv Nr.: 20090324-1.jpg; Aufnahme vom 24.03.2009



Abbildung 50: Schädigung der Abschlussmauer zur sdl. Richtstrecke nach Osten
Nahaufnahme der Verformung
Archiv-Nr.: 20090324-2.jpg; Aufnahme vom 24.03.2009

46 Zugang zur ELK 2/750 (Na2) von der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen

Der Zugang ist im Übergang von der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen mit zum Teil Salz versetzt (Abbildung 51). Im Übergang zur ELK befindet sich Salzhaufwerk. Im unverfüllten Zugang selbst befinden sich einige Fremdkörper in Form von Holz- und Eisenteilen. Die Abbildung 52 zeigt einen Blick in den Kammerzugang.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 97
Anhang 2

Abbildung 51: Südöstliche Zugang zur ELK 2/750 (Na2) – Salzwall
im Übergangsbereich zur 1. südl. Richtstrecke nach Westen
Archiv Nr.: 20081126_25-2.jpg; Aufnahme vom 26.11.2008



Abbildung 52: Südöstliche Zugang zur ELK 2/750 (Na2) – Blick hinter den Salzwall
von der 1. südl. Richtstrecke nach Westen durch die Öffnung im Salzwall
Archiv Nr.: 20081126_25-3.jpg; Aufnahme vom 26.11.2008

47 Durchhieb (Firstniveau) zwischen ELK 2/750 (Na2) und Abbau 3/750 (Na2)

Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den 1970er Jahren erstellt. Im Durchhieb befindet sich ein Verschlussbauwerk. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk – beginnend von der ELK – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer. Aufgrund der Aussage im GSF-Bericht 19/91, Seite 149 /4/ wird vermutet, dass es sich bei dem

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 98
Anhang 2

verwendeten Beton um Salzbeton handelt. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Über die integrale Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden.

48 Durchhieb (Sohlenniveau) zwischen ELK 2/750 (Na2) und Abbau 3/750 (Na2)

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur in den Übergangsbereichen zur ELK bzw. zum Abbau mit Salzhauwerk versetzt. Etwa in der Mitte befindet sich ein Rollloch zur 725-m-Sohle (d~2 m). Anlage 1 und Anlage 5 zeigen, dass sich das Rollloch gabelförmig aufteilt und im Durchhieb zwischen der ELK 7/725 und dem Abbau 6/725 (Na2) (s. lfd. Nummer 58) endet. Der Zustand des Rolllochs ist unbekannt. Der Durchhieb wurde bereits in den 1920er Jahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

49 Zugang (Firstniveau) von der Wendelstrecke in die ELK 2/750 (Na2)

Im Kammerzugang befindet sich ein Verschlussbauwerk. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk – beginnend von der ELK – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer. Aufgrund der Aussage im GSF-Bericht 19/91, Seite 149 /4/ wird vermutet, dass es sich bei dem verwendeten Beton um Salzbeton handelt. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Über die integrale Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden. Das Abbildung 53 zeigt einen Blick gegen die Abschlussmauer aus Gasbetonsteinen.



Abbildung 53: Östliche Querschlag zur ELK 2/750 (Na2)

den 1930er Jahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

55 Zufahrt von der Wendelstrecke zur ELK 7/725 im Firstsniveau

Der Zugang ist derzeit mit einem Tor verschlossen. Abbildung 54 zeigt einen Blick aus dem Kammerzugang.



Abbildung 54: Westlicher Querschlag zur ELK 7/725 (Na2)
Blick aus der ELK
Archiv Nr.: 20081126_3-2.jpg; Aufnahme vom 26.11.2008

56 Wetterbohrung in die ELK 7/725

Die Bohrung ($d = 500 \text{ mm}$) wird zurzeit für wettertechnische Zwecke genutzt. Sie hat ein Gefälle von ca. 4,8 % in Richtung Wendelstrecke. Die Bohrung steht in Verbindung mit dem Kammerzugang mit der lfd. Nr. 57. Abbildung 55 und Abbildung 56 zeigen jeweils einen Blick gegen die Wetterbohrung.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 101
Anhang 2

Abbildung 55: Wetterbohrung zw. ELK 7/725 (Na2) und der Wendelstrecke
Blick aus der ELK gegen den nördl. Stoß und die Austrittsstelle der Wetterbohrung
Archiv Nr.: 20081126_1-1.jpg; Aufnahme vom 26.11.2008



Abbildung 56: Wetterbohrung v. d. Wendelstrecke zur ELK 7/725 (Na2) im Firstniveau
Archiv Nr.: 20081126_4-1.jpg; Aufnahme vom 26.11.2008

57 Östlicher Querschlag v. d. Wendelstrecke zur ELK 7/725 (Na2) im Firstniveau

Wie der Anlage 2 entnommen werden kann ist der Querschlag größtenteils mit Salzhauwerk versetzt. Der Querschlag steht in Verbindung mit der o. g. Wetterbohrung (vgl. lfd. Nr. 56). Abbildung 57 zeigt einen Blick gegen den versetzten Zugang.



Abbildung 57: Östlicher Querschlag zur ELK 7/725 (Na2) im Firstniveau
Blick von der Wendelstrecke i. d. östl. Querschlag zur ELK und gegen d. Wetterbrg.
(Abbildung 56)
Archiv Nr.: 7_725dig240401_03; Aufnahme vom 24.04.2001

58 Durchhieb (Sohlenniveau) zwischen ELK 7/725 und dem Abbau 6/725 (Na2)

Der Durchhieb ist im Übergangsbereich zur ELK 7 und zum Abbau 6 mit Salzlaufwerk versetzt. In diesen Bereichen befinden sich zwei Rolllöcher (d~2 m) zur 750-m-Sohle. Wie Anlage 2 und Anlage 5 entnommen werden kann, verlaufen die Rolllöcher zusammen und enden im Durchhieb zwischen der ELK 2/750 und dem Abbau 3/750 im Na2 (s. lfd. Nr. 48). Der Zustand der Rolllöcher ist unbekannt. Der Durchhieb wurde bereits in den 1930er Jahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

59 Durchhieb (Firstniveau) zwischen ELK 7/725 und Abbau 6/725 (Na2)

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb unversetzt.

60 Zugang im Sohlenniveau zur ELK 8a/511

Der Zugang verbindet die ELK 8a/511 und den Abbau 8/511. Vor der Einlagerung wurde der Zugang durch eine 80 cm starke Strahlenschutzmauer aus Stahlbeton mit einem eingebauten Bleiglasfenster verschlossen. Die Abbildung 58 und Abbildung 59 zeigen einen Blick gegen die Strahlenschutzmauer vor und nach dem Betonieren.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

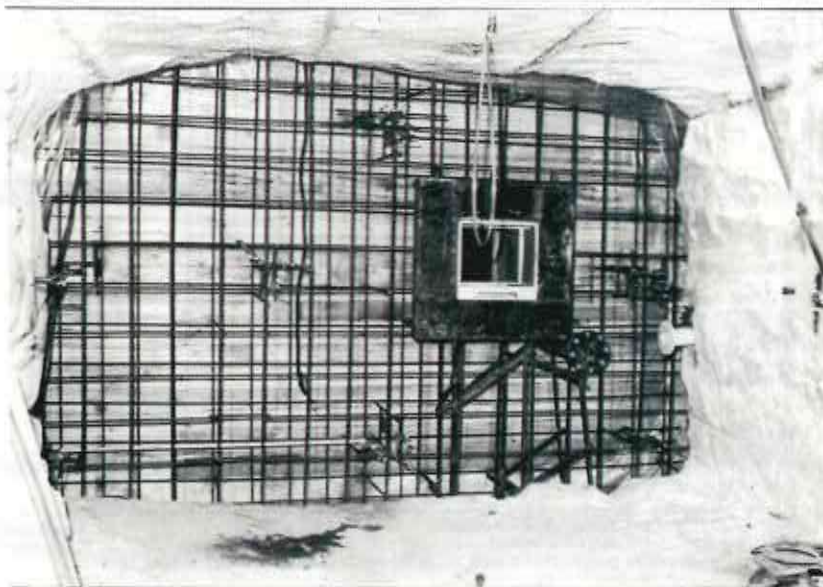
Blatt: 103
Anhang 2

Abbildung 58: Zugang (Sohlenniveau) zur ELK 8a/511
Blick gegen die Strahlenschutzmauer mit eingebautem Bleiglasfenster vor dem Betonieren
Archiv Nr.: C 369; Aufnahme vom 08.02.1972

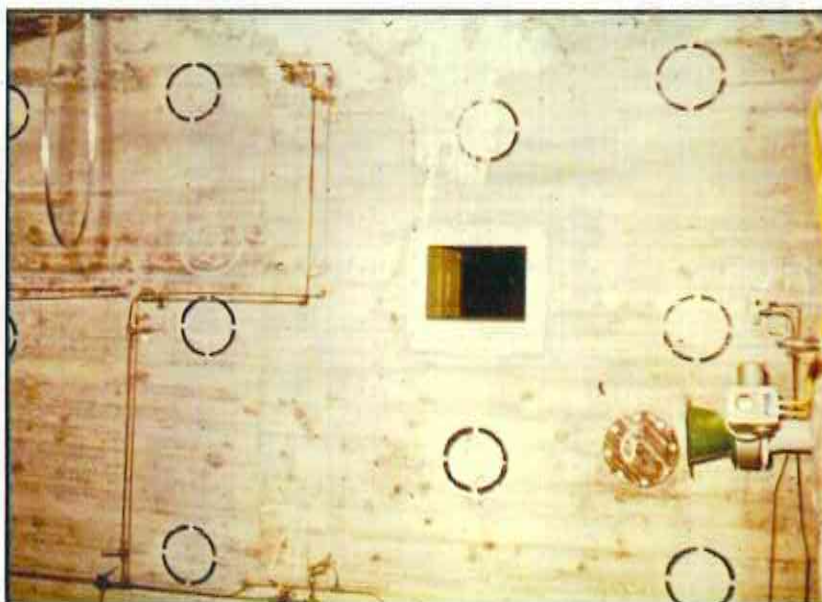
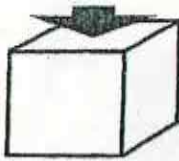


Abbildung 59: Zugang (Sohlenniveau) zur ELK 8a/511
Blick gegen die Strahlenschutzmauer mit eingebautem Bleiglasfenster nach dem Betonieren
Archiv Nr.: E 133; Aufnahmedatum unbekannt

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 104
Anhang 2



BETON
PRÜFTECHNIK

Südniedersachsen GmbH
Baustoffprüfstelle E & W

Fa.

TSN-Beton Schöppenstedt

Betonzusammensetzung

Sorte SPZ 5

B 35 KR A/B32 Außenbauteil bew. Beton
Asse-Schacht Remlingen Versuch

Festigkeitsentwicklung: langsam

03.08.98

Werk 0008

Ausbreit-/Verdichtungsmaß: 420-480mm
Mindestzementgehalt: 300 kg/m³

max. W/Z: 0,50

Festigkeit f_{WM} : 45 N/mm²
Luftporen: 1,50 Vol. %

Hoher Widerstand geg. starke chem. Angriffe nach DIN 1045 6.5.7.5 We<30

CEM III/B32,5 NW/HS/Alsen AG, Hannover

240 kg/m³

Dichte: 3,00 g/cm³

Sieblinien-Nr.: 9,1

Körnungsziffer: 4,55

<0,125mm: 0,2%

<0,25mm: 1,8%

<2mm: 34,1%

Silic. SL Silika-Slurry

k=1,00

FA EFA-Füller, WHV

k=0,40

BV 80 Tricosal

0,50% v.Z.

FM 12 Tricosal

1,50% v.Z.

Berechnung

W/ZF = 0,51

Wassergehalt* W= 140 kg

Zementgehalt Z= 240 kg

Stoffraum	dm³/m³	Mehlkorngehalt	kg/m³	Mehlkorn+Feinstsand	kg/m³	Mörtelgehalt	dm³/m³
Zement	80	Zement	240	Zement	240	Zement	80
Wasser*	140	Zuschlag<0,125mm	4	Zuschlag<0,25mm	34	Wasser*	140
Luftporen	15	Zuschlag	107	Zuschlag	107	Luftporen	15
Zusatzstoff	52	Zusatzstoff	107	Zusatzstoff	107	Zusatzstoff	52
Zuschlag	713					Zuschlag<2mm	243
Summe:	1000	Summe:	352	Summe:	382	Summe:	530

Korngruppe	Zuschlag	Rohdichte	Anteil	trocken	Eigenfeuchte	feucht
		kg/dm³	%	kg/m³	%	kg/m³
0 / 2a	Sand V	2,62	36	673	5,0	34
2 / 8	Okerkies O	2,64	12	227	3,0	7
8 / 16	Okerkies O	2,64	25	470	2,0	9
16 / 32	Okerkies O	2,64	27	510	1,0	5
Frischwasserdosierung 74l (100%)		Summe		1880		55
Zusatzstoff: FA 100,00 kg		Zugabewasser				74
Silic. SL 15,00 kg		Zusatzmittel		140		4
Zusatzmittel: BV 80 1,200 kg		Wassergehalt*		240		140
FM 12 3,600 kg		Zementgehalt		107		8
		Zusatzstoff				115
		Frischbetongewicht		2368		2368

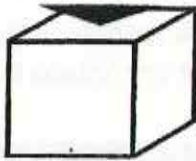
* incl. Wassergehalt aus Zusatzmittel

05.08.98

Abbildung 60: Protokoll über die Betonzusammensetzung des Verschlussbauwerks
im Zugang zur ELK 8a/511
Baustoffprüfstelle E & W, Südniedersachsen GmbH, 03.08.1998

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 105
Anhang 2



BETON
PRÜFTECHNIK

Südniedersachsen GmbH
Baustoffprüfstelle E & W

Fa.
GSF
Forschungsbergwerk Asse
Am Wald 2

38319 Remlingen

Prüfbericht

0003/272/99

Druckfestigkeitsprüfung

Prüfergebnisse nach DIN 1048

Baustelle: Sohle 490-530, Asse-Schacht, Remlingen

Bauteil: Verfüllung
Verfüllung
Verfüllung

Sorten-Nr.: SPZ 5 B 35 KR

Probe / Laufende Nr.	1	2	3
Lieferschein	36160	36163	36165
Tag der Herstellung	08.12.98	08.12.98	08.12.98
Lagerart (Prüfstelle)	Normenlagerung	Normenlagerung	Normenlagerung
Prüftag	02.02.99	02.02.99	02.02.99
Prüfalter	56d	56d	56d
Masse [kg]	7,86	7,80	7,80
Länge [mm]	150	150	150
Breite [mm]	150	150	150
Höhe [mm]	150	150	150
Rohdichte [kg/dm³]	2,33	2,31	2,31
	Mittel	2,32	
Bruchlast [kN]	880	902	895
βw150, DIN [N/mm²]	39	40	40
βw200, DIN* [N/mm²]	37	38	38
	Mittel	38	

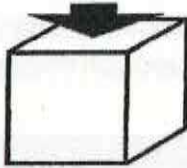
*Umrechnungsfaktor 0,95

Die Angaben über Baustelle, Bauteil, Betonfestigkeitsklasse und Herstellungstag sind vom AG übernommen. Das Prüfzeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die auszugsweise Wiedergabe bedarf unserer ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung. Die Probekörper werden nicht aufbewahrt.

Abbildung 61: Protokoll über die Druckfestigkeit des Verschlussbauwerks im Zugang zur ELK 8a/511
Baustoffprüfstelle E & W, Südniedersachsen GmbH; 02.09.1999

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 106
Anhang 2



BETON
PRÜFTECHNIK

Südniedersachsen GmbH
Baustoffprüfstelle E & W

Fa.
GSF
Forschungsbergwerk Asse
Am Wald 2

38319 Remlingen

K: Betriebsplan
Bergant

Prüfbericht

0003/290/99

Druckfestigkeitsprüfung

Prüfergebnisse nach DIN 1048

Baustelle: Asseschacht Remlingen

Bauteil: Sohle 511, Verfüllung
Sohle 511, Verfüllung
Sohle 511, Verfüllung

Sorten-Nr.: SPZ 5 B 35 KR

Probe / Laufende Nr.	4	5	6
Lieferschein	36176	36177	36179
Tag der Herstellung	09.12.98	09.12.98	09.12.98
Lagerart (Prüfstelle)	Normenlagerung	Normenlagerung	Normenlagerung
Prüftag	03.02.99	03.02.99	03.02.99
Prüfalter	56d	56d	56d
Masse [kg]	7,82	7,91	7,89
Länge [mm]	150	150	150
Breite [mm]	150	150	150
Höhe [mm]	150	150	150
Rohdichte [kg/dm³]	2,32	2,34	2,34
Mittel		2,33	
Bruchlast [kN]	900	689	905
βw150, DIN [N/mm²]	40	40	40
βw200, DIN* [N/mm²]	38	38	38
Mittel		38	

*Umrechnungsfaktor 0,95

Die Angaben über Baustelle, Bauteil, Betonfestigkeitsklasse und Herstellungstag sind vom AG übernommen. Das Prüfzeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die auszugsweise Wiedergabe bedarf unserer ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung. Die Probekörper werden nicht aufbewahrt.

15.02.99

Abbildung 62: Protokoll über die Druckfestigkeit des Verschlussbauwerks
im Zugang zur ELK 8a/511
Baustoffprüfstelle E & W, Südniedersachsen GmbH; 03.09.1999

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
14	77756	RHV	RB	BW	0001	03

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Blatt: 107
Anhang 2

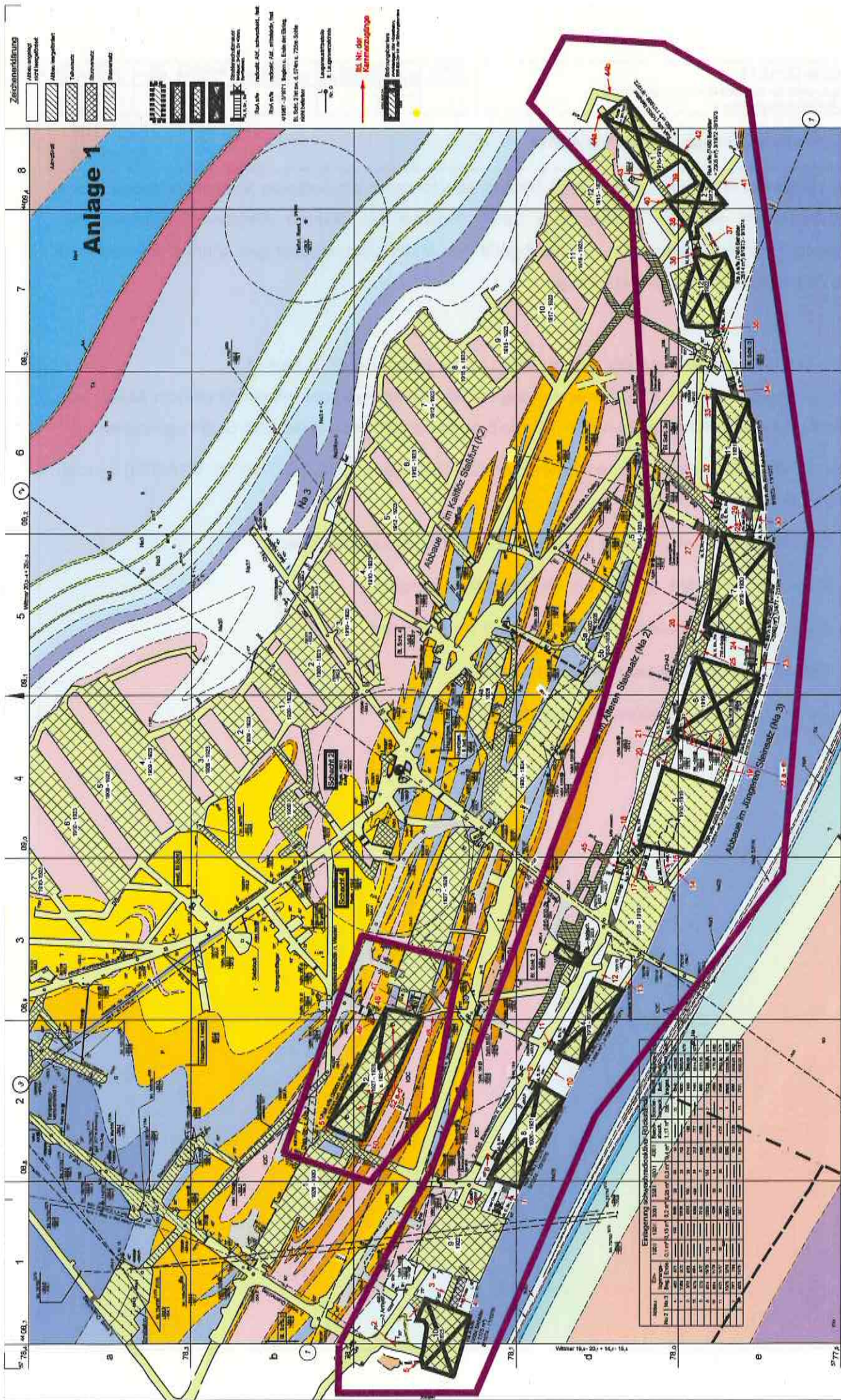
Im Dezember 1998 wurde vor diese Strahlenschutzmauer ein weiteres Verschlussbauwerk aus unbewehrtem, langsam erhärtendem Beton errichtet /8/. Nähere Angaben hinsichtlich der Betonzusammensetzung bzw. der durchgeführten Materialuntersuchungen können Abbildung 60 bis Abbildung 62 entnommen werden.

61 – 66 Bohrungen von der 490-m-Sohle in der Firste der ELK 8a/511

Die Bohrungen wurden im Zusammenhang mit der Einlagerung der mittelradioaktiven Abfälle von der Beschickungskammer 8a/490 durch die 6 m starke Schwebel in die ELK 8a/511 gestoßen.

Gemäß den markscheiderischen Unterlagen (Zeichnungsnr.: 5/4A/16, 5/4A/18, 5/4A/20a) wurden folgende Bohrungen erstellt:

- Beschickungsbohrloch (d ~ 1 m) verrohrt und mit Stahlplatte abgedeckt
- 2 weitere Bohrlöcher (d ~ 0,3 m) mit Stahlplatte abgedeckt
- Bohrloch für die einziehenden Wetter (d ~ 0,3 m), verrohrt
- Bohrloch für die Abwetter (d ~ 0,3 m), verrohrt
- Bohrloch für die Videoüberwachung (d ~ 0,5 m), verrohrt



Zusammenfassung

1. Name des Bauwerks: **Anlage 1**

2. Standort: **Speicher- u. Schlenk 750 m**

3. Maßstab: **1:2000**

4. Datum: **20.12.15**

5. Blatt: **14/77756/RH/RB/0001/00**

6. Projekt: **Schachtanlage Asse**

7. Auftraggeber: **Verwaltung des Wasserwerks**

8. Auftrag: **Plan der Anlage**

9. Zeichner: **...**

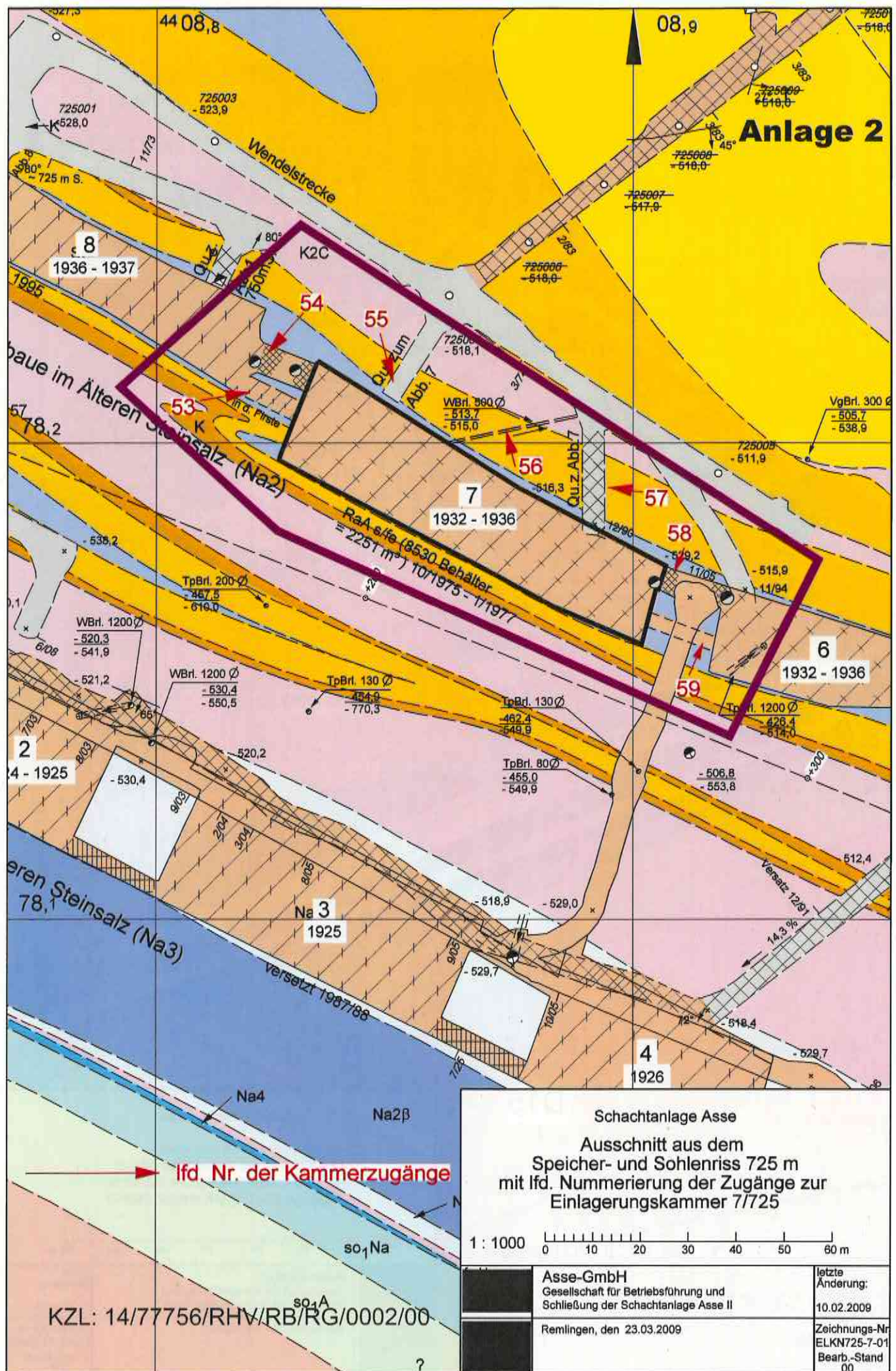
10. Prüfer: **...**

11. Freigegeben: **...**

12. Notizen: **...**

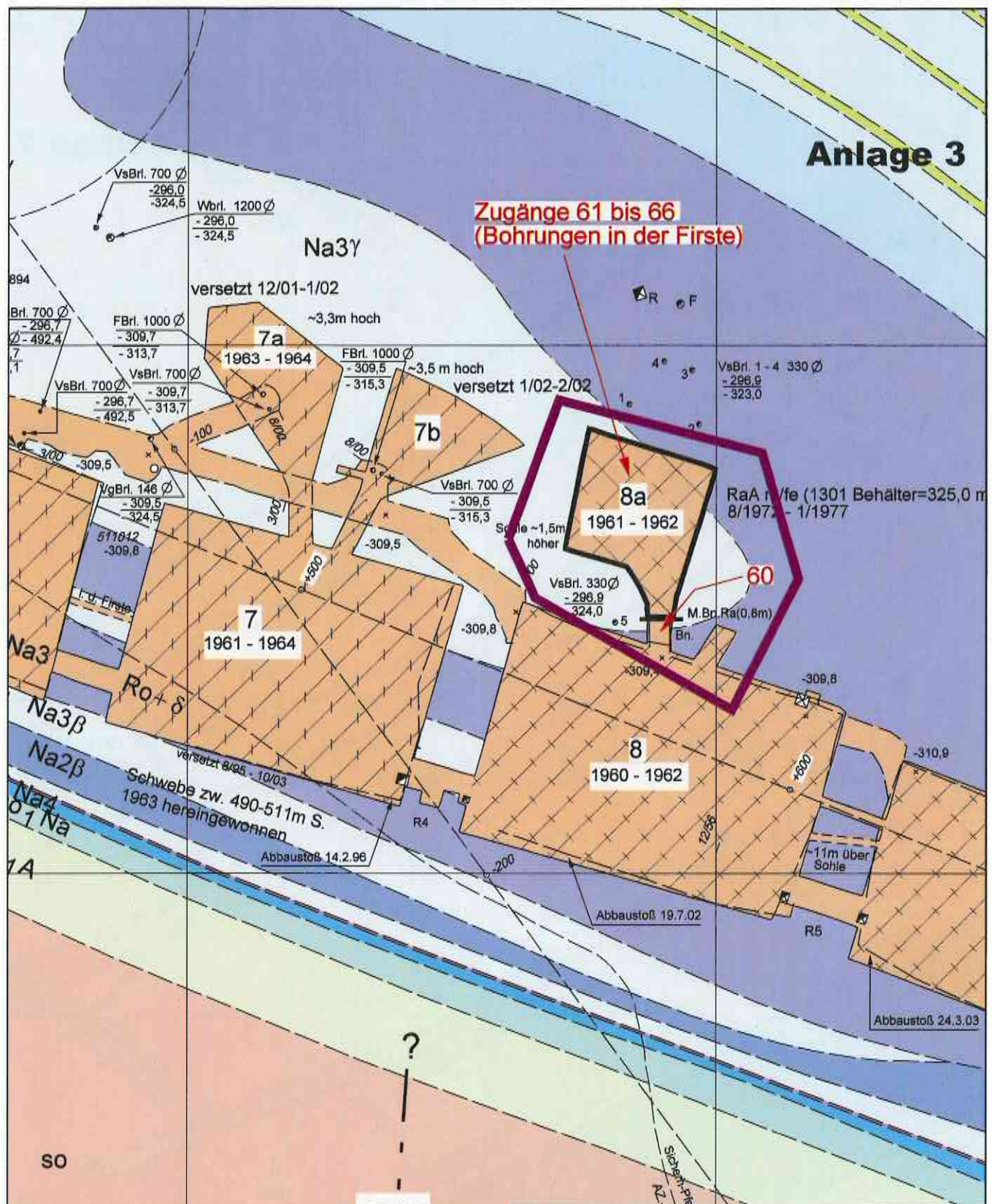
Legende

- 1. Gebäude
- 2. Mauerwerk
- 3. Fundament
- 4. Bodenplatte
- 5. Dach
- 6. Außenwand
- 7. Innenwand
- 8. Türe
- 9. Fenster
- 10. Kamin
- 11. Schornstein
- 12. Giebel
- 13. Dachstuhl
- 14. Dachstuhl
- 15. Dachstuhl
- 16. Dachstuhl
- 17. Dachstuhl
- 18. Dachstuhl
- 19. Dachstuhl
- 20. Dachstuhl
- 21. Dachstuhl
- 22. Dachstuhl
- 23. Dachstuhl
- 24. Dachstuhl
- 25. Dachstuhl
- 26. Dachstuhl
- 27. Dachstuhl
- 28. Dachstuhl
- 29. Dachstuhl
- 30. Dachstuhl
- 31. Dachstuhl
- 32. Dachstuhl
- 33. Dachstuhl
- 34. Dachstuhl
- 35. Dachstuhl
- 36. Dachstuhl
- 37. Dachstuhl
- 38. Dachstuhl
- 39. Dachstuhl
- 40. Dachstuhl
- 41. Dachstuhl
- 42. Dachstuhl
- 43. Dachstuhl
- 44. Dachstuhl
- 45. Dachstuhl
- 46. Dachstuhl
- 47. Dachstuhl
- 48. Dachstuhl
- 49. Dachstuhl
- 50. Dachstuhl
- 51. Dachstuhl
- 52. Dachstuhl
- 53. Dachstuhl
- 54. Dachstuhl
- 55. Dachstuhl
- 56. Dachstuhl
- 57. Dachstuhl
- 58. Dachstuhl
- 59. Dachstuhl
- 60. Dachstuhl
- 61. Dachstuhl
- 62. Dachstuhl
- 63. Dachstuhl
- 64. Dachstuhl
- 65. Dachstuhl
- 66. Dachstuhl
- 67. Dachstuhl
- 68. Dachstuhl
- 69. Dachstuhl
- 70. Dachstuhl
- 71. Dachstuhl
- 72. Dachstuhl
- 73. Dachstuhl
- 74. Dachstuhl
- 75. Dachstuhl
- 76. Dachstuhl
- 77. Dachstuhl
- 78. Dachstuhl
- 79. Dachstuhl
- 80. Dachstuhl
- 81. Dachstuhl
- 82. Dachstuhl
- 83. Dachstuhl
- 84. Dachstuhl
- 85. Dachstuhl
- 86. Dachstuhl
- 87. Dachstuhl
- 88. Dachstuhl
- 89. Dachstuhl
- 90. Dachstuhl
- 91. Dachstuhl
- 92. Dachstuhl
- 93. Dachstuhl
- 94. Dachstuhl
- 95. Dachstuhl
- 96. Dachstuhl
- 97. Dachstuhl
- 98. Dachstuhl
- 99. Dachstuhl
- 100. Dachstuhl



Anlage 3

Zugänge 61 bis 66
(Bohrungen in der Firste)



D15

lfd. Nr. der Kammerzugänge

KZL: 14/77756/RHV/RB/RG/0003/00

SO

Schachtanlage Asse

Ausschnitt aus dem
Speicher- und Sohlenriss 511 m
mit lfd. Nummerierung der Kammer-
zugänge der Lagerkammer 8a/511

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 60 m

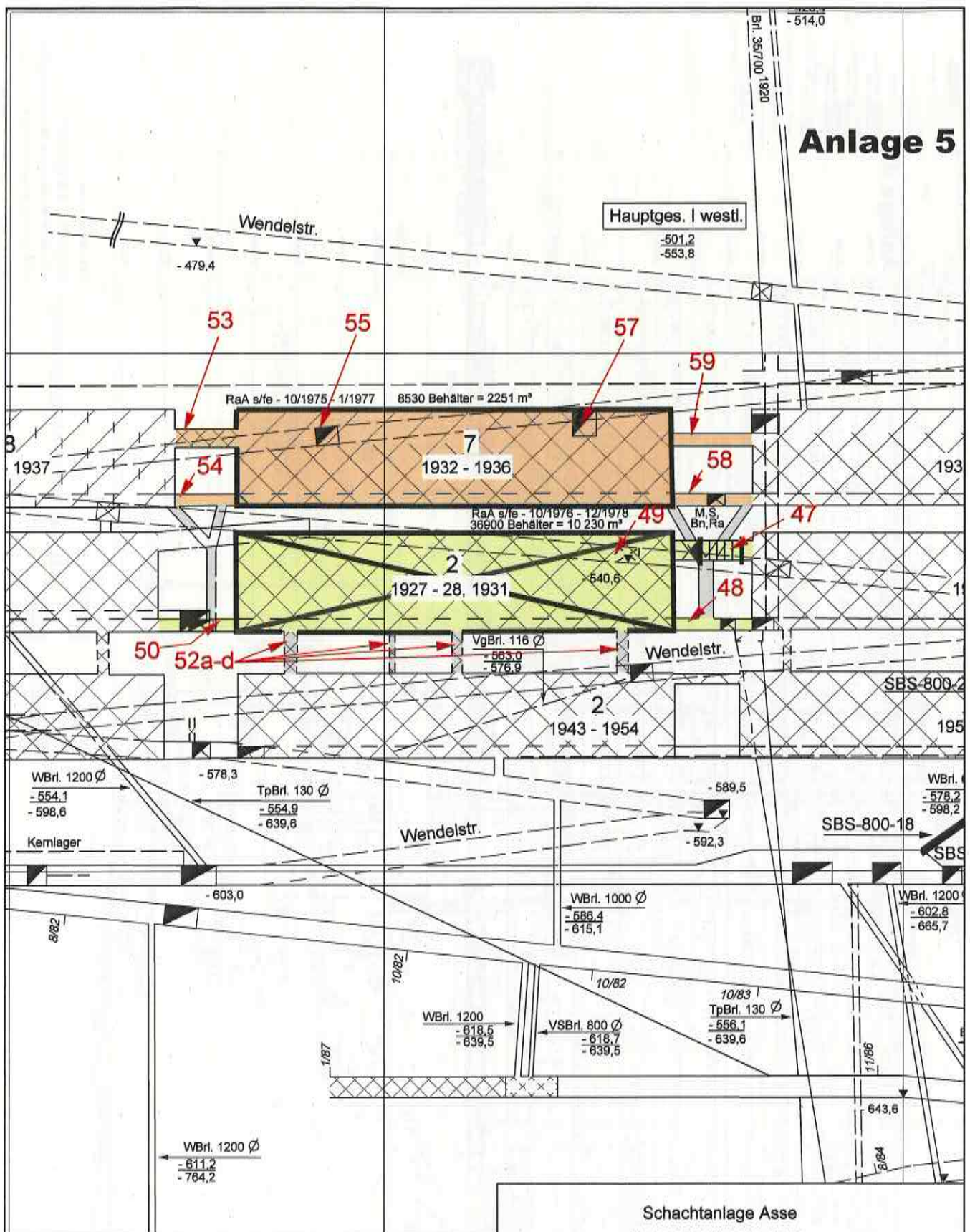
Asse-GmbH
Gesellschaft für Betriebsführung und
Schließung der Schachtanlage Asse II

Remlingen, den 18.03.2009

letzte
Änderung:
10.02.2009

Zeichnungs-Nr
ELKN511-8A-01
Bearb.-Stand
00

Anlage 5



KZL: 14/77756/RHV/RB/RG/0005/00

→ lfd. Nr. der Kammerzugänge

Schachanlage Asse
Ausschnitt aus dem
Seiger- und Längsschnitt 1
mit lfd. Nummerierung der Zugänge zur
Einlagerungskammer 7/725 und 2/750

1 : 1000 0 10 20 30 40 50 60 m

Asse-GmbH
Gesellschaft für Betriebsführung und
Schließung der Schachanlage Asse II

Remlingen, den 23.03.2009

letzte
Änderung:
17.03.2009

Zeichnungs-Nr.
ELKN-S1-A-01
Bearb.-Stand
00

Spezifische Daten der Einlagerungskammern

Einlagerungskammer		LAW											MAW		
		10/750	8/750	4/750	5/750	6/750	7/750	11/750	12/750	2/750 (Na3)	1/750	2/750 (Na2)	7/725 (Na2)	Summe bzw. Mittel	Ma511
Kammergeometrie															
mittlere Länge ¹⁾	[m]	38	62	51	46	49	59	62	36	23	50	82	84		23
mittlere Breite ¹⁾	[m]	27	19	16	35	39	33	25	32	28	20	23	20		23
mittlere Höhe	[m]	11,5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	17	17		14
planimetrische Grundfläche	[m ²]	1.030	1.190	910	1.700	1.990	1.880	1.620	1.230	740	1.060	1.880	1.620		500
Chronologie															
Kammer erstellt ²⁾		1923	1920 - 1921	1918 - 1919	1918 - 1919	1919	1919 - 1920	1921	1922	1917	1916 - 1918	1927 - 1928 u. 1931	1932 - 1936		1951 - 1962
Einlagerung ³⁾		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		8/72 - 1/77
Einlagerungstechnik ¹⁾		Abklapp	Abklapp	Stapel stehend	Abklapp (unten) + Stapel (oben)	Abklapp (unten) + Stapel (oben)	Abklapp (unten) + Stapel (oben)	Abklapp (unten) + Stapel (oben)	Stapel legend	Stapel stehend	Stapel legend	Abklapp	Abklapp		Abklapp
Einlagerte Abfallgebände ³⁾															
100 l - Fässer	[Stk]	76	213	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	305	0
150 l - Fässer	[Stk]	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
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	94.056	1.301 *
250 l - Fässer	[Stk]	20	0	25	0	0	0	30	428	185	0	0	0	688	0
300 l - Fässer	[Stk]	14	154	30	3	0	0	50	24	29	25	0	12	341	0
400 l - Fässer	[Stk]	280	709	10	1.349	1.184	139	604	215	1.711	752	6.392	840	14.155	0
VSA (1,17m ³)	[Stk]	8	0	0	1.198	4.799	3.138	4.731	717	153	0	0	35	14.779	0
Sondeneinpackungen	[Stk]	0	2	10	2	11	0	3	0	0	0	4	0	32	0
Gebindebrutvolumen	[m ³]	1.175	2.833	1.488	3.701	6.592	3.993	6.792	2.514	2.305	2.693	10.230	2.251	46.566	325
± eingelagerte Gebinde	[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	124.486	1.301 *
geringster Abstand zum Deckgebinde	[m]	20	30	40	40	50	60	90	140	160	110	120	120		60
Kammervolumina															
geschätztes Kammerfönd.	[m ³]	7.100	8.500	6.600	12.200	14.300	13.500	11.700	7.900	5.300	6.800	21.900	14.000	128.600	5.600
Rechner. (Luft) i. d. Kammer	[m ³]	2.900	3.500	3.700	5.000	4.700	5.000	4.500	3.900	2.200	2.700	8.900	6.000	53.000	5.300
entspricht	%	41%	42%	56%	41%	33%	37%	39%	49%	42%	41%	41%	43%	40%	94%
Genauigkeitsabschätzung	%	± 18%	± 22%	± 21%	± 22%	± 21%	± 21%	± 20%	± 22%	± 22%	± 23%	± 16%	± 12%	± 20%	± 20%
unverfüllter Hohlraum	[m ³]	-	-	2.800	270	-	-	900 ⁴⁾	2.600	1.400	1.500	-	1.600	10.870	5.300

¹⁾ Quelle : Hohlraumblatt
²⁾ Quelle : Grubenbild der Schachtanlage Asse
³⁾ Quelle : Datenbank ASSEKAT
⁴⁾ oberhalb der Ausgleichsschicht zwischen den geklippten und gestapelten Fässern

Zusammenfassung

Summe Gebinde LAW	124.494 Stk.
Summe Gebinde MAW	1.293 Stk.
Gebinde gesamt	125.787 Stk.
Summe Gebindebrutvolumen	46.891 m ³

Geometrische Daten der Zugänge zu den Einlagerungskammern und der Verschlussbauwerke¹⁾

lfd. Nr.:	Kurzbezeichnung	Geometrie ²⁾			Verschlussbauwerk		Datenquelle
		Länge [m]	Breite [m]	Höhe [m]	bestehend aus	Länge [m]	
1	östl. Zugang Ka. 10/750 von der 2. südl. Richtstrecke nach Westen	8,0	6,1	2,1			[a],[b]
2	westl. Zugang Ka. 10/750 von der 2. südl. Richtstrecke nach Westen	24,0	5,6	3,5			[a],[b]
3	Durchhieb zw. Ka. 10/750 und Abb. 9/750 im Sohlenniveau	20,5	3,8	2,0			[a]
4	Durchhieb zw. Ka. 10/750 und Abb. 9/750 im Firstniveau	21,0	4,5	3,5			[a]
5	Rollloch in der Firste von Ka. 10/750	12,0	A ca. 5 m ²				[a]
6	Durchhieb zw. Ka. 8/750 und Abb. 9/750 im Sohlenniveau	21,0	4,0	2,2			[a],[b]
7	Durchhieb zw. Ka. 8/750 und Abb. 9/750 im Firstniveau	21,0	4,0	3,5	Salzbeton	4,0	[a]
8	westl. Zugang Ka. 8/750 von der 2. südl. Richtstr. nach Westen	7,0	3,9	2,5	Salzbeton	3,0	[a],[b]
9	östl. Zugang Ka. 8/750 von der 2. südl. Richtstr. nach Westen	7,0	3,9	2,2	Salzbeton	3,0	[a],[b]
10	Durchhieb zw. Ka. 8/750 und Abb. 4/750 im Sohlenniveau	22,0	4,0	2,0			[a]
11	Zugang Ka. 4/750 von der 2. südl. Richtstr. n. Westen	7,0	7,0	2,6	Salzbeton	4,0	[a],[b]
12	nördl. Durchhieb zw. Ka. 4/750 und Abb. 3/750 im Sohlenniveau	18,0	4,5	2,0			[a]
13	südl. Durchhieb zw. Ka. 4/750 und Abb. 3/750 im Sohlenniveau	21,0	3,5	2,0			[a]
14	südl. Durchhieb zw. Abb. 3/750 und Ka. 5/750 im Sohlenniveau	24,0	3,0	2,0			[a]
15	Durchhieb zw. Abb. 3/750 und Ka. 5/750 im Firstniveau	24,0	3,6	1,6-2,3			[a],[b]
16	Wetterbohrung zw. Abb. 3/750 und Ka. 5/750	24,0	oval (0,4m x 0,18m)				[a],[b]
17	nördl. Durchhieb zw. Abb. 3/750 und Ka. 5/750 im Sohlenniveau	20,5	4,0	2,5			[a]
18	Zugang Ka. 5/750 von der süd. Richtstrecke nach Osten	14,0	4,0	2,0	Salzbeton	5,0	[a]
19	Durchhieb zw. Kammer 5/750 und 6/750 im Firstniveau	22,0	4,0	3,5			[a]
20	Durchhieb zw. Kammer 5/750 und 6/750 im Sohlenniveau	22,0	4,0	2,0			[a]
21	westl. Zugang Ka. 6/750 von der süd. Richtstrecke nach Osten	18,0	4,0	4,0	Salzbeton	3,1	[a],[c]
22a	Bohrung in der Sohle der Einlagerungskammer 6/750	25,0	Ø = 0,4 m				[a],[d]
22b	Bohrung in der Sohle der Einlagerungskammer 6/750	25,0	Ø = 0,4 m				[a],[d]
22c	Bohrung in der Sohle der Einlagerungskammer 6/750	50,0	Ø = 0,32 m				[a],[d]
22d	Bohrung in der Sohle der Einlagerungskammer 6/750	51,0	Ø = 0,32 m				[a],[d]
23	südl. Durchhieb zw. Ka. 6/750 und 7/750 im Sohlenniveau	21,0	4,0	2,0			[a]
24	Durchhieb zw. Kammer 6/750 und 7/750 im Firstniveau	21,0	4,2	3,4	Salzbeton	4,0	[a],[c]
25	nördl. Durchhieb zw. Ka. 6/750 und 7/750 im Sohlenniveau	21,0	3,5	2,0			[a]
26	westl. Zugang Ka. 7/750 von der süd. Richtstrecke nach Osten	18,0	4,3	5,0	Salzbeton	4,0	[a],[c]
27	Querschlag zw. Ka. 7/750 und Abb. 5/750 im Na2 im Firstniveau	42,0	5,5	3,8	2)	18,8	[a],[b],[c]
28	nordöstl. Zugang Ka. 7/750	12,0	4,0	2,0			
29	Durchhieb zw. Ka. 7/750 und 11/750 im Firstniveau	22,0	3,8	3,5	Salzbeton	4,0	[a]
30	Durchhieb zw. Ka. 7/750 und 11/750 im Sohlenniveau	21,0	3,8	2,5			[a]
31	Zugang Ka. 11/750 von der süd. Richtstrecke nach Osten	10,0	3,8	3,5	Salzbeton	6,0	[a],[c]
32	westl. Zugang Ka. 11/750 von der nördl. Begleilstrecke	7,0	4,0	2,0			[a]
33	östl. Zugang Ka. 11/750 von der nördl. Begleilstrecke	7,0	4,0	2,0			[a]
34	Durchhieb zw. Ka. 11/750 und 12/750 im Sohlenniveau	32,0	4,0	2,2	Salzbeton	6,0	[a]
35	Zugang Ka. 12/750 von der nördl. Richtstrecke nach Osten	9,0	3,8	2,2	Salzbeton	3,5	[a]
36	Durchhieb zw. Ka. 12/750 und 2/750 im Sohlenniveau	20,0	3,8	2,0	Salzbeton	5,0	[a]
37	Durchhieb zw. Ka. 12/750 und 2/750 im Firstniveau	22,0	3,5	3,5			[a]
38	Zugang Ka. 2/750 von der 2. nördl. Richtstrecke nach Osten	8,0	3,8	2,0			[a]
39	nördl. Durchhieb zw. Ka. 2/750 und 1/750 im Sohlenniveau	17,0	3,8	2,0			[a]
40	nordöstl. Zugang Ka. 2/750	18,0	4,5	2,5			
41	Strecke südl. der Ka. 2/750	25,0	4,0	2,5			
42	südl. Durchhieb zw. Ka. 2/750 und 1/750 im Sohlenniveau	18,0	3,8	2,0			[a]
43	Durchhieb zw. Ka. 1/750 und Kaliabb. 12 Ost im Sohlenniveau	19,0	3,8	2,0			[a]
44a	Erkundungsstrecke östl. der Ka. 1/750	5,0	4,0	2,5			
44b	Erkundungsstrecke östl. der Ka. 1/750	37,0	4,0	2,5			
45	Streckenverschluss der südlichen Richtstrecke nach Osten		5,2	4,5	Salzbeton	6,0	[b],[c]
46	Zugang Ka. 2/750 im Na2 von der 1. südl. Richtstr. n. Westen	26,0	1,7	1,3			[a],[b]
47	Durchhieb zw. Ka. 2/750 (Na2) und Abb. 3/750 (Na2) im Firstniveau	15,0	4,0	3,5	Salzbeton	6,0	[a]
48	Durchhieb zw. Ka. 2/750 (Na2) und Abb. 3/750 (Na2) im Sohlenniveau	15,0	6,5	2,0			[a]
49	Zugang Ka. 2/750 (Na2) von der Wendelstrecke	25,5	6,2	4,0	Salzbeton	6,0	[a],[b]
50	südl. Durchhieb zw. Ka. 2/750 (Na2) und Abb. 1/750 (Na2) im Sohlenniveau	15,0	6,5	2,0			[a]
51	nördl. Durchhieb zw. Ka. 2/750 (Na2) und Abb. 1/750 (Na2) im Sohlenniveau	15,0	4,5	2,0			[a]
52 a-d	Rolllöcher in der Schwabe zw. ELK 2/750 (Na2) und Abb. 2/775 (Na2)	8,0	Ø ca. 2 m				[a]
53	Durchhieb zw. Ka. 7/725 (Na2) und um Abb. 8/725 (Na2) im Firstniveau	14,0	4,0	3,5			[a]
54	Durchhieb zw. Ka. 7/725 (Na2) und um Abb. 8/725 (Na2) im Sohlenniveau	13,0	6,0	2,0			[a]
55	Zufahrt von der Wendelstrecke zur Ka. 7/725 (Na2) im Firstniveau	25,0	4,8	3,5			[a],[b]
56	Wetterbohrung zw. Ka. 7/725 (Na2) und der Wendelstrecke	27,0	Ø = 0,5 m				[a]
57	Querschlag von der Wendelstrecke zur Ka. 7/725 (Na2) im Firstniveau	22,0	4,8	3,5			[a],[b]
58	Durchhieb zw. Ka. 7/725 (Na2) und Abb. 6/725 (Na2) im Sohlenniveau	14,0	5,0	2,0			[a]
59	Durchhieb zw. Ka. 7/725 (Na2) und Abb. 6/725 (Na2) im Firstniveau	14,0	2,5	2,0			[a]
60	Zugang Ka. 8a/511	8,0	3,9	2,7	Betonmauer ³⁾	5,0	[e]
61	Beschickungsloch durch die Firste (verrohrt und mit Stahlplatte abgedeckt)	6,0	Ø ca. 1,0 m				[f]
62	Bohrloch durch die Firste (mit Stahlplatte abgedeckt)	6,0	Ø ca. 0,3 m				[f]
63	Bohrloch durch die Firste (mit Stahlplatte abgedeckt)	7,0	Ø ca. 0,3 m				[f]
64	Bohrloch für die einziehenden Wetter (verrohrt)	6,0	Ø ca. 0,3 m				[f]
65	Bohrloch durch die Firste für die Videoüberwachung	6,0	Ø ca. 0,5 m				[f]
66	Bohrloch durch die Firste für die Abluft (verrohrt)	6,0	Ø ca. 0,5 m				[f]

Bemerkungen:

Zusätzlich zu den Verschlussbauwerken wurde die südliche Richtstrecke nach Osten im Bereich der Einlagerungskammern 5 - 7/750 mit Salzhautwerk versetzt.

¹⁾ Da die Zugänge zu den Einlagerungskammern alle unregelmäßige geometrische Formen haben, werden in dieser Tabelle die mittleren geometrischen Daten aufgelistet. Die geometrischen Daten beruhen im Wesentlichen aus den Angaben des Grubenbildes (siehe Datenquelle [a]). Querschnittsverringernungen aufgrund von Konvergenzeinflüssen sind anzunehmen, können aber nicht quantifiziert werden.

²⁾ Aufbau des Verschlussbauwerkes im Querschlag zwischen der Einlagerungskammer 7/750 und dem Abbau 5/750 im Na2 (von der Einlagerungskammer folgend): 3,6 m Salzbeton / 2,0 m Bitumenemulsion / 5,0 m Salzbeton / 2,0 m Bitumenemulsion / 5,0 m Salzbeton

³⁾ Zweiteiliges Verschlussbauwerk, Aufbau von der Einlagerungskammer folgend: seit 1972: 0,8 m Stahlbeton mit eingebautem Bleiglasfenster, seit Dezember 1998: 4,2 m unbewehrter, langsam erhärtender Beton

Datenquellen:

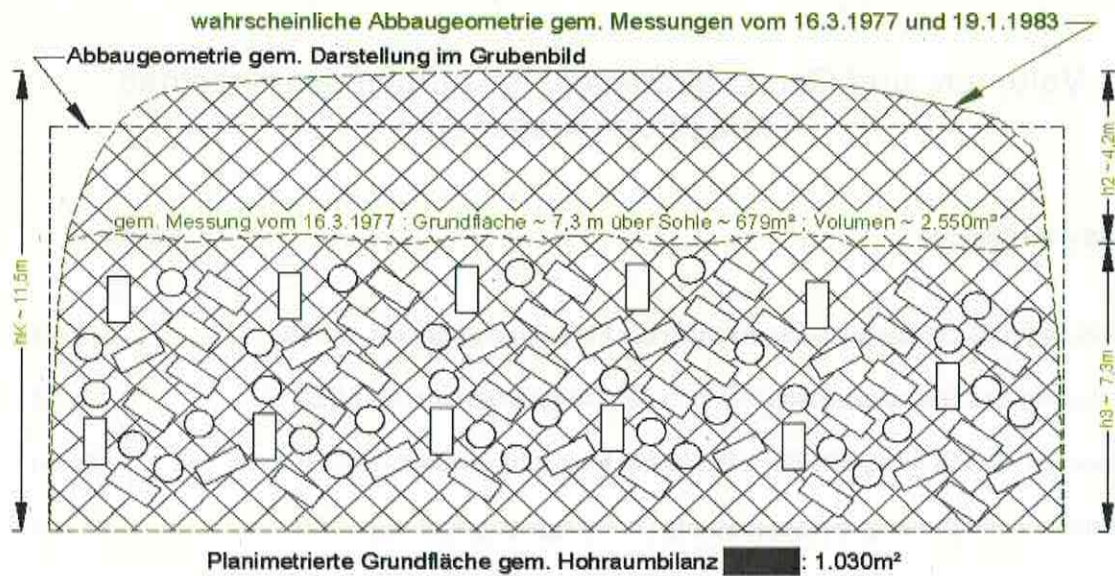
- [a] GSF, Grubenbild der Schachtanlage Asse, Stand: 12/08 /1/
- [b] aktuelle Meßwerte
- [c] [REDACTED] Untersuchungen zum Versatz und Verschluss von Kammern und Strecken in einem Endlager im Salz, GSF-Bericht 19/91 /4/
- [d] [REDACTED] Temperatur-Versuchsfeld 3, Versuchsbericht, GSF-Bericht, Mai 1977 /11/
- [e] Sonderbetriebsplan 5/98, Aktenzeichen W 5010 AT-Bh. IX-3/98 IV, Datum der Zulassung: 14.10.1998
- [f] Schnitt- und grundsätzliche Darstellungen (Zeichnungsnr.: 5/4A/16, 5/4A/18, 5/4A/20a)

Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen der einzelnen Einlagerungskammern

Inhaltsverzeichnis	Seiten
1. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 10/750	2 - 4
2. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 8/750	5 - 7
3. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 4/750	8 - 10
4. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 5/750	11 - 13
5. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 6/750	14 - 16
6. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 7/750	17 - 19
7. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 11/750	20 - 22
8. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 12/750	23 - 25
9. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 2/750 (Na3)	26 - 28
10. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 1/750	29 - 31
11. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 2/750 (Na2)	32 - 34
12. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 7/725	35 - 36
13. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 8a/511	37 - 38

1. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 10/750

Prinzipiskizze:



1.1 Ausgangsdaten	Genauigkeitsangaben		
1.1.1 Planimetrierte Grundfläche $A_G^{1)}$:	1.030 m ²	± 5%	± 52 m ²
1.1.2 Grundfläche 7,3 m über Sohle $A_2^{2)}$:	679 m ²	± 5%	± 34 m ²
1.1.3 Mittlere Kammerhöhe $h_K^{2)}$:	11,5 m	± 5%	± 0,6 m
1.1.4 Höhe $h_2^{2)}$:	4,2 m	± 5%	± 0,2 m
1.1.5 Volumen der oberen Salzschicht $V_{S1}^{2)}$:	2.550 m ³	± 5%	± 128 m ³
1.1.6 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor $f_V^{3)}$:	0,7	± 15%	± 0,11
1.1.7 Korrekturfaktor Konvergenz bis 2009 $f_{K1}^{6)}$:	0,72		± 0,10
1.1.8 Korrekturfaktor Konv. bis Ende Einlagerung $f_{K2}^{6)}$:	0,83		± 0,10
1.1.9 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor $f_{FeS}^{4)}$:	0,67		± 0,04
1.1.10 Gebindebruttovolumen $V_{GB}^{5)}$:	1.175 m ³	± 10%	± 118 m ³
1.1.11 Porenvolumen in den Gebinden $V_{PG}^{5)}$:	263 m ³	± 30%	± 79 m ³

Erläuterungen / Quellen

- ¹⁾ Hohraumbilanz
- ²⁾ gem. markscheiderischer Messung vom 16.3.1977 und 19.1.1983
- ³⁾ Verfüllungsgrad in den Zwickelräumen (vgl. Kap. 4.4.3 des Textteiles)
- ⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)
- ⁵⁾ Datenbank ASSEKAT /5/
- ⁶⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 10)

1.2 Berechnungen

1.2.1 Abschätzung der Höhe h_3

$$h_3 = h_K - h_2 \quad 7,3 \text{ m}$$

$$S_{h_3} = \sqrt{S_{h_K}^2 + S_{h_2}^2} \quad \pm 0,6 \text{ m}$$

1.2.2 Abschätzung des Volumens der unteren Einlagerungsschicht V_{S2}

$$V_{S2} = \frac{(A_G + A_2)}{2} \cdot h_3 \cdot f_{k2} \quad 5.177 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{S2}} = \sqrt{\left(\frac{h_3 \cdot f_{k2}}{2}\right)^2 \cdot S_{A_G}^2 + \left(\frac{h_3 \cdot f_{k2}}{2}\right)^2 \cdot S_{A_2}^2 + \left(\frac{A_G \cdot f_{k2} + A_2 \cdot f_{k2}}{2}\right)^2 \cdot S_{h_3}^2 + \left(\frac{A_G \cdot h_3 + A_2 \cdot h_3}{2}\right)^2 \cdot S_{f_{k2}}^2} \quad \pm 746 \text{ m}^3$$

1.2.3 Abschätzung des korrigierten Volumens der oberen Salzsicht V_{S1k}

$$V_{S1k} = V_{S1} \cdot f_{k2} \quad 2.117 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{S1k}} = \sqrt{f_{k2}^2 \cdot S_{V_{S1}}^2 + V_{S1}^2 \cdot S_{f_{k2}}^2} \quad \pm 276 \text{ m}^3$$

1.2.4 Abschätzung des Leervolumens der Einlagerungskammer V_{Leer} (2009)

$$V_{Leer} = \frac{(A_G + A_2)}{2} \cdot h_k \cdot f_{k1} \quad 7.075 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Leer}} = \sqrt{\left(\frac{h_k \cdot f_{k1}}{2}\right)^2 \cdot S_{A_G}^2 + \left(\frac{h_k \cdot f_{k1}}{2}\right)^2 \cdot S_{A_2}^2 + \left(\frac{A_G \cdot f_{k1} + A_2 \cdot f_{k1}}{2}\right)^2 \cdot S_{h_k}^2 + \left(\frac{A_G \cdot h_k + A_2 \cdot h_k}{2}\right)^2 \cdot S_{f_{k1}}^2} \quad \pm 1.075 \text{ m}^3$$

1.2.5 Abschätzung des theor. Hohlraums für Versatzmaterial in der unteren Schicht V_i

$$V_i = V_{S2} - V_{GB} \quad 4.002 \text{ m}^3$$

$$S_{V_i} = \sqrt{S_{V_{S2}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad \pm 756 \text{ m}^3$$

1.2.6 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_S

$$V_S = V_i \cdot f_V + V_{S1k} \quad 4.918 \text{ m}^3$$

$$S_{V_S} = \sqrt{f_V^2 \cdot S_{V_i}^2 + V_i^2 \cdot S_{f_V}^2 + S_{V_{S1k}}^2} \quad \pm 730 \text{ m}^3$$

1.2.7 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_S \cdot f_{FeS} \quad 3.295 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_S}^2 + V_S^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 527 \text{ m}^3$$

1.2.7 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) i. d. Kammer V_R

$$V_R = V_{Leer} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 2.868 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Leer}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.206 \text{ m}^3$$

1.2.8 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{Leer}} \quad 41\%$$

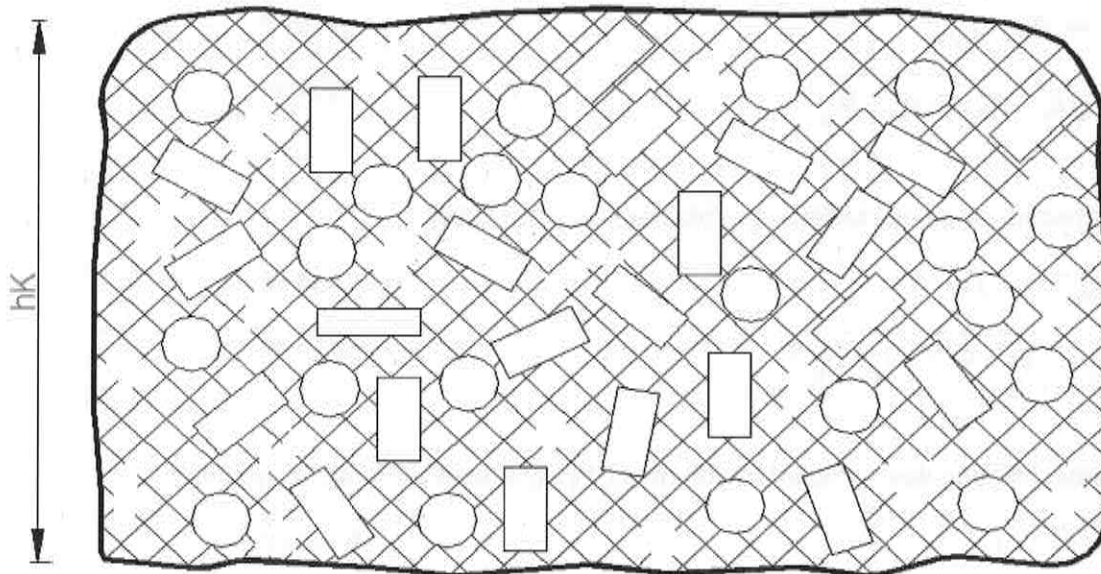
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Leer}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Leer}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Leer}}^2} \quad \pm 18\%$$

1.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	7.100 m ³	$\pm 1.100 \text{ m}^3$
Luftvolumen in der Einlagerungskammer:	2.900 m ³	$\pm 1.200 \text{ m}^3$
das entspricht :	41%	$\pm 18\%$

2. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 8/750

Prinzipiskizze:



2.1 Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

2.1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.180 m ²	± 5%	± 59 m ²
2.1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	10,0 m	± 10%	± 1,0 m
2.1.3 Korrekturfaktor Konvergenz bis 2009 f_{K1} ²⁾ :	0,72		± 0,10
2.1.4 Korrekturfaktor Konv. bis Ende Einlagerung f_{K2} ²⁾ :	0,83		± 0,10
2.1.5 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor f_V ³⁾ :	0,6	± 15%	± 0,09
2.1.6 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		± 0,04
2.1.7 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	2.833 m ³	± 10%	± 283 m ³
2.1.8 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	673 m ³	± 30%	± 202 m ³

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz

²⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 10)

³⁾ Verfüllungsgrad in den Zwickelräumen (vgl. Kap. 4.4.3 des Textteiles)

⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)

⁵⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

2.2 Berechnungen

2.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 11.800 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 1.319 \text{ m}^3$$

2.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (für 2009)

$$V_{kor_{2009}} = V_{ur} \cdot f_{K1} \quad 8.496 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor_{2009}}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K1}}^2 + f_{K1}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.515 \text{ m}^3$$

2.2.3 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (Zeitpunkt: Ende Einlagerung)

$$V_{kor_{EE}} = V_{ur} \cdot f_{K2} \quad 9.794 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor_{EE}}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K2}}^2 + f_{K2}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.610 \text{ m}^3$$

2.2.4 Abschätzung des theor. Hohlraums für Versatzmaterial V_t

$$V_t = V_{kor_{EE}} - V_{GB} \quad 6.961 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{kor_{EE}}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad \pm 1.635 \text{ m}^3$$

2.2.5 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_s

$$V_s = V_t \cdot f_v \quad 4.177 \text{ m}^3$$

$$S_{V_s} = \sqrt{f_v^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_v}^2} \quad \pm 1.164 \text{ m}^3$$

2.2.6 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_s \cdot f_{FeS} \quad 2.798 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_s}^2 + V_s^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 780 \text{ m}^3$$

2.2.7 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) i. d. Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor_{2009}} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 3.538 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor_{2009}}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.739 \text{ m}^3$$

2.2.8 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{kor}} \quad 42\%$$

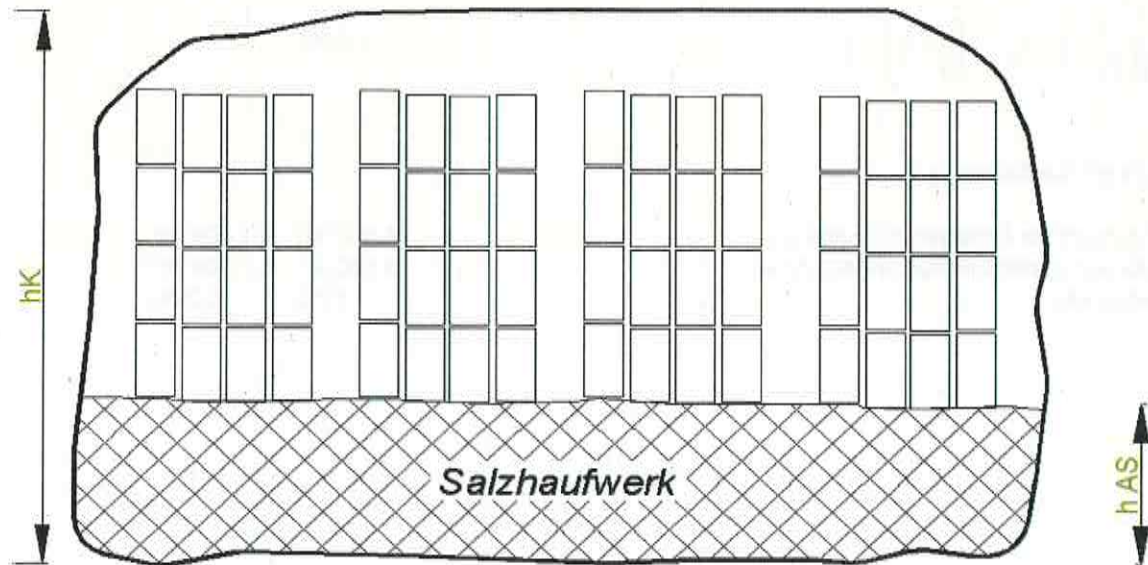
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 22\%$$

2.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	8.500 m ³ ± 1.500 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	3.500 m ³ ± 1.700 m ³
das entspricht :	42% ± 22%

3. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 4/750

Prinzipskizze:



3.1 Ausgangsdaten

	Genauigkeitsangaben		
3.1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	910 m ²	± 5%	± 46 m ²
3.1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	10,0 m	± 10%	± 1,0 m
3.1.3 Höhe der Ausgleichsschicht auf der Sohle h_{AS} ²⁾ :	3,0 m	± 10%	± 0,3 m
3.1.4 Korrekturfaktor Konvergenz bis 2009 f_{K1} ²⁾ :	0,72		± 0,10
3.1.5 Korrekturfaktor Konv. bis Ende Einlagerung f_{K2} ²⁾ :	0,83		± 0,10
3.1.6 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		± 0,04
3.1.7 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	1.488 m ³	± 10%	± 149 m ³
3.1.8 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	130 m ³	± 30%	± 39 m ³

Erläuterungen / Quellen

- ¹⁾ Hohlraumbilanz [REDACTED]
- ²⁾ Zeichnungsnummer 1/11/22
- ³⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 10)
- ⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)
- ⁵⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

3.2 Berechnungen

3.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 9.100 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 1.017 \text{ m}^3$$

3.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (für 2009)

$$V_{kor\ 2009} = V_{ur} \cdot f_{K1} \quad 6.552 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor\ 2009}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K1}}^2 + f_{K1}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.168 \text{ m}^3$$

3.2.3 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (Zeitpunkt: Ende Einlagerung)

$$V_{kor\ EE} = V_{ur} \cdot f_{K2} \quad 7.553 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor\ EE}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K2}}^2 + f_{K2}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.241 \text{ m}^3$$

3.2.4 Abschätzung des Volumens der Ausgleichsschicht auf der Sohle V_{AS}

$$V_{AS} = A_G \cdot f_{K2} \cdot h_{AS} \quad 2.266 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{AS}} = \sqrt{(h_{AS} \cdot f_{K2} \cdot S_{A_G})^2 + (A_G \cdot f_{K2} \cdot S_{h_{AS}})^2 + (A_G \cdot h_{AS} \cdot S_{f_{K2}})^2} \quad \pm 372 \text{ m}^3$$

3.2.5 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz in der Ausgleichsschicht auf der Sohle V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_{AS} \cdot f_{FeS} \quad 1.518 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{(f_{FeS} \cdot S_{V_{AS}})^2 + (V_{AS} \cdot S_{f_{FeS}})^2} \quad \pm 265 \text{ m}^3$$

3.2.6 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) in der Kammer V_R

$$V_R = V_{kor\ 2009} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 3.676 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{kor\ 2009}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.208 \text{ m}^3$$

3.2.7 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{kor}} \quad 56\%$$

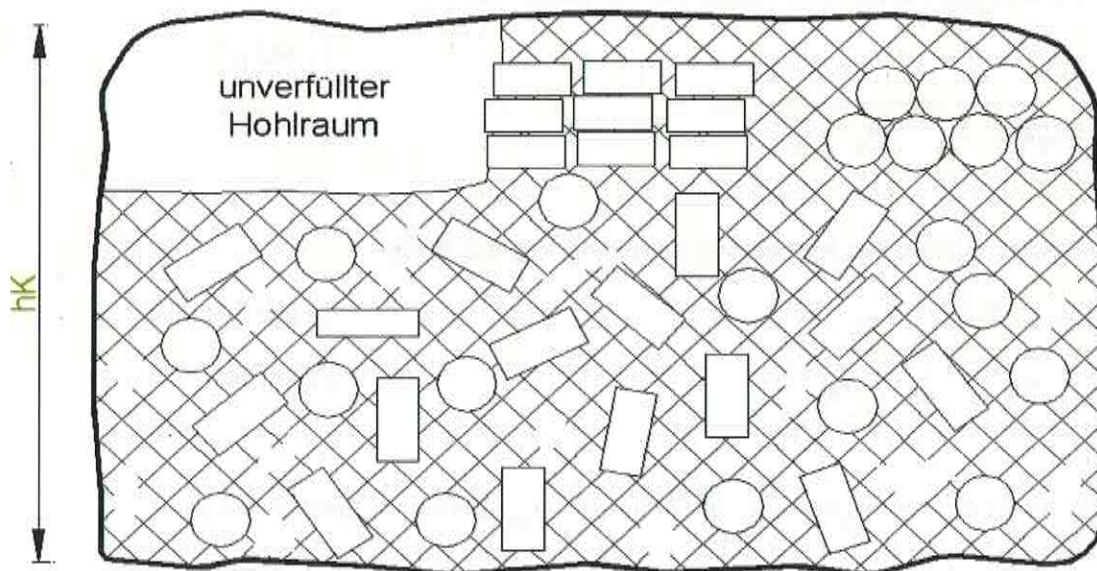
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 21\%$$

3.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	6.600 m ³	± 1.200 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	3.700 m ³	± 1.200 m ³
das entspricht :	56%	± 21%

4. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 5/750

Prinzipiskizze:



4.1 Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

4.1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.700 m ²	± 5%	± 85 m ²
4.1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	10,0 m	± 10%	± 1,0 m
4.1.3 Korrekturfaktor Konvergenz bis 2009 f_{K1} ²⁾ :	0,72		± 0,10
4.1.4 Korrekturfaktor Konv. bis Ende Einlagerung f_{K2} ²⁾ :	0,83		± 0,10
4.1.5 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohl. Faktor f_V ³⁾ :	0,6	± 15%	± 0,09
4.1.6 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		± 0,04
4.1.7 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	3.701 m ³	± 10%	± 370 m ³
4.1.8 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	529 m ³	± 30%	± 159 m ³
4.1.9 Unverfüllter Hohlraum V_{unv} ⁶⁾ :	273 m ³	± 3%	± 8 m ³

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz

²⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 10)

³⁾ Verfüllungsgrad in den Zwickelräumen (vgl. Kap. 4.4.3 des Textteiles)

⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)

⁵⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

⁶⁾ markscheiderisch bestimmt mittels 3-D-Laserscann vom 19.05.2009

4.2 Berechnungen

4.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 17.000 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 1.901 \text{ m}^3$$

4.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (für 2009)

$$V_{kor\ 2009} = V_{ur} \cdot f_{K1} \quad 12.240 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor\ 2009}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K1}}^2 + f_{K1}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 2.182 \text{ m}^3$$

4.2.3 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (Zeitpunkt: Ende Einlagerung)

$$V_{kor\ EE} = V_{ur} \cdot f_{K2} \quad 14.110 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor\ EE}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K2}}^2 + f_{K2}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 2.319 \text{ m}^3$$

4.2.4 Abschätzung des theor. Hohlraums für Versatzmaterial V_t

$$V_t = V_{kor\ EE} - V_{GB} - V_{unv} \quad 10.136 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{kor\ EE}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{unv}}^2} \quad \pm 2.349 \text{ m}^3$$

4.2.5 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_s

$$V_s = V_t \cdot f_v \quad 6.082 \text{ m}^3$$

$$S_{V_s} = \sqrt{f_v^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_v}^2} \quad \pm 1.679 \text{ m}^3$$

4.2.6 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_s \cdot f_{FeS} \quad 4.075 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_s}^2 + V_s^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 1.126 \text{ m}^3$$

4.2.7 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) i. d. Kammer V_R

$$V_R = V_{kor\ 2009} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 4.993 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{kor\ 2009}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 2.488 \text{ m}^3$$

4.2.8 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{kor}} \quad 41\%$$

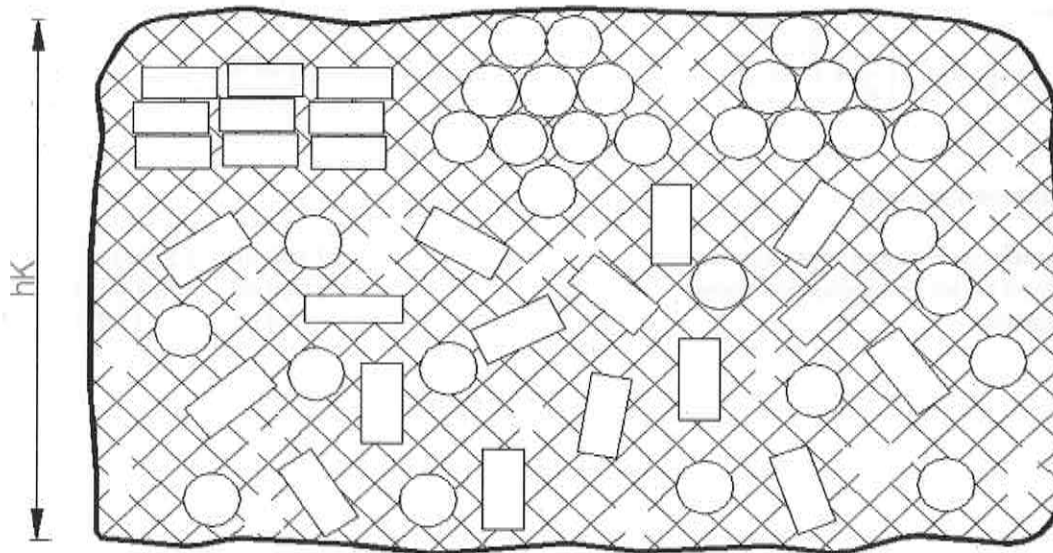
$$S_p = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 22\%$$

4.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	12.200 m ³	± 2.200 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	5.000 m ³	± 2.500 m ³
das entspricht :	41%	± 22%

5. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 6/750

Prinzipiskizze:



5.1 Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

5.1.1	Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.990 m ²	± 5%	± 100 m ²
5.1.2	Mittlere Kammerhöhe h_K :	10,0 m	± 10%	± 1,0 m
5.1.3	Korrekturfaktor Konvergenz bis 2009 f_{K1} ²⁾ :	0,72		± 0,10
5.1.4	Korrekturfaktor Konv. bis Ende Einlagerung f_{K2} ²⁾ :	0,83		± 0,10
5.1.5	Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor f_V ³⁾ :	0,5	± 15%	± 0,08
5.1.6	Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		± 0,04
5.1.7	Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	6.592 m ³	± 10%	± 659 m ³
5.1.8	Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	267 m ³	± 30%	± 80 m ³

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz

²⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 10)

³⁾ Verfüllungsgrad in den Zwickelräumen (vgl. Kap. 4.4.3 des Textteiles)

⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)

⁵⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

5.2 Berechnungen

5.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 19.900 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 2.225 \text{ m}^3$$

5.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (für 2009)

$$V_{kor_{2009}} = V_{ur} \cdot f_{K1} \quad 14.328 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor_{2009}}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K1}}^2 + f_{K1}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 2.555 \text{ m}^3$$

5.2.3 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (Zeitpunkt: Ende Einlagerung)

$$V_{kor_{EE}} = V_{ur} \cdot f_{K2} \quad 16.517 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor_{EE}}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K2}}^2 + f_{K2}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 2.715 \text{ m}^3$$

5.2.4 Abschätzung des theor. Hohlraums für Versatzmaterial V_i

$$V_i = V_{kor_{EE}} - V_{GB} \quad 9.925 \text{ m}^3$$

$$S_{V_i} = \sqrt{S_{V_{kor_{EE}}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad \pm 2.794 \text{ m}^3$$

5.2.5 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_S

$$V_S = V_i \cdot f_V \quad 4.963 \text{ m}^3$$

$$S_{V_S} = \sqrt{f_V^2 \cdot S_{V_i}^2 + V_i^2 \cdot S_{f_V}^2} \quad \pm 1.583 \text{ m}^3$$

5.2.6 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_S \cdot f_{FeS} \quad 3.325 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_S}^2 + V_S^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 1.061 \text{ m}^3$$

5.2.7 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) i. d. Kammer V_R

$$V_R = V_{kor_{2009}} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 4.678 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{kor_{2009}}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 2.845 \text{ m}^3$$

5.2.8 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{kor}} \quad 33\%$$

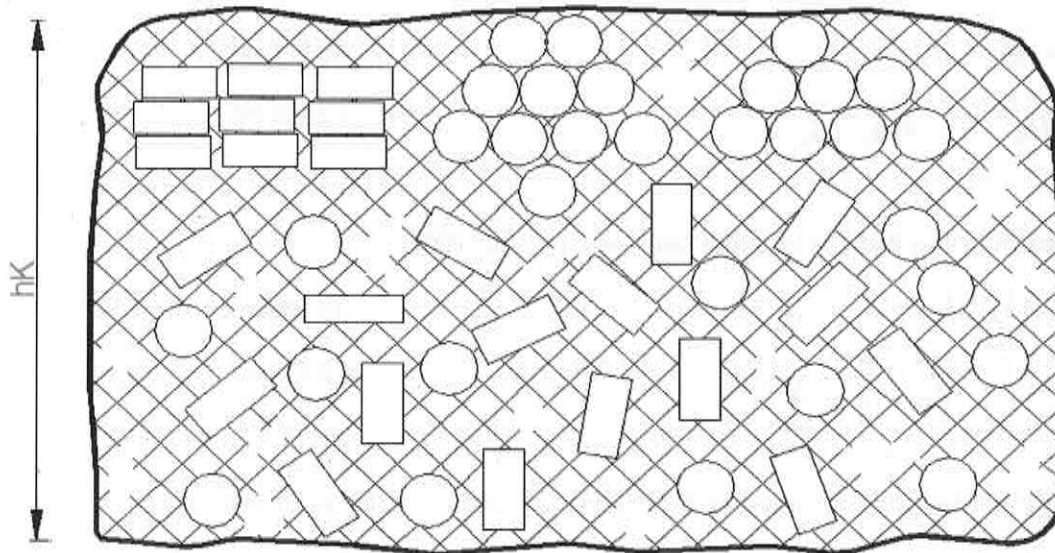
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 21\%$$

5.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	14.300 m ³ ± 2.600 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	4.700 m ³ ± 2.800 m ³
das entspricht :	33% ± 21%

6. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 7/750

Prinzipiskizze:



6.1 Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

6.1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.880 m ²	± 5%	± 94 m ²
6.1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	10,0 m	± 10%	± 1,0 m
6.1.3 Korrekturfaktor Konvergenz bis 2009 f_{K1} ²⁾ :	0,72		± 0,10
6.1.4 Korrekturfaktor Konv. bis Ende Einlagerung f_{K2} ²⁾ :	0,83		± 0,10
6.1.5 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor f_V ³⁾ :	0,6	± 15%	± 0,09
6.1.6 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		± 0,04
6.1.7 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	3.993 m ³	± 10%	± 399 m ³
6.1.8 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	97 m ³	± 30%	± 29 m ³

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz

²⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 10)

³⁾ Verfüllungsgrad in den Zwickelräumen (vgl. Kap. 4.4.3 des Textteiles)

⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)

⁵⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

6.2 Berechnungen

6.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 18.800 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 2.102 \text{ m}^3$$

6.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (für 2009)

$$V_{kor_{2009}} = V_{ur} \cdot f_{K1} \quad 13.536 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor_{2009}}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K1}}^2 + f_{K1}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 2.413 \text{ m}^3$$

6.2.3 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (Zeitpunkt: Ende Einlagerung)

$$V_{kor_{EE}} = V_{ur} \cdot f_{K2} \quad 15.604 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor_{EE}}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K2}}^2 + f_{K2}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 2.565 \text{ m}^3$$

6.2.4 Abschätzung des theor. Hohlraums für Versatzmaterial V_t

$$V_t = V_{kor_{EE}} - V_{GB} \quad 11.611 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{kor_{EE}}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad \pm 2.596 \text{ m}^3$$

6.2.5 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_s

$$V_s = V_t \cdot f_v \quad 6.967 \text{ m}^3$$

$$S_{V_s} = \sqrt{f_v^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_v}^2} \quad \pm 1.875 \text{ m}^3$$

6.2.6 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_s \cdot f_{FeS} \quad 4.668 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_s}^2 + V_s^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 1.258 \text{ m}^3$$

6.2.7 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) i. d. Kammer V_R

$$V_R = V_{kor_{2009}} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 4.972 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{kor_{2009}}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 2.751 \text{ m}^3$$

6.2.8 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{kor}} \quad 37\%$$

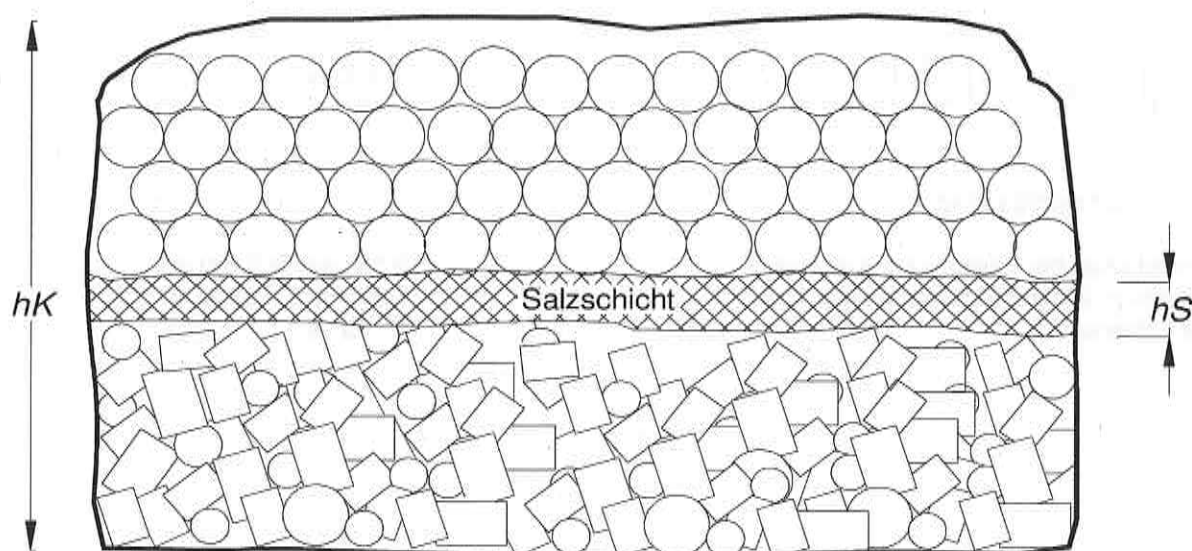
$$\bar{S}_p = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 21\%$$

6.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	13.500 m ³ ± 2.400 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	5.000 m ³ ± 2.800 m ³
das entspricht :	37% ± 21%

7. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 11/750

Prinzipskizze:



7.1 Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

7.1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.620 m ²	± 5%	± 81 m ²
7.1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	10,0 m	± 10%	± 1,0 m
7.1.3 Höhe der eingebrachten Salzschicht h_S ²⁾ :	0,8 m	± 10%	± 0,1 m
7.1.4 Korrekturfaktor Konvergenz bis 2009 f_{K1} ²⁾ :	0,72		± 0,10
7.1.5 Korrekturfaktor Konv. bis Ende Einlagerung f_{K2} ²⁾ :	0,83		± 0,10
7.1.6 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		± 0,04
7.1.7 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	6.792 m ³	± 10%	± 679 m ³
7.1.8 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	359 m ³	± 30%	± 108 m ³

Erläuterungen / Quellen

- ¹⁾ Hohlraumbilanz
- ²⁾ gem. mündlicher Überlieferung (vgl. Anhang 1.7)
- ³⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 10)
- ⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)
- ⁵⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

7.2 Berechnungen

7.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 16.200 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 1.811 \text{ m}^3$$

7.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (für 2009)

$$V_{kor2009} = V_{ur} \cdot f_{K1} \quad 11.664 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor2009}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K1}}^2 + f_{K1}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 2.080 \text{ m}^3$$

7.2.3 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (Zeitpunkt: Ende Einlagerung)

$$V_{korEE} = V_{ur} \cdot f_{K2} \quad 13.446 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{korEE}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K2}}^2 + f_{K2}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 2.210 \text{ m}^3$$

7.2.4 Abschätzung des Volumens der eingebrachten Salzschrift V_S

$$V_S = A_G \cdot f_{K2} \cdot h_S \quad 1.076 \text{ m}^3$$

$$S_{V_S} = \sqrt{(h_S \cdot f_{K2} \cdot S_{A_G})^2 + (A_G \cdot f_{K2} \cdot S_{h_S})^2 + (A_G \cdot h_S \cdot S_{f_{K2}})^2} \quad \pm 177 \text{ m}^3$$

7.2.5 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_S \cdot f_{FeS} \quad 721 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_S}^2 + V_S^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 126 \text{ m}^3$$

7.2.6 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) i. d. Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor2009} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 4.510 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor2009}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 2.194 \text{ m}^3$$

7.2.7 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 39\%$$

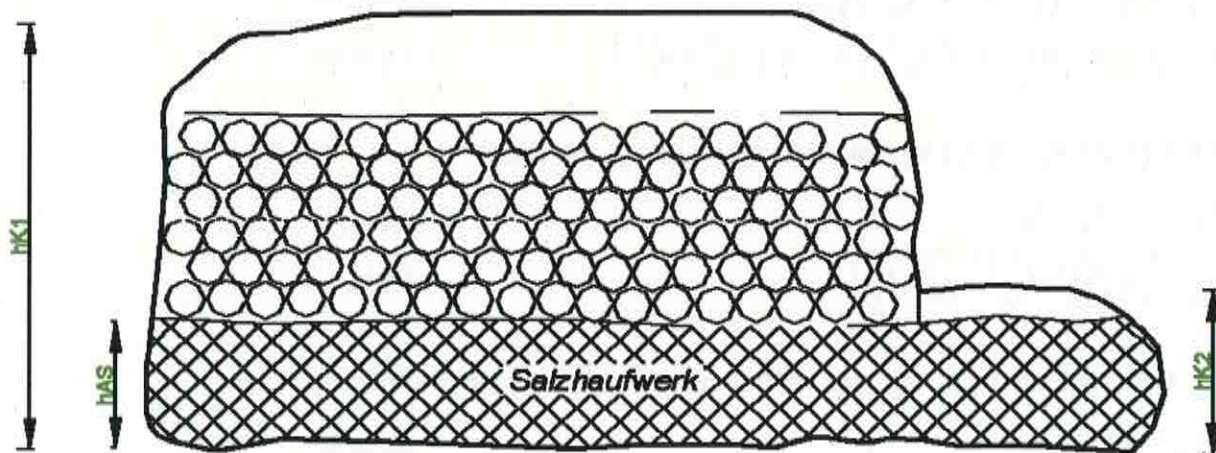
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Kor}}^2} \quad \pm 20\%$$

7.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	11.700 m ³	± 2.100 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer ;	4.500 m ³	± 2.200 m ³
das entspricht :	39%	± 20%

8. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 12/750

Prinzipskizze:



8.1 Ausgangsdaten

		Genauigkeitsangaben	
8.1.1	Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.230 m ²	± 5% ± 62 m ²
8.1.2	Planimetrierte Teilfläche A_{TF} ²⁾ :	195 m ²	± 10% ± 20 m ²
8.1.3	Mittlere Kammerhöhe h_{K1} :	10,0 m	± 10% ± 1,0 m
8.1.4	Kammerhöhe im nordöstl. Bereich h_{K2} ²⁾ :	3,0 m	± 10% ± 0,3 m
8.1.5	Höhe der Ausgleichsschicht auf der Sohle h_{AS} ³⁾ :	2,7 m	± 0,8 m
8.1.6	Korrekturfaktor Konvergenz bis 2009 f_{K1} ⁴⁾ :	0,72	± 0,10
8.1.7	Korrekturfaktor Konv. bis Ende Einlagerung f_{K2} ⁴⁾ :	0,83	± 0,10
8.1.8	Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	2.514 m ³	± 10% ± 251 m ³
8.1.9	Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	380 m ³	± 30% ± 114 m ³
8.1.10	Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_2 ⁶⁾ :	0,67	± 0,04

Erläuterungen / Quellen

- ¹⁾ Hohlraumbilanz [REDACTED]
²⁾ Quelle: Grubenbild /1/
³⁾ analog zu ELK 1/750 und 2/750

- ⁴⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 10)
⁵⁾ Datenbank ASSEKAT /5/
⁶⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)

8.2 Berechnungen

8.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = (A_G - A_{TF}) \cdot h_{K1} + A_{TF} \cdot h_{K2} \quad 10.935 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_{K1}^2 \cdot S_{A_1}^2 + (A_G - A_{TF})^2 \cdot S_{h_{K1}}^2 + (-h_{K1} + h_{K2})^2 \cdot S_{A_{TF}}^2 + A_{TF}^2 \cdot S_{h_{K2}}^2} \quad \pm 1.213 \text{ m}^3$$

8.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (für 2009)

$$V_{kor2009} = V_{ur} \cdot f_{K1} \quad 7.873 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor2009}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K1}}^2 + f_{K1}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.399 \text{ m}^3$$

8.2.3 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (Zeitpunkt: Ende Einlagerung)

$$V_{korEE} = V_{ur} \cdot f_{K2} \quad 9.076 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{korEE}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K2}}^2 + f_{K2}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.486 \text{ m}^3$$

8.2.4 Abschätzung des Volumens der Ausgleichsschicht auf der Sohle V_{AS}

$$V_{AS} = A_G \cdot f_{K2} \cdot h_{AS} \quad 2.756 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{AS}} = \sqrt{(h_{AS} \cdot f_{K2} \cdot S_{A_G})^2 + (A_G \cdot f_{K2} \cdot S_{h_{AS}})^2 + (A_G \cdot h_{AS} \cdot S_{f_{K2}})^2} \quad \pm 892 \text{ m}^3$$

8.2.5 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz in der Ausgleichsschicht auf der Sohle V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_{AS} \cdot f_{FeS} \quad 1.847 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{(f_{FeS} \cdot S_{V_{AS}})^2 + (V_{AS} \cdot S_{f_{FeS}})^2} \quad \pm 608 \text{ m}^3$$

8.2.6 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) in der Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor2009} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 3.892 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor2009}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.551 \text{ m}^3$$

8.2.7 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 49\%$$

$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Kor}}^2} \quad \pm 22\%$$

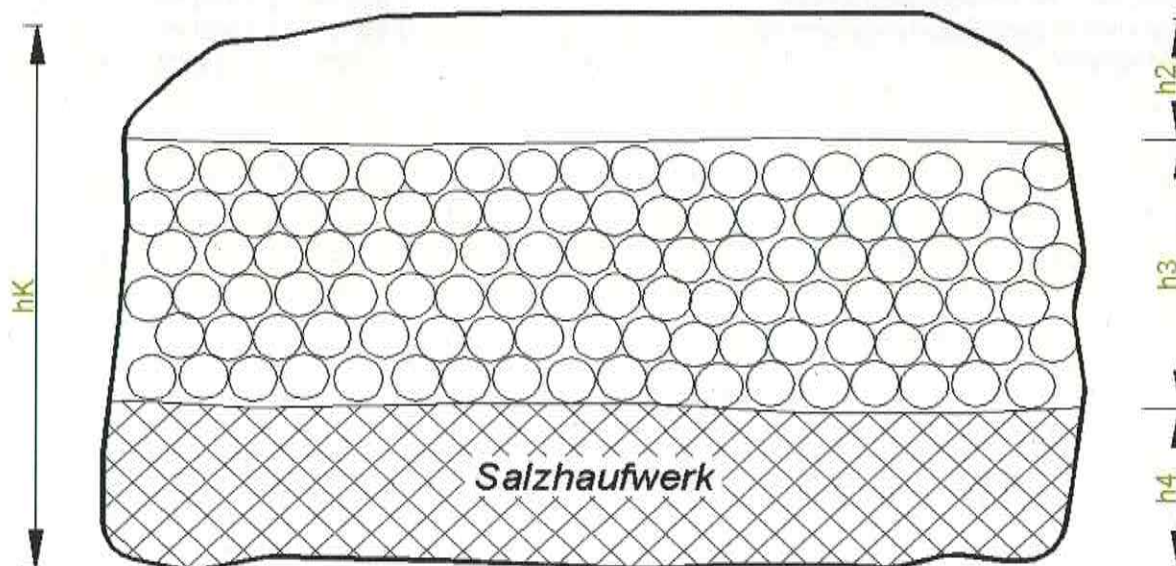
8.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :
das entspricht :

7.900 m ³	± 1.400 m ³
3.900 m ³	± 1.600 m ³
49%	± 22%

9. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 2/750 (Na3)

Prinzipiskizze:



9.1 Ausgangsdaten

		Genauigkeitsangaben	
9.1.1	Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	740 m ²	± 5% ± 37 m ²
9.1.2	Mittlere Kammerhöhe h_K :	10,0 m	± 10% ± 1,0 m
9.1.3	Freie Höhe nach Einlagerung h_2 ²⁾ :	2,0 m	± 20% ± 0,4 m
9.1.4	Anzahl der übereinander gestapelten Fässer ³⁾ :	10	
9.1.5	Fässerradius r ⁴⁾ :	0,3 m	± 10% ± 0,03 m
9.1.6	Korrekturfaktor Konvergenz bis 2009 f_{K1} ⁵⁾ :	0,72	± 0,10
9.1.7	Korrekturfaktor Konv. bis Ende Einlagerung f_{K2} ⁵⁾ :	0,83	± 0,10
9.1.8	Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁶⁾ :	2.305 m ³	± 10% ± 231 m ³
9.1.9	Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁶⁾ :	347 m ³	± 30% ± 104 m ³
9.1.10	Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁷⁾ :	0,67	± 0,04

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz

²⁾ Protokoll der Befahrung vom 10.9.1980 /3/

³⁾ vgl. Abbildung im Anhang 1.9

⁵⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 10)

⁴⁾ Quelle: Bedingungen f. d. Lagerung von schwachradioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse (1975) /7/

⁶⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

⁷⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)

9.2 Berechnungen

9.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 7.400 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 827 \text{ m}^3$$

9.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (für 2009)

$$V_{kor_{2009}} = V_{ur} \cdot f_{K1} \quad 5.328 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor_{2009}}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K1}}^2 + f_{K1}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 950 \text{ m}^3$$

9.2.3 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (Zeitpunkt: Ende Einlagerung)

$$V_{kor_{EE}} = V_{ur} \cdot f_{K2} \quad 6.142 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor_{EE}}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K2}}^2 + f_{K2}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.010 \text{ m}^3$$

9.2.4 Abschätzung der Stapelhöhe der Fässer h_3 (vgl. Anlage 12)

$$h_3 = r \cdot \left[(2 + \sqrt{3}) + (n - 2) \cdot \sqrt{3} \right] \quad 5,3 \text{ m}$$

$$S_{h_3} = \sqrt{\left[(2 + \sqrt{3}) + (n - 2) \cdot \sqrt{3} \right]^2 \cdot S_r^2} \quad \pm 0,5 \text{ m}$$

9.2.4 Abschätzung der Höhe der Ausgleichsschicht auf der Sohle h_4

$$h_4 = h_1 - h_2 - h_3 \quad 2,7 \text{ m}$$

$$S_{h_4} = \sqrt{S_{h_1}^2 + S_{h_2}^2 + S_{h_3}^2} \quad \pm 1,2 \text{ m}$$

9.2.5 Abschätzung des Volumens der Ausgleichsschicht auf der Sohle V_{AS}

$$V_{AS} = A_G \cdot f_{K2} \cdot h_4 \quad 1.673 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{\left(h_4 \cdot f_{K2} \cdot S_{A_G} \right)^2 + \left(A_G \cdot f_{K2} \cdot S_{h_4} \right)^2 + \left(A_G \cdot h_4 \cdot S_{f_{K2}} \right)^2} \quad \pm 768 \text{ m}^3$$

9.2.6 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz in der Ausgleichsschicht auf der Sohle V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_{AS} \cdot f_{FeS} \quad 1.121 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{\left(f_{FeS} \cdot S_{V_{AS}} \right)^2 + \left(V_{AS} \cdot S_{f_{FeS}} \right)^2} \quad \pm 519 \text{ m}^3$$

9.2.7 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) in der Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor_{2009}} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 2.249 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor_{2009}}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.112 \text{ m}^3$$

9.2.8 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 42\%$$

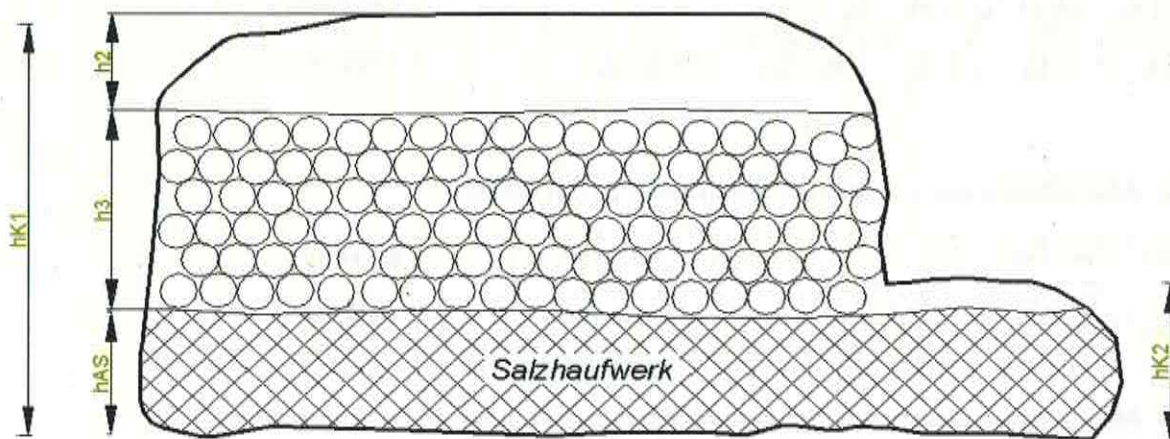
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Kor}}^2} \quad \pm 22\%$$

9.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	5.300 m ³	$\pm 900 \text{ m}^3$
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	2.200 m ³	$\pm 1.100 \text{ m}^3$
das entspricht :	42%	$\pm 22\%$

10. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 1/750

Prinzipskizze:



10.1 Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

10.1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.060 m ²	± 5%	± 53 m ²
10.1.2 Planimetrierte Teilfläche A_{TF} ²⁾ :	198 m ²	± 10%	± 20 m ²
10.1.3 Mittlere Kammerhöhe h_{K1} :	10,0 m	± 10%	± 1,0 m
10.1.4 Freie Höhe nach Einlagerung h_2 ³⁾ :	2,0 m	± 20%	± 0,4 m
10.1.5 Kammerhöhe im nordöstl. Bereich h_{K2} ²⁾ :	3,0 m	± 5%	± 0,2 m
10.1.6 Anzahl der übereinander gestapelten Fässer n ⁴⁾ :	10		
10.1.7 Fässerradius r ⁵⁾ :	0,3 m	± 10%	± 0,03 m
10.1.8 Korrekturfaktor Konvergenz bis 2009 f_{K1} ⁶⁾ :	0,72		± 0,10
10.1.9 Korrekturfaktor Konv. bis Ende Einlagerung f_{K2} ⁶⁾ :	0,83		± 0,10
10.1.10 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁷⁾ :	2.693 m ³	± 10%	± 269 m ³
10.1.11 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁷⁾ :	366 m ³	± 30%	± 110 m ³
10.1.12 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁸⁾ :	0,67		± 0,04

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz

²⁾ Quelle: Grubenbild /1/

³⁾ Protokoll der Befahrung vom 10.9.1980 /3/

⁴⁾ aus den angefertigten Fotografien abgeleitet

⁵⁾ Quelle: Bedingungen f. d. Lagerung von schwachradioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse (1975) /7/

⁶⁾ aufgrund der Konvergenz (s. Anlage 10)

⁷⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

⁸⁾ empirisch ermittelter Wert (s. Anlage 11)

10.2 Berechnungen

10.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = (A_G - A_{TF}) \cdot h_{K1} + A_{TF} \cdot h_{K2} \quad 9.214 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_{K1}^2 \cdot S_{A_G}^2 + (A_G - A_{TF})^2 \cdot S_{h_{K1}}^2 + (-h_{K1} + h_{K2})^2 \cdot S_{A_{TF}}^2 + A_{TF}^2 \cdot S_{h_{K2}}^2} \quad \pm 1.022 \text{ m}^3$$

10.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (für 2009)

$$V_{kor2009} = V_{ur} \cdot f_{K1} \quad 6.634 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor2009}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K1}}^2 + f_{K1}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.179 \text{ m}^3$$

10.2.3 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (Zeitpunkt: Ende Einlagerung)

$$V_{korEE} = V_{ur} \cdot f_{K2} \quad 7.648 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{korEE}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_{K2}}^2 + f_{K2}^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.252 \text{ m}^3$$

10.2.4 Abschätzung der Stapelhöhe der Fässer h_3 (vgl. Anlage 12)

$$h_3 = r \cdot [(2 + \sqrt{3}) + (n - 2) \cdot \sqrt{3}] \quad 5,3 \text{ m}$$

$$S_{h_3} = \sqrt{[(2 + \sqrt{3}) + (n - 2) \cdot \sqrt{3}]^2 \cdot S_r^2} \quad \pm 0,5 \text{ m}$$

10.2.5 Abschätzung der Höhe der Ausgleichsschicht auf der Sohle h_{AS}

$$h_{AS} = h_{K1} - h_2 - h_3 \quad 2,7 \text{ m}$$

$$S_{h_{AS}} = \sqrt{S_{h_{K1}}^2 + S_{h_2}^2 + S_{h_3}^2} \quad \pm 1,2 \text{ m}$$

10.2.6 Abschätzung des Volumens der Ausgleichsschicht auf der Sohle V_{AS}

$$V_{AS} = A_G \cdot f_{K2} \cdot h_{AS} \quad 2.396 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{AS}} = \sqrt{(h_{AS} \cdot f_{K2} \cdot S_{A_G})^2 + (A_G \cdot f_{K2} \cdot S_{h_{AS}})^2 + (A_G \cdot h_{AS} \cdot S_{f_{K2}})^2} \quad \pm 1.100 \text{ m}^3$$

10.2.7 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz in der Ausgleichsschicht auf der Sohle V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_{AS} \cdot f_{FeS} \quad 1.605 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{(f_{FeS} \cdot S_{V_{AS}})^2 + (V_{AS} \cdot S_{f_{FeS}})^2} \quad \pm 744 \text{ m}^3$$

10.2.8 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) in der Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor_{2009}} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 2.702 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor_{2009}}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.424 \text{ m}^3$$

10.2.9 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 41\%$$

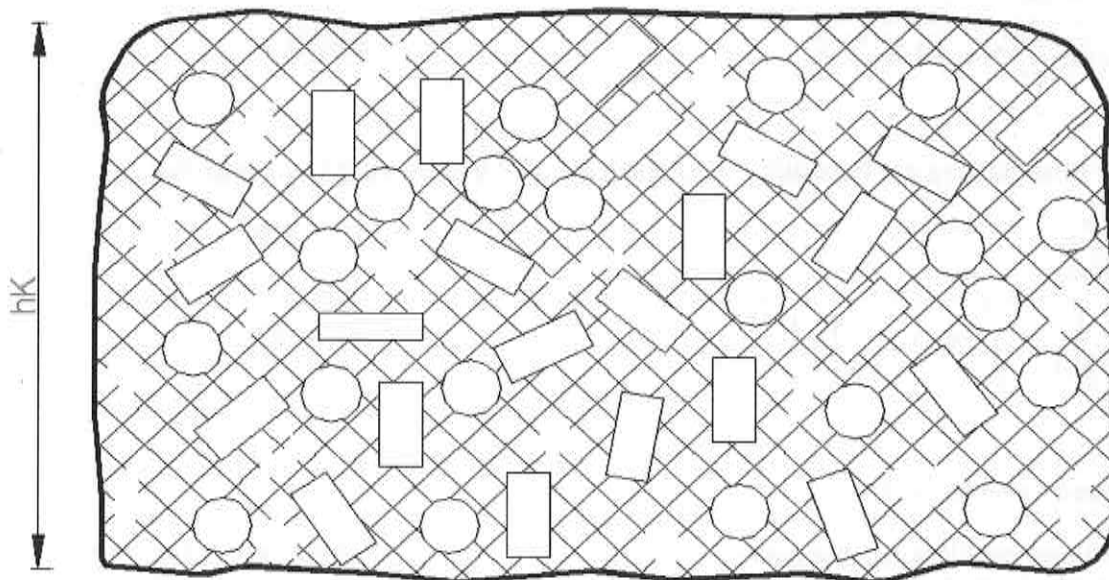
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Kor}}^2} \quad \pm 23\%$$

10.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	6.600 m ³	$\pm 1.200 \text{ m}^3$
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	2.700 m ³	$\pm 1.400 \text{ m}^3$
das entspricht :	41%	$\pm 23\%$

11. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 2/750 (Na2)

Prinzipskizze:



11.1 Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

11.1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.880 m ²	± 5%	± 94 m ²
11.1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	17,0 m	± 10%	± 1,7 m
11.1.3 Leervolumen (Stand Oktober 1977) $V_{\text{Leer } 77}$ ²⁾ :	25.917 m ³	± 5%	± 1.296 m ³
11.1.4 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor f_V ³⁾ :	0,5	± 15%	± 0,08
11.1.5 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		± 0,04
11.1.6 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	10.230 m ³	± 10%	± 1.023 m ³
11.1.7 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	2.516 m ³	± 30%	± 755 m ³
11.1.8 Abbau erstellt zw. 1927 u. 1931 (im Mittel) ⁶⁾ :	1929		

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz

⁶⁾ Grubenbild der Schachanlage Asse /1/

²⁾ gem. markscheiderischer Messung von 1977

³⁾ Verfüllungsgrad in den Zwickelräumen (vgl. Kap. 4.4.3 des Textteiles)

⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)

⁵⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

11.2 Berechnungen

11.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 31.960 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{AG}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 3.573 \text{ m}^3$$

11.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

11.2.2.1 Differenz zwischen dem urspr. Volumen und den Volumen von 1977 ΔV_1

$$\Delta V_1 = V_{ur} - V_{Leer77} \quad 6.043 \text{ m}^3$$

$$S_{\Delta V_1} = \sqrt{S_{V_{ur}}^2 + S_{V_{Leer77}}^2} \quad \pm 3.801 \text{ m}^3$$

11.2.2.2 offene Standzeit bis 1977 t_1

1977 -	1929	48 a
	$S_{t1} :$	$\pm 1 \text{ a}$

11.2.2.3 Abschätzung der jährlichen Volumenabnahme ΔV_2

$$\Delta V_2 = \frac{\Delta V_1}{t_1} \quad 126 \text{ m}^3/\text{a}$$

$$S_{\Delta V_2} = \sqrt{\left(\frac{1}{t_1}\right)^2 \cdot S_{\Delta V_1}^2 + \left(\frac{-\Delta V_1}{t_1^2}\right)^2 \cdot S_{t_1}^2} \quad \pm 79 \text{ m}^3/\text{a}$$

11.2.2.4 Standzeit von 1977 bis 2009 t_2

2009 -	1977	32 a
--------	------	------

11.2.2.5 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor} (für 2009)

$$V_{kor2009} = V_{Leer77} - t_2 \cdot \Delta V_2 \quad 21.888 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor2009}} = \sqrt{S_{V_{Leer77}}^2 + t_2^2 \cdot S_{\Delta V_2}^2} \quad \pm 2.847 \text{ m}^3$$

11.2.3 Abschätzung des theor. Hohlraum für Versatzmaterial V_i

$$V_i = V_{Leer77} - V_{GB} \quad 15.687 \text{ m}^3$$

$$S_{V_i} = \sqrt{S_{V_{Leer77}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad \pm 1.651 \text{ m}^3$$

11.2.4 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_S

$$V_S = V_i \cdot f_v \quad 7.844 \text{ m}^3$$

$$S_{V_S} = \sqrt{f_v^2 \cdot S_{V_i}^2 + V_i^2 \cdot S_{f_v}^2} \quad \pm 1.437 \text{ m}^3$$

11.2.5 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_S \cdot f_{FeS} \quad 5.255 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_S}^2 + V_S^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 965 \text{ m}^3$$

11.2.6 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) i. d. Kammer V_R

$$V_R = V_{K05009} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 8.919 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{K05009}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 3.264 \text{ m}^3$$

11.2.7 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{kor}} \quad 41\%$$

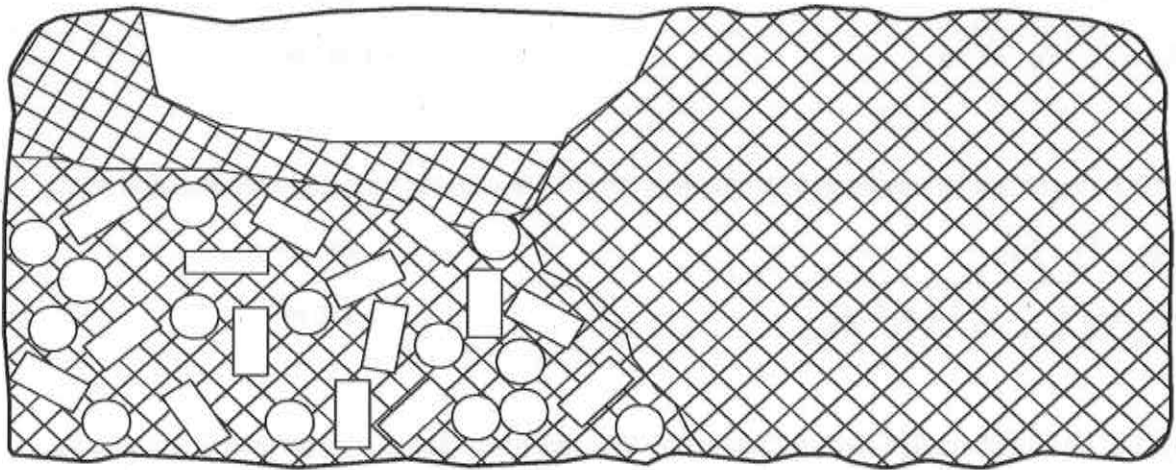
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 16\%$$

11.3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	21.900 m ³	$\pm 2.800 \text{ m}^3$
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	8.900 m ³	$\pm 3.300 \text{ m}^3$
das entspricht :	41%	$\pm 16\%$

12. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 7/725

Prinzipskizze:



12.1 Ausgangsdaten	Genauigkeitsangaben		
12.1.1 geschätztes Leervolumen $V_{\text{Leer}}^{1)}$:	14.000 m ³	± 10%	± 1.400 m ³
12.1.2 unverfülltes Volumen nach Einlagerung $V_{\text{unv1}}^{1)}$:	10.360 m ³	± 5%	± 518 m ³
12.1.3 aktuelles unverfülltes Volumen $V_{\text{unv2}}^{6)}$:	1.577 m ³	± 3%	± 47 m ³
12.1.4 eingebrachtes Salzhaufwerk nach 1996 $V_{\text{S1}}^{2)}$:	8.412 m ³	± 5%	± 421 m ³
12.1.5 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor $f_v^{3)}$:	0,7	± 15%	± 0,11
12.1.6 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor $f_{\text{FeS}}^{4)}$:	0,67		± 0,04
12.1.7 Gebindebruttovolumen $V_{\text{GB}}^{5)}$:	2.251 m ³	± 10%	± 225 m ³
12.1.8 Porenvolumen in den Gebinden $V_{\text{PG}}^{5)}$:	553 m ³	± 30%	± 166 m ³

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Auf Basis markscheiderischer Messung aus dem Jahr 1996 extrapoliert bis 2009

²⁾ gem. Dokumentation Tagesberichte

³⁾ Verfüllungsgrad in den Zwickelräumen (vgl. Kap. 4.4.3 des Textteiles)

⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 11)

⁵⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

⁶⁾ gem. markscheiderischer Messung mittels 3-D-Laserscann vom 03.06.2009

12.2 Berechnungen

12.2.1 Abschätzung des theor. Hohlraumes im Bereich der eingelagerten Behälter V_t

$$V_t = V_{\text{Leer}} - V_{\text{unv1}} - V_{\text{GB}} \quad 1.389 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{\text{Leer}}}^2 + S_{V_{\text{unv1}}}^2 + S_{V_{\text{GB}}}^2} \quad \pm 1.510 \text{ m}^3$$

12.2.2 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens im Bereich der eingelagerten Behälter V_{S2}

$$V_{S2} = V_t \cdot f_v \quad 972 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{S2}} = \sqrt{f_v^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_v}^2} \quad \pm 1.067 \text{ m}^3$$

12.2.3 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz im Bereich der eingelagerten Behälter V_{Fe1}

$$V_{Fe1} = V_{S2} \cdot f_{FeS} \quad 651 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe1}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_{S2}}^2 + V_{S2}^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 715 \text{ m}^3$$

12.2.4 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz des nachträglich eingebrachten Versatz V_{Fe2}

$$V_{Fe2} = V_{S1} \cdot f_{FeS} \quad 5.636 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe2}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_{S1}}^2 + V_{S1}^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 439 \text{ m}^3$$

12.2.5 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) i. d. Kammer V_R

$$V_R = V_{Leer} - V_{GB} - V_{Fe1} - V_{Fe2} + V_{PG} \quad 6.015 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Leer}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe1}}^2 + S_{V_{Fe2}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.494 \text{ m}^3$$

12.2.6 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{Leer}} \quad 43\%$$

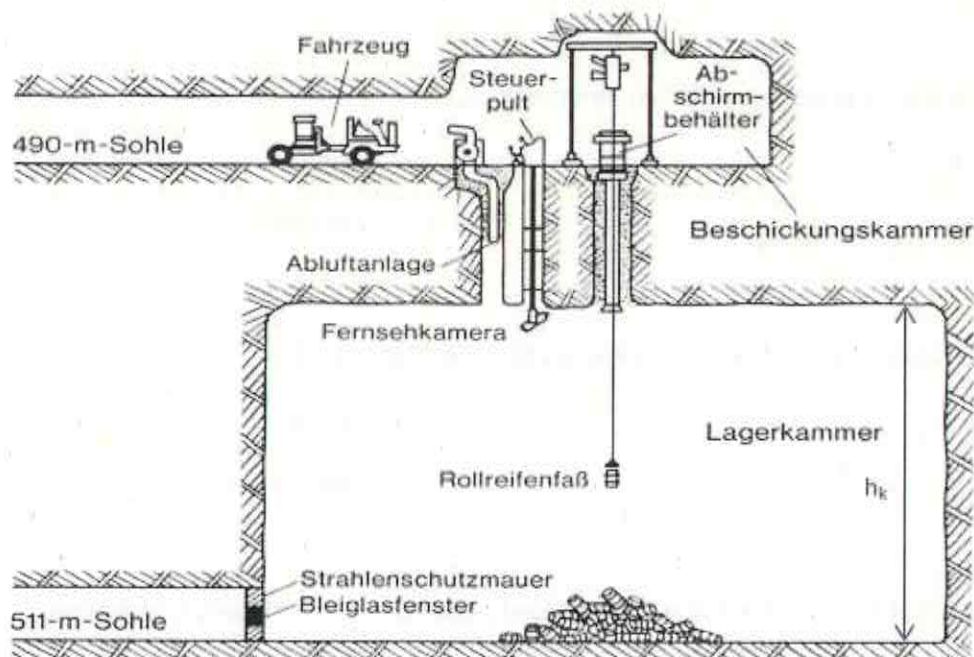
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Leer}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Leer}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Leer}}^2} \quad \pm 12\%$$

12.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	14.000 m ³	$\pm 1.400 \text{ m}^3$
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	6.000 m ³	$\pm 1.500 \text{ m}^3$
das entspricht :	43%	$\pm 12\%$

13. Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 8a/511

Prinzipskizze:



13.1 Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

13.1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	500 m ²	± 5%	± 25 m ²
13.1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K ¹⁾ :	14,0 m	± 5%	± 0,7 m
13.1.3 Korrekturfaktor f_K ²⁾ :	0,8		± 0,10
13.1.4 Gebindebruttovolumen V_{GB} ³⁾ :	325 m ³	± 10%	± 33 m ³
13.1.5 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ³⁾ :	8 m ³	± 30%	± 2 m ³

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz

²⁾ aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 10)

³⁾ Datenbank ASSEKAT /5/

13.2 Berechnungen

13.2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_k \quad 7.000 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_k^2 \cdot S_{AG}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_k}^2} \quad \pm 495 \text{ m}^3$$

13.2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_K \quad 5.600 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_K}^2 + f_K^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 804 \text{ m}^3$$

13.2.3 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) in der Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor} - V_{GB} + V_{PG} \quad 5.283 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 805 \text{ m}^3$$

13.2.4 Abschätzung der Porosität P (Luftanteil gesamt) in der Einlagerungskammer

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 94\%$$

$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Kor}}^2} \quad \pm 20\%$$

13.3 Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	5.600 m ³	± 800 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	5.300 m ³	± 800 m ³
das entspricht :	94%	± 20%

Genauigkeitsabschätzung der planimetrierten Grundflächen der Einlagerungskammern

Zwischen 1967 und 1978 erfolgte auf der Schachtanlage Asse die Einlagerung von rd. 125.000 Gebinden mit radioaktiven Abfällen in 13 ehemaligen Steinsalzabbauen. Ein Großteil dieser Steinsalzabbau hatte zum Zeitpunkt der Einlagerung bereits eine Standzeit von mehr als 50 Jahren. Für eine Beschreibung der Lagerbereiche ist u.a. auch eine Volumen- bzw. Genauigkeitsabschätzung erforderlich. Vor der Einlagerung wurden die Kammern nicht nochmals eingemessen. Die ursprünglichen Messdaten aus der Förderzeit des Bergwerkes sind nicht mehr vorhanden. Aufgrund dieser Tatsache werden für die Volumenabschätzung deren aus den zeichnerischen Darstellungen des Grubenbildes durch Planimetrieren bestimmte Grundflächen zugrunde gelegt. Für die Genauigkeitsbetrachtung der ermittelten Kammervolumina ist vorab die Genauigkeit dieser planimetrierten Grundflächen abzuschätzen. Diese planimetrierten Grundflächen unterliegen folgenden Fehlerquellen:

1 Ungenauigkeit der ursprünglich durchgeführten Messungen vor Ort.

Es ist anzunehmen, dass die Abbaue unmittelbar nach deren Herstellen eingemessen wurden. Die üblichen Aufnahmeverfahren waren das Orthogonal- bzw. das Polarverfahren. Das heißt die Einmessungen erfolgten durch Distanz- oder durch Distanz- und Winkelmessungen. Sowohl die Distanz als auch die Winkelmessungen unterliegen Messungenauigkeiten.

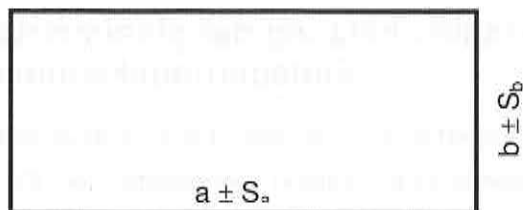
2 Ungenauigkeit durch das Kartieren der untertägigen Messungen

Im Anschluß an die Messungen erfolgte die Kartierung in der Regel auf maßhaltigen Zeichenkarton. Die heutige Anforderung an die Kartiergenauigkeit beträgt 0,2 mm. Das entspricht bei einer Zeichnung mit dem Maßstab 1 : 1000 einer Genauigkeit von 20 cm.

3 Ungenauigkeit durch das Planimetrieren

Das Planimetrieren der Grundflächen erfolgte 1962 /1/ also rund also rd. 30 bis 40 Jahre nach dem Erstellen der Abbaue. In der Regel werden in Plänen dargestellte unregelmäßige Flächen mit Hilfe von Polar- oder Scheibenrollplanimetern bestimmt. Die Genauigkeit der Flächenbestimmungen mit mechanischen Planimetern hängt u. a. von der Geschicklichkeit und der ruhigen Hand des Bearbeiters ab. Gemäß den Angaben in der Literatur können hierfür Genauigkeiten von 1 – 2 % erzielt werden /2/, /3/.

Zur Abschätzung der Genauigkeit wird folgende Vereinfachung getroffen: Da die meisten Einlagerungskammern eine nahezu rechteckige Grundflächenform haben, wird unterstellt, dass aufgrund der unter den Punkten 1 und 2 beschriebenen Fehlerquellen die Genauigkeit der Kammerlänge a bzw. Kammerbreite b $\pm 0,3$ m beträgt.

Prinzipiskizze :

Durch Bildung des totalen Differentials der Funktion $A' = a \cdot b$ erhält man folgende Rechenvorschrift für die Genauigkeit der planimetrierten Grundflächen:

$$S_{A'} = \sqrt{(b \cdot S_a)^2 + (a \cdot S_b)^2}$$

Wird nun noch eine Ungenauigkeit von 2 % durch das Planimetrieren berücksichtigt, ergänzt sich o. a. Rechenvorschrift auf:

$$S_A = \sqrt{(b \cdot S_a)^2 + (a \cdot S_b)^2 + (a \cdot b \cdot 0,02)^2}$$

Am Beispiel der Einlagerungskammer 4/750 ergibt sich mit $a = 51$ m und $b = 16$ m /1/ eine Genauigkeit von $S_A \pm 23$ m², das entspricht 2,8 %.

Am Beispiel der Einlagerungskammer 8/750 ergibt sich mit $a = 62$ m und $b = 19$ m /1/ eine Genauigkeit von $S_A \pm 31$ m², das entspricht 2,6 %.

Da die Einlagerungskammern in der Realität nicht die oben getroffenen vereinfachten Grundflächenformen aufweisen (wie zum Beispiel die Einlagerungskammern 10 bis 12 auf der 750-m-Sohle), wird Genauigkeit der planimetrierten Grundflächen mit ± 5 % angenommen.

Quellenangaben :

- /1/ [REDACTED] Die Erfassung der Grubenhohlräume auf der Schachtanlage Asse II (Hohlraumblanz), Abteilungsbericht 17/85 , Stand: 1982
- /2/ Schulte, Löhr, Vosen : Markscheidkunde, 4. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1969
- /3/ Großmann, W.: Vermessungskunde I, Sammlung Göschen, Bd. 2160, ISBN 3-11-006602-5

Abschätzung des Konvergenzfaktors für die Einlagerungskammern

Die in den Jahren 1916 bis 1936 erstellten ehemaligen Steinsalzabbau auf den 725- und 750-m-Sohlen wurden in den 60er und 70er Jahren als Einlagerungskammern für schwachradioaktive Abfälle genutzt. Sie haben somit eine Standzeit von 7 – 9 Jahrzehnten und sind von Beginn an den Konvergenzvorgängen ausgesetzt. Der ehemalige Steinsalzabbau 8a auf der 511-m-Sohle wurde zwischen 1961 und 1962 erstellt und hat somit eine geringere Standzeit als die Einlagerungskammern auf den 725- und 750-m-Sohlen. Zur Berechnung der derzeitigen Kammervolumina sind vorab Konvergenzfaktoren a) für die Bereiche auf den 725-m und 750-m-Sohlen und b) für die Einlagerungskammer 8a/511 abzuschätzen. Die ursprünglich erstellten Volumina werden dann aufgrund der ermittelten Konvergenzfaktoren verringert.

Mit Hilfe von Messungen in vier Abbauen auf der 725- bzw. auf der 750-m-Sohle, von Neueinmessungen von Abbauen in der Südflanke oberhalb der 725-m-Sohle sowie von zwei Konvergenzmessungen in den Abbauen 8 und 9 auf der 490-m-Sohle wird ein Konvergenzfaktor f_K für die Einlagerungskammern für schwachradioaktive Abfälle abgeschätzt.

Für die Abschätzung des Konvergenzfaktors der Einlagerungskammer 8a/511 werden aktuelle markscheiderische Messungen von Nebenabbau auf der 532-m-Sohle zu Grunde gelegt.

Nachfolgend werden die einzelnen Messungen kurz erläutert, die hieraus abgeleiteten Konvergenzfaktoren gegenübergestellt, sowie eine Genauigkeitsabschätzung durchgeführt.

1 Abschätzung des Konvergenzfaktors f_K für die Einlagerungskammern auf der 725 und der 750-m-Sohle

1.1 Abschätzung des Konvergenzfaktor f_K am Beispiel der ELK 7/725 (Na2)

Das ursprüngliche Leervolumen dieser in den Jahren 1932 bis 1936 erstellten Kammer wurde mit rd. 27.540 m³ abgeschätzt /1/. Die Auswertung einer im Jahre 1996 durchgeführten reflektorlosen Vermessung ergab ein Leervolumen von rd. 16.400 m³. Wird diese Volumenreduzierung bis ins Jahr 2009 extrapoliert ergibt sich rechnerisch ein Leervolumen von rd. 14.000 m³. Daraus lässt sich ein Konvergenzfaktor f_K von 0,51 abschätzen.

1.2 Abschätzung des Konvergenzfaktor f_K am Beispiel der ELK 2/750 (Na2)

Das ursprüngliche Leervolumen dieser in den Jahren 1927 bis 1931 erstellten Kammer wurde mit 31.960 m³ abgeschätzt /1/. Zur Abschätzung der Anzahl der einzulagernden Gebinde erfolgte im Jahre 1977 eine erneute Volumenberechnung. Dabei wurde ein Leervolumen von 25.900 m³ abgeschätzt. Wird diese Volumenreduzierung bis ins Jahr 2009 extrapoliert, so ergibt sich rechnerisch ein Leervolumen von rd. 21.900 m³ und somit ein Konvergenzfaktor f_K von 0,68.

1.3 Abschätzung des Konvergenzfaktor f_K am Beispiel der Einlagerungskammer 6/750

Vor der Einlagerung diente diese Kammer als Temperaturversuchsfeld 3. Im Rahmen der durchgeführten Temperaturversuche wurden hier über einen Zeitraum von fast einem Jahr umfangreiche Konvergenzmessungen in querschlägiger, streichender und vertikaler Richtung durchgeführt, um u. a. einen eventuellen Zusammenhang zwischen den Deformationen der Kammer und der künstlich erzeugten Temperaturerhöhung festzustellen. Da in keinem Falle signifikante Beschleunigungen der Deformationsgeschwindigkeiten festgestellt werden konnten, wurden die Messwerte zur Abschätzung des Konvergenzfaktors herangezogen. Aus über 20 Meßstellen wurden folgende mittlere Konvergenzen abgeschätzt:

- querschlägige Konvergenz 37,2 mm/a
- streichende Konvergenz 35,4 mm/a
- vertikal Konvergenz 25,7 mm/a

Mit Hilfe dieser Konvergenzraten und der Abbaugeometrie ergibt sich Konvergenzfaktor f_K von 0,63.

1.4 Abschätzung des Konvergenzfaktor f_K am Beispiel des Abbaus 3/750

Die Abschätzung des Konvergenzfaktors für diesen Abbau basiert auf den seit den 1980er Jahren durchgeführten untertägigen Lagemessungen und Nivellements. Im Abbau 3 selbst befinden sich die Polygonpunkte 750113 und 750114 und nördlich von diesem die Polygonpunkte 750091 und 750118. Nach Transformation der einzelnen Verschiebungsvektoren auf die streichende Abbauachse, lassen sich folgende Konvergenzraten ableiten:

- querschlägige Konvergenz 8,2 mm/a
- streichende Konvergenz 7,1 mm/a
- vertikal Konvergenz 11,6 mm/a

Mit Hilfe dieser Konvergenzraten und der Abbaugeometrie ergibt sich ein auf eine Standzeit von rd. 90 Jahren bezogener Konvergenzfaktor f_K von 0,85.

1.5 Abschätzung des Konvergenzfaktor f_K am Beispiel der Abbaue 8/490 und 9/490

In den Steinsalzabbauen 8 und 9 auf der 490-m-Sohle wurden über einen Zeitraum von gut 21 Jahren querschlägige und streichenden Konvergenzen gemessen. Demzufolge hat sich im Abbau 8 der Abstand zwischen dem nördlichen und südlichen Stoß in rd. 7.900 Tagen um 62 cm und der Abstand zwischen dem westlichen und östlichen Stoß um 21 cm verringert. Die vertikale Konvergenz wurde nicht gemessen. Wird hierfür das Mittel aus querschlägiger und streichender Konvergenzrate zugrunde gelegt, so ergibt sich – hochgerechnet auf eine den Einlagerungskammern analoge Standzeit von rd. 90 Jahren – ein Konvergenzfaktor f_K für den Abbau 8/490 von 0,81. Eine Abschätzung für den Abbau 9 ergab einen Konvergenzfaktor von 0,87.

1.6 Abschätzung des Konvergenzfaktor f_K durch Gegenüberstellungen von aktuellen Volumenbestimmungen von Abbauen in der Südflanke zum Ursprungsvolumen

Im Rahmen der Verfüllung der Abbaue in der Südflanke der SchachanlageASSE wurden die Abbaue oberhalb der 725-m-Sohle – sofern sie zugänglich waren – neu vermessen und deren Volumen bestimmt. Diese Volumenbestimmungen haben gezeigt, dass die Abbaue um ca. 20 % kleiner sind als ursprünglich angegeben [2]. Als Ursachen werden neben der Konvergenzeinwirkung auch die Auflockerung der durchgebrochenen Schweben bzw. fehlerhafte Darstellungen im Grubenbild gesehen. Auf der anderen Seite haben die Abbaue oberhalb der 725-m-Sohle eine geringere Standzeit als die der Einlagerungskammern. Insofern wird der hier abgeschätzte Konvergenzfaktor f_K von 0,8 mit in die Mittelbildung einbezogen.

2 Abschätzung des Konvergenzfaktors f_K für die Einlagerungskammer 8a/511

Zur Abschätzung des Konvergenzfaktor werden die nördlich der Abbaue der Südflanke liegenden Nebenabbaue der 532-m-Sohle zu Grunde gelegt, da die Einlagerung der mittelfradioaktiven Abfälle auch in einem Nebenabbau erfolgte. Vor der Versatzeinbringung wurden diese Abbaue neu eingemessen. Die Gegenüberstellung der neu bestimmten Volumina zu den ursprünglich erstellten Volumina ergab einen mittleren Konvergenzfaktor f_K von 0,79 (Kapitel 3.2).

3 Statistische Auswertung der Konvergenzfaktoren

3.1 Abschätzung des Faktors f_K für die Einlagerungskammern auf der 725- und 750-m-S.

3.1.1 Auswertung über einfaches arithmetisches Mittel

Auswertung über	f_K	v	vv
Messungen im Abbau 3/750	0,85	-0,11	0,013
Messungen im Abbau 6/750	0,63	0,11	0,011
Messungen im Abbau 7/725 (Na2)	0,51	0,23	0,051
Messungen im Abbau 2/750 (Na2)	0,68	0,06	0,003
Messungen im Abbau 8/490	0,81	-0,07	0,006
Messungen im Abbau 9/490	0,87	-0,13	0,018
Msg'n in Abbauen oberhalb 725-m-S.	0,80	-0,06	0,004
Σ :		0,000	0,106

Mittel : 0,74

n: 7

3.1.2 Berechnung der Standardabweichung des Einzelwertes

$$s = \sqrt{\frac{\sum vv}{(n-1)}} \quad 0,13$$

3.1.3 Berechnung der Standardabweichung des Mittelwertes

$$\bar{s} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad 0,05$$

3.1.4 Auswertung über gewogenes Mittel

Nachfolgend wird der Konvergenzfaktor über ein gewogenes Mittel abgeleitet. Die Gewichte wurden nach folgenden Gesichtspunkten festgelegt:

Die Abschätzung des Konvergenzfaktors über die Messungen im Bereich des Abbaus 3/750 und die Einlagerungskammern 6/750, 2/750 im Na2 und 7/725 werden am höchsten gewichtet, da sie unmittelbar die Einlagerungskammern betreffen. Die Abschätzung des Konvergenzfaktors über die Vermessungen der Abbaue in der Südflanke wird mit einer geringeren Gewichtung versehen, da sie nicht unmittelbar die Einlagerungskammern betreffen. Die Abschätzung des Konvergenzfaktors über die Abbaue auf der 490-m-Sohle werden am geringsten gewichtet, da sie zum einen am weitesten von den Einlagerungskammern auf der 725- bzw. auf der 750-m-Sohle entfernt liegen und zum anderen eine geringere Standzeit als die Einlagerungskammern aufweisen.

Auswertung über	f_K	Gewicht P	$P f_K$	v	pv	pvv
Messungen im Abbau 3/750	0,85	4	3,40	-0,152	-0,608	0,092
Messungen im Abbau 6/750	0,63	4	2,52	0,068	0,272	0,018
Messungen im Abbau 7/725 (Na2)	0,51	4	2,04	0,188	0,752	0,141
Messungen im Abbau 2/750 (Na2)	0,68	4	2,72	0,018	0,072	0,001
Messungen im Abbau 8/490	0,81	1	0,81	-0,112	-0,112	0,013
Messungen im Abbau 9/490	0,87	1	0,87	-0,172	-0,172	0,030
Msg'n in Abbauen oberhalb 725-m-S.	0,80	2	1,60	-0,102	-0,204	0,021
Σ:		20	13,96		0,000	0,296

Gewog. Mittel : 0,70

n: 7

3.1.5 Berechnung der Standardabweichung des Einzelwertes

$$s = \sqrt{\frac{\sum pvv}{(n-1)}} \quad 0,22$$

3.1.6 Berechnung der Standardabweichung des gewogenen Mittelwertes

$$\bar{s} = \frac{s}{\sqrt{p}} \quad 0,05$$

3.2 Abschätzung des Konvergenzfaktors für den Zeitpunkt der Einlagerung

Die Einlagerung der Gebinde in den Einlagerungskammern auf der 725- und 750-m-Sohle erfolgte durch die Zugabe von geblasenen oder gekippten Salzhauwerk. Die eingebrachten Salzmengen wurden nicht dokumentiert. Zur Abschätzung der eingebrachten Salzmengen bzw. zur Ermittlung der Porositäten in den Einlagerungskammern muss vorab das Volumen der Einlagerungskammern für den Zeitpunkt der Einlagerung abgeschätzt werden.

In den Kapiteln 3.3.1 und 3.1.4 wurde ein Konvergenzfaktor bis zum Jahre 2009 von 0,74 und 0,70 (im Mittel 0,72) ermittelt. Mit Hilfe dieses mittleren Konvergenzfaktors (f_{K1}), des Alters der Einlagerungskammer (T_1) und der Standzeit der Einlagerungskammern zum Zeitpunkt „Ende

Einlagerung" (T_2) werden in der nachfolgenden Tabelle die Konvergenzfaktoren für den Zeitpunkt „Ende Einlagerung" (f_{k2}) kammerspezifisch ermittelt. Die dafür erforderliche Rechenvorschrift lautet:

$$f_{k2} = 1 - \left(\frac{(1 - f_{k1}) \cdot T_2}{T_1} \right)$$

ELK	ELK erstellt	Ende Einlagerung	Alter ELK T_1	Standzeit zum Zeitpkt. d. Einlag. T_2	f_{k2}
10/750	1923	1976	86 a	53 a	0,827
8/750	1921	1978	88 a	57 a	0,819
4/750	1919	1971	90 a	52 a	0,838
5/750	1919	1977	90 a	58 a	0,820
6/750	1919	1978	90 a	59 a	0,816
7/750	1920	1978	89 a	58 a	0,818
11/750	1921	1977	88 a	56 a	0,822
12/750	1922	1974	87 a	52 a	0,833
2/750	1917	1973	92 a	56 a	0,830
1/750	1918	1972	91 a	54 a	0,834
2/750 im Na2	1931	1978	78 a	47 a	0,831
7/725	1936	1977	73 a	41 a	0,843
Max			92 a	59 a	0,843
Min			73 a	41 a	0,816
Mittel			87 a	54 a	0,827

Der mittlere Konvergenzfaktor (f_{k2}) für die Einlagerungskammern auf der 725- und 750-m-S. zum Zeitpunkt „Ende Einlagerung" beträgt 0,83.

3.3 Abschätzung des Faktors f_K für die Einlagerungskammer auf der 511-m-Sohle

Abbau	Abbau erstellt	Hohlraum- bilanz Kunze [m³]	Hohlraum gem. Msg. Marksch. [m³]	mark. Ein- messung	Volumen- reduktion [m³/a]	Volumen 2009 [m³]	f_K	v	vv
6a/532	1961	24.740	21.000	1999	-98	20.016	0,81	-0,021	0,000
7a/532	1959	16.100	13.800	1999	-58	13.225	0,82	-0,034	0,001
7b/532	1959	21.150	17.700	1999	-86	16.838	0,80	-0,008	0,000
8b/532	1961	20.370	19.100	2000	-33	18.807	0,92	-0,136	0,018
9a/532	1958	14.840	10.700	2000	-99	9.813	0,66	0,126	0,016
9b/532	1958	19.600	15.000	2000	-110	14.014	0,72	0,073	0,005
Σ								0,000	0,041

Mittel : 0,79
n: 6

3.3.1 Berechnung der Standardabweichung des Einzelwertes

$$s = \sqrt{\frac{\sum vv}{(n-1)}} = 0,09$$

3.3.2 Berechnung der Standardabweichung des Mittelwertes

$$\bar{s} = \frac{s}{\sqrt{n}} =$$

0,04

4 Zusammenfassung

4.1 Konvergenzfaktor für die Einlagerungskammer auf der 725- und der 750-m-Sohle

Die unter den Punkten 1.1 bis 1.6 abgeschätzten Konvergenzfaktoren bis zum Jahre 2009 (fk_1) sind in der Kapitel 3 tabellarisch gegenübergestellt. Der Konvergenzfaktor aus allen Abschätzungen wurde über das einfache arithmetische Mittel und über ein gewogenes Mittel bestimmt.

Die statistischen Auswertung ergeben einen mittleren Konvergenzfaktor von $0,74 \pm 0,05$ für das einfache arithmetische Mittel bzw. $0,70 \pm 0,05$ für das gewogene Mittel.

Für die Volumenabschätzungen bei den Einlagerungskammern für die schwachradioaktiven Abfälle wird ein Konvergenzfaktor von 0,72 zugrunde gelegt.

Abweichend von der statistischen Auswertung wird die Standardabweichung 0,1 heraufgesetzt da die unter den Punkten 1.1 bis 1.6 abgeschätzten Werte einigen Unsicherheitsfaktoren unterliegen wie z.B. der Problematik des Extrapolierens, geringer Messzeitraum, Rückgang der Konvergenz infolge des eingebrachten Versatzes usw.

Für den Zeitpunkt der Einlagerung wurde ein weiterer Konvergenzfaktor (fk_2) mit 0,83 abgeschätzt. Analog zum Konvergenzfaktor fk_1 wird für diesen eine Standardabweichung von 0,1 festgelegt.

4.2 Konvergenzfaktor für die Einlagerungskammer 8a auf der 511-m-Sohle

Es wird ein Konvergenzfaktor von $0,80 \pm 0,1$ für die Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 8a auf der 511-m-Sohle zugrunde gelegt.

5 Literatur

- /1/ [REDACTED] Die Erfassung der Gruben Hohlräume auf der Schachanlage Asse II, Abteilungsbericht 17/85
- /2/ [REDACTED] Zusammenfassende Beschreibung der Deformationsabläufe über und unter Tage auf der Schachanlage Asse

Abschätzung des Feststoffanteils im Salzversatz

In den Einlagerungskammern für schwachradioaktive Abfälle wurde Salzhaufwerk entweder zum Herstellen einer Ausgleichsschicht auf der Sohle oder zum Verfüllen von Zwickelhohlräumen bzw. zum Abdecken der Einlagerungsgebäude eingebracht. Um die Resthohlräume in den einzelnen Einlagerungskammern zu bestimmen, ist es u.a. erforderlich die Porosität bzw. den Feststoffanteil im Salzversatz abzuschätzen. Auf der Schachanlage Asse wurden Untersuchungen zum Versatz und Verschluß von Kammern und Strecken durchgeführt [4]. In dieser Unterlage wurden u. a. die maximalen und minimalen Schüttdichten bzw. Porositäten von Steinsalzhaufwerk mit unterschiedlicher Kornzusammensetzung bzw. aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen im Bergwerk (Sturzversatz, Blasversatz, anfallendes Haufwerk beim Streckenvortrieb mittels Teilschnittmaschine) bestimmt. Folgende Versuchsreihen wurden zur Ermittlung des Verdichtungsverhaltens von Steinsalzhaufwerk mit unterschiedlicher Korngrößenverteilung gefahren:

Versuchsreihe 1:	Korngrößenbereich von 0 bis 0,25mm
Versuchsreihe 2:	Korngrößenbereich von 0,25 bis 0,5mm
Versuchsreihe 3:	Korngrößenbereich von 0,5 bis 1,0mm
Versuchsreihe 4:	Korngrößenbereich von 1,0 bis 2,0mm
Versuchsreihe 5:	Korngrößenbereich von 2,0 bis 4,0mm
Versuchsreihe 6:	Korngrößenbereich von 4,0 bis 8,0mm
Versuchsreihe 7:	Haufwerksverteilung nach Fuller mit einer Maximalkorngröße von 64mm
Versuchsreihe 8:	Haufwerk, welches mit der auf der Schachanlage Asse vorhandenen Teilschnittmaschine vom Typ Voest Alpine AM 50 geschnitten wurde
Versuchsreihe 9:	Haufwerk, welches als Sturzversatz in eine alte Abbaukammer auf der Schachanlage Asse eingebracht wurde
Versuchsreihe 10:	Haufwerk, welches als Blasversatz nach einer vertikalen Förderlänge von etwa 155m in alte Abbaue auf der Schachanlage Asse eingebracht wurde

Darüber hinaus wurden in /15/ auf Grundlage einer integralen Bilanz für die in den Jahre 1979 bis 1989 mit Eigenversatz versetzten Grubenbaue ein mittlerer Porenanteil von 32,8 % ermittelt.

Die in /4/ und /15/ ermittelten Parameter sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Da nicht dokumentiert wurde, welcher Haufwerkstyp in die einzelnen Einlagerungskammern eingebracht bzw. wie stark der Versatz verdichtet wurde, wird mit Hilfe der Extremwerte ein gewogener Mittelwert und dessen Standardabweichung bestimmt. Die Gewichtung erfolgte unter folgenden Gesichtspunkten:

Die Versuchsreihen 1 bis 5 sind nur der Vollständigkeit halber aufgeführt. Es ist nicht anzunehmen, dass Haufwerk mit dieser Kornzusammensetzung in signifikanten Mengen in die Einlagerungskammern eingebracht wurde. Sie werden deshalb mit dem Gewicht "0" versehen und nehmen somit nicht an der statistischen Auswertung teil.

Die Versuchsreihe 6 wird mit dem Gewicht 1 versehen, da eine ähnliche Kornzusammensetzung in geringeren Mengen durch die Erstellung von Bohrungen angefallen sein könnte.

Die Versuchsreihe 7 deckt mit einer Korngröße von max. 64 mm die Bandbreite des durch Streckenauffahrungen anfallenden Haufwerks ab. Eine Zusammensetzung nach Fuller wäre jedoch von zufälliger Natur. Sie wird deshalb mit dem Gewicht "1" versehen.

Aufgrund der Wahrscheinlichkeit, dass in die Einlagerungskammern Haufwerk vom Typ der Versuchsreihen 8 bis 10 sowie das unter /15/ bewertete Haufwerk eingebracht wurde, wird hier ein Gewicht "2" zu grunde gelegt.

Tabellarische Zusammenstellung und statistische Auswertung des Feststoffanteils im Salzversatz

Versuchsreihe	Porosität			Feststoffanteil Faktor f_{Fes}	Gewicht P	P x f_{Fes}	V	PV	PVV
	Max [%]	Min [%]	Mittel [%]						
1	61,2	37,7	49,5	0,51	0	0,00	0,163	0,000	0,000
2	54,5	41,5	48,0	0,52	0	0,00	0,149	0,000	0,000
3	52,2	41,9	47,1	0,53	0	0,00	0,139	0,000	0,000
4	51,2	41,8	46,5	0,54	0	0,00	0,134	0,000	0,000
5	50,2	39,2	44,7	0,55	0	0,00	0,116	0,000	0,000
6	53,5	36,4	45,0	0,55	1	0,55	0,118	0,118	0,014
7	42,2	18,6	30,4	0,70	1	0,70	-0,027	-0,027	0,001
8	39,2	22,9	31,1	0,69	2	1,38	-0,021	-0,042	0,001
9	39,7	19,6	29,7	0,70	2	1,41	-0,035	-0,070	0,002
10	44,5	24,6	34,6	0,65	2	1,31	0,014	0,028	0,000
			32,8	0,67	2	1,34	-0,003	-0,007	0,000
Σ :					10	6,7		0,0	0,018

Gewog. Mittel : 0,67
n: 11

Berechnung der Standardabweichung des Einzelwertes

$$s = \sqrt{\frac{\sum p_{vv}}{n-1}} \quad \pm 0,04$$

Berechnung der Standardabweichung des gewogenen Mittelwertes

$$\bar{s} = \frac{s}{\sqrt{\sum p}} \quad 0,01$$

Für die Volumenberechnung bzw. Genauigkeitsbetrachtungen werden folgende Werte zugrunde gelegt :

Feststoffanteil Salz Faktor f_{Fes} : 0,67 $\pm 0,04$

/4/ [REDACTED] :

Untersuchungen zum Versatz und Verschluß von Kammern und Strecken in einem Endlager im Salz GSF-Bereich 19/91

/15/ GSF 1991: Entwicklung eines Modells zur Beschreibung der gebirgsmechanischen Vorgänge im Gruben- gebäude der Schachanlage Asse, Band 1

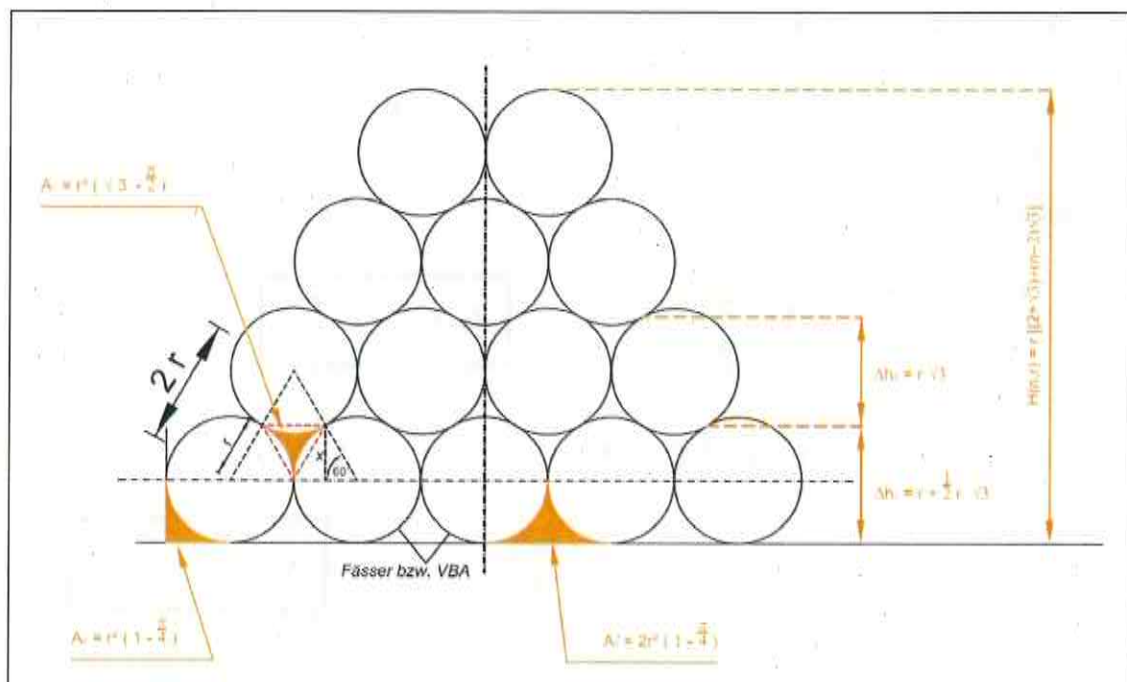
Anlage 12

Herleitung der Berechnungsformeln für die Stapelhöhen bzw. für die Zwickelräume zwischen den gestapelten Fässern

1 Einleitung

Um das Porenvolumen in den Einlagerungskammern abzuschätzen ist es u. a. hilfreich vorab die Stapelhöhe der Einlagerungsgebäude bzw. die Querschnittsflächen der Zwickelhohlräume zwischen den Fässern abzuschätzen. Den Fotografien aus der Einlagerungszeit kann zum Teil entnommen werden, wie viel Fässer übereinander gestapelt wurden. Im Folgenden werden Formeln für die Querschnittsflächen bzw. Stapelhöhen (für die liegende Lagerung der Fässer) in Abhängigkeit vom Fässerradius hergeleitet. Zur Verdeutlichung dient die zeichnerische Darstellung in Kapitel 2.

2 Prinzipskizze



3 Herleitung der Formel für die Fläche A_1

3.1 Fläche gleichseitiges Dreieck

$$A = \frac{1}{4} a^2 \cdot \sqrt{3} \quad / \quad \text{hier: Seitenlänge } a = 2r$$

$$\Rightarrow A = \frac{1}{4} (2r)^2 \cdot \sqrt{3} = \frac{1}{4} \cdot 4r^2 \cdot \sqrt{3} = r^2 \cdot \sqrt{3}$$

3.2 Fläche des Kreissegmentes

$$A = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot 60^\circ}{360^\circ} = \frac{r^2 \cdot \pi}{6}$$

3.3 Fläche A_1

$$A_1 = r^2 \cdot \sqrt{3} - 3 \cdot \frac{r^2 \cdot \pi}{6} = r^2 \cdot \sqrt{3} - \frac{r^2 \cdot \pi}{2} = r^2 \cdot \left(\sqrt{3} - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$\boxed{A_1 = r^2 \cdot \left(\sqrt{3} - \frac{\pi}{2} \right)}$$

4 Herleitung der Formel für die Fläche A_2

4.1 Fläche für den Viertelkreis

$$A = \frac{r^2 \cdot \pi}{4}$$

4.2 Fläche A_2

$$A_2 = r^2 - \frac{r^2 \cdot \pi}{4} = \underline{\underline{r^2 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4} \right)}}$$

$$\boxed{A_2 = r^2 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4} \right)}$$

5 Herleitung der Formel für die Fläche A_3

$$A_3 = 2 \cdot A_1 = 2 \cdot \left(r^2 - \frac{r^2 \cdot \pi}{4} \right) = \underline{\underline{2r^2 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4} \right)}}$$

$$\boxed{A_3 = 2r^2 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4} \right)}$$

6 Herleitung der Formel für die Höhe Δh_1 6.1 Berechnung des Abstandes x über Sinusfunktion

$$\sin 60^\circ = \frac{x}{r} \Rightarrow x = \sin 60^\circ \cdot r \quad \left| \sin 60^\circ = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} \right.$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{2} \cdot r \cdot \sqrt{3}$$

6.2 Formel Δh_1

$$\Delta h_1 = r + \frac{1}{2} \cdot r \cdot \sqrt{3}$$

7 Herleitung der Formel für die Höhe Δh_2

$$\Delta h_2 = 2 \cdot x = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot r \cdot \sqrt{3} = \underline{r \cdot \sqrt{3}}$$

$$\Delta h_2 = r \cdot \sqrt{3}$$

8 Herleitung der Formel für die Stapelhöhe für n Fässer

$$\begin{aligned} H_{(n,r)} &= 2 \cdot \Delta h_1 + (n-2) \cdot \Delta h_2 \\ &= 2 \cdot \left(r + \frac{1}{2} \cdot r \cdot \sqrt{3} \right) + (n-2) \cdot r \cdot \sqrt{3} \\ &= 2 \cdot r + r \cdot \sqrt{3} + (n-2) \cdot r \cdot \sqrt{3} \\ &= r \cdot (2 + \sqrt{3}) + r \cdot (n-2) \cdot \sqrt{3} \\ &= r \cdot \left[(2 + \sqrt{3}) + (n-2) \cdot \sqrt{3} \right] \end{aligned}$$

$$H_{(n,r)} = r \cdot \left[(2 + \sqrt{3}) + (n-2) \cdot \sqrt{3} \right]$$

Abschätzung des kürzesten Abstandes der Einlagerungskammern zu den Schichten des Deckgebirges

Da das Grubenbild in digitaler Form vorliegt, wird der kürzeste söhlige Abstand zu den liegenden Schichten des Deckgebirges im Sohlenniveau der Einlagerungskammer (s1) und im Niveau der darüberliegenden Sohle (s2) in den aktuellen geologischen Sohlenrissen mit Hilfe der CAD abgegriffen. Somit läßt sich das Einfallen der geologischen Schicht (α) und mit Hilfe der jeweiligen Höhen der Einlagerungskammern (hk) der bankrechte Abstand (b=kürzester Abstand) berechnen. Der bankrechte Abstand wird in der nachfolgende Tabelle auf Dekameter gerundet.

Der bankrechte Abstand der Einlagerungskammern zu den Deckgebirgsschichten wird generell zu den liegenden Schichten des Oberen Bundsandsteines der Südflanke (so1Na) bestimmt. Davon abweichend wird für die Einlagerungskammer 1/750 der kürzeste Abstand zum Roten Salzton (T4) der Nordflanke bestimmt, da diese Einlagerungskammer näher zu den Deckgebirgsschichten der Nordflanke liegt.

Zur Verdeutlichung dient die Prinzipskizze auf Seite 2.

Kammer	Kammer- höhe hk	kürzester söhl. Abstand 750-m-S. s1	725-m-S. s2	Sohlen- abstand Δh	Schicht- einfallen α	bankr. Abstand b	geol. Schicht	Bem.
10/750	11,5 m	27,4 m	16,7 m	24,5 m	66,4°	20 m	so, Na	1)
8/750	9,5 m	43,6 m	30,7 m	24,5 m	62,2°	30 m	so, Na	1)
4/750	9,5 m	46,8 m	34,1 m	24,5 m	62,6°	40 m	so, Na	1) 5)
5/750	9,5 m	51,7 m	42,1 m	24,5 m	68,6°	40 m	so, Na	1) 6)
6/750	9,5 m	57,8 m	49,7 m	24,5 m	71,7°	50 m	so, Na	1)
7/750	9,5 m	69,9 m	62,7 m	24,5 m	73,6°	60 m	so, Na	1)
11/750	9,5 m	101,5 m	91,2 m	24,5 m	67,2°	90 m	so, Na	1)
12/750	9,5 m	167,6 m	154,8 m	24,5 m	62,4°	140 m	so, Na	2)
2/750	9,5 m	187,5 m	174,0 m	24,5 m	61,1°	160 m	so, Na	1)
1/750	9,5 m	116,5 m	108,5 m	24,5 m	71,9°	110 m	T4	3)
2/750 i.Na2	17,0 m	141,7 m	128,4 m	24,5 m	61,5°	120 m	so, Na	1)
Kammer	Kammer- höhe hk	kürzester söhl. Abstand 725-m-S. s1	700-m-S. s2	Sohlen- abstand Δh	Schicht- einfallen α	bankr. Abstand b	geol. Schicht	Bem.
7/725	17,0 m	132,8 m	124,7 m	24,2 m	71,5°	120 m	so, Na	1)
Kammer	Kammer- höhe hk	kürzester söhl. Abstand 511-m-S. s1	490-m-S. s2	Sohlen- abstand Δh	Schicht- einfallen α	bankr. Abstand b	geol. Schicht	Bem.
8a/511	14,0 m	76,0 m	65,5 m	21,1 m	63,5°	60 m	so, Na	4)

1) Bezugspunkt: südwestliche Kammerecke im Firstniveau

2) Bezugspunkt: Mitte südlicher Stoß im Firstniveau

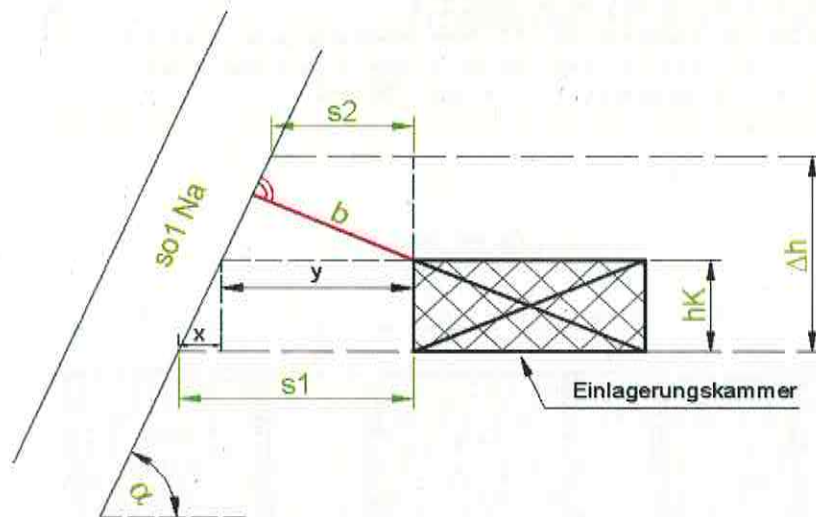
3) Bezugspunkt: nordöstlicher Kammerbereich im Firstniveau

4) Bezugspunkt: südlicher Kammerbereich

5) Eine vom angrenzenden Abbau 3/750 aufgefahrene Erkundungsstrecke hat in einer Entfernung von ca. 60m zur ELK 4/750 das Rötalinär (so1Na) angefahren. Weiterhin mündet der ca. 15m von der ELK 4/750 entfernte Blindschacht 2 im Rötalinär.

6) Eine vom angrenzenden Abbau 3/750 aufgefahrene Erkundungsstrecke hat in einer Entfernung von rd. 110m zur ELK 5/750 das Rötalinär (so1Na) angefahren.

Herleitung der Formeln zur Berechnung des bankrechten Abstandes der Einlagerungskammern zu den Schichten des Deckgebirges



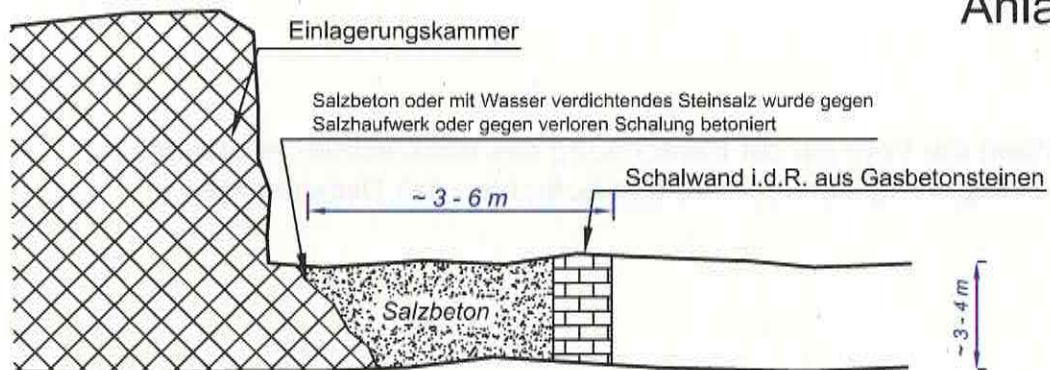
$$1. \quad \tan \alpha = \frac{\Delta h}{(s1 - s2)} \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{\Delta h}{(s1 - s2)}$$

$$2. \quad \sin \alpha = \frac{b}{y} \Rightarrow b = \sin \alpha \cdot y$$

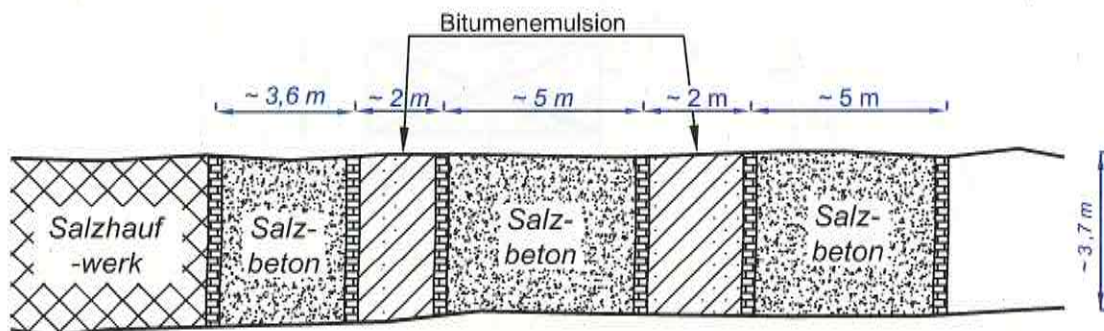
$$3. \quad y = s1 - x \quad \text{und} \quad \tan \alpha = \frac{hK}{x} \Rightarrow x = \frac{hK}{\tan \alpha}$$

$$4. \quad \Rightarrow b = \sin \alpha \cdot \left(s1 - \frac{hK}{\tan \alpha} \right) \quad \left| \quad \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right.$$

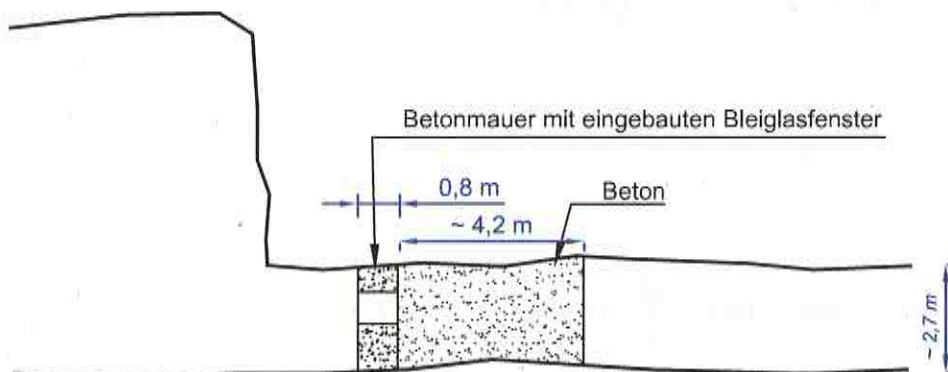
$$\boxed{b = s1 \cdot \cos \alpha - hK \cdot \cos \alpha}$$



Prinzipieller Aufbau der Verschlussbauwerke in den Zugangsbereichen der Einlagerungskammern auf der 750-m-S.



Prinzipieller Aufbau des Verschlussbauwerks im Querschnitt zw. Einlagerungskammer 7/750 und Abb. 5/750 im Na2 (nähere Angaben siehe Beschreibung der lfd. Nr. 27 in der Anlage 11)



Prinzipieller Aufbau des Verschlussbauwerks im Zugang zur Einlagerungskammer 8a/511 (nähere Angaben siehe Beschreibung der lfd. Nr. 60 in der Anlage 11)

Schachtanlage Asse

Prinzipieller Aufbau der Verschlussbauwerke im Bereich der Einlagerungskammern

KZL:14/77756/RHV/RB/RA/0001/00

Zeichnungsnr.: Prinzipieller Aufbau Verschlussbauwerke-R02.dwg

Maßstab:

Remlingen, im März

2009

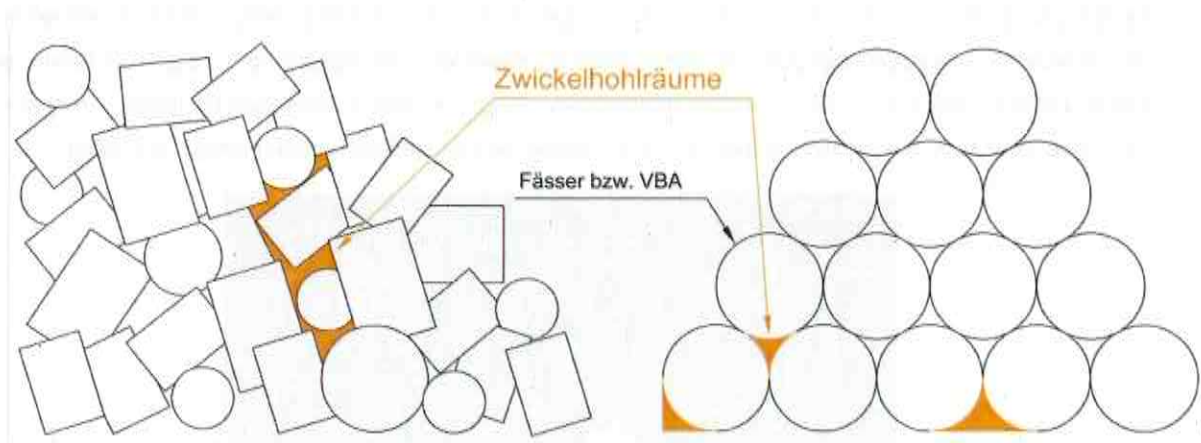
Anlage 15

Abschätzung des Verfüllungsgrades in den Zwickelhohlräumen zwischen den eingelagerten Gebinden

1. Einleitung

Die Einlagerung der schwachradioaktiven Abfälle in ausgewählte ehemaligen Steinsalzabbau der Schachanlage Asse erfolgte mit unterschiedlichen Einlagerungstechniken (liegende Stapelung, stehende Stapelung oder Abkipptechnik). Bedingt durch die Einlagerungstechnik entstehen zwischen den Gebinden sogenannte Zwickelhohlräume (siehe u. a. Prinzipskizze). In einigen Einlagerungskammern erfolgte die Einlagerung durch die Zugabe von geblasenen oder gekippten Salzhauwerk. Die eingebrachten Salzmenen wurden nicht dokumentiert. Zur Bestimmung der kammerspezifischen Volumina muss vorab der Verfüllungsgrad in den Zwickelhohlräumen zwischen den Gebinden abgeschätzt werden.

2. Prinzipskizze



3. Vorgehensweise zur Abschätzung des Verfüllungsgrades

Zur Abschätzung des Verfüllungsgrades wird folgende Vorgehensweise gewählt:

In der nachfolgenden Tabelle ist für diejenigen Kammern in denen die Einlagerung mit Zugabe von Salzhauwerk zwischen den Gebinden erfolgte, das Gebindebruttovolumen und das derzeit geschätzte Kammerleervolumen gegenüber gestellt. Beträgt das Verhältnis zwischen Gebindebruttovolumen und geschätzten Kammerleervolumen bis 0,2 wird ein Verfüllungsgrad der Zwickelhohlräume von 70% angenommen. Bei einem Verhältnis von 0,2 – 0,4 wird der Verfüllungsgrad mit 60% und bei einem Verhältnis zwischen 0,4 und 0,5 mit 50% abgeschätzt. Verhältnisse größer 0,5 treten bei den in der Schachanlage Asse eingelagerten Abfällen nicht auf. Darüber hinaus wird in dieser Tabelle kammerspezifisch die Anzahl der Gebinde pro m³ theoretischer Speicherkapazität abgeleitet. In Kapitel 5 werden die abgeleiteten Werte bewertet und mit ausgewählten Fotos aus der Einlagerungszeit untermauert. Aufgrund der getroffenen Annahmen wird der Fehler der abgeleiteten Verfüllungsgrade mit $\pm 15\%$ angesetzt.

4. Tabellarische Gegenüberstellung

ELK	Anzahl der Gebinde [Stk]	Gebindebruttovolumen (GB) [m ³]	geschätztes Kammerleervolumen (KL) [m ³]	Verhältnis GB/KL	Verfüllungsgrad Zwickelhohlraum	Gebinde pro m ³ Kammerleervol. [Stk/m ³]
10/750	4.664	1.175	7.100	0,17	70%	0,7
8/750	11.278	2.833	8.500	0,33	60%	1,3
5/750	9.561	3.701	12.200	0,30	60%	0,8
6/750	7.611	6.592	14.300	0,46	50%	0,5
7/750	4.356	3.993	13.500	0,30	60%	0,3
2/750 (Na2)	36.900	10.230	21.900	0,47	50%	1,7
7/725 (Na2)	8.530	2.251	14.000	0,16	70%	0,6

5. Bewertung der ermittelten Verfüllungsgrade und Untermuerung durch ausgewählte Fotos
Einlagerungskammer 10/750 und 7/725 im Na2

Die Einlagerungskammern 10/750 und 7/725 im Na2 weisen die niedrigsten Verhältnisse zwischen dem Gebindebruttovolumen und dem geschätzten Kammerleervolumen auf. In die Einlagerungskammer 10/750 wurde nachweislich im Firstniveau rd. 2.500 m³ Salzhauwerk oberhalb der eingelagerten Gebinde eingebracht. Der westliche Zugang im Sohlenniveau zur ELK 10/750 wurde im Februar 2008 bis an den Übergangsbereich zur Einlagerungskammer aufgewältigt. Im Sohlenniveau steht kompaktiertes Salzhauwerk an, Einlagerungsgebände waren nicht zu erkennen. Die Abbildung 1 zeigt eine relativ gute Einbettung der Gebinde in der Einlagerungskammer 7/725 im Na2 in das Salzhauwerk. Insofern ist Abschätzung des rel. hohen Verfüllungsgrades in diesen beiden Einlagerungskammern plausibel.



Abbildung 1: Einlagerungskammer 7/725 (Na2), Blick auf die Abkippböschung
Archiv Nr.: 20081126_1-3.jpg; Aufnahme vom: 26.11.2008

Einlagerungskammer 8/750, 5/750 und 7/750

Das Verhältnis zwischen dem Gebindebruttovolumen und dem geschätzten Kammerleervolumen beträgt bei diesen Einlagerungskammern durchschnittlich 0,31. Der Verfüllungsgrad der Zwickelhohlräume von rd. 60% liegt bei diesen Einlagerungskammern 10% niedriger als bei den o. a. Einlagerungskammern 10/750 und 7/725 im Na2. Aufgrund der Anzahl der verlorenen Betonabschirmungen in den ELK 5/750 und 7/750

ist anzunehmen, dass die Gebinde in diesen Kammern überwiegend gestapelt wurden (vgl. Abb. 2) und somit eine geringere Ausnutzung des Volumens in den Zwickelhohlräumen erfolgte. In die Einlagerungskammer 8/750 wurden im Vergleich zur ELK 10/750 verhältnismäßig viel Gebinde pro m³ Speicherkapazität eingebracht. Insofern ist Abschätzung des etwas geringeren Verfüllungsgrades in den Zwickelhohlräumen in diesen drei Einlagerungskammern plausibel.



Abbildung 2: Einlagerungskammer 7/750, gestapelte verlorene Betonabschirmung (VBA)
Archiv Nr.: e 223, Aufnahme vom 27.10.1977

Einlagerungskammer 6/750 und 2/750 im Na2

Die Einlagerungskammern 6/750 und 2/750 im Na2 weisen die höchsten Verhältnisse zwischen dem Gebindebruttovolumen und dem geschätzten Kammerleervolumen auf. Außerdem ist der Anteil an den VBA in der Einlagerungskammer 6/750 am höchsten. Da diese gestapelt wurden, ist wie oben diskutiert eine geringere Ausnutzung des Volumens in den Zwickelhohlräumen plausibel. In die Einlagerungskammer 2/750 im Na2 wurde im Vergleich zu allen übrigen Einlagerungskammern die meisten Gebinde eingelagert. Dies spiegelt sich im Gebindebruttovolumen und im kammer-spezifischen Faktor (Gebinde pro m³ Speicherkapazität) wider. Die Abbildung 3 untermauert die Abschätzung des rel. geringen Verfüllungsgrades des Zwickelhohlraumes in diesen beiden Einlagerungskammern.



Abbildung 3: Einlagerungskammer 2/750 (Na2), schwachradioaktive Abfälle
Archiv Nr.: c 707; Aufnahmedatum unbekannt