

14/77756/RHV/RB/BW/001/02

Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle

Verfasser: M. Heydorn, Dr. G. Hensel, Dr. G. Bracke

Stand:	20.06.2005
Revisionsnummer:	02

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	3
2	BEGRIFFSDEFINITIONEN	4
3	BENUTZTE UNTERLAGEN	5
4	BESCHREIBUNG DER LAGERBEREICHE	7
4.1	Überblick über die Lagerbereiche	7
4.2	Vorgehensweise und Randbedingungen zur Ermittlung der kammerspezifischen Daten	8
4.3	Beschreibung der Charakteristika der einzelnen Lagerkammern	9
4.3.1	Zeichnerische Darstellung im Risswerk	9
4.3.2	Lage im Grubengebäude	9
4.3.3	Chronologie, Einlagerungstechnik, Gebindeanzahl, Gebindebruttovolumen	10
4.3.4	Kammergeometrien	10
4.3.5	Kammerzugänge und Verschlussbauwerke	10
4.4	Einflussfaktoren zur Ermittlung der Kammervolumina, Unsicherheitsabschätzungen	11
4.4.1	Geometrische Ausgangsdaten	12
4.4.1.1	Grundflächen der Einlagerungskammern	12
4.4.1.2	Höhen der Einlagerungskammern	12
4.4.2	Konvergenz	12
4.4.2.1	Konvergenz bei den Einlagerungskammern für die schwachradioaktiven Abfälle	12
4.4.2.2	Konvergenz bei der Einlagerungskammer für die mittelradioaktiven Abfälle	13
4.4.3	Verfüllungsgrad der Zwickelhohlräume zwischen eingelagerten Gebinden	13
4.4.4	Feststoffanteil im Salzversatz	13
4.4.5	Gebindebruttovolumen und Porenvolumen in den Gebinden	14
4.4.6	Höhe der Ausgleichsschicht auf der Sohle der Einlagerungskammern	14
4.4.7	Resthohlraum	14
4.4.8	Unverfüllter Hohlraum	14
4.4.9	Hohlraum für Salzversatz	14
4.5	Abschätzung des unverfüllten Hohlraumes	15
4.6	Unsicherheiten in der Ermittlung der Hohlräume	16
5	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	17
	QUELLENVERZEICHNIS (TEXT- UND ANLAGENTEIL)	20
	ANLAGEN	22



1 Einleitung

Im Grubengebäude der Schachanlage Asse wurden zwischen 1967 bis 1978 124.494 Gebinde mit schwachradioaktiven Abfällen und 1.293 Gebinde mit mittelradioaktiven Abfällen eingelagert.

Als Grundlage für technische Planungen im Rahmen von Sicherungsmaßnahmen im Bereich der Einlagerungskammern bzw. für die Modellierung des Grubengebäudes im Zusammenhang mit der Führung des Nachweises der Langzeitsicherheit für den Standort Asse ist die Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustandes der Lagerbereiche der Abfälle erforderlich.

Im Folgenden werden daher die Lagerbereiche der Abfälle beschrieben.

1. Es wird eine Abschätzung der heutigen Kammervolumina mit Unsicherheitsbetrachtung für jede Einlagerungskammer durchgeführt.
2. Der Aufbau der vorhandenen Verschlussbauwerke wird erläutert und der Ist-Zustand bewertet.

Daraus werden Schlussfolgerungen bezüglich ihrer Verwendbarkeit bei der Führung des Langzeitsicherheitsnachweises gezogen.

Die Angaben dieses Berichts werden bei der Führung des Langzeitsicherheitsnachweises als Datengrundlage verwendet. Der Bericht dient als erläuternde Unterlage zum noch vorzulegenden Sicherheitsbericht.

2 Begriffsdefinitionen

a) Lagerbereich

Als „Lagerbereich“ werden die unmittelbar an die Einlagerungskammern angrenzenden Grubenbaue definiert. Der Lagerbereich beinhaltet weiterhin die Einlagerungskammern selbst, die Zugänge zu den Einlagerungskammern sowie die Verbindungen zum restlichen Grubengebäude. Zur Verdeutlichung sind die Lagerbereiche in den Anlagen 4 bis 8 farbig hinterlegt.

b) Einlagerungskammer und Abbau

Als „Einlagerungskammer“ werden die bergmännisch erstellten Hohlräume bezeichnet, in denen radioaktive Abfälle eingelagert wurden. Wird im Text das Wort Abbau verwendet, so ist ein größerer zur Mineralgewinnung bergmännisch erstellter Hohlraum gemeint, in dem sich keine radioaktiven Abfälle befinden.

c) Kammerzugänge

Unter dem Begriff „Kammerzugänge“ werden neben den Zugängen im engeren Sinn auch Durchhiebe zu benachbarten Abbauen bzw. Einlagerungskammern, Bohrungen in die Einlagerungskammern oder Rolllöcher verstanden.

d) 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 und durch folgende Signatur gekennzeichnet:



Nähere Angaben sind dem Kapitel 4.3.5 bzw. der Anlage 11 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 durch entsprechende Quellenangaben im Text bzw. in den Anlagen gekennzeichnet:

a) Risswerk der Schachanlage Asse [1]

Das Risswerk ist die wesentliche Grundlage zum Beschreiben der einzelnen Einlagerungskammern. Wenn keine geometrischen Daten in Maß und Zahl vorlagen, wurden diese aus den maßstäblichen Zeichnungen des Risswerkes abgegriffen. Das Risswerk ist dem vorliegenden Bericht nicht beigelegt.

b) Hohlraumbilanz für das Grubengebäude aus dem Jahr 1982 [2]

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

c) Protokoll über die Befahrung der Einlagerungskammern vom 10. September 1980 [3]

Aus diesem Protokoll geht eine stichpunktartige Zustandsbeschreibung der Einlagerungskammern auf der 725- und 750-m-Sohle hervor. Die hier angegebenen Daten wurden bei den Volumen- und Unsicherheitsabschätzungen berücksichtigt. Sie sind in der Anlage 9 durch eine entsprechende Fußnote gekennzeichnet.

d) „Untersuchungen zum Versatz und Verschluss von Kammern und Strecken in einem Endlager im Salz“ [4]

Dieser Unterlage 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 (Anlage 11) dargestellt. Des Weiteren wurde aufgrund der in diesem Bericht beschriebenen Untersuchungen der Feststoffanteil des in die Einlagerungskammern eingebrachten Salzversatzes abgeschätzt (vgl. Anlage 14).

e) „Untersuchungen an Versatz- und Verschlussstoffen für ein untertägliches Endlager“ [10]

Die in diesem Bericht angegebenen spezifischen Daten hinsichtlich der verwendeten Baumaterialien von einigen Verschlussbauwerken wurden in die Beschreibung der einzelnen Kammerzugänge (Anlage 11) eingearbeitet.

f) Fotografien aus der Einlagerungszeit

Während der Einlagerungszeit wurden von fast allen Einlagerungskammern Fotografien angefertigt. Aufgrund der in Kapitel 4 aufgelisteten Randbedingungen sind diese Fotografien für die Volumenabschätzung sehr hilfreich. Ein Großteil der Fotos wurde eingescannt und liegt in digitaler Form vor. In der Anlage 2 sind ausgewählte Fotos aus der Einlagerungszeit abgebildet.

g) Datenbank „ASSEKAT_8.0“ [5]

Diese Datenbank beruht auf einer systematischen Auswertung der Einlagerungsdokumente. Aus dieser Datenbank wurden die Anzahl der Gebinde für die einzelnen Einlagerungskammern, die Gebindetypen, das Gebindebruttovolumen und das Porenvolumen in den Gebinden entnommen. Die Datenbank wird aktualisiert und fortentwickelt.

4 Beschreibung der Lagerbereiche

4.1 Überblick über die Lagerbereiche

Im Zeitraum von 1967 bis 1978 erfolgte die Einlagerung von 124.486 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 124.494 Gebinde mit schwach- und 1.293 Fässer mit mittelradioaktivem Material ergeben ein Gebindebruttovolumen von rd. 46.930 m³.

Die ehemaligen Steinsalzabbauwerke wurden zwischen 1916 und 1962 durch Bohr- und Sprengarbeit erstellt.

Im Einzelnen wurden folgende Kammern für die Einlagerung genutzt:

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

Die Lage der Einlagerungskammern kann den Anlagen 4 bis 8 bzw. den zeichnerischen Darstellungen im Risswerk der Schachanlage Asse entnommen werden [1]. 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 Einlagerungskammern 7/725 im Na2 und 5/750 im Na3, die im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit für Besucher offen gehalten werden, können die Einlagerungskammern nicht mehr befahren werden, weil die Zugänge verschlossen sind.

4.2 Vorgehensweise und Randbedingungen zur Ermittlung der kammerspezifischen Daten

Die in Kap. 3 aufgeführten Unterlagen wurden systematisch ausgewertet und die Daten daraus für jede Einlagerungskammer zusammengetragen. Diese Zusammenstellung wurde durch Informationen aus aktuellen Befahrungen von noch zugänglichen Bereichen ergänzt. So wurden beispielsweise die geometrischen Daten von zugänglichen Kammerzugängen vor Ort neu vermessen. Eine Fotodokumentation wurde angefertigt bzw. markscheiderische Messungen zur Bestimmung der noch unverfüllten Hohlräume in zwei Einlagerungskammern wurden durchgeführt.

In der Anlage 1 werden die einzelnen Einlagerungskammern im Detail beschrieben. In der Anlage 10 erfolgt eine tabellarische Zusammenstellung der spezifischen Daten der Einlagerungskammern. In den Anlagen 2 und 3 sind ausgewählte Fotografien aus der Einlagerungszeit bzw. aktuelle Fotografien von Kammerzugängen beigelegt. Um die durchgeführten Berechnungen möglichst transparent zu gestalten, wird in der Anlage 9 für jede Einlagerungskammer eine ausführliche Volumen- und Unsicherheitsabschätzung durchgeführt. Zur Verdeutlichung werden den Berechnungen Prinzipskizzen beigelegt.

Die Ermittlung der kammerspezifischen Daten erfolgte unter folgenden Randbedingungen:

- Die einzelnen Einlagerungskammern 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.
- Es wurde bei den Einlagerungskammern, in denen die Stapeltechnik angewandt wurde, eine Ausgleichsschicht aus Salzhautwerk eingebracht. Es liegen keine Unterlagen über die eingebrachten Mengen bzw. die Höhe der Ausgleichsschicht vor.
- Die Einlagerungskammern sind bis auf die Einlagerungskammern 5/750 und 7/725 nicht mehr befahrbar.
- Die Anzahl und Art der Gebinde in den einzelnen Einlagerungskammern 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 Einlagerungskammern vor und wurden ausgewertet.
- Es wurden in Einlagerungskammern unterschiedliche Einlagerungstechniken angewandt. Die Zuordnung der Fässeranzahl bzw. der Fässertypen zu den Einlagerungstechniken wurde nicht dokumentiert. Daher mussten für die Einlagerungskammer 11/750 Annahmen zur Berechnung der Volumina getroffen werden.

4.3 Beschreibung der Charakteristika der einzelnen Lagerkammern

Unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Randbedingungen werden in der Anlage 1 die wesentlichen Charakteristika der einzelnen Einlagerungskammern im Detail beschrieben. Die Reihenfolge der Beschreibung richtet sich nach der Anordnung der Kammern im Grubengebäude. Es werden zunächst die Einlagerungskammern im Jüngeren Steinsalz auf der 750-m-Sohle von Westen nach Osten beschrieben. Danach folgt eine Beschreibung der Einlagerungskammern im Älteren Steinsalz auf der 750- und 725-m-Sohle. Abschließend werden die Charakteristika der Einlagerungskammer auf der 511-m-Sohle erläutert. Die Tabellen in den Anlagen 10 und 11 sind nach dem gleichen Schema aufgebaut.

Die wesentlichen Charakteristika sind:

4.3.1 Zeichnerische Darstellung im Risswerk

Die Lage der Einlagerungskammern kann den zeichnerischen Darstellungen im Risswerk der Schachanlage Asse bzw. den Anlagen 4 bis 8 entnommen werden. Bei der Beschreibung der einzelnen Einlagerungskammern wird der Bezug zu den zeichnerischen Darstellungen im Risswerk durch die Angabe der jeweiligen Sohlen- und Speicherrisse, der Schnittdarstellungen sowie der entsprechenden Planquadrate hergestellt.

4.3.2 Lage im Grubengebäude

Die Lage der Einlagerungskammern mit Teufenangabe sowie deren Lage zu benachbarten Grubenabbauen wird beschrieben. Des Weiteren wird beschrieben, in welcher geologischen Formation sich die Einlagerungskammern befinden und welchen geringsten Abstand die einzelnen Einlagerungskammern zu den Schichten des oberen Buntsandsteins (so1) mit Röt-salz (so1Na), Anhydrit (so1A(b)), und Ton (so1T) als Deckgebirge aufweisen [12], [13], [14]. Grundlage hierfür sind die geologischen Darstellungen im Risswerk mit Stand März 2002.

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 als kürzester Abstand der zum Roten Salzton (T4) der Allerserie angegeben. Der Rote Salzton liegt noch vor der Deckgebirgsschicht der Nordflanke (unterer Buntsandstein, su). Die Berechnung ist in Anlage 16 dargestellt.

4.3.3 Chronologie, Einlagerungstechnik, Gebindeanzahl, Gebindebruttovolumen

Die Herstellungs- und Einlagerungszeiträume wurden dem Risswerk entnommen und werden kammerspezifisch aufgelistet. Des Weiteren werden die angewandte Einlagerungstechnik und die Anzahl der Gebinde bzw. deren Gebindebruttovolumen für die einzelnen Einlagerungskammern aufgelistet. Die Daten wurden der Datenbank ASSEKAT 8.0 entnommen, die auf einer systematischen Auswertung der Einlagerungsdokumente beruht [5].

4.3.4 Kammergeometrien

Die Informationen aus den in Kapitel 3 genannten Unterlagen wurden systematisch ausgewertet und kammerspezifisch zusammengetragen. Es wurden aktuelle Messungen der Einlagerungskammern, die zurzeit noch befahren werden können, durchgeführt und bei der Volumenabschätzung berücksichtigt. Die Ermittlung der Kammervolumina erfolgte unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.4 beschriebenen Einflussfaktoren. Um diese Volumen- und Unsicherheitsabschätzung nachvollziehbar zu gestalten, wird dies in der Anlage 9 für jede Einlagerungskammer ausführlich dargestellt. Prinzipskizzen verdeutlichen die Berechnungen. Darauf aufbauend erfolgt in Kapitel 4.5 eine Abschätzung und Bewertung der unverfüllten Hohlräume.

4.3.5 Kammerzugänge und Verschlussbauwerke

Die Kammerzugänge sind in den Anlagen 4 bis 8 zur besseren Übersicht fortlaufend nummeriert. In der Anlage 11 erfolgt unter Angabe der fortlaufenden Nummerierung eine Beschreibung der Kammerzugänge sowie eine tabellarische Auflistung der geometrischen Daten.

Quantitative Angaben werden hinsichtlich der Geometrie getroffen. Soweit die Kammerzugänge noch zugänglich sind, wurden hier aktuelle Querschnittsmessungen durchgeführt und Fotografien angefertigt. Diese können der Anlage 3 entnommen werden. Von den Kammerzugängen, die nicht mehr befahren werden können, wurden die geometrischen Daten älteren

Berichten entnommen bzw. aus den maßstäblichen Darstellungen des Risswerkes abgegriffen. Dabei ist zu beachten, dass die Durchhiebe im Sohlenniveau zwischen den Einlagerungskammern bzw. zu benachbarten Abbauen auf der 750-m-Sohle bereits seit Beginn der 20er Jahre existieren. Es ist davon auszugehen, dass die Konvergenz zu Querschnittsverminderungen geführt hat, deren Größe nicht zu quantifizieren ist.

Die Durchhiebe im Firstniveau zwischen den Einlagerungskammern bzw. zu benachbarten Abbauen wurden während der Einlagerungszeit erstellt, so dass auch hier davon auszugehen ist, dass eine geringfügige nicht quantifizierbare Querschnittsverminderung stattgefunden hat. Gleiches gilt für die alten Kammerzugänge von den südlichen Richtstrecken, da diese im Zuge der Einlagerung aufgewältigt wurden.

Um einen wettertechnischen Abschluss der Einlagerungskammern vom 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 wurden, wurden diese in die Beschreibungen der jeweiligen Kammerzugänge (Anlage 11) 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 können nicht getroffen werden.

Die wesentlichen Charakteristika der Einlagerungskammern und Kammerzugänge sind in den Anlagen 10 und 11 tabellarisch zusammengestellt.

4.4 Einflussfaktoren zur Ermittlung der Kammervolumina, Unsicherheitsabschätzungen

Im Nachfolgenden werden die einzelnen Einflussfaktoren zur Ermittlung der Kammervolumina kurz beschrieben. Es wird erläutert, warum diesbezüglich bestimmte Annahmen getroffen werden mussten.

4.4.1 Geometrische Ausgangsdaten

4.4.1.1 Grundflächen der Einlagerungskammern

Wie bereits in Kapitel 4.1 erwähnt, wurden die Kammern vor der Einlagerung nicht eingemessen. 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 12 entnommen werden kann, wird die Unsicherheit der planimetrierten Grundflächen mit $\pm 5 \%$ abgeschätzt.

4.4.1.2 Höhen der Einlagerungskammern

Die Hohlraumbilanz aus dem Jahre 1982 [2] gab die Höhen der Einlagerungskammern im Jüngeren Steinsalz mit 9 m an. Als Stichmaß für die Höhen wurde hier die Scheitelhöhe der Abbaue abzüglich 1 Meter für Wölbung festgelegt. Da die einzelnen Abbaue vor der Einlagerung aus Sicherheitsgründen zur Vermeidung von Firstfall in unbekanntem Umfang beraubt wurden (vgl. Kapitel 4.1), wird eine mittlere Kammerhöhe von $9,5 \text{ m} \pm 5 \%$ ($\pm 0,5 \text{ m}$) für die Einlagerungskammern im Na3 zugrunde gelegt.

Davon abweichend wird für die Einlagerungskammer 10/750 eine mittlere Kammerhöhe von $11,5 \text{ m} \pm 0,5 \text{ m}$ zugrunde gelegt, da diese durch markscheiderische Messungen aus den Jahren 1977 bzw. 1983 bestimmt wurde.

Für die Einlagerungskammern im Älteren Steinsalz wird eine mittlere Kammerhöhe von $17 \text{ m} \pm 5 \%$ zugrunde gelegt.

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

4.4.2 Konvergenz

4.4.2.1 Konvergenz in den Einlagerungskammern für die schwachradioaktiven Abfälle

Die Einlagerungskammern für die schwachradioaktiven Abfälle wurden zwischen 1916 und 1936 erstellt. Somit sind sie zwischen 66 und 86 Jahren den Konvergenzvorgängen ausge-

setzt. In der Anlage 13 wird auf Grundlage von geotechnischen Messungen in unterschiedlichen Bereichen im Grubengebäude ein Konvergenzfaktor f_K von **$0,75 \pm 0,15$** abgeschätzt.

4.4.2.2 Konvergenz in der Einlagerungskammer für die mittelradioaktiven Abfälle

Die Einlagerungskammer für die mittelradioaktiven Abfälle wurde in den Jahren 1961 und 1962 erstellt. Somit hat diese Kammer eine wesentlich geringere Standzeit als die Einlagerungskammern auf der 725- und 750-m-Sohle. Außerdem liegt sie in einem gebirgsmechanisch ruhigen Bereich. Aktuelle Messungen zur Volumenbestimmung in den Nebenabbauen auf der 532-m-Sohle haben ergeben, dass das Volumen dieser Abbaue 15 % geringer ist als ursprünglich angegeben. Da diese Abbaue in Abmessungen und in räumlicher Lage mit der Einlagerungskammer 8a/511 vergleichbar sind, wird hier ein Konvergenzfaktor f_K von **$0,85 \pm 0,10$** angesetzt (vgl. auch Anlage 13).

4.4.3 Verfüllungsgrad der Zwickelhohlräume zwischen eingelagerten Gebinden

In einigen Einlagerungskammern erfolgte die Einlagerung der radioaktiven Abfälle unter Hinzugabe von Salzversatz. Wie unter Kapitel 4.1 bereits erwähnt, wurden die eingebrachten Haufwerksmengen nicht dokumentiert. Da diese Einlagerungstechnik nicht die gesamten Zwickelräume mit Salzhaufwerk verfüllen kann, wird der Verfüllungsgrad der Zwickelhohlraum auf 50 % geschätzt. Diese Annahme kann nicht quantitativ untermauert werden, deshalb wird hierfür ein Fehler von 30 % für die Unsicherheitsbetrachtungen in Ansatz gebracht. Somit ergibt sich für die Volumenabschätzungen ein Verfüllungsfaktor f_V von **$0,5 \pm 0,15$** .

4.4.4 Feststoffanteil im Salzversatz

Die in die Einlagerungskammern eingebrachten Salzmengen wurden entweder verkippt, verblasen oder verschleudert. In einigen Einlagerungskammern wurde eine Ausgleichsschicht auf der Sohle eingebracht. Somit ist das Versatzgut unterschiedlich verdichtet. In der Anlage 14 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 8.0 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 Einlagerungskammern

In den Einlagerungskammern 1, 2, 4 und 12 auf der 750-m-Sohle wurde auf der Sohle eine Ausgleichsschicht eingebracht. Bis auf die Einlagerungskammer 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 15 entnommen werden.

4.4.7 Resthohlraum

Hierunter ist der Lufthohlraum in der Einlagerungskammer unter Einbeziehung des Porenhohlraums des Salzversatzes und der Abfallgebände zu verstehen. Dieser Hohlraum steht theoretisch einem Schutzfluid zur Verfügung.

4.4.8 Unverfüllter Hohlraum

Hierunter ist der freie Hohlraum (incl. Zwickelräume) zu verstehen, in dem sich weder Abfallgebände noch Salzhaufwerk befinden. In diesen Hohlraum kann theoretisch eine Suspension oder fließfähiger Versatz eingebracht werden.

4.4.9 Hohlraum für Salzversatz

Hierunter sind die Resthohlräume ohne Zwickelräume zu verstehen, in die ein fester Salzversatz eingebracht werden kann.

Die Einlagerungskammern 5 auf der 750-m-Sohle und 7 auf der 725-m-Sohle können derzeit noch befahren werden. Der hier im Firstbereich noch vorhandene unverfüllte Hohlraum wur-

de durch aktuelle markscheiderische Messungen bestimmt. Der Fehler dieser Volumenbestimmung wird auf $\pm 5 \%$ geschätzt.

4.5 Abschätzung des unverfüllten Hohlraumes

Aufgrund der Einlagerungstechniken sind nicht alle Hohlräume in den Einlagerungskammern vollständig mit Gebinden und Salzversatz verfüllt. Die abgeschätzten Resthohlräume (Luft), unverfüllten Hohlräume und verbleibenden Hohlräume für Salzversatz in der Tabelle 1 ergeben sich aus den in der Anlage 9 dargestellten Berechnungen.

Tabelle 1: Hohlräume der Einlagerungskammern

Einlagerungskammer	Resthohlraum (Luft)	Unverfüllter Hohlraum	Unverfüllter Hohlraum für Salzversatz
1/750	3.200 m ³	2.100 m ³	Nicht quantifizierbar
2/750	2.600 m ³	1.700 m ³	Nicht quantifizierbar
4/750	3.900 m ³	2.900 m ³	Nicht quantifizierbar
5/750	6.500 m ³	320 m ³	320 m ³
6/750	5.600 m ³	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar
7/750	6.700 m ³	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar
8/750	4.600 m ³	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar
10/750	4.800 m ³	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar
11/750	4.500 m ³	1000 m ³	Nicht quantifizierbar
12/750	4.500 m ³	3.300 m ³	Nicht quantifizierbar
2/750 Na2	11.300 m ³	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar
7/725 Na2	8.500 m ³	1900 m ^{3*}	1.900 m ³
8a/511	5.600 m ³	5.600 m ³	4.500 m ³

Alle Kammern haben bei Berücksichtigung des Porenanteils des Salzversatzes und der Gebinde einen Resthohlraum (Luft). Unter Berücksichtigung der Zwickelhohlräume zwischen den Fässern - jedoch ohne den Porenanteil des Salzversatzes und der Gebinde - stehen in den Einlagerungskammern die in Tabelle 1 genannten unverfüllten Hohlräume zur Verfügung. Nicht quantifizierbare unverfüllte Hohlräume werden mit 0 m³ angenommen. Werden auch die Zwickelhohlräume zwischen den Gebinden nicht berücksichtigt, sind die unverfüllten Hohlräume mit Ausnahme der Einlagerungskammern 5/750, 7/725Na2 und 8a/511 derzeit nicht quantifizierbar.

Die Einlagerung der radioaktiven Gebinde in den Einlagerungskammern 1, 2, 4 und 12 auf der 750-m-Sohle erfolgte – abgesehen von einer Ausgleichsschicht auf der Sohle – ohne Salzversatz. Gleiches gilt für die Einlagerungskammer 8a auf der 511-m-Sohle, in die nur Abfallgebände eingebracht wurden.

In der Einlagerungskammer 11/750 wurde zwischen den unteren gekippten und den oberen gestapelten Gebinden eine ca. 0,8 – 1 m starke Ausgleichsschicht aus Salzhautwerk 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 von 1.000 m^3 . 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 auf 1.400 m^3 und bei einem Verhältnis von 80 % zu 20 % verringert er sich auf 500 m^3 .

Die Einlagerungskammer 5/750 und 7/725 im Na2 sind befahrbar. Der unverfüllte Hohlraum wurde anhand von aktuellen markscheiderischen Messungen abgeschätzt.

Bei den restlichen Einlagerungskammern 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 Einlagerungskammer 7/725 wurden in den letzten Jahren nachträglich 8.400 m^3 Salzhautwerk eingebracht.

Zwischen den Einlagerungskammern 10/750 und 8/750 sowie zwischen den Einlagerungskammern 4/750 und 5/750 befinden sich die zur Zeit teilversetzten Abbaue 9/750 und 3/750. Die unverfüllten Hohlräume dieser Abbaue können für das Einbringen von Versatz genutzt werden.

4.6 Unsicherheiten in der Ermittlung der Hohlräume

Die in der Anlage 9 durchgeführten Berechnungen zur Hohlraumabschätzung der Einlagerungskammern 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 weniger

stark auf das Gesamtergebnis aus. Selbst die Unsicherheit der getroffenen Annahme, dass der Zwickelhohlraum zwischen den Gebinden zur Hälfte gefüllt wurde, ist nicht entscheidend für das Gesamtergebnis.

Die Unsicherheitsbetrachtungen zeigen weiterhin:

- Bei markscheiderischen Messungen kann das Resthohlraumvolumen (d.h. das Luftvolumen in der Einlagerungskammer) mit einer Unsicherheit von $\pm 10\%$ angegeben werden.
- Das Resthohlraumvolumen bei den übrigen Einlagerungskammern kann mit einer Unsicherheit von $\pm 20\%$ angegeben werden.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Allgemeines

Im Grubengebäude der Schachanlage Asse erfolgte zwischen 1967 und 1978 die Einlagerung von rd. 125.000 Gebinden mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen in insgesamt 13 Einlagerungskammern. Die Abfallgebinde nehmen ein Gebindebruttovolumen von rd. 46.930 m³ ein. Eine Einlagerungskammer mit überwiegend mittelradioaktiven Abfällen befindet sich auf der 511-m-Sohle, die restlichen Einlagerungskammern sind im Teufenbereich zwischen der 725- und 750-m-Sohle angesiedelt.

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

Die Anlage 1 beschreibt die einzelnen Einlagerungskammern im Detail. Die Kammerzugänge sind in den zeichnerischen Darstellungen der Anlagen 4 bis 8 fortlaufend nummeriert und in der Anlage 11 beschrieben.

Hohlraumabschätzungen und Unsicherheiten

Die Hohlraum- und Unsicherheitsabschätzung zeigt, dass nach Einlagerung der schwachradioaktiven Abfälle auf der 725- und 750-m-Sohle etwa die Hälfte des vorhandenen Hohlraumes luffertfüllt blieb. Anhand der durchgeführten Unsicherheitsabschätzungen ist zu erkennen, dass die ermittelten Volumina der Einlagerungskammern, bei denen auf markscheiderische Messungen zurückgegriffen werden konnte, mit einer Unsicherheit von $\pm 10\%$ angegeben werden können. Bei den restlichen Einlagerungskammern beträgt die Unsicherheit $\pm 20\%$.

Aus den Hohlraumangaben für die Einlagerungskammern können Schlussfolgerungen für die Einbringung von Versatzstoffen getroffen werden. Der Resthohlraum (Luft) entspricht dem verfügbaren Volumen für ein Schutzfluid. Der unverfüllte Hohlraum bei Berücksichtigung der Zwickelhohlräume steht für einen fließfähigen Versatz zur Verfügung. Der unverfüllte Hohlraum ohne Zwickelhohlräume steht für festen Versatz zur Verfügung. Dieser kann jedoch nur für drei Einlagerungskammern 5/750, 7/725Na2 und 8a/511 quantifiziert werden.

Abschätzung des geringsten Abstandes zu den Schichten des Deckgebirges

Auf Grundlage des in digitaler Form vorliegenden Risswerkes wurde mit Hilfe von CAD für jede Einlagerungskammer der geringste Abstand zu den Schichten des Deckgebirges abgeschätzt. Diese Abschätzung ergab, dass die Einlagerungskammer 10/750 mit rd. 20 m den kürzesten Abstand zum Deckgebirge (Rötsalz des oberen Buntsandsteines) aufweist. Zwischen den Einlagerungskammern 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.

Kammerzugänge

Grundlage für die Beschreibung der Kammerzugänge waren die zeichnerischen Darstellungen im Risswerk, aktuelle Befahrungen und Angaben in Berichten. Die Kammerzugänge sind in den Anlagen 4 bis 8 mit einer laufenden Nummerierung versehen. Die Einlagerungskammern stehen durch die Zugänge miteinander bzw. mit dem restlichen Grubengebäude in Verbindung. Eine Verbindung zwischen den Lagerbereichen mit den Einlagerungskammern und dem übrigen Grubengebäude besteht über die Wendelstrecke bzw. über die Blindschächte 1 bis 3. Im Ostfeld der 750-m-Sohle bestehen direkte Verbindungen zwischen den Einlagerungskammern und den Kaliabbauen. Über den Blindschacht 3 besteht eine indirekte Verbindung der Einlagerungskammern 11/750 und 12/750 zu den Strecken im Niveau der Teilsohlen A und B.

Verschlussbauwerke

Die Kammerzugänge wurden mit Bauwerken verschlossen, die in der Anlage 11 beschrieben sind. Damit kann folgendes zusammengefasst bzw. geschlussfolgert werden.

Die Verschlussbauwerke der Kammerzugänge wurden in erster Linie aus Salzbeton mit unterschiedlichen Wasser/Zement-Werten und Salz/Zement-Verhältnissen erstellt.

Bis auf zwei Ausnahmen haben alle Verschlussbauwerke den gleichen prinzipiellen Aufbau, der in der Anlage 17 dargestellt ist. Zur Kammerseite hin wurde entweder gegen den Salzversatz oder gegen eine Schalwand Salzbeton eingebracht, dessen Abschluss wiederum eine Schalwand bildet. Abweichend von diesem Aufbau bildet der Durchhieb im Firstniveau zwischen der Einlagerungskammer 7/750 im Jüngeren Steinsalz und dem Abbau 5/750 im Älteren Steinsalz einen fünfteiligen Verschluss [4]. Von der Einlagerungskammer folgen drei Segmente aus Salzbeton, zwischen denen zwei Segmente aus einer Bitumenemulsion eingebaut wurden.

Vor der Einlagerung der Gebinde in der Einlagerungskammer 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 dieser Strahlenschutzmauer ein weiteres Verschlussbauwerk aus unbewehrtem, langsam erhärtendem Beton fertiggestellt [8].

Zusätzlich zu den Verschlussbauwerken auf der 750-m-Sohle wurde die südliche Richtstrecke nach Osten im Bereich der Einlagerungskammern 5 bis 7/750 mit Salzhaufwerk 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 war bei einigen Bauwerken eine Erneuerung bzw. Ertüchtigung der Abschlussmauern erforderlich.

Quellenverzeichnis (Text- und Anlagenteil)

- [1] GSF, Forschungsbergwerk Asse, Risswerk der Schachanlage Asse, Stand: 06/2002.
- [2] Kunze J.: Die Erfassung der Grubenhohlräume auf der Schachanlage Asse II (Hohlraumbilanz), Abteilungsbericht 17/85 , Stand: 1982.
- [3] Schauer mann V., Stippler R.: Protokoll über die Befahrung der Einlagerungskammern vom 10.09.1980.
- [4] Gläß F., Kappei G., Schmidt M.W., u.a. : Untersuchungen zum Versatz und Verschluss von Kammern und Strecken in einem Endlager im Salz, GSF-Bericht 19/91.
- [5] Datenbank ASSEKAT_8.0.
- [6] Herzog C., Schneider L.: 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 Einlagerungskammer 8a/511 vom 03.08.1998.
- [9] Poley A.D., Prij J., Vons L.H., Stippler R.: Modellrechnungen zur Wirksamkeit technischer Maßnahmen im Bergwerk Asse, Interner Bericht Nr. 1/2002.
- [10] Raab W., Fischle W., Schauer mann V. : Untersuchungen an Versatz- und Verschlussstoffen für ein untertägliches Endlager, GSF-Bericht T 154, Oktober 1982.
- [11] Dürr K., Quijano A. : Temperatur-Versuchsfeld 3, Versuchsbericht, GSF-Bericht, Mai 1977.
- [12] Essaid S., Klarr K. : Zum Innenbau der Salzstruktur Asse, Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 133, 135-154, 1982.



- [13] Hartwig G. : 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] Klarr K., Dürr K., Gies H., Hensel G., Kolditz H., Kull H., Schmidt M.W., Schweinsberg A., Steinberg S., Wallmüller R., Walter F., Batsche H., Carls P., Paul J., 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 Schachtanlage Asse, Band 1

Exemplar für BMBF und BMU



Anlagen

- Anlage 1 Beschreibung der Einlagerungskammern
- Anlage 2 Fotografien der Einlagerungskammern
- Anlage 3 Fotografien von Zugängen zu den Einlagerungskammern
- Anlage 4 Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle mit Nummerierung der Kammerzugänge
- Anlage 5 Ausschnitt aus dem Speicher- und Sohlenriss der 725-m-Sohle mit Nummerierung der Kammerzugänge
- Anlage 6 Ausschnitt aus dem Speicher- und Sohlenriss der 511-m-Sohle mit Nummerierung der Kammerzugänge
- Anlage 7 Seigerriss und Längsschnitt 1 mit Nummerierung der Kammerzugänge
- Anlage 8 Ausschnitt aus dem Seigerriss und Längsschnitt 1 durch die Baue im Älteren Steinsalz mit Nummerierung der Kammerzugänge
- Anlage 9 Volumen- und Unsicherheitsabschätzungen der einzelnen Einlagerungskammern
- Anlage 10 Tabellarische Auflistung der spezifischen Daten der Einlagerungskammern
- Anlage 11 Beschreibung der Zugänge zu den Einlagerungskammern
- Anlage 12 Abschätzung der Unsicherheit der planimetrierten Grundflächen der Einlagerungskammern
- Anlage 13 Abschätzung des Konvergenzfaktors für die Einlagerungskammern
- Anlage 14 Abschätzung des Feststoffanteils im Salzversatz
- Anlage 15 Herleitung der Berechnungsformel für die Stapelhöhen
- Anlage 16 Abschätzung des kürzesten Abstands der Einlagerungskammern zum Deckgebirge, Prinzipskizze und Herleitung der Berechnungsformeln
- Anlage 17 Prinzipieller Aufbau der Verschlussbauwerke im Bereich der Einlagerungskammern

Anlage 1

Detallierte Beschreibung der einzelnen Einlagerungskammern

In dieser Anlage werden die Einlagerungskammern nach folgenden Schema im Detail beschrieben:

- Zeichnerische Darstellung im Grubenbild
- Allgemeine Lage und Lage zu benachbarten Grubenbauen
- Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge
- Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen
- Kammergeometrie
- Kammerzugänge (detaillierte Beschreibung siehe Anlage 11)

Die Anlage 1 wird wie folgt untergliedert:

Anlage 1.1	Einlagerungskammer 10/750	Anlage 1.8	Einlagerungskammer 12/750
Anlage 1.2	Einlagerungskammer 8/750	Anlage 1.9	Einlagerungskammer 2/750
Anlage 1.3	Einlagerungskammer 4/750	Anlage 1.10	Einlagerungskammer 1/750
Anlage 1.4	Einlagerungskammer 5/750	Anlage 1.11	Einlagerungskammer 2/750 im Na2
Anlage 1.5	Einlagerungskammer 6/750	Anlage 1.12	Einlagerungskammer 7/725
Anlage 1.6	Einlagerungskammer 7/750	Anlage 1.13	Einlagerungskammer 8a/511
Anlage 1.7	Einlagerungskammer 11/750		

In der Anlage 10 die hier aufgeführten spezifischen Daten der Einlagerungskammern tabellarisch zusammengefaßt.

Auszug aus dem Quellenverzeichnis des Textteiles :

- [1] GSF, Forschungsbergwerk Asse, Grubenbild der Schachanlage Asse, Stand: 06/02
- [2] Kunze, J.: Die Erfassung der Grubenhohlräume auf der Schachanlage Asse II (Hohlraumbilanz), Abteilungsbericht 17/85 , Stand: 1982
- [3] Schauer mann, V., Stippler, R.: Protokoll über die Befahrung der Einlagerungskammern vom 10.09.1980
- [5] Datenbank ASSEKAT_8.0
- [11] Dürr, K. , Quijano, A. : Temperatur-Versuchsfeld 3, Versuchsbericht, GSF-Bericht, Mai 1977

Einlagerungskammer 10/750

1. Zeichnerische Darstellung

Die Einlagerungskammer ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle im Planquadrat c 1 des Hauptblattes und im Planquadrat c 8 des westlichen Anschlussblattes sowie im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt [1].

2. Allgemeine Lage und Lage zu benachbarten Grubenbauen

Die Einlagerungskammer liegt in einer Teufe von rd. 750 m am südwestlichen Rand des Grubengebäudes. Sie wird im Osten durch einen ca. 20 m starken Pfeiler und im Norden durch einen 10 bis 20 m starken Pfeiler begrenzt. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zum teilversetzten Abbau 9/750 im Osten und zur nördlich der Einlagerungskammer verlaufenden 2. südlichen Richtstrecke nach Westen. Die Einlagerungskammer ist durch eine 14 m starke Schwebe von den Abbauen auf der 725-m-Sohle abgegrenzt. Über ein Rolloch besteht eine Verbindung zu den Abbauen auf der 725-m-Sohle. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können der Anlage 11 entnommen werden. Unterhalb der Einlagerungskammer beträgt der nächste Abstand zu den Grubenbauen der 775-m-Sohle ca. 25 m. Westlich und südlich der Einlagerungskammer befinden sich keine Grubenbaue.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der Einlagerungskammer befindet sich im Jüngeren Steinsalz (Na3) und nur der südliche Stoß liegt 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 Buntsandsteines (Rötsalinar, so1Na) beträgt ca. 20 m.

4. Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde 1923 erstellt. In der Zeit von August 1974 bis November 1976 wurden 4.664 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Die Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 1.175 m³. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 10 entnommen werden. Die Gebinde wurden mit Hilfe der Abkipptechnik unter Zugabe von Salzhauwerk eingelagert. Die Mengen des zugegebenen Hauwerks ist nicht bekannt.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer 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 9 die Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Kammervolumina sowie zur Genauigkeitsabschätzung ausführlich dargestellt. Die Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen ergaben folgende Kammervolumina:

Leervolumen der Einlagerungskammern	:	.....rd. 8.800	m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 4.500	m ³
das entspricht	:	..... 51 %	± 10 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 5 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 7 mit den lfd. Nummern 1 bis 5 versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Einlagerungskammer 8/750

1. Zeichnerische Darstellung

Die Einlagerungskammer ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle in den Planquadraten c 1 bis d 2 des Hauptblattes sowie im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt [1].

2. Allgemeine Lage und Lage zu benachbarten Grubenbauen

Die Einlagerungskammer 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 7 bis 8 m starken Pfeiler begrenzt. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zum teilversetzten Abbau 9/750 im Westen und zur Einlagerungskammer 4/750 im Osten, sowie im Norden zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können der Anlage 11 entnommen werden. Die Einlagerungskammer ist durch eine 14 m starke Schwebe von den Abbauen auf der 725-m-Sohle abgegrenzt. Unterhalb der Einlagerungskammer beträgt der Abstand zu den nächsten Grubenbauen der 775-m-Sohle ca. 25 m. Südlich der Einlagerungskammer befinden sich keine Grubenbaue.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Die Einlagerungskammer 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. 30 m.

4. Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde in den Jahren 1920 bis 1921 erstellt. In der Zeit von September 1974 bis November 1978 wurden 11.278 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Die Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 2.833 m³. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 10 entnommen werden. Die Gebinde wurden mit Hilfe der Abkipptechnik unter Zugabe von Salzhautwerk eingelagert. Die Mengen des zugegebenen Hautwerks ist nicht bekannt. Das Bild 1 der Anlage 2 zeigt ein Foto aus der Einlagerungszeit.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 62 m , in der Breite von 19 m und in der Höhe von 9,5 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.180 m² [2]. In der Anlage 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 8.400	m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 4.400	m ³
das entspricht	:	..... 52	% ± 19 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 5 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 7 mit den lfd. Nummern 6 bis 10 versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Exemplar für BMBF und BMU

Einlagerungskammer 4/750

1. Zeichnerische Darstellung

Die Einlagerungskammer ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle in den Planquadraten d 2 bis d 3 des Hauptblattes sowie im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt [1].

2. Allgemeine Lage und Lage zu benachbarten Grubenbauen

Die Einlagerungskammer 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 6 bis 7 m starken Pfeiler begrenzt. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zur Einlagerungskammer 8/750 im Westen und zum teilversetzten Abbau 3/750 im Osten, sowie im Norden zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können der Anlage 11 entnommen werden. Die Einlagerungskammer ist durch eine 14 m starke Schwebe von den Abbauen auf der 725-m-Sohle abgegrenzt. Unterhalb der Einlagerungskammer beträgt der Abstand zu den Grubenbauen der 775-m-Sohle ca. 25 m. Südlich der Einlagerungskammer befinden sich keine Grubenbaue. Eine vom angrenzenden Abbau 3/750 in südliche Richtung aufgefahrene Erkundungsstrecke hat in einer Entfernung von rd. 60 m das Rötسالinar (so1Na) angefahren und endet dort.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Die Einlagerungskammer befindet sich im Jüngeren Steinsalz (Na3). Für die Abschätzung des geringsten Abstandes zum Deckgebirge wird die südöstliche Kammerecke im Firstniveau zu Grunde gelegt. Der Abstand von hier bis zu den liegenden Schichten des Oberen Buntsandsteins (Rötسالinar, so1Na) beträgt ca. 40 m.

4. Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde in den Jahren 1918 bis 1919 erstellt. In der Zeit von April 1967 bis März 1971 wurden 6.340 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Die Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 1.488 m³. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 10 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. In der Anlage 2, Bild 2 bis 4 sind ausgewählte Fotografien abgebildet, die vor bzw. während der Einlagerungszeit angefertigt wurden.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 51 m, in der Breite von 16 m und in der Höhe von 9,5 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 910 m² [2]. Aus einer grundrisslichen Darstellung der 750-m-Sohle (Zeichnungsnr.: 1/11/22) konnte entnommen werden, dass vor der Einlagerung eine ca. 3 m hohe Schicht aus Salzhauwerk eingebracht wurden.

In der Anlage 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 6.500	m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 3.800	m ³
das entspricht	:	..... 58 %	± 18 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 4 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 7 mit den lfd. Nummern 10 bis 13 versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Exemplar für BMBF und BMU

Einlagerungskammer 5/750

1. Zeichnerische Darstellung

Die Einlagerungskammer ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle in den Planquadraten d 4 bis e 3 des Hauptblattes sowie im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt [1].

2. Allgemeine Lage und Lage zu benachbarten Grubenbauen

Die Einlagerungskammer 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 5 bis 6 m starken Pfeiler begrenzt. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zum teilversetzten Abbau 3/750 im Westen und zur Einlagerungskammer 6/750 im Osten, sowie im Norden zur versetzten südlichen Richtstrecke nach Osten. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können der Anlage 11 entnommen werden. Die Einlagerungskammer ist durch eine 14 m starke Schwebe von den Abbauen auf der 725-m-Sohle abgegrenzt. Unterhalb der Einlagerungskammer beträgt der Abstand zu den Grubenbauen der 775-m-Sohle ca. 20 m. Südlich der Einlagerungskammer befinden sich keine Grubenbaue. Eine vom angrenzenden Abbau 3/750 in südliche Richtung aufgefahrene Erkundungsstrecke hat in einer Entfernung von rd. 110 m das Rötسالinar (so1Na) angefahren und endet dort.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Die Einlagerungskammer 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 (Rötسالinar, so1Na) beträgt ca. 40 m.

4. Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

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 10 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. Die Menge des zugegebenen Hautwerks ist nicht bekannt. Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit wird der nordwestliche Firstbereich der Kammer derzeit noch offengehalten. In der Anlage 2, Bild 5 und 6 sind ausgewählte Fotografien aus der Einlagerungszeit abgebildet.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 46 m, in der Breite von 35 m und in der Höhe von 9,5 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.700 m² [2]. Der o.a. unverfüllte Hohlraum wurde durch eine aktuelle reflektorlosen Vermessung mit 320 m³

bestimmt. In der Anlage 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 12.100	m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 6.200	m ³
das entspricht	:	..... 51 %	± 19 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 7 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 7 mit den lfd. Nummern 14 bis 20 versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Exemplar für BMBF und BMU

Einlagerungskammer 6/750

1. Zeichnerische Darstellung

Die Einlagerungskammer 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].

2. Allgemeine Lage und Lage zu benachbarten Grubenbauen

Die Einlagerungskammer 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 Einlagerungskammer 5/750 Westen und zur Einlagerungskammer 7/750 im Osten, sowie im Norden zur versetzten südlichen Richtstrecke nach Osten. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können der Anlage 11 entnommen werden. Die Einlagerungskammer ist durch eine 14 m starke Schwebe von den Abbauen auf der 725-m-Sohle abgegrenzt. Unterhalb der Einlagerungskammer beträgt der Abstand zu den Grubenbauen der 775-m-Sohle 21 m. Südlich der Einlagerungskammer befinden sich keine angrenzenden Grubenbaue.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Die Einlagerungskammer 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.

4. 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 10 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. Die Menge des zugegebenen Hautwerks ist nicht bekannt. Vor der Einlagerung diente die Einlagerungskammer als Temperaturversuchfeld [11]. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden in der Sohle des westlichen Kammerbereiches 4 vertikal verlaufende Bohrungen abgeteuft. Weitere Angaben sind den Beschreibungen der Kammerzugänge (Anlage 11) zu entnehmen. Die ebenfalls im Rahmen der Untersuchungen durchgeführten Konvergenzmessungen wurden zur Abschätzung eines Konvergenzfaktors für die Einlagerungskammern auf der 725- und 750-m-Sohle herangezogen (siehe Anlage 13). Das Bild 7 der Anlage 2 zeigt die Kammer vor der Einlagerung der Abfälle.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 49 m , in der Breite von 39 m und in der Höhe von 9,5 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.990 m² [2]. In der Anlage 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 14.200	m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 5.300	m ³
das entspricht	:	..... 37 %	± 18 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 10 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 7 mit den lfd. Nummern 19 bis 21, 22a-d sowie 23 bis 25 versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Einlagerungskammer 7/750

1. Zeichnerische Darstellung

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

2. Allgemeine Lage und Lage zu benachbarten Grubenbauen

Die Einlagerungskammer 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 Einlagerungskammer 6/750 Westen und zur Einlagerungskammer 11/750 im Osten, sowie im Norden zur versetzten südlichen Richtstrecke nach Osten. Des Weiteren besteht über einen Querschlag im Firstniveau eine Verbindung zu den Abbauen im Älteren Steinsalz. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können der Anlage 11 entnommen werden. Die Einlagerungskammer ist durch eine 14 m starke Schwebelagerung von den Abbauen auf der 725-m-Sohle abgegrenzt. Unterhalb der Einlagerungskammer beträgt der Abstand zu den Grubenbauen der 775-m-Sohle 21 m. Südlich der Einlagerungskammer befinden sich keine angrenzenden Grubenbaue.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der Einlagerungskammer befindetet sich im Jüngeren Steinsalz (Na3) und nur die südöstliche Kammerecke liegt im Älteren Steinsalz (Na2). Gemäß den angefertigten Fotografien aus der Einlagerungszeit ist in dieser Kammerecke geringfügig Carnallitit 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.

4. 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 Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 3.993 m³. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 10 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 Salzhauwerk. Die Menge des zugegebenen Hauferks ist nicht bekannt. Das Bild 8 der Anlage 2 zeigt ein Foto aus der Einlagerungszeit.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 59 m und in der Breite von 33 m auf. Bezüglich der Höhe der Einlagerungskammer liegen unterschiedliche Daten vor. In einer im Jahre 1982 angefertigten Hohlraumbilanz [2] wurden die Höhen der Einlagerungskammern im Jüngeren Steinsalz mit 9 m angegeben. Aus Stichmaß hierfür 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 Einlagerungskammer und dem Abbau 5 im Älteren Steinsalz liegt 9 m über dem Niveau der 750-m-Sohle. Die Streckenhöhe dieses Querschlages beträgt 3,7 m. Demzufolge müsste die Einlagerungskammerhöhe im nordöstlichen Bereich 12,7 m betragen. Da keine weiteren Anhaltspunkte über die tatsächliche mittlere Kammerhöhen vorliegen, wird, wie bei den benachbarten Einlagerungskammern, eine mittlere Kammerhöhe von 9,5 m zugrunde gelegt. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.880 m². In der Anlage 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 13.400 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 6.300 m ³
das entspricht	:	..... 47 % ± 19 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 8 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 7 mit den lfd. Nummern 23 bis 30 versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Einlagerungskammer 11/750

1. Zeichnerische Darstellung

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

2. Lage im Grubengebäude

Die Einlagerungskammer 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 Pfeilermächtigkeit im Osten beträgt ca. 45 m. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zur Einlagerungskammer 7/750 im Westen und zur Einlagerungskammer 12/750 im Osten, sowie zur nördlichen Begleitstrecke. Der Zustand (Versatzstand) dieser Strecke ist unbekannt, da sie abgeworfen ist und nicht befahren werden kann. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können der Anlage 11 entnommen werden. Die Einlagerungskammer wird durch eine ca. 14 m mächtige Schweben von den Grubenbauen der 725-m-Sohle abgegrenzt. Südlich und unterhalb der Einlagerungskammer befinden sich keine angrenzenden Grubenbaue.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der Einlagerungskammer 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.

4. 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 10 entnommen werden. Die Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 6.792 m³. Die Gebinde wurden mit Hilfe der Abkipptechnik im unteren und mit Hilfe der Stapeltechnik im oberen Bereich der Kammer eingelagert.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 52 m, in der Breite von 25 m und in der Höhe von 9,5 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. Das Bild 9 in der Anlage 2 zeigt die gestapelten Gebinde in der oberen Einlagerungsschicht. In der Anlage 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 11.500 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 4.500 m ³
das entspricht	:	..... 39 % ± 17 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 6 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 7 mit den lfd. Nummern 29 bis 34 versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Exemplar für BMBF und BMU

Einlagerungskammer 12/750

1. Zeichnerische Darstellung

Die Einlagerungskammer ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle im Planquadrat e 7 des Hauptblattes im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt [1].

2. Lage im Grubengebäude

Die Einlagerungskammer liegt in einer Teufe von rd. 750 m am südlichen Rand des Grubengebäudes. Sie wird im Westen durch einen ca. 45 m starken Pfeiler und Osten durch einen ca. 20 m starken Pfeiler begrenzt. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zur Einlagerungskammer 11/750 im Westen und zur Einlagerungskammer 2/750 im Osten. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können der Anlage 11 entnommen werden. Nördlich der Einlagerungskammer befinden sich Erkundungsstrecken im Carnallit, die jedoch keine direkte Verbindung zur Einlagerungskammer aufweisen. Der kürzeste Abstand der Einlagerungskammer zu diesen Strecken beträgt 4 m. Südlich, oberhalb und unterhalb der Einlagerungskammer bestehen keine Verbindung zum restlichen Grubengebäude.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der Einlagerungskammer befindet sich im Jüngeren Steinsalz (Na3). Für die Abschätzung des geringsten Abstandes zum Deckgebirge wird die Mitte des südlichen Stoßes im Firstniveau zu Grunde gelegt. Der Abstand von hier bis zu den liegenden Schichten des Oberen Bundsandsteines (so1 Na) wird mit rd. 140 m abgeschätzt.

4. Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde 1922 erstellt. In der Zeit von August 1973 bis September 1974 wurden 7.464 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 10 entnommen werden. Die Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 2.514 m³. Die Gebinde wurden liegend gestapelt. Die Einlagerung erfolgte ohne die Zugabe von Salzversatz.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 36 m, in der Breite von 32 m und in der Höhe von 9,5 m auf. Im nördlichen Bereich weist die Einlagerungskammer nur eine Höhe von 3 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.230 m² [2]. Die freie Höhe nach der Einlagerung beträgt ca. 2 m [3]. Von dieser Kammer liegen keine Fotografien aus der Einlagerungszeit vor. Deshalb wird aufgrund von Analogieschlüssen zu den angrenzenden Einlagerungskammern 2/750 und 1/750 eine 2,2 m hohe Ausgleichsschicht aus Salzhauwerk auf der Sohle angenommen. In der Anlage 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 7.800	m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 4.300	m ³
das entspricht	:	..... 55 %	± 19 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 3 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 7 mit den lfd. Nummern 35 bis 37 versehen. 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 Einlagerungskammern. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Exemplar für BMBF und BMUB

Einlagerungskammer 2/750

1. Zeichnerische Darstellung

Die Einlagerungskammer ist im Speicher- und Sohlenriss der 750-m-Sohle in den Planquadraten e 7 und e 8 des Hauptblattes im Seigerriss und Längsschnitt 1 zeichnerisch dargestellt [1].

2. Lage im Grubengebäude

Die Einlagerungskammer 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 Osten durch einen 17 m starken Pfeiler begrenzt. Durch diese Pfeiler bestehen Verbindungen zur Einlagerungskammer 12/750 im Westen und zur Einlagerungskammer 1/750 im Osten. Nördlich der Einlagerungskammer beträgt die Pfeilerstärke zu den Erkundungsstrecken im Carnallitit 9 m. Durch diesen Pfeiler bestehen ebenfalls Verbindungen. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können der Anlage 11 entnommen werden. Südlich, oberhalb und unterhalb der Einlagerungskammer bestehen keine Verbindungen zum restlichen Grubengebäude.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Die Einlagerungskammer 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 Bundsandsteines (so1 Na) wird mit rd. 160 m abgeschätzt.

4. Chronologie, Einlagerungstechnik, Anzahl der Gebinde, Gebindebruttovolumen

Der ehemalige Steinsalzabbau wurde 1917 erstellt. In der Zeit von März 1972 bis August 1973 wurden 7.450 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. Eine genaue Zuordnung der Gebindetypen kann der Anlage 10 entnommen werden. Die Abfallgebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 2.305 m³. Die Gebinde wurden überwiegend liegend und zum Teil auch stehend gestapelt. Die Einlagerung erfolgte ohne die Zugabe von Salzversatz.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 23 m, in der Breite von 28 m und in der Höhe von 9,5 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 740 m² [2]. Die freie Höhe nach der Einlagerung beträgt ca. 2 m [3]. Gemäß mündlicher Überlieferung bzw. den angefertigten Fotografien wurde auf der Sohle eine Ausgleichsschicht aus Salzhauwerk eingebracht (Bild 12 in der Anlage 2). Da die Höhe der Ausgleichsschicht bzw. die eingebrachte Hauwerkmenge nicht dokumentiert wurde, wird sie mit Hilfe der Fotodokumentation, der Fassgeometrie und der Kammerhöhe indirekt abgeschätzt. In der Anlage 9 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 Einlagerungskammern :rd. 5.300 m³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :rd. 2.500 m³
das entspricht :47 % ± 18 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 7 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 7 mit den lfd. Nummern 36 bis 42 versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Exemplar für BMBF und BMU

Einlagerungskammer 1/750

1. Zeichnerische Darstellung

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

2. Lage im Grubengebäude

Die Einlagerungskammer liegt in einer Teufe von rd. 750 m am südöstlichen Rand des Grubengebäudes. Im Westen ist die Einlagerungskammer über zwei Durchhiebe durch einen ca. 20 m breiten Pfeiler mit der Einlagerungskammer 2/750 verbunden. Im Norden ist die Einlagerungskammer 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 der Anlage 11 entnommen werden. Östlich der Einlagerungskammer befinden sich zwei Erkundungsstrecken, die jedoch nicht mit anderen Grubenbauen in Verbindung stehen. Südlich, oberhalb und unterhalb der Einlagerungskammer bestehen keine Verbindungen zum restlichen Grubengebäude.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der Einlagerungskammer befindet sich im Jüngeren Steinsalz (Na3). Gemäß den geologischen Darstellungen könnte sich ein Teil des nördlichen Abbaustoßes im Carnallitit befinden. Die Einlagerungskammer 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 (vgl. auch Kapitel 4.3.2 Textteil).

4. 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 10 entnommen werden. Die Bilder 10 und 11 der Anlage 2 zeigen Fotografien der Kammer, die vor und während der Einlagerung angefertigt wurden.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 50 m, in der Breite von 20 m und in der Höhe von 9,5 m auf. Im nordöstlichen Bereich weist die Einlagerungskammer nur eine Höhe von 3 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.060 m² [2]. Die freie Höhe nach der Einlagerung beträgt ca. 2 m [3]. Gemäß mündlicher Überlieferung bzw. den angefertigten Fotografien wurde auf der Sohle eine Ausgleichsschicht aus Salzhauwerk eingebracht

(Bild 11 in der Anlage 2). 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 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 6.600	m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 3.100	m ³
das entspricht	:	.....47 %	± 19 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 5 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 7 mit den lfd. Nummern 39, 42, 43, 44a und 44b versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Anlage 1.11

Einlagerungskammer 2/750 im Älteren Steinsalz (Na2)

1. Zeichnerische Darstellung

Die Einlagerungskammer 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].

2. Lage im Grubengebäude

Die Einlagerungskammer 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 Einlagerungskammer. Südlich der Einlagerungskammer beträgt der Abstand zur 1. südlichen Richtstrecke nach Westen im Mittel ca. 30 m. Diese Strecke ist über Querschläge mit der Einlagerungskammer verbunden. Die Einlagerungskammer ist durch 3 Rolllöcher durch die 8 m starke Schweben mit dem Abbau 2 auf der 775-m-Sohle verbunden. Die Schwebenmächtigkeit zur darüberliegenden Einlagerungskammer 7/725 im Na2 beträgt 6 m. Nähere Angaben über die Verbindungen zu benachbarten Grubenbauen können der Anlage 11 entnommen werden. In der Anlage 2, Bild 13 ist ein Foto aus der Einlagerungszeit abgebildet.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der Einlagerungskammer 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.

4. 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 10 entnommen werden. Die Abfallgebände beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 10.230 m³. Die Gebände wurden mit Hilfe der Abkipptechnik unter Zugabe von Salzhaufwerk eingelagert. Die Menge des zugegebenen Haufwerks ist nicht bekannt.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 82 m, in der Breite von 23 m und in der Höhe von 17 m auf. 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 bei der in der Anlage 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 22.800 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 10.900 m ³
das entspricht	:	..... 48 % ± 12 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 9 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 8 mit den lfd. Nummern 46 bis 51 und 52 a bis c versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Einlagerungskammer 7/725 im Älteren Steinsalz (Na2)

1. Zeichnerische Darstellung

Die Einlagerungskammer 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 Baue im Älteren Steinsalz zeichnerisch dargestellt [1].

2. Lage im Grubengebäude

Die Einlagerungskammer 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 im Na2 im Westen und zum Abbau 6/750 im Na2 im Osten. Die Pfeilerstärke zur nördlich gelegenen Wendelstrecke beträgt im Mittel 22 m. Die Wendelstrecke steht über zwei Ouerschläge bzw. eine Bohrung in Verbindung mit der Kammer. Südlich der Einlagerungskammer beträgt der Abstand zu den Abbauen in der Südflanke ca. 60 m. Die Stärke der Schwebe zur darunterliegenden Einlagerungskammer 2/750 im Na2 beträgt ca. 6 m. Der nächste Grubenbau oberhalb der Einlagerungskammer 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 der Anlage 11 entnommen werden.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Der größte Teil der Einlagerungskammer 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 abgeschätzt.

4. 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 der Anlage 10 entnommen werden. Die Abfallgebände beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 2.251 m³. Die Gebinde wurden mit Hilfe der Abkipptechnik unter Zugabe von Salzhauwerk eingelagert. Die Menge des während der Einlagerungszeit zugegebenen Hauwerks ist nicht bekannt.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer weist mittlere Abmessungen in der Länge von 84 m, in der Breite von 20 m und in der Höhe von 17 m auf. Die planimetrierte Grundfläche im Sohlenniveau beträgt 1.620 m² [2]. Im Jahre 1996 erfolgt zwecks Volumenbestimmung eine reflektorlose Einmessung der Einlagerungskammer. Nach 1996 wurden nachträglich rd. 8.400 m³ Salzhauwerk in die Einlagerungskammer verkippt. Die o.a. Messung bzw. das nachträglich eingebrachte Salzhauwerk

wurde bei der in der Anlage 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 16.400 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 7.800 m ³
das entspricht	:	..... 48 % ± 6 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 7 Zugänge. Die Zugänge sind in den Anlagen 4 und 8 mit den lfd. Nummern 53 bis 59 versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Exemplar für BMBF und BMU

Einlagerungskammer 8a/511

1. Zeichnerische Darstellung

Die Einlagerungskammer ist im Speicher- und Sohlenriss der 511-m-Sohle im Planquadrat d 5 dargestellt [1].

2. Lage im Grubengebäude

Die Einlagerungskammer 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 Einlagerungskammer befinden sich 4 von der 490- zur 532-m-Sohle verlaufende vertikale Bohrungen ($\varnothing = 330$ mm), wobei die Bohrung 2 mit 7 m den kürzesten Abstand zur Kammer hat. Die Bohrungen haben keine Verbindung zur Einlagerungskammer. Östlich der Einlagerungskammer befinden sich keine Grubenbaue. Die Schwebenmächtigkeit zum darunterliegenden Abbau 8a/532 beträgt 6 m. In den 80er 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 Einlagerungskammer 8a/511 firstbündig verfüllt ist. 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 der Anlage 11 entnommen werden. Das Bild 14 in der Anlage 2 zeigt einen Blick in die Einlagerungskammer.

3. Geologische Lage und geringster Abstand zum Deckgebirge

Die Einlagerungskammer 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.

4. 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 mittelfradioaktivem Abfall und 8 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall eingelagert. Die Einlagerung erfolgte über die Beschickungskammer 8a auf der 490-m-Sohle. Von hier aus wurden die Gebinde mit Hilfe einer Seilwinde und eines Greifers durch das Einlagerungsbohrloch in die Einlagerungskammer abgelassen. Die Gebinde beanspruchen ein Gebindebruttovolumen von 325 m³ und liegen in Form eines Schüttkegels in der Einlagerungskammer. Dabei handelt es sich ausschließlich um 200-l-Fässer. Die Einlagerung erfolgte ohne die Zugabe von Salzhautwerk.

5. Kammergeometrie

Die Einlagerungskammer 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 dieser Anlage 9 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 Einlagerungskammern	:	.....rd. 6.000 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	:	.....rd. 5.600 m ³
Das entspricht	:	..... 95 % ± 19 %

6. Kammerzugänge

Die Einlagerungskammer hat insgesamt 7 Zugänge. Die Zugänge sind in der Anlage 6 mit den lfd. Nummern 60 bis 66 versehen. In der Anlage 11 erfolgt eine Zustandsbeschreibung der Kammerzugänge.

Anlage 2

Ausgewählte Fotografien der Einlagerungskammern



Bild:

Einlagerungskammer 8/750

Archiv Nr.: C 396

1

Schopflader beim Abkippen der Fässer

Aufnahme vom:

8.1.1975



Bild:

Einlagerungskammer 4/750

Archiv Nr.: C 60

2

Die Einlagerungskammer kurz vor dem Ende
der Beraubearbeiten

Aufnahme vom:

Jan. 1967

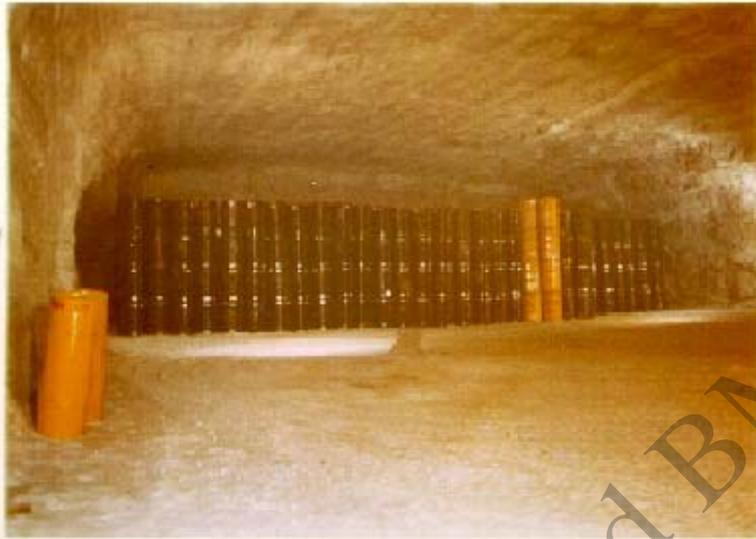


Bild:

Einlagerungskammer 4/750

Archiv Nr.: C 81

3

Blick in Richtung Osten gegen die gestapelten
Abfallgebinde

Aufnahme vom:
29.06.1967



Bild:

Einlagerungskammer 4/750

Archiv Nr.: C 82

4

Teil der Fässer von Süden nach Norden
gesehen

Aufnahme vom:
29.06.1967



Bild:

5

Einlagerungskammer 5/750

Blick in Richtung Osten gegen die verlorenen
 Betonabschirmungen mit dahinter abgekippten
 Fässern

Archiv Nr.: e 214

Aufnahme vom:
 27.10.1977

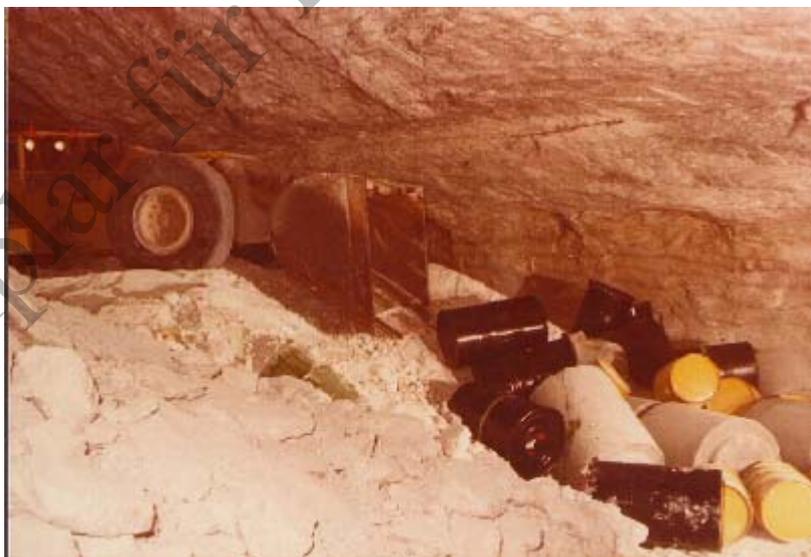


Bild:

6

Einlagerungskammer 5/750

Abkipptechnik

Archiv Nr.: C 485

Aufnahme vom:
 April 1976

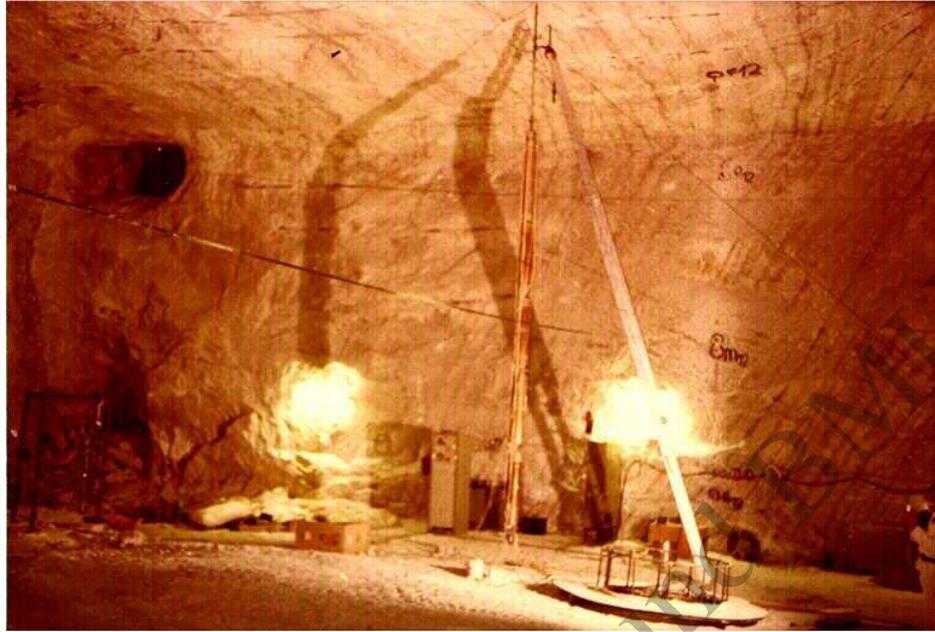


Bild:

7

Einlagerungskammer 6/750

Erhitzer im ehemaligen
Temperaturversuchsfeld

Archiv Nr.: c 473

Aufnahme vom:
April 1976



Bild:

8

Einlagerungskammer 7/750

gestapelte Betonabschirmung

Archiv Nr.: e 223

Aufnahme vom:
27.10.1977



Bild: 9	Einlagerungskammer 11/750	Archiv Nr.: e 217
	Gestapelte VBA's und sonstige Gebinde oberhalb der eingebrachten Ausgleichsschicht zwischen den unteren gekippten Fässern und den oberen gestapelten Fässern	Aufnahme vom: 27.10.1977



Bild: 10	Einlagerungskammer 1/750	Archiv Nr.: c 116
	Berauben des westlichen Stoßes	Aufnahme vom: 15.12.1967

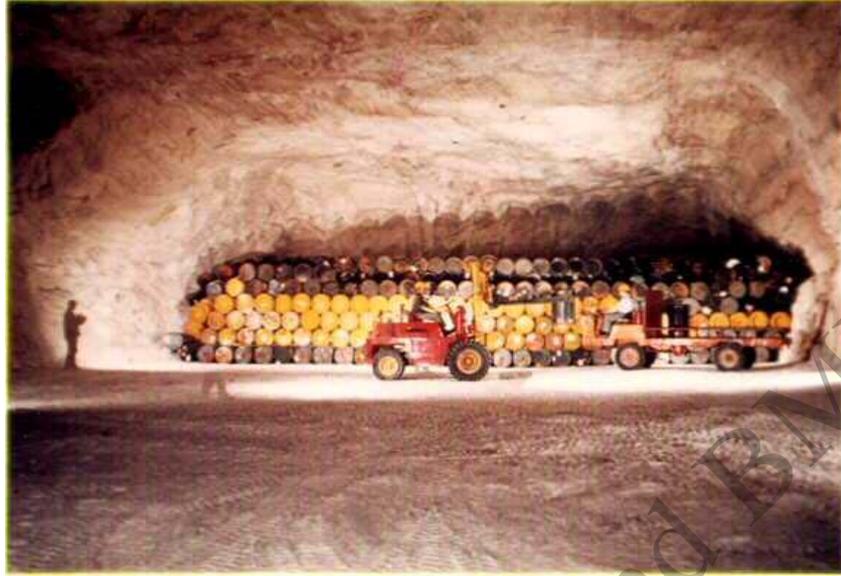


Bild:

Einlagerungskammer 1/750

Archiv Nr.: c 301

11

Gestapelte Fässer auf der Ausgleichsschicht

Aufnahme vom:

März 1970

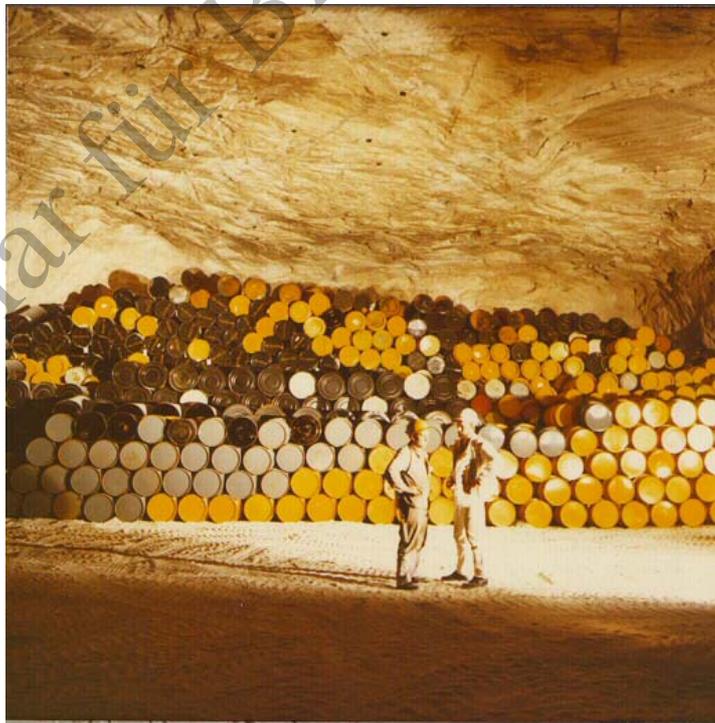


Bild:

Einlagerungskammer 2/750

Archiv Nr.: c 387

12

Gestapelte Fässer auf der Ausgleichsschicht

Aufnahme vom:

Keine Angabe



Bild:
13

**Einlagerungskammer 2/750 im Älteren
Steinsalz**
schwachradioaktive Abfälle

Archiv Nr.: c 707

Aufnahme vom:
keine Angabe



Bild:
14

Einlagerungskammer 8a/511
Blick durch das Bleiglasfenster

Archiv Nr.: e 203

Aufnahme vom:
April 1976

Anlage 3

Fotografien von Zugängen zu den Einlagerungskammern

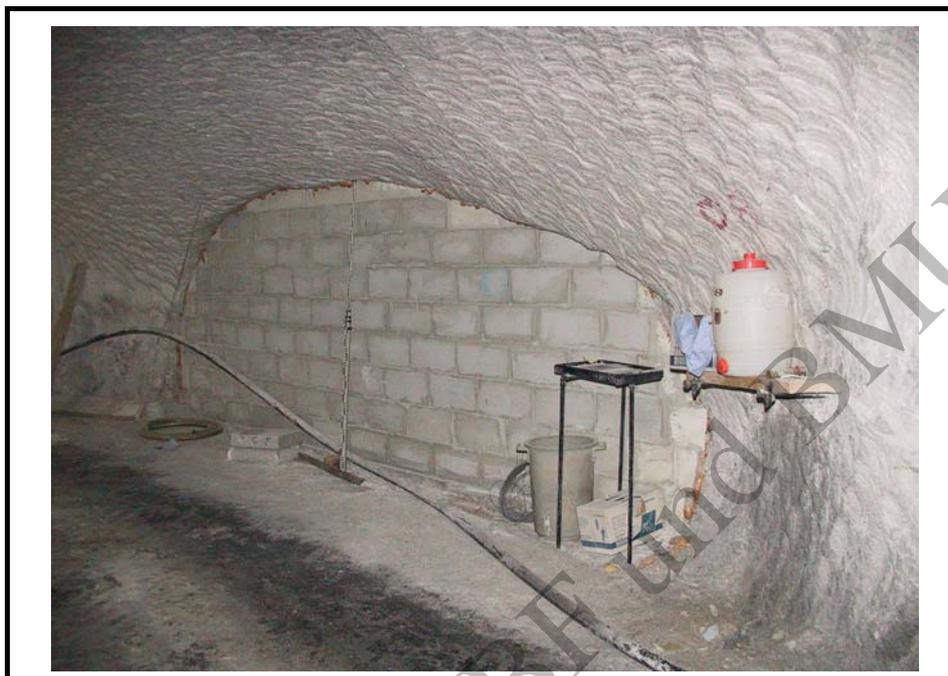


Bild: 1	Einlagerungskammer 10/750 Östlicher Zugang von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen	Archiv Nr.: 10_750dig230401
	Lfd. Nr. des Zuganges : 1	Aufnahme vom: 23.04.2001

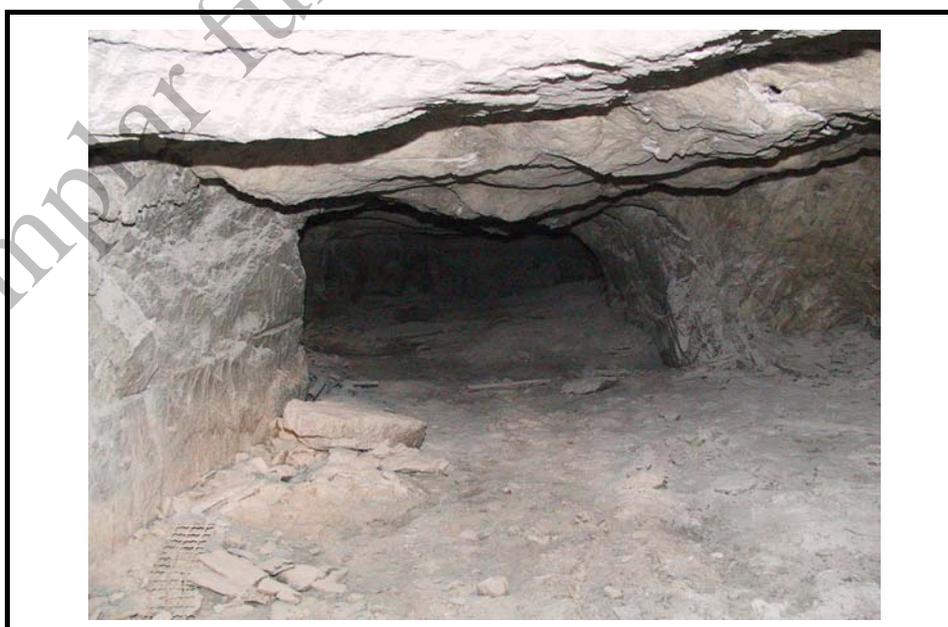


Bild: 2	Einlagerungskammer 10/750 Westlicher Zugang von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen	Archiv Nr.: 10_750dig250401_02
	Lfd. Nr. des Zuganges : 2	Aufnahme vom: 25.04.2001



Bild: 3	Einlagerungskammer 8/750 Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen zum Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 8/750 und dem Abbau 9/750	Archiv Nr.: 8_750west02dig230401
	Lfd. Nr. des Zuganges : 6	Aufnahme vom: 23.04.2001

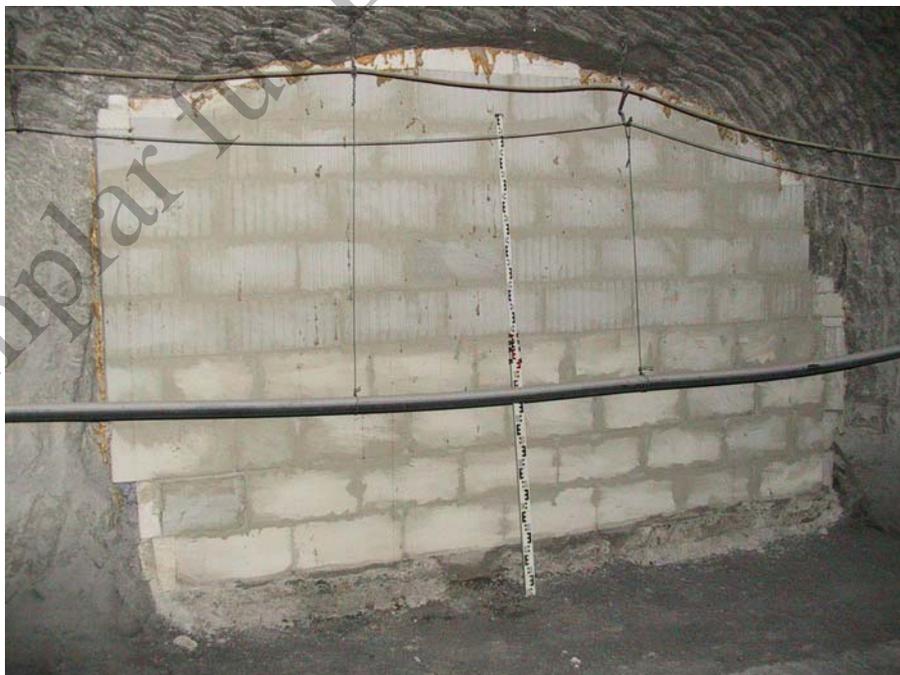


Bild: 4	Einlagerungskammer 8/750 Westlicher Zugang von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen	Archiv Nr.: 8_750westdig230401
	Lfd. Nr. des Zuganges : 8	Aufnahme vom: 23.04.2001



Bild: 5	Einlagerungskammer 8/750 Östlicher Zugang von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen	Archiv Nr.: 8_750ostdig230401
	Lfd. Nr. des Zuganges : 9	Aufnahme vom: 23.04.2001



Bild: 6	Einlagerungskammer 4/750 Zugang von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen	Archiv Nr.: 4_750ostdig230401
	Lfd. Nr. des Zuganges : 11	Aufnahme vom: 23.04.2001



Bild: 7	Einlagerungskammer 4/750 Zugang von der 2. südl. Richtstr. n. Westen nach dem Entfernen der Abschlussmauer	Archiv Nr.: 4_750ostdig061101
	Lfd. Nr. des Zuganges : 11	Aufnahme vom: 06.11.2001



Bild: 8	Einlagerungskammer 5/750 Blick vom Abb. 3/750 in den Durchhieb im Firstniveau zur Einlagerungskammer	Archiv Nr.: 5_750dig230401
	Lfd. Nr. des Zuganges : 15	Aufnahme vom: 23.04.2001



Bild: 9	Einlagerungskammer 7/750 Blick vom Abb. 5/750 im Na2 in den Querschlag im Firstniveau zur Einlagerungskammer	Archiv Nr.: 7_750dig240401_01
	Lfd. Nr. des Zuganges : 27	Aufnahme vom: 24.04.2001



Bild: 10	Einlagerungskammer 12/750 Blick von der nördl. Richtstr. n. Osten gegen die Abschlussmauer des Kammerzuganges	Archiv Nr.: 12_750dig210602-2
	Lfd. Nr. des Zuganges : 35	Aufnahme vom: 21.06.2002



Bild: 11	Einlagerungskammer 2/750 im Na2 Blick von der 1. südl. Richtstr. n. Westen in den Kammerzugang	Archiv Nr.: 2_750Na2dig240401_03
	Lfd. Nr. des Zuganges : 46	Aufnahme vom: 24.04.2001

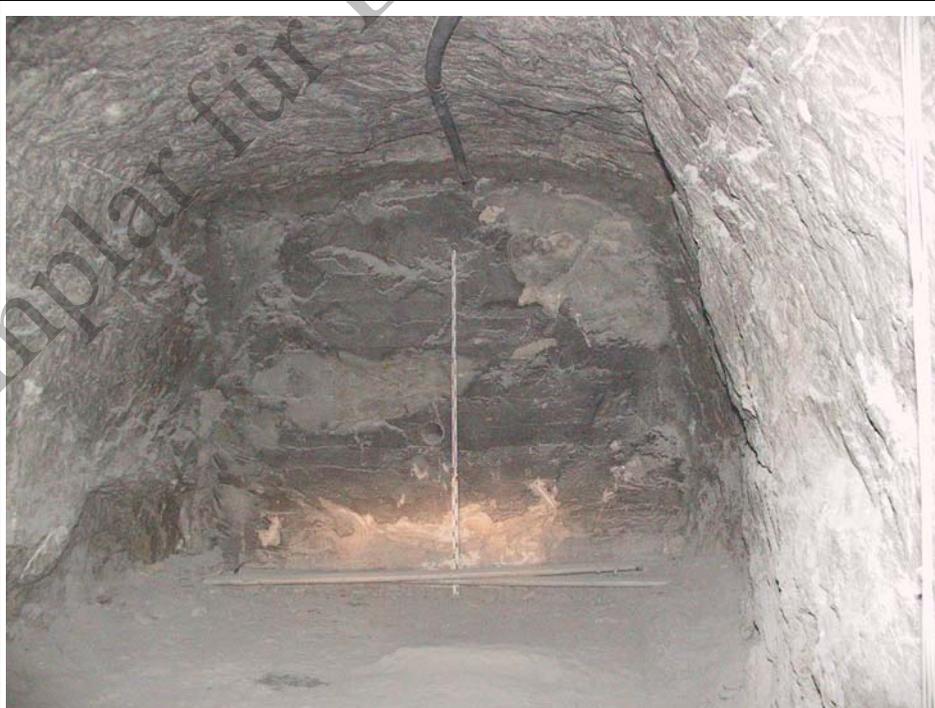


Bild: 12	Einlagerungskammer 2/750 im Na2 Blick von der Wendelstr. gegen die Abschlussmauer des Zuganges im Firstniveau	Archiv Nr.: 2_750Na2dig240401_01
	Lfd. Nr. des Zuganges : 49	Aufnahme vom: 24.04.2001



Bild: 13	Südl. Richtstrecke nach Osten Blick vom Hauptquerschlag n. Süden gegen die Abschlussmauer des Verschlussbauwerkes	Archiv Nr.: südl._Richtstr_n_Osten_ 240401
	Lfd. Nr. des Zuganges : 45	Aufnahme vom: 24.04.2001

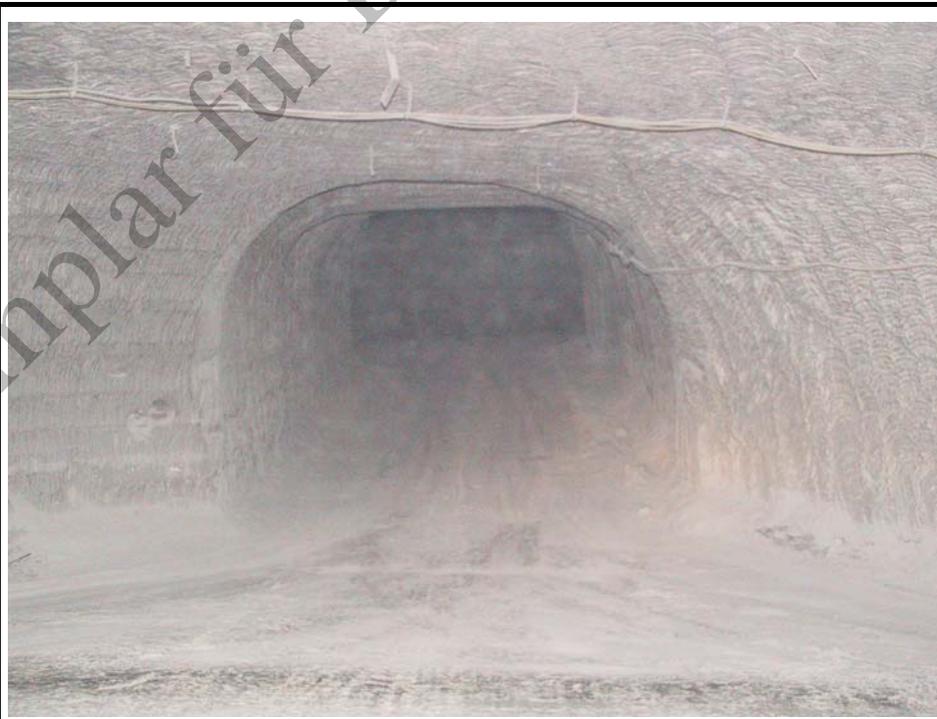


Bild: 14	Einlagerungskammer 7/725 im Na2 Blick von der Wendelstr. in den Kammerzugang im Firstniveau	Archiv Nr.: 7_725dig240401_05
	Lfd. Nr. des Zuganges : 55	Aufnahme vom: 24.04.2001



Bild: 15	Einlagerungskammer 7/725 im Na2 Blick aus der Einlagerungskammer gegen den nördl. Stoss und die Austrittsstelle der Wetterbohrung	Archiv Nr.: 7_725dig240401_02
	Lfd. Nr. des Zuganges : 56	Aufnahme vom: 24.04.2001



Bild: 16	Einlagerungskammer 7/725 im Na2 Blick von der Wendelstr. in den östl. Qu. zur Einlagerungskammer und gegen die Wetterbrg. mit vorgesetztem Lüfter	Archiv Nr.: 7_725dig240401_03
	Lfd. Nr. der Zugänge : 56 und 57	Aufnahme vom: 24.04.2001

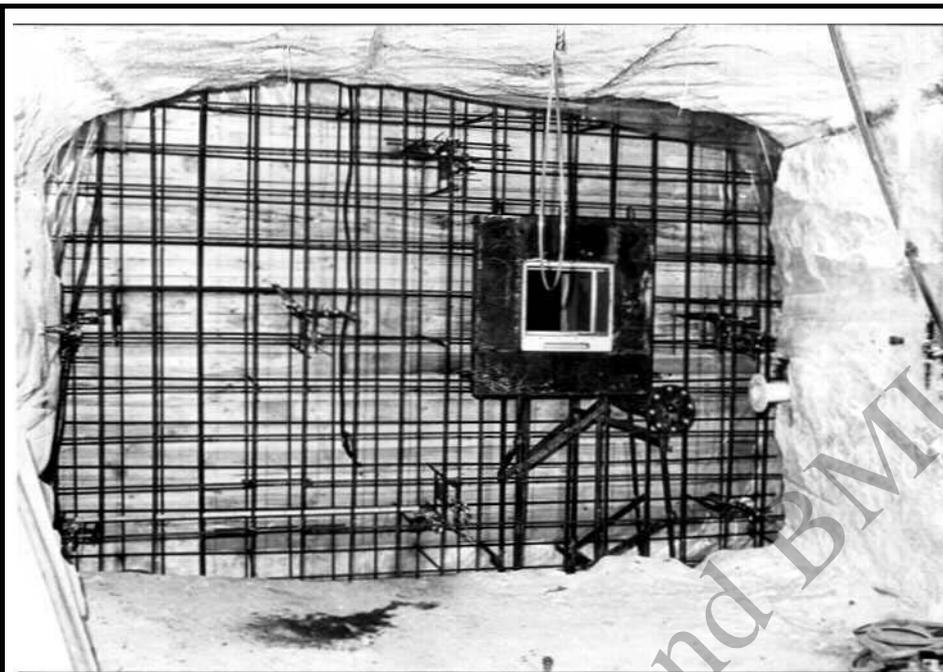


Bild: 17	Einlagerungskammer 8a/511 Blick gegen die Strahlenschutzmauer mit eingebautem Bleiglasfenster vor dem Betonieren	Archiv Nr.: C 369
	Lfd. Nr. des Zuganges : 60	Aufnahme vom: 08.02.1972

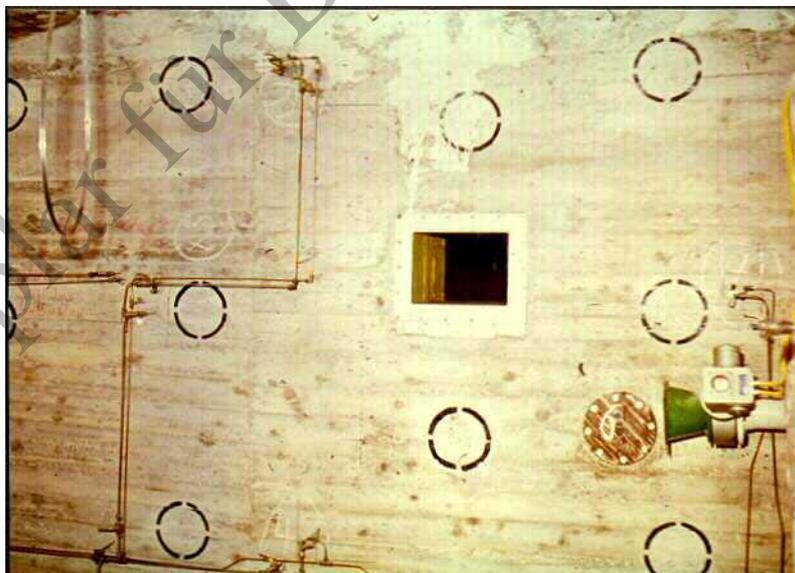
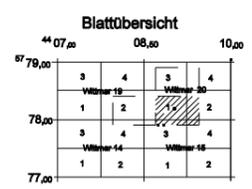


Bild: 18	Einlagerungskammer 8a/511 Blick gegen die Strahlenschutzmauer mit eingebautem Bleiglasfenster nach dem Betonieren	Archiv Nr.: E 133
	Lfd. Nr. des Zuganges : 60	Aufnahme vom: nicht bekannt



- ### Zeichenerklärung
- Abbau angelegt nicht leergefördert
 - Abbau leergefördert
 - Teilversatz
 - Sturzversatz
 - Biasversatz
 - gepl. Einlagerungskammer
 - Einlagerungskammer mit Versatz
 - Einlagerungskammer ohne Versatz
 - Einlagerungskammer verschlossen
 - Strahlenschutzmauer
 - Ra A s/fc radioakt. Abf., schwachakt., fest
 - Ra A m/fc radioakt. Abf., mittelmäßig, fest
 - 4/1967 - 3/1971 Beginn u. Ende der Einlag.
 - Bl. Scht. 2 lat zw. d. 574m u. 725m Sohle nicht befarbar
 - Laugenausstittsstelle Nr. 9
 - Kontrollbereich lt. § 36 StrSchV

Abbau	Einlagerungs-Beg.	Einlagerungs-Ende	100 l	150 l	200 l	250 l	300 l	400 l	Beton-absch.	Sonder-verpack.	eingel. Beh.	Gebinde-volumen	Einlag.
Na 2	Na 3		0,1 m³	0,15 m³	0,2 m³	0,25 m³	0,3 m³	0,4 m³	1,17 m³	Stk	Images	m³	avf.
4	487	3/71		100	8188	25	30	10	8340	1488	60	1488	60
1	1189	8/72		10168		25	192	10235	2920	10	1923	2920	8/73
2	972	8/73		5372	196	28	1711	163	7420	2326	20	2326	1/78
12	873	9/74		6030	428	24	215	717	7464	2514	10	2514	1/78
5	772	8/77		7013		3	1548	1198	2	8881	3701	60	8/83
8	974	10/78	213	10200		194	709	2	11278	2833	3/78		
10	874	11/78	78	4289	20	14	280	8	4864	1178	60		
11	875	11/77	16	3985	30	80	804	4731	3	9396	6792	3/78	
2	1078	12/78		30204			6392		4	39900	10230	12/80	
7	777	7/78		1079	139		139	3138		4390	3920	4/82	
6	676	12/78		1917			1184	4799	11	7811	6922	11/81	



Bl. Scht. 1
Einbruch d. Bl. Scht. 1 d. Bohrloch-Plan gen. d. Verfg. vom 24.2.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Bl. Scht. 2
zw. d. 750 u. 800 m Sohle gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Bl. Scht. 3
gen. d. Verfg. des OBA vom 21.11.1978 - 100/78 - W 5010 - XI (B)

Bl. Scht. 4
gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Bl. Scht. 5
gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Bl. Scht. 6
gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Bl. Scht. 7
gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Bl. Scht. 8
gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Bl. Scht. 9
gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Bl. Scht. 10
gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Bl. Scht. 11
gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Bl. Scht. 12
gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

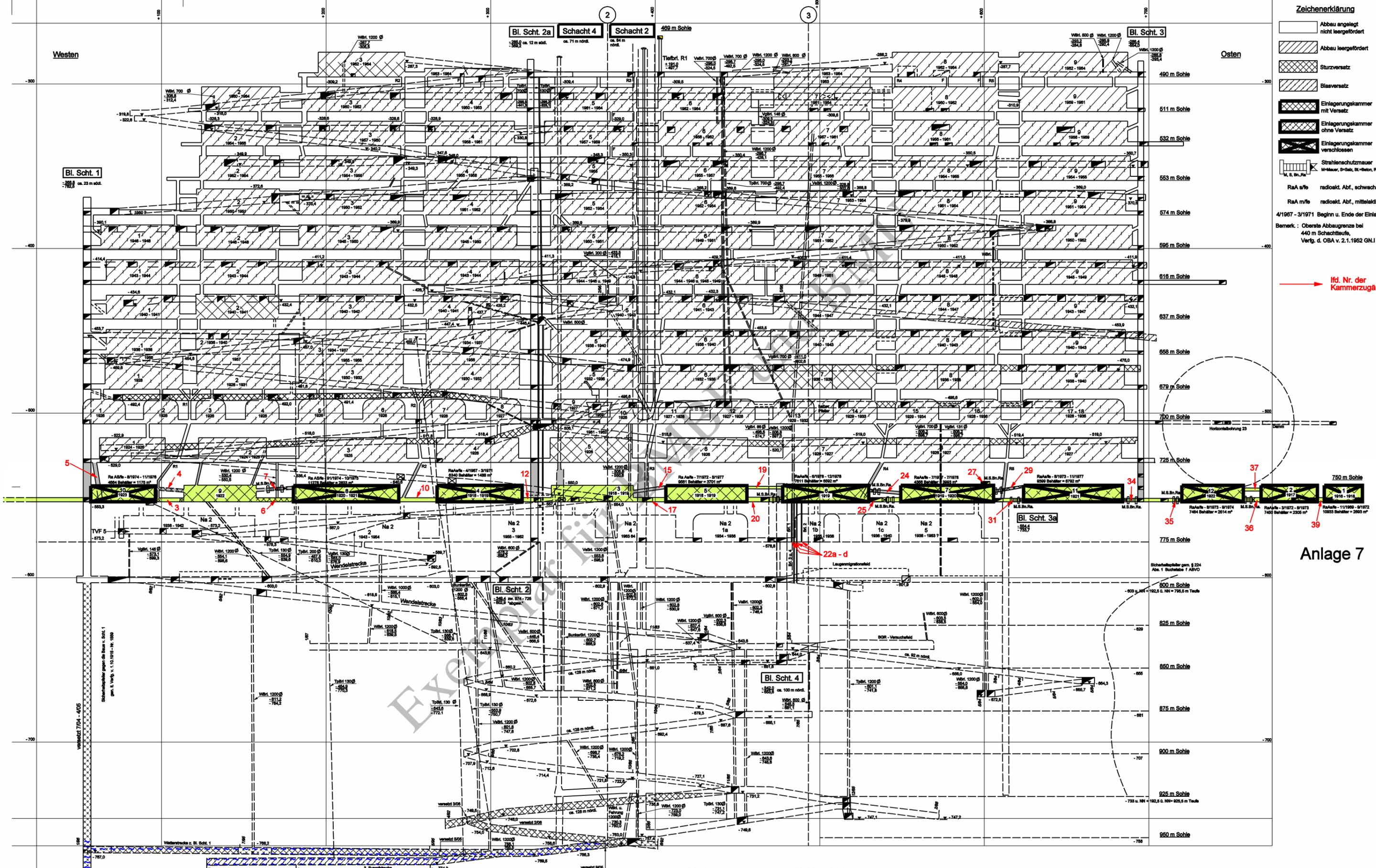
Bl. Scht. 13
gen. d. Verfg. des OBA vom 12.1.1982 - Nr. 1492 - u. vom 27.8.1982 - Nr. 888

Schachanlage Asse
Speicher- u. Sohlenriß 750 m
mit laufender Nummerierung der Kammerzugänge

1 : 2000

Bl. Wittmar 20,1-2+15,3-4
08,7R-07,77,H

Remlingen, den 20.06.2005
Marscheider



- Zeichenerklärung**
- Abbau angelegt nicht leergefördert
 - Abbau leergefördert
 - Sturzversatz
 - Blausversatz
 - Einlagerungskammer mit Versatz
 - Einlagerungskammer ohne Versatz
 - Einlagerungskammer verschlossen
 - Strahlenschutzmauer M-Mauer, S-Satz, Bt-Beton, Ra-Radiakt. u. S. Str.Ra
 - RaA/r/a radioakt. Abf., schwachakt., fest
 - RaA/m/a radioakt. Abf., mittelaktiv, fest
- 4/1967 - 3/1971 Beginn u. Ende der Einlag.
 Bemerk.: Oberste Abbaugrenze bei 440 m Schachtstufe, Verfg. d. OBA v. 2.1.1952 GN.I 7198/51

→ ftd. Nr. der Kammerzugänge

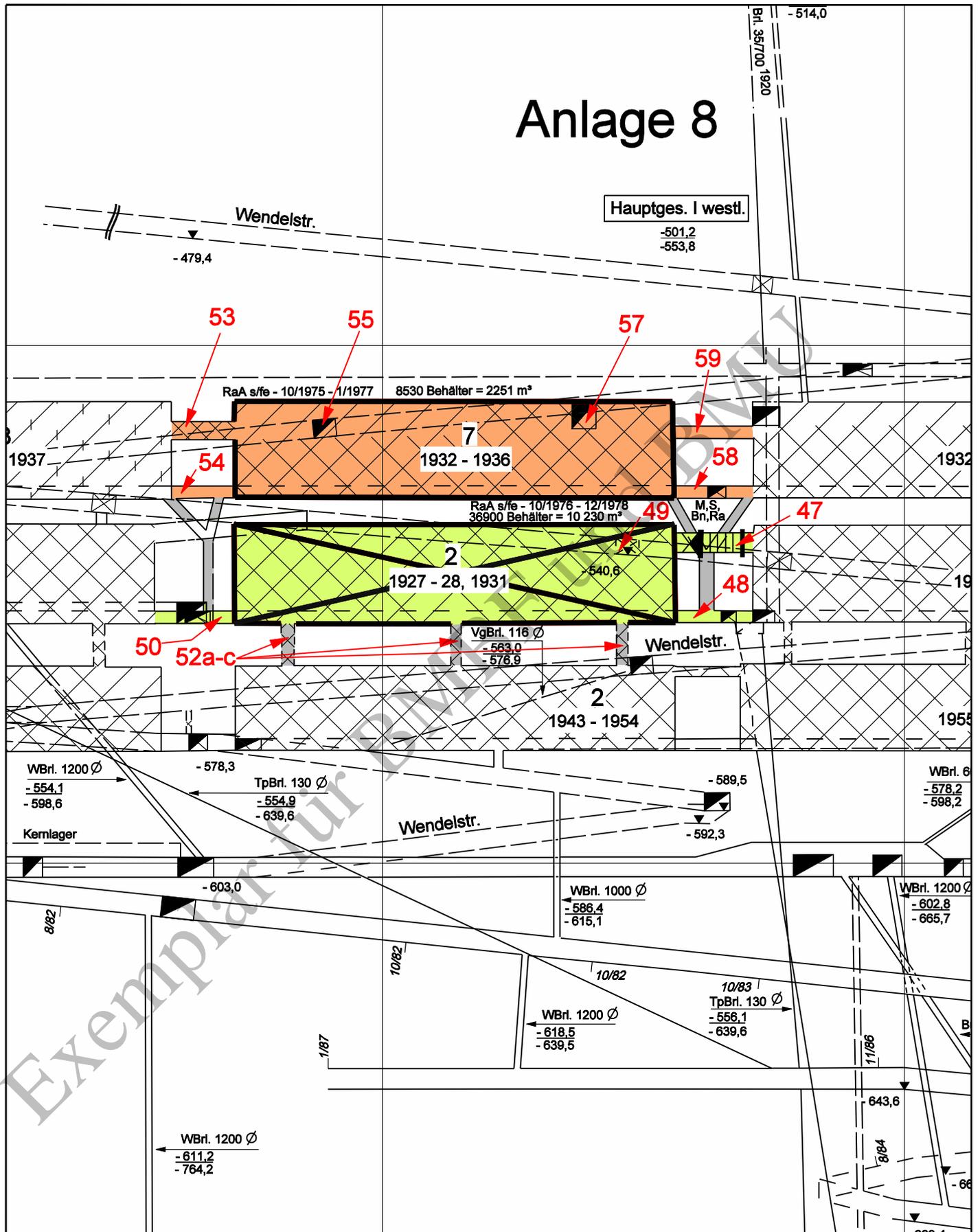
Anlage 7

SchachanlageASSE
 Seigerriß u. Längsschnitt ①
 mit laufender Nummerierung der Kammerzugänge

1 : 1000

Remlingen, den 20.06.2005
 Markschelder

Anlage 8



- lfd. Nr. der Kammerzugänge
- Bild Nr. (vergl. Anlage 3)

SchachtanlageASSE

Ausschnitt aus dem Seigerriss und Längsschnitt ① d. d. Baue im Älteren Steinsalz mit lfd. Nummerierung der Kammerzugänge der Lagerkammern 7/725 und 2/750

M 1 : 1000

Bearbeitung: Heydom	ForschungsbergwerkASSE	Schrank : Fach : Zeichnung
EDV-Bearbeitung: Heinrich	Remlingen, den 20.06.2005	Zeichnung Markscheider Nr.

Volumen- und Genauigkeitsabschätzungen der einzelnen Einlagerungskammern

In den folgenden Anlagen 9.1 bis 9.13 wird für jede Einlagerungskammer eine Volumen- und Genauigkeitsabschätzung durchgeführt.

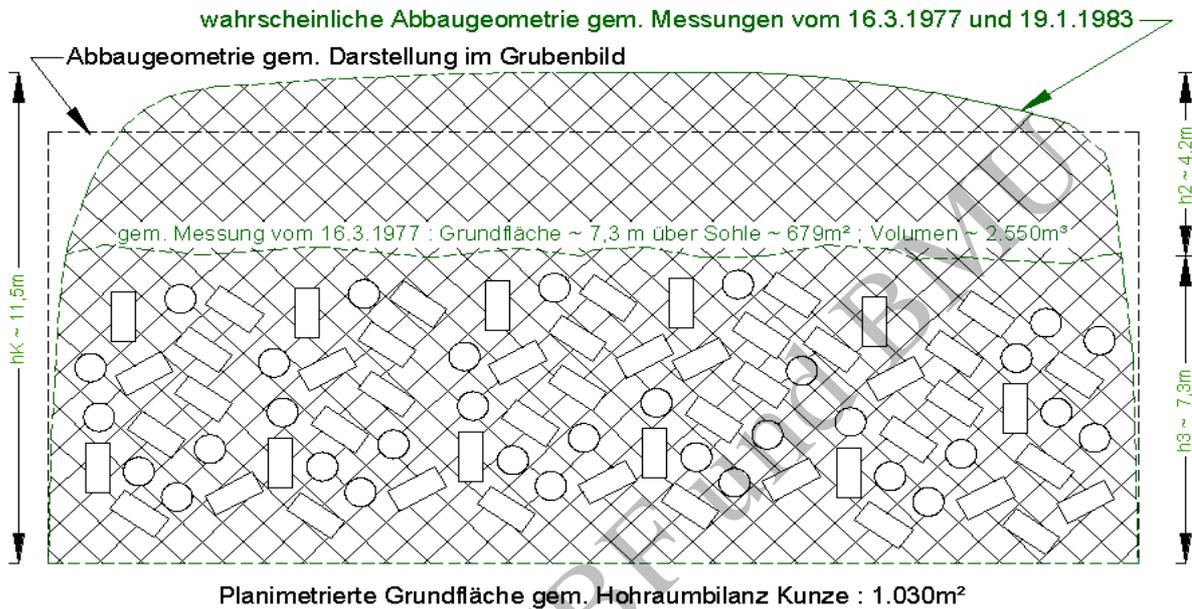
- Anlage 9.1 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 10/750
- Anlage 9.2 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 8/750
- Anlage 9.3 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 4/750
- Anlage 9.4 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 5/750
- Anlage 9.5 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 6/750
- Anlage 9.6 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 7/750
- Anlage 9.7 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 11/750
- Anlage 9.8 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 12/750
- Anlage 9.9 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 2/750
- Anlage 9.10 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 1/750
- Anlage 9.11 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 2/750 im Na2
- Anlage 9.12 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 7/725
- Anlage 9.13 Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 8a/511

Auszug aus dem Quellenverzeichnis des Textteiles :

- [1] GSF, Forschungsbergwerk Asse, Grubenbild der Schachanlage Asse, Stand: 06/02
- [2] Kunze, J.: Die Erfassung der Grubenhohlräume auf der Schachanlage Asse II (Hohlraumbilanz), Abteilungsbericht 17/85 , Stand: 1982
- [3] Schauer mann, V., Stippler, R.: Protokoll über die Befahrung der Einlagerungskammern vom 10.09.1980
- [5] Datenbank ASSEKAT_8.0
- [7] GSF: Bedingungen für die Lagerung von schwachradioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse, Stand: Dezember 1975

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 10/750

Prinzipiskizze:



1. Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.030 m ²	+ - 5%	+ - 52 m ²
1.2 Grundfläche 7,3 m über Sohle A_2 ²⁾ :	679 m ²	+ - 5%	+ - 34 m ²
1.3 Mittlere Kammerhöhe h_K ²⁾ :	11,5 m	+ - 5%	+ - 0,6 m
1.4 Höhe h_2 ²⁾ :	4,2 m	+ - 5%	+ - 0,2 m
1.5 Volumen der oberen Salzschieht V_{S1} ²⁾ :	2.550 m ²	+ - 5%	+ - 128 m ²
1.6 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor f_V ³⁾ :	0,5	+ - 30%	+ - 0,15
1.7 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		+ - 0,04
1.8 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	1.175 m ³	+ - 10%	+ - 118 m ³
1.9 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	263 m ³	+ - 30%	+ - 79 m ³

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohraumbilanz Kunze [2]

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 14)

5) Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung der Höhe h_3

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

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

2.2 Abschätzung des Volumens der unteren Einlagerungsschicht V_{S2}

$$V_{S2} = \frac{(A_G + A_2)}{2} \cdot h_3 \quad 6.238 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{S2}} = \sqrt{\left(\frac{h_3}{2}\right)^2 \cdot S_{A_G}^2 + \left(\frac{h_3}{2}\right)^2 \cdot S_{A_2}^2 + \left(\frac{A_G + A_2}{2}\right)^2 \cdot S_{h_3}^2} \quad \pm 569 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung des Leervolumens der Einlagerungskammer V_{Leer}

$$V_{Leer} = V_{S1} + V_{S2} \quad 8.788 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Leer}} = \sqrt{S_{V_{S1}}^2 + S_{V_{S2}}^2} \quad \pm 584 \text{ m}^3$$

2.4 Abschätzung des theor. Hohlraums für Versatzmaterial in der unteren Schicht V_t

$$V_t = V_{S2} - V_{GB} \quad 5.063 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{S2}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad \pm 581 \text{ m}^3$$

2.5 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_S

$$V_S = V_t \cdot f_V + V_{S1} \quad 5.081 \text{ m}^3$$

$$S_{V_S} = \sqrt{f_V^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_V}^2 + V_{S1}^2} \quad \pm 823 \text{ m}^3$$

2.6 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_S \cdot f_{FeS} \quad 3.405 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_S}^2 + V_S^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 588 \text{ m}^3$$

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

$$V_R = V_{Leer} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 4.471 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Leer}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 840 \text{ m}^3$$

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

$$P = \frac{V_R}{V_{Leer}} \quad 51\%$$

$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Leer}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Leer}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Leer}}^2} \quad 10\%$$

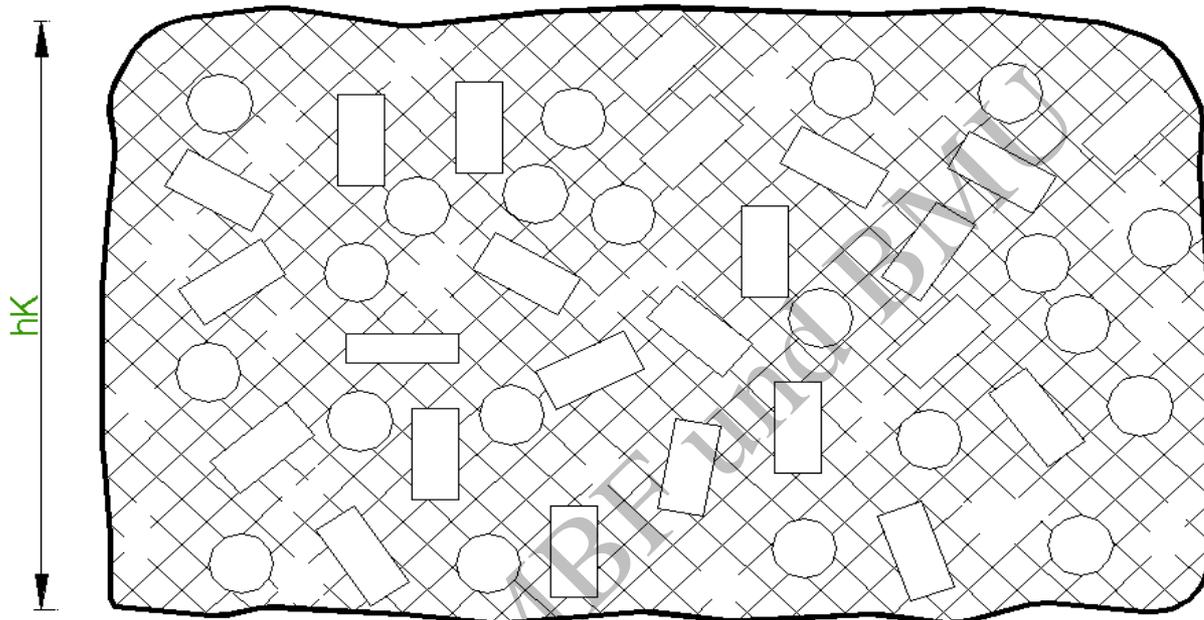
3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	8.800 m ³	+ - 600 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer	4.500 m ³	+ - 800 m ³
das entspricht	51%	+ - 10%

Exemplar für BMBF und BMU

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 8/750

Prinzipskizze:



1. Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.180 m ²	+ - 5%	+ - 59 m ²
1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	9,5 m	+ - 5%	+ - 0,5 m
1.3 Korrekturfaktor f_K ²⁾ :	0,75		+ - 0,10
1.4 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor f_V ³⁾ :	0,5	+ - 30%	+ - 0,15
1.5 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FS} ⁴⁾ :	0,67		+ - 0,04
1.6 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	2.833 m ³	+ - 10%	+ - 283 m ³
1.7 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	673 m ³	+ - 30%	+ - 202 m ³

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz Kunze [2]

²⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 13)

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

⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 14)

⁵⁾ Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 11.210 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 793 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_K \quad 8.408 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_K}^2 + f_K^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.269 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung des theor. Hohlrums für Versatzmaterial V_t

$$V_t = V_{kor} - V_{GB} \quad 5.575 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad \pm 1.300 \text{ m}^3$$

2.4 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_s

$$V_s = V_t \cdot f_V \quad 2.787 \text{ m}^3$$

$$S_{V_s} = \sqrt{f_V^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_V}^2} \quad \pm 1.059 \text{ m}^3$$

2.5 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_s \cdot f_{FeS} \quad 1.867 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_s}^2 + V_s^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 710 \text{ m}^3$$

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

$$V_R = V_{Kor} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 4.380 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.495 \text{ m}^3$$

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

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 52\%$$

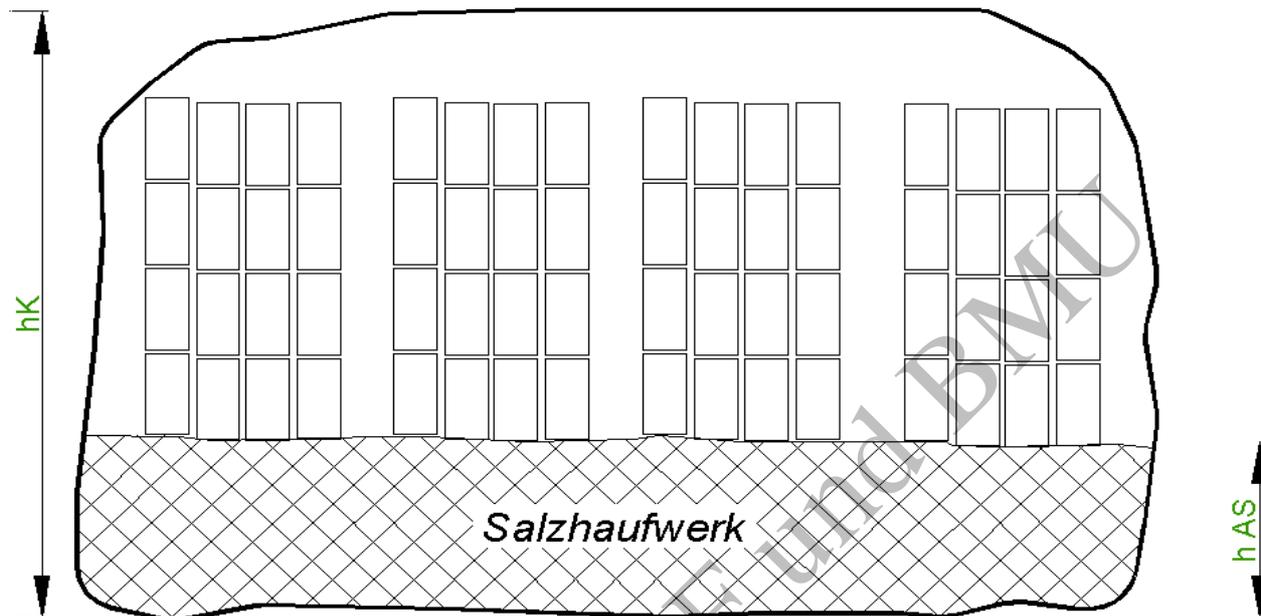
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Kor}}^2} \quad \pm 19\%$$

3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	8.400 m ³ +- 1.300 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	4.400 m ³ +- 1.500 m ³
das entspricht :	52% +- 19%

Exemplar für BMBF und BMU

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 4/750



1. Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	910 m ²	+ - 5%	+ - 46 m ²
1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	9,5 m	+ - 5%	+ - 0,5 m
1.3 Höhe der Ausgleichsschicht auf der Sohle h_{AS} ²⁾ :	3,0 m	+ - 10%	+ - 0,3 m
1.4 Korrekturfaktor f_K ³⁾ :	0,75		+ - 0,10
1.5 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		+ - 0,04
1.6 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	1.488 m ³	+ - 10%	+ - 149 m ³
1.7 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	130 m ³	+ - 30%	+ - 39 m ³

Erläuterungen / Quellen

- 1) Hohlraumbilanz Kunze [2]
- 2) Zeichnungsnummer 1/11/22
- 3) Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 13)
- 4) empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 14)
- 5) Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 8.645 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 611 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_K \quad 6.484 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_K}^2 + f_K^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 979 \text{ m}^3$$

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

$$V_{AS} = A_G \cdot f_K \cdot h_{AS} \quad 2.048 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{AS}} = \sqrt{(h_{AS} \cdot f_K \cdot S_{A_G})^2 + (A_G \cdot f_K \cdot S_{h_{AS}})^2 + (A_G \cdot h_{AS} \cdot S_{f_K})^2} \quad \pm 356 \text{ m}^3$$

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

$$V_{Fe} = V_{AS} \cdot f_{FeS} \quad 1.372 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{(f_{FeS} \cdot S_{V_{AS}})^2 + (V_{AS} \cdot S_{f_{FeS}})^2} \quad \pm 252 \text{ m}^3$$

2.7 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) in der Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 3.754 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.022 \text{ m}^3$$

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

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 58\%$$

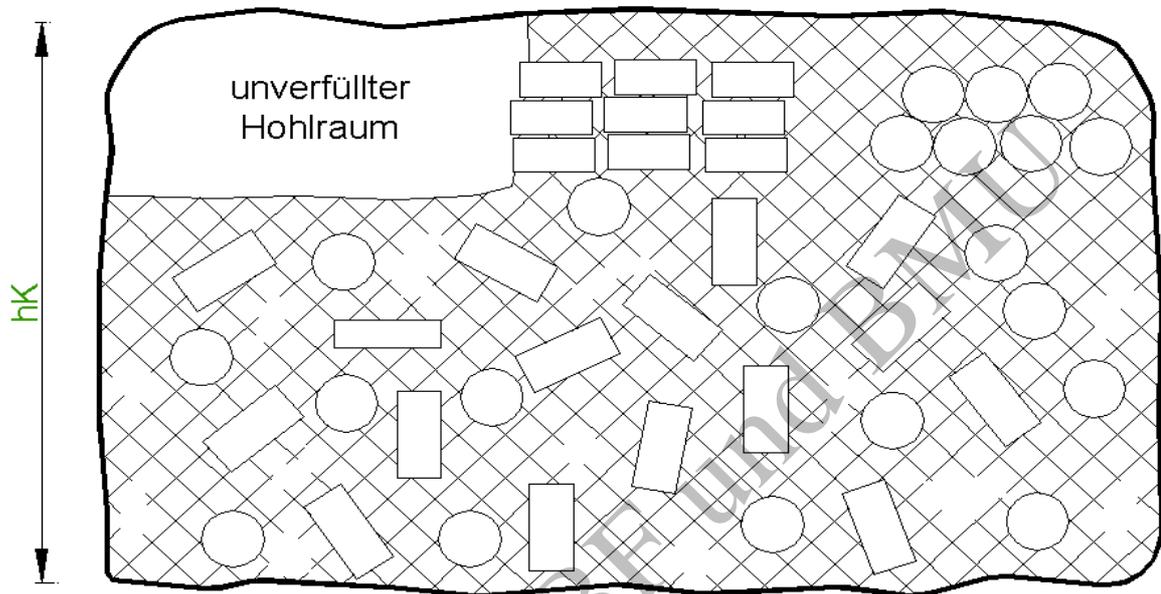
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 18\%$$

3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	6.500 m ³	± 1.000 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	3.800 m ³	± 1.000 m ³
das entspricht :	58%	± 18%

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 5/750

Prinzipiskizze:



1. Ausgangsdaten	Genauigkeitsangaben		
1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.700 m ²	+ - 5%	+ - 85 m ²
1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	9,5 m	+ - 5%	+ - 0,5 m
1.3 Korrekturfaktor f_K ²⁾ :	0,75		+ - 0,10
1.4 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor f_V ³⁾ :	0,5	+ - 30%	+ - 0,15
1.5 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		+ - 0,04
1.6 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	3.701 m ³	+ - 10%	+ - 370 m ³
1.7 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	529 m ³	+ - 30%	+ - 159 m ³
1.8 Unverfüllter Hohlraum V_{unv} ⁶⁾ :	320 m ³	+ - 5%	+ - 16 m ³

Erläuterungen / Quellen

- 1) Hohlraumbilanz Kunze [2]
- 2) Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 13)
- 3) Verfüllungsgrad in den Zwickelräumen (vgl. Kap. 4.4.3 des Textteiles)
- 4) empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 14)
- 5) Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]
- 6) markscheiderisch bestimmt

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 16.150 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 1.142 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_K \quad 12.113 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_K}^2 + f_K^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.828 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung des theor. Hohlraum für Versatzmaterial V_t

$$V_t = V_{kor} - V_{GB} - V_{unv} \quad 8.092 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{unv}}^2} \quad \pm 1.865 \text{ m}^3$$

2.4 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_s

$$V_s = V_t \cdot f_V \quad 4.046 \text{ m}^3$$

$$S_{V_s} = \sqrt{f_V^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_V}^2} \quad \pm 1.531 \text{ m}^3$$

2.5 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_s \cdot f_{FeS} \quad 2.711 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_s}^2 + V_s^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 1.026 \text{ m}^3$$

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

$$V_R = V_{kor} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 6.230 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 2.135 \text{ m}^3$$

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

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 51\%$$

$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 19\%$$

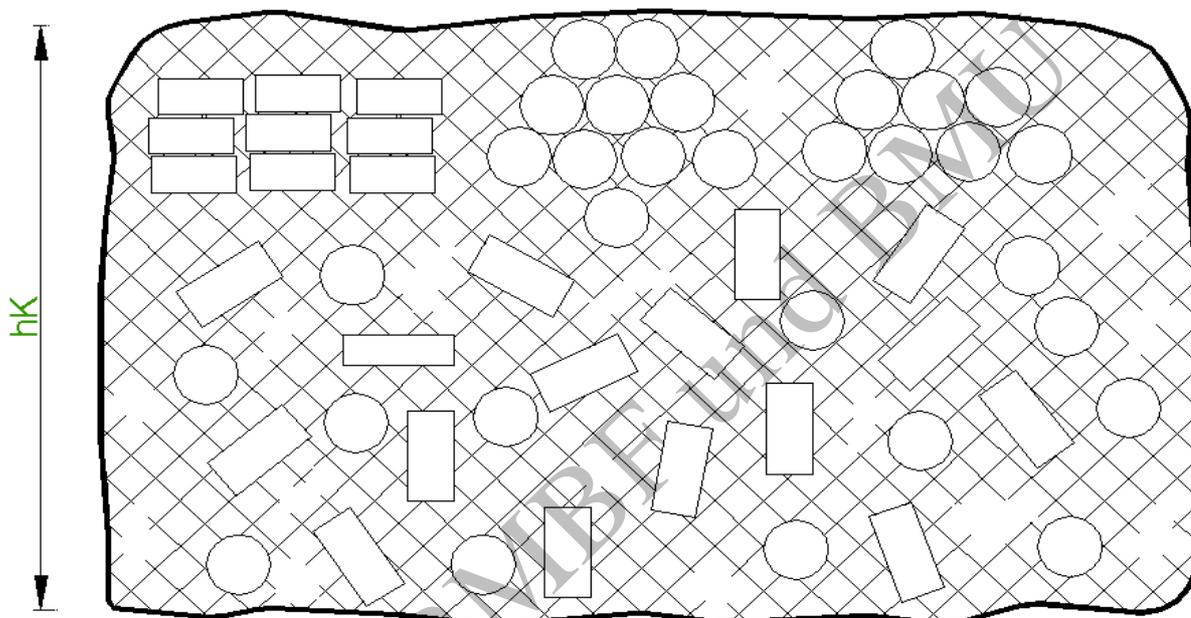
3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	12.100 m ³	+ - 1.800 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	6.200 m ³	+ - 2.100 m ³
das entspricht :	51%	+ - 19%

Exemplar für BMBF und BMU

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 6/750

Prinzipskizze:



1. Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.990 m ²	+ - 5%	+ - 100 m ²
1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	9,5 m	+ - 5%	+ - 0,5 m
1.3 Korrekturfaktor f_K ²⁾ :	0,75		+ - 0,10
1.4 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor f_V ³⁾ :	0,5	+ - 30%	+ - 0,15
1.5 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		+ - 0,04
1.6 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	6.592 m ³	+ - 10%	+ - 659 m ³
1.7 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	267 m ³	+ - 30%	+ - 80 m ³

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz Kunze [2]

²⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 13)

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

⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 14)

⁵⁾ Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 18.905 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad +- 1.337 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_K \quad 14.179 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_K}^2 + f_K^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad +- 2.140 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung des theor. Hohlraum für Versatzmaterial V_t

$$V_t = V_{kor} - V_{GB} \quad 7.587 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad +- 2.239 \text{ m}^3$$

2.4 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_S

$$V_S = V_t \cdot f_V \quad 3.793 \text{ m}^3$$

$$S_{V_S} = \sqrt{f_V^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_V}^2} \quad +- 1.596 \text{ m}^3$$

2.5 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_S \cdot f_{FeS} \quad 2.542 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_S}^2 + V_S^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad +- 1.070 \text{ m}^3$$

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

$$V_R = V_{kor} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 5.312 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad +- 2.483 \text{ m}^3$$

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

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

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

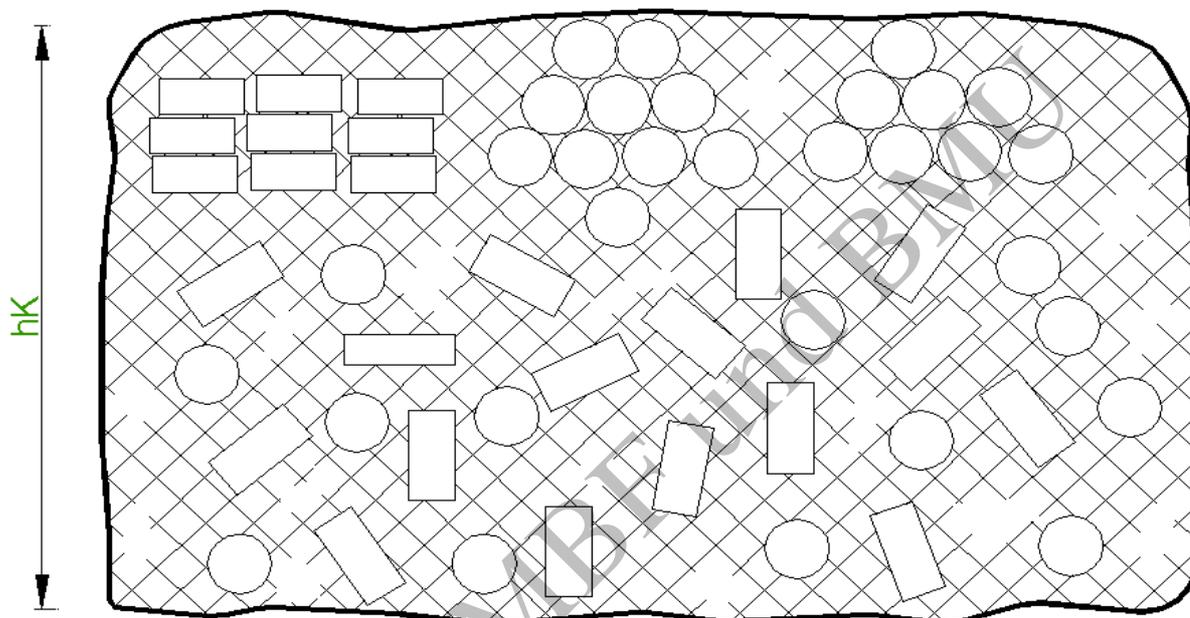
3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	14.200 m ³	+ - 2.100 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	5.300 m ³	+ - 2.500 m ³
das entspricht :	37%	+ - 18%

Exemplar für BMBF und BMU

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 7/750

Prinzipskizze:



1. Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.880 m ²	+ - 5%	+ - 94 m ²
1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	9,5 m	+ - 5%	+ - 0,5 m
1.3 Korrekturfaktor f_K ²⁾ :	0,75		+ - 0,10
1.4 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor f_V ³⁾ :	0,5	+ - 30%	+ - 0,15
1.5 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		+ - 0,04
1.6 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	3.993 m ³	+ - 10%	+ - 399 m ³
1.7 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	97 m ³	+ - 30%	+ - 29 m ³

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz Kunze [2]

²⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 13)

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

⁴⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 14)

⁵⁾ Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 17.860 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad +- 1.263 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_K \quad 13.395 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_K}^2 + f_K^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad +- 2.022 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung des theor. Hohlräume für Versatzmaterial V_t

$$V_t = V_{kor} - V_{GB} \quad 9.402 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad +- 2.061 \text{ m}^3$$

2.4 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_s

$$V_s = V_t \cdot f_V \quad 4.701 \text{ m}^3$$

$$S_{V_s} = \sqrt{f_V^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_V}^2} \quad +- 1.747 \text{ m}^3$$

2.5 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_s \cdot f_{FeS} \quad 3.150 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_s}^2 + V_s^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad +- 1.171 \text{ m}^3$$

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

$$V_R = V_{kor} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 6.349 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad +- 2.370 \text{ m}^3$$

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

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 47\%$$

$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad +- 19\%$$

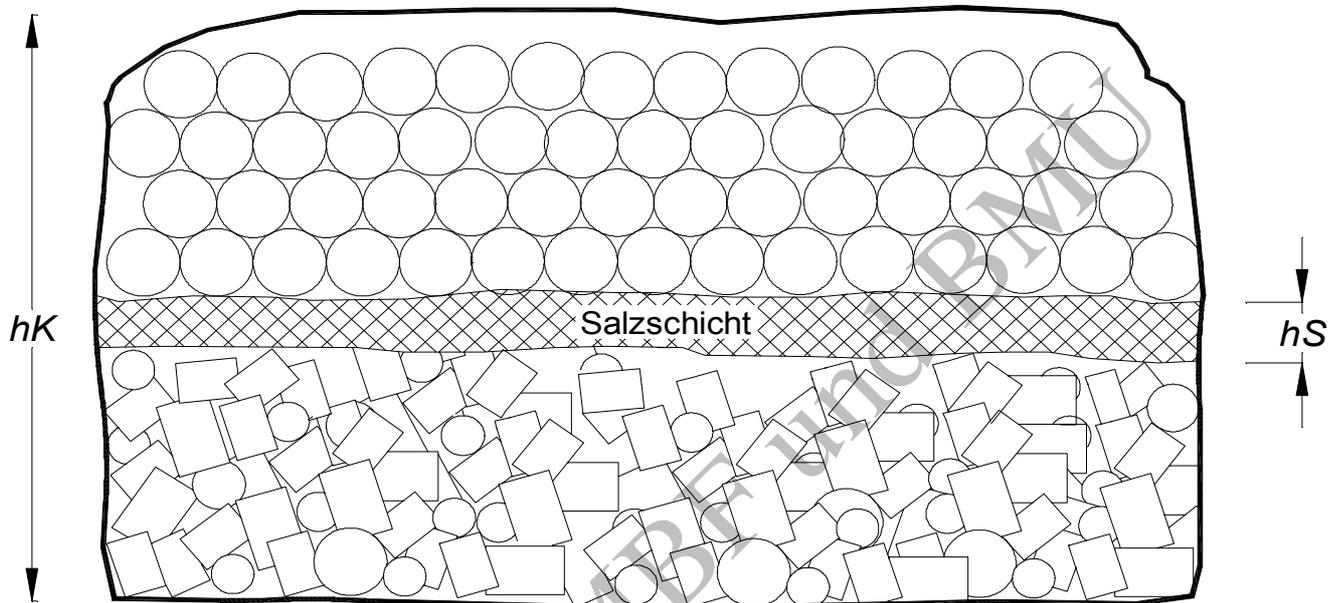
3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	13.400 m ³	+ - 2.000 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	6.300 m ³	+ - 2.400 m ³
das entspricht :	47%	+ - 19%

Exemplar für BMBF und BMU

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 11/750

Prinzipiskizze:



1. Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.620 m ²	+ - 5%	+ - 81 m ²
1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	9,5 m	+ - 5%	+ - 0,5 m
1.3 Höhe der eingebrachten Salzschicht h_S ²⁾ :	0,8 m	+ - 10%	+ - 0,1 m
1.4 Korrekturfaktor f_K ³⁾ :	0,75		+ - 0,10
1.5 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		+ - 0,04
1.6 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	6.792 m ³	+ - 10%	+ - 679 m ³
1.7 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	359 m ³	+ - 30%	+ - 108 m ³

Erläuterungen / Quellen

- 1) Hohlraumbilanz Kunze [2]
- 2) gem. mündlicher Überlieferung (vgl. Anlage 1.7)
- 3) Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 13)
- 4) empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 14)
- 5) Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 15.390 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 1.088 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_K \quad 11.543 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_K}^2 + f_K^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.742 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung des Volumens der eingebrachten Salzsicht V_S

$$V_S = A_G \cdot f_K \cdot h_S \quad 972 \text{ m}^3$$

$$S_{V_S} = \sqrt{(f_K \cdot h_S \cdot S_{A_G})^2 + (A_G \cdot h_S \cdot S_{f_K})^2 + (A_G \cdot f_K \cdot S_{h_S})^2} \quad \pm 169 \text{ m}^3$$

2.4 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_S \cdot f_{FeS} \quad 651 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_S}^2 + V_S^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 120 \text{ m}^3$$

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

$$V_R = V_{Kor} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 4.458 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.877 \text{ m}^3$$

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

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

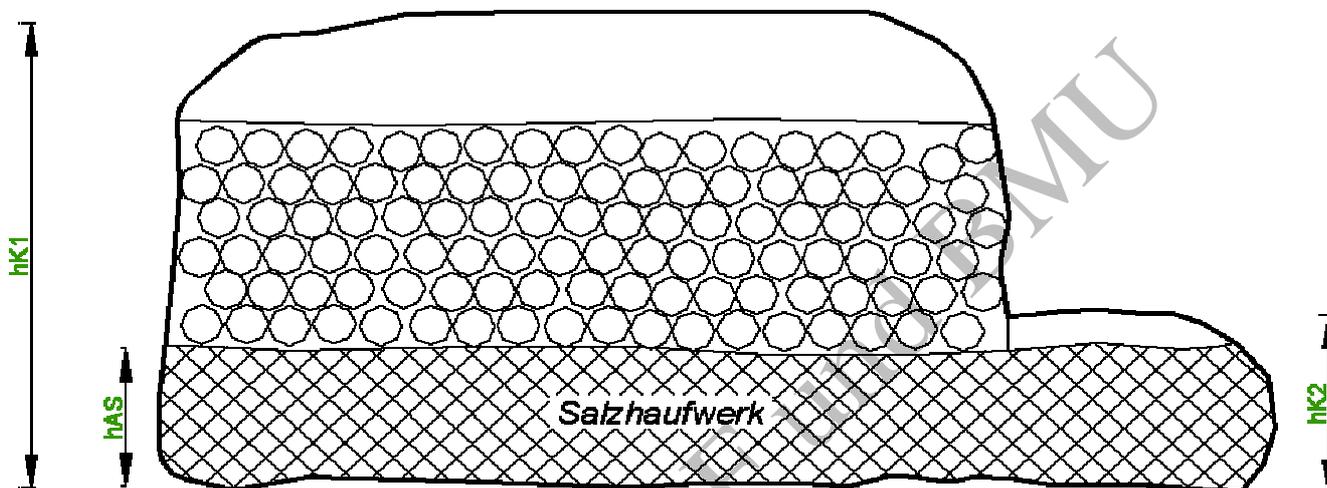
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Kor}}^2} \quad \pm 17\%$$

3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	11.500 m ³	± 1.700 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	4.500 m ³	± 1.900 m ³
das entspricht :	39%	± 17%

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 12/750

Prinzipiskizze:



1. Ausgangsdaten

		Genauigkeitsangaben	
1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.230 m ²	+ - 5%	+ - 62 m ²
1.2 Planimetrierte Teilfläche A_{TF} ²⁾ :	195 m ²	+ - 10%	+ - 20 m ²
1.3 Mittlere Kammerhöhe h_{K1} :	9,5 m	+ - 5%	+ - 0,5 m
1.4 Kammerhöhe im nordöstl. Bereich h_{K2} ²⁾ :	3,0 m	+ - 5%	+ - 0,2 m
1.5 Höhe der Ausgleichsschicht auf der Sohle h_{AS} ³⁾ :	2,2 m		+ - 0,8 m
1.6 Korrekturfaktor f_K ⁴⁾ :	0,75		+ - 0,10
1.7 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	2.514 m ³	+ - 10%	+ - 251 m ³
1.8 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	380 m ³	+ - 30%	+ - 114 m ³
1.9 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_2 ⁶⁾ :	0,67		+ - 0,04

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz Kunze [2]

²⁾ Quelle: Grubenbild [1]

³⁾ analog zu Kammer 1 und 2/750

⁴⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 13)

⁵⁾ Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

⁶⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 14)

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = (A_G - A_{TF}) \cdot h_{K1} + A_{TF} \cdot h_{K2} \quad 10.418 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_{K1}^2 \cdot S_{A_G}^2 + (A_G - A_{TF})^2 \cdot S_{h_{K1}}^2 + (-h_{K1} + h_{K2})^2 \cdot S_{A_{TF}}^2 + A_{TF}^2 \cdot S_{h_{K2}}^2} \quad +- 775 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_k \quad 7.813 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_k}^2 + f_k^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad +- 1.193 \text{ m}^3$$

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

$$V_{AS} = A_G \cdot f_k \cdot h_{AS} \quad 2.030 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{AS}} = \sqrt{(h_{AS} \cdot f_k \cdot S_{A_G})^2 + (A_G \cdot f_k \cdot S_{h_{AS}})^2 + (A_G \cdot h_{AS} \cdot S_{f_k})^2} \quad +- 793 \text{ m}^3$$

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

$$V_{Fe} = V_{AS} \cdot f_{FeS} \quad 1.360 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{(f_{FeS} \cdot S_{V_{AS}})^2 + (V_{AS} \cdot S_{f_{FeS}})^2} \quad +- 537 \text{ m}^3$$

2.5 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) in der Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 4.319 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad +- 1.337 \text{ m}^3$$

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

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 55\%$$

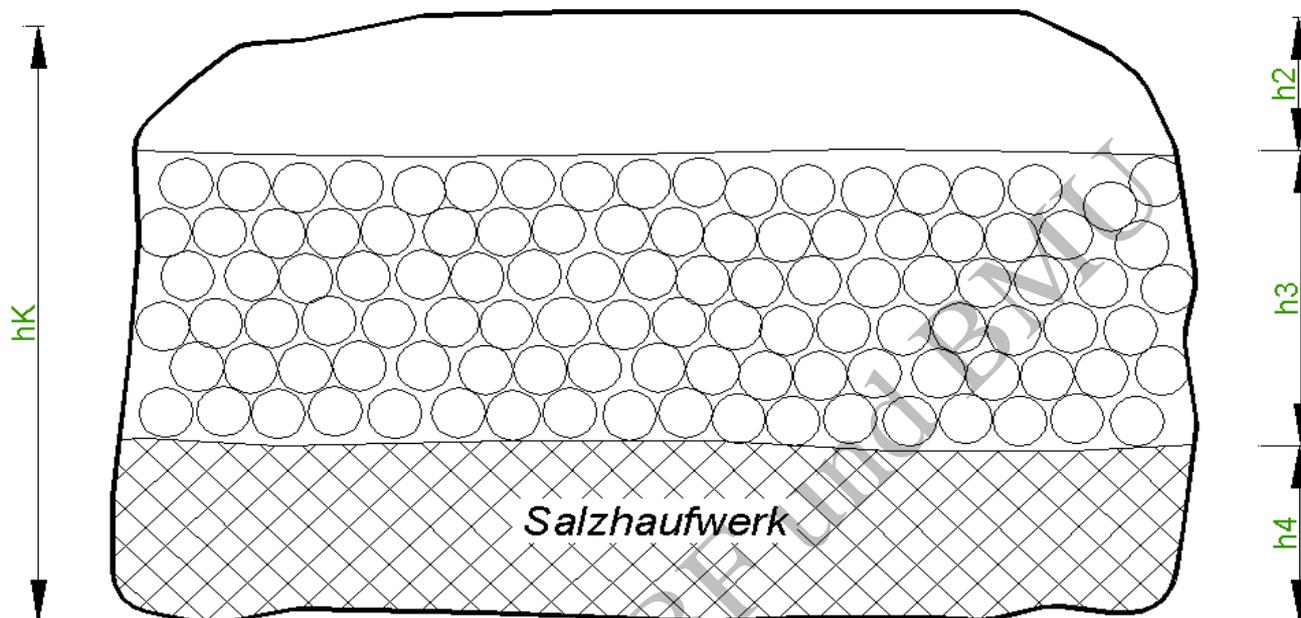
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad +- 19\%$$

3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	7.800 m ³	+- 1.200 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	4.300 m ³	+- 1.300 m ³
das entspricht :	55%	+- 19%

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 2/750

Prinzipiskizze:



1. Ausgangsdaten

		Genauigkeitsangaben	
1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	740 m ²	+ - 5%	+ - 37 m ²
1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	9,5 m	+ - 5%	+ - 0,5 m
1.3 Freie Höhe nach Einlagerung h_2 ²⁾ :	2,0 m	+ - 20%	+ - 0,4 m
1.4 Anzahl der übereinander gestapelten Fässer ³⁾ :	10		
1.4.1 Fässerradius r ⁴⁾ :	0,3 m	+ - 10%	+ - 0,03 m
1.5 Korrekturfaktor f_K ⁵⁾ :	0,75		+ - 0,10
1.6 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁶⁾ :	2.305 m ³	+ - 10%	+ - 231 m ³
1.7 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁶⁾ :	347 m ³	+ - 30%	+ - 104 m ³
1.8 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁷⁾ :	0,67		+ - 0,04

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz Kunze [2]

²⁾ Protokoll der Befahrung vom 10.9.1980 [3]

³⁾ vgl. Bild 12 in Anlage 2

⁵⁾ Korrekturfaktor aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 13)

⁶⁾ Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

⁷⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 14)

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

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = A_G \cdot h_K \quad 7.030 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 497 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_K \quad 5.273 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_K}^2 + f_K^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 796 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung der Stapelhöhe der Fässer h_3 (vgl. Anlage 15)

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

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

2.4 Abschätzung der Höhe der Ausgleichsschicht auf der Sohle h_4

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

$$S_{h_4} = \sqrt{S_{h_1}^2 + S_{h_2}^2 + S_{h_3}^2} \quad \pm 0,8 \text{ m}$$

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

$$V_{AS} = A_G \cdot f_k \cdot h_4 \quad 1.234 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{\left(h_4 \cdot f_k \cdot S_{A_G} \right)^2 + \left(A_G \cdot f_k \cdot S_{h_4} \right)^2 + \left(A_G \cdot h_4 \cdot S_{f_k} \right)^2} \quad \pm 485 \text{ m}^3$$

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

$$V_{Fe} = V_{AS} \cdot f_{FeS} \quad 827 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{\left(f_{FeS} \cdot S_{V_{AS}} \right)^2 + \left(V_{AS} \cdot S_{f_{FeS}} \right)^2} \quad \pm 329 \text{ m}^3$$

2.7 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) in der Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 2.488 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 897 \text{ m}^3$$

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

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 47\%$$

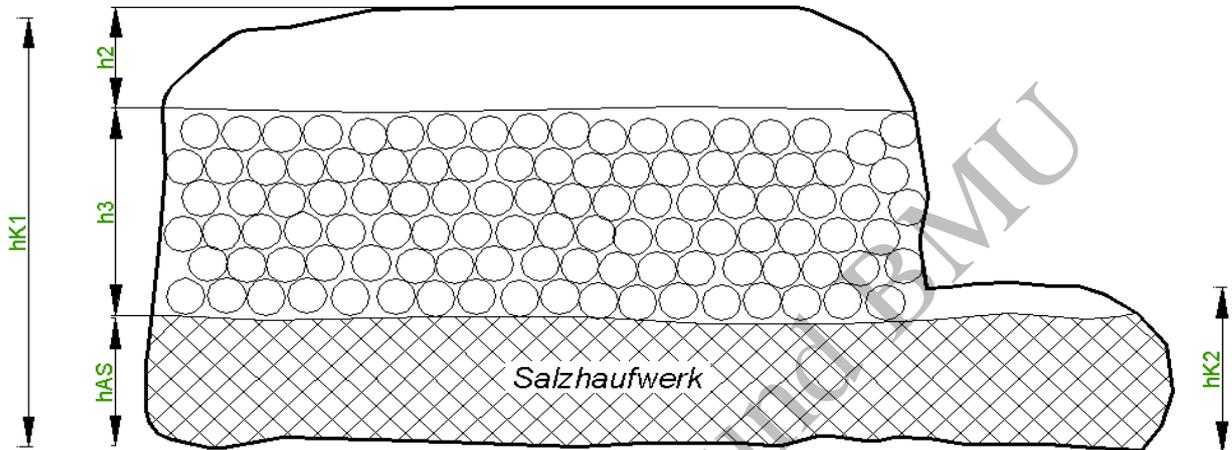
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 18\%$$

3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	5.300 m ³	+ - 800 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	2.500 m ³	+ - 900 m ³
das entspricht :	47%	+ - 18%

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 1/750

Prinzipiskizze:



1. Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.060 m ²	+ - 5%	+ - 53 m ²
1.2 Planimetrierte Teilfläche A_{TF} ²⁾ :	198 m ²	+ - 10%	+ - 20 m ²
1.3 Mittlere Kammerhöhe h_{K1} :	9,5 m	+ - 5%	+ - 0,5 m
1.4 Freie Höhe nach Einlagerung h_2 ³⁾ :	2,0 m	+ - 20%	+ - 0,4 m
1.5 Kammerhöhe im nordöstl. Bereich h_{K2} ²⁾ :	3,0 m	+ - 5%	+ - 0,2 m
1.6 Anzahl der übereinander gestapelten Fässer n ⁴⁾ :	10		
1.6.1 Fässerradius r ⁵⁾ :	0,3 m	+ - 10%	+ - 0,03 m
1.7 Korrekturfaktor f_K ⁶⁾ :	0,75		+ - 0,10
1.8 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁷⁾ :	2.693 m ³	+ - 10%	+ - 269 m ³
1.9 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁷⁾ :	366 m ³	+ - 30%	+ - 110 m ³
1.10 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁸⁾ :	0,67		+ - 0,04

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz Kunze [2]

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 (vgl. Anlage 13)

⁷⁾ Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

⁸⁾ empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 14)

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

$$V_{ur} = (A_G - A_{TF}) \cdot h_{K1} + A_{TF} \cdot h_{K2} \quad 8.783 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_{K1}^2 \cdot S_{A_G}^2 + (A_G - A_{TF})^2 \cdot S_{h_{K1}}^2 + (-h_{K1} + h_{K2})^2 \cdot S_{A_{TF}}^2 + A_{TF}^2 \cdot S_{h_{K2}}^2} \quad \pm 662 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_k \quad 6.587 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_k}^2 + f_k^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 1.009 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung der Stapelhöhe der Fässer h_3 (vgl. Anlage 15)

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

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

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

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

$$S_{h_{AS}} = \sqrt{S_{h_{K1}}^2 + S_{h_2}^2 + S_{h_3}^2} \quad \pm 0,8 \text{ m}$$

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

$$V_{AS} = A_G \cdot f_k \cdot h_{AS} \quad 1.768 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{AS}} = \sqrt{\left(h_{AS} \cdot f_k \cdot S_{A_G} \right)^2 + \left(A_G \cdot f_k \cdot S_{h_{AS}} \right)^2 + \left(A_G \cdot h_{AS} \cdot S_{f_k} \right)^2} \quad \pm 695 \text{ m}^3$$

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

$$V_{Fe} = V_{AS} \cdot f_{FeS} \quad 1.184 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{\left(f_{FeS} \cdot S_{V_{AS}} \right)^2 + \left(V_{AS} \cdot S_{f_{FeS}} \right)^2} \quad \pm 471 \text{ m}^3$$

2.7 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) in der Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 3.076 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 1.151 \text{ m}^3$$

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

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 47\%$$

$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 19\%$$

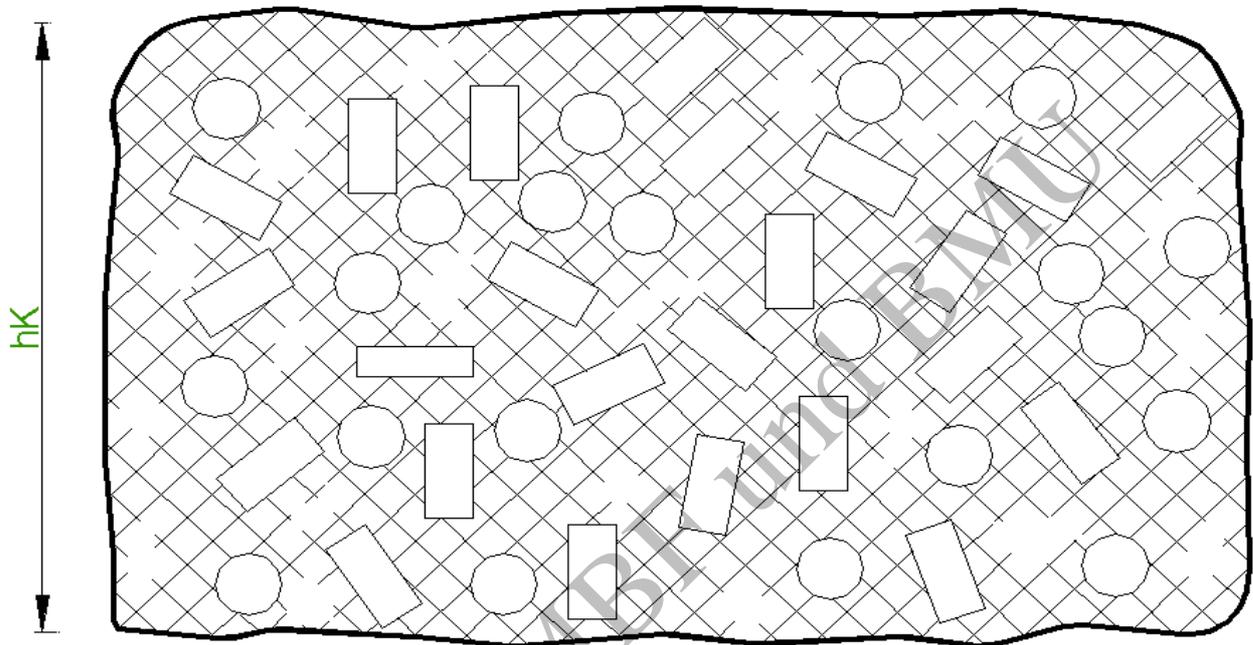
3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	6.600 m ³	± 1.000 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	3.100 m ³	± 1.200 m ³
das entspricht :	47%	± 19%

Exemplar für BMBF und BMU

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 2/750 im Na2

Prinzipiskizze:



1. Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	1.880 m ²	+ - 5%	+ - 94 m ²
1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K :	17,0 m	+ - 5%	+ - 0,9 m
1.3 Leervolumen (Stand Oktober 1977) $V_{Leer 77}$ ²⁾ :	25.917 m ³	+ - 5%	+ - 1.296 m ³
1.4 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor f_V ³⁾ :	0,5	+ - 30%	+ - 0,15
1.5 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor f_{FeS} ⁴⁾ :	0,67		+ - 0,04
1.6 Gebindebruttovolumen V_{GB} ⁵⁾ :	10.230 m ³	+ - 10%	+ - 1.023 m ³
1.7 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ⁵⁾ :	2.516 m ³	+ - 30%	+ - 755 m ³
1.8 Abbau erstellt zw. 1927 u. 1931 (im Mittel) ⁶⁾ :	1929		

Erläuterungen / Quellen

¹⁾ Hohlraumbilanz Kunze [2]

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 14)

5) Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

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

$$S_{V_{ur}} = \sqrt{h_K^2 \cdot S_{A_G}^2 + A_G^2 \cdot S_{h_K}^2} \quad \pm 2.260 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

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

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

$$S_{\Delta V_1} = \sqrt{S_{V_{ur}}^2 + S_{V_{Leer77}}^2} \quad \pm 2.605 \text{ m}^3$$

2.2.2 offene Standzeit bis 1977 t_1

1977 -	1929	48 a
S_{t_1} :		± 1 a

2.2.3 Abschätzung der jährlichen Volumenabnahme

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

$$S_{\Delta V_2} = \sqrt{\left(\frac{1}{t_1}\right)^2 \cdot S_{\Delta V_1}^2 + \left(\frac{-\Delta V_1}{t_1^2}\right)^2 \cdot S_{t_1}^2} \quad \pm 54 \text{ m}^3/\text{a}$$

2.2.4 Standzeit von 1977 bis 2002 t_2

2002 -	1977	25 a
--------	------	------

2.2.5 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{Leer77} - t_2 \cdot \Delta V_2 \quad 22.770 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{S_{V_{Leer77}}^2 + t_2^2 \cdot S_{\Delta V_2}^2} \quad \pm 1.877 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung des theor. Hohlraum für Versatzmaterial V_t

$$V_t = V_{kor} - V_{GB} \quad 12.540 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad \pm 2.138 \text{ m}^3$$

2.4 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens V_S

$$V_S = V_t \cdot f_V \quad 6.270 \text{ m}^3$$
$$S_{V_S} = \sqrt{f_V^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_V}^2} \quad \pm 2.163 \text{ m}^3$$

2.5 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz V_{Fe}

$$V_{Fe} = V_S \cdot f_{FeS} \quad 4.201 \text{ m}^3$$
$$S_{V_{Fe}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_S}^2 + V_S^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 1.450 \text{ m}^3$$

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

$$V_R = V_{Kor} - V_{GB} - V_{Fe} + V_{PG} \quad 10.855 \text{ m}^3$$
$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 2.692 \text{ m}^3$$

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

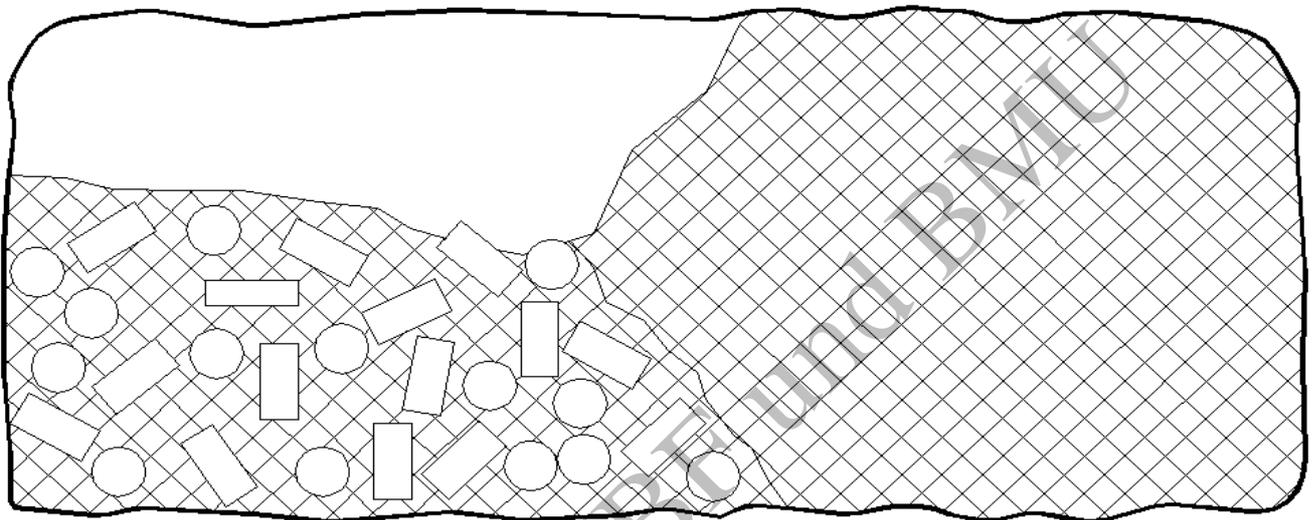
$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 48\%$$
$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Kor}}^2} \quad \pm 12\%$$

3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	22.800 m ³	± 1.900 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	10.900 m ³	± 2.700 m ³
das entspricht :	48%	± 12%

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 7/725

Prinzipiskizze:



1. Ausgangsdaten	Genauigkeitsangaben		
1.1 geschätztes Leervolumen $V_{\text{Leer}}^{1)}$:	16.400 m ³	+ - 5%	+ - 820 m ³
1.2 unverfülltes Volumen nach Einlagerung $V_{\text{unv}}^{1)}$:	10.360 m ³	+ - 5%	+ - 518 m ³
1.3 eingebrachtes Salzhaufwerk nach 1996 $V_{S1}^{2)}$:	8.412 m ³	+ - 5%	+ - 421 m ³
1.4 Verfüllungsgrad i. d. Zwickelhohlr. Faktor $f_v^{3)}$:	0,5	+ - 30%	+ - 0,15
1.5 Feststoffanteil im Salzversatz Faktor $f_{\text{FeS}}^{4)}$:	0,67		+ - 0,04
1.6 Gebindebruttovolumen $V_{\text{GB}}^{5)}$:	2.251 m ³	+ - 10%	+ - 225 m ³
1.7 Porenvolumen in den Gebinden $V_{\text{PG}}^{5)}$:	553 m ³	+ - 30%	+ - 166 m ³

Erläuterungen / Quellen

- 1) aufgrund aktueller markscheiderischer Messung
- 2) gem. Dokumentation Tagesberichte
- 3) Verfüllungsgrad in den Zwickelräumen (vgl. Kap. 4.4.3 des Textteiles)
- 4) empirisch ermittelter Wert (vgl. Anlage 14)
- 5) Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

2. Berechnungen

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

$$V_t = V_{Leer} - V_{unv} - V_{GB} \quad 3.789 \text{ m}^3$$

$$S_{V_t} = \sqrt{S_{V_{Leer}}^2 + S_{V_{unv}}^2 + S_{V_{GB}}^2} \quad \pm 996 \text{ m}^3$$

2.2 Abschätzung des eingebrachten Salzvolumens im Bereich der eingelagerten Behälter V_{S_2}

$$V_{S_2} = V_t \cdot f_v \quad 1.895 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{S_2}} = \sqrt{f_v^2 \cdot S_{V_t}^2 + V_t^2 \cdot S_{f_v}^2} \quad \pm 756 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz im Bereich der eingelagerten Behälter V_{Fe_1}

$$V_{Fe_1} = V_{S_2} \cdot f_{FeS} \quad 1.269 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe_1}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_{S_2}}^2 + V_{S_2}^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 506 \text{ m}^3$$

2.4 Abschätzung des Feststoffvolumens Salz des nachträglich eingebrachten Versatz V_{Fe_2}

$$V_{Fe_2} = V_{S_1} \cdot f_{FeS} \quad 5.636 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{Fe_2}} = \sqrt{f_{FeS}^2 \cdot S_{V_{S_1}}^2 + V_{S_1}^2 \cdot S_{f_{FeS}}^2} \quad \pm 439 \text{ m}^3$$

2.5 Abschätzung des zur Zeit noch unverfüllten Hohlraumes V_{unv_02}

$$V_{unv_02} = V_{unv} - V_{S_1} \quad 1.948 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{unv_02}} = \sqrt{S_{V_{unv}}^2 + S_{V_{S_1}}^2} \quad \pm 667 \text{ m}^3$$

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

$$V_R = V_{Leer} - V_{GB} - V_{Fe_1} - V_{Fe_2} + V_{PG} \quad 7.797 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{Leer}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{Fe_1}}^2 + S_{V_{Fe_2}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 971 \text{ m}^3$$

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

$$P = \frac{V_R}{V_{Leer}} \quad 48\%$$

$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Leer}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{Leer}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{Leer}}^2} \quad \pm 6\%$$

V_{Leer} ... V_{Leer} ...

3. Zusammenfassung

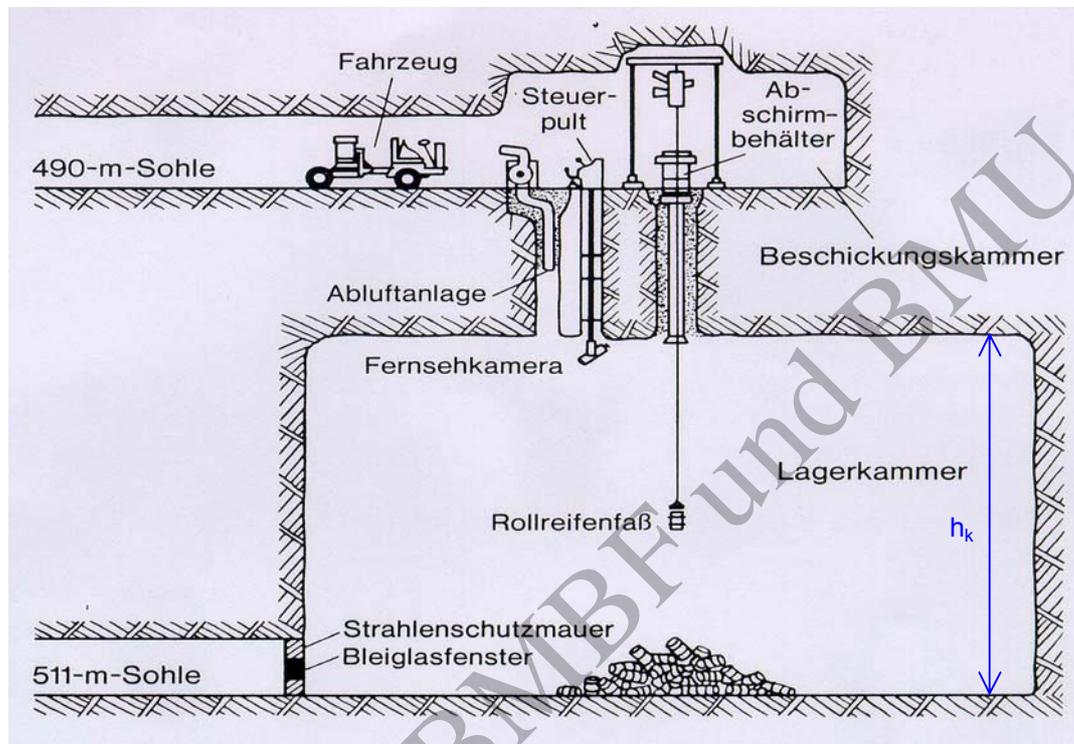
Leervolumen der Einlagerungskammer :	16.400 m ³	+ - 800 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	7.800 m ³	+ - 1.000 m ³
das entspricht :	48%	+ - 6%

Exemplar für BMBF und BMU

Anlage 9.13

Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 8a/511

Prinzipskizze:



1. Ausgangsdaten

Genauigkeitsangaben

1.1 Planimetrierte Grundfläche A_G ¹⁾ :	500 m ²	+ - 5%	+ - 25 m ²
1.2 Mittlere Kammerhöhe h_K ¹⁾ :	14,0 m	+ - 5%	+ - 0,7 m
1.3 Korrekturfaktor f_K ²⁾ :	0,85		+ - 0,10
1.4 Gebindebruttovolumen V_{GB} ³⁾ :	325 m ³	+ - 10%	+ - 33 m ³
1.5 Porenvolumen in den Gebinden V_{PG} ³⁾ :	8 m ³	+ - 30%	+ - 2 m ³

Erläuterungen / Quellen

- 1) Hohlraumbilanz Kunze [2]
- 2) aufgrund der Konvergenz (vgl. Anlage 13)
- 3) Datenbank ASSEKAT_8.0 [5]

2. Berechnungen

2.1 Abschätzung des ursprünglichen Volumens V_{ur}

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

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

2.2 Abschätzung des korrigierten Volumens V_{kor}

$$V_{kor} = V_{ur} \cdot f_K \quad 5.950 \text{ m}^3$$

$$S_{V_{kor}} = \sqrt{V_{ur}^2 \cdot S_{f_K}^2 + f_K^2 \cdot S_{V_{ur}}^2} \quad \pm 817 \text{ m}^3$$

2.3 Abschätzung des Resthohlraums (Luft) in der Kammer V_R

$$V_R = V_{Kor} - V_{GB} + V_{PG} \quad 5.633 \text{ m}^3$$

$$S_{V_R} = \sqrt{S_{V_{kor}}^2 + S_{V_{GB}}^2 + S_{V_{PG}}^2} \quad \pm 817 \text{ m}^3$$

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

$$P = \frac{V_R}{V_{Kor}} \quad 95\%$$

$$S_P = \sqrt{\left(\frac{1}{V_{Kor}}\right)^2 \cdot S_{V_R}^2 + \left(\frac{-V_R}{V_{kor}^2}\right)^2 \cdot S_{V_{kor}}^2} \quad \pm 19\%$$

3. Zusammenfassung

Leervolumen der Einlagerungskammer :	6.000 m ³	+ - 800 m ³
Luftvolumen in der Einlagerungskammer :	5.600 m ³	+ - 800 m ³
das entspricht :	95%	+ - 19%

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	1/750	2/750 i. Na2	7/725 i. Na2	Summe bzw. Mittel	8a/511
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	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	17	17	14
planimetrierte Grundfläche	[m ²]	1.030	1.180	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	1961 - 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⁾														
		Abkipp	Abkipp	Stapel	Abkipp.(unten)	Abkipp.(unten)	Abkipp.(unten)	Abkipp.(unten)	Stapel	Stapel lieg.	Stapel	Abkipp	Abkipp	Abseil
				stehend	+ Stapel lieg.(oben)	+ Stapel lieg.(oben)	+ Stapel lieg.(oben)	+ Stapel lieg.(oben)	liegend	teilw. stehend	liegend			
					+ Abkipp (oben)									
Eingelagerte Abfallgebinde ³⁾														
100 l - Fässer	[Stk]	76	213	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	305
150 l - Fässer	[Stk]	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
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
250 l - Fässer	[Stk]	20	0	25	0	0	0	30	428	185	0	0	0	688
300 l - Fässer	[Stk]	14	154	30	3	0	0	50	24	29	25	0	12	341
400 l - Fässer	[Stk]	280	709	10	1.349	1.184	139	604	215	1.711	752	6.392	840	14.185
VBA (1,17m ³)	[Stk]	8	0	0	1.198	4.799	3.138	4.731	717	153	0	0	35	14.779
Sonderverpackungen	[Stk]	0	2	10	2	11	0	3	0	0	0	4	0	32
Gebindebruttovolumen	[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
Σ 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
geringster Abstand zum Deckgebirge	[m]	20	30	40	40	50	60	90	140	160	110	120	120	60
Kammervolumina														
geschätztes Kammerleervol.	[m ³]	8.800	8.400	6.500	12.100	14.200	13.400	11.500	7.800	5.300	6.600	22.800	16.400	133.800
Resthohl. (Luft) i. d. Kammer	[m ³]	4.500	4.400	3.800	6.200	5.300	6.300	4.500	4.300	2.500	3.100	10.900	7.800	63.600
"-" entspricht :		51%	52%	58%	51%	37%	47%	39%	55%	47%	47%	48%	48%	48%
Genauigkeitsabschätzung	[%]	+ - 10%	+ - 19%	+ - 18%	+ - 19%	+ - 18%	+ - 19%	+ - 17%	+ - 19%	+ - 18%	+ - 19%	+ - 12%	+ - 6%	+ - 16%
unverfüllter Hohlraum	[m ³]	-	-	2.900	320	-	-	1000 ⁴⁾	3.300	1.700	2.100	-	1.900	12.220

¹⁾ Quelle : Hohlraumbilanz Kunze

²⁾ Quelle : Grubenbild der Schachanlage Asse

³⁾ Quelle : Datenbank ASSEKAT_8.0

⁴⁾ oberhalb der Ausgleichsschicht zwischen den gekippten und gestapelten Fässern

LAW Einlagerungskammer für schwachradioaktive Abfälle

MAW Einlagerungskammer für mittelradioaktive Abfälle

* von den 1.301 eingelagerten Abfallgebinden in der Kammer 8a/511 sind 8 den schwachradioaktiven Abfällen zuzuordnen.

Zusammenfassung

Summe Gebinde LAW 124.494 Stk.
 Summe Gebinde MAW 1.293 Stk.
 Gebinde gesamt 125.787 Stk.

Summe Gebindebruttovolumen 46.891 m³

Beschreibung der Zugänge zu den Einlagerungskammern

Im Folgenden werden die Informationen zu den einzelnen Kammerzugängen unter Angabe einer fortlaufenden Nummerierung zusammengetragen und der Bezug zu den in der Anlage 3 dargestellten Fotografien angegeben. Die o.a. fortlaufende Nummerierung ist in den zeichnerischen Anlagen 4 bis 8 eingetragen. Abschließend werden die geometrischen Daten der Kammerzugänge tabellarisch aufgelistet (Anlage 11.2). Die in den GSF-Berichten 19/91 [4] und T 154 [10] angegeben spezifischen Daten der für die Verschlussbauwerke verwendeten Materialien wurden in die nachfolgenden Beschreibungen eingearbeitet.

Die Anlage 11 wird wie folgt untergliedert :

- Anlage 11.1 Beschreibung der einzelnen Kammerzugänge
- Anlage 11.2 Tabelle: geometrische Daten der Zugänge zu den Einlagerungskammer und der Verschlussbauwerke
- Anlage 11.3 Protokoll der Baustoffprüfstelle E & W, Südniedersachsen GmbH über die Betonzusammensetzung des Verschlussbauwerks im Zugang zur Einlagerungskammer 8a/511 vom 03.08.1998
- Anlage 11.4 Protokoll der Baustoffprüfstelle E & W, Südniedersachsen GmbH über die Druckfestigkeit des Verschlussbauwerks im Zugang zur Einlagerungskammer 8a/511 vom 02.09.1999
- Anlage 11.5 Protokoll der Baustoffprüfstelle E & W, Südniedersachsen GmbH über die Druckfestigkeit des Verschlussbauwerks im Zugang zur Einlagerungskammer 8a/511 vom 03.09.1999

Auszug aus dem Quellenverzeichnis des Textteiles :

- [4] Gläß, F., Kappei, G., Schmidt, M.W., u.a. : Untersuchungen zum Versatz und Verschluss von Kammern und Strecken in einem Endlager im Salz, GSF-Bericht 19/91
- [8] Protokoll der Baustoffprüfstelle E & W, Südniedersachsen GmbH über die Betonzusammensetzung des Verschlussbauwerks im Zugang zur Einlagerungskammer 8a/511 vom 03.08.1998
- [10] Raab, W., Fischle, W., Schaueremann, V. : Untersuchungen an Versatz- und Verschlussstoffen für ein untertägliches Endlager, GSF-Bericht T 154, Oktober 1982
- [11] Dürr, K. , Quijano, A. : Temperatur-Versuchsfeld 3, Versuchsbericht, GSF-Bericht, Mai 1977

Anlage 11.1

1. **Östlicher Zugang zur Einlagerungskammer 10/750 Kammerzugang von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen**

In der Anlage 3, Bild 1 ist der Zugang fotografisch abgebildet. Die geometrischen Daten wurden durch aktuelle Messungen vor Ort ermittelt bzw. den Abbildungen im Grubenbild entnommen. Der Zugang wurde mit Salzhauwerk versetzt. Den Abschluss bildet eine Mauer aus Gasbetonsteinen. Über die Durchlässigkeiten können keine quantitativen Angaben getroffen werden.

2. **Westlicher Kammerzugang zur Einlagerungskammer 10/750 von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen**

In der Anlage 3, Bild 2 ist der Zugang fotografisch abgebildet. Die geometrischen Daten wurden durch aktuelle Messungen vor Ort ermittelt bzw. den Abbildungen im Grubenbild entnommen. Der Zugang kann auf einer Länge von ca. 20 m befahren werden. Im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer steht geböschtes Salzhauwerk auf einer Länge von 4 m an.

3. **Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 10/750 und dem Abbau 9/750 im Sohlenniveau**

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer bzw. zum Abbau 9 mit Salzhauwerk versetzt. Der Durchhieb wurde bereits in den Zwanzigerjahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

4. **Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 10/750 und dem Abbau 9/750 im Firstniveau**

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat der Durchhieb ein Gefälle von 6 % in Richtung Abbau 9. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den Siebzigerjahren erstellt. Er ist auf voller Länge mit Salzhauwerk versetzt.

5. **Rollock von der 725-m-Sohle in die Firste der Einlagerungskammer 10/750**

Im westlichen Kammerbereich befindet sich ein Rollock von 12 m Länge und 5 m² Querschnittsfläche. Aus den Aufzeichnungen über die durchgeführten Arbeiten auf der Schachanlage Asse geht hervor, dass das Rollock abgedichtet wurde. Über die Art der Rollockabdichtung bzw. in welchen Umfang das Rollock versetzt ist, können keine Angaben gemacht werden.

6. **Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 8/750 und dem Abbau 9/750 im Sohlenniveau**

Das Bild Nr.3 in der Anlage 3 zeigt einen Blick von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen in den Durchhieb. Der Durchhieb hat ungefähr in der Mitte eine Verbindung zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen. Von hier ab bis zu den Übergangsbereichen zur Einlagerungskammer bzw. zum Abbau 9/750 ist der Durchhieb mit Salzhauwerk versetzt.

7. Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 8/750 und dem Abbau 9/750 im Firstniveau

Der Durchhieb hat ein Gefälle von 7 % in Richtung Abbau 9. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den Siebzigerjahren erstellt. Er ist im Übergangsbereich zum Abbau 9/750 mit einem Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk - beginnend von der Einlagerungskammer – 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 Einlagerungskammer 8/750 Kammerzugang von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen

In der Anlage 3, Bild 4 ist der Zugang fotografisch abgebildet. Die geometrischen Daten wurden durch aktuelle Messungen vor Ort bestimmt bzw. den Abbildungen im Grubenbild entnommen. Der Zugang ist im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer mit einem Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk - beginnend vor der Einlagerungskammer – 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. Über die Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben gemacht werden.

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

In der Anlage 3, Bild 4 ist der Zugang fotografisch abgebildet. Es gelten sinngemäß die gleichen Angaben wie beim Zugang mit der lfd. Nr. 8.

10. Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 8/750 und 4/750 im Sohlenniveau

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur in den Übergangsbereichen zu den Einlagerungskammern mit Salzhaufwerk versetzt. Der Durchhieb wurde bereits in den Zwanzigerjahren aufgeföhren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringernng geföhrt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

11. Zugang zur Einlagerungskammer 4/750 von der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen

Der Zugang ist im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer mit einem Verschlussbauwerk versehen. Die geometrischen Daten wurden durch aktuelle Messungen vor Ort bestimmt bzw. den Abbildungen im Grubenbild entnommen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk - beginnend vor der Einlagerungskammer – einen Aufbau aus Beton, Salz und einer Abschlussmauer aus Gasbetonsteinen. 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. Die auflaufende Gebirgskonvergenz führte zu Beschädigungen an der Abschlussmauer, so dass diese entfernt werden

musste. Die Bilder 6 und 7 in der Anlage 3 zeigen den Kammerzugang vor und nach der Entfernung der Abschlussmauer.

12. Nördlicher Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 4/750 und dem Abbau 3/750

Der Durchhieb hat ungefähr in der Mitte eine Verbindung zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer, zum Abbau 3/750 bzw. zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen mit Salzhaufwerk versetzt. Der Durchhieb wurde bereits in den Zwanzigerjahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

13. Südlicher Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 4/750 und dem Abbau 3/750

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer bzw. zum Abbau 3/750 mit Salzhaufwerk versetzt. Der Durchhieb wurde bereits in den Zwanzigerjahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Größe jedoch nicht zu quantifizieren ist.

14. Südlicher Durchhieb zwischen dem Abbau 3/750 und der Einlagerungskammer 5/750

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer bzw. zum Abbau 3/750 mit Salzhaufwerk versetzt. Der Durchhieb wurde bereits in den Zwanzigerjahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringering geführt haben, deren Größe jedoch nicht zu quantifizieren ist.

15. Durchhieb im Firstniveau zwischen dem Abbau 3/750 und der Einlagerungskammer 5/750

Die geometrischen Daten wurden durch aktuelle Messungen vor Ort ermittelt bzw. den Abbildungen im Grubenbild entnommen. Der Durchhieb hat ein Gefälle von 8 % in Richtung Abbau 3/750, er ist unversetzt und kann auf voller Länge befahren werden. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den Siebzigerjahren erstellt.

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

Die Bohrung mit einem Durchmesser von 500 mm wurde aus wettertechnischen Gründen erstellt. Sie hat diesbezüglich keine Funktion mehr zu erfüllen. Im Bereich des Abbaus 3/750 ist gegen das Mundloch Salzhaufwerk gekippt wurden, der Rest der Bohrung wurde nicht verfüllt.

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

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

18. Zugang zur Einlagerungskammer 5/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten

Der Zugang ist im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer mit einem Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk - beginnend von der Einlagerungskammer –

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. 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 Einlagerungskammern 5/750 und 6/750 im Firstniveau

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

20. Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 5/750 und 6/750 im Sohlenniveau

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

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

Der Zugang ist im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer 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 Einlagerungskammer. 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 Einlagerungskammer 5/750 im Sohlenniveau (lfd. Nr. 20).

22 a-d. Bohrungen in der Sohle der Einlagerungskammer 6/750

Die Bohrungen wurden im Rahmen im von Temperaturversuchen im ehemaligen Steinsalzabbau 6/750 erstellt [11]. 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 Erhitzebohrung 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 2. südlichen Richtstrecke nach Westen 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.

23. Südlicher Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 6/750 und 7/750 im Sohlenniveau

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur in den Übergangsbereichen der Einlagerungskammern mit Salzhauwerk versetzt. Der Durchhieb wurde bereits in den Zwanzigerjahren aufgeföhren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringernng geföhrt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

24. Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 6/750 und 7/750 im Firstniveau

Der Durchhieb hat ein Gefälle von 6 % in Richtung Einlagerungskammer 7/750. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den Siebzigerjahren erstellt. Er ist im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer 6/750 mit einem Verschlussbauwerk versehen. Das Bauwerk wurde aus Salzbeton mit einem Gewichtsverhältnis von Zement: Steinsalz = 1,37 und einem Wasser/Zement-Faktor von 0,7 erstellt. Die gemessenen mittleren Druckfestigkeiten betragen ~ 12 MPa bei einer mittleren Dichte von 1,9 t/m³ (28-Tage-Wert) [10]. Zur Kammerseite hin erfolgte die Betonierung gegen Salzgrusversatz. Im unteren Bereich wurde der Salzbeton gepumpt und im Firstbereich verblasen. 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 Durchhiebes wurde mit Salzhauwerk versetzt.

25. Nördlicher Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 6/750 und 7/750 im Sohlenniveau

Der Durchhieb ist mit Salzhauwerk versetzt. Er steht in Verbindung mit dem Zugang zur Einlagerungskammer 7/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten und somit auch zum Rolloch 4 zur 725-m-Sohle (siehe lfd. Nr.: 26).

26. Westlicher Zugang zur Einlagerungskammer 7/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten

Der Zugang ist im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer mit einem Verschlussbauwerk versehen. Das Bauwerk wurde aus Salzbeton mit einem Gewichtsverhältnis von Zement: Steinsalz = 1,37 und einem Wasser/Zement-Faktor von 0,7 erstellt. Die gemessenen mittleren Druckfestigkeiten betragen 11,4 MPa bei einer mittleren Dichte von 1,9 t/m³ (28-Tage-Wert) [10]. Der Salzbeton wurde gegen den Salzgrusversatz in der Einlagerungskammer gepumpt. Das Bauwerk wurde mit geotechnischen Instrumentierungen versehen. Nähere Angaben hierzu sowie Detailzeichnungen können dem GSF-Bericht 19/91 [4] entnommen werden. Des weiteren wurde das Bauwerk mit 17 Messankern bestückt und in der Folgezeit markscheiderisch überwacht. Die Auswertung der Messungen ergab u. a., dass der Salzbeton Schrumpfungprozessen unterworfen ist. Die Messungen sind in der Akte 8b, im Buch G (Winkelmessungen unter Tage) bzw. der Zeichnung 1/12/81 der Markscheiderei dokumentiert. Über die Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden. Der restliche Teil des Zugangs ist mit Salzhauwerk versetzt. Der Zugang steht in Verbindung mit Rolloch 4 zur 725-m-Sohle und dem Durchhieb zur Einlagerungskammer 6/750 im Sohlenniveau (lfd. Nr. 25).

27. Querschlag zwischen der Einlagerungskammer 7/750 und dem Abbau 5/750 im Älteren Steinsalz

Die nachfolgenden Ausführungen wurden dem GSF-Bericht 19/91 [4] entnommen. In diesem ca. 9 m über dem Niveau der 750-m-Sohle liegenden Zugang wurde ein fünfteiliger Verschluss 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 Einlagerungskammer 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 Einlagerungskammer wurde vorher mit Salzgrus verkippt und die Resthohlräume verblasen. Die meisten Bauteile des Verschlusses sind im Jüngeren 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: $k_f = 3,5 - 5,1 \cdot 10^{-9}$ m/s

Laugendurchlässigkeit von trocken gelagerten Salzbetonproben: $k_f = 1 \cdot 10^{-10}$ m/s *)

*) nach 7 Tagen Prüfzeit war kein Durchfluss zu erkennen.

Das Bauwerk wurde mit geotechnischen Instrumentierungen versehen. Nähere Angaben hierzu sowie Detailzeichnungen können dem o.a. Bericht entnommen werden.

Das Bild 9 in der Anlage 3 zeigt einen Blick gegen das Verschlussbauwerk.

28. Nordöstlicher Zugang zur Einlagerungskammer 7/750

Der Zugang ist mit Salzhautwerk versetzt. Der Zugang steht in Verbindung der versetzten südlichen Richtstrecke nach Osten, dem versetzten östlichen Querschlag und mit Rolloch 5 zur 725-m-Sohle.

29. Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 7/750 und 11/750 im Firstniveau

Der Durchhieb hat ein Gefälle von 14 % in Richtung Einlagerungskammer 7/750. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den Siebzigerjahren erstellt. Er ist im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer 7/750 mit einem Verschlussbauwerk versehen. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk - beginnend von der Einlagerungskammer - 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. Der restliche Bereich des Durchhiebes ist mit Salzhautwerk versetzt. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Über die Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden.

30. Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 7/750 und 11/750 im Sohlenniveau

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

31. Zugang von der südlichen Richtstrecke nach Osten zur Einlagerungskammer 11/750

Der Zugang geht unmittelbar in die versetzte südliche Richtstrecke nach Osten über. Im Übergangsbereich zur Einlagerungskammern 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.

32. Westlicher Zugang zur Einlagerungskammer 11/750 von der nördlichen Begleitstrecke

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Zugang nur im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer mit Salzhauwerk versetzt. Der Zugang bzw. die nördliche Begleitstrecke wurden bereits in den Zwanzigerjahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringeringung 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 Einlagerungskammer 11/750 von der nördlichen Begleitstrecke

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

34. Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 11/750 und 12/750 im Sohlenniveau

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer mit Salzhauwerk versetzt. An das Salzhauwerk schließt sich ein Verschlussbauwerk bestehend aus Beton und einer Abschlussmauer an. 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. 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 Einlagerungskammer.

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

Im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer wurde ein Verschlussbauwerk installiert. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk - beginnend von der Einlagerungskammer – 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. Bis zum Beginn der nördlichen Richtstrecke nach Osten wurde Salzhaufwerk eingebracht. Den Abschluss bildet wiederum eine Mauer. Das Bild 10 in der Anlage 3 zeigt einen Blick gegen diese Abschlussmauer aus Gasbetonsteinen. Weitere Angaben über die verwendeten Materialien liegen nicht vor. Über die Durchlässigkeiten des Bauwerkes können keine Angaben getroffen werden. 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 Einlagerungskammer.

36. Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 12/750 und 2/750 im 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 Einlagerungskammer – 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. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild befinden sich in diesem Durchhieb im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer 2/750 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall.

37. Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 12/750 und 2/750 im Firstniveau

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist dieser Durchhieb unversetzt. Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den Siebzigerjahren erstellt.

38. Zugang von der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten zur Einlagerungskammer 2/750

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist dieser Durchhieb im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer 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 Kammerzuges ist unbekannt.

39. Nördlicher Durchhieb zwischen den Einlagerungskammern 2/750 und 1/750

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

40. Nordöstlicher Zugang zur Einlagerungskammer 2/750

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist dieser Durchhieb im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer mit Salzhaufwerk versetzt. Der Zugang wurde bereits vor 1920 aufgefahren. Es ist

anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringeringung geführt haben, deren Größe jedoch nicht zu quantifizieren ist. Der weitere Zustand des Kammerzuganges ist unbekannt.

41. Strecke südlich der Einlagerungskammer 2/750

Diese Strecke wurde in südöstliche Richtung aufgefahren. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild wurde diese Strecke im August 1917 fertiggestellt. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringeringung 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 Einlagerungskammern 2/750 und 1/750

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild befinden sich in dem Durchhieb radioaktive Abfälle.

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

Aufgrund der Darstellungen im Grubenbild wird vermutet, dass der Zugang nur im Übergangsbereich zur Einlagerungskammern mit Salzhauwerk versetzt wurde. Der Durchhieb wurde bereits in den Zwanzigerjahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringeringung geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist. Der Durchhieb steht in Verbindung mit einem Gesenk zur 700-m-Sohle. Dieses Gesenk steht im Steinsalz und hat eine Länge von 48 m bei einem Querschnitt von ca. 10 m².

44 a und b. Erkundungsstrecken östlich der Einlagerungskammer 1/750

Die in nordöstliche Richtung aufgefahrenen Erkundungsstrecken enden blind im Steinsalz, sie haben keine Verbindung zum restlichen Grubengebäude. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild wurden diese Strecken im April 1918 fertiggestellt. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringeringung geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

45. Streckenverschluss der südlichen Richtstrecke nach Osten

Die nachfolgenden Ausführungen wurden dem GSF-Bericht 19/91 [4] entnommen. Zusätzlich zu den Verschlussbauwerke in den Kammerzugängen wurden die südliche Richtstrecke nach Osten im Bereich der Einlagerungskammern 5/750 bis 7/750 mit Salzhauwerk versetzt. Den Abschluss bildet ein einteiliger Streckenverschluss aus Salzbeton. 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: $k_f = 1,9 \cdot 10^{-8} - 6,1 \cdot 10^{-10}$ m/s

Laugendurchlässigkeit von trocken gelagerten Salzbetonproben: $k_f = 1 \cdot 10^{-10}$ m/s *)

*) nach 7 Tagen Prüfzeit war kein Durchfluss zu erkennen.

Das Bauwerk wurde mit geotechnischen Instrumentierungen versehen. Nähere Angaben hierzu sowie Detailzeichnungen können dem o.a. Bericht entnommen werden.

Das Bild 13 in der Anlage 3 zeigt einen Blick gegen das Verschlussbauwerk.

46. Zugang zur Einlagerungskammer 2/750 im Na2 von der 1. Südlichen Richtstrecke nach Westen

Der Zugang kann derzeit noch befahren werden. Im Übergang zur Einlagerungskammer befindet sich Salzhaufwerk. Im Zugang selbst befinden sich einige Fremdkörper in Form von Holz- und Eisenteilen. Das Bild 11 der Anlage 2 zeigt einen Blick in den Kammerzugang.

47. Durchhieb im Firstniveau zwischen der Einlagerungskammer 2/750 im Na2 und dem Abbau 3/750 im Na2

Der Durchhieb wurde im Rahmen der Einlagerung in den Siebzigerjahren erstellt. Im Durchhieb befindet sich ein Verschlussbauwerk. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk - beginnend von der Einlagerungskammer – 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.

48. Durchhieb im Sohlenniveau zwischen der Einlagerungskammer 2/750 im Na2 und dem Abbau 3/750 im Na2

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb nur in den Übergangsbereichen zur Einlagerungskammer bzw. zum Abbau mit Salzhaufwerk versetzt. Etwa in der Mitte befindet sich ein Rollloch zur 725-m-Sohle ($\varnothing \sim 2$ m). Wie den Anlagen 5 und 8 entnommen werden kann, teilt sich das Rollloch gabelförmig auf und endet im Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 7/725 und dem Abbau 6/725 im Na2 (vgl. auch lfd. Nummer 58). Der Zustand des Rolllochs ist unbekannt. Der Durchhieb wurde bereits in den Zwanzigerjahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringeringung geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

49. Zugang von der Wendelstrecke in die Einlagerungskammer 2/750 (Na2) im Firstniveau

Im Kammerzugang befindet sich ein Verschlussbauwerk. Gemäß den Darstellungen im Grubenbild hat das Bauwerk - beginnend von der Einlagerungskammer – 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. Das Bild 12 in der Anlage 3 zeigt einen Blick gegen die Abschlussmauer aus Gasbetonsteinen.

50. Südlicher Durchhieb im Sohlenniveau zwischen der Einlagerungskammer 2/750 im Na2 und dem Abbau 1/750 im Na2

Der Durchhieb ist vollständig mit Salzhaufwerk versetzt. Der Durchhieb durchquert den ebenfalls im Bereich der Einlagerungskammer versetzten 1. westlichen Querschlag.

51. Nördlicher Durchhieb im Sohlenniveau zwischen der Einlagerungskammer 2/750 im Na2 und dem Abbau 1/750 im Na2

Der Durchhieb ist vollständig mit Salzhauwerk versetzt. Der Durchhieb durchquert den ebenfalls im Bereich der Einlagerungskammer versetzten 1. westlichen Querschlag. In unmittelbarer Nähe befindet sich ein Rollloch zur 725-m-Sohle ($\varnothing \sim 2$ m). Wie der Anlagen 5 und 8 entnommen werden kann, teilt sich das Rollloch gabelförmig auf und endet im Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 7/725 und dem Abbau 8/725 im Na2 (vgl. auch lfd. Nummer 54). Der Zustand des Rolllochs ist unbekannt. Der Durchhieb wurde bereits in den Zwanzigerjahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringeringung geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

52 a bis c. Rolllöcher in der Schweben zwischen der Einlagerungskammer 2/750 im Na2 und dem Abbau 2/775 im Na2

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild sind die Rolllöcher bzw. ist der Abbau 2/775 im Na2 ($\varnothing \sim 2$ m) mit Salzhauwerk versetzt.

53. Durchhieb im Firstniveau zwischen der Einlagerungskammer 7/725 und dem Abbau 8/725 im Na2

Der Durchhieb ist vollständig mit Salzhauwerk versetzt.

54. Durchhieb im Sohlenniveau zwischen der Einlagerungskammer 7/725 und dem Abbau 8/725 im Na2

Der Durchhieb ist im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer 7 und zum Abbau 8 mit Salzlaufwerk versetzt. Im Durchhieb bzw. im Übergang zum Abbau 8 befinden sich zwei Rolllöcher ($\varnothing \sim 2$ m) zur 750-m-Sohle. Wie den Anlage 4 und 8 entnommen werden kann, verlaufen die Rolllöcher zusammen und enden nördlich des Durchhiebes zwischen der Einlagerungskammer 2/750 und dem Abbau 1/750 im Na2 (= lfd. Nr. 51). Der Zustand der Rolllöcher ist unbekannt. Der Durchhieb wurde bereits in den Dreißigerjahren aufgefahren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringeringung geführt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

55. Zufahrt von der Wendelstrecke zur Einlagerungskammer 7/725 im Firstniveau

Der Zugang ist derzeit noch offen und kann befahren werden. Das Bild 14 in der Anlage 3 zeigt einen Blick in den Kammerzugang.

56. Wetterbohrung in die Einlagerungskammer 7/725

Die Bohrung ($\varnothing 500$ 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. Die Bilder 15 und 16 in der Anlage 3 zeigen jeweils einen Blick gegen die Wetterbohrung.

57. Querschlag von der Wendelstrecke zur Einlagerungskammer 7/725 im Firstniveau

Wie der Anlage 5 entnommen werden kann ist der Querschlag größtenteils mit Salzhauwerk versetzt. Der Querschlag steht in Verbindung mit der o. a. Wetterbohrung (vgl. lfd. Nr. 56). Das Bild 16 in der Anlage 3 zeigt einen Blick gegen den versetzten Zugang.

58. Durchhieb im Sohlenniveau zwischen der Einlagerungskammer 7/725 und dem Abbau 6/750 im Na2

Der Durchhieb ist im Übergangsbereich zur Einlagerungskammer 7 und zum Abbau 6 mit Salzlauwerk versetzt. In diesen Bereichen befinden sich zwei Rolllöcher ($\varnothing \sim 2$ m) zur 750-m-Sohle. Wie den Anlagen 4 und 8 entnommen werden kann, verlaufen die Rolllöcher zusammen und enden im Durchhieb zwischen der Einlagerungskammer 2/750 und dem Abbau 3/750 im Na2 (= lfd. Nr. 48). Der Zustand der Rolllöcher ist unbekannt. Der Durchhieb wurde bereits in den Dreißigerjahren aufgeföhren. Es ist anzunehmen, dass die auflaufenden Konvergenzen hier zu einer Querschnittsverringernng geföhrt haben, deren Umfang jedoch nicht zu quantifizieren ist.

59. Durchhieb im Firstniveau zwischen der Einlagerungskammer 7/725 und dem Abbau 6/750 im Na2

Gemäß den Darstellungen im Grubenbild ist der Durchhieb unversetzt.

60. Zugang im Sohlenniveau zur Einlagerungskammer 8a/511

Der Zugang verbindet die Einlagerungskammer 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 Bilder 17 und 18 in der Anlage 3 zeigen einen Blick gegen die Strahlenschutzmauer vor und nach dem Betonieren. Im Dezember 1998 wurde vor diese Strahlenschutzmauer ein weiteres Verschlussbauwerk aus unbewehrtem, langsam erhärtendem Beton fertiggestellt [8]. Nähere Angaben hinsichtlich der Betonzusammensetzung bzw. der durchgeföhrt Materialuntersuchungen können den Anlagen 11.3 bis 11.5 entnommen werden.

61 bis 66. Bohrungen von der 490-m-Sohle in der Firste der Einlagerungskammer 8a/511

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

Gemäß den Schnitt- und grundrisslichen Darstellungen der Markscheiderei (Zeichnungsnr.: 5/4A/16, 5/4A/18, 5/4A/20a) wurden folgende Bohrungen erstellt :

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

Geometrische Daten der Zugänge zu den Einlagerungskammern und der Verschlussbauwerke¹⁾

Ifd. Nr.:	Kurzbezeichnung	Geometrie ²⁾			Bildnr. in Anl. 3	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	5,8	2,2	1			[a],[b]
2	westl. Zugang Ka. 10/750 von der 2. südl. Richtstrecke nach Westen	24,0	3,0	1,4	2			[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	3			[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	3,7	2,5	4	Salzbeton	3,0	[a],[b]
9	östl. Zugang Ka. 8/750 von der 2. südl. Richtstr. nach Westen	7,0	3,9	2,3	5	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	4,4	3,0	6 u. 7	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	3,5	2,7	8			[a],[b]
16	Wetterbohrung zw. Abb. 3/750 und Ka. 5/750	21,0	Ø = 0,5 m					[a]
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 südl. 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 südl. 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 südl. Richtstrecke nach Osten	18,0	4,3	5,0		Salzbeton	4,0	[a],[c]
27	Querschlag zw. Ka. 7/50 und Abb. 5/750 im Na2 im Firstniveau	48,0	4,5	3,7	9	²⁾	18,8	[a],[b],[c]
28	nordöstl. Zugang Ka. 7/750	12,0	4,0	2,0				[a]
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 südl. Richtstrecke nach Osten	10,0	3,8	3,5		Salzbeton	6,0	[a],[c]
32	westl. Zugang Ka. 11/750 von der nördl. Begleitstrecke	7,0	4,0	2,0				[a]
33	östl. Zugang Ka. 11/750 von der nördl. Begleitstrecke	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	10	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				[a]
41	Strecke südl. der Ka. 2/750	25,0	4,0	2,5				[a]
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				[a]
44b	Erkundungsstrecke östl. der Ka. 1/750	37,0	4,0	2,5				[a]
45	Streckenverschluss der südlichen Richtstrecke nach Osten		5,3	4,3	13	Salzbeton	6,0	[b],[c]
46	Zugang Ka. 2/750 im Na2 von der 1. südl. Richtstr. n. Westen	26,0	1,7	1,8	11			[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	4,9	3,9	12	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-c	Rolllöcher in der Schwebe zw. Ka. 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	14			[a],[b]
56	Wetterbohrung zw. Ka. 7/725 (Na2) und der Wendelstrecke	27,0	Ø = 0,5 m		15			[a]
57	Querschlag von der Wendelstrecke zur Ka. 7/725 (Na2) im Firstniveau	22,0	4,9	3,4	16			[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	17 u. 18	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.

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 Schachanlage Asse, Stand: 06/02 [1]
- [b] aktuelle Meßwerte
- [c] Gläß, F., Kappei, G., Schmidt, M.W., u.a. : Untersuchungen zum Versatz und Verschluss von Kammern und Strecken in einem Endlager im Salz, GSF-Bericht 19/91 [4]
- [d] Dürr, K., Quijano, A. : 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 grundrissliche Darstellungen (Zeichnungsnr. : 5/4A/16, 5/4A/18, 5/4A/20a)

Genauigkeitsabschätzung der planimetrierten Grundflächen der Einlagerungskammern

Zwischen 1967 und 1978 erfolgte auf der Schachanlage 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

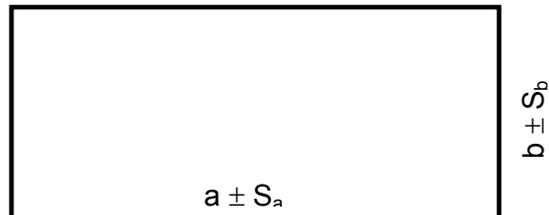
Im Anschluß an die Messungen erfolgte die Kartierung in der Regel auf maßhaltigen Zeichenkarton. Die heutige Anforderung an die Kartiergenauigkeit beträgt 0,2 mm. Das entspricht bei einer Zeichnung mit dem Maßstab 1 : 1000 einer Genauigkeit von 20 cm.

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.

Prinzipskizze :



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] Kunze, J.: Die Erfassung der Grubenhohlräume auf der Schachanlage Asse II (Hohlraumbilanz), 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 f_K 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 6 – 8 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 Einlagerungskammer 7/725 im Älteren Steinsalz

Das ursprünglich 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 Vermessungen ergab ein Leervolumen von rd. 16.400 m³. Daraus lässt sich ein Konvergenzfaktor f_K von **0,6** abschätzen.

1.2 Abschätzung des Konvergenzfaktor f_K am Beispiel der Einlagerungskammer 2/750 im Älteren Steinsalz

Das ursprünglich 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. Somit ergibt sich eine Volumenreduzierung seit Ende der 20er Jahre bis zum Jahr 1977

von 126 m³/a. Wird diese Volumenreduzierung bis zum heutigen Tage extrapoliert, so ergibt sich rechnerisch ein derzeitiges Leervolumen von 22.770 m³ und somit ein Konvergenzfaktor f_K von **0,71**.

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 **0,66**.

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 80er 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 8,3 mm/a
- streichende Konvergenz 5,0 mm/a
- vertikal Konvergenz 14,2 mm/a

Mit Hilfe dieser Konvergenzraten und der Abbaugeometrie ergibt sich Konvergenzfaktor f_K von **0,84**.

1.5 Abschätzung des Konvergenzfaktor f_K am Beispiel der Abbaus 8 und 9 auf der 490-m-Sohle

In den Steinsalzabbauen 8 und 9 auf der 490-m-Sohle werden seit gut 20 Jahren querschlägige und streichenden Konvergenzen gemessen. Demzufolge hat sich im Abbau 8 der Abstand zwischen dem nördlichen und südlichen Stoß in 7.900 Tagen um 62 cm und der Abstand zwischen dem westlichen und östlichen Stoß um 21 cm verringert. Die vertikale Konvergenz wurden 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. 80 Jahren - ein Konvergenzfaktor f_K für den Abbau 8/490 von **0,82**. Ein Abschätzung für den Abbau 9 ergab einen Konvergenzfaktor von **0,88**.

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

Im Rahmen der Verfüllung der Abbaue in der Südflanke der Schachanlage Asse 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 mittelradioaktiven Abfälle auch in einem Nebenabbau erfolgte. Vor der Versatzeinbringung wurden diese Abbaue neu eingemessen. Die Gegenüberstellung der aktuellen Volumina zu den ursprünglich erstellten Volumina ergab einen mittleren Konvergenzfaktor f_K von **0,83** (Anlage 13.1).

3. Zusammenfassung

3.1 Konvergenzfaktor für die Einlagerungskammer auf der 725- und der 750-m-Sohle

Die unter den Punkten 1.1 bis 1.6 abgeschätzten Konvergenzfaktoren sind in der Anlage 13.1 tabellarisch gegenübergestellt. Der Konvergenzfaktor aus allen Abschätzungen wurde über das einfache arithmetische Mittel und über ein gewogenes Mittel bestimmt.

Die Gewichte wurden nach folgenden Gesichtspunkten gewählt:

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 Abbau 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.

Die statistischen Auswertung ergeben einen mittleren Konvergenzfaktor von $0,76 \pm 0,04$ für das einfache arithmetische Mittel bzw. $0,73 \pm 0,04$ für das gewogene Mittel.

Für die Volumenabschätzungen bei den Einlagerungskammern für die schwachradioaktiven Abfälle wird ein Konvergenzfaktor von **0,75** zugrunde gelegt.

Abweichend von der statistischen Auswertung wird die Standardabweichung **0,15** 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.

3.2 Konvergenzfaktor für die Einlagerungskammer 8a auf der 511-m-Sohle

Es wird ein Konvergenzfaktor von **0,85 ± 0,1** für die Volumen- und Genauigkeitsabschätzung der Einlagerungskammer 8a auf der 511-m-Sohle zugrunde gelegt.

- [1] Kunze 1982: Die Erfassung der Grubenhohlräume auf der Schachtanlage Asse II, Abteilungsbericht 17/85
- [2] Hensel 1998: Zusammenfassende Beschreibung der Deformationsabläufe über und unter Tage auf der Schachtanlage Asse

Anlage 13.1

1. Abschätzung des Faktors f_k für die Einlagerungskammern auf der 725- und 750-m-Sohle

1.1 Auswertung über einfaches arithmetisches Mittel

Auswertung über	f_k	v	vv
Messungen im Abbau 3/750	0,84	-0,08	0,007
Messungen im Abbau 6/750	0,66	0,10	0,010
Messungen im Abbau 7/725 im Na2	0,60	0,16	0,025
Messungen im Abbau 2/750 im Na2	0,71	0,05	0,002
Messungen im Abbau 8/490	0,82	-0,06	0,004
Messungen im Abbau 9/490	0,88	-0,12	0,015
Msg'n in Abbauen oberhalb 725-m-S.	0,80	-0,04	0,002
	$\Sigma:$	0,000	0,064

Mittel : 0,76
n: 7

1.2 Berechnung der Standardabweichung des Einzelwertes

$$s = \sqrt{\frac{\sum vv}{n-1}} \quad 0,10$$

1.3 Berechnung der Standardabweichung des Mittelwertes

$$\bar{s} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad 0,04$$

1.4 Auswertung über gewogenes Mittel

Auswertung über	f_k	Gewicht P	P f_k	v	pv	pvv
Messungen im Abbau 3/750	0,84	4	3,36	-0,113	-0,452	0,051
Messungen im Abbau 6/750	0,66	4	2,64	0,067	0,268	0,018
Messungen im Abbau 7/725 im Na2	0,60	4	2,40	0,127	0,508	0,065
Messungen im Abbau 2/750 im Na2	0,71	4	2,84	0,017	0,068	0,001
Messungen im Abbau 8/490	0,82	1	0,82	-0,093	-0,093	0,009
Messungen im Abbau 9/490	0,88	1	0,88	-0,153	-0,153	0,023
Msg'n in Abbauen oberhalb 725-m-S.	0,80	2	1,60	-0,073	-0,146	0,011
	$\Sigma:$	20	14,54		0,000	0,167

Gewog. Mittel : 0,73
n: 7

1.5 Berechnung der Standardabweichung des Einzelwertes

$$s = \sqrt{\frac{\sum pvv}{n-1}} \quad 0,17$$

1.6 Berechnung der Standardabweichung des gewogenen Mittelwertes

$$\bar{s} = \frac{s}{\sqrt{\sum P}} \quad 0,04$$

2. Abschätzung des Faktors f_k für die Einlagerungskammer auf der 511-m-Sohle

Abbau	Hohlraum- bilanz Kunze [m³]	Hohlraum gem. Msg. Marksch. [m³]	f_k	v	vv
6a/532	24.740	21.000	0,85	-0,021	0,000
7a/532	16.100	13.800	0,86	-0,029	0,001
7b/532	21.150	17.700	0,84	-0,009	0,000
8b/532	20.370	19.100	0,94	-0,110	0,012
9a/532	14.840	10.700	0,72	0,107	0,011
9b/532	19.600	15.000	0,77	0,062	0,004
			$\Sigma:$	0,000	0,029

Mittel : 0,83
n: 6

2.1 Berechnung der Standardabweichung des Einzelwertes

$$s = \sqrt{\frac{\sum vv}{n-1}} \quad 0,08$$

2.2 Berechnung der Standardabweichung des Mittelwertes

$$\bar{s} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad 0,03$$

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
				$\Sigma:$	10	6,7		0,0	0,018

Gewog. Mittel : 0,67
n: 11

Berechnung der Standardabweichung des Einzelwertes

$$s = \sqrt{\frac{\sum p v^2}{n-1}} \quad 0,04$$

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 +- 0,04

[4] F. Gläß, G. Kappei, M.W. Schmidt u.a. :

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 Grubengebäude der Schachanlage Asse, Band 1

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 Einlagerungsgebilde 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 der Anlage 15.1.

2. Herleitung der Formel für die Fläche A_1

2.1 Fläche gleichseitiges Dreieck

$$A = \frac{1}{4} a^2 \cdot \sqrt{3} \quad / \quad \text{hier: Seitenlänge } a = 2r$$

$$\Rightarrow A = \frac{1}{4} (2r)^2 \cdot \sqrt{3} = \frac{1}{4} \cdot 4r^2 \cdot \sqrt{3} = r^2 \cdot \sqrt{3}$$

2.2 Fläche des Kreissegmentes

$$A = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot 60^\circ}{360^\circ} = \frac{r^2 \cdot \pi}{6}$$

2.3 Fläche A_1

$$A_1 = r^2 \cdot \sqrt{3} - 3 \cdot \frac{r^2 \cdot \pi}{6} = r^2 \cdot \sqrt{3} - \frac{r^2 \cdot \pi}{2} = \underline{\underline{r^2 \cdot \left(\sqrt{3} - \frac{\pi}{2} \right)}}$$

$$\boxed{A_1 = r^2 \cdot \left(\sqrt{3} - \frac{\pi}{2} \right)}$$

3. Herleitung der Formel für die Fläche A_2

3.1 Fläche für den Viertelkreis

$$A = \frac{r^2 \cdot \pi}{4}$$

3.2 Fläche A_2

$$A_2 = r^2 - \frac{r^2 \cdot \pi}{4} = \underline{\underline{r^2 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)}}$$

$$A_2 = r^2 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)$$

4. Herleitung der Formel für die Fläche A_3

$$A_3 = 2 \cdot A_1 = 2 \cdot \left(r^2 - \frac{r^2 \cdot \pi}{4}\right) = \underline{\underline{2r^2 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)}}$$

$$A_3 = 2r^2 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)$$

5. Herleitung der Formel für die Höhe Δh_1

5.1 Berechnung des Abstandes x über Sinusfunktion

$$\sin 60^\circ = \frac{x}{r} \Rightarrow x = \sin 60^\circ \cdot r \quad \left| \quad \sin 60^\circ = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} \right.$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{2} \cdot r \cdot \sqrt{3}$$

5.2 Formel Δh_1

$$\Delta h_1 = r + \frac{1}{2} \cdot r \cdot \sqrt{3}$$

6. Herleitung der Formel für die Höhe Δh_2

$$\Delta h_2 = 2 \cdot x = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot r \cdot \sqrt{3} = \underline{\underline{r \cdot \sqrt{3}}}$$

$$\Delta h_2 = r \cdot \sqrt{3}$$

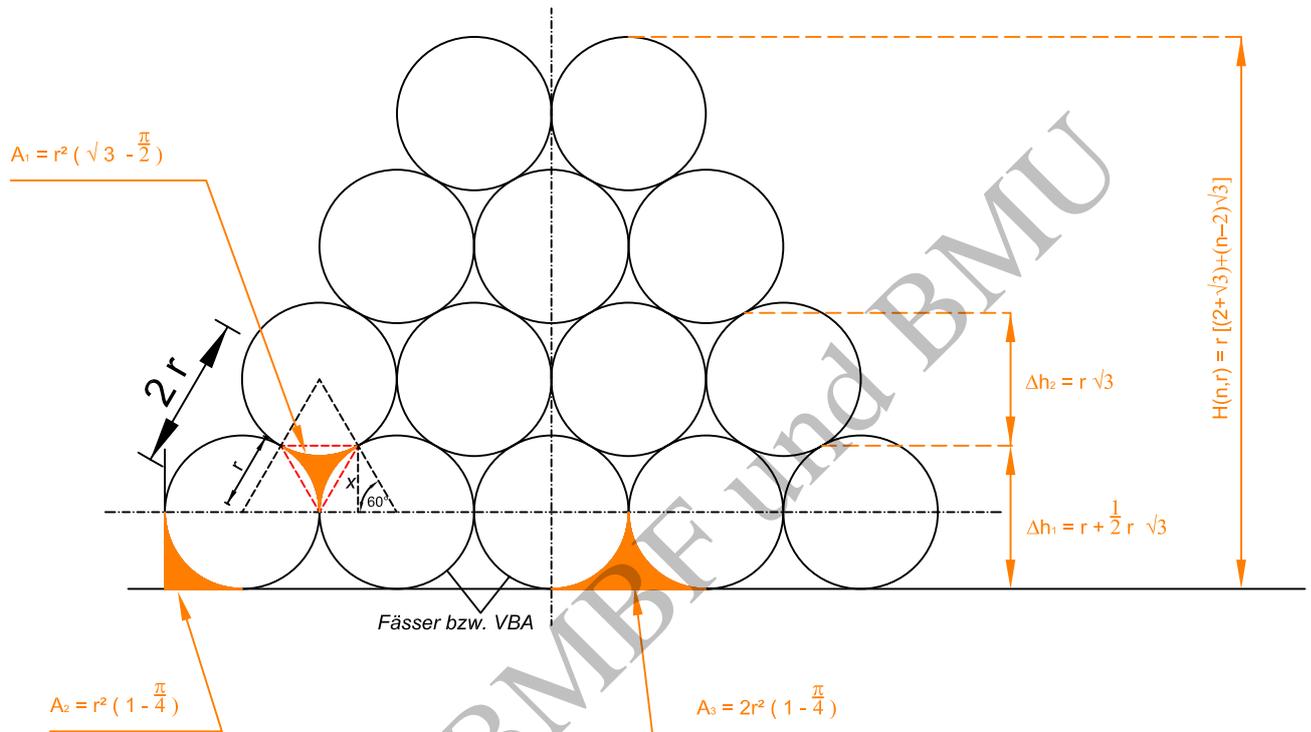
7. Herleitung der Formel für die Stapelhöhe für n Fässer

$$\begin{aligned}H_{(n,r)} &= 2 \cdot \Delta h_1 + (n-2) \cdot \Delta h_2 \\&= 2 \cdot \left(r + \frac{1}{2} \cdot r \cdot \sqrt{3}\right) + (n-2) \cdot r \cdot \sqrt{3} \\&= 2 \cdot r + r \cdot \sqrt{3} + (n-2) \cdot r \cdot \sqrt{3} \\&= r \cdot (2 + \sqrt{3}) + r \cdot (n-2) \cdot \sqrt{3} \\&= r \cdot [(2 + \sqrt{3}) + (n-2) \cdot \sqrt{3}]\end{aligned}$$

$$H_{(n,r)} = r \cdot [(2 + \sqrt{3}) + (n-2) \cdot \sqrt{3}]$$

Exemplar für BMBF und BMU

Anlage 15.1



Herleitung der Formeln siehe Datei : C:\Bereich TP-BAU-RWAP8\Einlagerungskal\Formel Fässerstapel.doc

SchachtanlageASSE

Formeln für die Abschätzung von
Stapelhöhen bzw. Zwickelhohlräumen
zwischen den Abfallgebinden

1 : 50

Gezeichnet :		Schrank :
Heydorn		Fach :
Reg. Nr. :	Remlingen, im September 2000	Zeichnung
zwickel_02.dwg		Nr. : _____

Schachtanlage Asse

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 geologischen Sohlenrissen (Stand: März 2002) 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 in der Anlage 16.

Kammer	Kammerhöhe hk	kürzester söhl. Abstand		Sohlenabstand Δh	Schicht-einfallen α	bankr. Abstand b	geol. Schicht	Bem.
		750-m-S. s1	725-m-S. s2					
10/750	11,5 m	27,4 m	16,7 m	24,5 m	66,4°	20 m	so ₁ Na	1)
8/750	9,5 m	43,6 m	30,7 m	24,5 m	62,2°	30 m	so ₁ Na	1)
4/750	9,5 m	46,8 m	34,1 m	24,5 m	62,6°	40 m	so ₁ Na	1)
5/750	9,5 m	51,7 m	42,1 m	24,5 m	68,6°	40 m	so ₁ Na	1)
6/750	9,5 m	57,8 m	49,7 m	24,5 m	71,7°	50 m	so ₁ Na	1)
7/750	9,5 m	69,9 m	62,7 m	24,5 m	73,6°	60 m	so ₁ Na	1)
11/750	9,5 m	101,5 m	91,2 m	24,5 m	67,2°	90 m	so ₁ Na	1)
12/750	9,5 m	167,6 m	154,8 m	24,5 m	62,4°	140 m	so ₁ Na	2)
2/750	9,5 m	187,5 m	174,0 m	24,5 m	61,1°	160 m	so ₁ 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 ₁ Na	1)
Kammer	Kammerhöhe hk	kürzester söhl. Abstand		Sohlenabstand Δh	Schicht-einfallen α	bankr. Abstand b	geol. Schicht	Bem.
		725-m-S. s1	700-m-S. s2					
7/725	17,0 m	132,8 m	124,7 m	24,2 m	71,5°	120 m	so ₁ Na	1)
Kammer	Kammerhöhe hk	kürzester söhl. Abstand		Sohlenabstand Δh	Schicht-einfallen α	bankr. Abstand b	geol. Schicht	Bem.
		511-m-S. s1	490-m-S. s2					
8a/511	14,0 m	76,0 m	65,5 m	21,1 m	63,5°	60 m	so ₁ Na	4)

1) Bezugspunkt: südwestliche Kammerecke im Firstniveau

2) Bezugspunkt: Mitte südlicher Stoß im Firstniveau

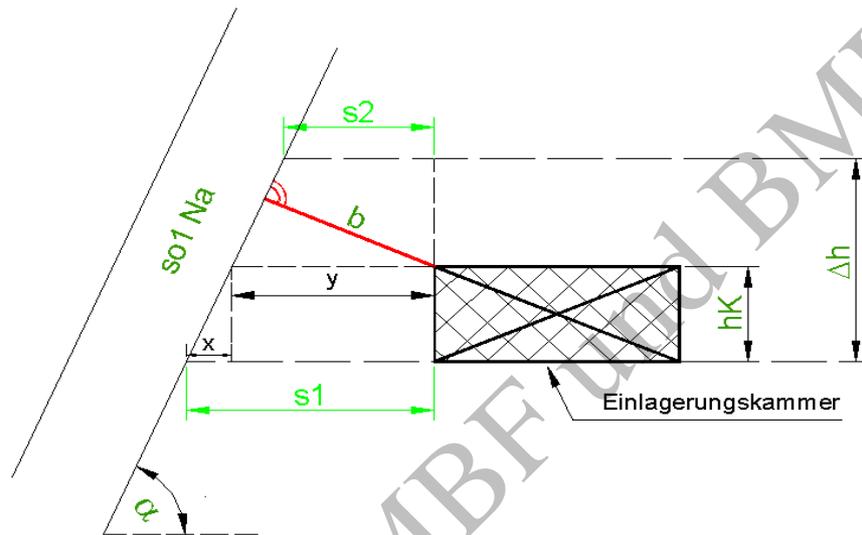
3) Bezugspunkt: nordöstlicher Kammerbereich im Firstniveau

4) Bezugspunkt: südlicher Kammerbereich

Anlage 16.1

Herleitung der Formeln zur Berechnung des bankrechten Abstandes der Einlagerungskammern zu den Schichten des Deckgebirges

Prinzipiskizze :



$$1. \quad \tan \alpha = \frac{\Delta h}{(s1 - s2)} \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{\Delta h}{(s1 - s2)}$$

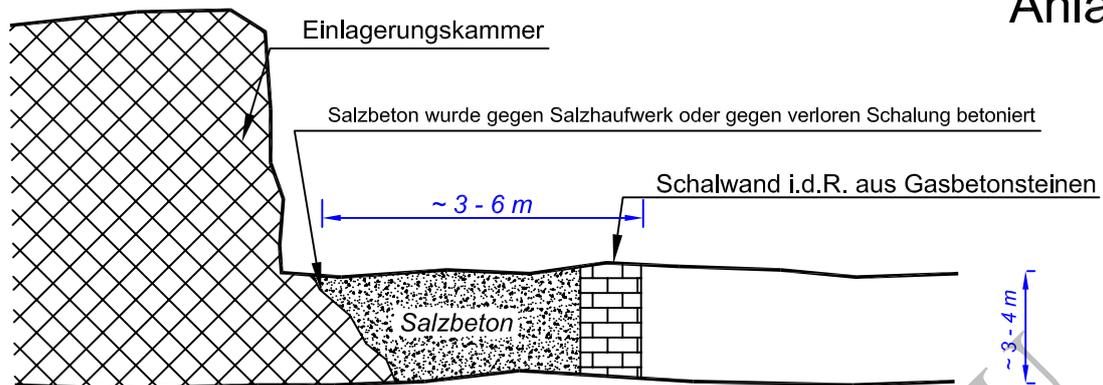
$$2. \quad \sin \alpha = \frac{b}{y} \Rightarrow b = \sin \alpha \cdot y$$

$$3. \quad y = s1 - x \quad \text{und} \quad \tan \alpha = \frac{hK}{x} \Rightarrow x = \frac{hK}{\tan \alpha}$$

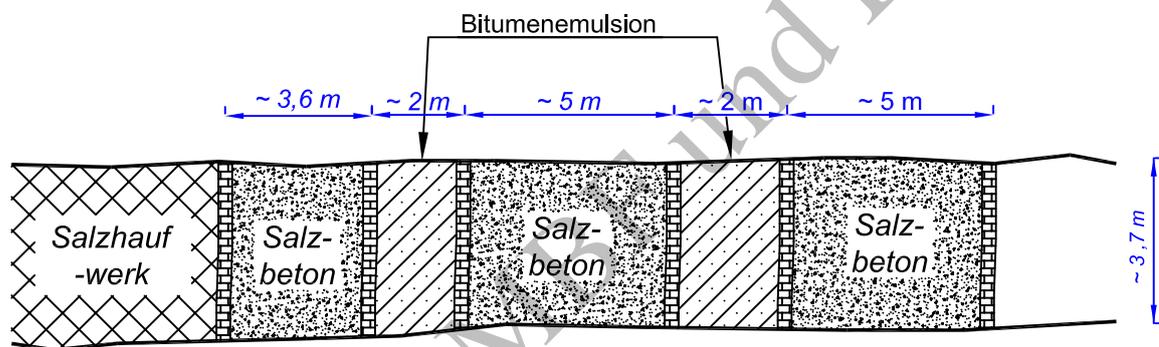
$$4. \quad \Rightarrow b = \sin \alpha \cdot \left(s1 - \frac{hK}{\tan \alpha} \right) \quad \left| \quad \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right.$$

$$\boxed{b = s1 \cdot \cos \alpha - hK \cdot \cos \alpha}$$

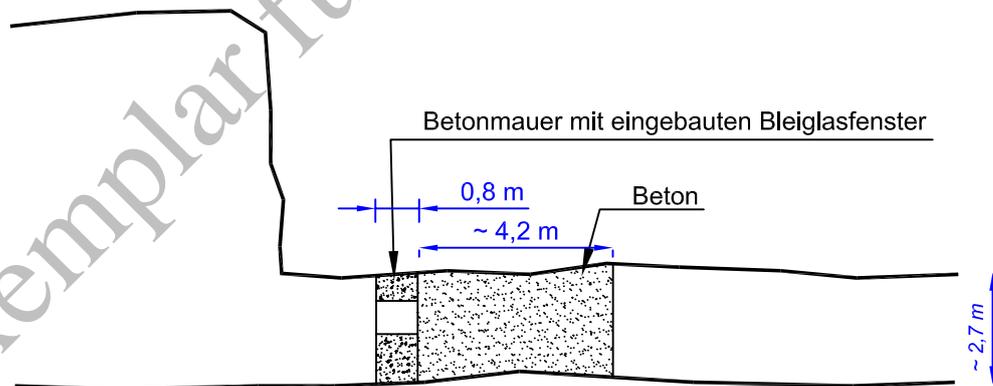
Anlage 17



Prinzipieller Aufbau der Verschlussbauwerke in den Zugangsbereichen der Einlagerungskammern auf der 750-m-S.



Prinzipieller Aufbau des Verschlussbauwerk im Querschlag 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 Verschlussbauwerk im Zugang zur Einlagerungskammer 8a/511 (nähere Angaben siehe Beschreibung der lfd. Nr. 60 in der Anlage 11)

SchachtanlageASSE

Prinzipieller Aufbau der Verschlussbauwerke im Bereich der Einlagerungskammern

Datei : C:\Bereich TP-Bau-RW\... Prinzipieller Aufbau Verschlussbauwerke.dwg

Gezeichnet :

Heydorn

Remlingen, im Juni

Maßstab :

2002