



Bundesamt für Strahlenschutz

Deckblatt

GZ: SE 5.2 -9M 21340021

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.		Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	21340021	GH	RB	0182	00		Stand: 29.06.2012

Titel der Unterlage:

UNTERSUCHUNG VON ABDICHTMÖGLICHKEITEN DES EINLAGERUNGSBEREICHES NORDFELD

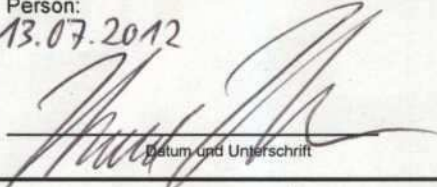
Ersteller:

ZERNA PLANEN UND PRÜFEN GMBH

Stempelfeld:

Freigabe durch bergrechtlich verantwortliche Person:

13.07.2012


Datum und Unterschrift

Freigabe durch atomrechtlich verantwortliche Person:

05.07.12


Datum und Unterschrift

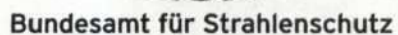
Freigabe im Projekt/Betrieb:

17.07.2012

i.V.


Datum und Unterschrift

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



Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	21340021	GH	RB	0182	00	

UNTERSUCHUNG VON ABDICHTMÖGLICHKEITEN DES EINLAGERUNGSBEREICHES NORDFELD

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



Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum -
Abdichtungsmöglichkeit des
Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 1 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand:29.06.2012
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

Untersuchung von Abdichtungsmöglichkeiten des Einlagerungsbereichs Nordfeld

Auftragnehmer

ZERNA Planen und Prüfen GmbH

Bochum, Dipl.-Ing.



Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum -
Abdichtungsmöglichkeit des
Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 2 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand:29.06.2012
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

Impressum:

Auftraggeber: Bundesamt für Strahlenschutz
Willy-Brandt-Str. 5
38226 Salzgitter
Telefon: 030 18333-0
Telefax: 030 18333-1885
E-Mail: epost@bfs.de
Internet: www.bfs.de

Ersteller: Dipl.-Ing.
ZERNA Planen und Prüfen GmbH

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



Bundesamt für Strahlenschutz

**- Memorandum -
Abdichtungsmöglichkeit des
Einlagerungsbereichs Nordfeld**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 3 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		Stand:29.06.2012

Revisionsblatt

Rev.	Rev.-Stand Datum	revidierte Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

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



Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum -
Abdichtungsmöglichkeit des
Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 4 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		Stand:29.06.2012

KURZFASSUNG

Autor: 

Titel: Untersuchung von Abdichtungsmöglichkeiten des Einlagerungsbereichs Nordfeld

Stand: 29.06.2012

Das Stilllegungskonzept des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) basiert auf einer weitgehenden Vollverfüllung des Grubengebäudes mit stützendem Versatz, um die Integrität der Salzbarriere zu erhalten und dadurch auch langfristig den Zutritt von Lösungen in das Grubengebäude aus dem Deckgebirge zu verhindern. Trotz dieser Maßnahmen lässt sich ein solcher Zutritt aber auch nicht gänzlich ausschließen. Aus diesem Grund werden bei den vom BfS durchgeführten Langzeitsicherheitsanalysen als ungünstige Annahme im Wesentlichen solche Fälle betrachtet, bei denen ein maßgeblicher Zufluss aus dem Deckgebirge stattfindet. Nur dann kann ein relevanter Anteil der Radionuklide aus dem Endlager bis in die Biosphäre gelangen.

Im Fall eines Lösungszutritts wird durch die weitgehende Vollverfüllung des Grubengebäudes ein hydraulischer Widerstand aufgebaut, der die Lösungsbewegung im Grubengebäude behindert. Zusätzlich beinhaltet das Stilllegungskonzept technische Maßnahmen in Form von Abdichtungen, die einen Zutritt von Lösungen an die radioaktiven Abfälle zusätzlich möglichst lange verzögern. Die Langzeitsicherheitsanalysen quantifizieren eine hydraulische Verzögerungswirkung konservativ nur dort, wo sich sämtliche Verbindungswege zwischen einer möglichen Zutrittsstelle und den Grubenbauen, in denen sich die Abfälle befinden, nachweislich abdichten lassen. Derartige Abdichtungsmöglichkeiten wurden für sämtliche Einlagerungsgrubenbaue gesondert untersucht.

Das vorliegende Memorandum stellt die Situation für das Nordfeld dar und erläutert, warum das BfS zu dem Schluss kommt, dass der zusätzliche Bau von langzeitsicheren Abdichtungen für die im Nordfeld eingelagerten Abfälle nicht sinnvoll, aber auch nicht erforderlich ist.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 5 von 50 Stand:29.06.2012	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	4
INHALTSVERZEICHNIS	5
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	7
TABELLENVERZEICHNIS.....	7
ANHANGSVERZEICHNIS.....	7
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	8
1 EINLEITUNG UND ZIELSTELLUNG	10
2 GESAMTSITUATION „EINLAGERUNGSBEREICH NORDFELD“	12
2.1 GRUBENGEBÄUDE	12
2.2 BESCHREIBUNG DER IM NORDFELD DES ERAM EINGELAGERTEN RADIOAKTIVEN ABFÄLLE	13
2.2.1 Endgelagerte Aktivität	13
2.2.2 Radioaktive Abfälle mit C-14 und H-3 - Berücksichtigung der C-14-Freisetzung aus dem Nordfeld	15
2.2.3 Weitere für die Langzeitsicherheit relevante Radionuklide.....	15
2.3 GEOLOGISCHE STANDORTCHARAKTERISIERUNG.....	16
3 SZENARIENANALYSEN	17
3.1 SZENARIENANALYSE OHNE TECHNISCHE MAßNAHMEN	17
3.1.1 ZEP-Gruppe „Zufluss von Wässern in das Endlager“	17
3.2 SZENARIENANALYSE MIT VERFÜLLMAßNAHMEN.....	21
4 PRÜFUNG VON TECHNISCHEN MAßNAHMEN.....	22
4.1 ERFORDERLICHE ABDICHTUNGSLOKATIONEN DES EINLAGERUNGSBEREICHS NORDFELD.	22
4.2 KRITERIEN FÜR DIE AUSWAHL VON ABDICHTUNGSLOKATIONEN	24
4.3 PRÜFUNG VON TECHNISCHEN MAßNAHMEN.....	24
4.3.1 Lokation 1: Erkundungsbohrung 17YER21/RB010	25
4.3.2 Lokation 2: Rollloch 15YER22/RL006	26
4.3.3 Lokation 3: Rolllochsystem 15YER22/RL007 und 008.....	27
4.3.4 Lokation 4: Rolllochsystem Abbau 5 09YER21/RL008	28
4.3.5 Lokation 5: Nordstrecke 17YER21/R001	29
4.3.6 Bewertung der technischen Realisierbarkeit	29
5 MODELLIERUNG IN DEN LANGZEITSICHERHEITSANALYSEN	31
5.1 BETRACHTETE SZENARIEN FÜR DAS NORDFELD	31

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	
						Seite: 6 von 50
						Stand:29.06.2012

5.2	STRAHLENEXPOSITION ÜBER DEN WASSERPFAD.....	35
5.3	ERGEBNISSE DER PROBABILISTISCHEN MODELLRECHNUNGEN.....	36
5.3.1	Fall „oo“.....	36
5.3.2	Fälle „mo“ / „mm“	37

6	ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG	40
----------	---	-----------

	LITERATURVERZEICHNIS	41
--	-----------------------------------	-----------

	ANHANG	42
--	---------------------	-----------

Gesamtseitenzahl: 50

Stichworte: Abdichtung, Einlagerungsbereich, Langzeitsicherheitsanalyse, Nordfeld, Szenarien

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 7 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Lage im Grubengebäude und Abbausituation im Nordfeld.	12
Abb. 2: Geologischer Riss im Bereich des Einlagerungsbereichs Nordfeld [DBE (2006)].	16
Abb. 3: Abstandskriterien zur Definition potenziell zutrittsgefährdeter Grubenbaue im ERAM.	18
Abb. 4: Potenziell zutrittsgefährdete Grubenbaue oberhalb des Einlagerungsbereichs Nordfeld.	20
Abb. 5: Grubenbaue im Bereich der Einlagerungsgrubenbaue des Nordfelds.	22
Abb. 6: Zu betrachtende Abdichtungslokationen für einen Einlagerungsbereich Nordfeld.	23
Abb. 7: Detaildarstellung Lokation 1 (17YER21/RB010).	25
Abb. 8: Detaildarstellung Lokation 2 (15YER22/RL006).	26
Abb. 9: Detaildarstellung Lokation 3 (15YER22/RL008).	27
Abb. 10: Detaildarstellung Lokation 4 (09YER21/RL008).	28
Abb. 11: Detaildarstellung Lokation 5 (17YER21/R001).	29
Abb. 12: Toxizitätsindikator TI der in den einzelnen ELB eingelagerten Abfälle als Funktion der Zeit.	33
Abb. 13: Zeitliche Entwicklung der Radiotoxizitätverteilung des ERAM unter alleiniger Berücksichtigung der Inventare der Restgrube [GRS (2009)].	34
Abb. 14: Strahlenexposition infolge Radionuklidenausbreitung über den Wasserpfad (PROSA).	35
Abb. 15: Zeitpunkt und Wert der Maximaldosis für den Fall „oo“.	37
Abb. 16: Zeitpunkt und Wert der Maximaldosis für den Fall „mo“.	38
Abb. 17: Dominierende Kombination von Einlagerungsbereich und Radionuklid für den Fall „mo“.	39

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Aktivitäten in den Einlagerungsbereichen in Bq zum 30.06.2005 [GRS 2009].	14
Tab. 2: Liste der potenziell zutrittsgefährdeten Grubenbaue im Nordfeld [BGR (2009)].	21

ANHANGSVERZEICHNIS

Anhang 1: Auszug aus dem Bohrkataster (Bohrung 17YER21/RB010)	42
Anhang 2: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -291 mNN	43
Anhang 3: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -296 mNN	44
Anhang 4: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -305 mNN	45

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 8 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

Anhang 5: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -315 mNN	46
Anhang 6: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -332 mNN	47
Anhang 7: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -346 mNN	48
Anhang 8: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -365 mNN	49
Anhang 9: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -372 mNN	50

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Bq	Bequerel
DBE	Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH
DDR-SAAS	Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz der Deutschen Demokratischen Republik
ELB	Einlagerungsbereich
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
HTO	Tritiumhaltiges Wasser
IAEA	International Atomic Energy Agency
ISTec	Institut für Sicherheitstechnologie GmbH
KKW	Kernkraftwerk
NF	Nordfeld
NVA	Nationale Volksarmee
OF	Ostfeld
RF	Referenzfall
Sv	Sievert
TI	Toxizitätsindikator
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein
UMF	Untertagemessfeld

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	
						Seite: 9 von 50
						Stand:29.06.2012

WSF West-Südfeld

ZEP Zustände, Ereignisse, Prozesse

ZfK Zentralinstitut für Kernphysik

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 10 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

1 EINLEITUNG UND ZIELSTELLUNG

Für die Stilllegung des ERAM wurden zu Beginn unterschiedliche Konzepte untersucht, bei denen vielfach das Hauptaugenmerk auf die Entwicklung von technischen Maßnahmen (Abdichtungsbauwerke, Siphonkonstruktion...) gerichtet war [AFC (2009)]. Letztendlich sollten alle diese Maßnahmen dafür Sorge tragen, dass ein Zutritt von Lösungen an die eingelagerten Abfälle so lange verzögert wird, bis von diesen keine unzulässige Strahlenbelastung in der Biosphäre zu besorgen ist. Die Anforderungen an die technischen Maßnahmen leiteten sich folglich aus den Untersuchungen zur Langzeitsicherheit ab. Es zeigte sich jedoch, dass die Nachweisführung für die ausreichende Funktionstüchtigkeit derartiger Bauwerke über den erforderlichen Zeitraum von mehreren zehntausend Jahren und unter Berücksichtigung sämtlicher möglicher Szenarien nicht sicher möglich ist.

Infolgedessen wurden Überlegungen angestellt, ob sich ein Stilllegungskonzept entwickeln lässt, das auf dem aktuellen Kenntnisstand von bereits bestehenden Bauwerken und Materialeigenschaften aufbaut und mit dem sich die Langzeitsicherheit des ERAM nachweisen lässt. Auf dieser Basis wurde das Stilllegungskonzept mit einer weitgehenden Vollverfüllung des Grubengebäudes zur Erhaltung der Salzbarrierenintegrität und zur Schaffung von hydraulischen Widerständen im gesamten Grubengebäude entwickelt.

Von entscheidender Bedeutung für die Bewertung potenzieller Auswirkungen der eingelagerten Abfälle auf die Biosphäre ist die Modellierung von möglichen Systementwicklungen, Prozessen und Eigenschaften. Hierzu wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, die für eine Vielzahl von Eingangsparametern verlässliche Daten lieferten. Für die Quantifizierung und zeitliche Entwicklung von hydraulischen Widerständen im Grubengebäude nur aufgrund der weitgehenden Verfüllung war dies jedoch nicht machbar. Aus diesem Grund wurden zusätzliche Analysen durchgeführt, ob es Bereiche im Grubengebäude mit dort eingelagerten Abfällen gibt, für die sich

- a. aufgrund der vorhandenen Randbedingungen ein Zutritt von Lösungen ausschließen lässt und
- b. ob diese sich von den Bereichen abgrenzen lassen, in denen ein Zutritt von Lösungen aus dem Deckgebirge nicht ausgeschlossen werden kann.

Die hydraulische Abtrennung sollte dabei durch möglichst einfache technische Bauwerke in Form von Abdichtungen erfolgen, die in geomechanisch wenig beanspruchten Gebirgsbereichen errichtet werden sollen. Als solche nach den oben genannten Kriterien abdichtbaren Bereiche wurden der Einlagerungsbereich West-Südfeld (ELB WSF) und der Einlagerungsbereich Ostfeld (ELB OF) identifiziert. Für die Grubenbereiche Südostfeld, Zentralteil, Nordfeld und Marie ist nach Durchführung der geplanten Stilllegungsmaßnahmen ein relevanter Zutritt von Lösungen aus dem Deckgebirge unwahrscheinlich, da sich die heute intakte Salzbarriere langfristig durch die Stützwirkung der Verfüllung weiter verbessern wird. Gänzlich ausgeschlossen ist ein solcher Zutritt über die dort bis zum Salzspiegel reichenden Anhydritschollen jedoch nicht. Aufgrund dessen wurden diese als Restgrube bezeichneten Grubenteile bei den Langzeitsicherheitsanalysen als mögliche Zu- und Austrittsorte für Lösungen modelliert.

Aufgrund der erkannten möglichen Fließpfade zwischen den potenziellen Lösungszutrittsorten und den eingelagerten Abfällen lassen sich für die Bereiche des Zentralteils und des Nordfelds keine geeigneten Lokationen identifizieren, an denen sich Abdichtungen mit einem nachweislich quantifizierbarem hydraulischen Widerstand realisieren lassen.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 11 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		Stand:29.06.2012

Die hierzu angestellten Überlegungen und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen fasst das Memorandum zusammen.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 12 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

2 GESAMTSITUATION „EINLAGERUNGSBEREICH NORDFELD“

Das Kapitel beschreibt mit Blick auf das Nordfeld kurz den Istzustand des Grubengebäudes und die im Bereich der eingelagerten Abfälle vorliegende geologische Situation. Nähere Informationen hierzu finden sich in den zitierten Unterlagen.

2.1 GRUBENGEBÄUDE

Das ERAM wurde aus markscheiderischen Gesichtspunkten in unterschiedliche Feldesteile eingeteilt. Das „Nordfeld“ befindet sich im nördlichen Teil der Grube Bartensleben. Noch weiter nördlich grenzt die Grube Marie an. Im Nordfeld wurden größtenteils Grubenbaue zur Steinsalzgewinnung zwischen der 1. bis zur 4. Sohle aufgefahren, die durch verschiedene Strecken und Rollochs-systeme untereinander verbunden sind (s. Abbildung 1).

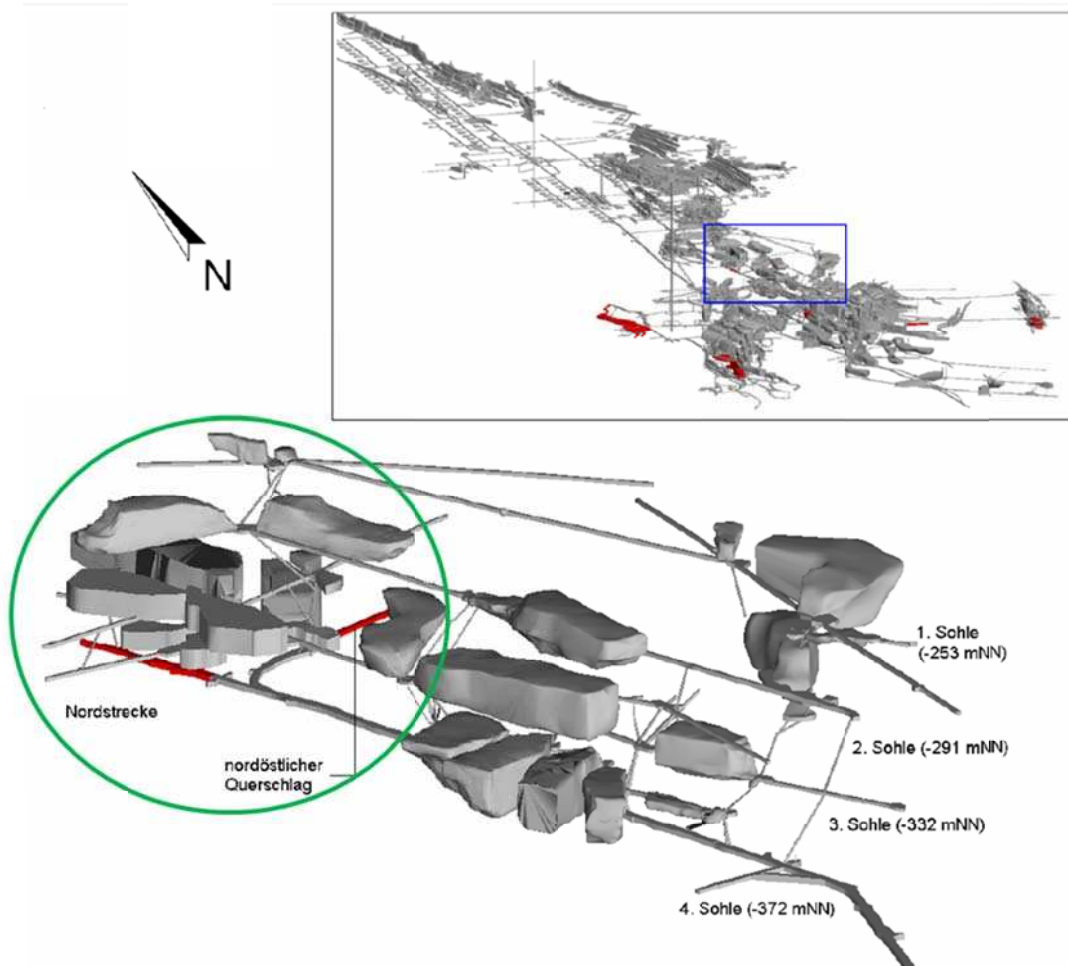


Abb. 1: Lage im Grubengebäude und Abbausituation im Nordfeld.

Eine Verfüllung des noch offen stehenden Hohlraums erfolgte im Nordfeld bisher nicht. Mauern trennen die Einlagerungsgrubenbaue von der südlich angrenzenden Nordstrecke ab. Die Langzeitsicherheitsanalysen fassen die beiden Einlagerungsgrubenbaue zu einem Einlagerungsbereich Nordfeld (ELB NF) zusammen.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 13 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

2.2 BESCHREIBUNG DER IM NORDFELD DES ERAM EINGELAGERTEN RADIOAKTIVEN ABFÄLLE

Im ERAM wurde 1971 mit dem Versuchsbetrieb zur Einlagerung radioaktiver Abfälle begonnen. Während der Versuchseinlagerung in den Jahren 1971 und 1972 wurden radioaktive Abfälle aus dem Zwischenlager Lohmen (Außenstelle des Staatlichen Amtes für Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR – SAAS) eingelagert. Abfälle, die in Lohmen gesammelt, bearbeitet und zwischengelagert wurden, stammten aus dem ZfK Rossendorf und von Kleinanwendern. In einer zweiten Etappe wurden von 1979 bis 1981 radioaktive Abfälle in das Nordfeld eingelagert. Die Einlagerung erfolgte in zwei Einlagerungshohlräume des Nordfelds – den nordöstlichen Querschlag und das Ende der Nordstrecke. Die Einlagerung in das Nordfeld wurde 1981 beendet. Eine Resthohlraumverfüllung wurde dort nicht vorgenommen, da die damals bestehende Altgenehmigung dies nicht verlangt hatte. Die spätere Dauerbetriebsgenehmigung aus dem Jahr 1986 verlangte dagegen eine Resthohlraumverfüllung in den Einlagerungshohlräumen und deren Verschluss (Abmauerung).

In das Ende der Nordstrecke und im nordöstlichen Querschlag wurden Mischabfälle in 200-l-Fässern, weiterhin in Kartons oder Folie verpackte Aerosolfilter und in Folie verpackte sperrige Abfälle eingelagert. Die Mischabfälle enthielten u. a. biologische Abfälle wie Tierkadaver und andere organische Abfälle wie z. B. verfestigte Lösungsmittel.

In das Nordfeld im östlichen Querschlag wurden während des Versuchsbetriebes des ERAM 1971/72 insgesamt 540 m³ radioaktive Abfälle (2.500 Stück 200-l-Fässer und 40 m³ Filter) aus dem Zwischenlager Lohmen eingelagert. In der zweiten Etappe wurden 1979 bis 1981 weitere Abfälle aus dem Zwischenlager in Lohmen (814 m³) sowie aus den KKW Rheinsberg und Greifswald (347 m³) in das Nordfeld verbracht. Insgesamt sind im Nordfeld 1701 m³ radioaktive Abfälle endgelagert worden. Die Konditionierung der Abfälle von Kleinanwendern erfolgte in Lohmen durch Zementierung (flüssig-wässrige Abfälle), Einbindung in Bitumen (organische Abfälle wie Tierkadaver, Öle, Schlämme) oder Verpressen (feste Mischabfälle).

2.2.1 Endgelagerte Aktivität

Die im Nordfeld endgelagerte Beta/Gamma-Aktivität betrug am 01.07.1991 ca. $3,9 \cdot 10^{12}$ Bq und die Alpha-Aktivität ca. $1 \cdot 10^8$ Bq. Damit betrug die im Nordfeld zu diesem Datum endgelagerte Aktivität ca. 1 % der im ERAM endgelagerten Gesamtaktivität. Als Hauptnuklide sind H-3, Co-60, Cs-137, C-14 und Am-241 angegeben.

Auf Grund der bestehenden Unsicherheiten bei der Radionukliddeklaration der ZfK-Abfälle wurde eine umfangreiche Nachrecherche vor Ort durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Recherche sind in die Inventarabschätzungen einbezogen worden. Sie betrafen wegen der Art der Abfälle jedoch nicht das Nordfeld.

Das in den Langzeitsicherheitsanalysen verwendete Inventar fasst Tabelle 1 zusammen. Die Aktivitäten sind dabei auf das Bezugsdatum 30.06.2005 bezogen.



Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 14 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		Stand:29.06.2012

Tab. 1: Aktivitäten in den Einlagerungsbereichen in Bq zum 30.06.2005 [GRS 2009].

Radionuklid	Südfeld	Westfeld	Ostfeld	Nordfeld	Zentralteil (mit UMF)	Summe
H-3	$7,6 \cdot 10^{11}$	$1,2 \cdot 10^{12}$	$1,0 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{12}$	$7,7 \cdot 10^{08}$	$3,2 \cdot 10^{12}$
C-14	$2,4 \cdot 10^{12}$	$7,7 \cdot 10^{11}$	$1,2 \cdot 10^{11}$	$5,8 \cdot 10^{10}$	$2,9 \cdot 10^{09}$	$3,3 \cdot 10^{12}$
Cl-36	$7,7 \cdot 10^{08}$	$2,2 \cdot 10^{09}$	$8,3 \cdot 10^{08}$	$1,7 \cdot 10^{07}$	$5,2 \cdot 10^{06}$	$3,8 \cdot 10^{09}$
Ca-41	$3,1 \cdot 10^{07}$	$3,7 \cdot 10^{07}$	$6,0 \cdot 10^{06}$	$2,4 \cdot 10^{04}$	$4,8 \cdot 10^{04}$	$7,4 \cdot 10^{07}$
Co-60	$8,4 \cdot 10^{12}$	$2,6 \cdot 10^{12}$	$2,4 \cdot 10^{12}$	$9,2 \cdot 10^{10}$	$2,3 \cdot 10^{14}$	$2,5 \cdot 10^{14}$
Ni-59	$8,9 \cdot 10^{10}$	$3,7 \cdot 10^{10}$	$4,9 \cdot 10^{10}$	$3,8 \cdot 10^{08}$	$2,3 \cdot 10^{08}$	$1,8 \cdot 10^{11}$
Ni-63	$1,3 \cdot 10^{13}$	$2,3 \cdot 10^{12}$	$2,8 \cdot 10^{12}$	$1,2 \cdot 10^{10}$	$1,7 \cdot 10^{10}$	$1,8 \cdot 10^{13}$
Se-79	$1,3 \cdot 10^{08}$	$3,9 \cdot 10^{07}$	$2,5 \cdot 10^{07}$	$6,4 \cdot 10^{04}$	$2,2 \cdot 10^{05}$	$1,9 \cdot 10^{08}$
Rb-87	$4,6 \cdot 10^{03}$	$1,8 \cdot 10^{07}$	$8,2 \cdot 10^{06}$	$1,2 \cdot 10^{06}$	$2,7 \cdot 10^{05}$	$2,8 \cdot 10^{07}$
Sr-90	$3,2 \cdot 10^{12}$	$2,2 \cdot 10^{12}$	$4,1 \cdot 10^{11}$	$9,3 \cdot 10^{09}$	$1,2 \cdot 10^{09}$	$5,8 \cdot 10^{12}$
Zr-93	$4,1 \cdot 10^{09}$	$4,4 \cdot 10^{09}$	$7,9 \cdot 10^{08}$	$2,7 \cdot 10^{06}$	$6,3 \cdot 10^{06}$	$9,3 \cdot 10^{09}$
Mo-93	$8,7 \cdot 10^{07}$	$1,4 \cdot 10^{08}$	$2,2 \cdot 10^{07}$	$1,4 \cdot 10^{06}$	$4,3 \cdot 10^{05}$	$2,5 \cdot 10^{08}$
Nb-94	$8,2 \cdot 10^{09}$	$9,4 \cdot 10^{09}$	$9,5 \cdot 10^{09}$	$8,5 \cdot 10^{07}$	$3,5 \cdot 10^{07}$	$2,7 \cdot 10^{10}$
Tc-99	$4,5 \cdot 10^{10}$	$3,0 \cdot 10^{10}$	$2,7 \cdot 10^{10}$	$8,3 \cdot 10^{08}$	$2,2 \cdot 10^{08}$	$1,0 \cdot 10^{11}$
Pd-107	$1,2 \cdot 10^{07}$	$5,4 \cdot 10^{07}$	$5,4 \cdot 10^{05}$	$4,1 \cdot 10^{03}$	$2,4 \cdot 10^{04}$	$6,7 \cdot 10^{07}$
Sn-126	$1,0 \cdot 10^{08}$	$9,0 \cdot 10^{07}$	$5,0 \cdot 10^{07}$	$7,4 \cdot 10^{05}$	$2,8 \cdot 10^{05}$	$2,4 \cdot 10^{08}$
I-129	$9,1 \cdot 10^{06}$	$2,0 \cdot 10^{08}$	$8,6 \cdot 10^{06}$	$6,7 \cdot 10^{03}$	$1,6 \cdot 10^{04}$	$2,2 \cdot 10^{08}$
Cs-135	$2,6 \cdot 10^{08}$	$5,5 \cdot 10^{07}$	$5,7 \cdot 10^{07}$	$8,4 \cdot 10^{04}$	$3,8 \cdot 10^{05}$	$3,7 \cdot 10^{08}$
Cs-137	$5,9 \cdot 10^{13}$	$1,3 \cdot 10^{13}$	$4,9 \cdot 10^{12}$	$5,6 \cdot 10^{11}$	$6,1 \cdot 10^{13}$	$1,4 \cdot 10^{14}$
Sm-151	$8,1 \cdot 10^{10}$	$1,4 \cdot 10^{11}$	$4,7 \cdot 10^{10}$	$4,5 \cdot 10^{08}$	$1,2 \cdot 10^{08}$	$2,7 \cdot 10^{11}$
Cm-248	0,0	$2,2 \cdot 10^{07}$	$3,4 \cdot 10^{02}$	0,0	0,0	$2,2 \cdot 10^{07}$
Pu-244	0,0	$2,0 \cdot 10^{04}$	$7,8 \cdot 10^{02}$	0,0	0,0	$2,1 \cdot 10^{04}$
Cm-244	$1,6 \cdot 10^{09}$	$4,0 \cdot 10^{09}$	$1,0 \cdot 10^{09}$	$1,8 \cdot 10^{06}$	$4,4 \cdot 10^{05}$	$6,6 \cdot 10^{09}$
Pu-240	$1,4 \cdot 10^{09}$	$6,2 \cdot 10^{10}$	$1,9 \cdot 10^{09}$	$9,5 \cdot 10^{06}$	$2,3 \cdot 10^{06}$	$6,5 \cdot 10^{10}$
U-236	$8,2 \cdot 10^{06}$	$1,1 \cdot 10^{07}$	$3,0 \cdot 10^{07}$	$7,4 \cdot 10^{04}$	$1,9 \cdot 10^{04}$	$4,9 \cdot 10^{07}$
Th-232	$3,8 \cdot 10^{05}$	$4,6 \cdot 10^{06}$	$8,0 \cdot 10^{05}$	0,0	0,0	$5,8 \cdot 10^{06}$
Cm-245	$5,0 \cdot 10^{05}$	$1,4 \cdot 10^{06}$	$3,6 \cdot 10^{05}$	$8,3 \cdot 10^{02}$	$2,1 \cdot 10^{02}$	$2,3 \cdot 10^{06}$
Pu-241	$2,9 \cdot 10^{11}$	$9,4 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{11}$	$1,6 \cdot 10^{10}$	$1,6 \cdot 10^{08}$	$1,4 \cdot 10^{12}$
Am-241	$9,4 \cdot 10^{10}$	$1,1 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{10}$	$5,8 \cdot 10^{08}$	$2,3 \cdot 10^{07}$	$2,2 \cdot 10^{11}$
Np-237	$1,5 \cdot 10^{07}$	$1,6 \cdot 10^{07}$	$5,4 \cdot 10^{07}$	$1,2 \cdot 10^{05}$	$3,1 \cdot 10^{04}$	$8,5 \cdot 10^{07}$
U-233	$3,7 \cdot 10^{03}$	$4,0 \cdot 10^{06}$	$9,6 \cdot 10^{05}$	$2,0 \cdot 10^{04}$	$4,6 \cdot 10^{03}$	$5,0 \cdot 10^{06}$
Th-229	$2,7 \cdot 10^{03}$	$3,7 \cdot 10^{05}$	$4,6 \cdot 10^{04}$	$2,0 \cdot 10^{04}$	$4,5 \cdot 10^{03}$	$4,4 \cdot 10^{05}$
Cm-246	$1,2 \cdot 10^{05}$	$2,5 \cdot 10^{06}$	$6,9 \cdot 10^{04}$	0,0	$3,0 \cdot 10^{00}$	$2,7 \cdot 10^{06}$
Pu-242	$1,7 \cdot 10^{07}$	$6,6 \cdot 10^{07}$	$3,5 \cdot 10^{07}$	$1,3 \cdot 10^{05}$	$2,9 \cdot 10^{04}$	$1,2 \cdot 10^{08}$
U-238	$2,1 \cdot 10^{07}$	$3,2 \cdot 10^{08}$	$1,0 \cdot 10^{08}$	$1,3 \cdot 10^{05}$	$3,4 \cdot 10^{04}$	$4,4 \cdot 10^{08}$
U-234	$7,2 \cdot 10^{07}$	$7,4 \cdot 10^{08}$	$3,2 \cdot 10^{08}$	$3,0 \cdot 10^{05}$	$7,5 \cdot 10^{04}$	$1,1 \cdot 10^{09}$
Th-230	$6,9 \cdot 10^{05}$	$6,2 \cdot 10^{05}$	$4,1 \cdot 10^{05}$	$3,8 \cdot 10^{01}$	$9,4 \cdot 10^{00}$	$1,7 \cdot 10^{06}$
Ra-226	$1,1 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^{10}$	$3,7 \cdot 10^{11}$	0,0	0,0	$3,9 \cdot 10^{11}$
Cm-247	0,0	$2,6 \cdot 10^{04}$	$3,4 \cdot 10^{02}$	0,0	0,0	$2,6 \cdot 10^{04}$
Am-243	$2,2 \cdot 10^{07}$	$5,9 \cdot 10^{07}$	$1,4 \cdot 10^{07}$	$3,5 \cdot 10^{04}$	$8,9 \cdot 10^{03}$	$9,5 \cdot 10^{07}$
Pu-239	$1,1 \cdot 10^{09}$	$6,6 \cdot 10^{10}$	$1,7 \cdot 10^{09}$	$8,4 \cdot 10^{06}$	$1,9 \cdot 10^{06}$	$6,9 \cdot 10^{10}$
U-235	$2,0 \cdot 10^{06}$	$6,0 \cdot 10^{07}$	$2,0 \cdot 10^{07}$	$3,7 \cdot 10^{04}$	$8,5 \cdot 10^{03}$	$8,2 \cdot 10^{07}$
Pa-231	$4,8 \cdot 10^{04}$	$1,5 \cdot 10^{06}$	$3,9 \cdot 10^{04}$	$1,1 \cdot 10^{01}$	$2,5 \cdot 10^{00}$	$1,6 \cdot 10^{06}$

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 15 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

2.2.2 Radioaktive Abfälle mit C-14 und H-3 - Berücksichtigung der C-14-Freisetzung aus dem Nordfeld

Bezüglich der H-3- und C-14-Freisetzung im ERAM sind im Jahr 2001 Messungen in den Abwetterströmen durch den TÜV Süd und deren Bewertungen durch ISTec vorgenommen worden. Die Messungen wiesen hohe Freisetzungsraten dieser Nuklide im Nordfeld aus. Infolgedessen ist auf Grundlage von Empfehlungen des TÜV Süd und Gutachten der ISTec, das H-3-Inventar für das Nordfeld um den Faktor 100 erhöht worden. Eine Erhöhung des C-14-Inventars wurde seitens ISTec nicht als erforderlich angesehen. Begründet wird die deutlich höhere C-14-Freisetzung aus dem Nordfeld damit, dass die dort vorhandenen Einlagerungsgrubenbaue im Gegensatz zu anderen Grubenbauen nicht mit Braunkohlefilterasche versetzt worden sind. Braunkohlefilterasche weist ein hohes Rückhaltevermögen für $^{14}\text{CO}_2$ auf.

Die C-14-haltigen Abfälle kamen in der ehemaligen DDR im Wesentlichen aus dem ZfK Rossendorf. Die C-14-haltigen Abfälle aus dem ZfK waren hauptsächlich enthalten in

- verfestigter Chromschwefelsäure,
- organischen Lösungsmitteln und
- kontaminierten Gegenständen aus Labors.

Bei den Kleinanwendern waren im Wesentlichen drei Hauptgruppen an C-14-haltigen Abfällen zu verzeichnen:

- biologische Abfälle
(Tierkadaver in Formalin, Tierkot, Streu aus der Tierhaltung, Pflanzenreste),
- organische Lösungsmittel und
- kontaminierte Gegenstände aus dem Labor.

Es handelte sich stets um Abfälle der Strahlenschutzgruppe S1 und S2, d. h. die Aktivitätskonzentration für Beta/Gamma-Strahler betrug maximal $4 \cdot 10^{10} \text{ Bq/m}^3$.

Tritium ist für die Langzeitsicherheit nicht von Bedeutung. Als abdeckend wurde hierfür die berechnete Aktivität aufgenommen.

2.2.3 Weitere für die Langzeitsicherheit relevante Radionuklide

Angaben zu weiteren, für die Langzeitsicherheit relevanten Radionukliden können nur für solche Abfallströme gemacht werden, für die das nuklidspezifische Inventar über Nuklidvektoren berechnet wurde. Das trifft für die Abfälle aus den KKW Greifswald und Rheinsberg, zusammengefasst als KKW-Abfälle und für Abfälle aus dem ZfK Rossendorf zu und ist soweit möglich für derartige Abfälle im Nordfeld berücksichtigt worden.

Aus dem Bereich der Kleinanwender sind keine weiteren Umgangsgenehmigungen mit langzeitsicherheitsrelevanten Radionukliden als die aufgeführten bekannt, die zu einer Ergänzung des Radionuklidspektrums im Nordfeld führen würden.



Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 16 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand:29.06.2012
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

2.3 GEOLOGISCHE STANDORTCHARAKTERISIERUNG

Im Zuge der geologischen Standortcharakterisierung und für die Standsicherheitsberechnungen legte die BGR für den nördlichen Bereich des Nordfelds einen geologischen Schnitt an, der die geologische Situation des betreffenden Bereichs beschreibt (s. Abbildung 2)

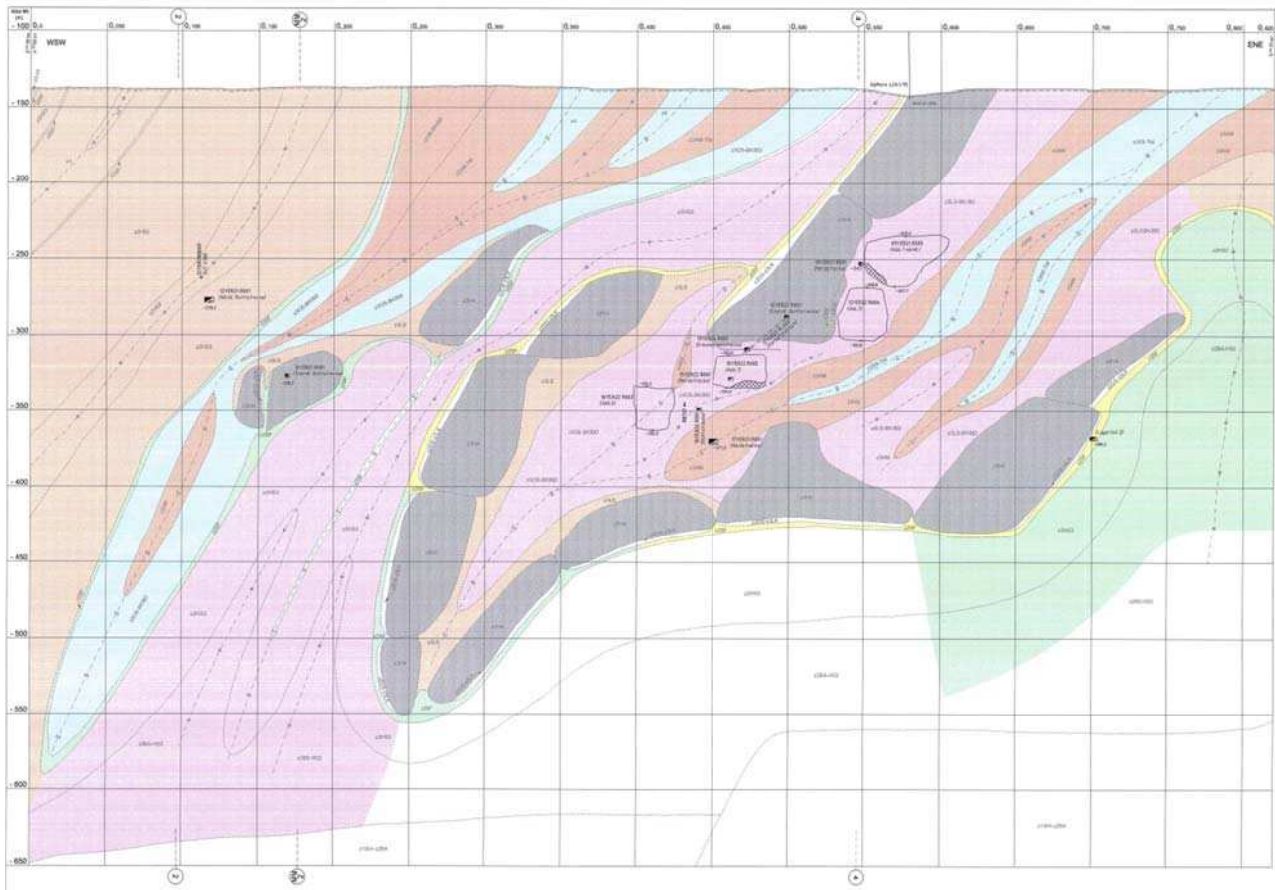


Abb. 2: Geologischer Riss im Bereich des Einlagerungsbereichs Nordfeld [DBE (2006)].

Deutlich zu erkennen sind grau eingefärbte Anhydritschollen, die teilweise bis an die Grubenbaue auf den oberen Sohlen angrenzen. Die oberen Anhydritschollen reichen dabei bis zum Salzspiegel.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 17 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

3 SZENARIENANALYSEN

Bei der Entwicklung des Stilllegungskonzepts wurden aufbauend auf der geologischen Standortcharakterisierung umfangreiche Szenarienanalysen durchgeführt, um mögliche relevante Systementwicklungen des Endlagers zu bewerten. In einem ersten Schritt wurde dazu prognostiziert, wie sich die Grube wahrscheinlich verhalten und entwickeln wird, wenn keine technischen Maßnahmen durchgeführt werden. Dabei wurden auch unterschiedliche Randbedingungen und äußere Einwirkungen betrachtet. In einem zweiten Schritt wurde dann untersucht, welche Abweichungen in den möglichen Systementwicklungen bei einer weitgehenden Vollverfüllung der Grube auftreten.

3.1 SZENARIENANALYSE OHNE TECHNISCHE MAßNAHMEN

Die Szenarienanalysen ohne technische Maßnahmen [BGR 1999] betrachten unterschiedliche mögliche Systementwicklungen des Endlagers. Dazu werden die wichtigsten geowissenschaftlichen Sachverhalte anhand von sogenannten ZEP (Zustände, Ereignisse und Prozesse) dargestellt und bewertet. Neben einer möglichen Mächtighkeitsreduzierung der geologischen Barriere des Endlagers liegt ein Hauptaugenmerk in der Bewertung von möglichen Lösungszutritten in das Grubengebäude und den Vorgängen im lösungsgefüllten Endlager. Grundlagen dieser Betrachtungen bilden:

- geologischer Bau und die struktureologische Entwicklung des Standortbereiches.
- geologisches Modell der genutzten Salzlagerstätte.
- geomechanische Berechnungen zum Grubengebäude.
- geologischer Bau und die hydraulischen Eigenschaften des Hutgesteins.
- hydrogeologisches Modell des Deck- und Nebengebirges.
- Langzeitprognosen klimagesteuerter geologischer Prozesse.

Im Ergebnis der Szenarienanalysen sollen technische Maßnahmen aufgezeigt werden, die das Systemverhalten verbessern. Diese Maßnahmen beinhaltet das Verfüll- und Verschleißkonzept für das ERAM.

3.1.1 ZEP-Gruppe „Zufluss von Wässern in das Endlager

Die Auswertung von Schadensereignissen in Bergwerken innerhalb der letzten 100 Jahre zeigt, dass bei abgesoffenen Gruben die Zuflüsse überwiegend aus dem Deckgebirge, dem Hutgestein oder aus dem Salzspiegelbereich stammten. Als Hauptursache lassen sich dabei gebirgsmechanische Veränderungen in Form von Spannungsumlagerungen infolge der Bergbauaktivitäten und damit verbundene Auflockerungen durch Festigkeitsüberschreitungen identifizieren.

Zukünftige können sich Wegsamkeiten somit sowohl als Folge natürlicher als auch anthropogen bedingter Prozesse ausbilden. Natürliche wegsamkeitsbildende Prozesse resultieren z. B. aus tektonischen Verformungen, Bewegungen innerhalb der Salzstruktur, Nachbrechen des Deckgebirges bei intensiver Subrosion, Einwirkungen aus Permafrost und Inlandeis sowie

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 18 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

Erdbeben. Anthropogen induzierte Wegsamkeitsbildung ist im Wesentlichen immer im Zusammenhang mit der Folgewirkung von Konvergenzerscheinungen im Salzgebirge sowie der Gasbildung infolge Korrosion und mikrobieller Zersetzung zu betrachten.

Aus hydrogeologischer Sicht ist für die Bewertung einer potenziellen Zutrittsgefährdung letztendlich immer die Fließweglänge innerhalb des Salinars (Distanz zwischen Grubenbauen und Salzspiegel) von entscheidender Bedeutung. Aufgrund dieser Tatsache wurden Abstandskriterien zur Identifikation von potenziell zutrittsgefährdeten Grubenbauen definiert (s. Abbildung 3).

Die Erfahrungen aus Jahrzehnte langem Salzbergbau zeigen, dass bei Einhaltung der Abstandskriterien die Wahrscheinlichkeit für einen Zutritt von Wässern gering ist. Als Kriterien werden dabei einerseits der Abstand zum Salzspiegel (>130 m) als auch der Abstand zu Anhydritschollen betrachtet, wenn diese gleichzeitig Kontakt zum Salzspiegel haben. Grubenbaue im Abstand von 60 m bis 130 m zum Salzspiegel und einem Abstand von mehr als 25 m zum potenziellen Zutrittspfad Hauptanhydrit sind nicht zutrittsgefährdet. Alle Grubenbaue mit kleineren Abständen gelten als potenziell zutrittsgefährdet.

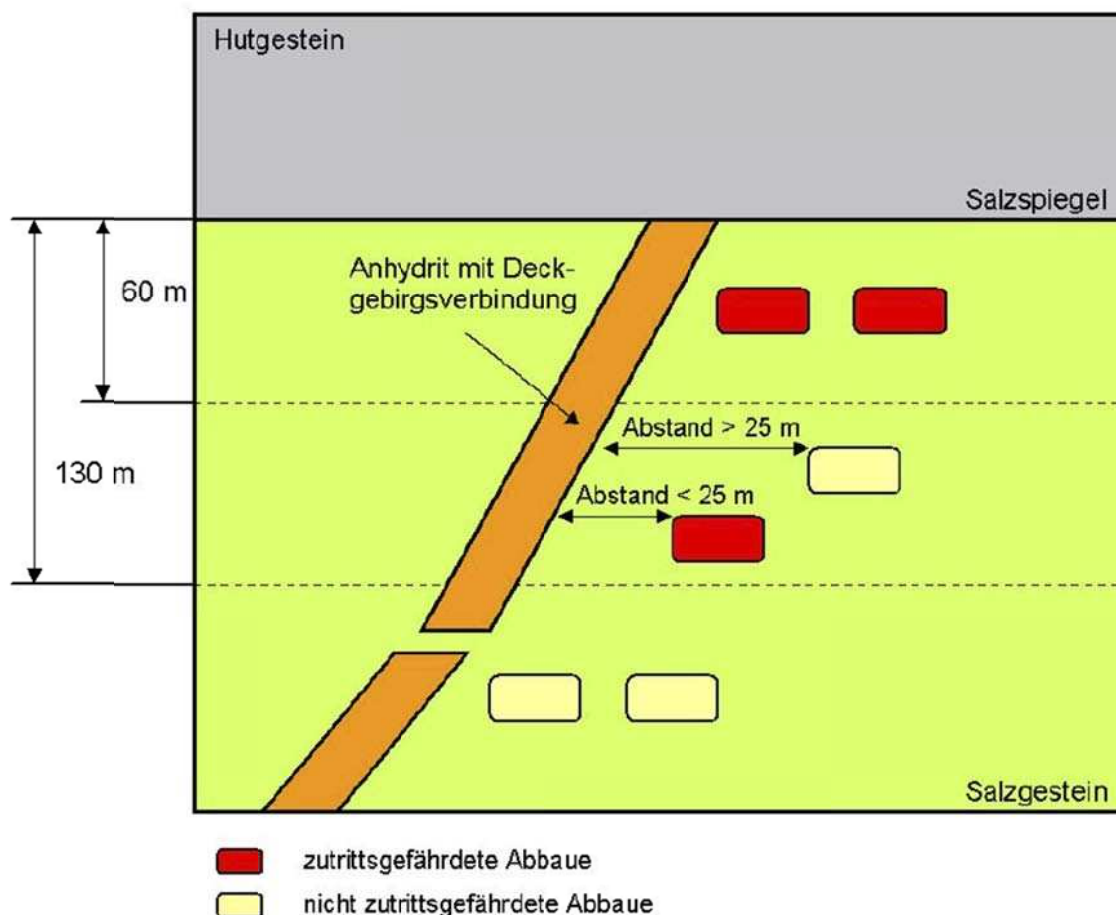


Abb. 3: Abstandskriterien zur Definition potenziell zutrittsgefährdeter Grubenbaue im ERAM.

Die Abstandskriterien beinhalten dabei sämtliche derzeit diskutierten rechnerischen und geologischen Kriterien inklusive der dort zur Anwendung kommenden Sicherheitsannahmen (Dilatanz, Fluiddruckkriterium, Vernetzung von Kluftsystemen, Wegsamkeiten über den Anhydrit,

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 19 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

Bergbaueinflüsse, geogene Einflüsse...). Die Quantifizierung einer möglichen Zutrittsgefährdung ist jedoch, unabhängig von der gewählten Vorgehensweise, nicht möglich.

Gemäß den Annahmen aus der Szenarienanalyse ist somit davon auszugehen, dass Grubenbaue, die die Abstandskriterien einhalten, nicht über einen direkten Pfad durch die Salzbarriere zutrittsgefährdet sind. Grubenbaue, die die Abstandskriterien nicht einhalten, sind potenziell zutrittsgefährdet.

Bei der Erarbeitung des Stilllegungskonzeptes wurden die Bereiche des Grubengebäudes identifiziert, bei denen die Abstandskriterien nicht eingehalten werden. Es handelt sich dabei ausschließlich um Grubenbaue auf den oberen Sohlen der Bereiche Marie, Nordfeld, Zentralteil und Südostfeld. Die Bereiche Westfeld, Südfeld und Ostfeld halten die Abstandskriterien ein und gelten deshalb nicht als direkt zutrittsgefährdete Bereiche. Das Stilllegungskonzept sieht vor, durch umfangreiche Verfüllmaßnahmen mit stabilisierendem Versatz diesen Zustand zu erhalten. Es ist davon auszugehen, dass sich die geomechanische Situation (Integrität) der Salzbarriere durch die Stützwirkung des Versatzes auch in den Bereichen, in denen eine potenzielle Zutrittsgefahr besteht bzw. wo bereits Zuflüsse bekannt sind, langfristig verbessern wird. Die durchgeführten Standsicherheitsbetrachtungen bestätigen diese Annahme [DBE (2006a)].

Somit ist nach Durchführung der geplanten Stilllegungsmaßnahmen als wahrscheinlichste Systementwicklung davon auszugehen, dass keine zusätzlichen Zutritte mehr ins Grubengebäude erfolgen werden und der Zutritt im Lager H allmählich versiegen wird.

Im Bereich des hier betrachteten Nordfelds wurden anhand der Kriterien die in Abbildung 4 blau markierten Grubenbaue als potenziell zutrittsgefährdet identifiziert.

 Bundesamt für Strahlenschutz						- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld	
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 20 von 50	Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

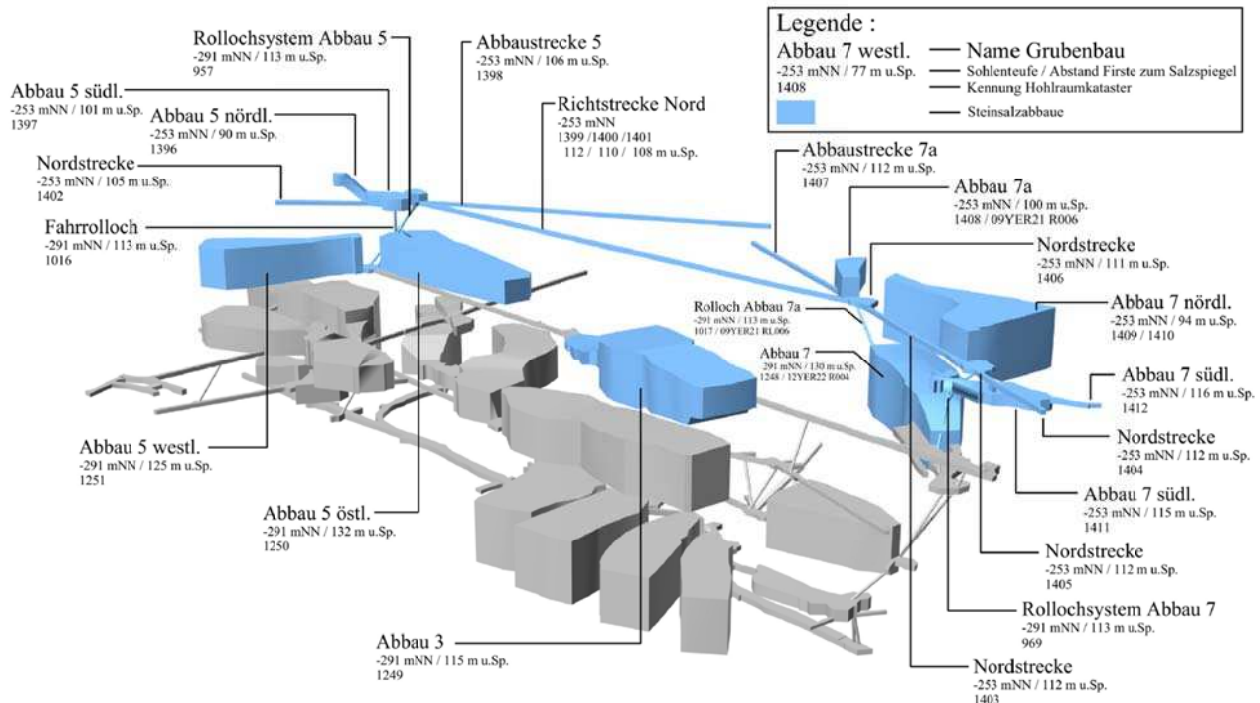


Abb. 4: Potenziell zutrittsgefährdete Grubenbaue oberhalb des Einlagerungsbereichs Nordfeld.

Tabelle 2 listet diese Grubenbaue des Nordfeldes noch einmal im Einzelnen auf. Ergänzend enthält sie auch zusätzliche Angaben zur Grubenbaubezeichnung, der Sohlzugehörigkeit, den Abmessungen und den jeweiligen Abständen zum Salzspiegel.

Die Spalte „potenzieller Zufluss“ beschreibt die sich entsprechend der ZEP-Analyse ergebenden Zutrittspfade. Die im Nordfeld zu betrachtenden ZEP-Typen sind allesamt den Szenarien 1/7/14 bzw. 1/8/14 und 1/7/11 bzw. 1/8/11 zuzuordnen. Durch die gewählte Bezeichnung werden die möglichen Migrationspfade näher beschrieben. Die erste Zahl bezeichnet dabei den Herkunftsort eines Zuflusses. Die „1“ steht für einen möglichen Zufluss aus dem Deckgebirgsaquifer oberhalb des Hutgesteins. Die zweite Zahl (hier 7 und 8) liefert den potenziellen Migrationspfad außerhalb des Salinars. Die Zahl „7“ beschreibt dabei die Migration in der Schichtenfolge Deckanhydrit-Grauer Salzton-Leinekarbonat (DGL) des Hutgesteins und die Typbeschreibung „8“ beschreibt Pfade, bei denen das gesamte Hutgestein als durchlässig angenommen wird. Bei den hier betroffenen Szenarien ist diese Beschreibung gleichbedeutend mit der Spalte „Zustand“. Dort wird unterschieden nach dem Ausgangszustand „A“ und einem sich frühestens in einigen tausend Jahren einstellenden Zustand „B“, bei dem davon ausgegangen wird, dass das gesamte Hutgestein durchlässig ist. Die dritte Position der Typbeschreibung steht dann abschließend für den möglichen Migrationspfad innerhalb des Salinars. Beim Nordfeld kommen hierbei nur Zutrittspfade in Frage, die entweder eine geogene Wegsamkeit im Hauptanhydrit (direkt bis zum Grubenhohlraum) voraussetzen (Typ 11), oder bei denen eine Wegsamkeit im Hauptanhydrit mit einer sich daran anschließenden bergbaubedingten Auflockerungszone im Salz auftritt (Typ 14).

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 21 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		Stand:29.06.2012

Tab. 2: Liste der potenziell zutrittsgefährdeten Grubenbaue im Nordfeld [BGR (2009)].

Kennung Hohlraum- kataster	Bezeichnung	Sohle	Maße					Abstand zum Salzspiegel m	potentieller Zufluß	
			Länge	Breite	Höhe	Sohle	First		Typ	Zustand
			m	m	m	m NN	m NN			
957	Rollosystem Abbau 5	-253/-291	1,0	1,5	38,0	-291,0	-253,0	113,0	1/7/14; 1/8/14	A; B
969	Rollosystem Abbau 7	-253/-291	1,0	1,5	38,0	-291,0	-253,0	113,0	1/7/14; 1/8/14	A; B
1016	Fahrrolloch	-253/-291	1,0	1,5	38,0	-291,0	-253,0	113,0	1/7/14; 1/8/14	A; B
1017	Rolloch Abbau 7a	-253/-291	1,0	1,5	38,0	-291,0	-253,0	113,0	1/7/14; 1/8/14	A; B
1248	Abbau 7	-291	95,0	25,0	33,0	-303,0	-270,0	130,0	1/7/14; 1/8/14	A; B
1249	Abbau 3	-291	120,0	25,0	30,0	-285,0	-255,0	115,0	1/7/14; 1/8/14	A; B
1250	Abbau 5 östlich	-291	80,0	23,0	19,0	-291,0	-272,0	132,0	1/7/14; 1/8/14	A; B
1251	Abbau 5 westlich	-291	85,0	17,0	25,0	-290,0	-265,0	125,0	1/7/14; 1/8/14	A; B
1396	Abbau 5 nördlich	-253	20,0	8,0	17,9	-248,0	-230,1	90,1	1/7/14; 1/8/14	A; B
1397	Abbau 5 südlich	-253	10,0	20,0	7,0	-248,0	-241,0	101,0	1/7/14; 1/8/14	A; B
1398	Abbaustrecke 5	-253	215,0	2,4	2,3	-248,0	-245,7	105,7	1/7/14; 1/8/14	A; B
1399	Richtstrecke Nord	-253	113,0	2,4	2,5	-254,0	-251,5	111,5	1/7/11; 1/8/11; 1/7/14; 1/8/14	A; B
1400	Richtstrecke Nord	-253	85,0	2,6	2,5	-252,0	-249,5	109,5		A; B
1401	Richtstrecke Nord	-253	92,0	2,6	2,5	-250,0	-247,5	107,5		A; B
1402	Richtstrecke Nord	-253	55,0	2,4	2,5	-247,5	-245,0	105,0		A; B
1403	Richtstrecke Nord	-253	90,0	2,5	2,5	-254,0	-251,5	111,5		A; B
1404	Richtstrecke Nord	-253	55,0	2,4	2,5	-255,0	-252,5	112,5		A; B

Die als potenziell zutrittsgefährdet identifizierten Grubenbaue werden entsprechend der Zielstellung des Stilllegungskonzepts, wonach die Integrität der Salzbarriere durch umfangreiche Verfüllmaßnahmen erhalten bleiben soll, nahezu vollständig (Verfüllgrad entsprechend Verfüllkategorie II von ca. 95%) mit stabilisierendem Salzbeton verfüllt [DBE (2005)].

3.2 SZENARIENANALYSE MIT VERFÜLLMAßNAHMEN

Aufgrund der umfangreichen Verfüllmaßnahmen mit stützendem Versatz und insbesondere bei einer nahezu vollständigen Verfüllung der potenziell zutrittsgefährdeten Grubenbaue ist davon auszugehen, dass sich der geomechanische Zustand des Salzgebirges nachhaltig verbessern wird. Dies bedeutet hinsichtlich der Zielstellung des Stilllegungskonzepts, dass sich die Zutrittsgefährdung der Grube noch weiter verringern wird.

So ist gemäß [BGR (2003)] davon auszugehen, dass die im Kapitel 3.1.1 genannten potenziellen Zutrittspfade des Typs 14 infolge des Salzkriechens allmählich verheilen werden. Eine genaue Prognose bzw. Quantifizierung von bestehender und sich zukünftig entwickelnder Permeabilität dieser Fließpfade ist jedoch nicht eindeutig abschätzbar. Aus diesem Grund wird in [BGR (2003)] von einer Neubewertung der gefährdeten Grubenbaue nach Beendigung der Stilllegung abgesehen.

Für die zu planenden Maßnahmen des Stilllegungskonzepts folgt daraus, dass die, wenn auch gering wahrscheinliche, potenzielle Zutrittsgefahr im Nordfeld trotz umfangreicher Verfüllmaßnahmen bestehen bleibt. Die Schaffung eines integeren Einlagerungsbereichs Nordfeld wäre somit - wenn überhaupt - nur engräumig möglich. Von den hydraulischen Eigenschaften der Salzbarriere soll aus den genannten Gründen konservativ kein Kredit genommen werden.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 22 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

4 PRÜFUNG VON TECHNISCHEN MAßNAHMEN

Auf Grundlage der im Kapitel 3 dargestellten Ergebnisse wurde festgelegt, dass die potenziell zutrittsgefährdeten Grubenbaue des Nordfelds der Verfüllkategorie II (entsprechend Verfüllplanung [DBE (2005)]) zugeordnet werden, um die Barrierenintegrität zu erhalten und langfristig zu verbessern. Zusätzlich wurde untersucht, ob für den Bereich der eingelagerten Abfälle im Nordfeld die Möglichkeit besteht, diesen von den potenziellen Zutrittsstellen auf den oberen Sohlen hydraulisch zu trennen.

Die Abbildung 5 veranschaulicht dazu die Lage der Grubenbaue in dem betreffenden Bereich anhand einer 3D-Darstellung.

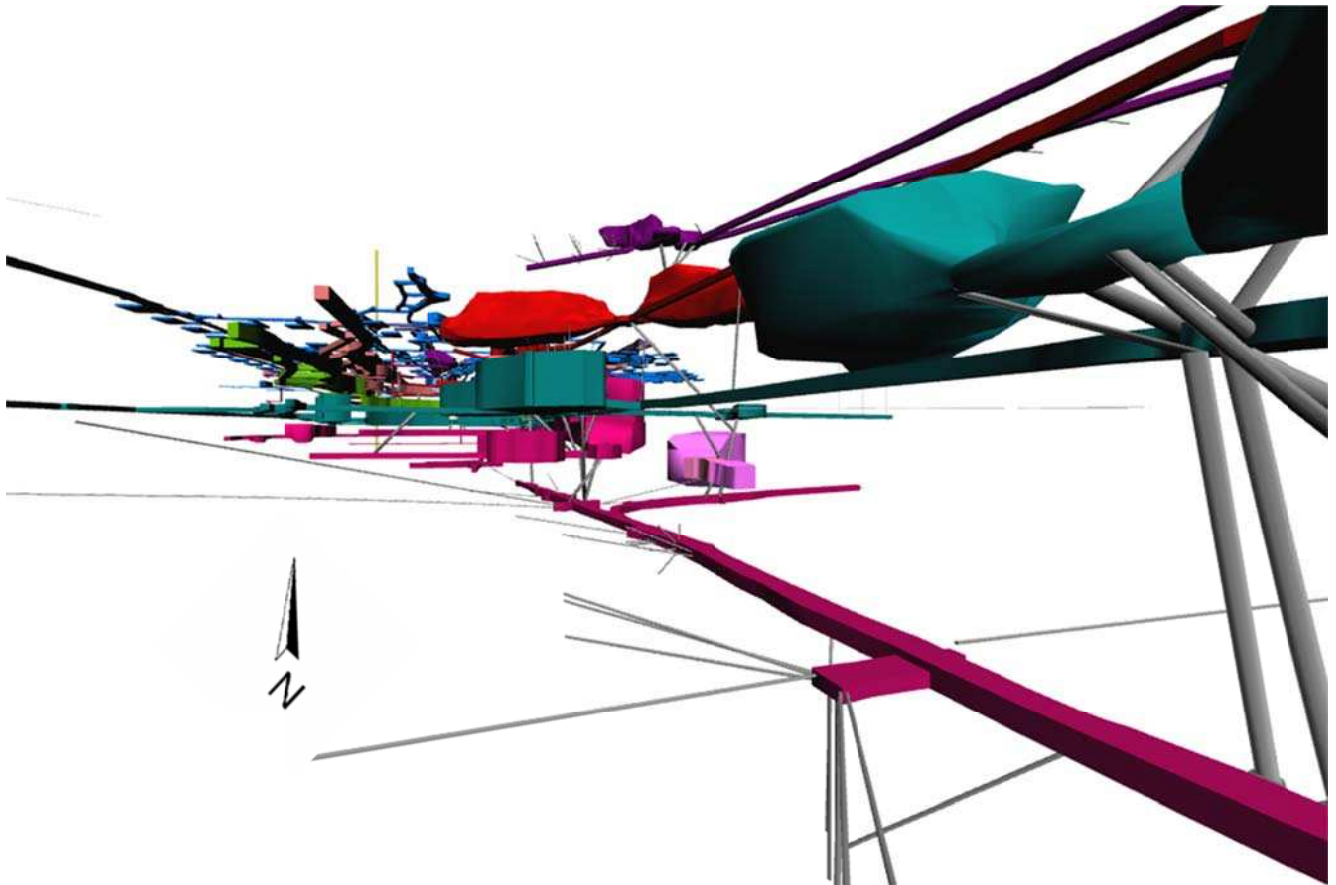


Abb. 5: Grubenbaue im Bereich der Einlagerungsgrubenbaue des Nordfelds.

4.1 ERFORDERLICHE ABDICHTUNGSLOKATIONEN DES EINLAGERUNGSBEREICHS NORDFELD

Die Anordnung und Größe der vorhandenen Grubenbaue sowie die geologischen Randbedingungen lassen aufgrund der in dem Bereich des Nordfelds zu erwartenden geomechanischen Beanspruchungen keine großräumige Definition eines Einlagerungsbereichs zu, so dass - wenn überhaupt - dort nur eine engräumige Abdichtungsanordnung im nahen Umfeld der beiden Einlagerungsstrecken in Frage käme. Die für diese Möglichkeit zu betrachtenden Abdichtungslokationen sind in Abbildung 6 hellgrün markiert.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 23 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	
						Stand:29.06.2012

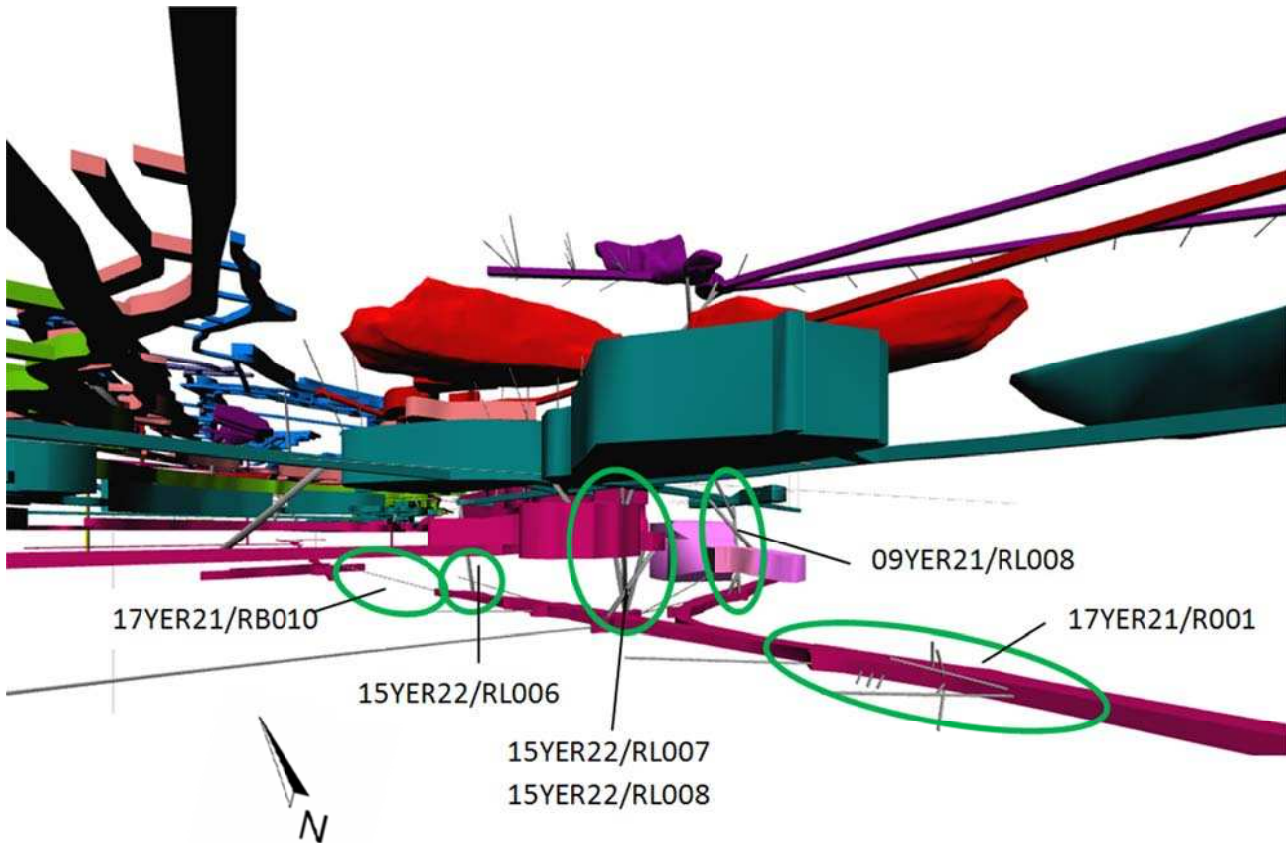


Abb. 6: Zu betrachtende Abdichtungslokationen für einen Einlagerungsbereich Nordfeld.

Es handelt sich dabei im Einzelnen um:

- Lokation 1: Erkundungsbohrung UT VI/59 (17YER21/RB010)
- Lokation 2: Rollloch (15YER22/RL006)
- Lokation 3: Rolllochsystem 4 (15YER22/RL007 und 008)
- Lokation 4: Rolllochsystem Abbau 5 (09YER21/RL008)
- Lokation 5: Strecke 17YER21/R001

Der nachfolgende Abschnitt betrachtet die aufgezählten Lokationen gesondert und es wird bewertet, ob sich dort technische Maßnahmen realisieren ließen, deren hydraulische Wirksamkeit in den Langzeitsicherheitsanalysen belastet werden könnten.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 24 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

4.2 KRITERIEN FÜR DIE AUSWAHL VON ABDICHTUNGSLOKATIONEN

Bei der Auswahl der Abdichtungslokationen kommen entsprechend der Anforderungen aus dem Stilllegungskonzept (Gewährleistung eines quantifizierbaren hydraulischen Widerstands) die folgenden Kriterien zur Anwendung [BfS (2007)]:

- Im Hinblick auf die technische Realisierbarkeit sollen die Abdichtungen grundsätzlich in streckenähnlichen Grubenbauen errichtet werden.
- Zur Vermeidung von Umläufigkeiten durch Umlösungen sind die Abdichtungen nach Möglichkeit in Strecken zu errichten, die sich im Steinsalz befinden.
- Um großräumige Auflockerungen ausschließen zu können, dürfen sich keine großen Abbaue in der Nähe der Abdichtungsstandorte befinden.
- Die Wahrscheinlichkeit, dass bisher nicht erfasste Bohrungen vorhanden sind, muss klein sein.

Bei Einhaltung der Kriterien kann davon ausgegangen werden, dass sich ein Abdichtungsbauwerk realisieren lässt, dessen hydraulische Wirksamkeit in den Langzeitsicherheitsanalysen belastet werden darf.

4.3 PRÜFUNG VON TECHNISCHEN MAßNAHMEN

Im Folgenden wird auf Grundlage der in Kapitel 4.2 aufgeführten Kriterien erläutert, welche Maßnahmen für die Planung und den Bau von Abdichtungen im Bereich der Einlagerungsgrubenbaue des Nordfelds erforderlich wären und es wird bewertet, ob dadurch ein langfristiger und nachweislich belastbarer Sicherheitsgewinn dadurch werden kann.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 25 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

4.3.1 Lokation 1: Erkundungsbohrung 17YER21/RB010

Die Bohrung 17YER21/RB010 wurde 1959 gestoßen (s. Anhang 1). Ihre Zielstellung konnte nicht eindeutig geklärt werden. Es ist jedoch denkbar, dass mit der Bohrung ein Aufschluss bis zur südlichen Richtstrecke (17YKA81/R001) des nördlich angrenzenden Grubenteils Marie erfolgen sollte. In der südlichen Richtstrecke ist die Bohrung jedoch nicht auffindbar. Es ist somit davon auszugehen, dass die Zielstellung zwar verfehlt wurde, eine hydraulische Verbindung aber trotzdem bestehen kann, wenn die Bohrung bis in die Nähe der südlichen Richtstrecke verläuft. Da sich der Bohransatzpunkt in dem Einlagerungsgrubenbau 17YER21/R020 befindet, sind eine Untersuchung dieses Sachverhalts und die nachweisliche Abdichtung der Bohrung nicht möglich, ohne dass der Einlagerungsgrubenbau betreten und damit Personal einer zusätzlichen Strahlenbelastung ausgesetzt würde.



Abb. 7: Detaildarstellung Lokation 1 (17YER21/RB010).

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 26 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

4.3.2 Lokation 2: Rolloch 15YER22/RL006

Das Rolloch 15YER22/RL006 verbindet den Einlagerungsgrubenbau 17YER21/R020 mit der 2. Nördlichen Richtstrecke auf der 3. Sohle (15YER22/R001). Das Rolloch ist abgedeckt, um die wettertechnische Verbindung und einen möglichen Zugang zum Kontrollbereich zu unterbinden. Für die Planung und Errichtung eines Abdichtungsbauwerks müssten auch hier Maßnahmen ergriffen werden, bei denen eine zusätzliche Strahlenbelastung des Personals nicht ausgeschlossen werden kann.

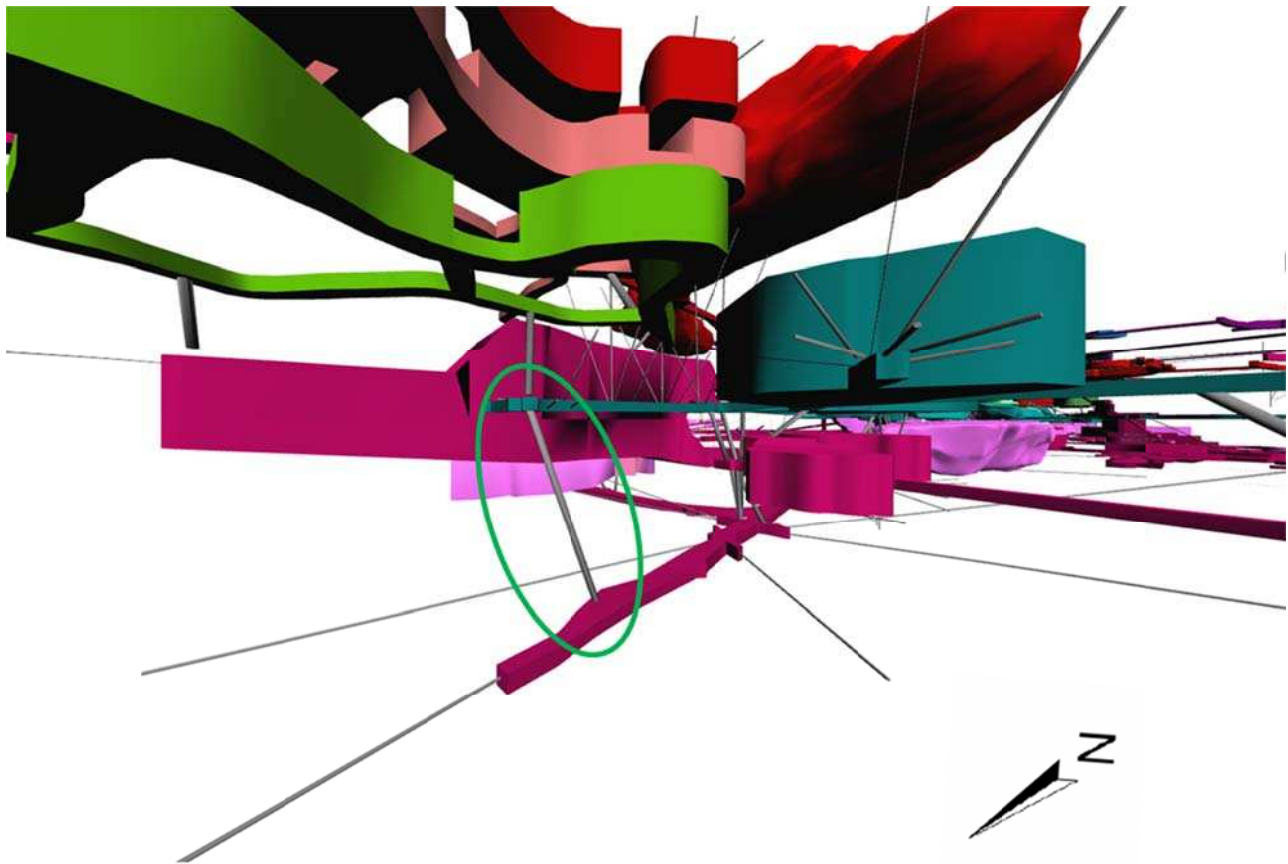


Abb. 8: Detaildarstellung Lokation 2 (15YER22/RL006).

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 27 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

4.3.3 Lokation 3: Rollochsystem 15YER22/RL007 und 008

Das Rollochsystem 4 (15YER22/RL008) besteht aus mehreren einzelnen Rolllöchern (s. Abbildung 9), die unterschiedliche Neigungen aufweisen. Sie verbinden die 4. Sohle teilweise mit der 4a-Sohle und ebenfalls mit der 3. Sohle. Ein Teil des Rollochsystems dient als Fluchtweg zum Schacht Marie. Zur eindeutigen Klärung aller Zu- und Abgänge des gesamten Rollochsystems müssten derzeit nicht geplante Befahrungen durchgeführt werden. Zurzeit ist auch nicht geklärt, ob sich noch Rollochzugänge hinter der Abmauerung des Einlagerungsgrubenbaus befinden. Zur Klärung, ob sich das Rollochsystem in Gänze nachweislich abdichten ließe, wären umfangreiche Sicherungsarbeiten erforderlich, bei denen nicht ausgeschlossen werden kann, dass das Personal einer zusätzlichen Strahlenbelastung aus der Einlagerungsstrecke ausgesetzt wird. Für die Planung und den Bau einer Abdichtung müsste die Abmauerung des Streckenstummels im Bereich Einlagerungsbereiches Nordfeld zumindest teilweise zurückgebaut werden.

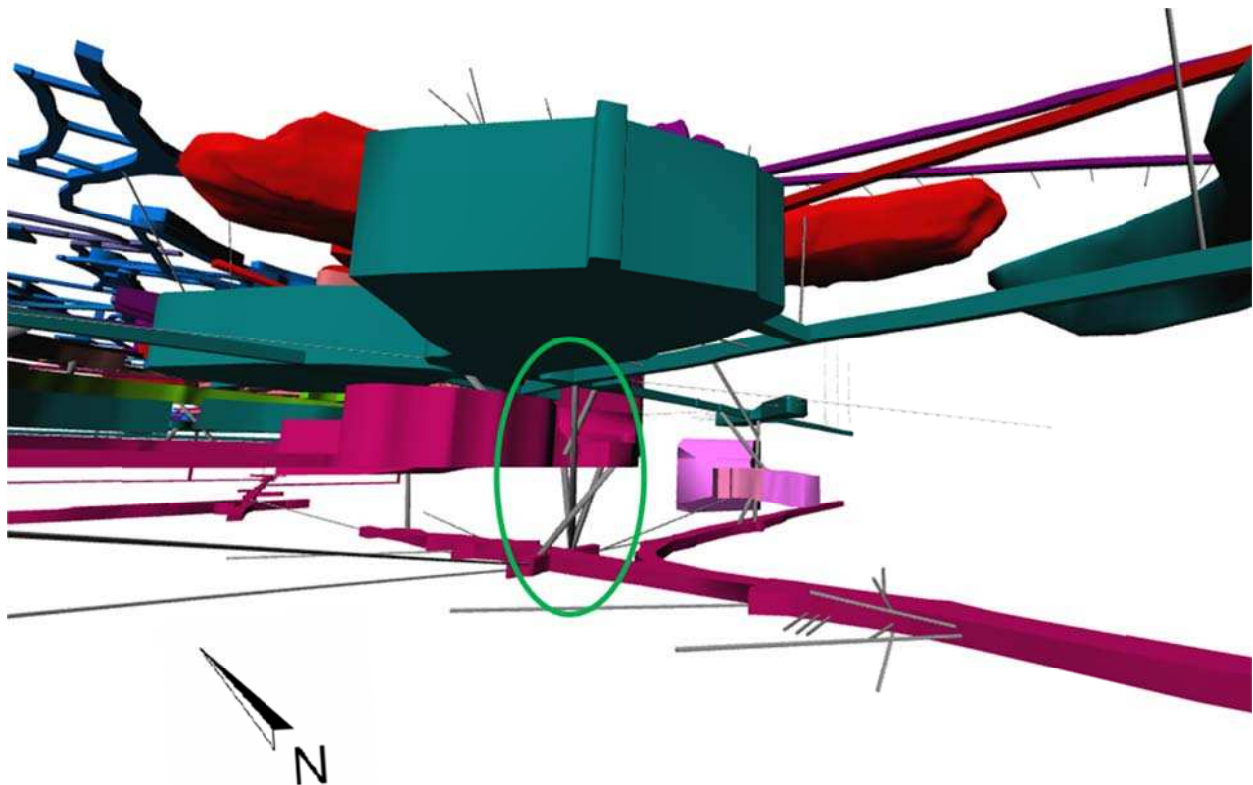


Abb. 9: Detaildarstellung Lokation 3 (15YER22/RL008).

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 28 von 50 Stand:29.06.2012	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

4.3.4 Lokation 4: Rollochsystem Abbau 5 09YER21/RL008

Das Rollochsystem Abbau 5 (09YER21/RL008) hat mehrere Zugänge im östlichen Querschlag auf der 4. Sohle. Nach derzeitigem Kenntnisstand befinden sich zwei Anschlüsse westlich der vorhandenen Abmauerung und sind zugänglich. Über diese Anschlüsse werden die Wetter zur 3. Sohle geleitet. Ein weiterer Anschluss befindet sich östlich der Abmauerung und ist somit innerhalb des Einlagerungsgrubenbaus. Das dort angeschlossenen Rolloch ist geneigt und hat gemäß Risswerkangaben sowohl eine Verbindung zur 3. Sohle als auch zur 2. Sohle. Zur genaueren Erkundung der Gesamtsituation und den Bau einer Abdichtung wäre eine Öffnung des Einlagerungsgrubenbaus erforderlich, was eine zusätzliche Strahlenexposition des dabei zum Einsatz kommenden Personals zur Folge hätte.

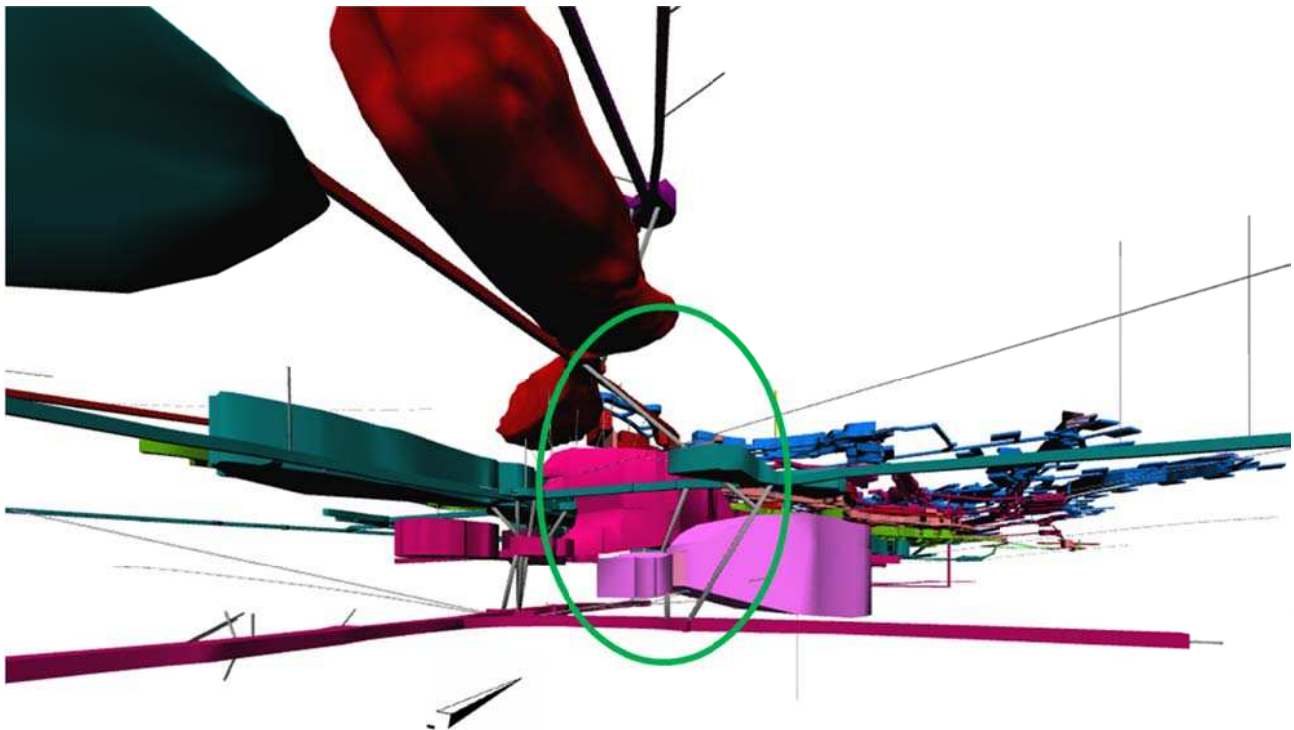


Abb. 10: Detaildarstellung Lokation 4 (09YER21/RL008).

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 29 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

4.3.5 Lokation 5: Nordstrecke 17YER21/R001

Die Nordstrecke bildet eine mehrere hundert Meter lange Verbindung zwischen dem Nordfeld und dem südlich gelegenen Zentralteil. In ihrem nördlichen Teil ist teilweise Anhydrit aufgeschlossen worden. In dem Streckenkreuz zwischen Nordstrecke und östlichem Querschlag ist der Bau einer temporären Abdichtung geplant. Diese Abdichtung verhindert während der Betriebsphase den möglichen Kontakt des auf der 4. Sohle tätigen Personals mit potenziell kontaminierter Überschusslösung infolge der Verfüllung der oberhalb der Einlagerungsgrubenbaue gelegenen Abbaue. Die Lokation der temporären Abdichtung liegt im Steinsalz. Die Nordstrecke ist durchgängig bis zu den Abmauerungen der Einlagerungsgrubenbaue befahrbar. Grundsätzlich wäre in dieser Strecke der Bau einer dauerhaften Abdichtung realisierbar. Jedoch müsste dann der Einfluss des angrenzenden Anhydrit (Umläufigkeiten über möglicherweise vorhandene Kluftsysteme) und im weiter südlich gelegenen Bereich der Einfluss von großen Abbauen auf den oberhalb liegenden Sohlen berücksichtigt werden.

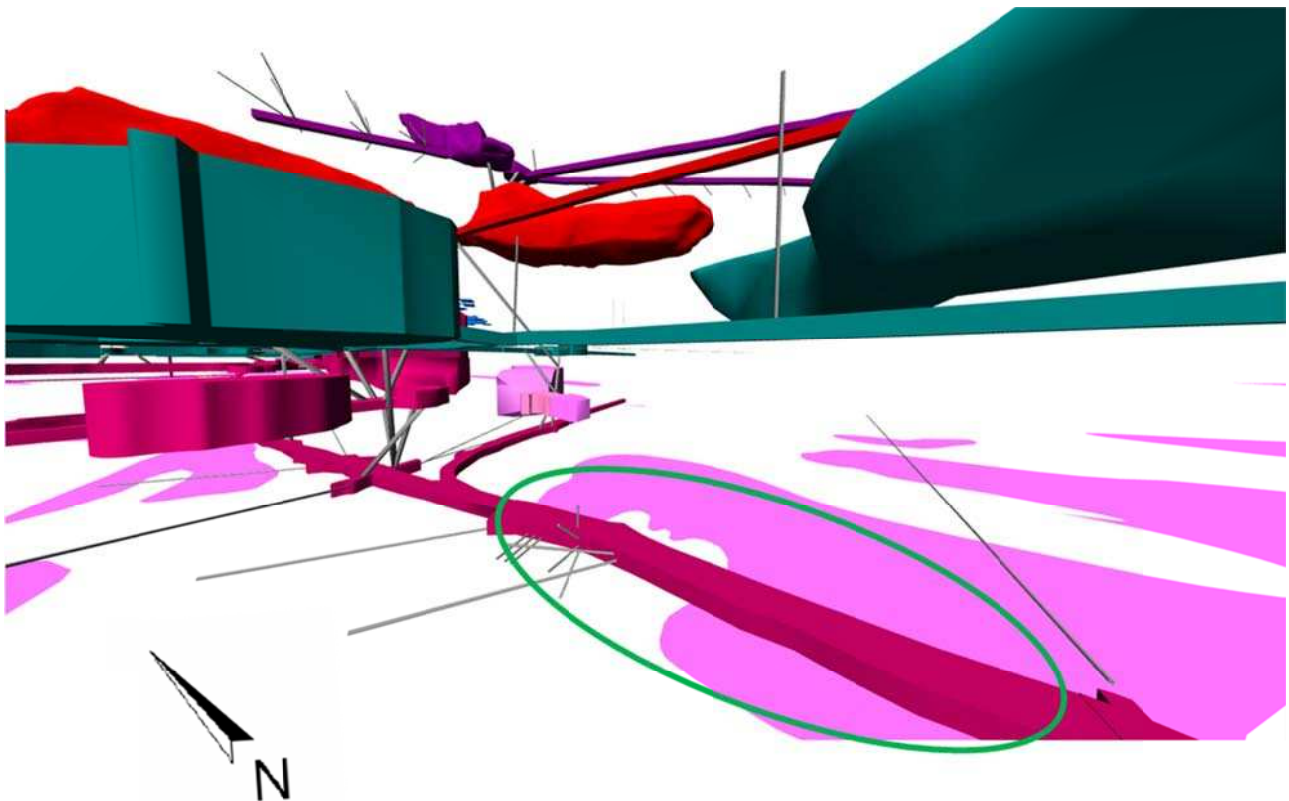


Abb. 11: Detaildarstellung Lokation 5 (17YER21/R001).

4.3.6 Bewertung der technischen Realisierbarkeit

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Einschätzungen zum Zustand der zu betrachtenden Abdichtungslokalationen zeigen, dass auf der Basis aktueller Erkenntnisse die Errichtung und Wirksamkeit von Abdichtungselementen zur Abdichtung des Einlagerungsbereichs Nordfeld nicht uneingeschränkt als machbar und damit belastbar im Langzeitsicherheitsnachweis angesehen werden können. Für einen notwendigen Erkenntniszuwachs wären umfangreiche bergbauliche Sicherungsmaßnahmen im Vorhinein erforderlich, die zunächst eine Befahrung der

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 30 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

Lokationen mit anschließender Erkundung der geometrischen, geologischen und geotechnischen Randbedingungen ermöglichten. Dazu müssten die Verschlüsse zu den Einlagerungsgrubenbauen geöffnet und die Grubenbaue selbst betreten werden, was mit einer Strahlenbelastung des dabei tätigen Personals verbunden wäre. Solche Maßnahmen sind deshalb aus Sicht des BfS nicht zulässig.

Derartige Untersuchungen würden aus allgemeiner Sicht des BfS ohnehin zu dem Resultat führen, dass sich zusätzlich zu der ohnehin geplanten Vollverfüllung der angrenzenden Grubenbaue mit Salzbeton noch Maßnahmen wie z. B. Injektionen ergreifen ließen. Eine Abdichtungswirkung dieser Maßnahmen, die dann auch in Langzeitsicherheitsanalysen belastet werden könnte, wäre jedoch nicht nachzuweisen, geschweige denn zu gewährleisten. Daher wurde die Entscheidung getroffen, die an die Einlagerungsgrubenbaue des Nordfelds angrenzenden Grubenbaue vollständig mit Salzbeton zu verfüllen und dadurch einen, wenn auch nicht nachweisbaren, hydraulischen Widerstand zu schaffen.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 31 von 50 Stand:29.06.2012	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

5 MODELLIERUNG IN DEN LANGZEITSICHERHEITSANALYSEN

Die Langzeitsicherheitsanalysen wurden auf Basis von festgelegten Basisdatensätzen von zwei unabhängigen Bearbeitergruppen mit zwei unterschiedlichen Rechenmodellen und zwei unterschiedlichen Programmen (EMOS und PROSA) durchgeführt. Die Vorgehensweise sichert die Erkenntnisse, die sich aus den Langzeitsicherheitsanalysen gewinnen lassen, zusätzlich ab.

Aufgrund der Einschätzung, dass sich der Einlagerungsbereich Nordfeld nicht nachweislich abdichten lässt und aufgrund des dort vorhandenen, geringen Inventars (s. Kapitel 2.2) wurde festgelegt, in den Langzeitsicherheitsanalysen für die im Nordfeld eingelagerten Abfälle keine relevante Verzögerungswirkung im Grubengebäude anzusetzen. Gleichwohl wurde im Rahmen von Szenarien untersucht, welche Effekte eine hydraulische Wirksamkeit von angrenzenden, vollverfüllten Grubenbauen mit Salzbeton haben kann.

Die nachfolgenden Abschnitte diskutieren die unterschiedlichen, in den Langzeitsicherheitsanalysen verwendeten Ansätze und beschreiben die daraus resultierenden Erkenntnisse.

5.1 BETRACHTETE SZENARIEN FÜR DAS NORDFELD

Bei der Interpretation der Ergebnisse aus den Langzeitsicherheitsanalysen hat sich mehrfach gezeigt, dass einzelne Prozesse gesondert zu untersuchen sind, da ihr Einfluss auf das Gesamtsystem nicht immer im Vorhinein eindeutig abgeschätzt werden kann. So wurden auch für das Nordfeld gezielte Untersuchungen durchgeführt, die einerseits den Beitrag des Inventars im nicht abgedichteten Nordfeld zur berechneten Strahlenexposition bewerten und andererseits den Einfluss einer nicht auszuschließenden Abdichtungswirkung der geplanten Verfüllmaßnahmen quantifizieren. Aus den Betrachtungen lassen sich Rückschlüsse auf die Erfordernis einer nachweislichen Abdichtung des Nordfelds ziehen und man kann abwägen, ob Aufwand und Nutzen bei den dazu erforderlichen Maßnahmen in einem akzeptablen Verhältnis stehen.

- Sehr früher Zeitpunkt für das Auffüllen der Restgrube mit Lösung

Das Szenario geht davon aus, dass das Grubengebäude sofort nach Abschluss der Stilllegungsarbeiten (instantan) mit Lösung gefüllt ist. Die Radionuklide aus dem nicht abgedichteten Einlagerungsbereich Nordfeld gehen sehr schnell in Lösung und werden durch die entstehenden Korrosionsgase verhältnismäßig schnell ausgepresst. Beide Prozesse zusammen führen zu einer frühen Strahlenexposition durch Radionuklide aus dem nicht abgedichteten Einlagerungsbereich Nordfeld. Die maximale, berechnete Strahlenexposition bleibt jedoch auch bei diesem theoretischen respektive „konstruierten“ Fall etwa eine Größenordnung unter dem Maximum des Referenzfalls in den Langzeitsicherheitsanalysen.

- Zeitpunkt des Beginns der Gasentwicklung

In dem nicht abgedichteten Einlagerungsbereich Nordfeld wird der Beginn der Gasproduktion im Modell erst zum Zeitpunkt der vollständigen Auffüllung der Restgrube mit Lösung angenommen. Dadurch kommt es unmittelbar nach diesem Zeitpunkt zu einer relativ hohen, durch Gasspeicherung bedingten Freisetzung von kontaminierter Lösung aus den nicht abgedichteten Einlagerungsbereichen. In der Realität hat die Gasproduktion aber bereits vor dem vollständigen Auffüllen der Grube mit Lösung begonnen und wird sich auch weiterhin fortsetzen. Im Fall, dass die Grube tatsächlich mit Lösung volllaufen sollte, wird bereits ein Großteil der Gasbildung vorher

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 32 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

erfolgt sein und somit nicht mehr als Antrieb für das Auspressen von Lösung aus dem Grubengebäude zur Verfügung stehen. Hinsichtlich dieser „realitätsnahen“ Betrachtung wirken sich Abdichtungen, die die Gasfreisetzung behindern, sogar nachteilig aus.

- Freisetzung über die Grube Marie

In diesem Szenario bilden die langen Nordstrecken zwischen dem Nordfeld und dem Zentralteil einen hydraulischen Widerstand, obwohl sie nicht als Abdichtung konzipiert werden. Die Berechnungen zeigen eine gegenüber dem Referenzfall leicht erhöhte Freisetzung, weil der zur Verfügung stehende Mischungsbereich ein kleineres Volumen aufweist und sich die Migrationspfade in die Biosphäre im Mittel verkürzen (Austrag über den Zentralteil entfällt).

- Gasbildung/Gasspeicherung ohne Einfluss auf den Radionuklidtransport

Wird bei den Berechnungen der Einfluss der Gasbildung vernachlässigt, entfällt der Beitrag aus dem Nordfeld zur Freisetzung in der Frühphase.

Ähnlich verhält sich das Modell, wenn kein Gasspeichervolumen innerhalb des Einlagerungsbereichs Nordfeld zur Verfügung steht. Der ausgepresste Volumenstrom wird dann ausschließlich durch die Konvergenz des Salzgebirges angetrieben.

- Bewertung mit Hilfe des Toxizitätsindikators

Das Gefährdungspotenzial der Radionuklide in den eingelagerten Abfällen lässt sich durch einen Toxizitätsindikator TI charakterisieren, der sich aus dem Radionuklidinventar und den Dosiskoeffizienten der einzelnen Radionuklide (für Ingestion) ergibt. Die Dosiskoeffizienten gewichten die Auswirkungen der verschiedenen Radionuklide bei einer hypothetischen Aufnahme durch den Menschen mit der Nahrung. Der Toxizitätsindikator TI quantifiziert lediglich das Gefährdungspotenzial der Radionuklide in den Abfällen und bewertet die Verringerung des Inventars durch radioaktiven Zerfall. Er berücksichtigt nicht die Einschlussfunktion des Endlagers, d. h. die Wirksamkeit dessen Barrierensystems. Den zeitlichen Verlauf der Toxizitätsindikatoren der Abfälle in den einzelnen Einlagerungsbereichen veranschaulicht Abbildung 12.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 33 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	Stand:29.06.2012

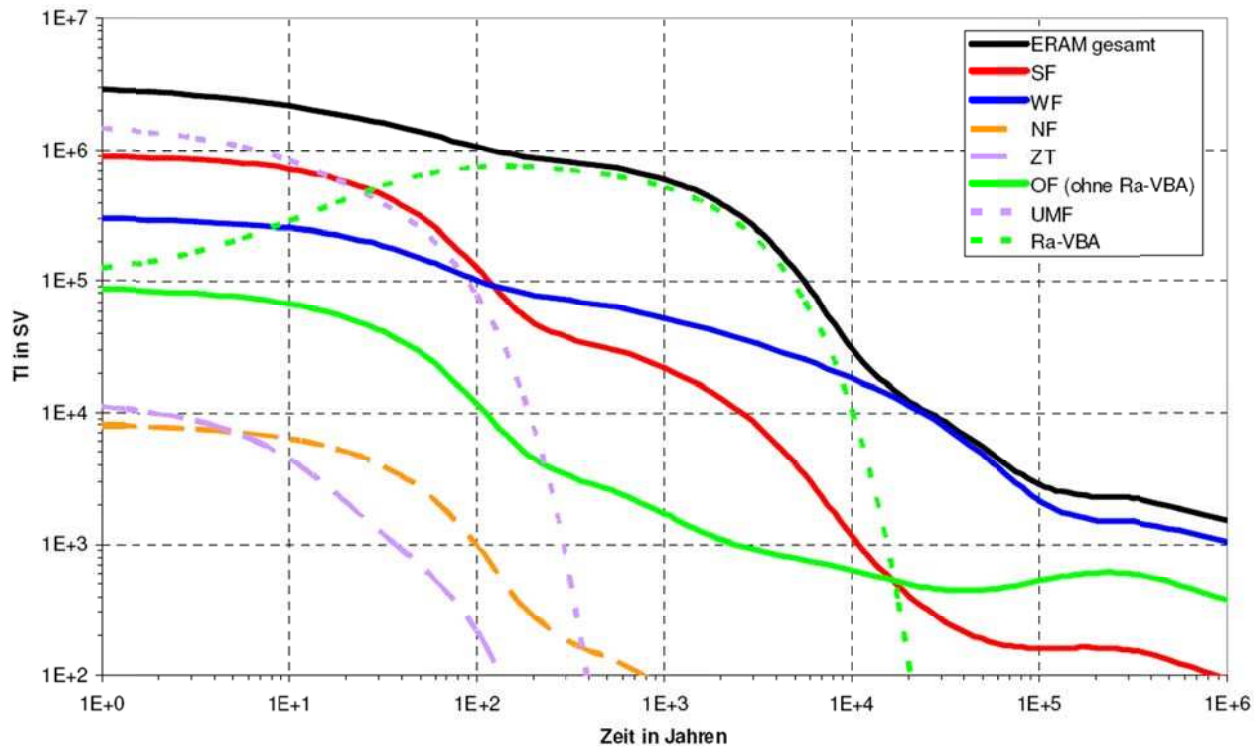


Abb. 12: Toxizitätsindikator TI der in den einzelnen ELB eingelagerten Abfälle als Funktion der Zeit.

Das anfängliche Radiotoxizitätsinventar im Nordfeld beträgt $8,1 \cdot 10^3$ Sv und hat damit nur einen geringen, mit der Zeit noch abnehmenden Anteil an der insgesamt im Endlager eingelagerten Toxizität.

Eine spezielle Betrachtung der Inventare der Restgrube (nicht abgedichtete Bereiche Nordfeld und Zentralteil) veranschaulicht (Abbildung 13). Auch ohne zusätzliche Abdichtung der Einlagerungsbereiche Nordfeld und Zentralteil sowie bei angenommener instantaner Mobilisierung der Radionuklide zum Zeitpunkt der Auffüllung der Restgrube mit Lösung besitzt das Endlagersystem eine ausreichende Barrierenwirkung. Die Freisetzung von Radionukliden beginnt auch ohne zusätzliche Abdichtmaßnahmen im Nordfeld erst nach etwa 8.000 Jahren. Sie betrifft zudem nur noch den hunderttausendsten Teil der anfänglich im Nordfeld und im Zentralteil vorhandenen Radiotoxizität. Eine weitere Verdünnung des Schadstoffstroms in der Biosphäre ist dabei noch nicht berücksichtigt.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 34 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

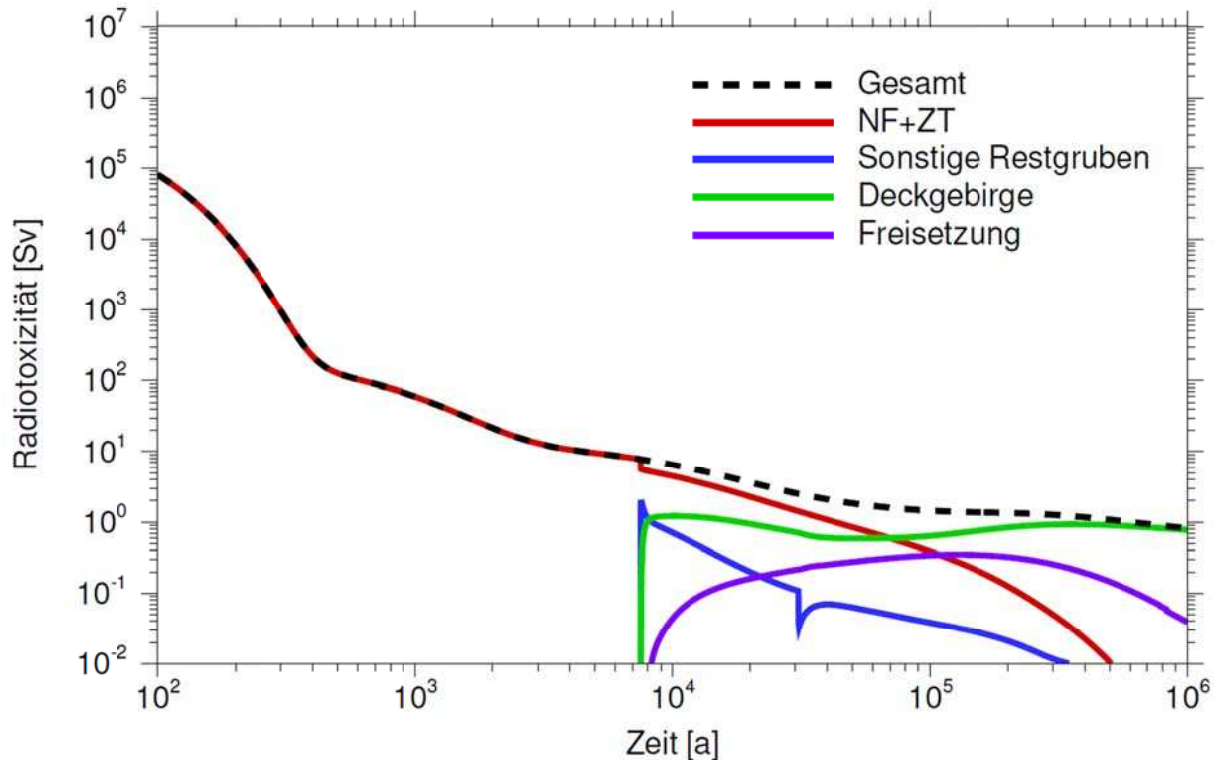


Abb. 13: Zeitliche Entwicklung der Radiotoxizitätsverteilung des ERAM unter alleiniger Berücksichtigung der Inventare der Restgrube [GRS (2009)].

- Freisetzung von C-14 über den Gaspfad

Die Bewertung der Freisetzung von C-14 über den Gaspfad in die Biosphäre zeigt, dass die mittlere C-14-Konzentration in der Luft durch die Freisetzung aus dem Endlager um mehr als einen Faktor 30 unter der natürlichen Aktivitätskonzentration von C-14 liegt. Mit einer merklichen Erhöhung der Strahlenexposition ist infolgedessen nicht zu rechnen.

- Annahme einer möglichen Direktfreisetzung oberhalb des ELB NF

Innerhalb der Restgrube existieren mehrere potenzielle Zu- bzw. Austrittsorte für Lösungen in das respektive aus dem Grubengebäude. Der Referenzfall unterstellt einen einzigen Zutrittsort über dem stark durchbauten Zentralteil und das dort minimal zur Verfügung stehende Mischungsvolumen.

Speziell beim Nordfeld wurde ergänzend auch das Szenario der Direktfreisetzung untersucht. Dabei migrieren die Radionuklide direkt über die Steinsalzabbau oberhalb des Nordfelds bis zu den potenziell zutrittsgefährdeten Grubenbauen auf der 1. und 2. Sohle. Die Variante liefert keine wesentlichen neuen Erkenntnisse oder Ergebnisse und deckt eine Freisetzung über den Zentralteil oder das Grubenfeld Marie konservativ ab.

Die Untersuchung der speziell das Nordfeld betreffenden Szenarien lieferte aufschlussreiche Erkenntnisse, die das Systemverhalten des Modells besser verstehen ließen und dadurch die Zuverlässigkeit der Bewertung der Analysen bestärkten.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 35 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

5.2 STRAHLENEXPOSITION ÜBER DEN WASSERPFAD

Die Langzeitsicherheitsanalysen untersuchen als ein wesentliches Szenario die sogenannte „gestörte Entwicklung“. Sie unterstellt einen Flüssigkeitszutritt über die in den Szenarienanalysen identifizierten potenziell zutrittsgefährdeten Grubenbaue, in dessen Folge sich das Grubengebäude mit Lösung füllt. Vom Zeitpunkt, zu dem ein solcher Lösungszutritt unterstellt wird, hängt infolge der ablaufenden Konvergenzprozesse das dann noch in der Grube zur Verfügung stehende Hohlraumvolumen ab. In Abhängigkeit von der Zutrittsrate lassen sich unterschiedliche Volllaufdauern ermitteln. Die Berechnungen nehmen als wahrscheinliche Dauer im Referenzfall einen Zeitraum von 7.500 Jahren an, welcher im Rahmen der probabilistischen Betrachtungen in einer Bandbreite von 1.500 bis 25.000 Jahren variiert wird. Abbildung 14 zeigt beispielhaft die Ergebnisse aus den Langzeitsicherheitsanalysen mit dem Rechenmodell PROSA für den untersuchten Referenzfall. Darin ist das erste relative Maximum der berechneten Strahlenexpositionen von $8 \cdot 10^{-4}$ mSv/a nach ca. 9.000 Jahren deutlich zu erkennen. Es wird hauptsächlich durch das Inventar des nicht abgedichteten Einlagerungsbereichs des Nordfelds bestimmt (siehe hierzu auch Kapitel 5.1).

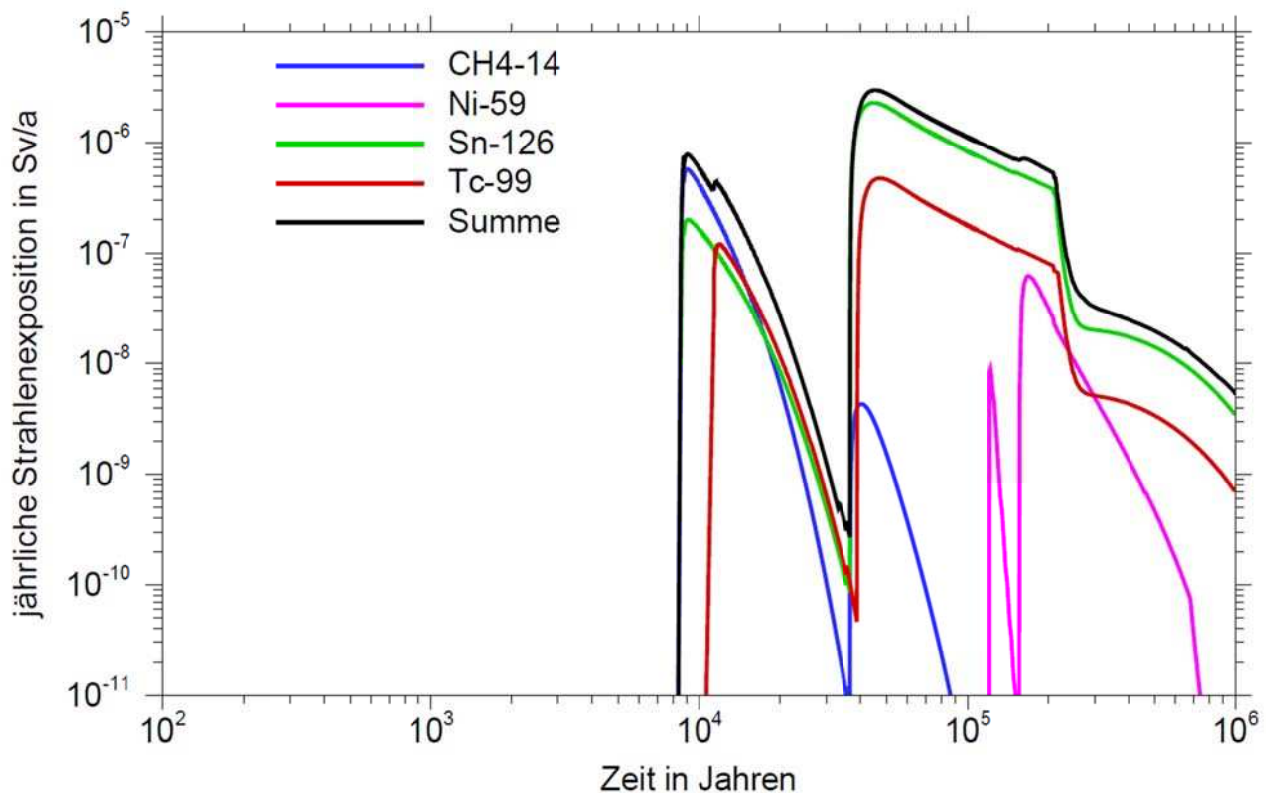


Abb. 14: Strahlenexposition infolge Radionuklidausbreitung über den Wasserpfad (PROSA).

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 36 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

5.3 ERGEBNISSE DER PROBABILISTISCHEN MODELLRECHNUNGEN

Die Auswirkungen der Streubreiten und Ungewissheiten von Eingangsparametern und somit die Variabilität der möglichen Entwicklung des Endlagersystems wurden mit probabilistischen Modellrechnungen untersucht.

Speziell bei den Untersuchungen zum Erfordernis einer Abdichtwirkung für den Einlagerungsbereich Nordfeld sind dabei die Betrachtungen zum Einfluss der Gasentwicklung und –ausbreitung von Bedeutung. Die Berechnungen mit dem Rechenprogramm PROSA unterscheiden dazu drei Fälle:

- Fall „oo“: ohne Gaspolster, ohne Gasfluss
- Fall „mo“: mit Gaspolster, ohne Gasfluss
- Fall „mm“: mit Gaspolster, mit Gasfluss

5.3.1 Fall „oo“

Neben dem Maximalwert der Exposition, welcher bei der Betrachtung des Nordfelds eher als irrelevant einzustufen ist, spielt auch der Zeitpunkt seines Auftretens bei der Bewertung der Ergebnisse eine wichtige Rolle. Die Verteilung der Zeitpunkte von 2.000 Realisationen, zu denen die höchste Exposition auftritt erlaubt wichtige Schlüsse zur Dynamik des gesamten Systems, insbesondere zur Bedeutung der Abdichtsysteme.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 37 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

Fall „ohne Gaspolster“, 2'000 Realisierungen

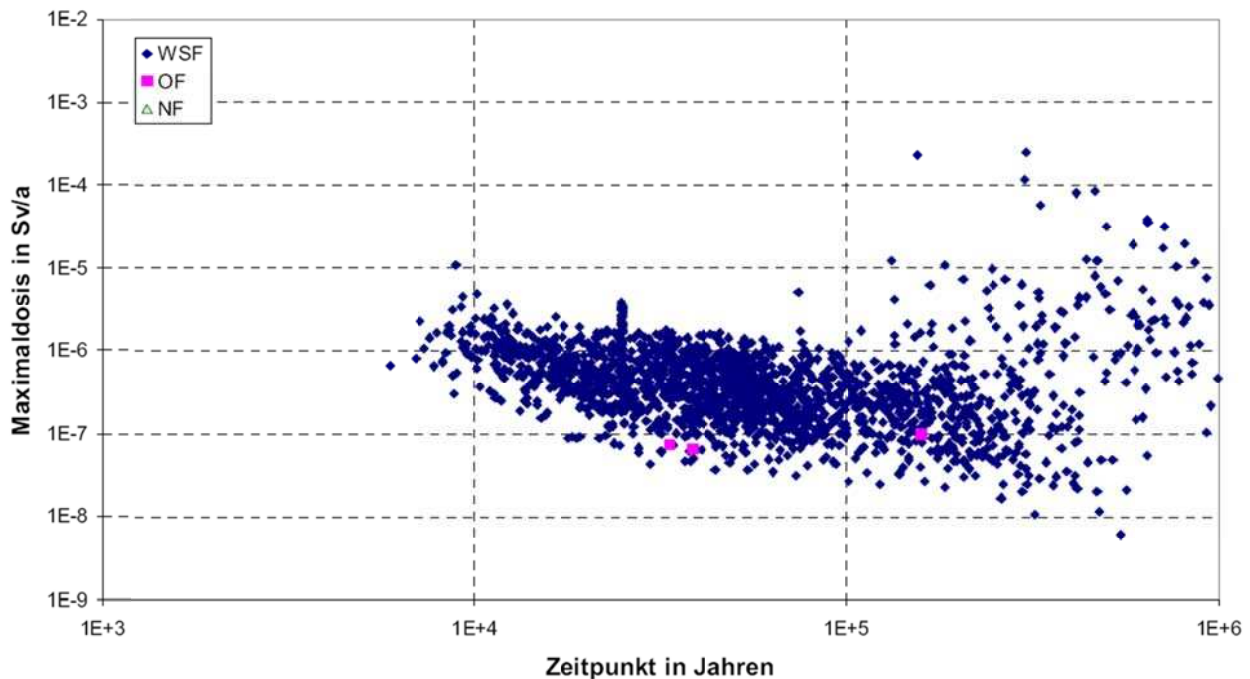


Abb. 15: Zeitpunkt und Wert der Maximaldosis für den Fall „oo“.

Für den Fall „oo“ zeigt sich, wie auch schon bei den Ausführungen zu den untersuchten Szenarien in Kapitel 5.1 erläutert, dass das Nordfeld in keinem der betrachteten Fälle die Maximaldosis bestimmt (s. Abbildung 15). Die Aussage gilt, obwohl bei der Untersuchung keine Abdichtungsmaßnahmen im Nordfeld vorausgesetzt wurden.

5.3.2 Fälle „mo“ / „mm“

Bei den Betrachtungen mit Berücksichtigung eines Gaspolsters im Einlagerungsbereich aber ohne Gasfluss (Fall „mo“), zeigt sich in zahlreichen der 2.000 Realisationen, dass der nicht abgedichtete Einlagerungsbereich Nordfeld dosisdominierend ist (s. Abbildung 16). Die zugehörigen Maxima werden ab ca. 2.000 Jahre nach Volllaufen der Grube erreicht. Der Grund dafür ist, dass nun die Gasbildung als zusätzliche treibende Kraft eine erhöhte Auspressung radionuklidhaltiger Lösung aus dem Einlagerungsbereich des Nordfeldes bewirkt. Speziell hier bildet sich in relativ kurzer Zeit eine im Verhältnis zum Volumen des Einlagerungsbereichs besonders hohe Gasmenge. Zudem beschleunigt die Gasbildung in der Restgrube zusätzlich den Transport durch Hutgestein und Deckgebirge, was ganz allgemein zu höheren Maximaldosen führt. Die Maximaldosis aus dem ELB NF bestimmt in den meisten Fällen ^{14}C (als gelöstes $^{14}\text{CH}_4$). Durch den ELB NF induzierte Maxima treten zu relativ frühen Zeiten, d.h. bis etwa 30.000 Jahre auf. Sie liegen aber stets unterhalb von 0,01 mSv/a.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld			
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 38 von 50 Stand:29.06.2012	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

Fall „mit Gaspolster, ohne Gasfluss“, 2'000 Realisierungen

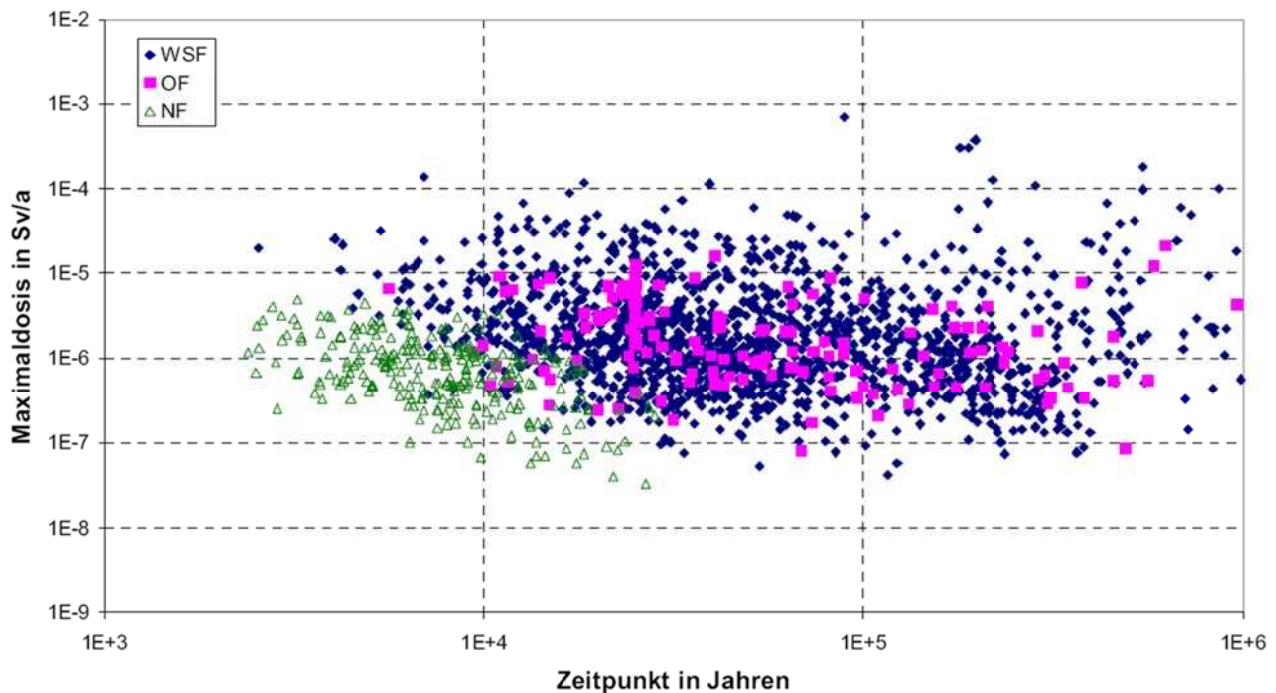


Abb. 16: Zeitpunkt und Wert der Maximaldosis für den Fall „mo“

Bei den Realisationen des Falls „mm“ ergeben sich niedrigere Dosiswerte als für den Fall „mo“. Durch das teilweise Entweichen von Gas aus den Einlagerungshohlräumen steht in diesen ein geringeres Gasvolumen zur Verfügung, welches radionuklidhaltige Lösung ausgepresst. Die Dosismaxima werden mit der gleichen Begründung in der Regel erst zu späteren Zeitpunkten als beim Fall „mo“ erreicht.

Aus den probabilistischen Betrachtungen lässt sich schlussfolgern, dass in den Fällen mit Gaspolster ^{14}C aus dem Nordfeld zwar das zweitwichtigste Radionuklid nach ^{126}Sn aus dem West-Südfeld darstellt. Die eigentlich maßgebenden, durch das Nordfeld bestimmten Dosismaxima aber sämtliche unterhalb von 0,01 mSv/a liegen und folglich ihre Bedeutung insgesamt gering ist. Dies belegt auch eine allgemeine Betrachtung der Fälle mit den höchsten Maximaldosen (s. Abbildung 17). Hier taucht das Nordfeld erst gar nicht auf.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	
						Seite: 39 von 50
						Stand:29.06.2012

Fall „mit Gaspolster, ohne Gasfluss“, 2'000 Realisierungen,
die 100 Realisierungen mit den höchsten Dosisbeiträgen

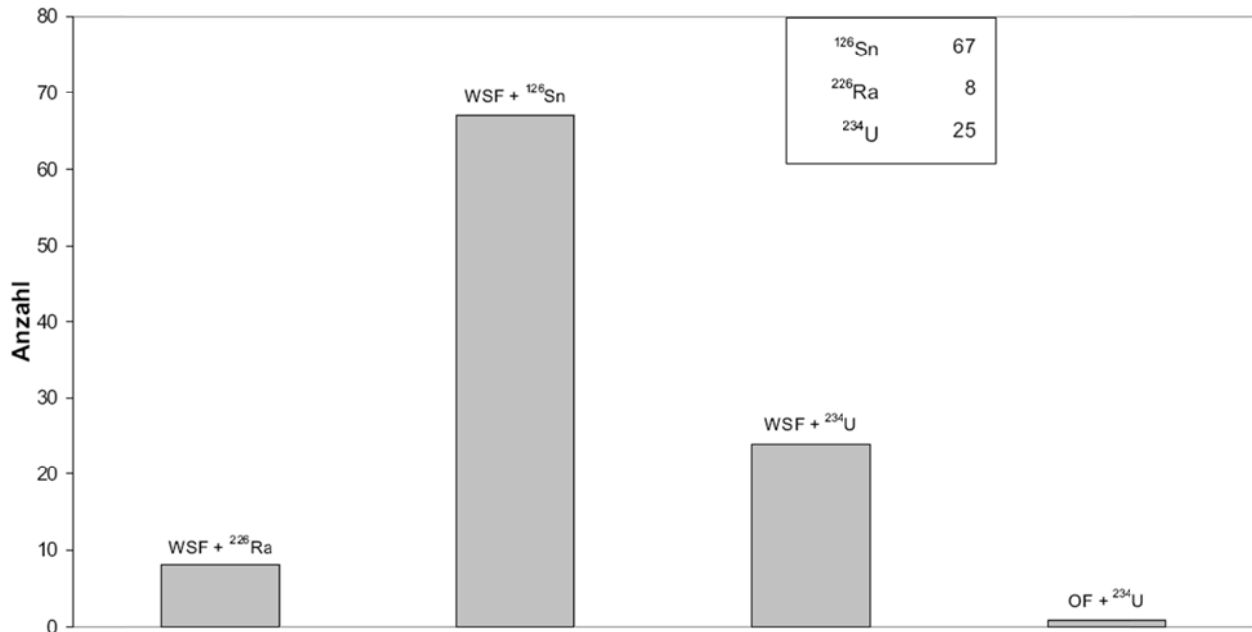


Abb. 17: Dominierende Kombination von Einlagerungsbereich und Radionuklid für den Fall „mo“.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 40 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

6 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Aus den durchgeführten Untersuchungen lässt sich schlussfolgern, dass die Planung und Errichtung von nachweislich funktionstüchtigen Abdichtungsbauwerken im Einlagerungsbereich des Nordfeldes das Betreten der Einlagerungsgrubenbaue bedingt und damit zu einer Strahlenexposition des Personals führt. Anhand der Langzeitsicherheitsanalysen konnte jedoch gezeigt werden, dass die Dosisbeiträge des Nordfelds in jedem Fall so gering sind, dass der zusätzliche Bau von Abdichtungen mit einem nachweisbaren hydraulischen Widerstand nicht erforderlich und auch nicht sinnvoll ist. Vielmehr zeigte sich indirekt sogar, dass eine Abdichtung des Nordfeldes gegebenenfalls (mittelbar über die Gasbildung) zu einer Erhöhung der - wenn auch niedrigen - Dosisbeiträge aus dem Nordfeld führen kann.

Aus Sicht des BfS ist es daher unter Einhaltung der Vorgaben der Strahlenschutzverordnung nicht zulässig, für die Erkundung und den möglichen Bau von Abdichtungen das Personal einer Strahlenbelastung auszusetzen, ohne dass sich dadurch eine Verbesserung der Langzeitsicherheit des Endlagersystems erreichen lässt.

 Bundesamt für Strahlenschutz				- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld		
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 41 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

LITERATURVERZEICHNIS

AFC (2009): Nachweis der radiologischen Langzeitsicherheit für das verfüllte und verschlossene Endlager: eine Übersicht. Stand: 30.06.2009

BFS (2007): Verfüllen von Strecken mit hohen Anforderungen Konzept- und Systembeschreibung. Verfahrensunterlage G256 (9M 22310111) Stand: 14.03.2007

BGR (1999): Szenarienanalyse Geologische Langzeitbewertung und Ermittlung der Zuflußszenarien ohne technische Maßnahmen. Verfahrensunterlage P067 (9M 21244011) Stand: Juli 1999

BGR (2001): ERA Morsleben – Gebirgsmechanische Beurteilung der Integrität der Salzbarriere in der Schachanlage Bartensleben. Abschlussbericht, Stand 20.07.2001.

BGR (2002): Geowissenschaftliche Bewertung der Langzeitentwicklung sowie der Zufluss- und Austrittsszenarien nach Verfüllung des Endlagers. Abschlussbericht, Verfahrensunterlage P132 (9M 21244011) Stand: 30.04.2002

CPE (2009): Sicherheitsanalyse für das verfüllte und verschlossene Endlager mit dem Programm PROSA. Verfahrensunterlage P277 (9M23220021) Stand: März 2009

DBE (2005): Verfüllplan zur Stilllegung des ERAM nach vorgezogener Verfüllung von Grubenbauen des Zentralteils – Konzeptplanung -. Verfahrensunterlage P220 (9M 22341011) Stand: 15.12.2005

DBE (2006): Standsicherheits- und Integritätsnachweis des verfüllten Endlagers: Grubenteil Nordfeld. Verfahrensunterlage P234 (9M 22341021) Stand: 31.01.2006

DBE (2006a): Standsicherheits- und Integritätsnachweis des verfüllten Endlagers: Zentralteil Bartensleben. Verfahrensunterlage P243 (9M22341011) Stand: 24.02.2006

GRS (2009): Sicherheitsanalyse für das verfüllte und verschlossene Endlager mit dem Programmpaket EMOS. Verfahrensunterlage P278 (9M 23210051) Stand: März 2009



Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 42 von 50 Stand: 29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

ANHANG

Anhang 1: Auszug aus dem Bohrkataster (Bohrung 17YER21/RB010)

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
9M			17YER21	RB010		H	MA	0001	01

Bohrkataster Morsleben

Nummer:	5	Name:	UT VI/59	Bohrjahr:	1959
Dokumentationsnummer:	17YER21/RB010			Stand:	12/2001

Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert: 4438705,00	
Hochwert: 5788936,00	
Höhe: -372,00 m NN	m NN

Grube:	Bartensleben
Sohle:	-372 m NN
Feld:	Nordfeld
Dok.-Nr. Grubenbau:	17YER21/R020
Grubenbau:	Nordstrecke vor Ort, Richtung 500 m - Sohle Marie

Blattnummer Rißwerk:	20.3.	Schichtenverzeichnis:	Nein	Vermessung:	Nein
----------------------	-------	-----------------------	------	-------------	------

Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung: Gon	Nordwest
Neigung: Gon	

Lösung angetroffen:	Nein ☐ ☐ ☐ m
Gas angetroffen:	Nein ☐ ☐ ☐ m

Bohranlage:	nicht bekannt
Bohrart:	nicht bekannt
Spülung:	nicht bekannt
Bohrverfahren:	nicht bekannt

erbohrte Länge:	120 m	Kernausbringen:	nicht bestimmt m	Kerngewinn:	nicht bestimm %
Durchmesser:	n.b. mm	Ausbau:	nicht bekannt	Verfüllung:	nicht bekannt

Erwähnung:	n.b.				
Karte:	Kartendarstellung Karten 6, 97 und 105 Altunterlagen (9M/17Y/HA/RA/4/0)				
gefundene Länge:	m	gefundener Durchmesser:	mm		
offen:	Nein	zugänglich:	Nein	Grund:	Bereich nicht zugänglich

n.b. -nicht bekannt

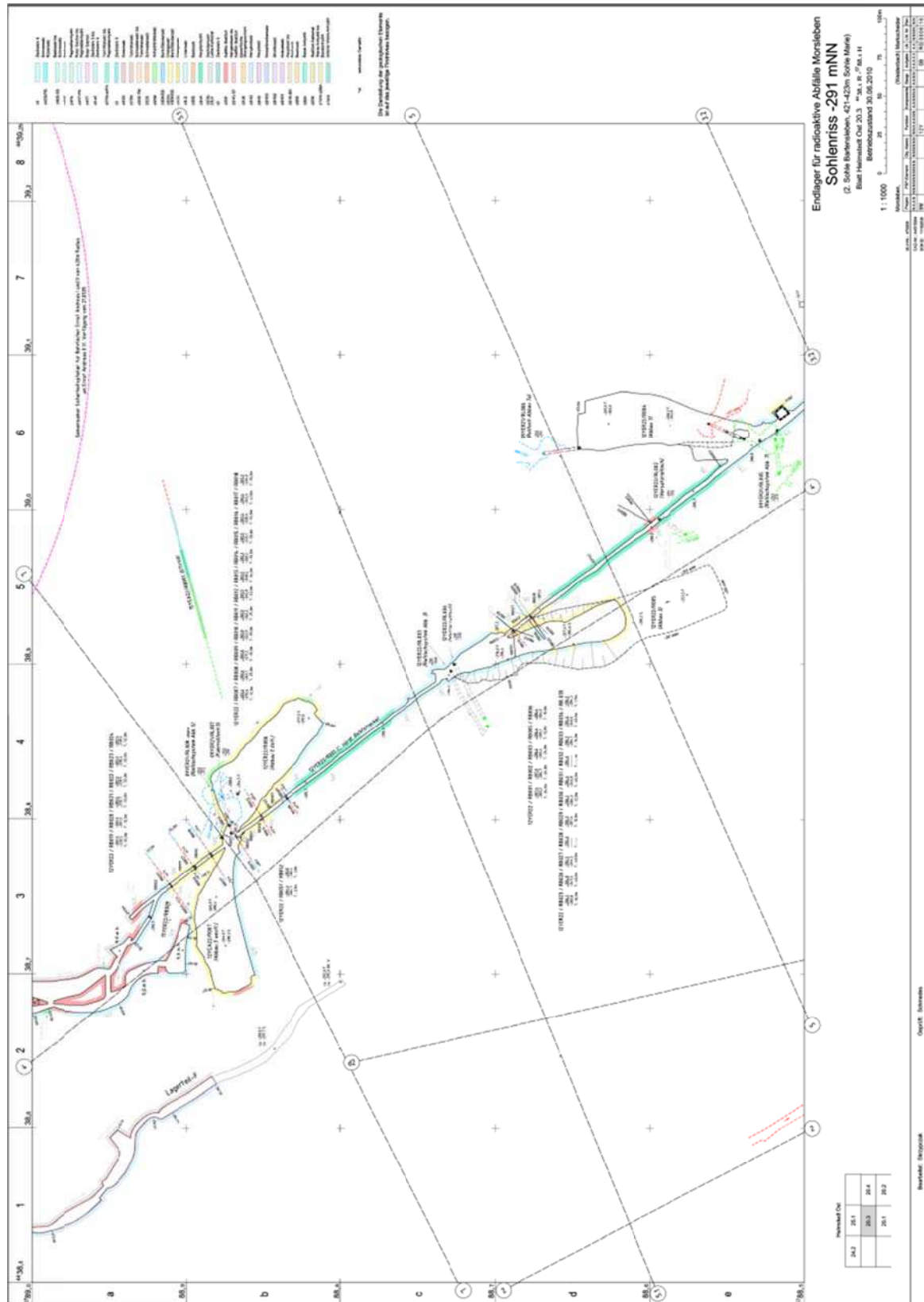


Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 43 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand:29.06.2012
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

Anhang 2: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -291 mNN



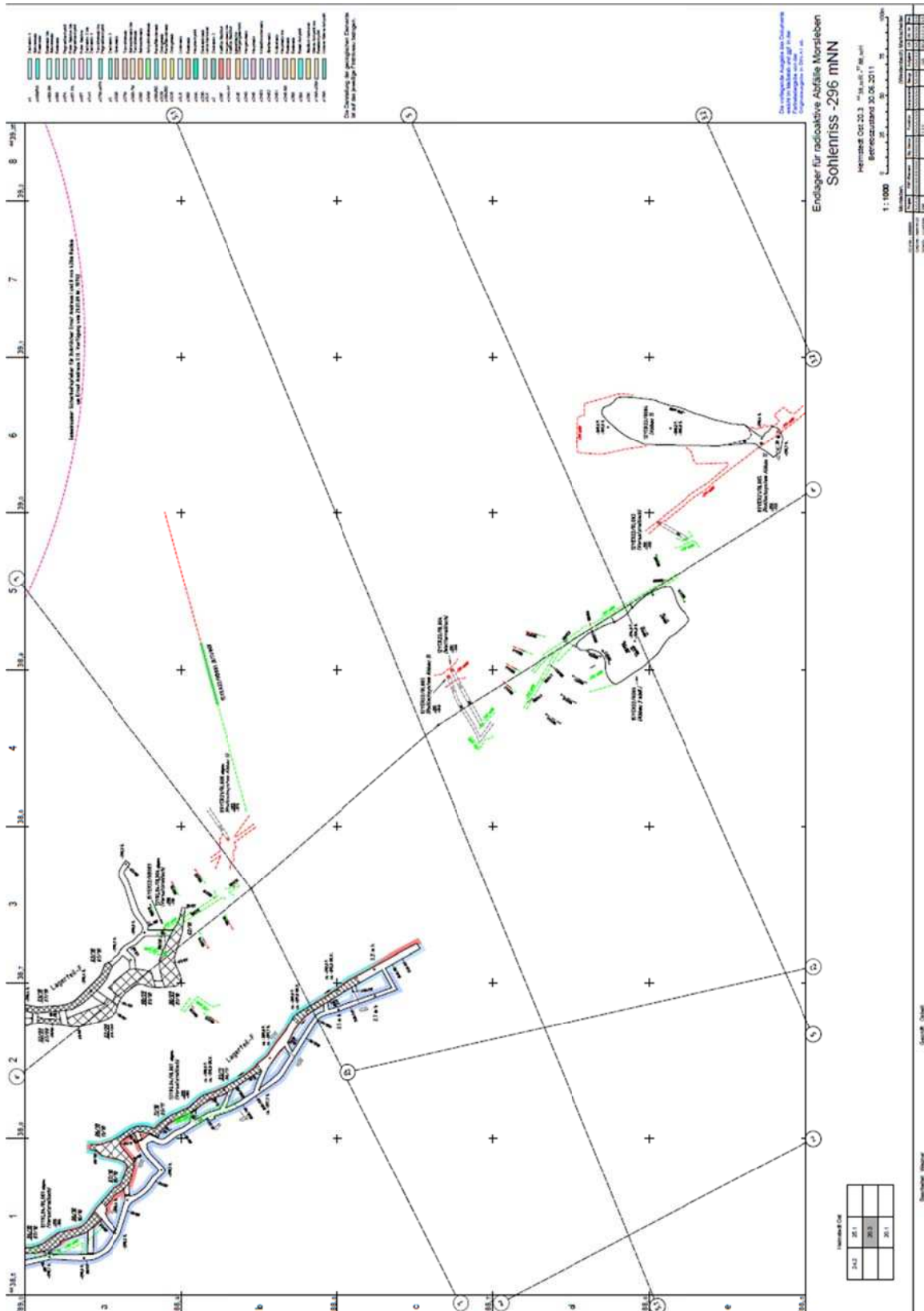


Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 44 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	
						Stand:29.06.2012

Anhang 3: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -296 mNN





Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 45 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand:29.06.2012
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

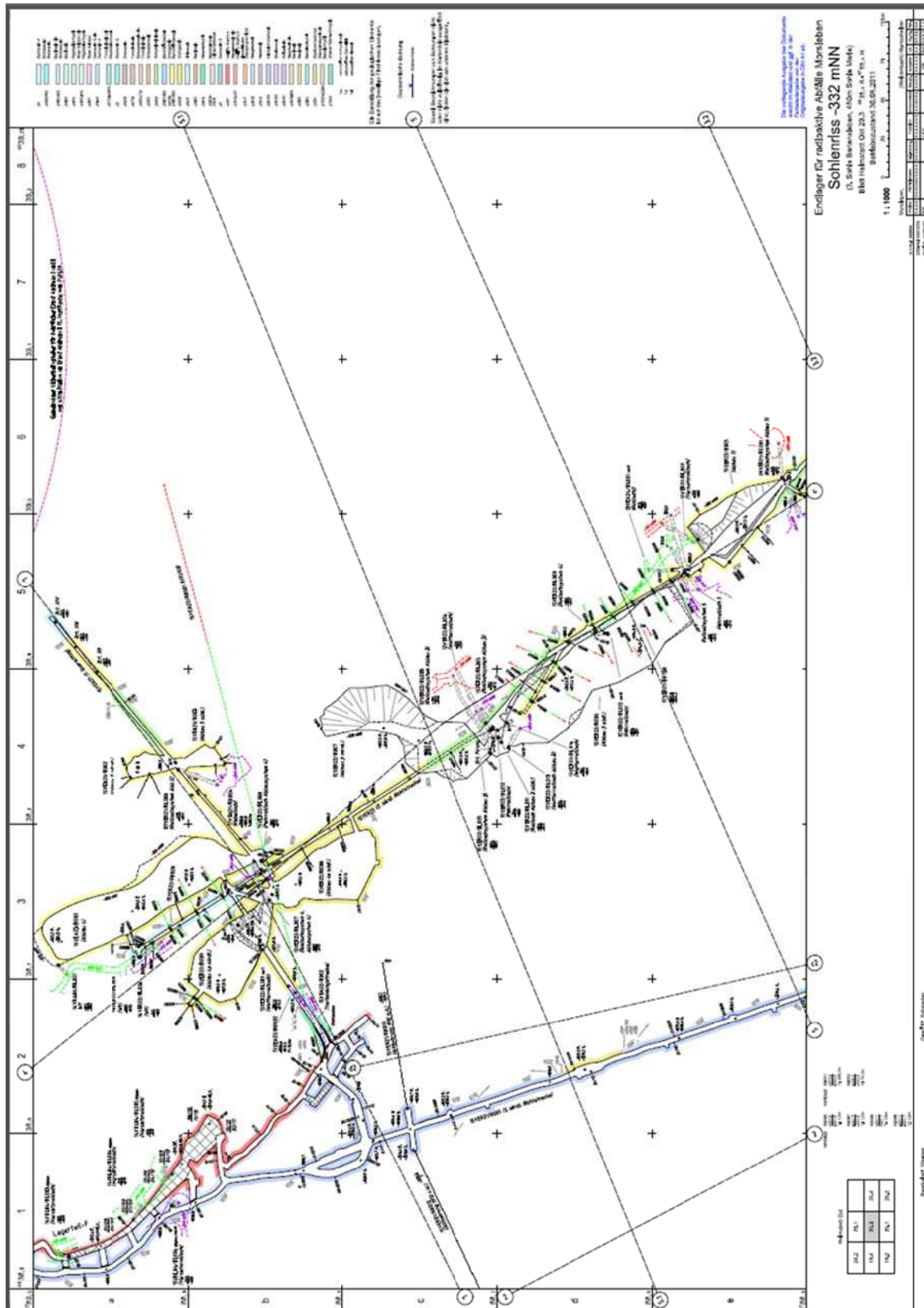


Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 47 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	
						Stand:29.06.2012

Anhang 6: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -332 mNN



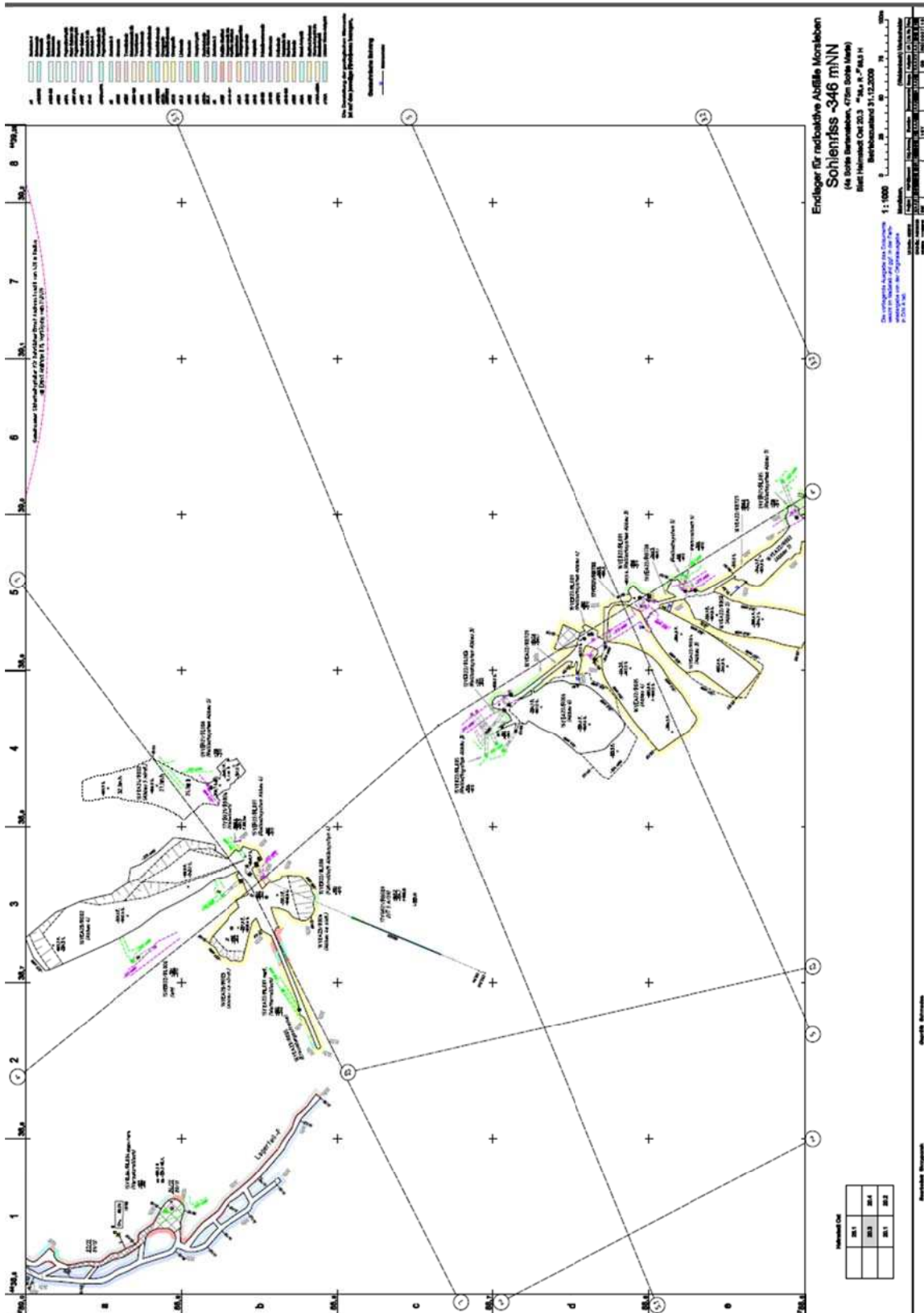


Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 48 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.06.2012
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

Anhang 7: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -346 mNN



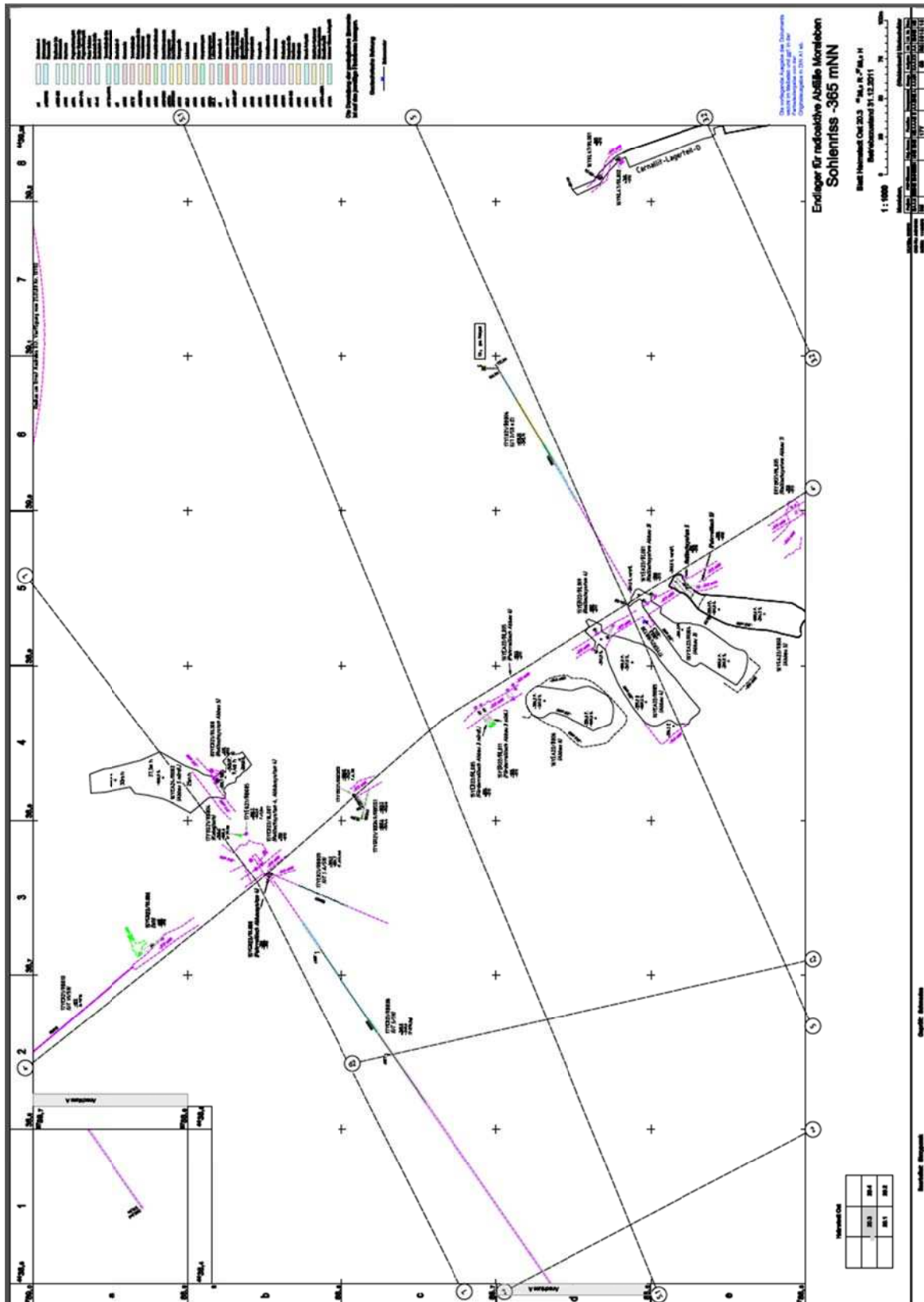


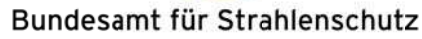
Bundesamt für Strahlenschutz

- Memorandum - Abdichtungsmöglichkeit des Einlagerungsbereichs Nordfeld

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 49 von 50
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 29.06.2012
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00		

Anhang 8: Auszug aus dem Risswerk, Sohlenriss -365 mNN





Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 50 von 50 Stand:29.06.2012
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	213 400 21	GH	RB	0182	00	

