

Deckblatt



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Blatt: 1
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	431100				DA	RB	0111	00	Stand: 20.08.2024

Titel der Unterlage:

PLANFESTSTELLUNGSVERFAHREN ZUR STILLLEGUNG DES ERA MORSLEBEN:

U-GP-3.1-01 - SICHERHEITSKONZEPT

Ersteller/Unterschrift:

Prüfer/Unterschrift:

Stempelfeld:

UVST:	berglechtlich verantwortliche Person:	atomrechtlich verantwortliche Person:	Bereichsleitung:	Freigabe zur Anwendung:

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 der BGE.

Revisionsblatt



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Blatt: 2
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9M	431100				DA	RB	0111	00	Stand: 20.08.2024

Titel der Unterlage:

PLANFESTSTELLUNGSVERFAHREN ZUR STILLEGUNG DES ERA MORSLEBEN:

U-GP-3.1-01 - SICHERHEITSKONZEPT

Rev.	Rev.-Stand Datum	Verantwortliche Stelle	Revidierte Blätter	Kat.*	Erläuterung der Revision
00	20.08.204				Ersterstellung

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

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 3 von 56

Kurzfassung

Im Sicherheitskonzept werden die konzeptuellen Ansätze für die nach Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden für den Stilllegungsbetrieb sowie für das Verhalten des Endlagersystems in der Nachverschlussphase unter Berücksichtigung der Stilllegungsmaßnahmen dargelegt. Es bezieht sich auf den Regulatorischen Rahmen [U-GP-1.1-01]. Es werden geologische, geotechnische und technische Barrieren benannt und im Aufbau beschrieben. Den Barrieren des Endlagersystems werden Sicherheitsfunktionen oder Funktionen zugewiesen sowie erforderliche Eigenschaften oder Eigenschaften benannt. Im Zusammenwirken der wesentlichen und weiteren Barrieren entstehen Bereiche mit Einschlusswirkung, für die das Ziel der Konzentration und des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle erreicht wird. Darauf aufbauend erfolgt die Darstellung der zu erwartenden Entwicklungen des Endlagersystems. Mögliche, davon abweichende Entwicklungen werden einbezogen.

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 4 von 56

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	6
1 Einleitung und Aufgabenstellung	9
2 Gewährleistung der Sicherheit in der Stilllegungsphase	10
2.1 Sicherheitskonzept für den Stilllegungsbetrieb	10
2.2 Sicherheit im bestimmungsgemäßen Betrieb	11
2.2.1 Sicherheitstechnisch bedeutsame ASK für den Stilllegungsbetrieb	11
2.2.2 Sicherheit des Betriebspersonals	14
2.2.3 Sicherheit der Umgebung und der Bevölkerung	15
2.3 Sicherheit bei Störfällen	15
2.3.1 Sicherheitstechnisch bedeutsame ASK für den Stilllegungsbetrieb	15
2.3.2 Sicherheit des Betriebspersonals	16
2.3.3 Sicherheit der Umgebung und der Bevölkerung	16
2.4 Gewährleistung des Erhalts der Stilllegungsfähigkeit	17
3 Gewährleistung der Sicherheit in der Nachverschlussphase	18
3.1 Sicherheitskonzept für die Nachverschlussphase	18
3.2 Entwicklung am Standort	18
3.2.1 Klimatische Entwicklung	19
3.2.2 Geologische Entwicklung	19
3.2.3 Eingelagerte Abfälle und Stoffe	19
3.3 Darlegung des sicheren Einschlusses	20
3.3.1 Wesentliche Barrieren	20
3.3.2 Weitere Barrieren	23
3.4 Aufbau der Barrieren	24
3.4.1 Geologische Barrieren	24
3.4.2 Geotechnische Barrieren	24
3.4.3 Technische Barrieren	36
3.5 Sicherheitsfunktionen und erforderliche Eigenschaften der wesentlichen Barrieren	37
3.5.1 Geologische Barriere	37
3.5.2 Geotechnische Barrieren	37
3.6 Funktionen und Eigenschaften der weiteren Barrieren	43
3.6.1 Geologische Barriere	43
3.6.2 Geotechnische Barrieren	44
3.6.3 Technische Barrieren	46
3.7 Aufgaben und Attribute der Hilfssegmente der geotechnischen Barrieren	47
3.7.1 Untere Widerlagersäule in den Schachtabdichtungen	47
3.7.2 Filterschicht III in den Schachtabdichtungen	47
3.7.3 Asphaltdichter Kern in den Schachtabdichtungen	47
3.7.4 Filterschicht II in den Schachtabdichtungen	47
3.7.5 Filterschicht I in den Schachtabdichtungen	48
3.7.6 Obere Widerlagersäule in den Schachtabdichtungen	48
3.7.7 Schachtabchlussbauwerk der Schachtabdichtungen	48
3.7.8 Untere Widerlagersäule in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs	48
3.7.9 Filterschicht II in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs	49
3.7.10 Filterschicht I in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs	49
3.7.11 Obere Widerlagersäule in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs	49
3.7.12 Widerlager aus Magnesiabaustoff in Streckenabdichtungen	49

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 5 von 56

4	Mögliche Entwicklungen des Endlagersystems unter Berücksichtigung der Stilllegungsmaßnahmen	50
4.1	Zu erwartende Entwicklungen des Endlagersystems	50
4.2	Abweichende Entwicklungen des Endlagersystems	51
5	Darlegung der Unempfindlichkeit der Sicherheitsfunktionen gegenüber inneren und äußeren Einflüssen	52
6	Literaturverzeichnis	54
7	Glossar	55
Gesamte Blattzahl in dieser Unterlage:		56

Stichworte:

ERAM, Sicherheitskonzept, Stilllegungsmaßnahmen

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 6 von 56

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	Skizze der vier Bereiche mit Einschlusswirkung in Abgrenzung zum Bereich ohne Einschlusswirkung mit schematischer Darstellung der Anordnung von geotechnischen Barrieren, siehe Tabelle 1.	21
Abbildung 3-2:	Schematische Darstellung der Schachtabdichtungen am Beispiel Schacht Bartensleben; untere Widerlagersäule in Dunkelgrau, DE2 und DE3 in Schwarz, asphaltdichter Kern (adK) in Magenta, DE1 in Hellelbel Filterschichten in Rot, obere Widerlagersäule in Hellgrau und Schachtabchlussbauwerk in Grau.	25
Abbildung 3-3:	Schematische Darstellung der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs; untere Widerlagersäule in Grau, Dichtsegmente in Schwarz, Filterschichten in Magenta, obere Widerlagersäule in Grau. Die in den Sohlen angrenzenden Streckenabdichtungen sind dargestellt mit Widerlagern in Cyan und Magenta und mit Dichtsegmenten dazwischen in Dinkelgrau, angrenzend dargestellt sind Streckenverfüllungen in Dunkelgrau.	28
Abbildung 3-4	Schematische Darstellung des Aufbaus der Streckenabdichtungen im Bereich der Zutrittsstelle Lager H mit Dichtsegmenten aus MgO-Massenbeton mit Verfüll- und Entlüftungsbohrungen, das von zwei Widerlagern eingefasst wird, sowie einem Dichtsegment aus MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen.	30
Abbildung 3-5	Schematische Darstellung des Aufbaus der Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz im Grubenfeld Bartensleben mit Dichtsegment und zwei Widerlagern aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton. Anordnung der Verfüll- und Entlüftungsbohrungen vom gleichen oder vom darüber liegenden Sohlenniveau.	32
Abbildung 3-6	Schematische Darstellung eines Aufbaus der Streckabdichtung im Anhydrit mit Dichtsegmenten aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton mit Verfüll- und Entlüftungsbohrungen sowie als MgO-Spritzbeton mit Vergütung der Kontaktzone mit 2K-Injektionsbitumen sowie Dichtsegmenten aus MgO-Spritzbeton mit umlaufendem Bitumenschram mit Verfüllbohrung für das Destillationsbitumen.	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die wesentlichen Barrieren der BmEw.	22
---	----

**Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben:
U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept**



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 7 von 56

Abkürzungsverzeichnis

2K-Injektionsbitumen	Zwei Komponenten Injektionsbitumen
ABBergV	Bergverordnung für alle bergbaulichen Bereiche
adK	Asphaltdichter Kern (Segment der Schachtabdichtung)
ALZ	Auflockerungszone
ASK	Anlagen, Systeme und Komponenten
AtG	Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)
AtSMV	Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung)
AV	Arbeitsvorschrift
BBergG	Bundesberggesetz
BFA	Braunkohlenfilterasche
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
BmEw	Bereich mit Einschlusswirkung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BoEw	Bereich ohne Einschlusswirkung
BTA	Betriebsteilanweisung
DBG	Dauerbetriebsgenehmigung vom 22.04.1986
DFM	Dosimetrische Freimeldung
DE	Dichtsegment der Schachtabdichtung
EndSiAnfV	Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Endlagersicherheitsanforderungsverordnung)
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
ESK	Entsorgungskommission, Beratergremium des BMUV
GBV	Gesamtbetriebsvorschrift
GesBergrV	Gesundheitsschutz-Bergverordnung

**Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben:
U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 8 von 56

NBZ nachschnittbedingte und baubetrieblich geschädigte Zone

PA Prüfanweisung

REI Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen

SBG Störfallberechnungsgrundlagen

SSB Strahlenschutzbeauftragter

SSO Strahlenschutzordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 9 von 56

1 Einleitung und Aufgabenstellung

In dieser Verfahrensunterlage wird das der Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) zugrundeliegende Sicherheitskonzept erläutert. Es werden die konkreten geotechnischen Barrieren vorgestellt – basierend auf den im Regulatorischen Rahmen ([U-GP-1.1-01]) dargestellten Erläuterungen zum Antragsgegenstand ([U-GP-1.1-01]). Das Sicherheitskonzept wird für die Stilllegungsphase und die Nachverschlussphase getrennt beschrieben.

Die Basis für das Sicherheitskonzept für die Stilllegungsphase ist die bestehende, unbefristete Dauerbetriebsgenehmigung (DBG) vom 22.04.1986 [SAAS 1986] mit allen Änderungen und nachträglichen Auflagen. Es berücksichtigt insbesondere folgende Aspekte:

- die Sicherheitsebenen während des Stilllegungsbetriebs
- Sicherheit für Mensch und Umwelt im bestimmungsgemäßen Betrieb und nach möglichen Störfällen während des Stilllegungsbetriebs
- Konzept zum Umgang mit sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagen, Systemen und Komponenten
- Auswirkungen von Maßnahmen in der Stilllegungsphase auf die Langzeitsicherheit

Basis für das Sicherheitskonzept für die Nachverschlussphase sind die national und international anerkannten Sicherheitsprinzipien. Das Sicherheitskonzept erläutert das mit der Stilllegung des ERAM verfolgte übergeordnete Ziel der Konzentration und des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle und enthält eine Darstellung der natürlich vorhandenen und aller geotechnischen Barrieren des Endlagersystems.

In dieser Verfahrensunterlage werden die Stilllegungsmaßnahmen dargestellt und Bereiche mit Einschlusswirkung abgeleitet, mit denen sich die sichere und robuste Einhaltung der Schutzziele (siehe [U-GP-1.1-01]) darlegen lässt, insbesondere den Schutz von Mensch und Umwelt vor den radiologischen Auswirkungen der eingelagerten Radionuklide nach Verschluss des Endlagers.

Für die wesentlichen Barrieren des Endlagersystems werden Sicherheitsfunktionen und die damit im Zusammenhang stehenden erforderlichen Eigenschaften benannt. Durch das Zusammenwirken dieser Sicherheitsfunktionen mit den Funktionen der weiteren Barrieren wird dargelegt, wie das Ziel der Konzentration und des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle im Bewertungszeitraum erreicht wird.

In dieser Verfahrensunterlage sind die Ergebnisse und Erkenntnisse aller durchgeföhrten Sicherheitsuntersuchungen berücksichtigt. Die Optimierung der Stilllegungsmaßnahmen wurde durchgeführt und ist abgeschlossen. In dieser Verfahrensunterlage sind die für die Einhaltung der Schutzziele bereits optimierten Stilllegungsmaßnahmen dargestellt sowie die möglichen Entwicklungen am Standort des Endlagersystems im Bewertungszeitraum. Die Robustheit des Endlagersystems, d.h. seine Unempfindlichkeit gegenüber inneren und äußeren Einflüssen, wird qualitativ dargelegt.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 10 von 56

2 Gewährleistung der Sicherheit in der Stilllegungsphase

Der gegenwärtige genehmigte Betrieb des ERAM erfolgt mit der Zielstellung des Erhalts der Stilllegungsfähigkeit und der Vorbereitung des Stilllegungsbetriebs. Grundlage dieses genehmigten Betriebes ist die bestehende, unbefristete Dauerbetriebsgenehmigung (DBG) vom 22.04.1986 [SAAS 1986] mit allen Änderungen und nachträglichen Auflagen. Die DBG gilt gemäß § 57a des Gesetzes über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)¹ (AtG) als Planfeststellungsbeschluss unbegrenzt fort [U-GP-1.1-01]. Zur Bewertung der Sicherheit in der Stilllegungsphase wird deshalb für den Stilllegungsbetrieb insbesondere die Differenz zum gegenwärtigen Betrieb des ERAM aufgezeigt und analysiert.

Im Rahmen der Stilllegung werden auf Basis der bisherigen Betriebserfahrung und der betrieblichen Regelungen alle Maßnahmen so ergriffen, dass die Vorsorge gegen Schäden durch den Stilllegungsbetrieb gegeben ist.

2.1 Sicherheitskonzept für den Stilllegungsbetrieb

Für die Sicherheit des ERAM in der Betriebsphase werden analog zu den Sicherheitsanforderungen ([BMU 2010] und [BMUV 2022]), gestaffelte Sicherheitsebenen berücksichtigt. Das Sicherheitskonzept für den Stilllegungsbetrieb umfasst eine ausgewogene Kombination von Maßnahmen zur Vermeidung von Betriebsstörungen und Störfällen sowie Maßnahmen zur Reduzierung der Gefährdungszustände und Minderung ihrer Auswirkungen [KTA 2013]. Es besteht, in Übereinstimmung mit den Anforderungen des § 17 Abs. 3 der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle² (Endlagersicherheitsanforderungsverordnung – EndlSiAnfV), aus insgesamt vier Sicherheitsebenen:

1. Normalbetrieb: Maßnahmen verhindern bzw. vermeiden das Eintreten von Betriebsstörungen,
2. Anomaler Betrieb: Maßnahmen verhindern das Eintreten von Auslegungsstörfällen und führen das Endlager zurück in den Normalbetrieb,
3. Auslegungsstörfälle: Maßnahmen beherrschen die Auslegungsstörfälle in ihren Auswirkungen gemäß § 104 Strahlenschutzverordnung³ (StrlSchV) und führen das Endlager in einen sicheren Anlagenzustand zurück,
4. Auslegungsüberschreitende Ereignisse: Maßnahmen verringern die Eintrittswahrscheinlichkeit oder begrenzen radiologische Auswirkungen auf die Umgebung, soweit wie möglich.

Die Sicherheitsbewertung für die Umsetzung der geplanten Stilllegungsmaßnahmen fügt sich in die Sicherheitsanalysen des bestehenden Betriebs ein, die Gegenstand der DBG des ERAM sowie ihrer Änderungen sind. Dazu wird der genehmigte gegenwärtige Betrieb für den Stilllegungsbetrieb um die sich aus dem schrittweisen Rückbau sicherheitstechnisch bedeutsamer Anlagen ergebenden

¹ Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2153) geändert worden ist.

Wenn im folgenden Text nicht anders spezifiziert, bezieht sich die Angabe jeweils auf die hier genannte Fassung.

² Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Endlagersicherheitsanforderungsverordnung – EndlSiAnfV) vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094).

Wenn im folgenden Text nicht anders spezifiziert, bezieht sich die Angabe jeweils auf die hier genannte Fassung.

³ Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036; 2021 I S. 5261), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 17. April 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 132) geändert worden ist.

Wenn im folgenden Text nicht anders spezifiziert, bezieht sich die Angabe jeweils auf die hier genannte Fassung.

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 11 von 56

Ergänzungen und um die aus der Umsetzung der Stilllegungsmaßnahmen resultierenden Betriebszustände erweitert. Bei einem funktionsfähigen Zustand der Anlagen und Einrichtungen spricht man vom sogenannten Normalbetrieb. Der Normalbetrieb gehört mit dem im Folgenden beschriebenen anomalen Betrieb und den Instandhaltungsmaßnahmen zum bestimmungsgemäßen Betrieb.

Ein anomaler Betriebszustand ist eine Unterbrechung bzw. Störung des Normalbetriebes, der aufgrund von Betriebserfahrungen über die Betriebsdauer der Anlage zu erwarten ist und bei dem einer Fortführung des Betriebes keine sicherheitstechnischen Gründe entgegenstehen. Diese Unterbrechung kann routinemäßig behoben werden. Die Grenzwerte des § 71 StrlSchV und des § 78 des Gesetzes zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung⁴ (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) für beruflich strahlenexponiertes Personal, des § 80 StrlSchG und des § 99 StrlSchV für die Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung und die Ableitung radioaktiver Stoffe sowie die in der bestehenden Genehmigung festgelegten Werte werden eingehalten.

Ein Ereignis, das dem anomalen Betrieb zugeordnet wird, meint ein hinreichend wahrscheinliches Ereignis, welches keine Auswirkungen auf die Betriebssicherheit hat. Gegebenenfalls werden erforderliche sicherheitstechnisch bedeutsame Anlagen, Systeme und Komponenten (ASK), die zur Gewährleistung der Betriebssicherheit führen, in das betriebliche Regelwerk aufgenommen (vgl. Kapitel 2.2.1).

Ein Störfall ist in § 1 Abs. 18 StrlSchV definiert als Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszulegen ist. Sicherheitstechnisch relevant i. S. des § 1 Abs. 18 StrlSchV können Auswirkungen auf die Bevölkerung und auf das Betriebspersonal sein.

Schadensereignisse, die die Auslegung im Sinne von § 104 Abs. 1 StrlSchV überschreiten, sind in ihren Folgen zu begrenzen. Diese Schadensereignisse sind in der vierten Sicherheitsebene im Konzept der gestaffelten Sicherheit gemäß den Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke [BMUB 2015] angesiedelt. Diese sehr seltenen Ereignisse werden auch als auslegungsüberschreitende Ereignisse bezeichnet.

Die Entscheidung, welche Ereignisse als Auslegungsstörfälle zu bewerten sind und für welche nur Schutzmaßnahmen unter dem Gesichtspunkt der Reduzierung der Schadensauswirkung erforderlich sind, orientiert sich an der Eintrittshäufigkeit und den Auswirkungen der Ereignisse. In den bisherigen Betrachtungen für das ERAM gibt es in der DBG, mit den zugehörigen Änderungen, keine auslegungsüberschreitenden Ereignisse, die radiologisch relevant sind.

2.2 Sicherheit im bestimmungsgemäßen Betrieb

2.2.1 Sicherheitstechnisch bedeutsame ASK für den Stilllegungsbetrieb

Im Hinblick auf die Stilllegung eines Endlagers und die damit verbundenen dauerhaften Änderungen oder systematischen Außerbetriebnahmen von sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK gibt es im Regelwerk keine spezifischen Anforderungen. Im Folgenden werden deshalb die ESK-Leitlinien für die Stilllegung kerntechnischer Anlagen [ESK 2020] herangezogen, um ein Vorgehen für die dauerhafte Änderung oder Außerbetriebnahme von sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK herzuleiten.

⁴ Strahlenschutzgesetz vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 20. Mai 2021 (BGBl. I S. 1994; 2022 I 15) geändert worden ist.

Wenn im folgenden Text nicht anders spezifiziert, bezieht sich die Angabe jeweils auf die hier genannte Fassung.

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 12 von 56

Gemäß den ESK-Leitlinien [ESK 2020] sind insbesondere folgende Punkte zu berücksichtigen:

1. Ermittlung der sicherheitstechnisch und betrieblich erforderlichen ASK inkl. der Einhaltung der erforderlichen Randbedingungen, insbesondere Prüfkonzept und Instandhaltungskonzept,
2. Außerbetriebnahme von Einrichtungen, die für den aktuellen Anlagenzustand sowie für den Stilllegungsbetrieb nicht mehr benötigt werden, wobei dies Einrichtungen einschließt, die im Betrieb sicherheitstechnische Bedeutung hatten. Dabei ist vor der Außerbetriebnahme die sicherheitstechnische Unbedenklichkeit nachzuweisen.

Die Planung der Stilllegungsmaßnahmen ist in Anlehnung an die Leitlinien [ESK 2020] so erfolgt, dass während des Stilllegungsbetriebs des ERAM unzulässige Rückwirkungen auf bestehende sicherheitstechnisch bedeutsame ASK ausgeschlossen und ggf. neue sicherheitstechnisch bedeutsame ASK des Stilllegungsbetriebs berücksichtigt werden.

In Anlehnung an die von der ESK ausgearbeiteten Punkte ergibt sich das im Folgenden dargestellte Konzept zum Umgang mit sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK, welches im Rahmen des Stilllegungsbetriebs in das betriebliche Regelwerk implementiert wird.

Die sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK im genehmigten Betrieb des ERAM sind in der Betriebsanweisung BTA 1.5/3 „Instandhaltungsordnung“ [DBE 2018] definiert. Das betriebliche Regelwerk zur Instandhaltung, bei dem die BTA 1.5/3 im Zentrum steht, regelt die Definition von ASK sowie das Instandhaltungs- und das Prüfkonzept. Für die im genehmigten Betrieb bestehenden sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK existiert somit eine gemäß Punkt 1 (s. o.) geforderte Vorgehensweise. Zu den bestehenden sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK gehören die Objektklassen:

- Hauptseilfahrtanlage Schacht Bartensleben, Hilfsfahrtanlage Bartensleben und mittlere Seilfahrtanlage Marie
- Elektroenergie- bzw. Wärmeversorgungsanlagen zur Versorgung sicherheitstechnisch bedeutsamer ASK
- Anlagen des Strahlenschutzes
- Hauptgrubenlüfter Schacht Bartensleben und Abwetterbauwerk Marie
- Lüftungstechnische Einrichtungen zur Bewetterung und Hermetisierung der Einlagerungsbereiche
- Transporteinrichtungen für die radioaktiven Abfälle
- Konditionierungsanlage und Tanklager für die flüssigen radioaktiven Betriebsabfälle
- Verschlüsse der gefüllten Einlagerungshohlräume
- Brandschutzeinrichtungen
- Anlagen zur Überwachung der Lösungszutritte
- Anlagen zum Heben und Ableiten zugetretener Lösungen
- Anlagen zur geomechanischen Überwachung
- Sicherungsanlagen zum physischen Schutz sowie
- allg. leit- und steuerungstechnische Anlagen zur Signalisation von Anlagenzuständen

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 13 von 56

Die Klassifizierung als sicherheitstechnisch bedeutsame ASK erfolgte im Rahmen des aufsichtlichen Verfahrens, um die Meldekriterien der Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung von Störfällen und sonstigen Ereignissen⁵ (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung – AtSMV) im betrieblichen Regelwerk umzusetzen sowie dem Schreiben des BMU zu sicherungsrelevanten Vorkommnissen [BMU 2015] nachzukommen. Ein Ausfall der oben genannten sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK hat für das ERAM in einigen Fällen, anders als im kerntechnischen Regelwerk impliziert, keine unmittelbaren Auswirkungen auf die Einhaltung der radiologischen Schutzziele, da insbesondere die Lagerung der radioaktiven Abfälle passiv sicher ist. Das weitere Vorgehen im Stilllegungsbetrieb mit sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK ist in den folgenden Kapiteln beschrieben.

2.2.1.1 Weiterbetrieb, Änderungen und Außerbetriebnahme der bestehenden sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK

Die zu den in Kapitel 2.2.1 genannten Objektklassen gehörenden sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK werden weiterbetrieben. Im Rahmen des Weiterbetriebes und der Umsetzung der Stilllegungsmaßnahmen im ERAM werden Änderungen (z.B. Relokation) von sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK notwendig, um den sicheren Stilllegungsbetrieb zu gewährleisten. Dies ist Teil des aufsichtlichen Verfahrens. Der kontinuierliche Fortschritt bei den Stilllegungsmaßnahmen macht es erforderlich, sicherheitstechnisch bedeutsame ASK zu unterschiedlichen Zeitpunkten dauerhaft außer Betrieb zu nehmen (vgl. Punkt 2, Kapitel 2.2.1).

Änderungen oder Außerbetriebnahmen von sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK werden im Rahmen der Sicherheitsanalyse auf Ebene der Objektklassen analysiert und dargestellt. In Folge dessen wird jeweils ein Prozess festgelegt, der in das betriebliche Regelwerk aufgenommen wird. Dabei werden vor der Umsetzung der entsprechenden Stilllegungsmaßnahmen alle bestehenden sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK erfasst, die von Änderungen oder Außerbetriebnahmen betroffenen sein werden. Anschließend wird eine Beurteilung hinsichtlich der Außerbetriebnahme oder einer Änderung der erfassten sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK vorgenommen.

So wird sichergestellt, dass die Außerbetriebnahme bzw. Änderung von sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK so durchgeführt wird, dass diese ohne Auswirkungen auf die Sicherheit in der Stilllegungsphase bleibt und sich keine wesentlichen Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit der Stilllegung ergeben.

2.2.1.2 Ergänzung der bestehenden durch neue sicherheitstechnisch bedeutsame ASK

Weitere sicherheitstechnisch bedeutsame ASK werden im Rahmen der Sicherheits- und Störfallanalyse für den Stilllegungsbetrieb identifiziert und in das betriebliche Regelwerk aufgenommen. Dabei werden die erforderlichen Randbedingungen, insbesondere in Hinblick auf das Prüfkonzept und das Instandhaltungskonzept, definiert.

⁵ Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung vom 14. Oktober 1992 (BGBl. I S. 1766), die zuletzt durch Artikel 18 der Verordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034; 2021 I 5261) geändert worden ist. Wenn im folgenden Text nicht anders spezifiziert, bezieht sich die Angabe jeweils auf die hier genannte Fassung.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 14 von 56

2.2.2 Sicherheit des Betriebspersonals

Durch die Umsetzung der geltenden Gesetze, Vorschriften, Genehmigungen und behördlichen Anordnungen im betrieblichen Regelwerk ist sichergestellt, dass bei der Anwendung dieser betrieblichen Regelungen die erforderliche Vorsorge gegen Gefahren für Leben und Gesundheit sowie zum Schutz von Sachgütern, Beschäftigten und Dritten im Betrieb getroffen ist.

Im laufenden Betrieb wird die Arbeitssicherheit durch ein hierarchisch aufgebautes System der betrieblichen Regelungen und seine Umsetzung sichergestellt. Zur obersten Ebene dieses Systems gehören die Gesamtbetriebsvorschrift (GBV) und die Strahlenschutzordnung (SSO) des ERAM. Diese werden auf der zweiten Ebene durch Betriebsteilanweisungen (BTA) und auf der dritten Ebene durch Arbeitsvorschriften (AV) und Prüfanweisungen (PA) unterstellt (vgl. [U-GP-1.1-01]).

Der radiologische Arbeitsschutz ist insbesondere durch betriebliche Regelungen, regelmäßige Unterweisungen sowie die dosimetrische und ärztliche Überwachung der Beschäftigten sichergestellt. Für den konventionellen Arbeitsschutz werden die sonstigen Sicherheitsvorkehrungen (z.B. Vorhandensein 2. Fluchtweg) berücksichtigt und im Hinblick auf die Machbarkeit der Stilllegung bewertet. Dessen Erfüllung im Hinblick auf bergrechtliche Zulassungsvoraussetzungen wird im obligatorischen Rahmenbetriebsplan gezeigt (vgl. [U-GP-1.1-01]).

Die sich durch die Stilllegung ergebenden Änderungen in der Sicherheit des Betriebspersonals im Vergleich zur bestehenden DBG werden strukturiert im Rahmen der Sicherheitsanalyse des Stilllegungsbetriebs identifiziert und Maßnahmen zur Minimierung potentieller Gefährdungen geplant, sowie gemäß den Festlegungen des Planfeststellungsbeschlusses zur Stilllegung in das bestehende betriebliche Regelwerk aufgenommen. Dazu gehört insbesondere die betriebliche Strahlenschutzorganisation, die betriebliche Strahlenschutzüberwachung, die Ermittlung der Körperdosen sowie die Festlegung zum Vorgehen bei Frei- und Herausgaben. Zudem sind die Alarm- und Schwellenwerte betrieblich festgelegt.

Im Rahmen des Stilllegungsbetriebes ist in Bezug auf den betrieblichen Strahlenschutz keine höhere Strahlenexposition als im jetzigen Betrieb zu erwarten, da die Einlagerung von betrieblichen radioaktiven Abfällen bereits durchgeführt wird und die bereits eingelagerten radioaktiven Abfälle end- oder zwischengelagert vorliegen. Für die zwischengelagerten radioaktiven Abfälle sind keine weiteren Maßnahmen zur Endlagerung geplant. Bei Tätigkeiten mit potentiell zu erwartender Strahlenexposition wird gemäß den Vorgaben des radiologischen Arbeitsschutzes ein Strahlenschutzbeauftragter (SSB) in die Planungen mit einbezogen (vgl. [BGE 2019]).

In Hinblick auf ein Arbeitserlaubnisverfahren sind in der Strahlenschutzordnung [BGE 2021] und den unterstehenden betrieblichen Vorschriften zum einen bekannte Bereiche und Tätigkeiten mit Strahlenschutzrelevanz genannt. Zum anderen gibt es für Arbeiten mit Strahlenschutzrelevanz, die nicht durch Arbeitsvorschriften oder andere dauerhaft geltende Festlegungen oder Regelungen abgedeckt sind, Vorgaben zur Einbeziehung des SSB, um den Strahlenschutz ausreichend zu berücksichtigen. So werden vor radiologisch relevanten Maßnahmen mögliche erforderliche Strahlenschutzmaßnahmen untersucht und umgesetzt. Dieses Verfahren wird im ERAM als Dosimetrische Freimeldung (DFM) bezeichnet und im betrieblichen Regelwerk geregelt. Insgesamt werden bei allen geplanten Stilllegungsmaßnahmen die technischen und terminlichen Anforderungen der Planung und der Durchführung mit den Anforderungen des betrieblichen Strahlenschutzes in Einklang gebracht.

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 15 von 56

Mit sukzessivem Verfüllfortschritt wird der Umgang mit radioaktiven Stoffen Schritt für Schritt weiter eingeschränkt, so dass auch die zu erwartende Strahlenexposition bspw. durch Mobilisation von Radionukliden reduziert wird. Im Rahmen des Stilllegungsbetriebs können die Maßnahmen des betrieblichen Strahlenschutzes bei Bedarf reduziert und an den Stilllegungsfortschritt angepasst werden. Durch die vorgesehene Verfüllplanung, zunächst die unteren Grubenbaue zu verfüllen, wird zuerst der Bereich bis zur -372-mNN-Sohle (4. Sohle) als Lagerort der radioaktiven Stoffe vollständig verfüllt sein. Nach der vollständigen Verfüllung der -372-mNN-Sohle können die Tätigkeiten des betrieblichen Strahlenschutzes deutlich reduziert werden.

Die Emissions- und Immissionsüberwachung findet bereits gemäß den Anforderungen der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen [REI 2006] statt und wird weiterhin im Rahmen des Stilllegungsbetriebes fortgeführt.

Durch die genannten Maßnahmen, die bereits im jetzigen Betrieb des ERAM vorgesehen sind, ist die Einhaltung der Dosisgrenzwerte gemäß StrlSchV gegeben. Insgesamt ist eine Veränderung der aktuellen Vorgehensweise im betrieblichen Strahlenschutz, die regelmäßig dem aktuellen regulatorischen Stand angepasst wird, nicht vorgesehen.

2.2.3 Sicherheit der Umgebung und der Bevölkerung

Zum Nachweis der Schadensvorsorge für die Umgebung des ERAM und die Bevölkerung werden im Rahmen der Sicherheitsanalyse des Stilllegungsbetriebs die radiologischen Auswirkungen des bestimmungsgemäßen Betriebs (inkl. anomalem Betrieb), gemäß dem aktuellen untergesetzlichen Regelwerk (vgl. [U-GP-1.1-01]) bestimmt.

2.3 Sicherheit bei Störfällen

Aufgabe der Sicherheits- und Störfallanalyse ist unter anderem die Identifizierung von Ereignissen mit einer möglichen Freisetzung radioaktiver Stoffe am Ereignisort sowie der Nachweis der Einhaltung der Störfallplanungswerte für die genannten Störfallklassen. Die Sicherheits- und Störfallanalyse für die Stilllegung des ERAM bezieht sich auf die Auswirkungen der Stilllegungsmaßnahmen auf die vorhandenen radioaktiven Stoffe. Die Identifizierung erfolgt mit Hilfe einer Ereignisanalyse der Tätigkeiten im Rahmen des Stilllegungsbetriebes des ERAM. Die Sicherheits- und Störfallanalyse im Stilllegungsbetrieb wird deterministisch geführt. Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens und sein Ausmaß werden jedoch qualitativ bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen in Rechnung gestellt [KTA 1989].

2.3.1 Sicherheitstechnisch bedeutsame ASK für den Stilllegungsbetrieb

Die sich aus der Sicherheits- und Störfallanalyse des Stilllegungsbetriebes ergebenden Anforderungen für neue sicherheitstechnisch bedeutsame ASK werden analog zu Kapitel 2.2.1.2 aufgenommen. Der Weiterbetrieb und die Außerbetriebnahme erfolgen analog zu Kapitel 2.2.1.1 unter Berücksichtigung der Funktionen sicherheitstechnisch bedeutsamer ASK im Störfall.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 16 von 56

2.3.2 Sicherheit des Betriebspersonals

Die Einrichtungen und Maßnahmen zur Strahlungsüberwachung des ERAM im bestimmungsgemäßen Betrieb finden grundsätzlich auch bei Störfällen Anwendung. Darüber hinaus wird gewährleistet, dass bei Störfällen die Expositionsbedingungen zur Ermittlung der Körperdosis gemäß § 65 Abs. 3 StrlSchV und ggf. weitere Bedingungen (z.B. Verwendung von Atemschutz oder Schutzkleidung) sowie die aufzuzeichnenden Ereignis- und Personendaten nach § 90 Abs. 2 StrlSchG so weit festgestellt werden können, dass die Körperdosis betroffener beruflich strahlenexponierter Personen durch äußere Bestrahlung und durch Inkorporation ermittelt und damit beurteilt werden kann, ob Überschreitungen der Grenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen stattgefunden haben.

2.3.3 Sicherheit der Umgebung und der Bevölkerung

Zum Nachweis der sicherheitstechnischen Relevanz von Ereignissen werden Einstufungen in Störfallklassen sowie Abgrenzungen zum anomalen Betrieb und zum auslegungsüberschreitenden Ereignis vorgenommen. Die in Betracht kommenden Ereignisse werden bei der Störfallanalyse in die Störfallklassen 1 und 2 eingestuft. Die Zuordnung eines Ereignisses hängt von den geplanten Vorsorgemaßnahmen ab. Dabei werden die im Regulatorischen Rahmen [U-GP-1.1-01] dargelegten Definitionen für die Störfallklassen 1 und 2 zugrunde gelegt. Diese Vorsorge begrenzt (bei der Störfallklasse 1) bzw. vermeidet (bei der Störfallklasse 2) störfallbedingte Freisetzung radioaktiver Stoffe in der Stilllegungsphase. Im ERAM umfassen Störfälle der Störfallklasse 1 folgenden Ereignisablauf:

- ein auslösendes Ereignis (z. B. einen Brand)
- die Freisetzung radioaktiver Stoffe am Ereignisort infolge des Ereignisses
- ihre Ausbreitung mit den Grubenwettern oder der Fortluft bis zum Ort der Freisetzung aus dem ERAM (z. B. Fortluftkamin)
- ihre Ausbreitung in der Umgebung des ERAM sowie
- die Strahlenexposition des Personals bzw. der Bevölkerung in der Umgebung des ERAM

Zur Ermittlung der potenziellen Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung werden bei einem Ereignisablauf der Störfallklasse 1 die Störfallberechnungsgrundlagen (SBG) [SBG 2004] zugrunde gelegt.

Für die Zuordnung eines Ereignisablaufes zur Störfallklasse 1 wird die maximale Ausschöpfung des Störfallplanungswertes, d. h. der absolute oder relative Anteil des berechneten Planungswertes, bestimmt. Der Störfallplanungswert wird eingehalten, wenn die so bestimmte maximale Ausschöpfung weniger als 1 beträgt.

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 17 von 56

Für die Zuordnung eines Ereignisses zur Störfallklasse 2 muss entweder:

- die Störfallvorsorge mindestens an einer Stelle des Ereignisablaufs innerhalb des ERAM greifen, um eine Freisetzung in die Umgebung zu vermeiden, wobei nach Möglichkeit bereits das Ereignis bzw. die Freisetzung am Ereignisort gemäß dem Vermeidungsgebot des § 8 Abs. 1 StrlSchG vermieden werden soll oder
- die am Ereignisort freigesetzte Aktivität so gering sein (z. B. durch Begrenzung der dort vorliegenden Aktivität bzw. der spezifischen Aktivität und der nicht festhaftenden Oberflächenkontamination), dass das Ereignis kein Störfall i. S. des § 1 Abs. 18 StrlSchV ist (keine störfallrelevante Freisetzung)

Die zur Zuordnung eines Ereignisses zur Störfallklasse 2 erforderliche Vorsorge unterliegt dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit nach dem Übermaßverbot.

2.4 Gewährleistung des Erhalts der Stilllegungsfähigkeit

Neben der Bewertung der Schadensvorsorge im Stilllegungsbetrieb anhand der sicherheitstechnisch bedeutsamen ASK, der Sicherheit des Betriebspersonals sowie der Auswirkungen auf die Umgebung und die Bevölkerung sind auch Auswirkungen auf die Stilllegungsfähigkeit zu prüfen.

Maßnahmen, die sich aus der Sicherheits- und Störfallanalyse entsprechend der verschiedenen Sicherheitsebenen (vgl. Kapitel 2.1) ergeben, haben keine erheblichen und nicht mehr als unvermeidliche Folgen für die Realisierbarkeit der Stilllegungsmaßnahmen.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 18 von 56

3 Gewährleistung der Sicherheit in der Nachverschlussphase

3.1 Sicherheitskonzept für die Nachverschlussphase

Das Ziel der im Sicherheitskonzept beschriebenen Stilllegungsmaßnahmen ist es, im Hinblick auf die Nachverschlussphase und auf der Grundlage der Kenntnisse zum Standort, die radioaktiven Abfälle und sonstigen eingebrachten Stoffe am Ort ihrer Einlagerung zu konzentrieren. Die radioaktiven Abfälle werden sicher eingeschlossen [U-GP-1.1-01]. Dazu werden die möglichen Entwicklungen am Standort des ERAM betrachtet.

Innerhalb der Salzstruktur werden Bereiche mit Einschlusswirkung (BmEw) definiert, für die der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle im tiefen Untergrund und die Konzentration der Abfälle am Ort ihrer Einlagerung erreicht werden. Die für diesen Zweck zu realisierenden Stilllegungsmaßnahmen werden, wie auch die geologische Barriere, als wesentliche Barrieren bezeichnet. Die mit diesen wesentlichen Barrieren im Zusammenhang stehenden Sicherheitsfunktionen und erforderlichen Eigenschaften werden im Folgenden beschrieben und bedarfsgerecht konkretisiert (siehe Kap. 3.5).

Insgesamt wird ein Sicherheitskonzept für die Nachverschlussphase ausgehend von den Gegebenheiten am Standort des ERAM erstellt, welches:

- (1) zeigt, wie auf Grundlage der Sicherheitsfunktionen der wesentlichen Barrieren der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle erreicht wird,
- (2) darstellt, wie die weiteren Barrieren mit ihren Funktionen die wesentlichen Barrieren ergänzen und wie Hilfssegmente in den geotechnischen Barrieren ein Dichtsegment in seiner Sicherheitsfunktion oder Funktion unterstützen,
- (3) die Stilllegungsmaßnahmen, die für die Herstellung bzw. die Erhaltung der wesentlichen und weiteren Barrieren erforderlich sind, beschreibt und
- (4) vorläufige Schlussfolgerungen über die Wirksamkeit von geplanten Stilllegungsmaßnahmen zulässt.

Die auf die Einhaltung der radiologischen Schutzziele ausgerichteten Stilllegungsmaßnahmen führen auch zur Einhaltung der bergrechtlichen und wasserrechtlichen Schutzziele [U-GP-1.1-01].

3.2 Entwicklung am Standort

Für den gemäß [U-GP-1.1-01] heranzuziehenden Bewertungszeitraum sind die Entwicklungen am Standort des ERAM zu untersuchen. Um die möglichen Entwicklungen am Endlagerstandort innerhalb des Bewertungszeitraumes zu beschreiben, sind gemäß § 3 Abs. 2 und 3 EndSiAnFV insbesondere die klimatische und geologische Situation sowie die eingelagerten Abfälle zu berücksichtigen. Die bereits optimierten Stilllegungsmaßnahmen sind darauf aufbauend festzulegen.

Deshalb werden im Folgenden auf Grundlage der Kenntnisse zum Standort die klimatische und geologische Entwicklung sowie die Entwicklung der eingelagerten Abfälle und Stoffe beschrieben.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 19 von 56

3.2.1 Klimatische Entwicklung

Es ist zu erwarten, dass am Standort des ERAM im Bewertungszeitraum – ähnlich wie in der Vergangenheit – auch zukünftig ein Wechsel von Warm- und Kaltzeiten stattfinden wird und die damit einhergehenden Prozesse wirken. Die Beschreibung der zeitlichen Abfolge und der jeweiligen Ausprägung dieser Prozesse ist mit großen Ungewissheiten verbunden.

3.2.2 Geologische Entwicklung

Die im Grubengebäude eingelagerten Abfälle befinden sich in einer Tiefenlage, in der die Salzstruktur im Bewertungszeitraum weitgehend unberührt von geologischen Prozessen bleibt. Prozesse, die durch die Auffahrung des Grubengebäudes ausgelöst wurden, wie z.B. Konvergenzprozesse infolge von Spannungsänderungen, finden im Bewertungszeitraum weiterhin statt und sind erst abgeschlossen, wenn Spannungen ausgeglichen und der Porenraum reduziert ist und wenn damit der vollständige Einschluss der Abfälle erreicht ist.

Der Zutritt von Lösungen ins Grubengebäude ist begrenzt. In der Nordabteilung Marie in einem Kalisalz-Abbau des Lagers H treten Lösungen zu, die anteilig mutmaßliche Hutgestein- und Deckgebirgswässer enthalten. Andere Lösungszutritte aus Hutgestein und Deckgebirge sind aufgrund der gegebenen Integrität der Salzstruktur auch in Zukunft nicht zu erwarten. Konvergierende Hohlräume können zu einer zeitlich und räumlich begrenzten Schwächung der geologischen Barriere führen.

3.2.3 Eingelagerte Abfälle und Stoffe

Durch den radioaktiven Zerfall wird sich die Aktivität der radioaktiven Abfälle reduzieren. Wegen der geringen im ERAM eingelagerten Mengen an spaltbaren Radionukliden ist ausgeschlossen, dass mögliche Transport- und Akkumulationsprozesse eine Konfiguration spaltbarer Radionuklide ergeben, die zu einer spontanen, selbst erhaltenden Kettenreaktion führen könnten.

Die mit den vorhandenen Versatzmaßnahmen eingebrachten Überschusslösungen und die über Lager H sowie die Schachtabdichtungen zutretenden Lösungen setzen bei Kontakt mit den eingebrachten Stoffen physikalische, chemische und mikrobielle Prozesse in Gang, insbesondere gehen dabei Stoffe in Lösung. Die stoffliche Zusammensetzung der radioaktiven Abfälle wird sich dabei durch partielle Löslichkeit, mikrobielle Prozesse, Metallkorrosion und Folgereaktionen ändern, insbesondere werden infolge der Korrosion von Metallen und der mikrobiellen Zersetzung von organischen Stoffen im Endlager Gase gebildet.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 20 von 56

3.3 Darlegung des sicheren Einschlusses

Der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle in der Salzstruktur und die Konzentration am Ort der Einlagerung werden für das ERAM durch das Zusammenwirken der vorhandenen geologischen Barrieren mit geotechnischen Barrieren gewährleistet, die ein robustes, gestaffeltes Barrierensystem um die Gebirgsbereiche bilden, in denen die radioaktiven Abfälle eingelagert sind.

3.3.1 Wesentliche Barrieren

Bei den wesentlichen Barrieren handelt es sich um die Barrieren, auf denen der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle im Wesentlichen beruht. Die wesentlichen Barrieren des Endlagersystems ERAM sind:

- (1) die geologische Barriere (nachfolgend Wirtsgesteinsbarriere) in Form des die Einlagerungsgrubenbae in allen Raumrichtungen umgebenden Salzgestein (Wirtsgestein)
- (2) die geotechnischen Barrieren (siehe Abbildung 3-1) in Form von:
 - a) Dichtsegmenten in den Schachtabdichtungen Bartensleben und Marie
 - b) Dichtsegmenten in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs, das eine vertikale Verbindung zwischen den Streckenabdichtungen bildet, die unter (2) e) genannt sind
 - c) Dichtsegmenten in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz und im Anhydrit im Bereich der Einlagerungsgrubenbae des Ostfelds (zwischen Zentralbereich und Ostfeld)
 - d) Dichtsegmenten in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz im Bereich der Einlagerungsgrubenbae des Westfelds (zwischen dem Südfeld und dem Westfeld)
 - e) Dichtsegmenten in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz im Bereich der Einlagerungsgrubenbae des Südfelds (zwischen dem Zentralbereich und dem Südfeld sowie zwischen der Südabteilung Marie und dem Südfeld Bartensleben)
 - f) Dichtsegmenten in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz im Bereich der Zutrittsstelle Lager H (in der Nordabteilung Marie)
 - g) Dichtsegmenten in den abgedichteten Verfüll- und Entlüftungsbohrungen der Dichtsegmente der Streckenabdichtungen c) - f)
 - h) Dichtsegmenten in den abgedichteten Bohrungen, die die Wirtsgesteinsbarriere zwischen dem BmEw und dem BoEw bzw. zwischen den BmEw stören können

Die Wirtsgesteinsbarriere (1) ist lokal durch bergmännische Auffahrungen in Form von Schächten, Strecken, Bohrungen oder Rolllöchern nicht intakt. Der sichere Einschluss wird durch dort errichtete geotechnische Barrieren erreicht. Durch die in Abbildung 3-1 skizzierte Anordnung der wesentlichen geotechnischen Barrieren (2) lassen sich im Zusammenwirken mit der Wirtsgesteinsbarriere vier BmEw definieren:

- BmEw Ostfeld (gelb)
- BmEw Westfeld (grau)
- BmEw Südfeld (grün)
- BmEw Zentralbereich (orange)

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 21 von 56

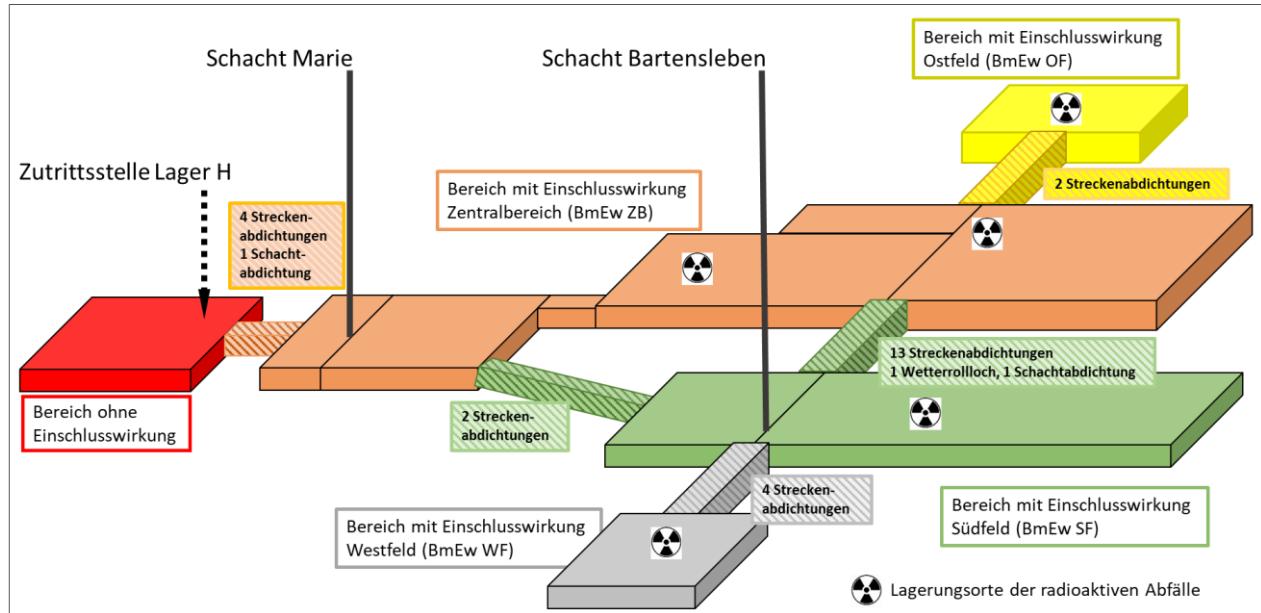


Abbildung 3-1: Skizze der vier Bereiche mit Einschlusswirkung in Abgrenzung zum Bereich ohne Einschlusswirkung mit schematischer Darstellung der Anordnung von geotechnischen Barrieren, siehe Tabelle 1.

In der Nordabteilung Marie ist um einen Grubenbau mit der Zutrittsstelle Lager H das Salzgestein keine Barriere, weshalb ein Bereich ohne Einschlusswirkung (BoEw) abgegrenzt wird, siehe Abbildung 3-1. Die wesentlichen Barrieren zwischen den BmEw bewirken, dass die Radionuklide aus den radioaktiven Abfällen auch am Ort ihrer ursprünglichen Einlagerung verbleiben.

**Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben:
U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept**



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 22 von 56

Tabelle 1: Die wesentlichen Barrieren der BmEw.

BmEw (gemäß Abbildung 3-1)	Wesentliche Barrieren
BmEw Zentralbereich (in Orange)	<ul style="list-style-type: none"> - Wirtsgesteinsbarriere - Dichtsegmente in der Schachtabdichtung Marie - Dichtsegmente in vier Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz im Bereich der Zutrittsstelle Lager H in Richtung BoEw
BmEw Ostfeld (in Gelb)	<ul style="list-style-type: none"> - Wirtsgesteinsbarriere - Dichtsegmente in zwei Streckenabdichtungen in Richtung BmEw Zentralbereich: Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung in kriechfähigem Salz im Grubenfeld Bartensleben und Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung im Anhydrit im Grubenfeld Bartensleben - Dichtsegmente in abgedichteten Bohrungen in der Wirtsgesteinsbarriere zwischen BmEw Ostfeld und BmEw Zentralbereich
BmEw Südfeld (in Grün)	<ul style="list-style-type: none"> - Wirtsgesteinsbarriere - Dichtsegmente in der Schachtabdichtung Bartensleben - Dichtsegmente in der Abdichtung des südlichen Wetterrollochs - Dichtsegmente in 15 Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz im Grubenfeld Bartensleben in Richtung BmEw Zentralbereich - Dichtsegmente in abgedichteten Bohrungen in der Wirtsgesteinsbarriere zwischen BmEw Zentralbereich und BmEw Südfeld
BmEw Westfeld (in Grau)	<ul style="list-style-type: none"> - Wirtsgesteinsbarriere - Dichtsegmente in vier Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz im Grubenfeld Bartensleben in Richtung BmEw Südfeld

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 23 von 56

3.3.2 Weitere Barrieren

Die wesentlichen Barrieren werden durch weitere Barrieren ergänzt. Diese weiteren Barrieren be- oder verhindern zusätzlich zu den wesentlichen Barrieren und im Zusammenwirken mit ihnen eine Ausbreitung von Radionukliden. Diese weiteren Barrieren sind:

- (1) die geologische Barriere in Form des die Wirtsgesteinsbarriere überlagernden Hutgesteins und Deckgebirges
- (2) die geotechnischen Barrieren in Form von:
 - a) jeweils einem weiteren Dichtsegment in den Schachtabdichtungen Bartensleben und Marie
 - b) Versatzmaterial zur Verfüllung von Bohrungen, die die Wirtsgesteinsbarriere stören können
 - c) weitgehend vollständigem Versatz der Grubenbaue mit Salzbeton und Haufwerk
 - d) Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial im BoEw im direkten Umfeld der Zutrittsstelle Lager H
 - e) Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial im Kalilager C
 - f) Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial in Streckenabschnitten, die den Streckenabdichtungen im Bereich der Zutrittsstelle Lager H im BoEw vorgelagert sind und in den Streckenbereichen östlich Kalilager C
 - g) Salzbeton als Versatzmaterial in der Zugangsstrecke zum Radiumfass
- (3) die technischen Barrieren, in Form von Abfallbehältern und Abfallmatrix

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 24 von 56

3.4 Aufbau der Barrieren

3.4.1 Geologische Barrieren

Im Bereich des ERAM bilden Gesteine des Zechsteins die Wirtsgesteinsbarriere. Das Zechstein umfasst das Salinar der Werra-Folge, das Salinar der Staßfurt-Folge (mit Staßfurt-Steinsalz, dem Kaliflöz Staßfurt und Deckanhdydit), das Salinar der Leine-Folge (mit Leine-Steinsalz, Grauem Salzton, Leinekarbonat und dem Hauptanhdydit) sowie das Salinar der Aller-Folge. In der Allertalstruktur ist das Salinar des Zechsteins steil aufgestellt sowie intensiv gefaltet.

Der in der Salzstruktur befindliche Hauptanhdydit reagierte aufgrund seines spröden Verhaltens bruchhaft auf die plastische Verfaltung der übrigen salinaren Gesteine beim Salzaufstieg und liegt daher heute in Form einzelner durch Steinsalz oder Kalisalz getrennter Schollen vor (Zerblockung). Diese Situation führt dazu, dass potentielle Wegsamkeiten in Kluftsystemen des spröden Hauptanhdydits auf Einzelschollen begrenzt bleiben. Sie weisen keine hydraulisch wirksame Verbindung zum Deckgebirge auf.

Das Hugestein besteht vorwiegend aus zechsteinzeitlichen Gesteinen, im Wesentlichen zementierten und hydratisierten residualen Calciumsulfat-Gesteinen und deren Subrosionsäquivalenten. Seine Mächtigkeit variiert zwischen einigen Dekametern und max. 240 m. Das Hugestein weist eine geringe Klufthäufigkeit mit niedrigem Vernetzungsgrad auf.

Das Deckgebirge oberhalb des Hugesteins wird in unterschiedlichen Anteilen von den Ablagerungen der Trias bis zum Quartär gebildet. Die triassischen bis jurassischen Einheiten sind aus Festgesteinen aufgebaut. Die kretazischen, tertiären und quartären Einheiten bestehen aus Lockergesteinen. Das Deckgebirge stellt mit seinen mechanischen und hydraulischen Eigenschaften wiederum einen Schutz für das Hugestein dar.

3.4.2 Geotechnische Barrieren

Die Errichtung der in den Kapiteln 3.3.1 und 3.3.2 aufgelisteten geotechnischen Barrieren ist erprobt, was insbesondere durch Demonstrationsbauwerke belegt wird. Und sie werden durch ein dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechendes Qualitätssicherungsprogramm begleitet. Dadurch ist gewährleistet, dass diese so hydraulisch dicht, wie technisch möglich, errichtet werden. Mit dem so erreichten Zustand werden für die jeweiligen Segmente der geotechnischen Barrieren die Sicherheitsfunktionen (Kapitel 3.5), die Funktionen (3.6) und die Aufgaben (3.7) im Bewertungszeitraum gewährleistet.

3.4.2.1 Schachtabdichtungen

Die beiden Schächte Bartensleben und Marie werden durch gleichartig aufgebaute Schachtabdichtungen verschlossen. Die Schachtabdichtungen bestehen aus drei Dichtsegmenten (DE1, DE2 und DE3) und Hilfssegmenten (Widerlagern, Filterschichten und ein asphaltdichter Kern), die hinsichtlich ihrer Wirkung jeweils an die geometrische, geologische und hydrogeologische Situation in den Schächten angepasst sind.

Die Dichtsegmente sind in den Schachtabdichtungen so angeordnet (siehe Abbildung 3-2), dass sie relevante Bereiche des Deckgebirges, des Hugesteins und des Wirtsgesteins abdichten und dadurch den vertikalen Fluidstrom durch und entlang der Schachtabdichtungen dauerhaft behindern.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 25 von 56

Die zur Anwendung kommenden Baustoffe für die Dichtsegmente sind im Hinblick auf den zu erwartenden Chemismus zutretender Deckgebirgswässer und von Lösungen aus dem Grubengebäude unter Berücksichtigung der vorhandenen Ungewissheiten so ausgewählt und optimiert, dass die zur Erreichung der Sicherheitsfunktionen erforderlichen Eigenschaften eingehalten werden.

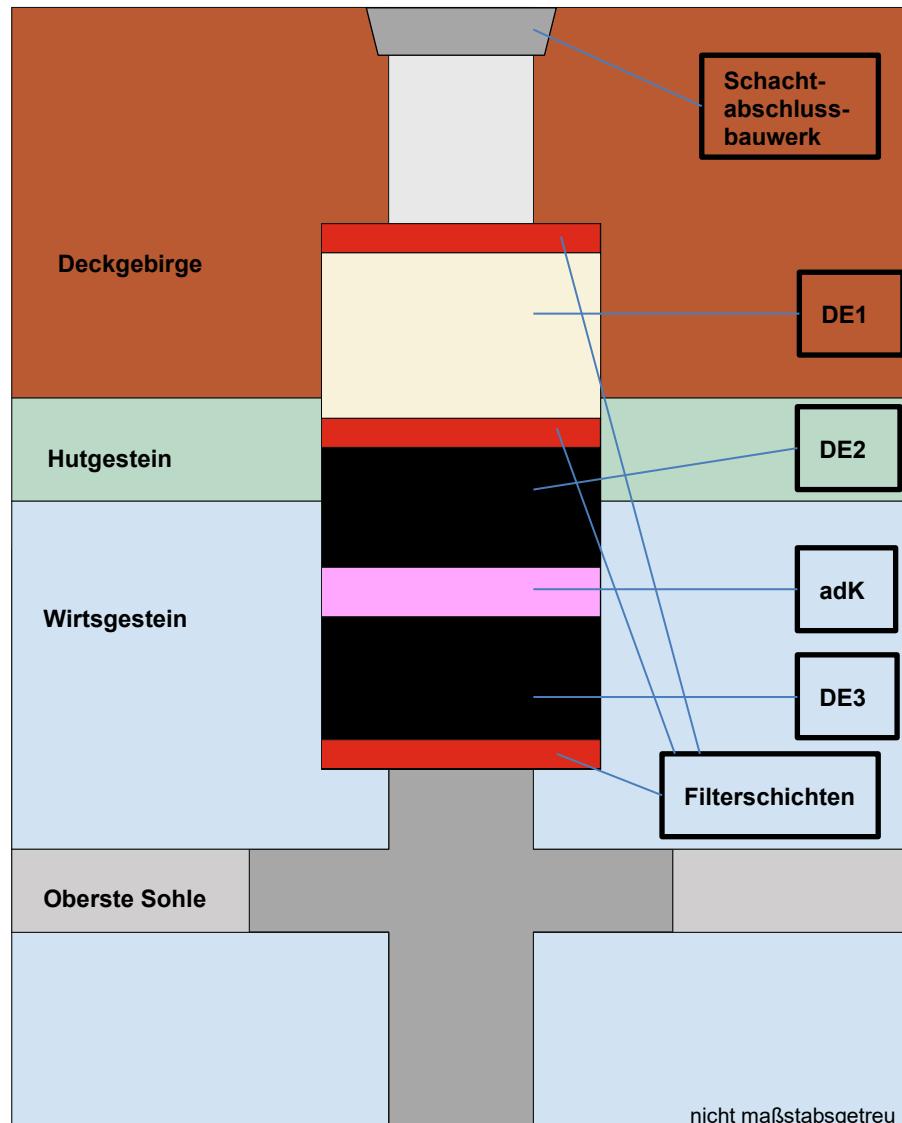


Abbildung 3-2: Schematische Darstellung der Schachtabdichtungen am Beispiel Schacht Barleben; untere Widerlagersäule in Dunkelgrau, DE2 und DE3 in Schwarz, asphaltdichter Kern (adK) in Magenta, DE1 in Hellgelb Filterschichten in Rot, obere Widerlagersäule in Hellgrau und Schachtabschlussbauwerk in Grau.

Im Folgenden werden die Segmente der Schachtabdichtungen in der Reihenfolge ihrer Anordnung von unten nach oben beschrieben.

3.4.2.1.1 Untere Widerlagersäule

Die untere Widerlagersäule besteht aus Hartgesteinsschotter, setzt auf dem Schachttiefsten auf und reicht jeweils über die oberste angeschlossene Sohle hinaus. In den Bereichen der angeschlosse-

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 26 von 56

nen Sohlen wird in die angrenzenden Strecken und Grubenbaue ebenfalls Hartgesteinsschotter eingebracht, wodurch ein Auslaufen der unteren Widerlagersäule in diese Bereiche verhindert wird. Zur Verbesserung der Lagestabilität wird in verschiedenen Horizonten der unteren Widerlagersäule, u.a. am oberen Abschluss und im Bereich des Schachtsumpfes Marie, eine Porenraumfüllung aus Salzbeton vorgenommen.

Die untere Widerlagersäule ist ein Hilfssegment.

3.4.2.1.2 Filterschicht III

Über der unteren Widerlagersäule wird die Filterschicht III, bestehend aus Splitt, Sand und Mineralgemisch, eingebracht.

Die Filterschicht III ist ein Hilfssegment.

3.4.2.1.3 Dichtsegment DE3

Oberhalb der Filterschicht III wird das Dichtsegment DE3 im Wirtsgestein angeordnet. Das Dichtsegment DE3 besteht aus einem verdichtet eingebrachten Hartgesteinsschottergerüst, dessen Porenraum mit ungefülltem Bitumen ausgefüllt ist. Ein vollflächig aufgebrachter bitumenbasierter Voranstrich auf die nachgeschnittene Steinsalzkontur im Bereich des Dichtsegments dient als Haftvermittler und verbessert die Verbundeneigenschaften.

Das Dichtsegment DE3 ist eine wesentliche Barriere.

3.4.2.1.4 Asphaltischer Kern

Oberhalb von Dichtsegment DE3 wird der asphaltdichte Kern (adK) eingebracht. Der asphaltdichte Kern besteht aus mehreren Schichten Splitt, Sand und Mineralgemisch unterschiedlicher Körnung.

Der asphaltdichte Kern ist ein Hilfssegment.

3.4.2.1.5 Dichtsegment DE2

Das Dichtsegment DE2 oberhalb des asphaltdichten Kerns füllt die Schachtsäule vom Wirtsgestein über den Salzspiegel bis in das Hugestein. Das Dichtsegment DE2 ist wie das Dichtsegment DE3 aufgebaut, unterscheidet sich allerdings dadurch, dass der Porenraum des Hartgesteinsschotters mit gefülltem Bitumen vergossen ist. Ein vollflächig aufgebrachter bitumenbasierter Voranstrich auf die nachgeschnittene Steinsalzkontur im Bereich des Dichtsegments dient als Haftvermittler und verbessert die Verbundeneigenschaften.

Das Dichtsegment DE2 ist eine wesentliche Barriere.

3.4.2.1.6 Filterschicht II

Oberhalb des Dichtsegments DE2 wird die Filterschicht II, bestehend aus Splitt, Sand und Mineralgemisch, eingebracht.

Die Filterschicht II ist ein Hilfssegment.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 27 von 56

3.4.2.1.7 Dichtsegment DE1

Oberhalb der Filterschicht II befindet sich das Dichtsegment DE1. Es reicht beim Schacht Bartensleben bis in das Deckgebirge und beim Schacht Marie bis in das Hutgestein. Es besteht aus Bentonit mit Dichtfunktion und permeablen Zwischenschichten aus Sand.

Das Dichtsegment DE1 ist eine weitere Barriere.

3.4.2.1.8 Filterschicht I

Die Filterschicht I liegt oberhalb des Dichtsegments DE1 und besteht aus einem Mineralgemisch.

Die Filterschicht I ist ein Hilfssegment.

3.4.2.1.9 Obere Widerlagersäule

Die obere Widerlagersäule befindet sich im Schacht Bartensleben im Deckgebirge und reicht im Schacht Marie vom Hutgestein bis in das Deckgebirge. Sie reicht in beiden Schächten bis zum Schachtabchlussbauwerk und besteht aus einem Mineralgemisch.

Die obere Widerlagersäule ist ein Hilfssegment.

3.4.2.1.10 Schachtabchlussbauwerk

Den Abschluss der Schachtabdichtungen bis zur bzw. an der Tagesoberfläche bildet ein Schachtabchlussbauwerk aus Beton.

Das Schachtabchlussbauwerk ist ein Hilfssegment.

3.4.2.2 Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs

Das südliche Wetterrollloch im Grubenfeld Bartensleben verbindet vier Streckenabdichtungen auf unterschiedlichen Sohlen. Es wird zwischen den einzelnen Sohlen abgedichtet.

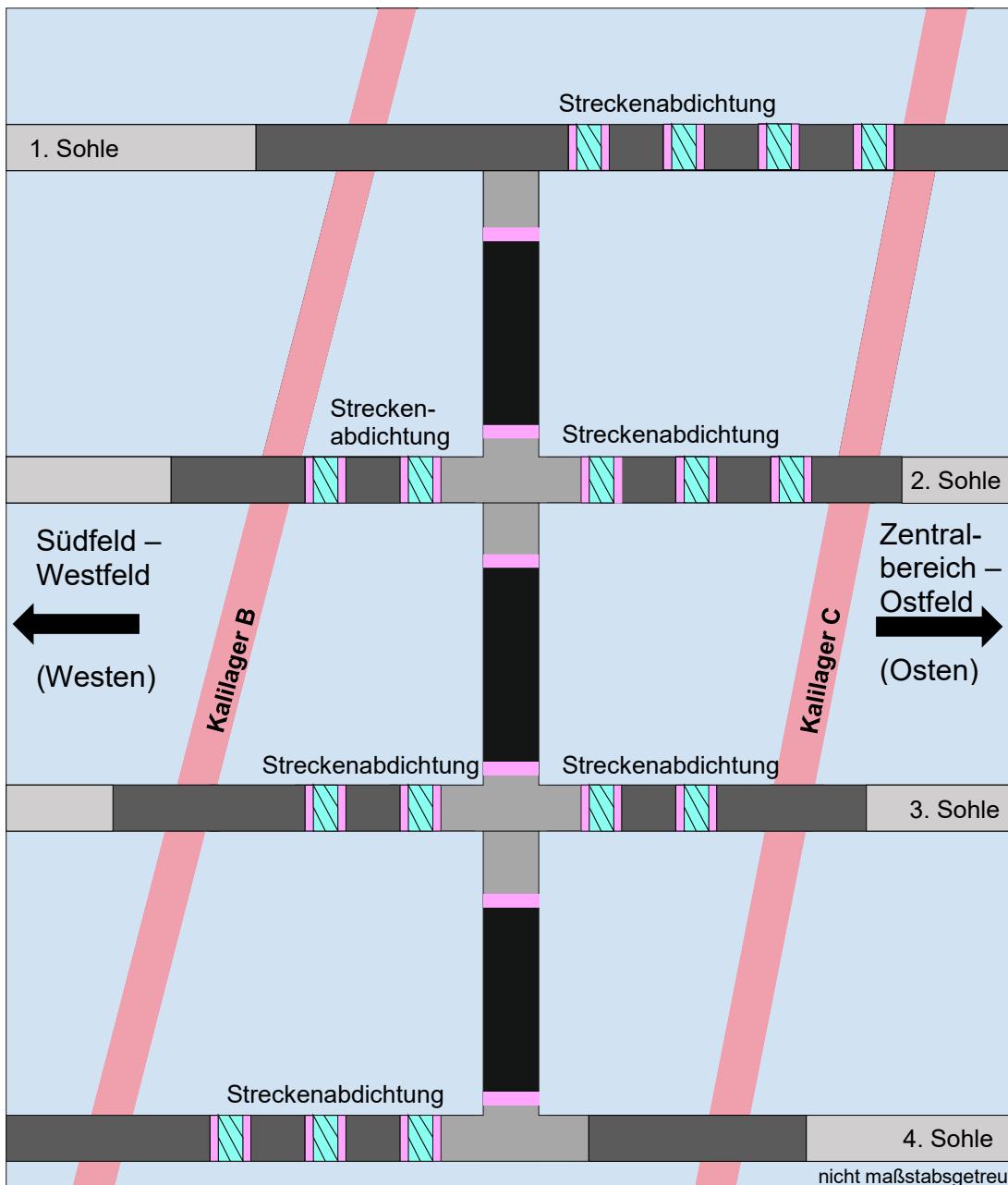


Abbildung 3-3: Schematische Darstellung der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs; untere Widerlagersäule in Grau, Dichtsegmente in Schwarz, Filterschichten in Magenta, obere Widerlagersäule in Grau. Die in den Sohlen angrenzenden Streckenabdichtungen sind dargestellt mit Widerlagern in Cyan und Magenta und mit Dichtsegmenten dazwischen in Dunkelgrau, angrenzend dargestellt sind Streckenverfüllungen in Dunkelgrau.

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 29 von 56

Die Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs besteht aus drei Dichtsegmenten, die jeweils durch Hilfssegmente (Widerlager und Filterschichten) eingefasst sind (siehe Abbildung 3-3), die hinsichtlich ihrer Lage und Wirkung an die bergbaulichen Verhältnisse angepasst sind.

Die zur Anwendung kommenden Baustoffe sind im Hinblick auf den zu erwartenden Chemismus evtl. anstehender Lösungen unter Berücksichtigung der vorhandenen Ungewissheiten so ausgewählt und optimiert, dass die zur Erreichung der Sicherheitsfunktionen erforderlichen Eigenschaften der wesentlichen geotechnischen Barrieren eingehalten werden.

Im Folgenden werden die Segmente der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs, welche sich drei Mal wiederholen (siehe Abbildung 3-3), in der Reihenfolge ihrer Anordnung von unten nach oben, beschrieben.

3.4.2.2.1 Untere Widerlagersäule

Die untere Widerlagersäule besteht jeweils aus Hartgesteinsschotter, setzt im Niveau der jeweiligen Sohle auf und reicht über die Firste der Strecke hinaus. In den unmittelbar angeschlossenen Grubenbauen wird ebenfalls Hartgesteinsschotter eingebracht. An diese Bereiche schließen sich wiederum Streckenabdichtungen mit deren Widerlagern oder die Versatzmaßnahmen der angrenzenden Streckenabschnitte an. Damit wird ein Auslaufen der unteren Widerlagersäule in diese Strecken hinein verhindert.

Die untere Widerlagersäule ist ein Hilfssegment.

3.4.2.2.2 Filterschicht II

Über der unteren Widerlagersäule wird eine Filterschicht II eingebracht. Sie besteht aus einer unteren Filterschicht aus Hartgesteinsschotter, dessen Porenraum im obersten Bereich als Gegenfilter für die folgende Filterschicht mit Salzbeton ausgefüllt wird. Es folgt am Top eine obere Filterschicht aus Bentokies als Basis für das Dichtsegment.

Die Filterschicht II ist ein Hilfssegment.

3.4.2.2.3 Dichtsegment

Das jeweilige Dichtsegment (insgesamt drei, siehe Abbildung 3-3) besteht aus einem verdichtet eingebrachten Hartgesteinsschottergerüst, dessen Porenraum mit ungefülltem Bitumen ausgefüllt ist. Ein vollflächig aufgebrachter bitumenbasierter Voranstrich auf die nachgeschnittene Steinsalzkontur im Bereich des Dichtsegments dient als Haftvermittler und verbessert die Verbundeigenschaften.

Die Dichtsegmente sind wesentliche Barrieren.

3.4.2.2.4 Filterschicht I

Über dem Dichtsegment wird jeweils eine Filterschicht I eingebracht. Sie setzt sich aus einer unteren und einer oberen Filterschicht zusammen. Die untere Filterschicht besteht aus Hartgesteinsschotter, dessen Porenraum im obersten Bereich als Gegenfilter für die obere Filterschicht mit Salzbeton ausgefüllt wird. Es folgt am Top eine obere Filterschicht aus Bentokies als Basis für die obere Widerlagersäule.

Die Filterschicht I ist ein Hilfssegment.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 30 von 56

3.4.2.2.5 Obere Widerlagersäule

Die obere Widerlagersäule besteht aus Hartgesteinsschotter, dessen Porenraum mit einer Zementsuspension vergossen wird. Sie setzt auf der Filterschicht I auf und reicht bis zum Niveau der darüber liegenden Sohle.

Die obere Widerlagersäule ist ein Hilfssegment.

3.4.2.3 Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz im Bereich der Zutrittsstelle Lager H

Die Streckenabdichtungen im Bereich der Zutrittsstelle Lager H werden aus Dichtsegmenten aus Magnesiabaustoffen und Bitumen errichtet, wobei sich die Magnesiabaustoffe unterscheiden, da verschiedene Einbringtechnologien (MgO-Massenbeton und MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen) zur Anwendung kommen.

Die Streckenabdichtung besteht aus mehreren hintereinander angeordneten Dichtsegmenten, die durch Widerlager als Hilfssegmente eingefasst sind. Die Dichtsegmente sind lokationspezifisch jeweils an die geometrischen und bergbaulichen Gegebenheiten der Strecke sowie an die geologische Situation angepasst.

In Abbildung 3-4 ist der Aufbau mit den zwei Konstruktionstypen für die Dichtsegmente dargestellt (Baurichtung von links nach rechts).

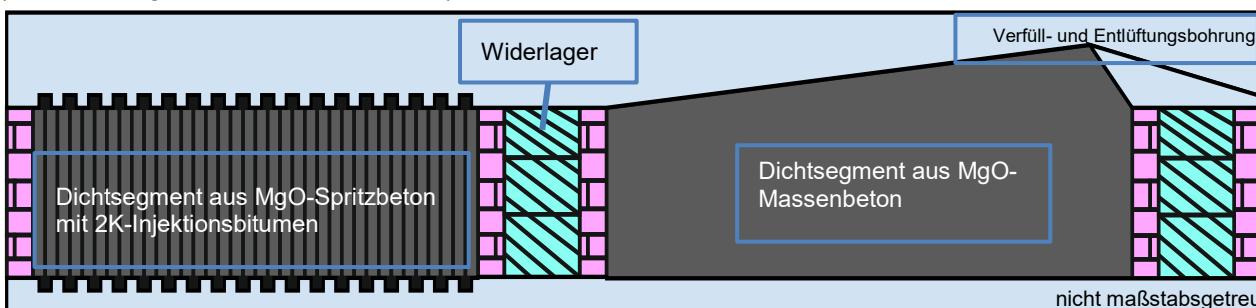


Abbildung 3-4 Schematische Darstellung des Aufbaus der Streckenabdichtungen im Bereich der Zutrittsstelle Lager H mit Dichtsegmenten aus MgO-Massenbeton mit Verfüll- und Entlüftungsbohrungen, das von zwei Widerlagern eingefasst wird, sowie einem Dichtsegment aus MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen.

Die zur Anwendung kommenden Baustoffe sind im Hinblick auf den zu erwartenden Chemismus möglicher anstehender Lösungen unter Berücksichtigung der vorhandenen Ungewissheiten so ausgewählt und optimiert, dass die zur Erreichung der Sicherheitsfunktionen erforderlichen Eigenschaften der wesentlichen geotechnischen Barrieren eingehalten werden.

3.4.2.3.1 Dichtsegment aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton

Die Dichtsegmente bestehen aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton. Sie werden jeweils in axialer Orientierung durch zwei Widerlager lagestabil eingefasst. Die Anzahl und die Abmessungen der Dichtsegmente und Widerlager sind abhängig von den jeweiligen lokationspezifischen Gegebenheiten.

Die Dichtsegmente sind wesentliche Barrieren.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 31 von 56

3.4.2.3.2 Dichtsegment aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen

Die Dichtsegmente bestehen aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton. Die Kontaktzone und die nachschnittbedingte baubetrieblich geschädigte Zone (NBZ) bzw. die nach dem Konturnachschnitt verbleibende Auflockerungszone (ALZ) werden mit einem 2K-Injektionsbitumen vergütet. Die Injektion erfolgt in konturumlaufenden Injektionsringen abschnittsweise in bereits eingebrachte MgO-Spritzbetonschichten.

Die Dichtsegmente sind wesentliche Barrieren.

3.4.2.3.3 Widerlager aus Magnesiabaustoff

Die Dichtsegmente werden jeweils in axialer Orientierung durch zwei Widerlager lagestabil eingefasst. Die Widerlager bestehen aus MgO-Massenbeton. Ein Widerlager wird durch Schalwände aus Magnesiabaustoff beidseitig begrenzt.

Die Widerlager sind Hilfssegmente.

3.4.2.3.4 Dichtsegmente in den abgedichteten Verfüll- und Entlüftungsbohrungen

Die für die Errichtung der Dichtsegmente aus MgO-Massenbeton notwendigen Verfüll- und Entlüftungsbohrungen werden direkt im Zusammenhang mit der Errichtung der Dichtsegmente mit den gleichen Baustoffen abgedichtet.

Die Dichtsegmente in Verfüll- und Entlüftungsbohrungen sind wesentliche Barrieren.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 32 von 56

3.4.2.4 Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz im Grubenfeld Bartensleben

Die Streckenabdichtungen im Grubenfeld Bartensleben in kriechfähigem Salzgestein werden aus Dichtsegmenten aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton errichtet. In Abbildung 3-5 ist der für diese Streckenabdichtungen charakteristische Aufbau mit einem Dichtsegment aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton und zwei Widerlagern dargestellt.

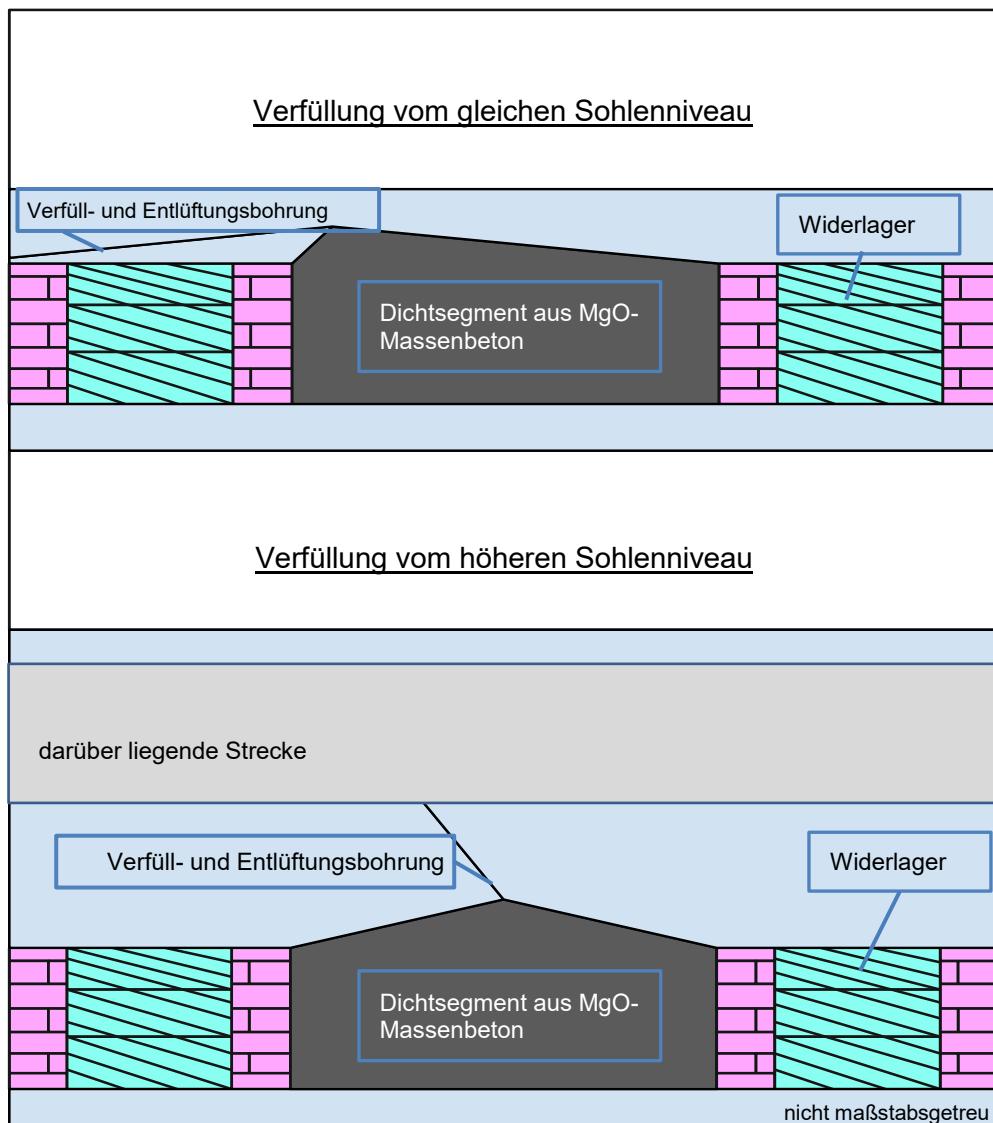


Abbildung 3-5 Schematische Darstellung des Aufbaus der Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz im Grubenfeld Bartensleben mit Dichtsegment und zwei Widerlagern aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton. Anordnung der Verfüll- und Entlüftungsbohrungen vom gleichen oder vom darüber liegenden Sohenniveau.

Eine Streckenabdichtung besteht jeweils aus einem oder mehreren hintereinander angeordneten Dichtsegmenten, die durch Widerlager als Hilfssegmente eingefasst sind. Die Dichtsegmente sind lokationspezifisch jeweils an die geometrischen und bergbaulichen Gegebenheiten der Strecke sowie an die geologische Situation angepasst.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 33 von 56

Die zur Anwendung kommenden Baustoffe für die Dichtsegmente sind im Hinblick auf den zu erwartenden Chemismus möglicher anstehender Lösungen unter Berücksichtigung der vorhandenen Un gewissheiten so ausgewählt und optimiert, dass die zur Erreichung der Sicherheitsfunktionen erforderlichen Eigenschaften eingehalten werden.

3.4.2.4.1 Dichtsegment aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton

Die Dichtsegmente bestehen aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton. Sie werden jeweils in axialer Orientierung durch zwei Widerlager lagestabil eingefasst. Die Anzahl der Dichtsegmente und Widerlager je Streckenabdichtung sowie die Abmessungen der Dichtsegmente und Widerlager sind abhängig von den jeweiligen lokationsspezifischen Gegebenheiten.

Die Dichtsegmente sind wesentliche Barrieren.

3.4.2.4.2 Widerlager aus Magnesiabaustoff

Die Dichtsegmente werden jeweils in axialer Orientierung durch zwei Widerlager lagestabil eingefasst. Die Widerlager bestehen aus MgO-Massenbeton. Ein Widerlager wird durch Schalwände aus Magnesiabaustoff beidseitig begrenzt.

Die Widerlager sind Hilfssegmente.

3.4.2.4.3 Dichtsegmente in den abgedichteten Verfüll- und Entlüftungsbohrungen

Die für die Errichtung der Dichtsegmente aus Magnesiabaustoff notwendigen Verfüll- und Entlüftungsbohrungen werden direkt im Zusammenhang mit der Errichtung der Dichtsegmente der Streckenabdichtungen mit den gleichen Baustoffen abgedichtet.

Die Dichtsegmente in den abgedichteten Verfüll- und Entlüftungsbohrungen sind wesentliche Barrieren.

3.4.2.5 Streckenabdichtung im Anhydrit im Grubenfeld Bartensleben

Die Streckenabdichtung im Grubenfeld Bartensleben im Anhydrit wird aus Dichtsegmenten aus Magnesiabaustoffen und Bitumen errichtet, wobei sich die Magnesiabaustoffe unterscheiden, da verschiedene Einbringtechnologien (MgO-Massenbeton und MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen und Destillationsbitumen) zur Anwendung kommen.

Die Streckenabdichtung besteht aus mehreren hintereinander angeordneten Dichtsegmenten, die durch Widerlager als Hilfssegmente eingefasst sind. Die Dichtsegmente sind lokationsspezifisch jeweils an die geometrischen und bergbaulichen Gegebenheiten der Strecke sowie an die geologische Situation angepasst.

Die zur Anwendung kommenden Baustoffe für die Dichtsegmente sind im Hinblick auf den zu erwartenden Chemismus möglicher anstehender Lösungen unter Berücksichtigung der vorhandenen Un gewissheiten so ausgewählt und optimiert, dass die zur Erreichung der Sicherheitsfunktionen erforderlichen Eigenschaften der wesentlichen geotechnischen Barrieren eingehalten werden.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 34 von 56

In Abbildung 3-6 ist der Aufbau mit den drei Konstruktionstypen für die Dichtsegmente dargestellt.

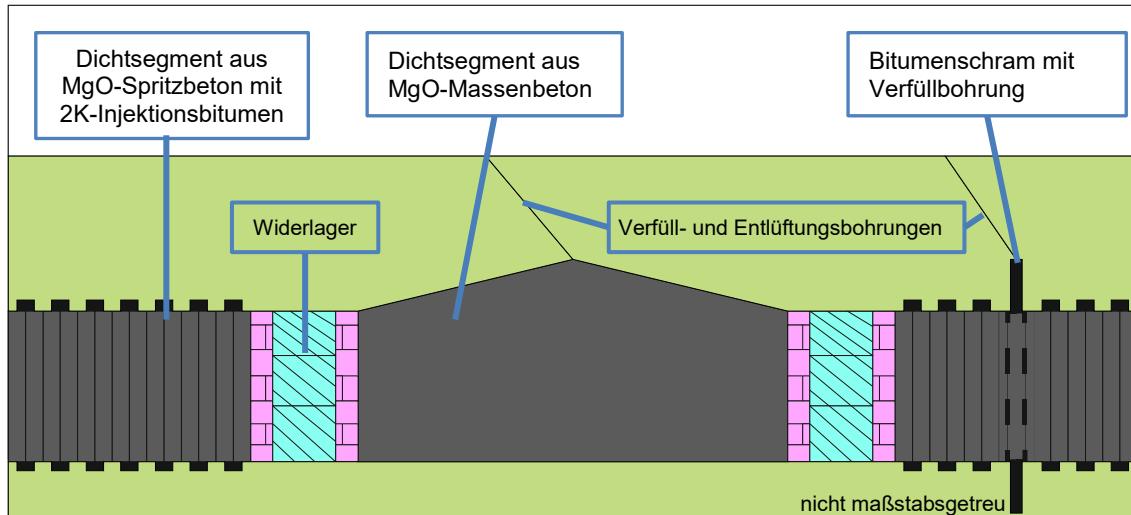


Abbildung 3-6 Schematische Darstellung eines Aufbaus der Streckabdichtung im Anhydrit mit Dichtsegmenten aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton mit Verfüll- und Entlüftungsbohrungen sowie als MgO-Spritzbeton mit Vergütung der Kontaktzone mit 2K-Injektionsbitumen sowie Dichtsegmenten aus MgO-Spritzbeton mit umlaufendem Bitumenschram mit Verfüllbohrung für das Destillationsbitumen.

3.4.2.5.1 Dichtsegment aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton

Die Dichtsegmente bestehen aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton. Sie werden jeweils in axialer Orientierung durch zwei Widerlager lagestabil eingefasst. Die Anzahl und die Abmessungen der Dichtsegmente und Widerlager sind abhängig von den jeweiligen lokationsspezifischen Gegebenheiten.

Die Dichtsegmente sind wesentliche Barrieren.

3.4.2.5.2 Dichtsegment aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen

Die Dichtsegmente bestehen aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton. Die Kontaktzone und die nachschnittbedingte baubetrieblich geschädigte Zone (NBZ) bzw. die nach dem Konturnachschnitt verbleibende Auflockerungszone (ALZ) werden mit einem 2K-Injektionsbitumen vergütet. Die Injektion erfolgt in konturumlaufenden Injektionsringen abschnittsweise in bereits eingebrachte MgO-Spritzbetonschichten.

Die Dichtsegmente sind wesentliche Barrieren.

3.4.2.5.3 Dichtsegment aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit Bitumenschram

Dichtsegmente aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton werden schichtweise gegen ein bereits vorhandene MgO-Spritzbeton-Schichten, Widerlager oder vorhandene Streckenverfüllung erstellt.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 35 von 56

In die Streckenkontur wird an geeigneter Stelle innerhalb des Bereichs des Dichtsegments aus MgO-Spritzbeton ein umlaufender Schram erstellt. Der Schram ist an seinem Hochpunkt mit einer Verfüllbohrung (Hochbohrung) verbunden, über diese der Schram mit Destillationsbitumen gefüllt wird. Mit diesem Baustoff wird auch die Verfüllbohrung abgedichtet.

Die Dichtsegmente sind wesentliche Barrieren.

3.4.2.5.4 Widerlager aus Magnesiabaustoff

Die Dichtsegmente werden jeweils in axialer Orientierung durch zwei Widerlager lagestabil eingefasst. Die Widerlager bestehen aus MgO-Massenbeton. Ein Widerlager wird durch Schalwände aus Magnesiabaustoffen beidseitig begrenzt.

Die Widerlager sind Hilfssegmente.

3.4.2.5.5 Dichtsegmente in den abgedichteten Verfüll- und Entlüftungsbohrungen

Die für die Errichtung der Streckenabdichtungen notwendigen Verfüll- und Entlüftungsbohrungen werden direkt im Zusammenhang mit der Errichtung der Dichtsegmente mit den gleichen Baustoffen abgedichtet.

Die Dichtsegmente in Verfüll- und Entlüftungsbohrungen sind wesentliche Barrieren.

3.4.2.6 Dichtsegmente in den abgedichteten Bohrungen

Die Abdichtung von Bohrungen durch Dichtsegmente erfolgt vollständig und formschlüssig, so gut wie technisch möglich, mit Magnesiabaustoff.

Die Dichtsegmente in den abgedichteten Bohrungen sind wesentliche Barrieren.

3.4.2.7 Verfüllung von Bohrungen mit Magnesiabaustoff

Die Verfüllung von Bohrungen, insbesondere die relevanten Bohrlochabschnitte im Anhydrit, erfolgt vollständig und formschlüssig, so gut wie technisch möglich, mit Magnesiabaustoff.

Die verfüllten Bohrungen stellen weitere Barrieren dar.

3.4.2.8 Salzbeton als Versatzmaterial zur weitgehend vollständigen Verfüllung der Grubenbaue

Die Verfüllung der noch offenen Grubenbaue mit Salzbeton erfolgt so vollständig, wie es technisch sinnvoll möglich ist.

Da der bereits eingebrachte Versatz im Grubengebäude belassen wird und, das bei der Durchführung der Stilllegungsmaßnahmen anfallende Haufwerk ebenfalls im Grubengebäude verbleibt, besteht der Versatz aus Salzaufwerk, Braunkohlenfilterasche (BFA) und Salzbeton.

Der weitgehend vollständige Versatz der Grubenbaue ist eine weitere Barriere.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 36 von 56

3.4.2.9 Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial im BoEw im direkten Umfeld der Zutrittsstelle Lager H

Das Lager H ist nach Einstellung der Abbautätigkeiten im Bereich der Zutrittsstelle durch eine Kombination aus mehreren, aufeinander folgenden Ziegelmauerwerksegmenten mit Bitumenanstrichen bergmännisch abgedichtet worden. Der Grubenbau des Lagers H mit der Zutrittsstelle wird möglichst vollständig, so gut wie technisch möglich, mit Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton verfüllt.

Der Magnesiabaustoff als Versatzmaterial im BoEw im direkten Umfeld der Zutrittsstelle Lager H ist eine weitere Barriere.

3.4.2.10 Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial im Kalilager C

Die abgebauten Kalilager des Lagerteils C werden möglichst vollständig, so gut wie technisch möglich, mit Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton verfüllt.

Der Magnesiabaustoff als Versatzmaterial im Kalilager C ist eine weitere Barriere.

3.4.2.11 Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial in Streckenabdichtungen vorgelagerten Streckenabschnitten

Die Streckenabschnitte, die den Streckenabdichtungen im Bereich der Zutrittsstelle Lager H im BoEw sowie zwischen dem BmEw Zentralbereich und dem BmEw Südfeld östlich Kalilager C unmittelbar vorgelagert sind, werden möglichst vollständig, so gut wie technisch möglich, mit Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton verfüllt.

Der Magnesiabaustoff in Streckenabschnitten, die Streckenabdichtungen vorgelagert sind, ist eine weitere Barriere.

3.4.2.12 Salzbeton als Versatzmaterial in der Zugangsstrecke zum Radiumfass

Die Zugangsstrecke zum Radiumfass im BmEw Zentralbereich wird möglichst vollständig, so gut wie technisch möglich, mit Salzbeton verfüllt.

Der Salzbeton als Versatzmaterial in der Zugangsstrecke zum Radiumfass ist eine weitere Barriere.

3.4.3 Technische Barrieren

Die eingelagerten radioaktiven Abfälle sind in der Regel in standardisierten Behältern, z.B. 200- bis 570-l-Stahlfässern oder zylindrischen Betonbehältern, verpackt. Endlagerbehälter mit stärker strahlendem Radionuklidinventar wurden zur Reduzierung der Strahlenexposition des Betriebspersonals mit Verlorenen Betonabschirmungen (VBA) eingelagert. Neben den Behältern wurden im ERAM auch Folien und Kartons als Verpackungsmaterial von radioaktiven Abfällen sowie Spezialcontainer (Stahlzylinder) eingesetzt. Sperrige radioaktive Abfälle sind ohne Verpackung eingelagert worden. Flüssige radioaktive Abfälle wurden im ERAM in situ mit BFA oder in Behältern mit entsprechenden Bindemitteln verfestigt. Die Abfallmatrix besteht dann größtenteils aus (Portland)-Zementmörtel und Sand sowie zu geringeren Anteilen aus Kieselgur, Bitumen und Harnstoff-Formaldehyd-Harz.

Abfallbehälter und Abfallmatrix sind nicht im Hinblick auf die Stilllegungsmaßnahmen optimiert.

Die technischen Barrieren sind weitere Barrieren.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 37 von 56

3.5 Sicherheitsfunktionen und erforderliche Eigenschaften der wesentlichen Barrieren

Als Sicherheitsfunktion wird eine die Sicherheit betreffende Wirkung einer wesentlichen Barriere des Endlagersystems bezeichnet. In ihrer Summe gewährleisten die Sicherheitsfunktionen der wesentlichen Barrieren des Endlagersystems die Einhaltung der Schutzziele und der regulatorischen Vorgaben, siehe [U-GP-1.1-01].

Der sichere Einschluss während des gesamten Bewertungszeitraums ist gewährleistet, auch wenn einzelne Sicherheitsfunktionen nur für eine begrenzte Zeit ihre optimale Wirksamkeit entfalten oder an Wirksamkeit verlieren. Bei den wesentlichen geotechnischen Barrieren werden die Sicherheitsfunktionen auf der Grundlage des nach heutigem Stand der Technik sinnvoll Machbaren festgelegt.

Die Sicherheitsfunktionen der einzelnen Dichtsegmente bestimmen in ihrem Zusammenwirken deren sicherheitsrelevantes Verhalten. Die für die Wirksamkeit der Sicherheitsfunktionen erforderlichen Eigenschaften werden im Folgenden durch die Berücksichtigung einwirkender Prozesse qualitativ konkretisiert.

3.5.1 Geologische Barriere

Die Sicherheitsfunktionen der Wirtsgesteinsbarriere sind:

- Verhinderung eines Zutritts von Deckgebirgswässern in das Grubengebäude
- Verhinderung eines Lösungszutritts in die BmEw durch die Wirtsgesteinsbarriere um die BmEw
- Verhinderung eines Austritts von Fluiden aus den BmEw durch die Wirtsgesteinsbarriere um die BmEw

Die erforderlichen Eigenschaften der Wirtsgesteinsbarriere sind:

- Hydraulische Dichtheit
- Eine Festigkeit, die ausreicht, um auftretende Spannungsänderungen schädigungsfrei aufzunehmen

3.5.2 Geotechnische Barrieren

Die Sicherheitsfunktionen und die daraus resultierenden erforderlichen Eigenschaften werden im Folgenden für die wesentlichen geotechnischen Barrieren konkretisiert.

3.5.2.1 Dichtsegment DE3 in den Schachtabdichtungen

Die Sicherheitsfunktionen des Dichtsegments DE3 in den Schachtabdichtungen sind:

- Dauerhafte Behinderung des Auspressens von Lösungen aus dem Grubengebäude, so gut wie technisch möglich
- Schutz der darüber liegenden Segmente vor Lageverschiebung

Die erforderlichen Eigenschaften des Dichtsegments DE3 in den Schachtabdichtungen sind:

- Dichte des Bitumens ist kleiner als die mögliche Dichte der Lösungen

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 38 von 56

- Dauerhaft abdichtend gegenüber Lösungen
- Setzungsstabilität des Hartgesteinsschottergerüstes.

3.5.2.2 Dichtsegment DE2 in den Schachtabdichtungen

Die Sicherheitsfunktionen des Dichtsegments DE2 in den Schachtabdichtungen sind:

- Dauerhafte Behinderung des Zutritts von Deckgebirgswässern in das Grubengebäude, so gut wie technisch möglich
- Schutz der darüber liegenden Segmente vor Lageverschiebung

Die erforderlichen Eigenschaften des Dichtsegments DE2 in den Schachtabdichtungen sind:

- Dichte des Bitumens ist größer, als die mögliche Dichte der Deckgebirgswässer
- Dauerhaft abdichtend gegenüber Deckgebirgswässern
- Setzungsstabilität des Hartgesteinsschottergerüstes

3.5.2.3 Dichtsegmente in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs

Die Sicherheitsfunktion der Dichtsegmente in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs sind:

- Dauerhafte Behinderung der vertikalen Lösungsbewegung von unten nach oben entlang des Wetterrolllochs, so gut wie technisch möglich
- Schutz der darüber liegenden Segmente vor Lageverschiebung

Die erforderlichen Eigenschaften der Dichtsegmente in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs sind:

- Dichte des Bitumens ist kleiner, als die mögliche Dichte der Lösungen
- Dauerhaft abdichtend gegenüber Lösungen
- Setzungsstabilität des Hartgesteinsschottergerüstes

3.5.2.4 Dichtsegmente in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton im Bereich der Zutrittsstelle Lager H

Die Sicherheitsfunktionen der Dichtsegmente in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton im Bereich der Zutrittsstelle Lager H im Grubenfeld Marie sind:

- Dauerhafte Behinderung des Zutritts von Lösungen in die BmEw, so gut wie technisch möglich
- Dauerhafte Behinderung der Auspressung von Lösungen aus den BmEw, so gut wie technisch möglich

Die erforderlichen Eigenschaften der Dichtsegmente in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton im Bereich der Zutrittsstelle Lager H im Grubenfeld Marie sind:

- Fließfähigkeit und Pumpbarkeit, um formschlüssigen Einbau in der Strecke mit adhäsivem Verbund zu erreichen

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 39 von 56

- Hohe Konstruktionssteifigkeit, um eine frühzeitige mechanische Einspannung durch aufkriechendes Salz zu erzielen
- Ausreichende Festigkeit, um schädigungsinduzierte Prozesse zu vermeiden
- Dauerhaft abdichtend durch geringe Porosität und Permeabilität
- Volumenstabilität (kein Schwinden)
- Langzeitbeständigkeit gegenüber den möglichen Lösungen im Grubengebäude

3.5.2.5 Dichtsegmente in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen im Bereich der Zutrittsstelle Lager H

Die Sicherheitsfunktion der Dichtsegmente in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen ist:

- Behinderung des Zutritts von Lösungen an die angrenzenden Dichtsegmente aus MgO-Massenbeton, so gut wie technisch möglich, bis diese in der Nachverschlussphase durch das aufkriechende Steinsalz hinreichend mechanisch eingespannt sind

Die erforderlichen Eigenschaften der Dichtsegmente in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen sind:

- Formschlüssiger Einbau des MgO-Spritzbetons in das Gebirge mit adhäsivem Verbund zwischen Baustoff und Gebirge
- Hohe Konstruktionssteifigkeit, um eine frühzeitige mechanische Einspannung durch aufkriechendes Salz zu erzielen
- Ausreichende Festigkeit des MgO-Spritzbetons, um schädigungsinduzierte Prozesse zu vermeiden
- Dauerhaft abdichtend durch geringe Porosität und Permeabilität
- Volumenstabilität (kein Schwinden) des MgO-Spritzbetons
- Langzeitbeständigkeit gegenüber den möglichen Lösungen im Grubengebäude
- Geringe Viskosität des 2K-Injektionsbitumens zur Vergütung von möglichen Wegsamkeiten in der Kontaktzone sowie ALZ und NBZ
- Verbesserung der abdichtenden Wirkung des MgO-Spritzbetons aufgrund von Phasenumwandlungen bei späterem Lösungszutritt

3.5.2.6 Dichtsegmente in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton im Grubenfeld Bartensleben

Die Sicherheitsfunktionen der Dichtsegmente in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton im Grubenfeld Bartensleben sind:

- Dauerhafte Behinderung des Zutritts von Lösungen in die BmEw, so gut wie technisch möglich
- Dauerhafte Behinderung der Auspressung von Lösungen aus den BmEw, so gut wie technisch möglich

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 40 von 56

Die erforderlichen Eigenschaften der Dichtsegmente in Streckenabdichtungen in kriechfähigem Salz aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton im Grubenfeld Bartensleben sind:

- Fließfähigkeit und Pumpbarkeit, um formschlüssigen Einbau in der Strecke mit adhäsivem Verbund zu erreichen
- Hohe Konstruktionssteifigkeit, um eine frühzeitige mechanische Einspannung durch aufkriechendes Salz zu erzielen
- Ausreichende Festigkeit um schädigungsinduzierte Prozesse zu vermeiden
- Dauerhaft abdichtend durch geringe Porosität und Permeabilität
- Volumenstabilität (kein Schwinden)
- Langzeitbeständigkeit gegenüber den möglichen Lösungen im Grubengebäude

3.5.2.7 Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung im Anhydrit aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton

Die Sicherheitsfunktionen der Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung im Anhydrit aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton sind:

- Dauerhafte Behinderung des Zutritts von Lösungen in die BmEw, so gut wie technisch möglich
- Dauerhafte Behinderung der Auspressung von Lösungen aus den BmEw, so gut wie technisch möglich

Die erforderlichen Eigenschaften der Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung im Anhydrit aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton sind:

- Fließfähigkeit und Pumpbarkeit, um formschlüssigen Einbau in der Strecke mit adhäsivem Verbund zu erreichen
- Hohe Konstruktionssteifigkeit, um eine dauerhafte Anbindung an das Gebirge zu erzielen
- Ausreichende Festigkeit um schädigungsinduzierte Prozesse zu vermeiden
- Dauerhaft abdichtend durch geringe Porosität und Permeabilität
- Volumenstabilität (kein Schwinden)
- Langzeitbeständigkeit gegenüber den möglichen Lösungen im Grubengebäude

3.5.2.8 Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung im Anhydrit aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen

Die Sicherheitsfunktionen der Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung im Anhydrit aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen sind:

- Dauerhafte Behinderung des Zutritts von Lösungen in den BmEw Ostfeld, so gut wie technisch möglich
- Dauerhafte Behinderung der Auspressung von Lösungen aus den BmEw Ostfeld, so gut wie technisch möglich

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 41 von 56

Die erforderlichen Eigenschaften der Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung im Anhydrit aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit 2K-Injektionsbitumen sind:

- Formschlüssiger Einbau des MgO-Spritzbetons in der Strecke mit adhäsivem Verbund zwischen Baustoff und Gebirge
- Hohe Konstruktionssteifigkeit, um eine dauerhafte Anbindung an das Gebirge zu erzielen
- Ausreichende Festigkeit des MgO-Spritzbetons, um schädigungsinduzierte Prozesse zu vermeiden
- Dauerhaft abdichtend durch geringe Porosität und Permeabilität
- Volumenstabilität (kein Schwinden) des MgO-Spritzbetons
- Langzeitbeständigkeit gegenüber den möglichen Lösungen im Grubengebäude
- Geringe Viskosität des 2K-Injektionsbitumens zur Vergütung von möglichen Wegsamkeiten in der Kontaktzone sowie ALZ und NBZ
- Verbesserung der abdichtenden Wirkung des MgO-Spritzbetons aufgrund von Phasenumwandlungen bei späterem Lösungszutritt

3.5.2.9 Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung im Anhydrit aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit Bitumenschram

Die Sicherheitsfunktionen der Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung im Anhydrit aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit einem konturumlaufenden Bitumenschram sind:

- Dauerhafte Behinderung des Zutritts von Lösungen in den BmEw Ostfeld, so gut wie technisch möglich
- Dauerhafte Behinderung der Auspressung von Lösungen aus den BmEw Ostfeld, so gut wie technisch möglich

Die erforderlichen Eigenschaften der Dichtsegmente in einer Streckenabdichtung im Anhydrit aus Magnesiabaustoff als MgO-Spritzbeton mit einem konturumlaufenden Bitumenschram sind:

- Formschlüssiger Einbau des MgO-Spritzbetons in das Gebirge mit adhäsivem Verbund zwischen Baustoff und Gebirge
- Ausreichende Festigkeit des MgO-Spritzbetons, um schädigungsinduzierte Prozesse zu vermeiden
- Dauerhaft abdichtend durch geringe Porosität und Permeabilität
- Volumenstabilität (kein Schwinden) des MgO-Spritzbetons
- Langzeitbeständigkeit gegenüber den möglichen Lösungen im Grubengebäude
- Geringe Viskosität des Destillationsbitumens zur Unterbrechung von möglichen Wegsamkeiten in der Kontaktzone sowie ALZ und NBZ
- Verbesserung der abdichtenden Wirkung des MgO-Spritzbetons aufgrund von Phasenumwandlungen bei späterem Lösungszutritt

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 42 von 56

3.5.2.10 Dichtsegmente in den abgedichteten Verfüll- und Entlüftungsbohrungen für die Dichtsegmente aus Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton

Die Sicherheitsfunktionen für die Dichtsegmente in den abgedichteten Verfüll- und Entlüftungsbohrungen für die Dichtsegmente aus Massenbeton mit Magnesiabaustoff sind:

- Dauerhafte Behinderung des Lösungszutritts in die BmEw, so gut wie technisch möglich
- Dauerhafte Behinderung der Auspressung von Lösungen aus den BmEw, so gut wie technisch möglich

Die erforderlichen Eigenschaften für die Dichtsegmente der abgedichteten Verfüll- und Entlüftungsbohrungen mit Magnesiabaustoff in den abgedichteten Verfüll- und Entlüftungsbohrungen für die Dichtsegmente aus Massenbeton mit Magnesiabaustoff sind:

- Formschlüssiger Einbau in das Gebirge
- Hohe Konstruktionssteifigkeit, um eine frühzeitige mechanische Einspannung durch aufkriechendes Salz zu erzielen
- Ausreichende Festigkeit, um schädigungsinduzierte Prozesse zu vermeiden
- Dauerhaft abdichtend durch geringe Porosität und Permeabilität
- Volumenstabilität (kein Schwinden)
- Langzeitbeständigkeit gegenüber den möglichen Lösungen im Grubengebäude

3.5.2.11 Dichtsegmente in den abgedichteten Verfüllbohrungen für die Dichtsegmente aus Magnesiabaustoff aus MgO-Spritzbeton mit Destillationsbitumen

Die Sicherheitsfunktionen für die Dichtsegmente in den abgedichteten Verfüllbohrungen für die Dichtsegmente aus Magnesiabaustoff aus MgO-Spritzbeton mit Destillationsbitumen sind:

- Dauerhafte Behinderung des Lösungszutritts in die BmEw, so gut wie technisch möglich
- Dauerhafte Behinderung der Auspressung von Lösungen aus den BmEw, so gut wie technisch möglich
- Reservoir für Destillationsbitumen

Die erforderlichen Eigenschaften für die Dichtsegmente in den abgedichteten Verfüllbohrungen für die Dichtsegmente aus Magnesiabaustoff aus MgO-Spritzbeton mit Destillationsbitumen sind:

- Geeignete Viskosität des Destillationsbitumens für den dauerhaften Nachfluss des Destillationsbitumens in den Dichtungsschram
- Langzeitbeständigkeit gegenüber den möglichen Lösungen im Grubengebäude

3.5.2.12 Dichtsegment in den abgedichteten Bohrungen

Die Sicherheitsfunktionen der Dichtsegmente in den abgedichteten Bohrungen sind:

- Dauerhafte Behinderung des Lösungszutritts in die BmEw, so gut wie technisch möglich
- Dauerhafte Behinderung der Auspressung von Lösungen aus den BmEw, so gut wie technisch möglich

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 43 von 56

Die erforderlichen Eigenschaften der Dichtsegmente in den abgedichteten Bohrungen sind:

- Formschlüssiger Einbau in das Gebirge
- Hohe Konstruktionssteifigkeit, um eine frühzeitige mechanische Einspannung durch aufkriechendes Salz zu erzielen
- Ausreichende Festigkeit, um schädigungsinduzierte Prozesse zu vermeiden
- Dauerhaft abdichtend durch geringe Porosität und Permeabilität
- Volumenstabilität (kein Schwinden)
- Langzeitbeständigkeit gegenüber den möglichen Lösungen im Grubengebäude

3.6 Funktionen und Eigenschaften der weiteren Barrieren

Als Funktion wird eine die Sicherheit betreffende Wirkung einer weiteren Barriere des Endlagersystems bezeichnet. Funktionen werden in erster Linie verbal-argumentativ in das Sicherheitskonzept einbezogen, da eine qualifizierte Quantifizierung der mit den weiteren Barrieren verbundenen Funktionen aufgrund der vorhandenen Ungewissheiten nicht immer möglich ist. Insofern sind für die weiteren Barrieren keine Sicherheitsfunktionen und erforderlichen Eigenschaften festgelegt.

Die Wirksamkeit der Funktion wird durch die Benennung qualitativer Eigenschaften konkretisiert.

3.6.1 Geologische Barriere

Die Funktionen des Hufsteins und Deckgebirges sind:

- Schutz der Wirtsgesteinsbarriere im Hinblick auf äußere Einwirkungen
- Behinderung der Subrosion am Salzspiegel
- Verzögerung und Behinderung eines Zutritts von Deckgebirgswässern in die Wirtsgesteinsbarriere sowie eines Austritts von Fluiden aus der Wirtsgesteinsbarriere
- Verdünnung von Radionukliden und weiteren Schadstoffen durch Dispersion während des Stofftransports und
- Rückhaltung und Verzögerung eines Stofftransports aufgrund von Sorptionsprozessen

Die Eigenschaften des Hufsteins und Deckgebirges sind:

- Mächtigkeiten sowie Lagerungsverhältnisse der Gesteinsschichten und Strukturen
- Festigkeit, Porosität, Durchlässigkeit, Dispersions- und Sorptionsfähigkeit der Gesteine sowie Häufigkeit, Vernetzung, Mineralisation und Verheilungsgrad der Klüfte
- Menge und Mineralisierung des Grundwassers

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 44 von 56

3.6.2 Geotechnische Barrieren

3.6.2.1 Dichtsegment DE1 in den Schachtabdichtungen

Die Funktionen des Dichtsegments DE1 in den Schachtabdichtungen sind:

- Behinderung des Zutritts von Deckgebirgswässern zum Dichtsegment DE2
- Schutz der darüber liegenden Segmente vor Lageverschiebung

Die Eigenschaften des Dichtsegments DE1 in den Schachtabdichtungen sind:

- Quellvermögen des eingesetzten Bentonitbaustoffs und seiner damit verbundenen geringen Durchlässigkeit
- Ausbildung eines gleichmäßigen Quelldrucks bei Lösungszutritt durch hochpermeable Zwischenschichten aus Sand
- Setzungsstabilität

3.6.2.2 Material zur Verfüllung von Bohrungen

Die Funktion des Versatzmaterials zur Verfüllung von Bohrungen, die die Wirtsgesteinsbarriere stören können ist:

- Verhinderung einer Beeinträchtigung der Sicherheitsfunktionen der Wirtsgesteinsbarriere

Die Eigenschaften des Versatzmaterials zur Verfüllung von Bohrungen sind:

- Abdichtend durch geringe Porosität und Permeabilität
- Volumenstabilität (kein Schwinden)
- Langzeitbeständigkeit gegenüber den möglichen Lösungen im Grubengebäude

3.6.2.3 Weitgehend vollständiger Versatz der Grubenbaue

Der weitgehend vollständige Versatz der Grubenbaue mit Salzbeton verringert das Hohlraumvolumen im Grubengebäude und hat die Funktionen:

- Stützung der um die Grubenbaue vorhandenen geologischen Barriere
- Verzögerung von Transportprozessen im Grubengebäude
- Beschränkung von Umlöseprozessen am Salzgestein bei Zutritt von Lösungen

Die Funktionen des weitgehend vollständigen Versatzes der Grubenbaue mit Salzbeton werden durch die Eigenschaften des bereits eingebrachten Versatzes (Altversatz, Salzhaufwerk, Salzbeton, BFA) beeinflusst.

Der weitgehend vollständige Versatz der Grubenbaue mit Salzbeton hat die Eigenschaften:

- Geringe Kompaktierbarkeit des Salzbetons
- Weitgehende formschlüssige Anbindung an die Hohlraumkontur
- Geringe Durchlässigkeit des Salzbetons
- Geringe Rissbildung in großen Versatzkörpern
- Sorptionsfähigkeit des Salzbetons

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 45 von 56

3.6.2.4 Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial im BoEw im direkten Umfeld der Zutrittsstelle Lager H

Der Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial im direkten Umfeld der Zutrittsstelle Lager H hat folgende Funktionen:

- Ergänzung und Stützung der bestehenden Abdichtung aus Ziegelmauerwerk
- Stützung der um die Grubenbaue vorhandenen geologischen Barriere
- Verringerung des für einen Lösungszutritt zur Verfügung stehenden Volumens
- Bildung von hydraulischen Widerständen im Bereich der Zutrittsstelle Lager H
- Verringerung der Korrosion der Streckenabdichtungen im Bereich Lager H durch Aufsättigung von Zutrittslösung mit Magnesium und Verringerung von Umlöseprozessen im Salzstein beim Zutritt von teilgesättigten Lösungen

Der Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial im direkten Umfeld der Zutrittsstelle Lager H hat folgende Eigenschaften:

- Fließfähigkeit und Pumpbarkeit, um formschlüssigen Einbau in das Gebirge zu erreichen
- Geringe Kompaktierbarkeit
- Dauerhaft großer hydraulischer Widerstand durch geringe Porosität und Permeabilität beim Zutritt Mg-reicher Lösungen
- Bereitstellung von Magnesium für Mg-untersättigte Zutrittslösungen

3.6.2.5 Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial im Kalilager C

Der Magnesiabaustoff als Versatzmaterial im Kalilager C hat folgende Funktionen:

- Stützung der um die Grubenbaue vorhandenen geologischen Barriere
- Verringerung der Korrosion der Streckenabdichtungen durch die Unterstützung der Magnesiumaufsättigung von Lösungen im Bereich der Streckenabdichtungen zwischen dem BmEw Zentralbereich und dem BmEw Südfeld
- Verringerung des für einen Lösungszutritt zur Verfügung stehenden Volumens
- Bildung von hydraulischen Widerständen im Kalilager C

Der Magnesiabaustoff als Versatzmaterial im Kalilager C hat folgende Eigenschaften:

- Fließfähigkeit und Pumpbarkeit, um formschlüssigen Einbau in das Gebirge zu erreichen,
- Geringe Kompaktierbarkeit
- Dauerhaft großer hydraulischer Widerstand durch geringe Porosität und Permeabilität beim Zutritt Mg-reicher Lösungen
- Bereitstellung von Magnesium für Mg-untersättigte Zutrittslösungen

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 46 von 56

3.6.2.6 Magnesiabaustoff als MgO-Massenbeton als Versatzmaterial in Streckenabdichtungen vorgelagerten Streckenabschnitten

Der Magnesiabaustoff als Versatzmaterial in Streckenabdichtungen vorgelagerten Streckenabschnitten hat folgende Funktionen:

- Verringerung der Korrosion der Streckenabdichtungen durch die Unterstützung der Magnesiumaufsaättigung von Lösungen im Bereich der Streckenabdichtungen
- Verringerung des für einen Lösungszutritt zur Verfügung stehenden Volumens
- Bildung von hydraulischen Widerständen in Streckenabdichtungen vorgelagerten Streckenabschnitten

Der Magnesiabaustoff als Versatzmaterial in Streckenabdichtungen vorgelagerten Streckenabschnitten hat folgende Eigenschaften:

- Fließfähigkeit und Pumpbarkeit, um formschlüssigen Einbau in das Gebirge zu erreichen
- Geringe Kompaktierbarkeit
- Dauerhaft großer hydraulischer Widerstand durch geringe Porosität und Permeabilität beim Zutritt Mg-reicher Lösungen
- Bereitstellung von Magnesium für Mg-untersättigte Zutrittslösungen

3.6.2.7 Salzbeton als Versatzmaterial in der Zugangsstrecke zum Radiumfass

Der Salzbeton als Versatzmaterial in der Zugangsstrecke zum Radiumfass hat folgende Funktionen:

- Stützung der geologischen Barriere
- Verringerung des für einen Lösungszutritt zur Verfügung stehenden Volumens
- Bildung von hydraulischen Widerständen in der Zugangsstrecke zum Radiumfass

Der Salzbeton als Versatzmaterial in der Zugangsstrecke zum Radiumfass hat folgende Eigenschaften:

- Fließfähigkeit und Pumpbarkeit, um formschlüssigen Einbau in das Gebirge zu erreichen
- Geringe Kompaktierbarkeit
- Sorptionsfähigkeit des Salzbetons gegenüber Radium

3.6.3 Technische Barrieren

Die technischen Barrieren in Form von Abfallbehältern und Abfallmatrix haben folgende Funktionen:

- Verzögerung des Lösungszutritts an die Abfallmatrix und an den radioaktiven Abfall
- Verzögerung der Freisetzung von Radionukliden aus dem Abfall

Die technischen Barrieren in Form von Abfallbehältern und Abfallmatrix haben folgende Eigenschaften:

- Hydraulischer Widerstand
- Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Reaktionsprozessen

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 47 von 56

3.7 Aufgaben und Attribute der Hilfssegmente der geotechnischen Barrieren

Als Aufgabe wird die Wirkung eines Hilfssegments bezeichnet, die indirekt die Sicherheitsfunktion und Funktion einer geotechnischen Barriere ermöglicht. Der Aufgabe werden Attribute als qualitative Konkretisierung eines Merkmals, aber keine Eigenschaften oder erforderlichen Eigenschaften zugeordnet.

3.7.1 Untere Widerlagersäule in den Schachtabdichtungen

Die Aufgabe der unteren Widerlagersäule in den Schachtabdichtungen ist:

- Standsicherheit der Schachtabdichtung im unteren Bereich, um die darüber liegenden Segmente in ihrer vertikalen Lage zu halten

Das Attribut der unteren Widerlagersäule in den Schachtabdichtungen ist:

- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität zum Schutz der darüber liegenden Segmente

3.7.2 Filterschicht III in den Schachtabdichtungen

Die Aufgabe der Filterschicht III in den Schachtabdichtungen ist:

- Verhinderung eines Abwanderns von Bitumen des Dichtsegments DE3 in die untere Widerlagersäule

Die Attribute der Filterschicht III in den Schachtabdichtungen sind:

- Dauerhaft technisch dicht gegenüber Bitumen
- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität zum Schutz der darüber liegenden Segmente

3.7.3 Asphaltdichter Kern in den Schachtabdichtungen

Die Aufgabe des asphaltdichten Kerns in den Schachtabdichtungen ist:

- Dauerhaft wirksame Trennung der unterschiedlichen Bitumen der Dichtsegmente DE2 und DE3

Die Attribute des asphaltdichten Kerns in den Schachtabdichtungen sind:

- Dauerhaft technisch dicht gegenüber Bitumen
- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität zum Schutz der darüber liegenden Segmente

3.7.4 Filterschicht II in den Schachtabdichtungen

Die Aufgaben der Filterschicht II in den Schachtabdichtungen sind:

- Verhinderung eines Aufstiegs von Bitumen des Dichtsegments DE2
- Verhindern des Abwanderns des Bentonits des Dichtsegments DE1 nach unten

Die Attribute der Filterschicht II in den Schachtabdichtungen sind:

- Dauerhaft technisch dicht für Bitumen
- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität zum Schutz der darüber liegenden Segmente

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 48 von 56

3.7.5 Filterschicht I in den Schachtabdichtungen

Die Aufgabe der Filterschicht I in den Schachtabdichtungen ist:

- Funktionale Trennung von Dichtsegment DE1 und oberer Widerlagersäule zur Sicherstellung der Lagestabilität des Dichtsegments DE1

Das Attribut der Filterschicht I in den Schachtabdichtungen ist:

- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität zum Schutz der darüber liegenden Segmente

3.7.6 Obere Widerlagersäule in den Schachtabdichtungen

Die Aufgaben der oberen Widerlagersäule in den Schachtabdichtungen sind:

- Standsicherheit der Schachtabdichtung, um Setzungen an der Tagesoberfläche zu begrenzen
- Vermeidung von hydraulischen Kurzschlüssen zwischen den unterschiedlichen Grundwasserstockwerken

Die Attribute der oberen Widerlagersäule in den Schachtabdichtungen sind:

- Mindestens so geringe Durchlässigkeit wie gering durchlässige Schichten im Deckgebirge,
- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität zum Schutz der darüber liegenden Segmente
- Verzahnung mit umgebendem Gestein und Steifigkeit, um von unten wirkende Kräfte abzutragen

3.7.7 Schachtabschlussbauwerk der Schachtabdichtungen

Die Aufgaben des Schachtabschlussbauwerks der Schachtabdichtungen sind:

- Schutz der Tagesoberfläche
- Sicherung des abgedichteten Schachtes gegen unbeabsichtigtes Eindringen

Die Attribute des Schachtabschlussbauwerks der Schachtabdichtungen sind:

- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität
- Standsicherheit und als massives Bauwerk errichtet

3.7.8 Untere Widerlagersäule in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs

Die Aufgabe der unteren Widerlagersäule in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs ist:

- Standsicherheit im unteren Bereich, um die darüber liegende Filterschicht und das Dichtsegment in ihrer vertikalen Lage zu halten

Die Attribute der unteren Widerlagersäule in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs sind:

- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität zum Schutz der darüber liegenden Segmente

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 49 von 56

3.7.9 Filterschicht II in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs

Die Aufgabe der Filterschicht II in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs ist:

- Verhinderung eines Abwanderns von Bitumen aus dem darüber liegenden Dichtsegment in die darunterliegende untere Widerlagersäule

Die Attribute der Filterschicht II in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs sind:

- Dauerhaft technisch dicht gegenüber Bitumen
- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität zum Schutz der darüber liegenden Segmente

3.7.10 Filterschicht I in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs

Die Aufgabe der Filterschicht I in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs ist:

- Verhinderung eines Aufstiegs von Bitumen aus dem darunterliegenden Dichtsegment in die darüber liegende obere Widerlagersäule

Die Attribute der Filterschicht I in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs sind:

- Dauerhaft technisch dicht gegenüber Bitumen
- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität zum Schutz der darüber liegenden Segmente

3.7.11 Obere Widerlagersäule in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs

Die Aufgaben der oberen Widerlagersäule in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs sind:

- Standsicherheit oberhalb des Dichtsegments, um die darüber liegenden Segmente der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs in ihrer vertikalen Lage zu halten
- Aufnahme des Lösungsdrucks von unten
- Verhinderung des Aufstiegs von Bitumen

Die Attribute der oberen Widerlagersäule in der Abdichtung des südlichen Wetterrolllochs sind:

- Langzeitbeständigkeit und Setzungsstabilität
- Verzahnung mit dem umgebenden Gestein und Steifigkeit, um von unten wirkende Kräfte abzutragen

3.7.12 Widerlager aus Magnesiabaustoff in Streckenabdichtungen

Die Aufgaben des Widerlagers aus Magnesiabaustoff in Streckenabdichtungen sind:

- Standsicherheit, um das jeweilige Dichtsegment an Ort und Stelle zu halten
- Behinderung der Volumendehnung in der thermischen Expansions- und Abbindephase während des Einbaus und direkt danach

Die Attribute des Widerlagers aus Magnesiabaustoff in Streckenabdichtungen sind:

- Formschluss und Steifigkeit, um die Standsicherheit bei der Herstellung der benachbarten Dichtsegmente zu gewährleisten
- Lage- und Verformungsstabilität

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 50 von 56

4 Mögliche Entwicklungen des Endlagersystems unter Berücksichtigung der Stilllegungsmaßnahmen

Im Sinne des § 3 der EndSiAnfV sind die möglichen Entwicklungen des Endlagersystems im Bewertungszeitraum zu untersuchen.

Das Endlagersystem besteht aus dem Endlagerbergwerk, den Barrieren und den das Endlagerbergwerk und die Barrieren umgebenden oder überlagernden geologischen Schichten bis zur Erdoberfläche. Unter Zugrundelegung der durch die wesentlichen Barrieren definierten BmEw lassen sich die möglichen Entwicklungen des Endlagersystems unterscheiden und qualitativ beschreiben. Dabei sind die Sicherheitsfunktionen und erforderlichen Eigenschaften der wesentlichen Barrieren maßgeblich.

4.1 Zu erwartende Entwicklungen des Endlagersystems

Mit der Erwartung, dass die Sicherheitsfunktionen und die damit im Zusammenhang stehenden erforderlichen Eigenschaften der wesentlichen Barrieren (siehe Kapitel 3.3.1) eingehalten werden und die weiteren Barrieren mit ihren Funktionen und Eigenschaften einen entsprechenden Beitrag leisten, lassen sich die zu erwartenden Entwicklungen des Endlagersystems im Bewertungszeitraum beschreiben.

Die Wirtsgesteinsbarriere ist für die BmEw eine wesentliche Barriere. Für den BoEw sind die Sicherheitsfunktionen der Wirtsgesteinsbarriere nicht erfüllt und die erforderlichen Eigenschaften der Wirtsgesteinsbarriere nicht gegeben. In der Nordabteilung Marie im Bereich des Lagers H zeigt sich dieses durch einen Lösungszutritt aus dem Hutgestein und Deckgebirge.

Aufgrund der beobachteten chemischen Zusammensetzung der Lösungen ist zu erwarten, dass Umlöseprozesse stattfinden, die zu Auflösung und Ausfällung von Salzmineralen führen, wobei zu erwarten ist, dass die Feststoff-Volumenbilanz positiv ist. Aufgrund der vorliegenden Kenntnisse zur Lösungszusammensetzung und über die Zutrittsraten im Bereich des Lagers H, ist davon auszugehen, dass hydraulische Widerstände vorhanden sind, die die Zutrittsrate begrenzen. Die Umlöseprozesse haben Auswirkungen auf die Permeabilität im Bereich der Lösungszutrittsstelle, so dass einerseits vorhandene Fließwege beeinflusst werden, was eine Abnahme oder ein Versiegen des Zutritts bewirken kann.

Auf Grundlage des bestehenden Prozess- und Systemverständnisses ist zu erwarten, dass Veränderungen der Lösungszutrittsmenge nicht spontan erfolgen, sondern sich über mehrere Jahrzehnte bis Jahrtausende erstrecken. Wenn der BoEw vollständig mit Lösung gefüllt ist, kann es infolge von Konvergenz zu einer Umkehr der Fließprozesse kommen, so dass Lösung aus dem Grubengebäude ins Hutgestein und Deckgebirge ausgepresst wird.

Der BoEw ist von den BmEw durch wesentliche Barrieren hydraulisch getrennt. Die wesentlichen Barrieren verringern und verzögern den Lösungszutritt in die BmEw. Ein Lösungszutritt in die BmEw ist aus dem BoEw über die Streckenabdichtungen und aus dem Deckgebirge und dem Hutgestein über die Schachtabdichtungen zu erwarten. Die Zutrittsstellen sind auch die erwarteten Austrittsstellen. Im Bewertungszeitraum kann es deshalb, angetrieben durch Konvergenz, zum Austrag von Lösungen über die Streckenabdichtungen im BmEw Zentralbereich in den BoEw und über die Schachtabdichtungen bis ins Hutgestein und Deckgebirge kommen. Es ist zu erwarten, dass die Lösungen NaCl-gesättigt und mit mobilisierten Radionukliden kontaminiert sein können.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 51 von 56

Aufgrund des anstehenden Steinsalzes und der Vielzahl an aufgeschlossenen Kalilagern sowie der bereichsweisen Verfüllung mit Magnesiabaustoff ist zu erwarten, dass die sich im Grubengebäude bewegenden Lösungen an NaCl gesättigt sind und einen hohen Magnesiumanteil aufweisen. Die großen Mengen an Versatz aus Salzbeton lassen erwarten, dass Lösungen, die mit diesem in Kontakt kommen, an Magnesium abgereichert werden. Eine Quantifizierung der dabei ablaufenden Prozesse ist mit großen Ungewissheiten verbunden.

Sobald die Stützwirkung des eingebrachten Versatzes eintritt, wird sich die Barrierefunktion infolge von Spannungsänderungen im Wirtsgestein stetig verbessern. Die Reduktion der Hohl- und Porenräume infolge der durch das Aufkriechen bedingten Reduktion der Deviatorspannungen führt zum vollständigen Einschluss der Abfälle.

In den zu erwartenden Entwicklungen haben sich ändernde klimatische Verhältnisse keine Auswirkung auf die Sicherheitsfunktionen der wesentlichen Barrieren.

4.2 Abweichende Entwicklungen des Endlagersystems

Um sicherzustellen, dass bei der Bewertung der Sicherheit des Endlagersystems die tatsächlich eintretende Entwicklung mit abgedeckt ist, werden neben den in Kapitel 4.1 aufgeführten, zu erwartenden Entwicklungen auch davon abweichende aber mögliche Entwicklungen in die Betrachtung einbezogen.

Die abweichenden Entwicklungen sind maßgeblich durch einen möglichen ansteigenden Lösungszutritt an der Zutrittsstelle Lager H bestimmt. Für Entwicklungen mit einem ansteigenden Lösungszutritt füllt sich der BoEw im Bewertungszeitraum schneller mit Lösung. Dabei wird Salzgestein entlang des Zutrittspfads gelöst.

Des Weiteren werden abweichende Entwicklungen insbesondere dadurch charakterisiert, dass die erforderlichen Eigenschaften einer wesentlichen Barriere nicht wie erwartet sind und damit die Sicherheitsfunktionen nicht vollständig erfüllt werden.

Dadurch, dass erforderliche Eigenschaften der wesentlichen Barrieren nicht vollständig erreicht werden, ist es möglich, dass es zu einer höheren Zutrittsrate von Lösungen in die BmEw kommt. Damit kann auch zu einem früheren Zeitpunkt und mit einer höheren Rate der Austrag von Lösungen aus dem BmEw Zentralbereich über die Streckenabdichtungen in den BoEw und über die Schachtabdichtungen bis ins Hugestein und Deckgebirge stattfinden, die mit mobilisierten Radionukliden kontaminiert sein können.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 52 von 56

5 Darlegung der Unempfindlichkeit der Sicherheitsfunktionen gegenüber inneren und äußeren Einflüssen

Auf die wesentlichen Barrieren wirken innere und äußere Einflüsse, die die erforderlichen Eigenschaften verändern können.

Wesentliche äußere Einflüsse sind insbesondere:

- menschliches Einwirken
- Lösungszutritt im Bereich Lager H
- Temperaturschwankungen (inkl. Permafrost)
- hydromechanische Einwirkungen (inkl. Gletscher)
- hydrochemische Einwirkungen (inkl. Subrosion)
- Erdbeben und Magmatismus
- isostatische Ausgleichsbewegungen (inkl. Spannungsänderungen)
- Reaktivierung von Sockelstörungen

Die genannten Einflüsse, mit Ausnahme des menschlichen Einwirkens, der Erdbeben und des Lösungszutritts im Bereich Lager H und über die Schachtabdichtungen, resultieren – angesichts des regional-geologischen Umfelds und der wissenschaftlichen Erkenntnisse aus der Standorterkundung – aus sehr langsam ablaufenden Prozessen oder sind im Betrachtungszeitraum nicht zu erwarten. Die am Standort des ERAm möglichen Erdbeben haben keine Auswirkungen auf die Funktionalität der wesentlichen Barrieren. Die Stilllegungsmaßnahmen sind deshalb auf den Lösungszutritt im Bereich Lager H ausgelegt und optimiert, indem die Einwirkungen bei der Ableitung von Sicherheitsfunktionen und erforderlichen Eigenschaften entsprechend berücksichtigt wurden. Die großen Ungewissheiten bei der Prognose der klimatischen Entwicklung am Standort beeinflussen die Unempfindlichkeit der wesentlichen Barrieren des Endlagersystems nicht.

Der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle wird sich aufgrund der Konvergenz des aufkriechenden, umgebenden Salzgesteins bis hin zum vollständigen Einschluss der eingelagerten Abfälle und der geotechnischen Barrieren verbessern. Dies und die langsam ablaufenden Prozesse sorgen unter Berücksichtigung der Qualität vorhandener Informationen und des großen Umfangs vorliegender Daten für eine gute Prognostizierbarkeit der Wirksamkeit der Stilllegungsmaßnahmen im Bewertungszeitraum.

Wesentliche innere Einflüsse sind insbesondere:

- Radioaktiver Zerfall
- Konvergenz
- Korrosion und Gasbildung
- Veränderung von Baustoffen (insbesondere Inhomogenitäten, Rissbildung, Quellen und Schwinden)
- Umlösung von Salzmineralen inklusive Auflösung und Ausfällung sowie
- Mikrobielle Prozesse und Zersetzung von Organika

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 53 von 56

Im Gegensatz zu den äußeren Einflüssen haben innere Einflüsse nicht zu vernachlässigende Auswirkungen auf die umgesetzten Stilllegungsmaßnahmen. Die Stilllegungsmaßnahmen sind deshalb auf die inneren Einflüsse ausgelegt und optimiert, indem die Einflüsse bei der Ableitung von Sicherheitsfunktionen und erforderlichen Eigenschaften entsprechend berücksichtigt wurden. Insgesamt führt dies unter Berücksichtigung der Tiefenlage der Einlagerungen und des hohen Verfüllgrades, verbunden mit den Eigenschaften des Wirtsgesteins dazu, dass der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle sowie die Sicherheitsfunktionen der wesentlichen Barrieren des Endlagersystems gegenüber inneren und äußeren Einflüssen und Störungen unempfindlich sind und, dass das Verhalten der wesentlichen Barrieren gut prognostizierbar ist.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 54 von 56

6 Literaturverzeichnis

- [BGE 2019] Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Endlager für radioaktive Stoffe Morsleben (ERAM), BTA 1.7/1 „Organisation der Strahlenschutzüberwachung“, 10.12.2019.
- [BGE 2021] Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Endlager für radioaktive Stoffe Morsleben (ERAM), Strahlenschutzordnung, 10.08.2021, VDIS KZL 9M/611600/L/JD/0005/09U.
- [BMU 2010] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle, Stand: 30. September 2010. Bonn, 2010, VDIS KZL 9MB/16000/LRA/JD/0001/08.
- [BMU 2015] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Meldepflichtige sicherungsrelevante Vorkommnisse in kerntechnischen Einrichtungen und beim Transport von Kernbrennstoffen, RS I 6 -13143/40, 22.Oktober 2015, VDIS KZL 9X/2200/BDA/TF/0001/00U.
- [BMUB 2015] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, Neufassung vom 03. März 2015. BMUB, (BAnz AT 30.03.2015 B2). Bonn, 2015.
- [BMUV 2022] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, Neufassung vom 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B2), zuletzt geändert mit Bekanntmachung des BMUV vom 25. Februar 2022 (BAnz AT 15.03.2022 B3).
- [DBE 2018] Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE). Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM), BTA 1.5/3 „Instandhaltungsordnung“, 01.03.2018, VDIS KZL 9M/611600/DA/JD/0018/00U.
- [ESK 2020] Entsorgungskommission (ESK). Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen. Bonn, 05.11.2020.
- [KTA 2013] Kerntechnischer Ausschuss, Sachstandsbericht zu den „KTA-Sicherheitsgrundlagen“, KTA-GS-70, Dezember 2013.
- [KTA 1989] Kerntechnischer Ausschuss: Sicherheitstechnische Grundbegriffe, KTA-GS-58, Dezember 1989.
- [REI 2006] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2005, GMBI. 2006, Nr. 14-17, S. 254.
- [SAAS 1986] Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz beim Ministerrat der DDR. Genehmigung zum Dauerbetrieb des Endlagers für radioaktive Abfälle, 22.04.1986. Berlin, 1986.

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-3.1-01 – Sicherheitskonzept

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 55 von 56

- [SBG 2004] Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV vom 18. Oktober 1983 (BAnz. 1983, Nr. 245a), Fassung des Kapitels 4 "Berechnung der Strahlenexposition" vom 29. Juni 1994 (BAnz. 1994, Nr. 222a), Neufassung des Kapitels 4 "Berechnung der Strahlenexposition" gemäß § 49 StrlSchV vom 20. Juli 2001 verabschiedet auf der 186. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 11. September 2003, veröffentlicht in der Reihe "Berichte der Strahlenschutzkommission", Heft 44, 2004, VDIS KZL 9M1/E/DA/EV/0001/00U.
- [U-GP-1.1-01] Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben: U-GP-1.1-01 – Regulatorischer Rahmen. Peine, 14.12.2022, VDIS KZL 9M/410100/DA/RB/0101/00.

7 Glossar

Aufgabe (in Bezug auf ein Hilfssegment)	Eine Wirkung eines Hilfssegments, die es einer geotechnischen Barriere indirekt ermöglicht, die Sicherheitsfunktion und Funktion zu erfüllen
Auflockerungszone	Zone um einen bergbaubedingten Hohlraum, in der das Gebirge in seinem Korn- und Flächengefüge gestört wird
Attribut (in Bezug auf ein Hilfssegment)	Qualitative Konkretisierung eines Merkmals eines Hilfssegments, das erforderlich ist, um die vorgesehene Aufgabe zu erfüllen
Barriere	Geologische, geotechnische oder technische Einheit, die eine Ausbreitung von Radionukliden be- oder verhindert
Barriere, wesentliche	Eine der Barrieren, auf denen der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle beruht
Barriere, weitere	Eine der Barrieren, die zusätzlich zu den wesentlichen Barrieren und im Zusammenwirken mit ihnen eine Ausbreitung von Radionukliden be- oder verhindern.
Bereich mit Einschlusswirkung	Teil des Endlagersystems, der einen sicheren Einschluss der Radionuklide bewirkt
Bereich ohne Einschlusswirkung	Teil des Endlagersystems, für den kein sicherer Einschluss der Radionuklide erwartet werden kann
Bewertungszeitraum	Zeitraum, für den die Langzeitsicherheit des Endlagers geprüft und dargestellt wird
Dichtsegment	Segment einer geotechnischen Barriere, das aufgrund seiner physikalischen oder chemischen Eigenschaften abdichtend wirkt
Eigenschaft (in Bezug auf eine weitere Barriere)	Qualitative Konkretisierung eines Merkmals oder einer Wirkung einer weiteren Barriere, das erforderlich ist, um die vorgesehene Funktion zu erfüllen

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9M	431100				DA	RB	0111	00

Blatt: 56 von 56

Einlagerungsgrubenbau	Grubenbau mit eingelagerten radioaktiven Abfällen oder betrieblichen radioaktiven Abfällen sowie Grubenbaue, in die kontaminierte Lösung gelangt ist
Endlagersystem	Das den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle durch das Zusammenwirken der verschiedenen Komponenten bewirkende System, das aus dem Endlagerbergwerk, den Barrieren und den das Endlagerbergwerk und die Barrieren umgebenden oder überlagernden geologischen Schichten bis zur Erdoberfläche besteht, soweit sie zur Sicherheit des Endlagers beitragen
Erforderliche Eigenschaft (in Bezug auf eine wesentliche Barriere)	Qualitative Konkretisierung eines Merkmals oder einer Wirkung einer wesentlichen Barriere, das erforderlich ist, um die vorgesehene Sicherheitsfunktion zu erfüllen
Funktion (in Bezug auf eine weitere Barriere)	Eine die Sicherheit betreffende Wirkung einer weiteren Barriere des Endlagersystems
Hilfssegment	Segment einer geotechnischen Barriere, das durch seine physikalischen oder chemischen Eigenschaften indirekt die Sicherheitsfunktionen oder Funktionen der geotechnischen Barriere ermöglicht
Langzeitbeständigkeit	Erhalt einer für die Erfüllung einer Sicherheitsfunktion erforderlichen Eigenschaft im Bewertungszeitraum
Nachverschlussphase	Zeitraum nach Abschluss der Stilllegungsmaßnahmen
Schachtabdichtung	Abdichtung des Grubengebäudes gegenüber Zutritten von Fluiden aus dem Deckgebirge bzw. Austritten von Fluiden in das Deckgebirge entlang des Schachtes
Robustheit	Unempfindlichkeit gegenüber inneren und äußeren Einflüssen
Sicherheitsfunktion (in Bezug auf eine wesentliche Barriere)	Eine die Sicherheit betreffende Wirkung einer wesentlichen Barriere des Endlagersystems
Streckenabdichtung	Abdichtung in einer Strecke zur Definition der Bereiche mit Einschlusswirkung
Versatz	Eingebrachtes Material in Grubenbaue zur Verringerung des Hohlräums und/oder zur Stützung des Gebirges