

Arbeitsgruppe Morsleben (AG Morsleben)

## 2. Zwischenbericht

### Prüfungsphase C

im Rahmen der Prüfung der Unterlagen zum

### Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) – Prüfkomplex 6: Schachtverschlussystem der Schächte Bartensleben und Marie

Unterlage I 517

Vorplanung des untertägigen Großversuchs Schachtverschluss

**Auftraggeber:** Ministerium für Landwirtschaft und  
Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt  
Rahmenvertrag Nr. 29/02/1998  
Einzelauftrag Nr. 16/07/2011

**Auftragnehmer:** IHU Geologie und Analytik GmbH  
Dr.-Kurt-Schumacher-Straße 23  
39576 Stendal

**Verantwortlicher**

**Bearbeiter:** Dr. U. Stahl, IHU  
PD Dr.-Ing. habil. U. Düsterloh, TUC

Der Prüfbericht umfasst 18 Seiten

**Datum:** 08.03.2013

**Unterschrift:** .....  
(Dr. U. Stahl)

Der Prüfbericht wurde im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (MLU LSA) erstellt. Das MLU LSA behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des MLU LSA zitiert, vervielfältigt oder Dritten zugänglich gemacht werden. Der Bericht gibt die Meinung und Ansicht der Verfasser wieder, diese muss nicht in jedem Falle mit der Meinung des MLU LSA übereinstimmen.

**Erklärung:**

Die Unterzeichnenden versichern, das Gutachten unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen frei von Ergebnisanweisungen erstellt zu haben.

**Datum:** 08. März 2013

**Unterschrift:**

.....  
(Dr. U. Stahl)

Mitglieder der Arbeitsgruppe Morsleben:

IHU Geologie und Analytik GmbH  
Dr.-Kurt-Schumacher-Straße 23  
39576 Stendal

TU Clausthal  
Professur für Deponietechnik und Geomechanik  
Erzstraße 20  
38678 Clausthal-Zellerfeld

GTU Ingenieurbüro Prof. Dr. Knoll  
Berliner Straße 70  
14467 Potsdam

Nachauftragnehmer:

Brenk Systemplanung GmbH  
Heider-Hof-Weg 23  
52080 Aachen

## **Inhaltsverzeichnis**

	Seite
<b>1 Sachstand und Methodik der Prüfung</b>	<b>4</b>
1.1 Vorbemerkungen	4
1.2 Gegenstand der Prüfungen	4
1.3 Methodik der Prüfung	6
<b>2 Vorplanung des untertägigen Großversuchs Schachtverschluss</b>	<b>7</b>
2.1 Vorbemerkungen, Aufgabenstellung und Randbedingungen	7
2.2 Standortauswahl	8
2.3 Herstellung des Widerlager-Dichtelements	11
2.4 Instrumentierung	12
2.5 Bauablauf	14
2.6 Qualitätssicherung	15
<b>3 Liste der verwendeten Unterlagen</b>	<b>16</b>
<b>4 Zusammenstellung der Hinweise, Empfehlungen und Forderungen</b>	<b>18</b>

## **1 Sachstand und Methodik der Prüfung**

### **1.1 Vorbemerkungen**

Mit Datum vom 21.12.2005 wurde die AG Morsleben (im Weiteren als „Prüfer“ bezeichnet) durch das Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (MLU) mit der Prüfung von Unterlagen zum Prüfkomples „Schachtverschlussystem der Schächte Bartensleben und Marie“ beauftragt. Für die Prüfung der Unterlagen wurde vereinbart, zunächst in einer so genannten Prüfungsphase (a) zu bewerten, ob die vom Antragsteller dokumentierten konzeptionellen Planungen zur konstruktiven Gestaltung der Schachtverschlüsse dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen und darauf aufbauend in einer nachfolgenden Prüfungsphase (b) durch eigene, von der Vorgehensweise des Antragstellers unabhängige rechnerische Untersuchungen zu prüfen, ob die rechnerischen Nachweise die Forderungen an Standsicherheit, Dichtheit und Gebrauchstauglichkeit unter Berücksichtigung der relevanten Belastungsszenarien erfüllen und dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Die Bearbeitung der Prüfungsphase (a) wurde mit Vorlage des Prüfberichtes /U11/ im Januar 2007 vorläufig abgeschlossen. Die im Rahmen von Prüfungsphase (b) durchgeführten rechnerischen Untersuchungen mit Bewertung der vorliegenden Berechnungsergebnisse hinsichtlich Standsicherheit, Dichtheit und Gebrauchstauglichkeit sind mit Datum vom 16.12.2009 durch den Prüfbericht /U12/ vorgelegt worden. Mit Datum vom 11.02.2013 wurden erste Ergebnisse der so genannten Prüfungsphase (c) in einem Zwischenbericht /U19/ betreffend der mit P 500 (/U1/), P 501 (/U2/) und I 03 (/U3/) bezeichneten Unterlagen dokumentiert.

Der aktuelle 2. Zwischenbericht befasst sich mit der Unterlage I 517 (/U18/) "Vorplanung des untertägigen Großversuchs Schachtverschluss – Herstellung eines Widerlager-Dichtelements aus Bitumen und Schotter", Stand vom 09.08.2012.

### **1.2 Gegenstand der Prüfungen**

Gegenstand der Prüfung im vorliegenden 2. Zwischenbericht ist die Unterlage I 517 des Antragstellers:

/U18/ ERAM - Vorplanung des untertägigen Großversuchs Schachtverschluss –  
Herstellung eines Widerlager-Dichtelements aus Bitumen und Schotter,  
DBE, Schröpfer, Stand: 09.08.2012 (I 517)

Soweit im Sachzusammenhang für erforderlich und relevant erachtet, wurden im Rahmen der Prüfung als weitere Unterlagen aus den Prüfungsphasen (a), (b) und (c) berücksichtigt:

- /U1/ Unterlagen zur vertiefenden Nachweisführung der Schachtverfüllung beim SchachtMarie, BfS, Stielow, Stand 24.05.2011 (P-500)
- /U2/ Numerische Modellrechnungen zum Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis der Schachtverfüllung für den Schacht Bartensleben, IfG, Weise, Stand 17.11.2011 (P-501)
- /U3/ Bergtechnische Erprobung von Bitumen/Asphalt als Dichtmaterial in langzeitsicheren Schachtverschlussbauwerken; Labor- und halbtechnische Versuche, Abschlussbericht, TU Bergakademie Freiberg, Kudla, Glaubach, Hofmann, Stand: 16.09.2012 (I-503)
- /U4/ Konzeptplanung der Schachtverschlüsse für die Schächte Bartensleben und Marie des ERA Morsleben (P 182)
- /U5/ Nachweisführungen zur Langzeitstabilität, zur Tragfähigkeit und zur Gebrauchstauglichkeit der Schachtverschlüsse ERA Morsleben (P 177)
- /U6/ Konzept- und Systembeschreibung Schachtverschlussystem der Schächte Bartensleben und Marie (G 183)
- /U7/ Planungsstudie zum Schachtverschluss der Schächte Bartensleben und Marie. Preuss, J. & Wellmann, P. L.; BfS; 2000
- /U8/ Geologische und hydrogeologische Situation des schachtnahen Bereiches, Schacht Bartensleben (I 107)
- /U9/ Geologische und hydrogeologische Situation des schachtnahen Bereiches, Schacht Marie (I 108)
- /U10/ Untersuchung zur Entwicklung und Bewertung von Stilllegungskonzepten nach dem Abdichtkonzept (I 114)
- /U20/ Vorträge und Protokoll zum Fachgespräch am 22.08.2012 zum Großversuch über Tage zur Optimierung der Einbringtechnologie bei der Herstellung der Widerlager-Dichtelemente aus Bitumen und Schotter

### 1.3 Methodik der Prüfung

Die Prüfung der Vorplanung /U18/ erfolgt im Grundsatz abschnittsbezogen, wobei den Prüfergebnissen bzw. Bewertungen jeweils eine kurze Zusammenstellung des Inhaltes der betreffenden Abschnitte der Prüfunterlage vorangestellt ist. Ziel dieser Zusammenstellung ist es, dem Leser in knapper und übersichtlicher Form einen Überblick über die wesentlichen und im Rahmen der Prüfung sachlich relevanten Inhalte zu ermöglichen. Danach werden die Ergebnisse der Bewertung dargestellt. Der methodische Aufbau des Prüfberichtes erfolgt in Anlehnung an die Anforderungen, die in der Rahmenrichtlinie über die Gestaltung von Sachverständigengutachten in atomrechtlichen Verwaltungsverfahren /U14/ genannt werden.

Bewertungskriterien der Prüfung sind Plausibilität, Vollständigkeit, sachliche Richtigkeit und Nachvollziehbarkeit der Ausführungen. Die Ergebnisse der Bewertung werden den Rubriken

- Hinweise,
- Empfehlungen und
- Forderungen

zugeordnet und fortlaufend nummeriert. Die Rubrik „**Hinweise**“ beinhaltet Angaben zu formalen Mängeln wie z.B. das Fehlen von Anlagen, unvollständige Erläuterungen oder fehlende Erklärungen und Definitionen zu verwendeten Formeln oder Symbolen etc.

Unter der Rubrik „**Empfehlungen**“ werden Vorschläge zusammengestellt, die nach Einschätzung der Prüfer zu einer umfassenderen und/oder transparenteren Darstellung der Ergebnisse führen. Angesichts der weitgehend fehlenden Normung im Bereich der sicherheitlichen Nachweisführung für untertägige geotechnische Anlagen und der damit verbundenen Notwendigkeit, individuell durch den jeweiligen Bearbeiter geprägte Einschätzungen und Beurteilungsmaßstäbe zu entwickeln, sind unter der Rubrik „Empfehlungen“ zusammengestellte Anmerkungen als Anregungen für eine fachliche Diskussion zu verstehen. Insofern stellen die unter „Empfehlungen“ zusammengestellten Anmerkungen keine sachlichen Mängel dar, sondern dokumentieren vielmehr unter dem Zugeständnis individueller Vorgehensweisen die Bandbreite möglicher Einschätzungen und möglicher Nachweismethoden im jeweiligen Sachzusammenhang.

In der Rubrik „**Forderungen**“ werden schließlich diejenigen kritischen Anmerkungen und identifizierten Defizite zusammengefasst, die nach Einschätzung der Prüfer einer Nachbearbeitung bedürfen.

Eine Zusammenstellung der berichtsspezifisch abgeleiteten Hinweise, Empfehlungen und Forderungen erfolgt am Schluss des Prüfberichtes.

#### Hinweis:

Im Folgenden sind aus den Prüfunterlagen /U18/ wörtlich zitierte Formulierungen zur Unterscheidung von den Formulierungen der Prüfer *kursiv* gedruckt.

## **2 Vorplanung des untertägigen Großversuchs Schachtverschluss**

### **2.1 Vorbemerkungen, Aufgabenstellung und Randbedingungen**

#### Angaben der Prüfunterlage (I 517, Kapitel 1 und 2):

*Die nachweisrelevanten Eigenschaften der kombinierten Widerlager-Dichtelemente wurden im Rahmen der Entwurfsplanung zu den Schachtverschlüssen in Labor- und Technikumsversuchen belegt /U3/. In Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde MLU Sachsen-Anhalt soll durch einen Großversuch die Übertragung der Erkenntnisse aus den Labor- und Technikumsversuchen auf die späteren in situ Bedingungen erfolgt und die bautechnische Umsetzung erprobt werden.*

*Gegenstand der vorliegenden Planung ist der untertägige Großversuch, der das Ziel hat, die Handhabbarkeit nachzuweisen, insbesondere hinsichtlich*

- *der Logistik für die Bereitstellung und den Einbau,*
- *der QS-Maßnahmen sowie*
- *der Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen.*

*Darüber hinaus ist im Rahmen des untertägigen Großversuchs*

- *das thermische Verhalten des Systems Bitumen-Schotter-Steinsalz zu erfassen sowie*
- *die Funktionalität des hergestellten Dichtelements durch den Nachweis des hydrostatischen Bitumendrucks zu belegen.*

*Die Durchführung bzw. Umsetzung des untertägigen Großversuchs muss sich an der Realisierung der Schachtverschlüsse und des südliche Wetterrolllochs spiegeln lassen /2/, /4/ d.h.:*

- *Die Versuchsdimensionen müssen ausreichen, um eventuelle Maßstabeffekte auszuschließen.*
- *Die Mächtigkeiten der zu vergießenden Schotterlagen müssen den Lagenmächtigkeiten des Schotters beim späteren Schachtverschluss bzw. beim Wetterrollloch entsprechen oder diese zumindest abdecken.*
- *Die Merkmale bzw. Eigenschaften des Vergussbitumens müssen übertragbar und abdeckend sein bzw. es ist das gleiche Bitumen wie später unter Tage zu verwenden.*
- *Die Bautechnologie und der Bauablauf müssen die späteren Umsetzungsmöglichkeiten ausreichend berücksichtigen (Schottereinbringung, Vergusstechnologie, Bauzeiten).*
- *Das angewendete QS-Programm muss auf den Schachtverschluss bzw. das Wetterrollloch übertragbar sein.*

### Bewertung

Die aufgeführten Versuchsziele und Randbedingungen entsprechen dem bisher verfolgten Gesamtkonzept des Antragstellers zur Fortführung der Arbeiten im Prüfkompex der Schachtverschlussysteme.

Ob bzw. inwieweit die Ergebnisse des obertägigen Großversuches /U20/ mit in das Versuchskonzept eingeflossen sind, kann der Unterlage I517 nicht entnommen werden. Der diesbezügliche Bericht liegt den Prüfern bisher nicht vor.

Ob nach Abschluss des in I517 dokumentierten untertägigen Großversuches alle experimentellen Fragestellungen geklärt sein werden, lässt sich gegenwärtig noch nicht beurteilen. Im Folgenden werden einige Sachverhalte benannt, in deren Zusammenhang weitere gegenständliche Nachweisführungen (Versuche) erforderlich werden könnten (siehe Forderungen F1 bis F3).

## **2.2 Standortauswahl**

### Angaben der Prüfunterlage (I 517, Kapitel 3):

*Mit dem IB-Gesenk 1B (12YES07) wurde ein Standort zur Durchführung des untertägigen Großversuchs ausgewählt, der den zuvor beschriebenen planerischen und bergtechnischen Anforderungen gerecht wird. Es befindet sich im Zentralteil der Grube Bartensleben unmittelbar südlich des Ostquerschlages zwischen den Abbauen 2 südlich und 3 südlich.*

Das IB-Gesenk liegt in der Hauptmulde (Leinsteinsalz) und es stehen die Schichten der Leinfolge an. Die Schichten streichen i.d.R. von NW nach SE und fallen mit ca. 60 gon nach SW ein. Sie sind intensiv isoklinal verfaultet. Die Faltenachsen tauchen generell nach SE ab.

Der für die Versuchsdurchführung vorgesehene Abschnitt des IB-Gesenks liegt im Anhydritmittelsalz (z3AM) und erstreckt sich von der 3. Sohle (-332 m NN) zur 4a-Sohle (-346 m NN). In diesem Abschnitt des Gesenks ist es möglich, das kombinierte Widerlager-Dichtelement mit einer Länge von 6 m herzustellen. Die Lage des Gesenks ist in den als Anhänge 1 bis 6 beigefügten Ausschnitten der Sohlenrisse der 2., 3. und 4a-Sohle (-346 m NN) dargestellt.

Das IB-Gesenk hat einen annähernd gleichmäßigen quadratischen Querschnitt von ca. 3,4 m mal 3,4 m mit einer entsprechenden Fläche von ca. 11,6 m<sup>2</sup>. In diesem Abschnitt des Gesenks ist es möglich, das kombinierte Widerlager-Dichtelement mit einer Länge von 6 m herzustellen.

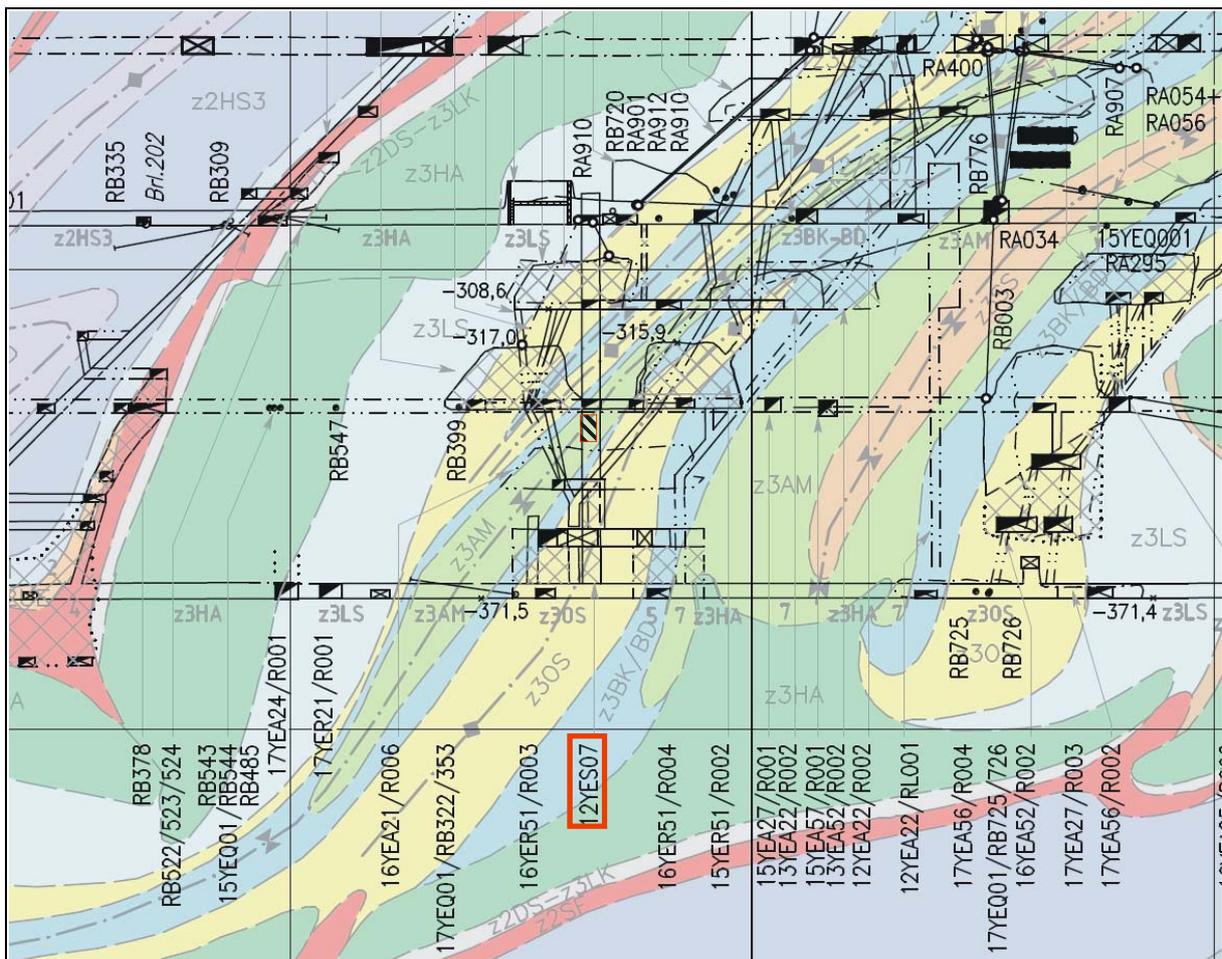


Abb. 1: Lage des IB-Gesenks (12YES07) sowie des Dichtelementes (schraffiert) auf dem geologischen Schnitt 3.1 des Risswerkes

### Bewertung

Die Querschnittsfläche des IB Gesenks ist mit ca. 12 m<sup>2</sup> geringer als die der beiden Schächte von etwa 50 m<sup>2</sup>. Sie liegt allerdings in der gleichen Größenordnung die Querschnitte des nachgeschnittenen südlichen Wetterrolllochs von etwa 7 bis 12 m<sup>2</sup>. Der Einschätzung des Antragstellers wird gefolgt, dass die Ergebnisse aus dem gewählte Versuchsstandort aufgrund seiner Geometrie sowohl auf die Verschlussysteme der beiden Schächte Bartensleben und Marie als auch auf das südliche Wetterrollloch übertragen werden können. Durch den nahezu quadratischen Querschnitt werden nach Einschätzung der Prüfer keine im Grundsatz relevanten Einschränkungen für die Übertragbarkeit auf die runden Schachtquerschnitte induziert. Ob bzw. inwieweit ggf. nachteilige Verhältnisse bzgl. der Homogenität des Verfüllmaterials und seiner Dichtigkeit im Verbund mit dem Salzgebirge in den Eckbereichen resultieren, kann nicht ausgesagt werden.

Vergleichbare geologische Verhältnisse (z3AM) sind im Schacht Bartensleben im Teufenniveau -180 m NN (313 m u. GOK) anstehend. In dieser Teufenlage soll später der Asphalt-undurchlässige Kern zwischen den beiden Schotter-Asphalt-Dichtelementen DE2 und DE3 lokalisiert werden.

Im Schacht Marie befindet sich die vergleichbare Salzfazies im Teufenniveau -150 m NN (280 m u. GOK). Dieser Bereich ist unmittelbar über den Erkundungsgrubenbauen (-287 bis -311 m) der sogenannten Korkenzieherwendel (-185 m Sohle) lokalisiert, der für den hydraulischen Gebrauchstauglichkeitsnachweis nicht belastet werden soll. Die vergleichbare geologische Position (z3AM) zum untertägigen Großversuch wie auch die Korkenzieherwendel liegen innerhalb des Schotter-Asphalt-Dichtelementes DE2 (256,55 bis 303,53 m u. GOK). Aus geologischer Sicht gibt es keine Vorbehalte gegenüber dem gewählten Versuchsstandort.

**Hinweis H1:** Die Variationsbreite der gebirgsmechanischen und thermodynamischen Eigenschaften der anderen Hutgesteins- und Salzfazies in Kontakt mit den späteren Schotter-Asphalt-Dichtelementen beider Schachtverschlüsse sind in den weiteren vertiefenden Planungen angemessen zu berücksichtigen.

### 2.3 Herstellung des Widerlager-Dichtelements

#### Angaben der Prüfunterlage (I 517, Kapitel 4.1):

*Die wesentlichen, zur Herstellung des Widerlager-Dichtelements eingesetzten Materialien lassen sich wie folgt beschreiben:*

*Schotter: Basaltschotter 31,5 – 63 mm, Herkunft: HWB Hermann Wegener  
Baustoffvertrieb GmbH & Co. KG, Adelebsen*

*Bitumen: Gefüllertes Bitumen B 160/220 (alte Bezeichnung: B200)  
der Rezeptur SX2D2-2256*

*Voranstrich: Bitumen 160/220 (alte Bezeichnung B 200)*

*Salzbeton: Salzbeton in Anlehnung an die Rezeptur M2 (ähnlich dem verwendeten  
Salzbeton bei der bGZ)*

*Das Vergießen des gefüllerten Bitumens erfolgt entsprechend den als Ergebnis des übertägigen Großversuchs festzulegenden Vergussfiguren.*

#### Bewertung

Zum obertägigen Großversuch im Asphaltmischwerk Hermsdorf liegt den Prüfern außer den Präsentationen beim Fachgespräch vom 22.08.2012 noch kein Abschlussbericht vor. Deshalb lässt sich nicht beurteilen, ob bzw. wie die dort gewonnenen Erfahrungen oder sonstigen Ergebnisse (z.B. Vergussfiguren) in die Vorplanung (I 517) eingeflossen sind.

Die für den untertägigen Versuch gewählten Materialien entsprechen denen des obertägigen Eingießversuches /U20/. Die Eigenschaften dieser Materialien wurden durch die Labor- und halbtechnische Versuche der TU BAF /U03/ umfassend charakterisiert.

Bei den obertägigen Versuchen hat sich das Vergusschema „heiß an heiß“ als optimal herausgestellt /U20/. Der Vorplanung ist nicht konkret zu entnehmen, wie dies unter den untertägigen logistischen Bedingungen gesichert werden kann, auch wenn elektrisch beheizte Vergussgefäße verwendet werden sollen.

Als Voranstrich soll Bitumen 160/220 auf der Gebirgskontur als Haftvermittler händisch aufgetragen werden. Vorab wird die Auftragsfläche mittels Industriestaubsauger zur Minimierung der Staubanhaftungen abgesaugt.

**Forderung F1:** In den weiteren Planungen sollte nachgewiesen werden, dass der zu verwendende Voranstrich für alle in den Schächten Bartensleben und Marie sowie dem Wetterrollloch anstehenden Gebirge geeignet ist. Vorstehende Aussage gilt insbesondere auch für Konturbereiche mit hygroskopischem Carnallit.

**Forderung F2:** In den weiteren Planungen ist zu prüfen, ob die unterschiedlichen möglichen Wandrauigkeiten (nach Beraubung der Schachtausbauten) einen Einfluss auf die Dichtigkeit und Setzungsstabilität der Verschlussysteme haben können. (siehe auch F11 in /U19)

Sowohl die Labor- und halbtechnische Versuche /U03/ als auch der obertägige Versuch /U20/ haben gezeigt, dass der fließfähige Bitumen hohe Anforderungen an die Trenn- und Dichtschichten stellt. In der Vorplanung ist ein Einsatz von Feinstsuspensionen (Ultrafin), Dichtungsbahnen und Geovlies vorgesehen, um ein Abfließen des in heißem Zustand besonders fließfähigen Bitumens zu unterbinden.

Dieser Schichtaufbau entspricht jedoch nicht den Angaben aus den vertiefenden Nachweisführungen P 500 /U01/ und P 501 /U02/ zu den Materialien der Filterschichten III und IV bzw. dem Asphalt-undichten Kern aus erdfeuchtem Ton. Beim halbtechnischen Versuch DV3 in /U03/ wurden ein Geotextil und eine Filterschicht mit weit gestufter Kornverteilung verwendet. Diese Trennmaterialien haben entscheidende Funktionen für die spätere Gebrauchstauglichkeit der Verschlussysteme. Neben den hier vorrangig betrachteten hydraulischen Eigenschaften sind auch die Fragen der Setzungsstabilität zu beachten, auf die im Prüfbericht /U19/ mit den Forderungen F09 und F10 bereits hingewiesen wurde.

**Forderung F3:** Spezifizierung aller Anforderungen und Optimierung der asphaltlichten Trennschichten bzw. Widerlager.

## 2.4 Instrumentierung

### Angaben der Prüfunterlage (I 517, Kapitel 4.2):

*Gemäß den in Kapitel 1 dargelegten Versuchszielen ist vorgesehen, das thermische Verhalten des Systems Bitumen / Schotter / Steinsalz in der Bau- und in der Abkühlphase zu erfassen und auszuwerten. Des Weiteren ist die Funktionalität des hergestellten Dichtelements durch den Nachweis des hydrostatischen Bitumendrucks zu belegen.*

*Hierzu soll vor dem Schottereinbau an einem Stoß mittig und auf der gegenüberliegenden Seite in der Ecke jeweils eine Messkette mit je ca. 20 Temperatursensoren verlegt werden.*

*Auf der Filterschicht (schluffiger Sand), genauer auf dem Geovlies, werden 8 Drucksensoren unmittelbar unter dem Dichtelement installiert. Im Zuge des weiteren Aufbaus werden im kombinierten Widerlager-Dichtelement in drei Ebenen, d.h. in einer Höhe von 2, 4 und 6 m je 9 Temperatursensoren verlegt.*

### Bewertung

Die geplante Instrumentierung mit Druck- und Temperatursensoren ist der Versuchsaufgabe insoweit angemessen, als die im übertägigen Großversuch als wesentlich erkannten Eigenschaften der Schotter-Bitumen-Füllung messtechnisch überwacht werden. Es wird empfohlen, die Daten aller eingebauten Sensoren über die gesamte Versuchsdauer aufzuzeichnen. (Beim obertägigen Großversuch wurden aus Kapazitätsgründen des Datenloggers nur die Sensordaten der jeweils oberen Lagen aufgezeichnet). Die Abtastraten können entsprechend der zu erwartenden Temperaturänderungen flexibel gehandhabt werden.

**Empfehlung E1:** Die Daten aller Sensoren sollten über den gesamten Versuchszeitraum aufgezeichnet werden.

Mögliche Wechselwirkungen zwischen dem Verschlusselement und dem umgebenden Gebirge (→ Verbundsystem) können durch die gewählte Instrumentierung jedoch nicht dokumentiert werden. Für eine weitergehende Präzisierung des thermomechanischen Trag- und Verformungsverhaltens des Verbundsystems wird daher empfohlen, durch die messtechnische Instrumentierung auch das konturnahe Steinsalzgebirge versuchsbegleitend zu überwachen (→ Temperatur, Verformungen, ggf. Spannungen).

**Empfehlung E2:** Instrumentierung und messtechnische Überwachung des konturnahen Salzgebirges.

Der beabsichtigte Nachweis der Funktionalität sollte sich nach Einschätzung der Gutachter nicht auf den mittels Drucksensoren überwachten Druckaufbau der Schüttung beschränken, sondern ist durch begleitende rechnerische Untersuchungen zum thermomechanischen Verhalten des Verbundsystems zu validieren. Hierzu ergänzend weiterhin erforderlich sind insbesondere laborative Untersuchungen des temperaturabhängigen Kriechvermögens des anstehenden Steinsalzes.

**Empfehlung E3:** Laborative Untersuchung des temperaturabhängigen Kriechvermögens des anstehenden Steinsalzes (lokationsbezogen) und begleitende rechnerische Untersuchungen zum thermomechanischen Tragverhalten des Verbundsystems.

## 2.5 Bauablauf

Angaben der Prüfunterlage (I 517, Kapitel 4.3):

*Die Arbeiten lassen sich in 3 wesentliche Phasen unterteilen:*

*Phase 1: Allgemeine vorbereitende Arbeiten*

*Phase 2: Baustelleneinrichtung*

*Phase 3: Herstellung des Widerlager-Dichtelements einschließlich Instrumentierung und Messungen*

*Bei der Durchführung der Arbeiten gemäß den Phasen 2 und 3 werden Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit auf der Baustelle berücksichtigt.*

### Bewertung

Die notwendigen Arbeitsschritte sind vollständig und für die aktuelle Planungstiefe ausreichend detailliert beschrieben.

Bitumen ist ein Mineralölprodukt, welches einen Anteil an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen enthält, die als krebserregend, atemwegs- und hautreizend sowie allergieauslösend gelten.

**Empfehlung E4:** Aus Gründen des Arbeitsschutzes empfehlen wir zu prüfen, ob stoffspezifische Vor-Ort-Messungen der Umgebungs- bzw. Atemluft erforderlich sind oder zumindest für eine Optimierung der Bewetterung geeignet erscheinen.

## **2.6 Qualitätssicherung**

### Angaben der Prüfunterlage (I 517, Kapitel 5):

*Im Rahmen des Großversuchs unter Tage werden zum Nachweis der ordnungsgemäßen und anforderungskonformen bautechnischen Umsetzung die qualitätssichernden Maßnahmen für die Erstellung eines Widerlager-Dichtelements aufgestellt. Hierbei werden die Erkenntnisse aus den Labor- und Technikumsversuchen, dem übertägigen Großversuch sowie die Übertragbarkeit der qualitätssichernden Maßnahmen auf die Widerlager-Dichtelemente der Schachtverschlüsse und der Abdichtungen im Wetterrolloch berücksichtigt.*

### Bewertung

Die Ausführungen zur Qualitätssicherung entsprechen bzgl. Umfang und Detaillierungsgrad einer Vorplanung und entziehen sich somit einer konkreten Überprüfbarkeit. Eine präzisierende Dokumentation bleibt nachfolgenden Planungs- und Ausführungsschritten vorbehalten.

### **3 Liste der verwendeten Unterlagen**

- /U1/ Unterlagen zur vertiefenden Nachweisführung der Schachtverfüllung beim Schacht Marie, BfS, Stielow, Stand 24.05.2011 (P-500)
- /U2/ Numerische Modellrechnungen zum Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis der Schachtverfüllung für den Schacht Bartensleben, IfG, Weise, Stand 17.11.2011 (P-501)
- /U3/ Bergtechnische Erprobung von Bitumen/Asphalt als Dichtmaterial in langzeitsicheren Schachtverschlussbauwerken; Labor- und halbtechnische Versuche, Abschlussbericht, TU Bergakademie Freiberg, Kudla, Glaubach, Hofmann, Stand: 16.09.2012 (I-503)
- /U4/ Konzeptplanung der Schachtverschlüsse für die Schächte Bartensleben und Marie des ERA Morsleben (P 182)
- /U5/ Nachweisführungen zur Langzeitstabilität, zur Tragfähigkeit und zur Gebrauchstauglichkeit der Schachtverschlüsse ERA Morsleben (P 177)
- /U6/ Konzept- und Systembeschreibung Schachtverschlussystem der Schächte Bartensleben und Marie (G 183)
- /U7/ Planungsstudie zum Schachtverschluss der Schächte Bartensleben und Marie. Preuss, J. & Wellmann, P. L.; BfS; 2000
- /U8/ Geologische und hydrogeologische Situation des schachtnahen Bereiches, Schacht Bartensleben (I 107)
- /U9/ Geologische und hydrogeologische Situation des schachtnahen Bereiches, Schacht Marie (I 108)
- /U10/ Untersuchung zur Entwicklung und Bewertung von Stilllegungskonzepten nach dem Abdichtkonzept (I 114)
- /U11/ Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) – Prüfkomples: Schachtverschlussystem der Schächte Bartensleben und Marie - Unterlagen P 182, P 177, G 183, Planungsstudie (Preuss & Wellmann) AG Morsleben, 12.03.2007
- /U12/ Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM); Stellungnahme im Rahmen der Prüfung der Unterlagen zum Prüfkomples Schachtverschlussystem der Schächte Bartensleben und Marie - Prüfungsphase (b) – Unterlagen P182, P177, G183, Planungsstudie (Preuss & Wellmann); AG Morsleben, 16.12.2009

- /U13/ Beratertätigkeit des LAGB im Planfeststellungsverfahren Stilllegung des ERA Morsleben; Kurzstellungnahme zu den Unterlagen P 500 und P 501 Landesamt für Geologie und Bergwesen; 02.04.2012
- /U14/ Rahmenrichtlinie über die Gestaltung von Sachverständigengutachten in atomrechtlichen Verwaltungsverfahren, Bekanntmachung des BMI vom 15.12.1983 - RSI6-513820/4.
- /U15/ BGR (2001): ERA Morsleben, Gebirgsmechanische Beurteilung der Integrität der Salzbarriere der Schachanlage Marie, Abschlussbericht, P113.
- /U16/ Düsterloh, U.; Lux, K.-H. (2012): Experimentelle Untersuchungen zum Materialverhalten, Prüfkomplex 8: Geomechanik / Standsicherheit - Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERA Morsleben, Clausthal, Dez. 2012.
- /U17/ BGR (1998): Geologische Gesamtbewertung der Lösungszutritte in den Gruben Bartensleben und Marie, Dezember 1998, I58.
- /U18/ ERAM - Vorplanung des untertägigen Großversuchs Schachtverschluss – Herstellung eines Widerlager-Dichtelements aus Bitumen und Schotter, DBE, Schröpfer, Stand: 09.08.2012 (I 517)
- /U19/ Zwischenbericht, Prüfungsphase C im Rahmen der Prüfung der Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) – Prüfkomplex: Schachtverschlussystem der Schächte Bartensleben und Marie, Unterlagen P 500, P 501, I 503, AG Morsleben, Stand 11.02.2013
- /U20/ Vorträge und Protokoll zum Fachgespräch am 22.08.2012 zum Großversuch über Tage zur Optimierung der Einbringtechnologie bei der Herstellung der Widerlager-Dichtelemente aus Bitumen und Schotter

#### 4 Zusammenstellung der Hinweise, Empfehlungen und Forderungen

Hinweis <b>H</b>	Empfehlung <b>E</b>	Forderung <b>F</b>	Seite	Stichwort
Laufende Nummer				
<b>1</b>			10	Berücksichtigung der Variationsbreite der gebirgsmechanischen und thermodynamischen Eigenschaften des Gebirges
		<b>1</b>	12	Nachweis der Eignung des Voranstriches für alle Teilbereiche der Dichtelemente
		<b>2</b>	12	Berücksichtigung unterschiedlicher Wandrauigkeiten beim Nachweis der Dichtigkeit und Setzungsstabilität
		<b>3</b>	12	Spezifizierung aller Anforderungen und Optimierung der asphaltlichten Trennschichten bzw. Widerlager.
	<b>1</b>		13	Die Daten aller Sensoren sollten über den gesamten Versuchszeitraum aufgezeichnet werden.
	<b>2</b>		13	Instrumentierung und messtechnische Überwachung des konturnahen Salzgebirges.
	<b>3</b>		14	Rechnerische Validierung des thermomechanischen Verbundsystems und laborative Untersuchung des temperaturabhängigen Kriechvermögens des anstehenden Steinsalzes.
	<b>4</b>		14	Vor-Ort-Messungen der Atemluft