

Verwahrungsdokumentation

Mineralstoffdeponie Profen-Nord Errichtung eines Brauchwasserbrunnens und Durchführung von Versatzmaßnahmen BA 1

Gommern, den 26.01.2016



Land: Sachsen-Anhalt

Landkreis: Burgenlandkreis

Auftraggeber: MUEG Mitteldeutsche Umwelt-
und Entsorgung GmbH
Geiseltalstraße 1
06242 Braunsbedra

Grundlagen:

- Aufforderung zur Angebotsabgabe durch die MUEG GmbH Braunsbedra
- Angebot der BLZ Geotechnik Service GmbH vom 15.07.2015
- Verdingungsunterlagen zur Vergabe
- Zuschlagserteilung vom 27.09.2010 durch die MUEG GmbH
- Bestell-Nr.:
- Rahmentechnologie der BLZ Geotechnik Service GmbH vom 01.01.1992

Bauausführung: BLZ Geotechnik Service GmbH
Industriepark Str. A, Nr. 1
39245 Gommern
Tel.: 039200/702-0
Fax: 039200/70243

Projektverantwortlicher Herr Chmarra
Verantwortliche vor Ort Herr Hirschfeld, Herr Elbe

Realisierungs-zeitraum: August 2015 – Januar 2016

verlängert bis: 26.01.2016

Bauabnahme: 27.01.2016

Dokumentation angefertigt: Januar 2016

Bearbeitet: Chmarra

Bestätigt: Dr. Ing. Wagner

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
Deckblätter	1 – 2
Inhaltsverzeichnis	3 – 4
Anlagenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	6 – 7
1. Aufgabenstellung und Leistungsbeschreibung	8
1.1 Vorgang, Ziel	8
2. Standortbeschreibung	8
2.1 Allgemeine Standortbeschreibung	8
2.2 Beschreibung der Sicherungsbereiche	9
3. Beschreibung der untertägigen Situation	9
3.1 Anzahl der Sohlen, Geländehöhen, Teufe der Auffahrungen, zu sichernde Hohlraumvolumen	9
4. Bohr- und Verwahrungsprogramm	9
4.1 Bohrprogramm/Technologie und Ausbau	10 – 12
4.1.1 Riegelbohrungen (RB)	12 – 13
4.1.2 Versatzbohrungen (VB)	13
4.1.3 Kontrollbohrungen auf Versatz (KoV)	13
4.2 Versatzprogramm	13
4.2.1 Versatztechnik/Versatztechnologie	13 – 14
4.2.2 Versatzmaterial	14
4.3 Qualitätssicherung	14
4.3.1 Deklarationsanalytik	14
4.3.2 Festigkeitsuntersuchung	15
4.3.3 Drucküberwachung	15
4.3.4 Dichtemessungen	15
4.3.5 Lotungen	15

	<u>Seite</u>
5. Ergebnisse sowie Besonderheiten	15
5.1 Bohrerergebnisse und Ausbaukonstruktion	15
5.1.1 Brunnenbohrung	15 – 17
5.1.2 Versatzbohrungen	17
5.1.3 Riegelbohrungen	18
5.1.4 Kontrollbohrungen auf Versatz	18
5.2 Ergebnisse der Verwahrung	18
5.2.1 Ergebnisse Versatz	18 – 20
5.2.2 Berechnung des Versatzfaktors	20 – 21
5.3 Ergebnisse Deklarationsanalytik	22
5.4 Ergebnisse Festigkeitsuntersuchungen	22
6. Einschätzung des Verwahrungserfolges	23
7. Zusammenfassung	23 – 24

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lieferscheine Versatzmaterial
Anlage 1.1	Mengennachweis BFA nach Lieferschein
Anlage 2	Bohr- und Ausbauergebnisse
Anlage 2.1	Bohr- und Ausbauergebnisse – Riegelbohrungen
Anlage 2.2	Bohr- und Ausbauergebnisse – Versatzbohrungen
Anlage 2.3	Bohr- und Ausbauergebnisse – Kontrollbohrungen
Anlage 3	Lotungsergebnisse
Anlage 4	Versatzergebnisse
Anlage 5	Leistungsnachweise, Tagesberichte
Anlage 6	Bohrberichte/Schichtenverzeichnisse (DIN 4022, 4023)
Anlage 6.1	Schichtenverzeichnisse/Bohrprofile – Riegelbohrungen
Anlage 6.2	Schichtenverzeichnisse/Bohrprofile – Versatzbohrungen
Anlage 6.3	Schichtenverzeichnisse/Bohrprofile – Kontrollbohrungen
Anlage 7	Prüfberichte Deklarationsanalytik
Anlage 8	Protokolle Festigkeitsuntersuchungen
Anlage 9	Dokumentation Brauchwasserbrunnen
Anlage 10	Bilddokumentation
Anlage 10.1	Bilder vor Beginn der Arbeiten
Anlage 10.2	Bilder Bohransatzpunkte
Anlage 10.3	Bilder Bohrarbeiten
Anlage 10.4	Bilder Kerne
Anlage 10.5	Bilder ausgebaute Bohrungen
Anlage 10.6	Bilder Versatzarbeiten
Anlage 11	Abnahmeprotokoll
Anlage 12	Lageplan Versatz 1:2000

Abkürzungsverzeichnis

MUEG	Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH
BLZ	Bohrlochzementierung
TRL	Tagebaurestloch
BFA	Braunkohlenfilterasche
HBP	Hauptbetriebsplan
UWM	Unterwassermotor
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
Ing.-Büro	Ingenieurbüro
Fa.	Firma
VB	Versatzbohrung
KoV	Kontrollbohrung auf Versatz
HR	Hohlraum
SpV	Spülungsverlust
tot. SpV	totaler Spülungsverlust
RE-Teufe	Rohreinbauteufe
VR	Vollrohr
GOK	Geländeoberkante
OK Rohr	Oberkante Rohr
°	Grad
lfd. Nr.	laufende Nummer
BL-Nr.	Bohrloch-Nummer
RS-Teufe	Rohrschuhteufe
öffentl.	öffentlich
evtl.	eventuell
incl.	inclusive
DA	Druckanstieg
VE	Eingebrachte Versatzmenge

EL	Endlotung
Vf	Versatzfaktor
Vg	Versatzgrad
kum.	kumulativ
P Ø	durchschnittlicher Druck
Q Ø	durchschnittliche Menge
NHN	Normalhöhennull
Lfs.-Nr.	Lieferschein-Nummer
Ws-Nr.	Wiegescchein-Nummer
t	Tonne
t/d	Tonne pro Tag
Ges. t	Gesamttonne
Ges. t/d	Gesamttonne pro Tag
Ges. t/Bhrg.	Gesamttonne pro Bohrung
ZA	Zementieraggregat
m	Meter
m ³	Kubikmeter
m ²	Quadratmeter
ha	Hektar

1. Aufgabenstellung und Leistungsbeschreibung

1.1 Vorgang, Ziel

Die MUEG GmbH beabsichtigt, eine Mineralstoffdeponie zu errichten. Bei der Durchführung des Planfeststellungsverfahrens wurde festgestellt, dass sich im Baugebiet noch unverwahrte Entwässerungsstrecken befinden. Die Verwahrung dieser Strecken ist Grundvoraussetzung für die Sicherung der Tagesoberfläche und den Bau der Deponie. Die Arbeiten erfolgten auf der Grundlage der 3. Ergänzung zum HBP Tagebau Profen 2015/2016 – „Ausführung von Versatzmaßnahmen im Bereich des Restpfeilers Domsen“ mit Zulassung vom 26. Juni 2015.

Ziel der nachfolgend beschriebenen Erkundungs- und Verwahrungsmaßnahme war es, die untertägigen bergmännischen Auffahrungen des ehemaligen Braunkohlentagebaus „Profen-Nord, Domsen“ zu erkunden und anschließend so zu sichern, dass für die Öffentlichkeit und die Folgenutzung des Geländes keine Gefahr mehr ausgeht und somit auch die Grundvoraussetzungen für den Bau der Mineralstoffdeponie erfüllt werden.

Angestrebt wurde die vollständige Verwahrung der erkundeten untertägigen bergmännischen Auffahrungen, mit dem Ziel, die Entlassung aus der Bergaufsicht zu erreichen.

Des Weiteren sollte ein Brauchwasserbrunnen errichtet werden.

2. Standortbeschreibung

2.1 Allgemeine Standortbeschreibung

Das Gebiet befindet sich im ehemaligen Tagebau Profen-Nord, etwa 1,5 km westlich der Ortschaft Werben. Es umfasst den Südwestteil des mit Abraumförderbrückenbetrieb ausgekohlten und wieder verkippten Tagebaus Profen-Nord und Domsen.

Die Bergbautätigkeit hat ein Relief hinterlassen, das sich durch eine Vielfältigkeit der Formen, wie Restlöcher, Böschungen, Hohlformen und auch relativ ebenes Gelände auszeichnet.

Die Geländehöhen liegen zwischen ca. +152 m NHN und ca. +163 m NHN. An der Tagesoberfläche des Analysegebietes ist zur Zeit der Bearbeitung Brachland vorhanden. Versorgungsleitungen befinden sich keine im gesamten Arbeitsgebiet (siehe Schreiben vom 12.08.2015 der MUEG GmbH).

2.2 Beschreibung des Sicherungsbereiches

Die Einfahrt zum Sicherungsbereich erfolgte über die K 2196 in Richtung Wuschlaub/Lützen über eine asphaltierte Zuwegung bis zum Tor des Arbeitsgebiets. Die durchzuführenden Arbeiten fanden auf dem Areal des Südwestteiles im ehemaligen Tagebau Profen-Nord und Domsen statt. Bebauung war in diesem Gebiet nicht vorhanden.

3. Beschreibung der untertägigen Situation

3.1 Anzahl der Sohlen, Geländehöhen, Teufe der Auffahrungen, zu sichernde Hohlraumvolumen

Die im Bereich der neu zu errichtenden Mineralstoffdeponie liegenden untertägigen Grubenbaue sind ausschließlich Entwässerungsstrecken, die in den Jahren 1964 – 1967 aufgefahren wurden. Somit gilt es, die noch vorhandenen Entwässerungsstrecken (Strecke L; Strecke 38/35/34/33) auf ihren Verfüllungsgrad zu untersuchen und bei Antreffen von Hohlraum bzw. Auflockerungszonen zu verfüllen. Die im nordwestlichen Teil weiter verlaufende Strecke K sollte durch das Setzen von Riegeln abgeschottet werden (Bereich liegt außerhalb des Bearbeitungsgebietes).

4. Bohr- und Verwahrungsprogramm

Die Bohransatzpunkte für die Verwahrung wurden verteilt über das Streckensystem durch den AG vorgegeben und bei Notwendigkeit den obertägigen Bedingungen entsprechend der Baufreiheit angepasst. Die Vermessungs- und Absteckarbeiten erfolgten durch das vom AG bestellte Ing.-Büro Vermaplan.

Für die dauerhafte Sicherung der Tagesoberfläche waren folgende Leistungen zur Erkundung und Sanierung vorgesehen:

- 900 m VB, Stammbohrungen, Vollbohrung
- 145 m RB, Stammbohrungen, Riegel
- 200 m KoV, Stammbohrungen, Versatzkontrolle
- 3600 m³ Versatzmaterial/BFA
- 82 m Herstellung eines Brauchwasserbrunnens

Die bauvorbereitenden und -begleitenden Maßnahmen umfassen:

Die Bohrmannschaft und die Arbeitsbereiche der Bohrgeräte wurden durch verwindungssteife Sicherheitsbühnen und -roste vor Tagesbrüchen geschützt. Von jeder Bohrung wurde ein Schichtenverzeichnis erstellt, mit dem die Schichtenfolge in der Bohrung dokumentiert ist. Die Realisierung der Arbeiten erfolgte in Abstimmung mit dem AG.

4.1 Bohrprogramm/Technologie und Ausbau

Für die Durchführung der Bohrarbeiten kamen folgende Bohrgeräte zum Einsatz:

- RB 30
- MB-Truck
- Satvia VB 405

Mit diesen Bohrgeräten können Riegel-, Versatz- und Kontrollbohrungen auf Versatz als Spülbohrungen sowie zum Nachweis der Verwahrung als Kernbohrungen geteuft werden.

Die Absteckung der Bohransatzpunkte wurde am 11.08.2015 durch das Vermessungsbüro Vermaplan durchgeführt (siehe Lageplan in Anlage 12).

In der nachfolgenden Tabelle ist das Bohrprogramm unter Berücksichtigung von notwendigen Anpassungen auf Grund der örtlichen Verhältnisse zusammenfassend dargestellt:

Riegelbohrungen (RB)	Strecke Nr.	OK Gelände (Ist)	Firsthöhe ca. bei	Bemerkungen
		mNHN	mNHN	
IA	35	+157,31	+124,2	Ansatzpunkt I bei Absteckung versetzt auf RB IA
II	34	+158,35	+122,8	
III	34	ca. +156	+122,8	RB nicht realisiert
IV	L	ca. +157	+122,8	RB nicht realisiert
V	38	+147,76	+125,5	
VIA	33	+162,27	+120,6	Ansatzpunkt VI bei Absteckung versetzt auf RB VIA
VII	33	ca. +158	+120,6	RB nicht realisiert

Versatzbohrungen (VB)	Strecke Nr.	OK Gelände (Ist)	Firsthöhe ca. bei	Bemerkungen
		mNHN	mNHN	
1	35	+155,27	+124,2	
2	35	+151,69	+124,2	
3	34	+157,71	+122,8	
Versatzbohrungen	Strecke	OK	Firsthöhe	Bemerkungen

(VB)	Nr.	Gelände (Ist)	ca. bei	
		mNHN	mNHN	
4	34	+155,60	+122,8	
5	34	+155,46	+122,8	
6	34	+155,73	+122,8	
7	L	+155,23	+122,8	
8	L	+154,30	+122,8	
9	L	+155,32	+122,8	
10	L	+155,86	+122,8	
11A	L	+156,22	+122,8	Ansatzpunkt 11 bei Absteckung versetzt auf VB 11A
12	L	+154,77	+122,8	
13	L	ca. +162	+122,8	VB nicht realisiert
14A	L	+148,31	+122,8	Ansatzpunkt 14 bei Absteckung versetzt auf VB 14A
15A	38	+156,40	+122,8	Bohrung VB 15A hat Strecke nicht erreicht, versetzt auf VB 15B
15B	38	+156,28	+122,8	
16	33	+157,71	+120,6	
17	33	+161,87	+120,6	

Die folgenden Bohransatzpunkte sind in Anpassung an die Geländeverhältnisse und die damit verbundene Erreichbarkeit mit der Bohrtechnik gegenüber der Planung in Abstimmung mit dem AG versetzt worden:

- RB I auf RB IA
- VB 11 auf VB 11A
- VB 14 auf VB 14A
- VB 15 auf VB 15A

Die Bohrung VB 13 wurde ersatzlos gestrichen, da der Ansatzpunkt auf Grund der Geländemorphologie nicht mit der Bohrtechnik erreichbar ist. Der Versatz kann in diesem Streckenabschnitt der Strecke L über die Bohransatzpunkte VB 12 und VB 14A realisiert werden.

Während der Bohrarbeiten wurde festgestellt, dass am Bohransatzpunkt der Bohrung VB 15A die untertägigen Grubenbaue (Strecke 38) nicht erkundet worden sind. Deshalb erfolgte der Versatz der Bohrung auf dem Ansatzpunkt VB 15B.

Die an den südlichen Enden der Strecken 33, 34 und 35 geplanten Riegelbohrungen wurden ebenfalls ersatzlos gestrichen. Der Einbau von Riegeln ist an diesen Stellen nicht sinnvoll, da dieser Bereich ausgekohlt und mit der AFB-Kippe überschüttet worden ist.

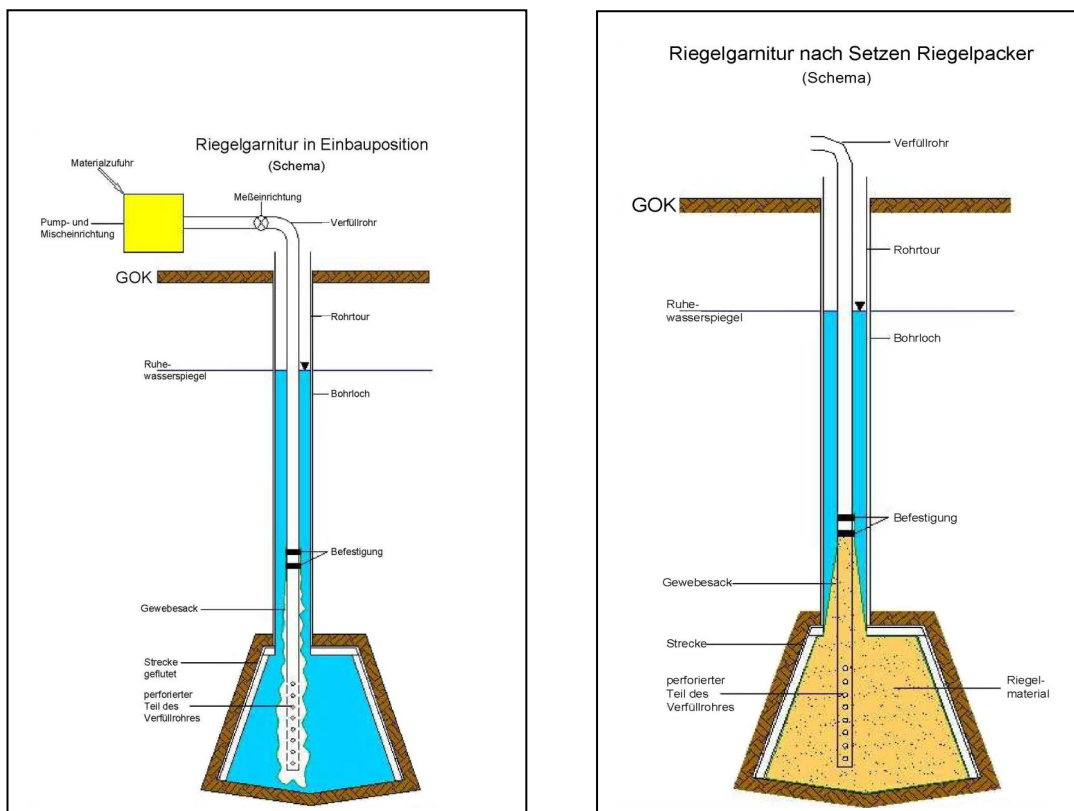
Alle Ergebnisse der einzelnen Erkundungsbohrungen wurden nach dem Abteufen sofort mit dem AG ausgewertet. Im Bedarfsfall wurde eine Neubohrung angesetzt. Die Richtung für das Versetzen der Bohrungen wurde entlang der vorhandenen Streckenachsen vorgegeben.

Bohrungen mit Hohlraum oder Spülungsverlust wurden mit einer DN 50-Stahlrohrtour ausgebaut und so für die weiteren Arbeiten vorbereitet.

4.1.1 Riegelbohrungen (RB)

Ein besonderes Problem beim Verfüllen untertägiger Grubenräume ist die sichere Abgrenzung der zu verwahrenden Abschnitte gegen den übrigen Teil des Grubengebäudes, das Setzen von Riegeln. In den zurückliegenden Jahrzehnten wurden die unterschiedlichsten Technologien und Materialien entwickelt und mit unterschiedlichem Erfolg eingesetzt.

Für das Objekt „Deponie Profen“ wurden einige Riegel projiziert, die nach der BLZ-Technologie „Riegelsack“ (siehe Schema) realisiert wurden.



Das Setzen von Riegeln in entsprechender Qualität verlangt einen Grubenraum, der im Wesentlichen fremdstofffrei oder wassererfüllt ist. Verbrochene oder verschlammte Grubenräume behindern das Setzen der Riegel. Der Versuch von Schüttungen in solchen Strecken verringert lediglich den Querschnitt, erfüllt jedoch nicht die Ansprüche an einen Riegel. Um eine bestmögliche Abdichtvariante der Strecken zu erreichen, kam die Riegelsackvariante zum Tragen. Der Bohrdurchmesser wird so gewählt, dass der Riegelsack ohne Probleme eingebaut werden kann. Die Bohrung selbst wird als normale Spülbohrung geteuft. Die relativ jungen Strecken sind noch gut erhalten und eignen sich gut für den Einsatz der Riegelsäcke.

4.1.2 Versatzbohrungen (VB)

Die Versatzbohrungen wurden als Spülbohrungen mit einfacher Spülung geteuft. Wurden Hohlraum oder Auflockerungszonen etc. beim Abteufen festgestellt, sind diese Bohrungen mit einer DN 50-Stahlrohrtour für die nachfolgenden Verwahrungsarbeiten ausgebaut worden. Bei Fehlbohrungen wurde im Rahmen der Projektbegleitung durch den AG über notwendige Ersatzbohrungen entschieden.

4.1.3 Kontrollbohrungen auf Versatz (KoV)

Zur Untersuchung des Versatzerfolges sollten auf den durch diese Maßnahme verfüllten Bereichen Teilkernbohrungen (in der Regel 5 m Kernstrecke) geteuft werden. Die Bohransatzpunkte wurden nach den Versatarbeiten unter Berücksichtigung der Ergebnisse durch den AG in Zusammenarbeit mit der BLZ Geotechnik Service GmbH vorgegeben. Die Absteckung der Punkte erfolgt durch das Vermessungsbüro Vermaplan.

4.2 Versatzprogramm

4.2.1 Versatztechnik/Versatztechnologie

Die Versatarbeiten wurden von einem zentral gelegenen Mischplatz ausgeführt. Die in Silotransportfahrzeugen bereitgestellte Braunkohlenfilterasche (BFA) ist zusammen mit Brauch- oder Trinkwasser mittels Mischtechnik zu einer gut fließenden Suspension angemischt und über verlegte Rohrleitungen im Schwerkraft-/Druckspülversatz über die mit DN 50 mm-Stahlrohrtour ausgebauten Bohrungen in die erbohrten Hohlräume bzw. Auflockerungszonen eingepumpt worden. Der Aufbau des Versatzmaterials in den erbohrten Hohlräumen erfolgt von der Streckensohle bis zu den Firsten. Das teilweise anstehende Grubenwasser wird auf Grund der Dichteunterschiede zwischen Wasser zu BFA-Suspension in naheliegende Wasserleiter verdrängt. Der Versatz wurde solange durchgeführt, bis Druckanstiege am Bohrlochkopf oder durch Austreten des Versatzmaterials

Anzeichen für eine Vollverfüllung vorlagen. Die Druckregistrierung erfolgte mittels Druckbandschreiber. Eine Fließkontrolle der eingebrachten BFA-Suspension in den Strecken erfolgte über Lotungen in den benachbarten Bohrungen.

Versatztechnik: Zementierpumpe ZA 320/ZA 400
Silotransportfahrzeuge – Nutzlast 28 t
Mischtechnik
Druck-/Dichtemessgeräte
Lotgeräte
Versatzleitungen

4.2.2 Versatzmaterial

Als Versatzmaterial wurde ausschließlich Braunkohlenfilterasche aus dem Kraftwerk Lippendorf eingesetzt.

Die Überwachung des eingesetzten Versatzmaterials erfolgte über begleitende Analysen durch ein unabhängiges Labor (LUS) über die gesamte Versatzmaßnahme mittels Feststoff- und Eluatanalytik.

4.3 Qualitätssicherung

Für die Versatzarbeiten wurde nur Material eingesetzt, welches den Anforderungen der Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage genügt. Weiterhin musste das Material die bergtechnischen Anforderungen zur Verwahrung der Grubenbaue erfüllen.

Vor diesem Hintergrund galt es, im Hinblick auf eine Qualitätskontrolle das Versatzmaterial einer Deklarationsanalytik im Feststoff und Eluat zu unterziehen und Festigkeiten der ausgehärteten Braunkohlenfilteraschesuspension zu bestimmen. Dichtebestimmungen, Drucküberwachung mittels Druckbandschreiber und Lotungen der Bohrungen zur Aussage des Versatzflusses dienten ebenfalls der Qualitätssicherung.

4.3.1 Deklarationsanalytik

Je angefangene 500 m³ Versatzmaterial wurde eine Probe gewonnen. Diese wurde einer Deklarationsanalytik im Feststoff und im Eluat entsprechend der Vorgabe der Versatzverordnung zum Nachweis der Schadstofffreiheit unterzogen. Die Analysen wurden durch ein zertifiziertes Prüflabor durchgeführt.

4.3.2 Festigkeitsuntersuchung

Nach 28 Tagen Aushärtung des Verfüllbaustoffes wurden die genommenen Prismenformen (4 x 4 x 16) einer Festigkeitsprüfung nach DIN 18136 unterzogen.

4.3.3 Drucküberwachung

Eine ständige visuelle Kontrolle im Umfeld der Versatzbohrungen hinsichtlich Rissbildungen, Hebungen, Senkungen, Austritt von Versatzmaterial etc. wurde von Messungen der Druckanstiege mit einem Druckbarometer begleitet.

4.3.4 Dichtemessungen

Insbesondere zum Nachweis der bergtechnischen Eignung des verwendeten Versatzmaterials wurden im Verlauf der Verwahrungsarbeiten ständig Dichtemessungen der BFA-Suspension vorgenommen.

4.3.5 Lotungen

In Hinblick auf eine permanente Kontrolle der Versatzausbreitung wurden ständig während der Versatzdurchführung die benachbarten Bohrungen innerhalb eines Versatzabschnittes mittels Tiefenlot gelotet. Die Lotungen wurden von GOK durchgeführt.

5. Ergebnisse sowie Besonderheiten

5.1 Bohrergergebnisse und Ausbaukonstruktion

5.1.1 Brunnenbohrung

Vor Beginn der Bohrarbeiten wurde ein Brauchwasserbrunnen errichtet, da im gesamten Bearbeitungsgebiet kein Wasser zur Verfügung stand. Dieser sollte nicht nur die Wasserbereitstellung für die Versatarbeiten gewährleisten sondern auch für den geplanten Deponiebetrieb weiter genutzt werden.

Der Ansatzpunkt wurde vom AG vorgegeben und durch das vom AG bestellte Vermessungsbüro Vermaplan abgesteckt.

Nach dem Antransport der Bohrtechnik wurde am 02.09.2015 mit dem Abteufen des Brunnens begonnen. Die ersten 15,00 m wurden im Trockenbohrverfahren (Schnecke, Ø 380 mm) durchgeführt. Im Nachgang wurde das Bohrloch erweitert und bis 15,00 m Standrohre, Ø 426 mm, gesetzt. Im Anschluss wurde die Bohrung weiter im Trockenbohrverfahren bis 19,00 m geteuft. Zum weiteren Aufschluss der Bohrung wurde das Bohrverfahren auf

Lufthebebohren umgestellt. Am 08.09.2015 kam es bei Teufe 27,00 m zum totalen Spülungsverlust in der Bohrung. Nach Recherche des Risswerkes wurde festgestellt, dass mit dieser Bohrung ein Streckenstummel der Strecke 35 getroffen worden war.

Ein weiteres Abteufen dieser Bohrung war auf Grund des angetroffenen Hohlraumes nicht möglich. Nach Rücksprache und Auswertung der Ergebnisse mit dem AG wurde ein neuer Bohrpunkt für den Brunnen vorgegeben und abgesteckt. Die Bohrung wurde im Verlauf der Versatzarbeiten mit verfüllt.

Nach dem Umbau des Bohrgerätes auf den neuen Brunnenstandort wurden die Bohrarbeiten am 11.09.2015 fortgeführt. Auch hier wurde die Bohrung im Trockenbohrverfahren bis 24,00 m abgeteuft und Standrohre, Ø 426 mm, bis 20,00 m eingebaut.

Nach erfolgter Umrüstung des Bohrgerätes wurde die Bohrung bis 58,50 m dann im Lufthebeverfahren weiter geteuft. Bis zu dieser Teufe musste das Bohrgestänge des Öfteren ein- und ausgebaut werden, um Verstopfungen des Meißels zu beseitigen. Bei Teufe 58,50 m kam es auch zu einem starken Spülungsverlust.

Mit der Veränderung der Spülungsparameter und dem Zusatz von Stopfmitteln wurde versucht, den Spülungsverlust zu minimieren. Gleichzeitig wurde die Lufteintrittstiefe auf 44,00 m vergrößert. Trotz dieser Maßnahmen kam es immer wieder zu größeren Spülungsverlusten, was auch zum Zusammenfall des Bohrloches im unteren Teufenbereich (bis ca. 44,00 m) führte.

Die Bohrung musste nach Stillständen immer wieder neu aufgewältigt werden. Auf Grund dieser Tatsache wurde entschieden, eine Hilfsrohrtour, Ø 377 mm, bis 59,50 m einzubauen. Bis zur Erreichung der Endteufe des Brunnens von 89,00 m waren durchweg Spülungsverluste aufgetreten. Nach Erreichen der Endteufe wurde der Brunnen sofort ausgebaut (siehe Anlage 9) und der Filterbereich mit Filterkies (2 – 3,2 mm) und Gegenfilterkies (1 – 2 mm) verfüllt. Die Tonsperre wurde ab 81,00 m gesetzt. Somit war der Brunnen im Wasserentnahmebereich gesichert.

Es erfolgte die Rückverfüllung des Brunnens bis GOK. Die genaue Verfüllung des Brunnens ist in der Anlage 9 ersichtlich. Gleichzeitig mit der Verfüllung des Brunnens wurden die Rohrtouren ausgebaut.

Nach der Beräumung der Bohrung wurde am 20.10.2015 eine UWM-Pumpe bis 82,00 m eingebaut und der Brunnen für den Leistungspumpversuch vorbereitet. Nach dem Klarpumpen des Brunnens am 21.10.2015 wurde bis zum 23.10.2015 der Leistungspumpversuch durchgeführt. Die Ergebnisse sind ebenfalls in der Anlage 9 dargestellt.

Die im Vorfeld erwartete Menge von ca. 12 – 15 m³/h wurde durch den Leistungspumpversuch bestätigt bzw. übertroffen.

Der Brunnen lieferte über die gesamte Versatzdurchführung das zum Anmischen der BFA-Suspension erforderliche Wasser in ausreichender Menge (ca. 20 m³/h). Insgesamt wurden dem Brunnen ca. 5000 m³ Wasser entnommen.

Nach Beendigung der Versatzarbeiten wurde der Förderstrang ausgebaut, die vom AG geforderte neue Pumpe incl. neuen Förderstrangs wieder eingebaut und die Brunnenstube auf das geforderte Niveau gesetzt.

5.1.2 Versatzbohrungen

Die Versatzbohrungen wurden als Spülbohrungen geteuft. Die einzelnen Schichtenfolgen sind in den Schichtenverzeichnissen dargestellt. Die Entwässerungsstrecken wurden im Teufenniveau zwischen 24,00 und 32,00 m angetroffen. Oberflächennah wurde Bauschutt angetroffen, was zu Verzögerungen beim Abteufen führte (Bohrhindernisse). In allen Versatzbohrungen wurde Hohlraum angetroffen. Die Wasserführung der Strecken verringerte sich in Richtung südwestliche Richtung. Die Strecken waren noch nicht verschlammte, was auf noch intakte Strecken schließen lässt. Alle Bohrungen wurden bis in die Firste der Strecken mit einer DN 50-Stahlrohrtour ausgebaut und so für den nachfolgenden Versatz vorbereitet.

Mit der Versatzbohrung VB 15A konnte keine Strecke nachgewiesen werden. Im Zuge einer risslichen Nachkontrolle wurde festgestellt, dass diese Bohrung neben der Strecke geteuft worden war. Die Bohrung wurde noch einmal durch das Vermessungsbüro Vermaplan neu abgesteckt. Diesmal wurde die Strecke im erwarteten Teufenbereich angetroffen. Diese Bohrung war wichtig, um den Versatzfluss in diesen Streckenabgang während des Versatzes überwachen zu können.

Die angegebenen Hohlräume können dem Streckenbereich von der Sohle bis zur Firste zugeordnet werden. Bei Hohlräumen von mehr als 2,00 m kann von Hochbrüchen oder verfrühten Durchsacken des Bohrgestänges im instabilen Hangenden ausgegangen werden. Die Entwässerungstrecken wurden in der Regel mit einer Höhe von ca. 2,00 m aufgefahren.

Die genauen Angaben zu den Bohrungen sind in den Schichtenverzeichnissen (Anlage 6.2) sowie in den Bohr- und Ausbauergebnissen – Versatzbohrungen (Anlage 2.2) dargestellt.

5.1.3 Riegelbohrungen

Die Riegelbohrungen wurden ebenfalls als Spülbohrungen geteuft. Auch hier wurde überall Hohlraum angetroffen. Über die 168er Bohrröhre wurde der Riegelsack an einer DN 50-Stahlrohrtour eingebaut und auf Sohle abgestellt. Im Anschluss wurde die Ausbauperforierung wieder ausgebaut. Somit waren auch die Riegelbohrungen zum Setzen der Riegel vorbereitet. Mit allen Riegelbohrungen wurde auch hier das Streckensystem mit Hohlraum angetroffen. Die genaue Schichtenfolge ist wie bei den Versatzbohrungen in den Schichtenverzeichnissen (Anlage 6.1) und ebenfalls in den Bohr- und Ausbauergebnissen – Riegelbohrungen (Anlage 2.1) dargestellt.

5.1.4 Kontrollbohrungen auf Versatz

Für das versetzte Steckensystem waren in der Ausführungsplanung in Abstimmung mit dem AG 4 Stück KoV-Bohrungen vorgesehen. Es wurden 4 KoV-Bohrungen abgesteckt, wobei die KoV 4 als Alternativbohrung zu sehen ist. Diese Bohrung sollte nur bei nicht eindeutigen Versatzvolumen geteuft werden. Da jedoch die Menge der eingebrachten Versatzsuspension und die dabei durchgeführten Lotungen eine vollständige Verfüllung ergaben, wurde auf diese Bohrung verzichtet. Sie lag auf Grund des vorhandenen Geländes nur ca. 3 m von der VB 14A entfernt.

Diese Bohrungen wurden als Teilkernbohrungen niedergebracht. In allen 3 durchgeführten KoV-Bohrungen wurde das Versatzmaterial im Streckenbereich angetroffen. Spülungsverluste waren beim Bohren nicht zu verzeichnen.

Auf Grund der eingebrachten Mehrmengen an Versatzmaterial sowie den Lotungsergebnissen und übertägigen Anzeichen wurden 3 Bohrungen durchgeführt. Die genauen Ergebnisse sind in den Bohr- und Ausbauergebnissen – Kontrollbohrungen (Anlage 2.3) ersichtlich. Die genaue Schichtenfolge ist in den Schichtenverzeichnissen (Anlage 6.3) sowie der Kerndokumentation (Anlage 10.4) ersichtlich.

5.2 Ergebnisse der Verwahrung

5.2.1 Ergebnisse Versatz

Nach dem Aufbau der Versatzleitung von ca. 800 m wurde am 19.11.2015, nach dem Setzen des Riegels RB VI, mit den Versatzarbeiten der Strecke 33 über die VB 16 begonnen. Durch das Setzen des Riegels RB VI wurde eine Abschottung zur Strecke K erreicht, um so ein Abfließen der Versatzsuspension in die Strecke K (nördlich) zu verhindern. Der südliche Teil der Strecke 33 wurde durch Kippenmaterial begrenzt.

Die zu verfüllende Strecke 33 hatte eine Länge von ca. 130 m. Zur Planung des Hohlraumvolumens wurde der Streckenquerschnitt mit ca. 4 m² angesetzt. Die theoretische Menge wurde somit mit ca. 520 m³ im Vorfeld angenommen.

Der Versatzfluss wurde durch ständiges Loten der VB 17 kontrolliert. Nach einer eingebrachten Versatzsuspensionsmenge von 584,08 m³ bis zum 26.11.2015 kam es zum Druckanstieg von 1 – 2 bar und zum Rückfluss der Versatzsuspension aus dem Versatzrohr. Durch die Lotung am 27.11.2015 wurde festgestellt, dass die Versatzsuspension in den DN 50-Rohren stand. Durch ein kurzes Andrücken der Bohrung VB 16 wurde festgestellt, dass über diese Bohrung keine Versatzaufnahme mehr bestand. Dieselben Ergebnisse wurden bei der VB 17 festgestellt.

Ein Vergleich der theoretischen Menge zur tatsächlich eingebrachten Menge belegt ebenfalls die Verfüllung der Strecke 33 (Mehrvolumen ca. 12 %). Somit kann diese Strecke als vollständig versetzt angesehen werden.

Da der Riegel RB II noch gesetzt werden musste, wurde entschieden, die Versatarbeiten über die VB 9 (Strecke L) fortzuführen. Die benachbarten Bohrungen wurden dabei auch durch ständiges Loten beobachtet. Somit konnte dadurch der Versatzfluss beobachtet werden. Bis zum Setzen des Riegels RB II wurden 658,38 m³ Versatzsuspension eingebracht. Dabei wurde ein Versatzanstieg in den Bohrungen VB 7 und VB 9 festgestellt (siehe Anlage 3 – Lottabelle).

Am 04.12.2015 wurden nach erfolgtem Umbau die Versatarbeiten über die Bohrung VB 4 fortgeführt. Am 11.12.2015 wurde beim Anpumpen mit Wasser ein Druckanstieg bis 10 bar registriert. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden 876,88 m³ BFA-Suspension über die VB 4 eingepumpt. Somit kann eingeschätzt werden, dass der Bereich der Strecke 34 von der VB 4 bis zum Riegel RB II verfüllt ist. Dies belegt auch die Lotung der Versatzbohrung VB 3 (32,10 m).

Jedoch wurde bei den Lotungen festgestellt, dass der südlich von der VB 4 gelegene Streckenabschnitt der Strecke 34 bis zur VB 6 noch keinen Vollversatz auswies. Diese Bohrung musste noch durch Versatzleitungsverlegung für den Versatz vorbereitet werden. Dadurch wurden die Versatarbeiten wieder kurzfristig über die VB 9 weitergeführt.

Nach den Vorbereitungsarbeiten wurden dann die Versatarbeiten am 11.12.2015 über die VB 6 fortgeführt. Über diese Bohrung konnte noch ein Versatzvolumen von 207,38 m³ eingebracht werden, bis es auch hier zum Druckanstieg von ca. 6 bar kam. Gleichzeitig war auch hier ein Rückfluss von BFA-Suspension zu verzeichnen. Die Aufnahmebedingungen waren somit über diese Bohrung erschöpft. Diese Ergebnisse belegen den Vollversatz der Strecke 34.

Die weitere Fortführung der Versatzarbeiten erfolgte über die schon mehrfach bediente VB 9. Über diese Bohrung wurde ein Versatzvolumen von insgesamt 894,24 m³ BFA-Suspension eingebracht. Nach dieser Menge kam es zum Druckanstieg bis ca. 8 bar und zum Rückfluss von Versatzmaterial. Somit waren auch hier die Aufnahmebedingungen über diese Bohrung erschöpft. Somit kann auch hier eingeschätzt werden, dass der Streckenabschnitt der Strecke L bis zur Strecke 34 verfüllt ist.

Nach erfolgtem Umbau wurden die Versatzarbeiten am 15.12.2015 über die Bohrung VB 15B fortgeführt. Diese Bohrung befand sich auf einem Streckenstummel der Strecke 38. Diese Strecke hatte eine direkte Verbindung zur Strecke L. Über diese Bohrung konnten 836,34 m³ Versatzsuspension eingebracht werden. Beim Anpumpen der Bohrung VB 15B am 22.12.2015 wurde ein sofortiger Druckanstieg bis 7 bar festgestellt. Somit waren auch hier die Aufnahmebedingungen über diese Bohrung erschöpft.

Die weiteren Versatzarbeiten wurden dann über die sich auf der Strecke 35 befindlichen VB 2 fortgeführt. Auch diese Strecke hatte eine direkte Anbindung zur Strecke L. Die Strecke 35 war in nördlicher Richtung durch den Riegel RB I zur Strecke K abgeschottet worden. Die Kontrolle des Versatzflusses erfolgte über die Bohrungen VB 1 und VB 12. Da es nach 639,12 m³ eingebrachtem Versatzvolumen ebenfalls zum Anstieg auf der VB 12 gekommen war, wurde zur Aufrechterhaltung der Fließwege in Richtung VB 14A entschieden, die weiteren Versatzarbeiten über die Bohrung VB 12 fortzuführen. Über diese Bohrung erfolgte dann die Restverfüllung der Strecke 35.

Der weitere Versatzfluss erfolgte dann nur noch in Richtung VB 14A. Die Kontrolle wurde durch die Lotungen durchgeführt. Gleichzeitig wurde durch die Luftbewegung im Versatzrohr der VB 14A die Verfüllung des Resthohlraumes beobachtet. Über diese Bohrung konnten noch weitere 1849,70 m³ Versatzsuspension eingebracht werden, bis es zum DA von 8 bar und zum Rückfluss von Versatzsuspension kam. Somit kann auch die Strecke L als vollständig verwahrt angesehen werden.

Insgesamt wurde in die Strecken ein Versatzvolumen von 5912,20 m³ eingebracht. Der Mengennachweis BFA nach Lieferschein ist der Anlage 1.1 zu entnehmen. Die täglich durchgeführten Lotungsergebnisse sind in der Anlage 3 ersichtlich.

5.2.2 Berechnung des Versatzfaktors

Die Berechnung des Versatzfaktors kann in diesem Objekt nur an einer Strecke separat vorgenommen werden. Dies betrifft die Strecke 33. Nur diese Strecke hat keine Verbindung zu anderen Streckenabschnitten.

Die weiteren verfüllten Strecken (Strecke 34, Strecke 35, Strecke 38 sowie die Strecke L) müssen im Zusammenhang betrachtet werden, da zwischen den einzelnen Streckenabschnitten keine Trennung vorhanden war.

So ergeben sich durch Abgreifung aus dem Risswerk folgende Streckenlängen:

Strecke 33	~ 129 m
Strecke 34	~ 198 m
Strecke 35	~ 137 m
Strecke 38	~ 63 m
Strecke L	<u>~ 489 m</u>
Länge gesamt	1.016 m

Somit ergeben sich folgende theoretische Volumen bei Annahme eines Streckenquerschnittes von 4 m².

Strecke 33	129 m x 4 m ²	= V _{theor.}	516 m ³
Strecke 34	198 m x 4 m ²	= V _{theor.}	792 m ³
Strecke 35	137 m x 4 m ²	= V _{theor.}	548 m ³
Strecke 38	63 m x 4 m ²	= V _{theor.}	252 m ³
Strecke L	489 m x 4 m ²	= <u>V_{theor.}</u>	<u>1.956 m³</u>
Volumen gesamt:		= V _{theor.}	4.064 m³

Daraus ergibt sich ein theor. Gesamtvolumen für die Verfüllung der ehemaligen Entwässerungsstrecken der Deponie Profen-Nord von ca. 4064 m³.

Zusammenfassung der Versatzmengen und der versatztechnischen Parameter Versatzfaktor (V_f) und Versatzgrad (V_g)

Bereich	BFA [t]	V _E [m ³]	theor. HR [m ³]	V _f	V _g
Strecke 33	590,14	590,14	516,00	1,14	>90%
Strecke 34, 35, 38,L	5322,06	5322,06	3548,00	1,50	>90%

Bemerkung: > 90 % bezogen auf tatsächlich vorhandenen Hohlraum

$$1 \quad \frac{V_{E1}}{H_{th1}} = \frac{590,14}{516,00} \quad V_{g1} = > 90\%$$

$$2 \quad \frac{V_{E2}}{H_{th2}} = \frac{5322,06}{3548,00} \quad V_{g2} = > 90\%$$

5.3 Ergebnisse Deklarationsanalytik

In die untertägigen Grubengebäude der ehemaligen Braunkohlentiefbaugrube Profen/Domsen wurden insgesamt 5912,20 t Versatzmaterial (BFA) eingebracht. Als Versatzmaterial wurde Braunkohlenfilterasche aus dem Kraftwerk Lippendorf eingesetzt.

Zur Überwachung der Einhaltung der Grenzwerte entsprechend der Versatzverordnung wurden durch den Verwahrungsbetrieb zwölf Proben zur Bestimmung der Grenzwerte genommen. Die Analytik erfolgte durch LUS GmbH – Labor für Umweltschutz und chemische Analytik Magdeburg. Der Untersuchungsumfang betrug die Bestimmung der Eluatwerte nach Anlage 2 Tabelle 2 der Versatzverordnung und die Untersuchung der Feststoffparameter in der Trockenmasse nach Anlage 2 Tabelle 1 Versatzverordnung (Anlage 7).

Bedingt durch die Verwertungstechnologie des Versatzmaterials Braunkohlenfilterasche wurden im Vorfeld die analytischen Ergebnisse des Bergwerksbetreibers für die Braunkohle und die des Entsorgers für die anfallenden Aschen ausgewertet. Diese Vorauswertung bestätigt den Einsatz der Aschen als Versatzmaterial unter Bezug auf die Versatzverordnung. Die Auswertung der Versatzanalytik ergibt keine Überschreitungen in den untersuchten Proben.

Die analytischen Ergebnisse des Erzeugers, des Entsorgers und die Versatzanalytik belegen den umweltgerechten Versatz des Geländes der Deponie Profen.

5.4 Ergebnisse Festigkeitsuntersuchungen

Die Zielfestigkeit wurde anhand von 12 Proben Versatzmaterial untersucht. Die Festigkeitsuntersuchungen dienen der Dokumentation, dass die eingesetzte Asche den bauphysikalischen, insbesondere den mechanischen, Eigenschaften entsprechend den technischen Regeln des Länderausschusses Bergbau entspricht.

Die Festigkeitsuntersuchungen wurden entsprechend DIN 18136 untersucht.

Die Untersuchungen wurden durch das Zementlabor der BLZ Geotechnik Service GmbH durchgeführt. Es wurden 12 Proben untersucht. Die Untersuchungsergebnisse liegen zwischen 3 bis 6 N/mm² (1 MPa \pm 1 N/mm²), (Anlage 8).

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse belegt die bauphysikalische und mechanische Eignung der eingesetzten Braunkohlenfilterasche aus dem KW Lippendorf als Versatzmaterial.

6. Einschätzung des Verwahrungserfolges

Die Versatzarbeiten wurden solange durchgeführt, bis durch obertägige Anzeichen wie Druckanstiege oder Austritte von BFA-Suspension Schlussfolgerungen auf den Verwahrungsgrad getroffen werden konnten. Der Anstieg des Versatzmaterials wurde während der gesamten Versatzmaßnahme in den benachbarten Bohrungen kontrolliert.

Alle Lotungen während der Versatzarbeiten ergaben nach Beendigung einen Anstieg der Versatzsuspension bis in die DN 50-Versatzrohre oder bis zur Rohrschuhteufe. Bei nochmaligem Anpumpen der Bohrungen mit Wasser traten Druckanstiege auf, was auf keine weitere Aufnahme über diese Bohrungen schließen lässt.

Auf Grund dieser Ergebnisse kann eingeschätzt werden, dass die bei den Bohrarbeiten angetroffenen Hohlräume vollständig verwahrt worden sind.

Entsprechend Genehmigungsantrag zur 3. Ergänzung zum HBP Tagebau Profen 2015/2016 – „Ausführung von Versatzmaßnahmen im Bereich des Restpfeilers TRL Domsen“ vom 21./28. Mai 2015 sollte der Rückbau der Versatzrohre bis mindestens 2,0 m unter GOK erfolgen. Nach Abschluss der Arbeiten wurde an den Bohrungen das jeweils letzte Versatzrohr mit einer Länge von 3,0 m abgeschraubt und die Bohrungen bis zur GOK verfüllt.

7. Zusammenfassung

Sowohl das Erkundungsprogramm zur Suche nach den untertägigen Hohlräumen und die Überprüfung des Verwahrungsgrades von Strecken sowie die Verwahrungsarbeiten im Rahmen der vorweg beschriebenen Maßnahme wurden qualitativ und quantitativ auftragskonform realisiert.

Versatzbohrungen, bei denen noch Aufnahmebedingungen bei den Bohrarbeiten festgestellt worden waren, wurden dementsprechend für den Versatz ausgebaut.

In das Streckensystem wurde ein lagestabiles aushärtendes Versatzmaterial eingebracht. Die beiliegenden Festigkeitsmessungen (Anlage 8) belegen die gute Eignung der Braunkohlenfilterasche aus dem Kraftwerk Lippendorf. Im Wesentlichen erreichen die ausgehärteten Probekörper eine Festigkeit, die über der des anstehenden Gebirges liegt. In der Gesamtheit erfüllt der großvolumige eingebaute Versatzkörper die geforderte dauerhafte Stabilitätsverbesserung der Tagesoberfläche.

Bei den durchgeführten Bohr- und Versatzarbeiten wurden keine Brucherscheinungen sowie Risse an der Tagesoberfläche festgestellt.

Die Tagesoberfläche im Bereich der in dieser Maßnahme zu verfüllenden Strecken kann als gesichert eingeschätzt werden. Im Rahmen der Bohrarbeiten wurden die im Risswerk dargestellten unterirdischen Grubenbaue angetroffen. Man kann also davon ausgehen, dass die Darstellungen im Risswerk bestätigt werden konnten und somit kann mit großer Wahrscheinlichkeit eine Stabilität für die Tagesoberfläche vorausgesetzt werden. Die Einschätzung beruht besonders auf dem Vergleich des angenommenen Hohlraumes zu dem tatsächlich eingebrachten Aschevolumen, den durchgeführten Lotungen während der Versatzmaßnahme sowie den Ergebnissen der KoV-Bohrungen.

Somit kann eine Entlassung aus der Bergaufsicht empfohlen werden.