

## Tontagebau Vehlitz der Sporkenbach Ziegelei GmbH:

### Sicherungskonzept

Sitz der Gesellschaft:  
Grimmelallee 4  
99734 Nordhausen

Geschäftsführer:  
Dr. Uta Alisch  
Dr. Volker Ermisch  
Ralf Trapphoff

Telefon 03631 657-0  
Telefax 03631 657400  
info@fugro-hgn.de  
www.fugro-hgn.de

Amtsgericht Jena  
HRB-Nr. 400576

Finanzamt Mühlhausen  
Steuernummer  
157 110 01511  
Ust-IdNr.: DE 150 375 679

Deutsche Bank AG  
Nordhausen  
Konto Nr. 2207 355  
BLZ 820 700 00

Commerzbank Nordhausen  
Konto Nr. 600 64 64  
BLZ 820 400 00

**Auftraggeber:** Landesamt für Geologie und Bergwesen  
Sachsen-Anhalt  
Köthener Straße 38  
06118 Halle

**Auftragnehmer:** FUGRO-HGN GmbH  
Niederlassung Torgau  
Süptitzer Weg 28A  
04860 Torgau  
Tel.: 03421-741 300  
Fax: 03421-741 400  
E-Mail: torgau@fugro-hgn.de

**Bearbeiter:** R. Gösel, Senior Consultant  
Dr. R. Böhnke

**Kurztitel:** TTB Vehlitz, Sicherungskonzept  
**Komm.-Nr.:** 7.22.007.9.2

FUGRO-HGN GmbH



**Bestätigt:** .....  
Dr. D. Brinschwitz  
Geschäftsbereichsleiter

**Datum:** Magdeburg, 03.11.2010

## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung, Aufgabenstellung .....	4
2	Begriffsbestimmungen .....	5
3	Standortbeschreibung .....	6
3.1	Sachstand, Rahmenbedingungen .....	6
3.2	Lage des Untersuchungsobjektes .....	7
3.3	Morphologie .....	7
3.4	Angrenzende Nutzungen .....	8
3.5	Hydrologische Standortverhältnisse .....	11
3.6	Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse .....	12
3.6.1	Vorbemerkungen .....	12
3.6.2	Geologische Verhältnisse .....	12
3.6.3	Hydrogeologische Verhältnisse .....	14
3.7	Kontaminationssituation .....	15
3.7.1	Vorbemerkungen .....	15
3.7.2	Ablagerungsmaterial .....	15
3.7.2.1	Mengen, Chemische Beschaffenheit, .....	15
3.7.2.2	Setzungsprognose .....	16
3.7.3	Sickerwasser .....	18
3.7.3.1	Chemische Beschaffenheit .....	18
3.7.3.2	Sickerwasserstände und -entwicklung .....	21
3.7.4	Gas .....	25
3.7.4.1	Chemische Beschaffenheit .....	25
3.7.4.2	Gasbildungsprognose .....	25
3.7.5	Grundwasser .....	29
3.7.6	Oberflächenwasser .....	30
4	Gefahrensachverhalte, Schutzgutgefahren .....	31
5	Maßnahmeerfordernis und Maßnahmeziele .....	35
5.1	Maßnahmeerfordernis .....	35
5.2	Ableitung von Maßnahmezielen .....	39
6	Bewertung und Auswahl geeigneter Maßnahmen zur Gefahrenabwehr .....	43
6.1	Bewertungs- und Auswahlsystem .....	43
6.2	Auswahl von Maßnahmekombinationen für die Gesamtsicherung des TTB Vehlitz .....	44
6.2.1	Auswahl von Einzelmaßnahmen, Ableitung von Maßnahmekombinationen .....	44
6.2.2	Maßnahmekombination 1 - Sicherung .....	45
6.2.3	Maßnahmekombination 2 – vollständige Dekontamination .....	54
6.2.4	Monetäre Bewertung .....	58
6.3	Ableitung der bevorzugten Maßnahmekombination .....	59
7	Zusammenfassende Beschreibung der bevorzugten Maßnahmekombination zur Sicherung des Tontagebaus Vehlitz und orientierende Darstellung des Ablaufs .....	60
8	Gesamtkostenschätzung .....	63
9	Ausblick Langzeitsicherung, Sanierung .....	64
10	Defizitanalyse, Empfehlungen für ergänzende Untersuchungen .....	65
11	Zusammenfassung .....	72
12	Quellen .....	77

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Angrenzende Nutzungen TF I.....	8
Tabelle 3-2:	Angrenzende Nutzungen TF II Nord.....	9
Tabelle 3-3:	Angrenzende Nutzungen TF II Süd .....	10
Tabelle 3-4:	Hydrologische Standortverhältnisse .....	11
Tabelle 3-5:	Setzungsprognose TF I, II Nord, II Süd .....	17
Tabelle 3-6:	TF I - Überschreitungen der LAWA-GFS (Maximum- und Mittelwerte).....	19
Tabelle 3-7:	TF II - Überschreitungen der LAWA-GFS (Maximum- und Mittelwerte).....	20
Tabelle 4-1:	Gefahren für das Schutzgut menschliche Gesundheit .....	32
Tabelle 4-2:	Gefahren für das Schutzgut Grundwasser .....	33
Tabelle 4-3:	Gefahren für das Schutzgut Oberflächenwasser.....	34
Tabelle 5-1:	Ableitung Maßnahmeerfordernisse.....	37
Tabelle 5-2:	Ableitung von Maßnahmezielen .....	39
Tabelle 5-3:	Zusammenfassung, Beschreibung und zeitliche Wichtung der Maßnahmeziele .....	41
Tabelle 6-1:	Maßnahmekombination 1 - Sicherung des TTB Vehlitz .....	46
Tabelle 6-2:	Maßnahmekombination 2 - Vollständige Dekontamination des TTB Vehlitz.....	54
Tabelle 7-1:	Abgeschlossene Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr .....	61
Tabelle 7-2:	Sofortmaßnahmen und prioritäre Maßnahmen .....	61
Tabelle 7-3:	weitere Sicherungsmaßnahmen .....	62
Tabelle 10-1:	Zusammenfassung Untersuchungsprogramm Detailuntersuchung zur Beseitigung von Kenntnisdefiziten.....	69
Tabelle 10-2:	Zusammenfassung Monitoringprogramm .....	71
Tabelle 11-1:	Zusammenfassung Einzelmaßnahmen .....	74

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Übersichtskarte
Anlage 2:	Lageplan TTB Vehlitz
Anlage 3:	Prüfung und Bewertung von Einzelmaßnahmen zur Gefahrenabwehr, Auswahl von Maßnahmekombinationen
Anlage 3.1:	Prüfung geeigneter Einzelmaßnahmen zur Gefahrenabwehr - Bewertungsmatrix
Anlage 3.2:	Geeignete Einzelmaßnahmen zur Erreichung der primären Maßnahmeziele, Rangfolge
Anlage 3.3:	Auswahl von Einzelmaßnahmen zu Maßnahmekombinationen
Anlage 4:	Kostenschätzungen Einzelmaßnahmen
Anlage 4.1:	Kostenschätzung Maßnahmekombination 1
Anlage 4.2:	Kostenschätzung Maßnahmekombination 2
Anlage 5:	Lageplan Sicherungsmaßnahmen zur Gefahrenabwehr

## **1           Veranlassung, Aufgabenstellung**

Im Tontagebau Vehlitz wurde durch die Sporkenbach Ziegelei GmbH in drei Teilfeldern die Gewinnung von Ton betrieben. Nach Abschluss der Gewinnung wurden die Teilfelder I und II Nord im Rahmen eines Sonderbetriebsplanes zur Wiederherstellung der Fläche verfüllt. Das Teilfeld II Süd wurde nur zum Teil verfüllt. Die Arbeiten wurden 2008 eingestellt.

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten für die Ermittlungen der Staatsanwaltschaft Stendal gegen den Betreiber des Tontagebaus, wurden durch die Ingenieurgesellschaft FUGRO-HGN GmbH Erkenntnisse gewonnen, die dem Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB) anlässlich einer Behördenberatung am 10.03.2009 präsentiert wurden.

Im Ergebnis dieser Beratung wurde FUGRO-HGN vom LAGB beauftragt, erste Erkundungsarbeiten durchzuführen und Sofortmaßnahmen zur Abwehr unmittelbar drohender Gefahren vorzubereiten und deren Ausführung zu überwachen.

Die Beauftragung wurde im Verlauf der Bearbeitung um die Erarbeitung einer Gefahrenanalyse und eines Konzeptes für die Gesamtsicherung des Standortes erweitert.

Aufgrund des Charakters der Erkundungen, die einer Orientierenden Untersuchung entsprachen, wurden in der Gefahrenbeurteilung für den TTB Vehlitz Gefahrensachverhalte ausgewiesen, die die Ableitung von Sicherungsmaßnahmen erlauben wie auch Gefahrenverdachtsmomente, die im Rahmen von Detailuntersuchungen zu verifizieren oder auszuräumen sind und für die Sicherungsmaßnahmen unter dem Vorbehalt abgeleitet werden können, dass der Gefahrenverdacht bestätigt wird. Wird der Gefahrenverdacht ausgeräumt, können die entsprechenden Sicherungsmaßnahmen entfallen.

Das vorliegende Sicherungskonzept baut auf den relevanten bisher zum Standort erarbeiteten Berichten und Dokumenten auf, die im Text zitiert und als Quellen angegeben werden. Das Konzept soll als Grundlage für die Planung und Ausführung von Sicherungsmaßnahmen zur Abwehr von Gefahren dienen, die im Ergebnis der Verfüllung des Tontagebaus Vehlitz für Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit und Umweltschutzgüter drohen.

## 2 Begriffsbestimmungen

Die im vorliegenden Sicherungskonzept verwendeten und nachfolgend aufgeführten Begriffe, dienen ausschließlich der charakterisierenden Beschreibung der jeweils bezeichneten Medien oder Sachverhalte und stellt ausdrücklich keinerlei rechtliche Wertung dar.

Ablagerung	der Begriff der Ablagerung (auch des Ablagerungskörpers) wird im vorliegenden Konzept ausschließlich im Bezug auf die im Rahmen des Sonderbetriebsplanes vorgenommene Verfüllung der durch die Tongewinnung hergestellten Hohlformen in den TF I, II Nord und II Süd verwendet.
hausmüllähnliche Abfälle	bezieht sich ausdrücklich nicht auf die mögliche Herkunft des Materials aus der Sammlung von Hausmüll oder hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen oder eine Abfallbezeichnung der Abfallverzeichnisverordnung (AVV) /1/. Die verwendete Bezeichnung dient ausschließlich der Verdeutlichung der Zusammensetzung des angetroffenen Ablagerungsmaterials, die der visuellen Ansprache nach dem üblichen Spektrum der im Hausmüll anfallenden Abfälle entspricht.
mineralische Abfälle	bezeichnet im Unterschied zu den hausmüllähnlichen Abfällen solche Abfälle, mit ausschließlich oder vorrangig mineralischer Zusammensetzung (Boden, Bauschutt).
Sickerwasser	beschreibt das im Ablagerungskörper anstehende kontaminierte Wasser. Da es sich bei der Verfüllung des Tontagebaus Vehlitz nicht um eine Deponie oder Altablagerung nach KrW-/AbfG handelt, stellt das im Ablagerungskörper anstehende Wasser im rechtlichen Sinn Grundwasser dar. Da die Schadstoffbelastung dieses Wassers jedoch der von Sickerwasser aus Hausmülldeponien entspricht, wird hierfür der Begriff Sickerwasser (nicht Deponiesickerwasser) zur zweifelsfreien Unterscheidung vom Grundwasser außerhalb der Ablagerungskörper verwendet. Sofern in der weiteren Bearbeitung der Begriff des Sickerwassers zur Bezeichnung des Wassers verwendet wird, das die ungesättigte Bodenzone in Richtung Grundwasser durchsickert, wird dies im Kontext eindeutig dargestellt.
Gas / Schadgas	bezeichnet das in den Ablagerungskörpern durch mikrobiologische Umsetzung gebildete Gemisch aus den bewertungsrelevanten Hauptbestandteilen Methan, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickstoff und Schwefelwasserstoff. Obwohl qualitativ der Zusammensetzung von Deponiegas entsprechend, wird dieser Begriff unter Berücksichtigung des rechtlichen Status der Ablagerung nicht verwendet. Im rechtlichen Sinne

handelt es sich um Bodenluft, wobei dieser Begriff der Zusammensetzung und dem Gefahrenpotenzial des Gasgemisches nicht hinreichend gerecht wird und daher im Zusammenhang mit der Beschreibung und Bewertung des im Ablagerungskörper gebildeten Gasgemisches nicht verwendet wird.

### **3 Standortbeschreibung**

#### **3.1 Sachstand, Rahmenbedingungen**

Im Tontagebau Vehlitz wurde auf Grundlage bergrechtlicher Betriebsplanzulassungen (§§ 51 ff. BBergG /2/) durch die Sporkenbach Ziegelei GmbH in drei Teilfeldern (TF I, TF II Nord, TF II Süd) Ton aufgesucht und gewonnen. Nach Abschluss der Gewinnung wurden seit 1993 im TF I, seit 2005 im TF II Nord und seit 2007 im TF II Süd Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche durch die Verfüllung der entstandenen Hohlformen auf Grundlage von Sonderbetriebsplänen ausgeführt.

Im Rahmen von Routinebegehungen und durch Hinweise aus der Öffentlichkeit wurden Unregelmäßigkeiten bei der Verfüllung festgestellt. Für die Verfüllung der Hohlform wurden nach bisherigem Kenntnisstand im TF I mineralische Abfälle, in geringem Umfang hausmüllähnliche Abfälle und in den TF II Nord und Süd nahezu ausschließlich hausmüllähnliche Abfälle eingesetzt. Zudem wurden die Grenzen des genehmigten Betriebsplans nicht eingehalten und die Gewinnung in unzulässiger (nicht standsicherer) Art und Weise ausgeführt. Zur Abwehr daraus resultierender Gefahren hat das LAGB gegen die Sporkenbach Ziegelei GmbH als bergrechtlich Verantwortlichen Sicherungsmaßnahmen (Geotechnik, Gasfassung) angeordnet. Zur Aufklärung etwaiger Straftatbestände wurde Anfang 2009 ein staatsanwaltschaftliches Ermittlungsverfahren eingeleitet, das zum Zeitpunkt der Erarbeitung des vorliegenden Sicherungskonzeptes noch nicht abgeschlossen war.

Die Sporkenbach Ziegelei GmbH ist zwischenzeitlich insolvent geworden. Alleiniger Handlungsberechtigter für die Sporkenbach Ziegelei GmbH ist nunmehr der durch Beschluss des AG Stendal vom 11.02.2009 bestellte Insolvenzverwalter, der den Tontagebaubetrieb nach Eröffnung des Insolvenzverfahrens allerdings nicht weitergeführt hat. Durch die Einstellung des bergbaulichen Betriebs fehlt ein nach BBergG Verantwortlicher, so dass das LAGB nunmehr Gefahrenabwehrmaßnahmen auf Grundlage des BBodSchG gegenüber dem Insolvenzverwalter als Inhaber der tatsächlichen Gewalt über das Grundstück anordnet. Die Zuständigkeit des LAGB für die Anordnung von Sicherungsmaßnahmen gemäß BBodSchG ergibt sich aus § 18 Abs. 3 BodSchAG LSA /3/.

Auf der Basis der in den Jahren 2009/2010 durchgeführten Maßnahmen zur Erkundung des Standortes wurde mit Stand vom 16.07.2010 eine Gefahrenbeurteilung /5/ erarbeitet, die die Grundlage für die Ableitung der am Standort Vehlitz erforderlichen Sicherungsmaßnahmen darstellt.

### 3.2 Lage des Untersuchungsobjektes

Land:	Sachsen-Anhalt		
Landkreis:	Jerichower Land		
Gemarkung:	Vehlitz		
Koordinatenmittelpunkt (LS 110):	Rechtswert	44 93 500	
	Hochwert	57 73 250	

Das vorliegende Sicherungskonzept gilt ausschließlich für die Flächen

- auf denen die Abbau- und Verfülltätigkeit der Sporkenbach Ziegelei GmbH bergrechtlich genehmigt war (Grenzend des Bergwerkseigentums Nr. 379 / 90 / 200)
- auf denen die Grenzen des Bergwerkseigentums überschritten worden sind, die jedoch in sachlich-technischem Zusammenhang mit der genehmigten bergmännischen Tätigkeit standen,
- Betriebsflächen, die in sachlich-technischem Zusammenhang mit der bergmännischen Tätigkeit standen (Halde 1) sowie
- angrenzende Flächen, für die sich Gefahrensachverhalte aus der Abbau- und Verfülltätigkeit ergeben.

Die Flächen der nach BImSchG /4/ genehmigten Anlage, die nördlich der Gewinnungsbereiche liegen, sind nicht Gegenstand des vorliegenden Sicherungskonzeptes.

In Anlage 1 befindet sich eine Übersichtskarte und in Anlage 2 ein Lageplan des Standortes.

### 3.3 Morphologie

Der Tontagebau (TTB) Vehlitz befindet sich ca. 2 km südöstlich der Ortslage Vehlitz im Landkreis Jerichower Land in Sachsen-Anhalt (vgl. Anlage 1). Das Untersuchungsgebiet ist durch eine flachwellige Morphologie mit Höhen zwischen 60 und 70 m NHN geprägt. Das Gelände steigt nach Südosten (SE) zur Leitzkauer Hochfläche auf etwa 110 m NHN an und fällt nach Westen zur Ehleniederung auf ca. 55 m NHN ab. Der Standort befindet sich innerhalb einer flachen Senke mit ursprünglichen Geländehöhen von 57 bis 62 m NHN zwischen mehreren räumlich isolierten flachen Erhebungen. Die morphologischen Hochlagen bis ca. 70 m NHN werden von pleistozänen Kiessanden oder Geschiebemergel gebildet.

### 3.4 Angrenzende Nutzungen

Tabelle 3-1: Angrenzende Nutzungen TF I

Richtung	Nutzung	Entfernung zum Ablagerungskörper
Norden	Kleiteiche, Biotop	angrenzend
	Betriebsflächen der Sporkenbach GmbH	ca. 120 m
	Graben	ca. 300 m
	Acker	ca. 315 m
Nordosten	Sammelbecken für Oberflächenwasser	angrenzend an NE-Ausweitung TF I
	Graben	ca. 10 m (kürzeste Entfernung zu NE-Ausweitung TF I)
	Acker	ca. 15 m (kürzeste Entfernung zu NE-Ausweitung TF I)
Osten	TF II Nord	angrenzend
Südosten	Betriebsstraße	angrenzend
	TF II Süd	ca. 20 m
Süden	Graben	ca. 10 m von dokumentierter Abbauoberkante
	Betriebsstraße	ca. 15 m von dokumentierter Abbauoberkante
	vorbereitetes Abbaufeld (nur Abraumberäumung)	ca. 25 m von dokumentierter Abbauoberkante
	Graben	ca. 260 m
	Feldweg	ca. 270 m
	gesicherte Altdeponie (Arboretum)	ca. 280 m
	Acker	ca. 430 m
Westen	Acker	angrenzend



Tabelle 3-2: Angrenzende Nutzungen TF II Nord

Richtung	Nutzung	Entfernung zum Ablagerungskörper
Norden	Graben	ca. 5 m von dokumentierter Abbauoberkante
	Acker	ca. 10 m von dokumentierter Abbauoberkante
Osten	Graben	ca. 20 m von dokumentierter Abbauoberkante
	Acker	ca. 30 m von dokumentierter Abbauoberkante
Südosten	Graben	ca. 5 m von dokumentierter Abbauoberkante
	Acker	ca. 10 m von dokumentierter Abbauoberkante
	Abbaufeld (keine Verfüllung)	ca. 110 m
Süden	TF II Süd	angrenzend
Südwesten	Betriebsstraße	angrenzend
	vorbereitetes Abbaufeld (nur Abraumberäumung)	ca. 50 m von dokumentierter Abbauoberkante
	Graben	ca. 330 m
	Feldweg	ca. 340 m
	gesicherte Altdeponie (Arboretum)	ca. 350 m
	Acker	ca. 520 m
Westen	TF I	angrenzend
Nordwesten	Betriebsstraße	angrenzend
	Kleiteiche	ca. 20 m
	Betriebsflächen der Sporkenbach GmbH	ca. 70 m
	Acker	ca. 270 m

Tabelle 3-3: Angrenzende Nutzungen TF II Süd

Richtung	Nutzung	Entfernung zum Ablagerungskörper
Norden	TF II Nord	angrenzend
Nordosten	Graben	ca. 5 m von dokumentierter Abbauoberkante
	Acker	ca. 10 m von dokumentierter Abbauoberkante
Osten	Abbaufeld (keine Verfüllung)	angrenzend
	Graben	ca. 60 m
	Acker	ca. 70 m
Süden	Feldweg	angrenzend an Oberkante Südböschung
	Acker	ca. 15 m von Oberkante Südböschung
Südwesten	Feldweg	ca. 30 m von Oberkante Südböschung
	gesicherte Altdeponie (Arboretum)	ca. 40 m von Oberkante Südböschung
	Acker	ca. 300 m
Westen	Abbaufeld mit Sammelbecken für Oberflächen- und Grundwasser	angrenzend
	vorbereitetes Abbaufeld (nur Abraumberäumung)	ca. 40 m
	Acker	ca. 300 m
Nordwesten	Betriebsstraße	angrenzend
	TF I	ca. 20 m

### 3.5 Hydrologische Standortverhältnisse

Die hydrologischen Verhältnisse wurden in der Gefahrenbeurteilung /5/ unter Berücksichtigung der durch die Tätigkeit der Sporkenbach Ziegelei GmbH vorgenommenen Eingriffe in das Vorflutsystem und die daraus resultierenden nachteiligen Folgen für die Funktion der Vorfluter im Nahbereich des TTB Vehlitz im Detail beschrieben.

Nachfolgend werden die hydrologischen Verhältnisse zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 3-4: Hydrologische Standortverhältnisse

Richtung	Name des Gewässers	Nächste Entfernung zu Ablagerungskörpern	Gewässer	Einmündung in
Norden	Kleiteiche	angrenzend an TF I	stehendes Gewässer	kein Abfluss, Überlaufhöhe ca. 56,9
	Nordgraben	ca. 500 m nördlich TF II Nord	Vorfluter	Ehle, über Westgraben ca. 1,5 km westlich TF I
	Ziepra	ca. 800 m nördlich TF II Nord	Vorfluter	Ehle, ca. 1,7 km nordwestlich TF I
Osten	Ostgraben	angrenzend bis ca. 200 m östlich TF II, ursprünglicher Verlauf zwischen TF II Nord und Süd unterbrochen, übergehend in Vorfeldentwässerung TF II Nord, ehemalige Fortsetzung nach Unterbrechung wird im Folgenden als Südgraben bezeichnet	Vorfluter (nicht wirksam, da kein freier Abfluss)	Über Vorfeldentwässerung TF II Nord in Westgraben übergehend, Vorflut nur durch Pumpen
	Vorfeldentwässerung TF II Süd	angrenzend an Abbaufeld TF II Süd, ca. 80 m von Verfüllgrenze	temporär wasserführende Vorfeldentwässerung	Ostgraben, an Ostgrenze BWE
Süden	Graben, Quellabfluss südlich TTB	ca. 300 südlich TF II Süd	Vorfluter, vermutlich Quellabfluss Kiesrinne	Ehle (Grabensystem Ehleniederung), ca. 1,7 km südwestlich TF II Süd
	Krielgraben	ca. 850 m südlich TF II Süd	Vorfluter	Ehle (Grabensystem Ehleniederung), ca. 1,7 km südwestlich TF II Süd
Südwesten	Graben, Quellabfluss südwestlich TTB	ca. 300 südwestlich TF II Süd	Vorfluter, Quellabfluss Kiesrinne	Ehle (Grabensystem Ehleniederung), ca. 1,7 km südwestlich TF II Süd
Westen	Südgraben (Lagebezug zu TF I)	unmittelbar südlich TF I	Fortsetzung Ostgraben nach Unterbrechung	Ehle (Grabensystem Ehleniederung), ca. 1,7 km südwestlich TF II Süd
	Westgraben	unmittelbar nordwestlich Kleiteiche	Vorfluter	Ehle (Grabensystem Ehleniederung), ca. 1,7 km südwestlich TF II Süd

Für lokale Vorfluter, die über keinen bekannten Eigennamen verfügen, wurden in der vorliegenden Bearbeitung Bezeichnungen verwendet, die die Lage des Gewässers zum TTB Vehlitz bzw. dessen Teilfeldern (z.B.: Nordgraben, Ostgraben) oder die Funktion des Grabens (z.B.: Graben, Quellabfluss südlich Tontagebau) beschreiben. Die Lage dieser Gräben ist in Anlage 1 dargestellt.

### **3.6 Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse**

#### **3.6.1 Vorbemerkungen**

Detaillierte Beschreibungen der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse können dem Bericht zur Gefahrenbeurteilung /5/ entnommen werden. In den nachfolgenden Kapiteln werden die betreffenden Verhältnisse zusammenfassend soweit dargestellt, wie dies für das Verständnis des vorliegenden Sicherungskonzeptes als erforderlich eingeschätzt wird.

#### **3.6.2 Geologische Verhältnisse**

Das regionale Untersuchungsgebiet wird prinzipiell von Ablagerungen des Pleistozäns gebildet und ist v. a. saalekaltzeitlich geprägt. Die Lagerungsverhältnisse der Lockersedimente sind überwiegend glazigen gestört (Stauchungsgebiet). Der Tontagebau Vehlitz befindet sich am Nordwest-Rand der Leitzkauer Hochfläche, die eine Tertiärhochlage darstellt. Der plastische oligozäne Septarienton (Rupelton) und die darüber liegenden pleistozänen Ablagerungen wurden durch das von Norden vorgestoßene Inlandeis gefaltet und gestaucht. In den Sätteln tritt der hochgestauchte, wenig Deformationswiderstand leistende Ton – heute durch Erosion Tiefenzonen bildend – zutage, während die geologischen Mulden mit pleistozänen Sanden, Kiesen und Geschiebemergel als hangende Schichten Erhebungen im heutigen Gelände darstellen.

Im TTB Vehlitz liegen zwei Teilfelder mit Verfüllungen vor (vgl. Anlage 2). Die oberflächennahen geologischen Verhältnisse und Schichtenfolge in den einzelnen Teilfeldern kann anhand der abgeteuften Erkundungsbohrungen und der verfügbaren Risswerke /4/ wie folgt charakterisiert werden:

##### **Teilfeld I**

TF I ist bereits seit ca. 2004 vollständig verfüllt und mit einer Ton- bzw. Rekultivierungsschicht überdeckt. Unterhalb einer mineralischen Abdeckung/Auffüllung, die nicht in allen Bohrungen von den eigentlichen mineralischen Ablagerungen abgegrenzt werden konnte, wurde der Verfüllkörper mit Sohliefen zwischen 20,3 m u. GOK bzw. 37,5 m NHN (Ve 04/09) und 5,0 m u. GOK bzw. 52,4 m NHN (Ve 03/09) erbohrt. In den Risswerken (Anlage 1.4 in /5/) wurde für das TF I eine Maximalteufe der Abbausohle (Wasseroberfläche Tiefpunkt Abbausohle) von ca. 43,6 m NHN dokumentiert.

Die Abdeckung besteht im TF I aus schwach tonigem Sand (Ve 03/09), aus sandigem Ton (Ve 04/09) sowie aus Sand und Schotter (Ve 05/09) und Ton (Ve 06/09). Bereichsweise sind Lagen mit anthropogener Auffüllung (Bauschutt), die dem Verfüllkörper eingeschaltet sind oder diesen unterlagern, bis in Teufen von ca. 20,3 m u. GOK angetroffen worden. Im Liegenden folgt der anstehende Ton (Rupelton) bis zur

erkundeten Teufe von > 25 m u. GOK. Innerhalb des Tones wurden in unterschiedlichen Teufenlagen von 12 bis 14 m sowie 20 m geringmächtige Septarien(Kalkstein)horizonte angetroffen, die tektonisch stark überprägt (gefaltet, abgeschert) sind. Im nördlichen und westlichen Randbereich des TF I sind in den Ton bis in eine maximale Teufe von ca. 10 m u. GOK (Ve CPT 22/2009) geringmächtige linsenförmig ausgeprägte Sand-Schluff-Horizonte eingelagert.

### **Teilfeld II Nord**

Das TF II Nord wurde zwischen Juli 2005 und dem Jahresende 2006 bis auf eine Höhe von ca. 55 m NHN verfüllt. Das TF II Nord wurde nach Abschluss der Verfüllung mit einer mehrere Meter mächtigen Tonabdeckung versehen und als Lagerfläche (Tonhalde) genutzt. Unterhalb der im Mittel ca. 6 bis 7 m mächtigen Tonabdeckung wurde die Oberfläche des Verfüllkörpers mit Höhen zwischen 50,0 m NHN (Veh 01/09) und 54,3 m NHN (Veh 03/09) angetroffen. Die tiefste durch Bohrungen erfasste Ablagerungssohle lag bei 31,6 m NHN (Veh 01/09). Anhand der Risswerke (Anlage 1.4 in /5/) lag die tiefste Abbausohle bei ca. 15,75 m NHN. Unterhalb des Verfüllkörpers folgt der anstehende Rupelton.

Zwischen den Verfüllbereichen des TF II Nord und Süd wurde eine Tonrippe vom Abbau ausgespart, die als Barriere zwischen den beiden Teilfeldern konzipiert war. Die aus den Risswerken abgeleitete Höhenlage der Tonrippenoberkante liegt zwischen 54,9 mNHN bis 55,9 mNHN.

Die in der nördlichen Böschung der Tonrippe (TF II Nord) abgeteufte Drucksondierungen Ve\_CPT\_34\_09 bis Ve\_CPT\_38\_09 ergaben Höhen des anstehenden Tons an der geneigten Böschungsoberfläche zwischen 49,1 mNHN und 52,3 mNHN. Die in der südlichen Böschung (TF II Süd) abgeteufte Bohrungen Ve 08/09 bis Ve 12/09 ergaben Höhen des anstehenden Tons (geneigte Böschungsoberfläche) zwischen 41,3 mNHN bis 48,8 mNHN.

### **Teilfeld II Süd**

Im TF II Süd erfolgte im Zeitraum vom 01.01.2007 bis ca. August 2008 eine Teilverfüllung. Unterhalb der im nördlichen Teil ca. 2,5 bis 5,0 m mächtigen mineralischen Tonabdeckung, die nach Süden abnimmt sowie auskeilt und von geringmächtigen Sandschichten vertreten wird, wurde der Verfüllkörper mit einer mittleren Mächtigkeit von ca. 20,4 m erbohrt. Im südwestlichen Bereich des Teilfeldes wurde die hier befindliche Kies-Sand-Rinne angeschnitten. Aufgrund der instabilen geotechnischen Verhältnisse des südlichen Böschungssystems konnten im Fußbereich der Südböschung bisher die Erkundungsarbeiten nicht weiter fortgeführt werden. Somit besteht u. a. noch Erkundungsbedarf, ob die Abbauteufe auch in diesem südwestlichen Teil des TF II Süd bis ca. 15 m NHN reicht. Im Liegenden folgt der anstehende Ton (Rupelton) in Teufen von 20 bis über 30 m u. GOK. Innerhalb des Tones wurden in unterschiedlichen Teufen von 14 bis 17 m geringmächtige Kalksteinhorizonte angetroffen (Ve CPT 41 und 44/2009, Veh 19/2009).

Entlang der Südflanke des Tontagebaus wurden im Kopfbereich der Südböschung die Bohrungen Ve 15/2009, Ve 16/2009 und Ve 20/2010 sowie die Drucksondierungen Ve CPT 01/ bis 05/2009 abgeteuft (Anlage 2). Unterhalb einer sehr geringmächtigen bindigen Auffüllungsschicht und Tonüberdeckung wurden Sande und Kiese der lokal verbreiteten Kies-Sand-Rinne bis 24 m u. GOK erbohrt (Ve 15/2009), die auch im Tagebau an der Südwestflanke angeschnitten worden ist. Durch eine ca. 5 m mächtige Tonzwischenlage ist

diese in einen oberen gröberen und einen unteren feinkörnigeren Horizont unterteilt. Die Kiesrinne ist hinsichtlich der Mächtigkeit und der vertikalen Schichtenabfolge durch Ton- und Sandeinschaltungen sehr wechselhaft ausgebildet und nimmt in Richtung Südosten immer mehr ab. Ihre laterale Verbreitung lässt sich bis zur Ve CPT 02/2009 mit einer Mächtigkeit von weniger als 2 m verfolgen. Darunter folgt bis zu einer erkundeten Teufe von 50 m der anstehende Rupelton. Einschaltungen von Kalkstein(Septarien-)horizonten sind in Ve 16/2009 sowie Ve CPT 02/ und 04/2009 in unterschiedlichen Teufenlagen zwischen 18 und 23 m sowie bei 32 und 42 m angetroffen worden.

### 3.6.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet befindet sich innerhalb eines Tonkomplexes. Der anstehende Rupelton, dessen Gewinnung Ziel der Abbautätigkeit im Tontagebau Vehlitz war, weist einen mittleren Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert) von  $5 \cdot 10^{-11}$  m/s auf und wirkt als Grundwasserstauer. Im Bereich des Tontagebaues fehlen nutzbare Grundwasserleiter großflächig (Leitzkauer Stauchendmoräne). Hier weisen weite Gebiete infolge der Hochlagen von Tertiär (Rupelton) unter Geschiebemergelbedeckung oder Stauchung und Verschuppung der quartären Schichten mit tertiären Schichten komplizierte Lagerungsverhältnisse auf. Die Grundwasserführung im Bereich des Tontagebaus Vehlitz ist hauptsächlich an lokale kies- und sanderfüllte Rinnenstrukturen gebunden, die im Süd- und SW-Teil des Tagebaus angeschnitten wurden /4/.

Im weiteren Untersuchungsgebiet sind zwei pleistozäne Grundwasserleiterkomplexe bekannt. Der hangende GWL wird aus Nachschüttbildungen der Saalevereisung bis Vorschütttsedimenten des ersten Weichselvorstoßes gebildet. Die glazifluvialen Sande und Kiese sind zum Einen in NW-SE-streichenden Strukturen in den tertiären Stauchfaltenkomplex eingelagert. Eine dieser rinnenartigen Strukturen ist am Südwestrand des TTB Vehlitz aufgeschlossen, wobei nach bisherigem Kenntnisstand keine unmittelbare Verbindung zu dem entlang des Ehletals verlaufenden Grundwasserleiter besteht.

Der saalezeitliche Geschiebemergel (S I) bildet das Liegende des oberen Grundwasserleiterkomplexes bzw. steht oberflächlich an. Der tiefere Grundwasserleiter (Nachschüttssande der Elstervereisung bis saalezeitliche Vorschütttsbildungen) ist mit Ausnahme eines lokalen Vorkommens bei Ladeburg nur nördlich bzw. westlich des Bearbeitungsgebietes verbreitet. Ein hydraulischer Kontakt zwischen den pleistozänen Grundwasserleitern ist nicht bekannt.

Die hydrogeologischen Verhältnisse werden vor allem durch die Tatsache bestimmt, dass der im Tagebau aufgeschlossene Rupel(Septarien)ton durchgehend als Wasserstauer wirkt. Niederschlagswasser, das auf dem Rupelton niedergeht, fließt der Morphologie folgend direkt in die Gräben/Vorfluter ab, versickert nach Zufluss innerhalb von Kiessandablagerungen oder wird über Felddrainagen gefasst und in die Vorfluter abgeleitet. Innerhalb des Rupeltons ist eine lokal begrenzte Grundwasserführung an Kalkstein-(Septarien)horizonte gebunden. Diese finden sich vorrangig in wenigen Dezimeter mächtigen Horizonten mit Kalksteineinlagerungen die aufgrund der Stauchungsprozesse stark gestört (gefaltet, z. T. abgesichert) sind. Die auf den Unstetigkeitsflächen innerhalb des Septarientons zirkulierenden, mengenmäßig außerordentlich geringen Wässer sind von untergeordneter Bedeutung. Für die Kalksteinhorizonte kann aufgrund ihrer

geringen Mächtigkeit und räumlichen Ausdehnung in Folge der genannten Lagerungsstörungen eine über kurze Distanzen hinaus gehende Wasserdurchlässigkeit und eine daran gebundene Wegsamkeit für kontaminierte Wässer aus dem Verfüllkörper nach derzeitigem Kenntnisstand ausgeschlossen werden.

### **3.7 Kontaminationssituation**

#### **3.7.1 Vorbemerkungen**

Detaillierte Beschreibungen der Kontaminationssituation können dem Bericht zur Gefahrenbeurteilung /5/ entnommen werden. In den nachfolgenden Kapiteln wird die Kontaminationssituation zusammenfassend soweit dargestellt, wie dies für das Verständnis des vorliegenden Sicherungskonzeptes als erforderlich eingeschätzt wird.

#### **3.7.2 Ablagerungsmaterial**

##### **3.7.2.1 Mengen, Chemische Beschaffenheit,**

###### **Teilfeld I**

- Ablagerungsvolumen (vorrangig mineralisch, teilw. hausmüllähnlich) ca. 240.000 m<sup>3</sup>
- Ablagerungsmasse (Dichte ca. 1,7 t/m<sup>3</sup>) ca. 408.000 t

Die Feststoffanalysen zur abfallchemischen Charakterisierung ergaben bei 17 untersuchten Einzelproben folgende Zuordnung nach LAGA /6/:

- 5 Proben Z 1.1 (ca. 29 %),
- 5 Proben Z 1.2 (ca. 29 %),
- 3 Proben Z 2 (ca. 18 %),
- 4 Proben >Z 2 (ca. 24 %).

Die in der Gefahrenbeurteilung /5/ dokumentierten Einzelanalysen ergaben vorrangig erhöhte Gehalte bei den Parametern PAK, EOX, Blei, Cadmium, Chrom, Quecksilber und Zink.

###### **Teilfeld II Nord**

- Ablagerungsvolumen TF II Nord (hausmüllähnliche Abfälle) ca. 301.000 m<sup>3</sup>
- Ablagerungsmasse (Dichte ca. 1,0 t/m<sup>3</sup>) ca. 301.000 t

Im TF II Nord wurde für die Orientierende Untersuchung im Auftrag des LAGB nur eine Bohrung zur Probengewinnung abgeteuft (Ve 01/09), die nur die Entnahme einer Probe aus hausmüllähnlichen Abfällen zur abfallchemischen Charakterisierung des Ablagerungsmaterials erlaubte. Dieses Material entsprach dem Zuordnungswert >Z 2 nach LAGA /6/ (ursächliche Parameter: EOX, PCB, Cadmium, Kupfer, Zink). Das

übrige aus dieser Bohrung entnommene und untersuchte Probenmaterial entsprach der LAGA-Zuordnung Z 1.1 und Z 1.2.

Aus den im Rahmen der im TTB Vehlitz im Auftrag der Staatsanwaltschaft Stendal durchgeführten Untersuchungen (Ergebnisbericht zum Zeitpunkt der Bearbeitung des vorliegenden Konzeptes noch nicht fertig gestellt) gewonnenen Erkenntnissen kann jedoch abgeleitet werden, dass sich das Ablagerungsmaterial hinsichtlich seiner stofflichen Zusammensetzung (Abfallbestandteile) nicht signifikant vom Ablagerungsmaterial im TF II Süd unterscheidet, so dass die allgemeine abfallchemische Charakterisierung und die Bewertung der Schadstoffbelastung im Feststoff des Ablagerungsmaterials aus dem TF II Süd auch auf das Ablagerungsmaterial des TF II Nord übertragen werden kann.

### **Teilfeld II Süd**

- Ablagerungsvolumen TF II Süd (hausmüllähnliche Abfälle) ca. 687.000 m<sup>3</sup>
- Ablagerungsmasse (Dichte ca. 1,0 t/m<sup>3</sup>) ca. 687.000 t

Die Feststoffanalysen zur abfallchemischen Charakterisierung ergaben bei 25 untersuchten Einzelproben folgende Zuordnung nach LAGA /6/:

- 2 Proben Z 1.1 (8 %)
- 1 Proben Z 2 (4 %)
- 22 Proben >Z 2 (88 %)

Die in der Gefahrenbeurteilung /5/ dokumentierten Einzelanalysen ergaben vorrangig erhöhte Gehalte bei den Parametern PAK, PCB, EOX, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink.

### **3.7.2.2 Setzungsprognose**

Die vorliegende Setzungsprognose wurde aus den zur Verfügung stehenden Daten zur Zusammensetzung des Ablagerungsmaterials, d.h. vorrangig dem Anteil organischer Kohlenstoffverbindungen, abgeleitet.

Untergrundsetzungen sind nicht zu erwarten, da die Gewinnung des Tons zu einer Aushubentlastung geführt hat und die Rückverfüllung keine höhere Auflast zur Folge hat als der ursprünglich anstehende Tonkörper.

Die Setzungen des Ablagerungskörpers resultieren aus der mikrobiologischen Umsetzung organischer Kohlenstoffverbindungen (Rotte) und dem damit verbundenen Volumenverlust des abgelagerten Materials sowie der auflastbedingten Veränderung des Porenraumes.

Im Ergebnis der bisherigen Untersuchungen (Gefahrenbeurteilung /5/) ist festzustellen, dass das Ablagerungsmaterial folgende mittlere TOC-Gehalte aufweist:

- Teilfeld I (vorwiegend mineralische Abfälle) 2,5 % TOC,
- Teilfeld II Nord und Süd (hausmüllähnliche Abfälle) 21,3 % TOC.



Bei den Teilfeldern II Nord und Süd, wird aufgrund der vergleichbaren Zusammensetzung des Ablagerungsmaterials auf die Werte aus dem TF II Süd zurück gegriffen, da aus dem TF II Nord nur eine Probe im Rahmen der orientierenden Untersuchung analysiert worden ist.

Nach Erfahrungswerten und im Ergebnis der Sortieranalytik /7/ die an hausmüllähnlichen Abfällen aus dem TTB Vehlitz durchgeführt worden sind, kann eingeschätzt werden, dass ca. 50 % des TOC-Gehaltes biochemisch abgebaut werden. Aufgrund dieses Masseverlustes muss von Setzungen im Bereich von ca. 1 % der Ablagerungsmächtigkeit im TF I und von ca. 10 % der Ablagerungsmächtigkeit in den TF II Nord und Süd ausgegangen werden.

Prognosen zum zeitlichen und räumlichen Verlauf der Setzungen sind im derzeitigen Bearbeitungsstadium nicht möglich. Allgemein kann jedoch abgeleitet werden, dass sich in Zonen, in denen günstige Milieubedingungen für den mikrobiellen Abbau herrschen und Bereiche, in denen ein Masseaustrag durch Gasentnahme erfolgt, die Setzungen schneller verlaufen, als in Zonen mit weniger günstigen Bedingungen.

Die orientierend ermittelten Setzungsbeträge sind in Tabelle 3-5 dargestellt.

Tabelle 3-5: Setzungsprognose TF I, II Nord, II Süd

Bezeichnung	TF I			TF II Nord			TF II Süd		
	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
Setzung (%)	1%			10%			10%		
Aufschluss	Ve 03/09	Ve 04/09		Ve 01/09	Tiefpunkt lt. Risswerk*		Ve 12/09	Veh 09/09	
Ablagerungsmächtigkeit (m)	5,0	18,9	10,7	1,1	36,7	15,9	3,1	28,6	16,0
Setzungsbetrag (m)	0,1	0,2	0,1	0,1	3,7	1,6	0,3	2,9	1,6

\* siehe Gefahrenbeurteilung /5/ Kap. 4.2

Während die Setzungen im TF I mit ca. 0,1 – 0,2 m Gesamtbetrag keine nachteiligen Auswirkungen auf Sicherungsbauwerke erwarten lassen, für die Beeinträchtigungen der Sicherungswirkung zu befürchten sind, müssen die mittleren und maximalen Setzungsbeträge in den TF II Nord und Süd bei der Planung und Ausführung von Sicherungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Ablagerungsmächtigkeiten und der innerhalb der Ablagerungen nicht gleichmäßig zu erwartenden mikrobiologischen Abbauprozesse (siehe Kap. 3.7.4.2) müssen Setzungen mit lokal z.T. sehr unterschiedlichen Beträgen und Zeitverläufen erwartet werden.

Im Ergebnis der im TF II Süd ausgeführten 2. Anstützung (Tonabdeckung) liegt eine zusätzliche, auflastbedingte Setzung von ca. 2,50 m vor, die unmittelbar mit der Schüttung eingetreten ist (Sofortsetzung). Seit Schüttungsende sind bis August 2010 weitere ca. 0,45 m dazugekommen. Aus den festgestellten Setzungen konnten über Setzungsrückrechnungen Rückschlüsse auf den Steifemodul des Verfüllmaterials gezogen werden. Bei Ansatz von 1,0 MN/m<sup>2</sup> als durchschnittlicher Steifemodul für das Verfüllmaterial wurde für eine Verfüllmächtigkeit von 21,5 m (Ve 21/10, TF II Süd) eine Setzung von ca. 3,0 m ermittelt. Dies entspricht der im Rahmen des Böschungsmonitorings messtechnisch festgestellten

Setzung von ca. 2,95 m. Die Eigensetzungen (Eigenkonsolidierung) des Verfüllkörpers durch zunehmende Auflast in Folge der schrittweisen Verfüllung dürften aufgrund der sehr schnellen Verfüllung erst teilweise abgeklungen sein. Des Weiteren sind noch erhebliche Setzungen durch Sackungsprozesse im Ergebnis der biochemischen Umsetzungsprozesse organischer Substanzen zu erwarten. Diese Prozesse laufen langsam und noch über viele Jahre ab und sind stark abhängig von den Milieubedingungen im Verfüllkörper. Auf der Basis der zum jetzigen Zeitpunkt vorliegenden Erkenntnisse muss von Gesamtsetzungen in der Größenordnung von 0,15 bis 0,25 m pro Meter eingebautem Verfüllmaterial ausgegangen werden. Die entstehenden Setzungen und Setzungsunterschiede sind stark abhängig von der jeweiligen Verfüllkörpermächtigkeit und von den abfallspezifischen Eigenschaften des Verfüllmaterials (Heterogenität, Kleinstückigkeit, Porosität, Einbaudichte, Wassergehalt, Verhältnis inertes/nicht inertes Material). Somit ist insbesondere an den Rändern der Ablagerung, wo die Verfüllmächtigkeiten am geringsten sind, mit Rissbildungen (Dehnungen) zu rechnen.

Alle für die Dauer bis zum Abklingen der Hauptsetzungen zu errichtenden und zu erhaltenden / betreibenden Sicherungselemente müssen daher setzungsrobust und in einer Form ausgeführt werden, die die Aufrechterhaltung der jeweiligen Sicherungsfunktion auch bei unregelmäßigen Setzungen gewährleistet.

### **3.7.3 Sickerwasser**

#### **3.7.3.1 Chemische Beschaffenheit**

Für die Beschreibung der chemischen Beschaffenheit des Sickerwassers in den Teilfeldern I und II wird auf die statistische Zusammenfassung der Einzelanalysen in der Gefahrenbeurteilung /5/ zurückgegriffen. Auf eine separate Betrachtung der Teilfelder II Nord und Süd wird verzichtet, da

- das Ablagerungsmaterial keine signifikanten Unterschiede in der Zusammensetzung aufweist und somit vergleichbare Sickerwasserbelastungen zu erwarten sind,
- Unterschiede in der Sickerwasserbelastung zwischen Proben aus den Teilfeldern II Nord und Süd zwar für einzelne Parameter zu erwarten sind (abhängig vom lokal abgelagerten Schadstoffinventar), nicht jedoch im Hinblick auf die Gesamtbelastung und dem Gefahrenpotenzial für Schutzgüter,
- aus dem Teilfeld II Süd für die Orientierende Untersuchung im Auftrag des LAGB nur eine Sickerwasserprobe entnommen werden konnte (Ve 12/09).

In Tabelle 3-6 und Tabelle 3-7 sind für die Teilfelder I und II die Parameter zusammengestellt, bei denen die Maximum- und Mittelwerte aller Sickerwasseranalysen Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der LAWA /8/ überschritten worden sind und um welchen Faktor diese Überschreitungen erfolgten.

Tabelle 3-6: TF I - Überschreitungen der LAWA-GFS (Maximum- und Mittelwerte)

Parameter	Einh.	Maximum	Mittelwert	GFS LAWA	Faktor GFS-Überschreitung	
					Maximum	Mittelwert
Arsen	µg/l	277	123	10	27,7	12,3
Blei	µg/l	133	79	7	19,0	11,3
Bor	µg/l	11200	4440	740	15,1	6,0
Chrom, gesamt	µg/l	85	43	7	12,1	6,1
Kupfer	µg/l	35	21	14	2,5	1,5
Nickel	µg/l	45	26	14	3,2	1,9
Zink	µg/l	301	141	58	5,2	2,4
Chlorid	mg/l	1666	1157	250	6,7	4,6
Sulfat	mg/l	2240	783	240	9,3	3,3
MKW (C10-C40)	mg/l	0,5	0,1	0,1	5,0	1,0
Summe BTEX	µg/l	44,4	12,1	20	2,2	0,6
Benzol	µg/l	3,2	2,4	1	3,2	2,4
Monochlorethen (VC)	µg/l	0,99	0,2	0,5	2,0	0,4
Anthracen	µg/l	0,26	0,11	0,01	26,0	11,0
Fluoranthren	µg/l	0,93	0,23	0,025	37,2	9,2
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	0,81	0,16	0,025	32,4	6,4
Benz(a)pyren	µg/l	1,3	0,26	0,01	130,0	26,0
Dibenz(a,h)anthracen	µg/l	0,11	0,02	0,01	11,0	2,0
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	0,45	0,09	0,025	18,0	3,6
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	0,2	0,04	0,025	8,0	1,6
Summe PAK ohne Napht.	µg/l	9,7	2,7	0,2	48,5	13,5
Phenol	µg/l	9,3	2,6	8	1,2	0,3

In den Proben aus TF I lagen bei den Maximum- bzw. Mittelwerten der Sickerwasseranalysen Überschreitungen von GFS durch 22 Parameter vor, die bei den Maximalwerten 11 mal und bei den Mittelwerten 5 mal über dem 10-fachen des jeweiligen GFS lagen (Maximum: 130-facher GFS-Wert bei Benzo(a)pyren).

Tabelle 3-7: TF II - Überschreitungen der LAWA-GFS (Maximum- und Mittelwerte)

Parameter	Einh.	Maximum	Mittelwert	GFS LAWA	Faktor GFS-Überschreitung	
					Maximum	Mittelwert
Arsen	µg/l	624	235	10	62,4	23,5
Blei	µg/l	78	21	7	11,1	3,0
Bor	µg/l	91410	23360	740	123,5	31,6
Chrom, gesamt	µg/l	1642	394	7	234,6	56,3
Kupfer	µg/l	30	17	14	2,1	1,2
Nickel	µg/l	450	284	14	32,1	20,3
Zink	µg/l	208	84	58	3,6	1,4
Chlorid	mg/l	5267	3483	250	21,1	13,9
Sulfat	mg/l	830	309	240	3,5	1,3
Cyanide, gesamt	mg/l	0,1	0,05	0,05	2,0	1,0
MKW (C10-C40)	mg/l	0,36	0,12	0,1	3,6	1,2
Summe BTEX	µg/l	89,6	35,3	20	4,5	1,8
Benzol	µg/l	4	3	1	4,0	3,0
Vinylchlorid	µg/l	1,9	0,271	0,5	3,8	0,5
Summe 6 PCB	µg/l	0,3	0,049	0,01	30,0	4,9
Summe PAK, ohne Napht.	µg/l	12	3	0,2	60,0	15,0
Naphthalin	µg/l	2,5	0,903	1	2,5	0,9
Benzo[a]pyren	µg/l	0,51	0,12	0,01	51,0	12,0
Anthracen	µg/	0,71	0,194	0,01	71,0	19,4
Fluoranthen	µg/	2,5	0,523	0,025	100,0	20,9
Dibenz(a,h)anthracen	µg/	0,078	0,017	0,01	7,8	1,7
Benzo(b)fluoranthen	µg/	0,42	0,094	0,025	16,8	3,8
Benzo(k)fluoranthen	µg/	0,23	0,052	0,025	9,2	2,1
Benzo(ghi)perylene	µg/	0,27	0,068	0,025	10,8	2,7
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	0,18	0,039	0,025	7,2	1,6

In den Proben aus TF II lagen bei den Maximum- bzw. Mittelwerten der Sickerwasseranalysen Überschreitungen von GFS durch 25 Parameter vor, die bei den Maximalwerten 13 mal und bei den Mittelwerten 9 mal über dem 10-fachen des jeweiligen GFS lagen (Maximum: 235-facher GFS-Wert bei Chrom gesamt).

### 3.7.3.2 Sickerwasserstände und -entwicklung

Eine ausführliche Beschreibung der Sickerwasserstände und ihrer Entwicklung erfolgte in der Gefahrenbeurteilung für den TTB Vehlitz /5/.

Eine Zusammenfassung der vorgefundenen bzw. vermuteten und zu verifizierenden Wasserwegsamkeiten erfolgt in der Gefahrenbeurteilung /5/, Anlage 1.5. Dort sind die potenziellen Fließwege bzw. Zuflussbereiche für das Oberflächen-, Grund- und Sickerwasser in den einzelnen Teilfeldern des Tontagebaus Vehlitz anhand der morphologischen Gegebenheiten und hydraulischen Wegsamkeiten schematisch visualisiert worden.

Für das Sicherungskonzept wurden die wesentlichen Sachverhalte zusammengefasst.

#### Teilfeld I

Nördlich des TF I befinden sich die Kleiteiche des Alttagebaus mit einem Wasserstand Anfang September 2010 von ca. 56,6 m NHN. Dieser Wasserspiegel liegt oberhalb der Oberkante des Trenndamms zwischen TF I und den Kleiteichen (55 - 56 mNHN). Dieser Trenndamm besteht nicht vollständig aus anstehendem Ton, sondern muss in Auswertung der hier abgeteufte Bohrungen z.T. als Auffüllung angesprochen werden. Als Auffüllungen (Schichtenansprache: mit Abfallbestandteilen oder Ton, humos, weich) anzusprechende Horizonte liegen in den außerhalb des dokumentierten Abgrabungs- und Verfüllbereiches abgeteufte Bohrungen Ve 17/09, Ve 18/09, Ve 19/09 zwischen 3,4 und 8,5 m u. GOK (49,0 - 54,4 mNHN) sowie den ebenfalls außerhalb des dokumentierten Ablagerungskörpers abgeteufte Drucksondierungen Ve CPT 19/09 bis Ve CPT 27/09 zwischen 1,0 und 8,1 m u. GOK (49,9 - 56,8 mNHN) vor.

Darüber hinaus liegen im Ton wasserdurchlässige Horizonte in Form von Sand- und Kalksteinhorizonten vor. Hier kann aufgrund des geringen Abstandes zwischen den Kleiteichen und TF I eine hydraulische Verbindung nicht hinreichend sicher ausgeschlossen werden. Sandhorizonte wurden in Bohrung Ve 14/09 (Mächtigkeit 0,1 m, Unterkante 5,1 m u. GOK bzw. 52,9 mNHN) sowie den Drucksondierungen Ve CPT 19/09, Ve CPT 22/09, Ve CPT 25/09 und Ve CPT 26/09 mit Mächtigkeiten zwischen 0,1 und 0,25 m und Unterkanten zwischen 7,4 und 10,0 m u. GOK (47,8 – 50,4 mNHN) angetroffen. In Ve CPT 27/09 lag ein Kalksteinhorizont von 0,18 m Mächtigkeit mit einer Liegendhöhe von 6,3 m u. GOK (50,92 mNHN) vor.

Über diese Horizonte kann in Abhängigkeit von den jeweiligen Wasserständen Oberflächenwasser aus den Kleiteichen in das TF I oder Sickerwasser aus dem TF I in die Kleiteiche fließen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand werden die Kleiteiche durch Oberflächenwasser- und Dränabfluss aus den angrenzenden Ackerflächen gespeist. Der maximale Wasserstand der Kleiteiche liegt nach den vorliegenden Vermessungshöhen bei ca. 56,0 mNHN (Nordwestseite, Richtung Westgraben).

Generell wird für das TF I im Unterschied zu den TF II Nord und Süd davon ausgegangen, dass sich ein weitgehend geschlossener Sickerwasserkörper ausgebildet hat. Diese Annahme gründet sich darauf, dass im TF I vorrangig mineralische Abfälle abgelagert worden sind. Unabhängig von der tatsächlichen Ausdehnung des vollständig wassererfüllten Ablagerungskörpers ist von einer direkten hydraulischen Kommunikation zwischen durchlässigen Ablagerungsbereichen und den Kleiteichen über die Auffüllhorizonte

im Bereich des Trenndammes und die Sandhorizonte im Rupelton sowie aufgrund der Überstauung des Trenndamms zwischen TF I und Kleiteichen auszugehen.

Im TF I liegen mindestens zwei verschiedene wasserführende Horizonte vor, die durch die unterschiedlichen Wasserstände in den Messstellen Ve 04/09 OP und UP sowie Ve 05/09 OP und UP belegt sind. Für den jeweils oberen wasserführenden Horizont innerhalb der Abdeckung ist von einer vorrangigen Speisung durch versickerndes Niederschlagswasser auszugehen. Der mittlere Wasserstand in der Abdeckung (charakterisiert durch die Messstellen Ve 04/09 OP, Ve 01/09, Ve 03/09) liegt bei ca. 56,85 m NHN. Nach derzeitigem Kenntnisstand handelt es sich um hier um eine lokale Schichtwasserführung in der Abdeckschicht.

Für den tiefer liegenden wasserführenden Horizont innerhalb des Verfüllkörpers kann sowohl eine Speisung durch Niederschlagswasser (bzw. aus dem höher liegenden Horizont) als auch eine laterale Speisung durch das Wasser der Kleiteiche postuliert werden. Nach den vorliegenden Messungen liegt der mittlere Wasserstand im verfüllten Tagebaubereich des TF I (charakterisiert durch die Messstellen Ve 04/09 UP, Ve 05/09 UP) bei ca. 56,35 m NHN.

Für die hydrodynamischen Verhältnisse im TF I und zwischen den TF I und TF II Nord muss nach derzeitigem Kenntnisstand somit davon ausgegangen werden, dass aktuell eine Infiltration aus den Kleiteichen in das TF I erfolgt und Infiltrationen aus den Kleiteichen sowie aus Richtung Graben und Sammelbecken in Richtung TF II Nord (Nordostseite) stattfinden. Zusätzlich müssen nach derzeitigem Kenntnisstand Zuflüsse aus versickerndem Niederschlagswasser und aus dem Südgraben (Böschungsrutschung, Reste von Felddrainagen) angenommen werden, die zu lokalen Aufhöhungen des Sickerwasserspiegel führen, die einen Abfluss von Sickerwasser in die Kleiteiche zur Folge haben können.

Spätestens nach Erreichen eines ausgeglichenen Wasserstandes im TF I, der dem mittleren Wasserstand in den Kleiteichen entspricht, kommt es in niederschlagsarmen Zeiten, in denen der Wasserstand der Kleiteiche sinkt (negative Wasserbilanz der offenen Wasserfläche) zu einem Sickerwasserabfluss aus dem TF I in die Kleiteiche und bei Wasserständen >56,2 mNH (Sohlhöhe Südgraben) in den Südgraben (vgl. Gefahrenbeurteilung /5/, Anlage 1.5).

### **Teilfeld II Nord**

Zur Überwachung der Sickerwasserstände stehen im TF II Nord die Messstellen Ve 01/09, Veh 01/09, Veh 02/09, Veh 03/09 und Veh 05/09 zur Verfügung (Anlage 2). Die seit März 2010 in Veh 03/09 gemessenen Wasserspiegel >59 mNHN können nicht plausibel durch versickerndes Niederschlagswasser (Tonabdeckung) oder randliche Zuflüsse erklärt werden. Darüber hinaus weisen die erheblichen Unterschiede der gemessenen Wasserstände in den übrigen Messstellen des TF II Nord und die Ergebnisse der Lineransprache, die für den Ablagerungskörper im TF II Nord mehrheitlich unvernässte Horizonte aufwiesen (vgl. Gefahrenbeurteilung /5/, Kap. 4.3.2) darauf hin, dass die Sickerwasserführung im TF II Nord an geringmächtige Schichten innerhalb der Ablagerung gebunden ist und noch keine vollständige Vernässung/Überstauung des Ablagerungskörpers stattgefunden hat.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass innerhalb des Verfüllbereiches Horizonte mit unterschiedlichen Durchlässigkeiten vorliegen, die von den Bohrungen/Messstellen angeschnitten worden sind. Ein zusammenhängender Sickerwasserhorizont ist bisher nicht nachgewiesen, vielmehr tritt Schichtenwasser in besser durchlässigen Schichten des Verfüllkörpers auf. Bei den in den Messstellen Veh 01/09 bis Veh 05/09 gemessenen Sickerwasserspiegel muss davon ausgegangen werden, dass es sich um Zuläufe handelt, die sich im Ringraum der Messstellen sammeln und nicht um den realen Wasserspiegel des vollständig gesättigten Verfüllkörpers. Die Ringräume dieser Messstellen wurden mit einer Tondichtung versehen, deren Mächtigkeit der Tonabdeckung im TF II Nord entspricht (8,5 – 13,0 m). Aufgrund der nachgewiesenen Setzungen des Ablagerungskörpers sind jedoch Schäden in der Ringraumdichtung nicht auszuschließen, die den Zutritt von Niederschlagswasser, das sich auf der Oberfläche der Tonabdeckung sammelt, zulässt.

Die aktuell gemessenen Sickerwasserstände liegen im verfüllten Tagebaubereich des TF II Nord zwischen 47 m und 56 m NHN und damit zumeist unterhalb der Wasserspiegel der Kleiteiche und den Wasserständen im nördlich verlaufenden Graben der Vorfeldentwässerung. Als belastbar werden die Messwerte der Sickerwassermessstelle Ve 01/09 eingeschätzt, die in einem vorrangig mit mineralischen Material verfüllten Bereich errichtet wurde (geringe Setzungseinflüsse). Demzufolge muss für den Bereich, in dem die Messstelle Ve 01/09 errichtet wurde (Nordosten TF II Nord), von einer hydraulischen Verbindung mit der Vorfeldentwässerung und dem Sammelbecken für die Vorfeldentwässerung (siehe Kap. 3.5) ausgegangen werden. Weitere hydraulische Verbindungen mit der befestigten Betriebsstraße (regelmäßig Ansammlungen von Niederschlagswasser) und den Kleiteichen sind anzunehmen.

In Messstelle Ve GB 04, bei der es sich um einen außer Betrieb genommenen Gasbrunnen handelt, wurden im Beobachtungszeitraum Wasserstände gemessen, die zwischen 0,05 m und max. 0,31 m unter den Wasserständen der im TF I nächstgelegenen Messstelle Ve 03/09 sowie zwischen 0,08 m und 0,30 m unter den Wasserspiegeln der Messstelle Ve 01/09 lagen. Somit deutet sich anhand des Gefälles ein Zufluss in Richtung Ve GB 04 aus Richtung Nordwesten (TF I) bzw. Norden (innerhalb TF II Nord) an.

Eine Auswertung der Wasserstandsmessungen von 10/2009 bis 08/2010 belegt, dass in diesem Zeitraum insgesamt ein Anstieg von 0,8 m bis 1,1 m im gesamten Teilfeld II erfolgt ist. Bei einem weiteren Anstieg der Sickerwasserstände im TF II Nord sind potenzielle Sickerwasseraustritte in die nördlichen Vorflutgräben und ein Übertritt von Wasser in das TF II Süd anzunehmen.

### **Teilfeld II Süd**

Im TF II Süd stehen im Nordteil, an der Abbaugrenze zum TF II Nord die Sickerwassermessstellen Ve 08/09 bis Ve 12/09 und im Südteil die Messstellen Ve 21/10 bis Ve 23/10 für ein Monitoring zur Verfügung (Anl. 2).

Wie bereits zum TF II Nord erläutert, muss bei der Interpretation der gemessenen Sickerwasserstände beachtet werden, dass die Wasserführung im Ablagerungskörper an geringmächtige durchlässige Schichten gebunden ist, aus denen das Wasser den Messstellen zutritt. Bezüglich der gemessenen Wasserstände ist somit davon auszugehen, dass diese das höchste Druckpotenzial der wasserführenden Schichten darstellen und nicht den Sickerwasserspiegel eines vollständig wassergesättigten Ablagerungskörper widerspiegeln.



In den an der Nordgrenze des TF II Süd befindlichen Sickerwassermessstellen Ve 08/09 bis Ve 11/09 waren im gesamten Beobachtungszeitraum seit Januar 2010 keine Wasserstände messbar. Ausgenommen hiervon sind erstmalig am 15.06. und 18.07.2010 in den Messstellen Ve 09/09 (ca. 48 m NHN) und Ve 10/09 (ca. 44 m NHN) gemessene Wasserstände, die nicht repräsentativ für die Sickerwasserverhältnisse in diesem Bereich sind. Hinsichtlich der o.g. Wasserstände in den zwei Messstellen ist zu berücksichtigen, dass die angrenzenden Flächen um die Messstellen zum Zeitpunkt der Messungen aufgrund starker, langanhaltender Niederschläge überstaut waren und ein Zufluss von der Oberfläche (Versickerungen) nicht ausgeschlossen werden kann.

In der Messstelle Ve 12/09 wurden seit dem 14.01.2010 Wasserstände gemessen, die mit geringen Beträgen um 51,4 m NHN schwanken. Die für das Sickerwasser in den TF II Nord und Süd untypisch geringe Schadstoffbelastung des Wassers in Ve 12/09 (siehe Gefahrenbeurteilung /5/) legt den Schluss nahe, dass es sich hierbei um Zuflüsse von der Oberfläche (Versickerungen) oder aus der nahe gelegenen Vorfeldd entwässerung des Ostgrabens im ehemaligen Rutschungsbereich handelt. Für einen größeren Zustrom von Wasser aus dem Ostgraben in das TF II Nord sowie aus dem TF II Nord in das TF II Süd liegen nach derzeitigem Kenntnisstand keine belastbaren Anhaltspunkte vor.

Ein geschlossener Sickerwasserkörper (vollständige Wassersättigung des Ablagerungsmaterials) wurde bisher nur an der für die Staatsanwaltschaft Stendal abgeteuten Bohrung Veh 16/09 (nicht zur Messstelle ausgebaut) und an der ca. 4 m südöstlich im Auftrag des LAGB errichteten Sickerwassermessstelle Ve 21/10 angetroffen. Bei den Bohrarbeiten an der Messstelle Ve 21/10 lag der Wasserstand (vollständig vernässte Ablagerung) in der Bohrung bei ca. 27,5 m NHN. Der aktuelle gemessene Sickerwasserstand in dieser Messstelle liegt bei 36,75 m NHN, während die Messstelle Ve 23/10 einen Wasserstand von ca. 33,50 m NHN zeigt. Hier spielen Besonderheiten wie die Lagerungsdichte und die Heterogenität des Verfüllmaterials (Hohlräume, die u.U. erst sehr langsam mit Wasser gefüllt werden) eine Rolle sowie die Tatsache, dass der Zufluss aus dem Umfeld sehr langsam vor sich geht.

Die aktuellen Wasserstände liegen im oberen Abschnitt der Kiesrinne im Südosten bei 58,33 m NHN (Ve 16/09 OP) und im Südwesten bei ca. 56,65 m NHN (Ve 15/09 OP). Der erkundete Kalksteinhorizont weist einen Druckwasserspiegel von ca. 57,93 m NHN (Ve 16/09 UP) auf und liegt damit deutlich höher als die Wasserstände im unteren Teil der Kiesrinne (Ve 15/09 UP: 56,73 m NHN). Generell ist seit Anfang des Jahres 2010 ein kontinuierlicher Anstieg der Wasserstände im lokal verbreiteten Grundwasserleiter (Kiesrinne) zu verzeichnen, der ursächlich mit der klimatischen Situation im Einzugsgebiet (Niederschlagsintensität) in Verbindung steht. Demgegenüber zeigt die Veh 19/09 unterhalb der Südböschung im TF II Süd einen relativ konstanten Wasserstand um 40 bis 41 m NHN. Es muss somit derzeit eine Infiltration aus südlicher Richtung (Kiesrinne) sowie ggf. in geringem Umfang über Trennflächen im Ton (z. B. Septarienhorizonte) entsprechend der regionalen Grundwasserdynamik angenommen werden.



### 3.7.4 Gas

#### 3.7.4.1 Chemische Beschaffenheit

Wie beim Sickerwasser wurde auch das im Ablagerungskörper durch mikrobiologische Umsetzungsprozesse gebildete Gas sowohl durch das LAU im Auftrag der Staatsanwaltschaft Stendal als auch von FUGRO-HGN im Auftrag des LAGB untersucht /5/.

Im Ergebnis der Untersuchungen des LAU wurde festgestellt, dass das Gas im Ablagerungskörper des TTB Vehlitz in seiner Zusammensetzung dem Deponiegas einer Siedlungsabfalldeponie entspricht. Diese Feststellung des LAU wurde durch die Untersuchungen von FUGRO-HGN bestätigt.

Neben den Hauptkomponenten Kohlendioxid und Methan sowie z.T. Kohlenmonoxid in Spurengaskonzentrationen, fallen die untersuchten Proben aus dem Tontagebau Vehlitz durch die z.T. extrem hohen Schwefelwasserstoffkonzentrationen auf, die in der Mehrzahl der aus dem Ablagerungskörper entnommenen Proben über der bei Inhalation unmittelbar tödlichen Konzentration von ca. 1.000 ppm lagen (max. 21.000 ppm).

#### 3.7.4.2 Gasbildungsprognose

##### Vorbemerkungen

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse der Gasbildungsprognose, die in der Gefahrenbeurteilung für den TTB Vehlitz /5/ durchgeführt wurde, resultieren aus einem Berechnungsverfahren, das für Hausmülldeponien entwickelt worden ist und dem die Annahme eines gleichmäßig verlaufenden Rotteprozesses zu Grund liegt.

Für die Verfüllbereiche des TTB Vehlitz, und hier insbesondere die Teilfelder II Nord und Süd, können die jeweils auf die Teilfelder bezogenen Prognosen nur orientierenden Charakter haben.

Im Unterschied zu geordneten Ablagerungen auf Hausmülldeponien, muss nach derzeitigem Kenntnisstand davon ausgegangen werden, dass sich die Rotteprozesse und damit die Gasbildung nicht so gleichmäßig vollzieht, wie es die Abbildung 3-2 (TF II Nord) und Abbildung 3-3 (TF II Süd) nahe legen.

In Auswertung der Sickerwasserverhältnisse innerhalb der Ablagerungskörper muss davon ausgegangen werden, dass nur in einzelnen Zonen der Ablagerungen genügend Wasser für den mikrobiologischen Abbau organischer Substanz vorhanden ist. In anderen Ablagerungszonen steht nach derzeitigem Kenntnisstand nicht genügend Wasser zur Verfügung, so dass von einem verzögerten bzw. stagnierenden Rotteprozess auszugehen ist. Daraus ergibt sich, dass nur die Bereiche mit ausreichender Wasserverfügbarkeit einen Gasbildungsverlauf aufweisen, der dem Modellbild der Prognoserechnung entspricht. In den bislang unzureichend mit Wasser versorgten Ablagerungsbereichen setzt die Gasbildung erst verzögert ein (z.B. nach Schaffung verbesserter Wasserwegsamkeiten infolge von Setzungen).

Aus dem Vorgenannten ergibt sich (vorrangig für TF II Nord und Süd) ein zeitlicher Versatz für den Gasbildungsprozess in verschiedenen Ablagerungsbereichen. Der Betrag der im Maximum gebildeten

Gasmenge und der Gasmengen für die jeweiligen Betrachtungszeitpunkte ist deshalb geringer als prognostiziert zu erwarten und es ergibt sich eine längere Gasbildungsphase.

Ein ebenfalls von den Gasbildungsprozessen in geordneten Hausmülldeponien abweichender Verlauf ist für die TF II Nord und Süd aufgrund der Tatsache zu erwarten, dass die Abfälle vor der Ablagerung zerkleinert worden sind. Aus der gegenüber dem Abfall in Hausmülldeponien deutlich geringeren Stückgröße der Abfallteile ergibt sich eine größere Oberfläche und damit bessere Verfügbarkeit für den mikrobiologischen Abbau, was eine Beschleunigung des Abbaus und damit der Gasbildung erwarten lässt.

Da für den TTB Vehlitz weder der verzögernde Effekt durch die in Teilen der Ablagerung fehlende bzw. reduzierte Wasserverfügbarkeit noch der beschleunigende Effekt durch die geringe Stückgröße der Abfallbestandteile quantifiziert werden können, wird die Gasbildungsprognose auf der Grundlage des Berechnungsmodells für Hausmülldeponien für das vorliegende Sicherungskonzept herangezogen, um eine orientierende Einschätzung des zeitlichen Verlaufs und der zu erwartenden Mengen geben zu können.

### Teilfeld I

Im TF I waren während der von FUGRO-HGN im TTB Vehlitz ausgeführten Arbeiten keine messbaren Schadgaskonzentrationen in der Atmosphäre messbar (Arbeitsplatzmessungen). Erkennbare Gasaustritte lagen auf vernässten Flächen vor (Blasenbildung), ohne dass auf diese Austritte zurückzuführende signifikante Geruchsbelastungen zu verzeichnen waren. Die maximale berechnete Gasbildungsrate lag 2006 bei ca. 17 m<sup>3</sup>/h und ist ab 2012 unter 10 m<sup>3</sup>/h zu erwarten (siehe Abbildung 3-1).

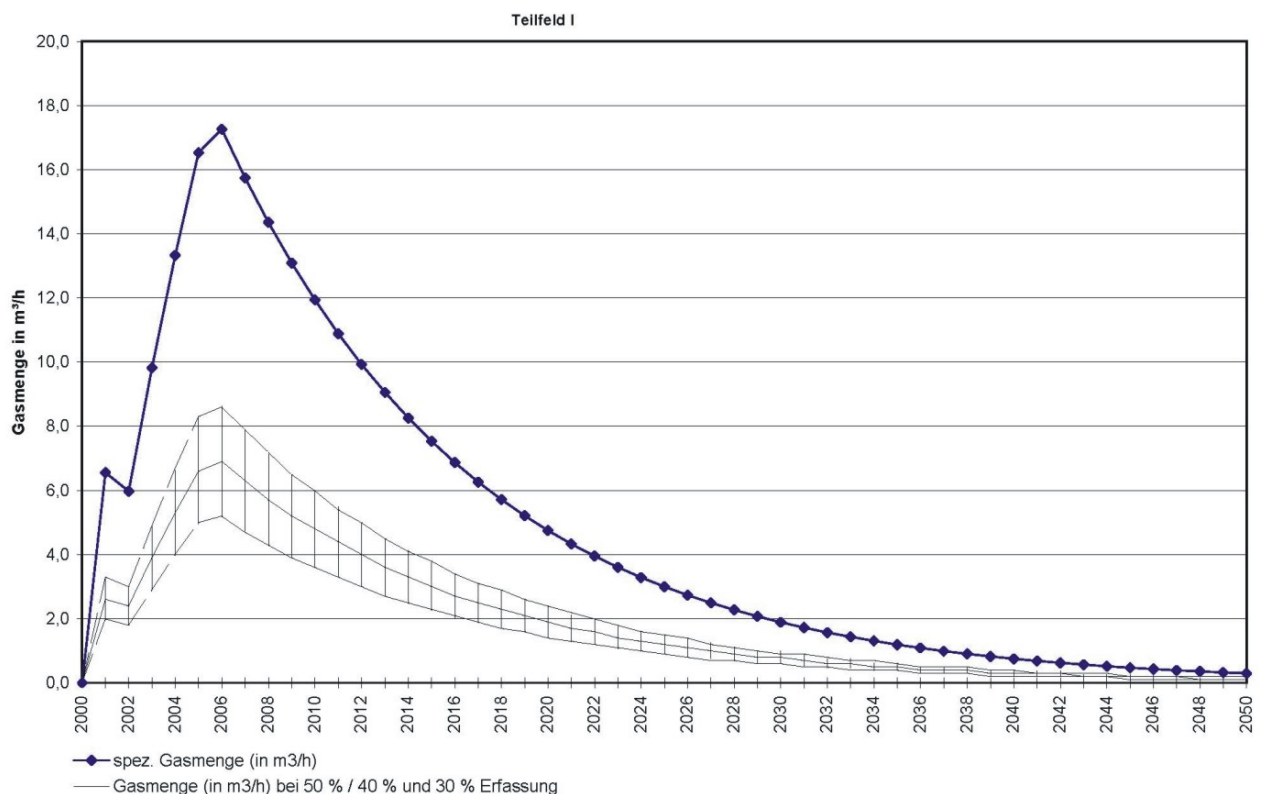


Abbildung 3-1: Prognostizierter Verlauf Gasbildung im Teilfeld I aus /4 /

### Teilfeld II Nord

Trotz eines deutlich höheren Gasbildungspotenzials als in TF I traten im TF II Nord an der abgedeckten Oberfläche keine messbaren Schadgaskonzentrationen auf.

Signifikante Emissionen, mit messbaren und gesundheitsgefährdenden Konzentrationen, traten bisher ausschließlich dort auf, wo die Ablagerungsoberfläche erheblich beschädigt wurde oder an Bohrungen, die zu Messstellen ausgebaut worden sind und die Gas aus der gesamten erschlossenen Ablagerungsmächtigkeit aufnehmen.

Im TF II Nord erreichte die berechnete Gasbildung im Jahr 2008 ihr Maximum von ca. 320 m<sup>3</sup>/h. Im Jahr 2010 lag die nach der Prognoserechnung rückläufige Gasbildung bei ca. 265 m<sup>3</sup>/h. Ein Rückgang der Gasproduktion auf <100 m<sup>3</sup>/h ist laut Gasprognose etwa für das Jahr 2021 zu erwarten (siehe Abbildung 3-2).

Wie bereits in den Vorbemerkungen zu diesem Kapitel ausgeführt, muss mit einem von der Prognose abweichenden Verlauf der Gasbildung gerechnet werden.

Zur Beschleunigung des gasbildenden Rotteprozesses kann es erforderlich werden, die Milieubedingungen für die mikrobiologische Stoffumsetzung durch Infiltration von Wasser zu optimieren.

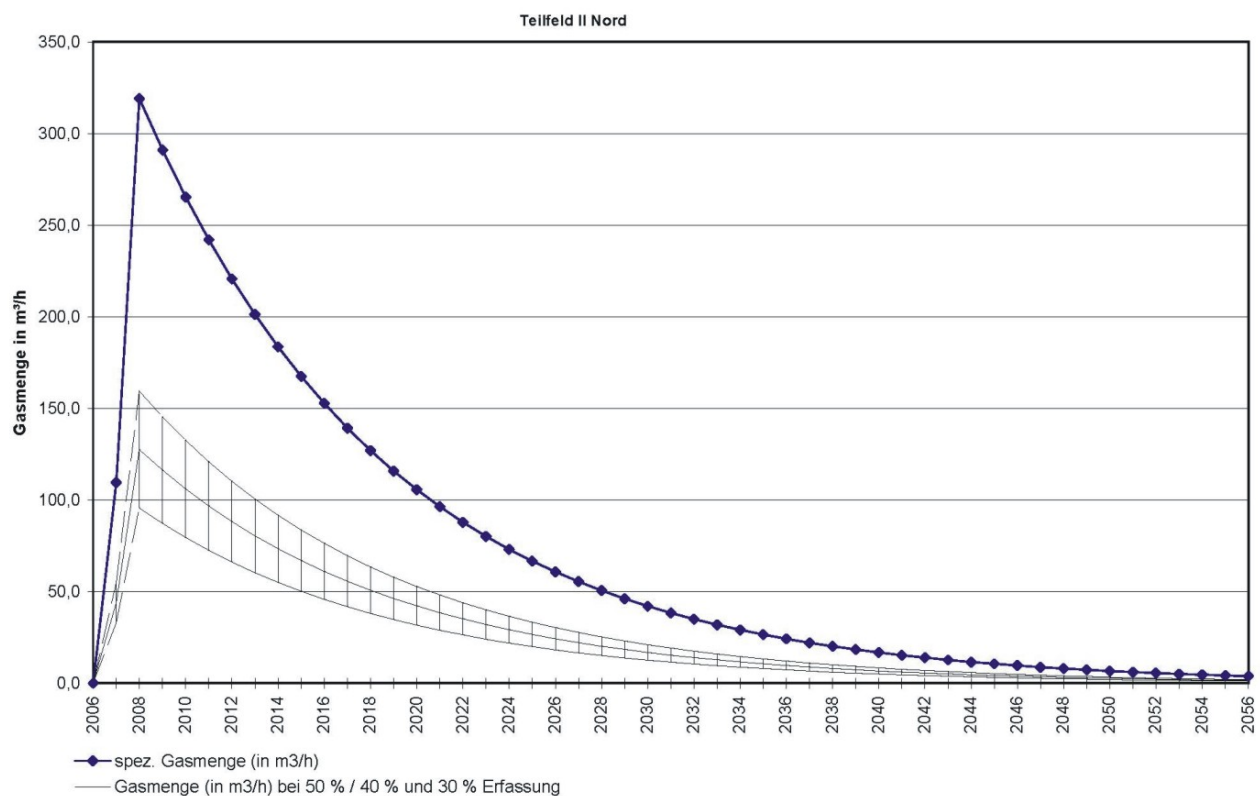


Abbildung 3-2: Prognostizierter Verlauf Gasbildung im Teilfeld II Nord aus /4 /

### **Teilfeld II Süd**

Trotz fehlender bzw. nur geringmächtiger Abdeckungen ohne Dichtwirkung, zeigten die Arbeitsplatzmessungen auch im TF II Süd keine messbaren Schadgaskonzentrationen über der unbeschädigten Oberfläche.

Signifikante Emissionen traten allerdings während der Bohrarbeiten auf (siehe TF II Nord).

Eine Schadstelle, an der erhöhte Schadgaskonzentrationen auftraten, die jedoch in geringem Abstand zur Schadstelle (ca. 1 - 2 m) unter die jeweilige Messgrenze verdünnt wurden, lag im Osten des TF II Süd, zwischen den Bohrpunkten Veh 10/09, Veh 11/09 und Veh 12/09. Hier war während der Arbeiten zur Errichtung von Baustraßen für die Bohrungen im Auftrag der Staatsanwaltschaft Stendal ein Baufahrzeug mit einem Rad eingebrochen. Offenbar befand sich an dieser Stelle ein Hohlraum, der durch Setzungen entstanden war. Zwar konnte die Tiefe des sich in Ost-West-Richtung erstreckenden Risses nicht ermittelt werden, sie war jedoch ausreichend, um sichtbare Wasserdampfaustritte und messbare Gasfreisetzungen zu ermöglichen, d. h. der Riss erreichte eine Tiefe, in der eine aktive Gasproduktion stattfand.

Das Fehlen bzw. der geringe Umfang von Gasemissionen über die Oberfläche legt den Schluss nahe, dass bis zum Zeitpunkt der Erarbeitung der vorliegenden Gefahrenbeurteilung Abfallschichten über den Zonen mit aktiver Gasproduktion lagern, die als Oxidationsschicht wirken. Wie lange diese Wirkung anhält und wann Gasemissionen auftreten, die zu erheblichen Belästigungen (Geruch) oder zu Gefahren für Leben und Gesundheit führen, kann auf der Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes nicht bewertet werden.

Die Gasbildungsprognose für das TF II Süd (siehe Abbildung 3-3) zeigt das berechnete Maximum der Gasbildung mit ca. 710 m<sup>3</sup>/h für das Jahr 2010. Ein Rückgang unter 100 m<sup>3</sup>/h wird etwa für das Jahr 2032 prognostiziert.

Wie bereits in den Vorbemerkungen zu diesem Kapitel ausgeführt, muss mit einem von der Prognose abweichenden Verlauf der Gasbildung gerechnet werden.

Zur Optimierung der Gasbildungsdauer kann auch im TF II Süd die Infiltration von Wasser erforderlich werden.

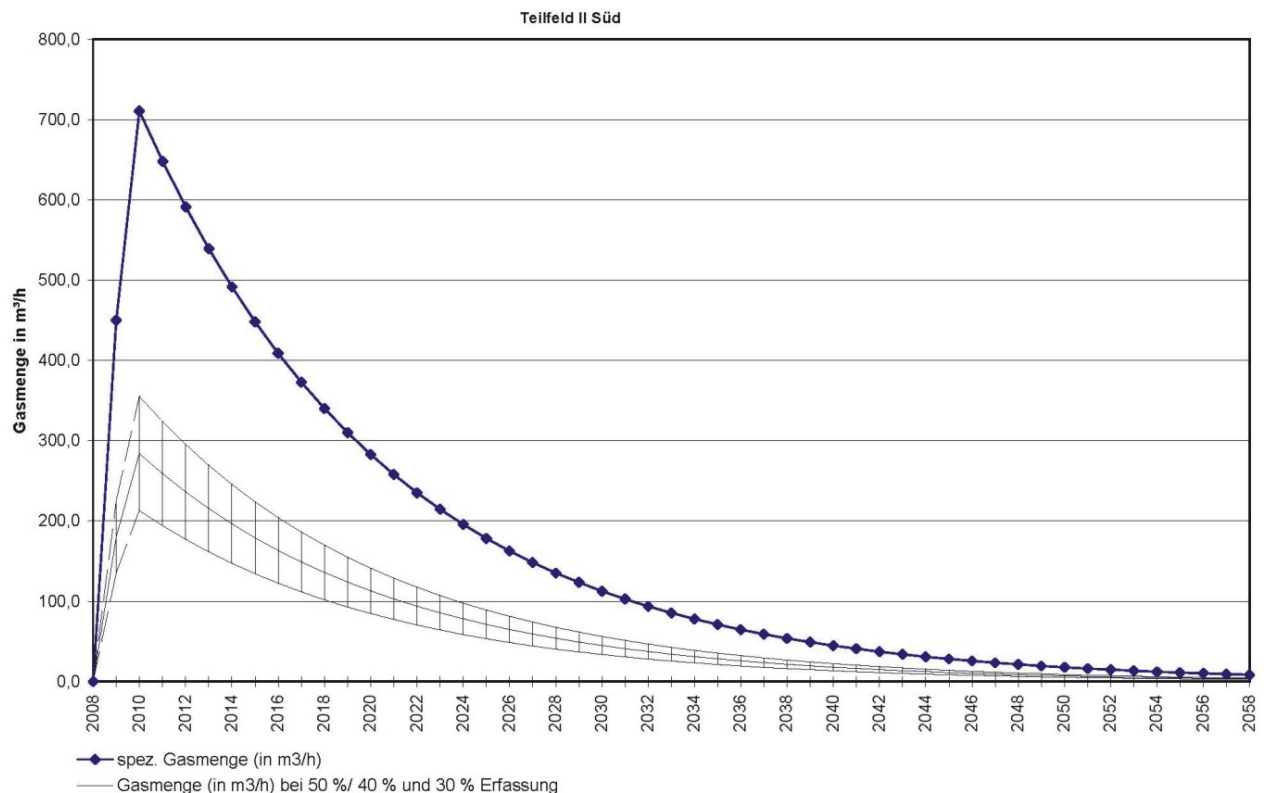


Abbildung 3-3: Prognostizierter Verlauf Gasbildung im Teilfeld II Süd aus /4 /

### 3.7.5 Grundwasser

Grundwasseruntersuchungen wurden an Proben aus Messstellen im Bereich der TF I und südlich der TF II Süd durchgeführt /5/.

Die unmittelbar nordwestlich der TF I liegende und beprobte Messstelle Ve 14/09 zeigte neben Stoffkonzentrationen, die nicht eindeutig von der geogenen Hintergrundbelastung abgegrenzt werden können (Bor, Chlorid, Sulfat, Schwermetalle) Belastungen durch Tetrachlorethen und PAK, die auf Einflüsse aus dem Ablagerungskörper zurückgeführt werden müssen.

Auf der Grundlage des Kenntnisstandes zum Zeitpunkt der Bearbeitung des vorliegenden Sicherungskonzeptes kann nicht sicher beurteilt werden, ob es sich bei dem beprobten Wasser der Messstelle Ve 14/09 tatsächlich um Grundwasser aus einem gestörten Kalksteinhorizont oder um Oberflächenwasserzuflüsse über den Ringraum handelt. Somit können ohne weitere Untersuchungen keine belastbaren Aussagen zu möglichen Belastungen des Grundwassers am Standort der Messstelle Ve 14/09 getroffen werden.

Oberhalb der Südböschung des TF II Süd befinden sich die Messstellen Ve 15/09 OP, 15/09 UP und 16/09, aus denen Grundwasserproben entnommen und untersucht worden sind. Neben erhöhten Schwermetallkonzentrationen in allen Proben, für die eine Abgrenzung von der geogenen Grundlast nicht

sicher erfolgen kann, traten in Ve 16/09 Tetrachlorethen und PAK in Konzentrationen auf, die nur auf anthropogene Einflüsse zurück geführt werden können.

Da aufgrund der Wasserstandsverhältnisse, die in den südlich der TF II Süd befindlichen Messstellen deutlich über der Höhe der Ablagerungsoberfläche lagen (ca. 17 m oberhalb Ablagerungsoberkante), kann eine Beeinflussung durch die Ablagerungen im TF II Süd hinreichend sicher ausgeschlossen werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand muss als Ursache der anthropogenen Beeinflussung des Grundwassers in Ve 16/09 die südwestlich des TTB Vehlitz befindliche, auch als Arboretum bezeichnete Altablagerung (siehe Anlage 2: „Anpflanzung“) angenommen werden (vgl. Gefahrenbeurteilung /5/, Kap.3.7).

### **3.7.6 Oberflächenwasser**

Die in den Oberflächengewässern im Umfeld des TTB Vehlitz durchgeführten Untersuchungen von Proben aus Oberflächengewässern belegen eine Belastung des Nordgrabens und des Westgrabens (siehe Kap. 3.5), die auf Austräge aus den Betriebsflächen der BlmSchG-Anlage der Sporkenbach Ziegelei GmbH zurück zu führen sind. Da die Betriebsflächen der BlmSchG-Anlage nicht zum Untersuchungsgebiet der Gefahrenbeurteilung /5/ und zum Bearbeitungsbereich des vorliegenden Sicherungskonzeptes gehören, wird auf diese Gewässerbelastungen an dieser Stelle nicht weiter eingegangen.

Die Untersuchungen von Proben aus dem Ostgraben (Anstrom zum TTB) und in der Vorfeldentwässerung des TF II Nord belegen, dass in diesen Grabenabschnitten bisher keine signifikanten Beeinflussungen der Wasserqualität durch Schadstoffausträge aus dem TTB Vehlitz zu verzeichnen sind.

Eine Beeinflussung des Oberflächenwassers im Südgraben mit Schadstoffen (Bor, Kupfer, Chlorid, Sulfat, AOX, PAK), die nach derzeitigem Kenntnisstand aus den Ablagerungen im TF I oder aus der unmittelbar südlich verlaufenden Betriebsstraße (Gemisch von Ton mit zerkleinerten hausmüllähnlichen Abfällen) stammt, wurde nachgewiesen.

Ebenfalls mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Schadstoffausträge aus dem TF I sind die nachgewiesenen Schadstoffbelastungen (Bor, Chlorid, Sulfat, CSB, PAK, Phenole) in den Kleiteichen zurück zu führen, wobei hier auch Einflüsse aus der nördlich angrenzenden Betriebsfläche der BlmSchG-Anlage nicht auszuschließen sind.

Weder im Wasser des Südgrabens noch im Wasser der Kleiteiche war eine ökotoxische Wirkung in Folge der Schadstoffbelastungen nachweisbar (Leuchtbakterientest GL 2 = nicht toxisch).

#### 4 Gefahrensachverhalte, Schutzgutgefahren

Zur Differenzierung der Gefahrensachverhalte hinsichtlich eines zum Zeitpunkt der Bearbeitung der Gefahrenbeurteilung und des vorliegenden Sicherungskonzeptes zu erwartenden Schadenseintritts und des Kenntnisstandes zur Gefahrenlage, wurden die nachfolgend aufgeführten Gefahrenbegriffe verwendet.

- **Erhebliche Gefahr** Gefahr für ein bedeutendes Schutzgut (menschliches Leben, menschliche Gesundheit) mit Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts in absehbarer Zeit.
- **Konkrete Gefahr** im einzelnen Fall bestehende Gefahr.
- **Abstrakte Gefahr** nach allgemeiner Lebenserfahrung oder nach Erkenntnissen fachkundiger Stellen mögliche Sachlage, bei deren Eintreten eine konkrete Gefahr besteht.
- **Gefahrenverdacht** Kenntnisstand unvollständig, Anhaltspunkte für konkrete Gefahr vorhanden, Untersuchungsbedarf.

In der Gefahrenbeurteilung für den TTB Vehlitz /5/ wurden die nachfolgend zusammengefassten Gefahrensachverhalte abgeleitet.

### Schutzgut menschliche Gesundheit

Tabelle 4-1: Gefahren für das Schutzgut menschliche Gesundheit

Wirkungspfad	Gefahrenszenario	Gefahrenereinstufung
Boden/Abfall - Mensch (Direktkontakt)	Alle TF: Direktkontakt mit Ablagerungsmaterial, ohne Verletzung	kein Gefahrenverdacht
	TF II Süd: Direktkontakt mit frei liegendem Ablagerungsmaterial, Verletzung durch scharfkantige oder spitze Abfallbestandteile, Schadstoffinkorporation oder Infektion	erhebliche Gefahr
Sickerwasser - Mensch (Direktkontakt)	TF I und II Nord: Sickerwasseraustritt in Oberflächengewässer mit Verdünnung	kein Gefahrenverdacht
	TF II Süd: Sickerwasseraustritte an die Oberfläche, unverdünntes Sickerwasser zugänglich	abstrakte Gefahr
Bodenluft/Gas - Atmosphäre	TF I: aktuell keine gesundheitsgefährdenden Gaskonzentrationen nachgewiesen, ohne Eingriffe in die Ablagerung keine nachteilige Veränderung zu befürchten	kein Gefahrenverdacht
	TF II Nord: aktuell keine gesundheitsgefährdenden Gaskonzentrationen in der Atemluft nachweisbar, kurzfristig können Austritte von Schadgasen mit gesundheitsgefährdenden Konzentrationen in der Atemluft nicht ausgeschlossen werden, mittelfristig sind diese in Folge von fortschreitenden Setzungen (Schäden an der Abdeckung) zu befürchten	erhebliche Gefahr
	TF II Süd: aktuell keine gesundheitsgefährdenden Gaskonzentrationen in der Atemluft nachweisbar, kurz- und mittelfristig können sich durch Setzungen, Rissbildung, Hohlraumeinsturz Transferpfade aus gasaktiven Zonen an die Oberfläche bilden und Gase in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen frei gesetzt werden.	erhebliche Gefahr
	TF II Nord und Süd: Bildung brand- und explosionsfähiger Gasgemische bei verstärktem Gasaustritt in Folge setzungsbedingter Schäden, Lebensgefahr für Personen im Wirkungsbereich von Bränden / Explosionen	erhebliche Gefahr
Standsicherheit	TF II Süd: Absturz- und Verschüttungsgefahr bei Grundbruch oder Böschungsruutschungen an der Südböschung mit Rückgriffweiten auf den angrenzenden Feldweg und die daran angrenzenden Ackerflächen	erhebliche Gefahr
	TF II Süd: Absturz- und Verschüttungsgefahr östliche Außenböschung (Ostgrenze BWE).	erhebliche Gefahr



### Schutzgut Grundwasser

Tabelle 4-2: Gefahren für das Schutzgut Grundwasser

Wirkungspfad	Gefahrenszenario	Gefahrenereinstufung
Sickerwasser - Grundwasser	TF I: Austritte von kontaminiertem Sickerwasser in Sand- und Kalksteinhorizonte westlich der TF I möglich. Anbindung dieser wasserdurchlässigen Horizonte an Grundwasserleiter Kiesrinne Leinberg und Ehleniederung unsicher, jedoch nicht ausgeschlossen	Gefahrenverdacht
	TF II Nord: nördlich und östlich keine Grundwasserleiter und keine Hinweise auf Kalksteinhorizonte vorhanden, südlich grenzt Ablagerungskörper TF II Süd und westlich Ablagerungskörper TF I an	kein Gefahrenverdacht
	TF II Süd: hydraulische Verbindung über Kalksteinhorizonte in südöstlich des TTB beginnende und nach Ladeburg verlaufende Kiesrinne möglich. Schadstoffverlagerung aufgrund des von der Kiesrinne auf die Schadstoffquelle gerichteten Potenzialgefälles hinreichend sicher ausgeschlossen.	kein Gefahrenverdacht
	TF II Süd: Transferpfad für Sickerwasser über Kalksteinhorizonte nach Südwesten in Kiesrinne möglich. Funktion des möglichen Transferpfades nicht gesichert.	Gefahrenverdacht
	TF II Süd: bei Sickerwasserspiegel > 57 m NHN (langfristig ohne Sicherungsmaßnahmen) ist Austritt von Sickerwasser in südlich angeschnittene Kiesrinne zu erwarten.	abstrakte Gefahr

### Schutzgut Oberflächenwasser

Tabelle 4-3: Gefahren für das Schutzgut Oberflächenwasser

Wirkungspfad	Gefahrenszenario	Gefahrenereinstufung
Sickerwasser - Oberflächenwasser	Betriebsstraße südlich TF I: Schadstoffverlagerungen aus Abfall-Ton-Gemisch durch Kontaktlaugung (analog zu Betriebsstraße Halde 1) und Schadstoffverlagerung über Sickerwasserpfad in Südgraben anzunehmen.	Gefahrenverdacht
	Kleiteiche: erhöhte Schadstoffbelastung nachgewiesen, Quelle mit hoher Wahrscheinlichkeit TF I. Weitere Sickerwasseraustritte wahrscheinlich. Schadstoffeinträge mit Quelle Bereich der BImSchG-Anlage, ggf. anteilig, möglich.	Gefahrenverdacht (aktuelle Austritte),
		konkrete Gefahr (zu erwartende Austritte)
	Tonlager / Halde 1 (östlich Betriebszufahrt): Kontakt des an der Sohle der Betriebsstraße aus Abfall-Ton-Gemisch abfließenden Wassers (versickernder Niederschlag) mit Abfallbestandteilen der Betriebsstraße durch Kontrollschürfe belegt. Schadstoffverlagerung durch Sickerwasserabfluss in Vorflut muss angenommen werden.	konkrete Gefahr
	TF I: Schadstoffbelastung im Südgraben nachgewiesen. Sickerwasseraustritte aus TF I in den Graben sind akut oder kurzfristig anzunehmen.	konkrete Gefahr
	TF II Nord: Analytik Vorfeldentwässerung ohne signifikante Belastung. Nach aktuellem Kenntnisstand kein kurzfristiger Sickerwasseraustritt zu befürchten. Langfristig muss bei weiterem Sickerwasseranstieg mit Freisetzung in Kleiteiche und / oder Vorfeldentwässerung gerechnet werden.	abstrakte Gefahr
	TF II Süd: Kurz- und mittelfristig keine Sickerwasseraustritte zu befürchten. Langfristig ohne Sicherungsmaßnahmen Anstieg bis auf 57,3 mNHN mit Ausbildung Freiwasserspiegel zu erwarten, dann Austritt in Graben südlich TF I.	abstrakte Gefahr

### **Schutzgut Boden**

Schäden am Schutzgut Boden liegen vor in:

- TF I aufgrund der Schadstoffbelastung des Ablagerungsmaterials und der daraus folgenden Gefahren für weitere Schutzgüter (Oberflächenwasser) und in den
- TF II Nord und Süd aufgrund der fehlenden Eignung der verwendeten Verfüllmaterialien zur Wiederherstellung der Bodenfunktionen nach § 2 (2) BBodSchG /9/ und der Schadstoffbelastung des Ablagerungsmaterials.

Der Schaden am Schutzgut Boden beschränkt sich innerhalb des Untersuchungsbereiches der Gefahrenbeurteilung und des Geltungsbereiches des vorliegenden Sicherungskonzeptes auf die Verfüllbereiche des TTB Vehlitz.

Über diesen Schadensbereich hinausgehende Gefahren für das Schutzgut Boden sind nicht zu befürchten.

### **Schutzgut öffentliche Sicherheit**

Gefahren für die öffentliche Sicherheit liegen aufgrund der Standsicherheitsverhältnisse im Bereich der Südböschung des TF II Süd vor.

Bei einem Grundbruch oder in Folge von Rutschungen an der Böschung kann es zu Rückgriffweiten kommen, die sowohl den unmittelbar angrenzenden Feldweg als auch die daran angrenzenden Ackerflächen in Mitleidenschaft ziehen, bzw. im Wirkungsbereich des Schadensszenarios zerstören.

## **5 Maßnahmeerfordernis und Maßnahmeziele**

### **5.1 Maßnahmeerfordernis**

Wie in Kap. 4 auf der Grundlage der Gefahrenbeurteilung /5/ zusammenfassend dargestellt wurde, lagen und liegen auf dem Standort des TTB Vehlitz Gefahrensachverhalte vor, bzw. sind Schäden an Schutzgütern eingetreten, die aus der Tätigkeit der Sporkenbach Ziegelei GmbH resultieren.

Für einzelne Schutzgüter / Wirkungspfade liegt ein Gefahrenverdacht vor, der auf der Grundlage des Untersuchungsstandes zum Zeitpunkt der Bearbeitung des vorliegenden Sicherungskonzeptes nicht abschließend beurteilt werden kann. Zur Ableitung des Maßnahmeerfordernisses wird davon ausgegangen, dass der Gefahrenverdacht im Rahmen ergänzender Erkundungen bestätigt wird. Wird der Gefahrenverdacht im Verlauf ergänzender Erkundungen ausgeräumt, entfällt das jeweilige Maßnahmeerfordernis.

Das vorliegende Sicherungskonzept hat zur Aufgabe, die erforderlichen Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit, einschließlich der menschlichen Gesundheit und des menschlichen Lebens sowie für ökologische Schutzgüter abzuleiten.

Ein Maßnahmeerfordernis zur Abwehr von Gefahren für Schutzgüter liegt vor, wenn der Eintritt eines Schadens an einem oder mehreren dieser Schutzgüter droht und verhindert werden muss.

Eine Beseitigung von bereits eingetretenen Schäden an Schutzgütern ist nicht primäres Ziel der abzuleitenden Maßnahmen, sofern diese Schäden auf den Standort beschränkt bleiben und hiervon keine Gefahren für weitere Schutzgüter ausgehen.

Aus der Ableitung in Tabelle 5-1 ergeben sich Maßnahmeerfordernisse für die folgenden Schutzgüter auf der Grundlage der für das jeweilige Schutzgut aufgeführten Rechtsnormen:

- |   |   |
|---|---|
| ➤ Schutzgut menschliche Gesundheit und menschliches Leben | Art. 2 Nr. 2 GG /10/<br>§ 2 Abs. 3 BBodSchG /9/<br>§ 3 Abs. 3 c, 3 d SOG /11/ |
| ➤ Schutzgut Grundwasser                                   | § 48 (2) WHG /12/   |
| ➤ Schutzgut öffentliche Sicherheit                        | § 3 Abs. 3 c SOG /11/   |
| ➤ Schutzgut Oberflächengewässer                           | § 27 Abs. 1 Nr. 1 WHG /12/<br>§ 4 Nr. 3 BBodSchG /9/                          |

In Folge der Verfüllung der Teilfelder des TTB Vehlitz ergaben sich Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen nach § 2 (2) BBodSchG. Somit liegt eine schädliche Bodenveränderung vor, die sich jedoch auf den Standort und seine Ablagerungsbereiche beschränkt. Nachteilige Auswirkungen auf das Schutzgut Boden außerhalb der Schadensbereiche sind nicht zu befürchten. Die von der schädlichen Bodenveränderung im TTB Vehlitz ausgehenden Gefahren für andere Schutzgüter werden unter Bezug auf das jeweilige betroffene Schutzgut behandelt.

Für das Schutzgut Boden ergibt sich kein Maßnahmebedarf zur Gefahrenabwehr.

Die in Tabelle 5-1 in der Spalte Maßnahmeerfordernis in Klammern stehende Aussage „(ja)“, bezeichnet ein Maßnahmeerfordernis, das auf der Grundlage eines Gefahrenverdacht abgeleitet wurde, jedoch der Bestätigung durch ergänzende Untersuchungen bedarf.

Tabelle 5-1: Ableitung Maßnahmeerfordernisse

Schutzgut	Gefahrensachverhalt / Schaden	Wirkungspfad / Wirkungsmechanismus	Maßnahmeerfordernis
menschliche Gesundheit, menschliches Leben	Alle TF: Direktkontakt mit Ablagerungsmaterial, ohne Verletzung	Boden/Abfall - Mensch (Direktkontakt)	nein
	TF II Süd: Schadstoffinkorporation und Infektion bei Verletzung durch Abfallbestandteile	Boden/Abfall - Mensch (Direktkontakt)	ja
	TF II Süd: instabile Süd-, Südwest- und Ostböschung	Aufenthalt von Personen im gefährdeten Bereich	ja
	TF I und II Nord: Schadstoffinkorporation durch Sickerwasserkontakt	Sickerwasser - Mensch (Direktkontakt)	nein
	TF II Süd: Schadstoffinkorporation durch Sickerwasserkontakt	Sickerwasser - Mensch (Direktkontakt)	ja
	TF I: Freisetzung von Schadgasen in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen	Bodenluft/Gas - Atmosphäre	nein
	TF II Nord: kurzfristig Austritte von Schadgasen mit gesundheitsgefährdenden Konzentrationen in der Atemluft nicht auszuschließen, mittelfristig in Folge fortschreitender Schäden an der Abdeckung zu befürchten	Bodenluft/Gas - Atmosphäre	ja
menschliche Gesundheit, menschliches Leben	TF II Süd: kurz- und mittelfristig durch Setzungen, Rissbildung, Hohlraumeinsturz Schadgasaustritte in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen zu befürchten	Bodenluft/Gas – Atmosphäre	ja
	TF II Nord und Süd: kurz- bis mittelfristig Bildung brand- und explosionsfähiger Gasgemische in Folge setzungsbedingter Schäden zu befürchten. Lebensgefahr im Wirkungsbereich von Bränden / Explosionen.	Bodenluft/Gas – Atmosphäre	ja
Öffentliche Sicherheit	TF II Süd: instabile Südböschung	Sachschäden an Feldweg und Ackerflächen	ja
Grundwasser	TF I: mögliche Austritte von kontaminiertem Sickerwasser in Sand- und Kalksteinhorizonte westlich der TF I	Sickerwasser – Grundwasser	(ja)
	TF II Nord: Sickerwasseraustritte in Grundwasserleiter	Sickerwasser – Grundwasser	nein
	TF II Süd: Sickerwasseraustritte in Kiesrinne zwischen TTB Vehlitz (südöstlich) und Ladeburg	Sickerwasser – Grundwasser	nein
	TF II Süd: Sickerwasseraustritt über Kalksteinhorizonte nach Südwesten in Kiesrinne möglich	Sickerwasser – Grundwasser	(ja)
	TF II Süd: bei Sickerwasserspiegel über 57 m NHN ist Austritt von Sickerwasser in südlich angeschnittene Kiesrinne zu erwarten	Sickerwasser – Grundwasser	ja

Schutzgut	Gefahrensachverhalt / Schaden	Wirkungspfad / Wirkungsmechanismus	Maßnahmeerfordernis
Oberflächenwasser	Graben südlich TF I: Schadstoffbelastung im Graben nachgewiesen. Schadstoffverlagerung durch Kontaktlaugung von versickerndem Niederschlagswasser mit Material der Betriebsstraße (Zement-/Ton-Abfall-Gemisch) als Ursache möglich (analog Betriebsstraße Halde 1).	Sickerwasser – Oberflächenwasser	(ja)
	Nordgraben: Schadstoffverlagerungen aus Zement-/Ton-Abfall-Gemisch der Baustraße durch Kontaktlaugung in versickerndes Niederschlagswasser. Schadstoffverlagerung in Nordgraben	Sickerwasser – Oberflächenwasser	ja
	Kleiteiche: erhöhte Schadstoffbelastung in den Kleiteichen nachgewiesen, Quelle mit hoher Wahrscheinlichkeit TF I. Weitere Sickerwasseraustritte zu befürchten	Sickerwasser – Oberflächenwasser	ja
	Graben südlich TF I: Schadstoffbelastung im Graben nachgewiesen. Sickerwasseraustritte aus TF I in den Graben sind akut oder kurzfristig anzunehmen.	Sickerwasser – Oberflächenwasser	ja
Oberflächenwasser	TF II Nord: langfristig bei weiterem Sickerwasseranstieg Schadstofffreisetzung in Kleiteiche und / oder Vorfeldd entwässerung zu befürchten	Sickerwasser - Oberflächenwasser	ja
	TF II Süd: langfristig Sickerwasseranstieg bis auf 57,3 mNHN mit Ausbildung Freiwasserspiegel zu erwarten, dann Austritt in Graben südlich TF I.	Sickerwasser - Oberflächenwasser	ja
Boden	Schädliche Bodenveränderung (Schaden am Schutzgut Boden) durch Beeinträchtigung der Bodenfunktionen mit der Folge von Gefahren / erheblichen Belästigungen für den Einzelnen / die Allgemeinheit	kein aktiver Wirkungspfad über Ablagerungsgrenzen hinaus, Schaden auf Ablagerung beschränkt	nein

## 5.2 Ableitung von Maßnahmezielen

Die Feststellung des Maßnahmeerfordernisses in Kap. 5.1 bedingt die Ableitung von Maßnahmezielen. Diese werden in Tabelle 5-2 für die jeweiligen Schutzgüter über den Zusammenhang Wirkungsmechanismen / Wirkungspfade und Gefahrenszenarien abgeleitet.

Tabelle 5-2: Ableitung von Maßnahmezielen

Schutzgut	Wirkungsmechanismus / Wirkungspfad	Gefahrenszenario	Maßnahmeziel
menschliche Gesundheit, menschliches Leben	TF II Süd (Teilflächen): Direktkontakt mit schadstoffbelastetem Ablagerungsmaterial	orale Schadstoffaufnahme, Inkorporation durch Verletzung	Verhinderung Direktkontakt Ablagerung - Mensch, TF II Süd
	TF II Nord: Gasaustritte	Vergiftung	Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord
			Herstellung Verkehrssicherheit, Standort
		Brand- und Explosionsgefahr	Verhinderung Gasfreisetzung
		erhebliche Belästigung durch Gasfreisetzung	Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Nord
	TF II Süd: Gasaustritte	Vergiftung	Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd
			Herstellung Verkehrssicherheit, Standort
		Brand- und Explosionsgefahr	Verhinderung Gasfreisetzung
		erhebliche Belästigung durch Gasfreisetzung	Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Süd
menschliche Gesundheit, menschliches Leben	TF II Süd, Südböschung: Rutschung / Grundbruch	Absturz, Verschüttung	Herstellung Verkehrssicherheit, Standort
			Herstellung Standsicherheit, TF II Süd
	TF II Süd, Südwest- und Ostböschung, Rutschung	Absturz, Verschüttung	Herstellung Verkehrssicherheit, Standort
	TF II Süd: Direktkontakt mit austretendem Sickerwasser	orale Schadstoffaufnahme	Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Oberfläche
Öffentliche Sicherheit	TF II Süd, Südböschung: Rutschung / Grundbruch	materielle Schäden an Feldweg und Acker	Herstellung Standsicherheit, TF II Süd
Grundwasser	TF I: Sickerwasseraustritte über Sand- und Kalksteinhorizonte in Grundwasserleiter Leinberg / Ehletal	Sickerwasser - Grundwasser	Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser
	TF II Süd: Sickerwasseraustritte über Kalksteinhorizonte nach Südwesten in Kiesrinne	Sickerwasser - Grundwasser	Verhinderung Sickerwasseraustritt, TF II Süd - Grundwasser
	TF II Süd: Austritt von Sickerwasser bei Anstieg >57 mNHN in südliche Kiesrinne	Sickerwasser - Grundwasser	Verhinderung Sickerwasseraustritt, TF II Süd - Grundwasser

Schutzgut	Wirkungsmechanismus / Wirkungspfad	Gefahrenszenario	Maßnahmeziel
Oberflächenwasser	Betriebsstraße - Halde 1: Sickerwasserabfluss in Oberflächengewässer	Sickerwasser - Oberflächenwasser	Beseitigung Sickerwasseraustritte in Nordgraben
	Betriebsstraße südl. TF I - Südgraben	Sickerwasser - Oberflächenwasser	Verhinderung Sickerwasseraustritt Betriebsstraße - Südgraben
	TF I - Kleiteiche: Sickerwasseraustritte in Oberflächengewässer	Sickerwasser - Oberflächenwasser	Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Kleiteiche
	TF I - Südgraben: Sickerwasseraustritte in Oberflächengewässer	Sickerwasser - Oberflächenwasser	Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Südgraben
	TF II Nord - Kleiteiche: Sickerwasseraustritte in Oberflächengewässer	Sickerwasser - Oberflächenwasser	Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Kleiteiche
	TF II Nord - Vorfeldd entwässerung: Sickerwasseraustritte in Oberflächengewässer	Sickerwasser - Oberflächenwasser	Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Graben
	TF II Süd - Südgraben: Austritt von Sickerwasser bei Anstieg >57,3 mNHN in Oberflächengewässer	Sickerwasser - Oberflächenwasser	Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Südgraben

Ein weiteres Maßnahmeziel, das nicht aus Gefahrensachverhalten abzuleiten ist, jedoch aus der Tätigkeit der Sporkenbach Ziegelei GmbH resultiert, ist die Wiederherstellung der Vorflut für den von Südosten kommenden Graben, der in die Vorfeldd entwässerung des TF II Nord übergeht. Ohne funktionstüchtige Vorflut / Vorfeldd entwässerung kann die nachhaltige Wirkung auszuwählender Sicherungsmaßnahmen nicht gewährleistet werden, da unkontrollierte Wasserzuflüsse in den Tagebau weder kontrollierte Sickerwasserverhältnisse noch die Errichtung dauerhaft standsicherer Böschungen und Sicherungsbauwerke aus bindigem oder rolligem Boden zulassen.

Aus diesen Gründen wird das Maßnahmeziel

➤ **Herstellung der Vorflut, Vorfeldd entwässerung TTB Vehlitz**

in das Sicherungskonzept aufgenommen.

In Abhängigkeit vom zu erwartenden Eintrittszeitpunkt eines Schadens an einem Schutzgut sowie des ggf. zu erwartenden Schadensausmaßes, wird in Tabelle 5-3 den Maßnahmezielen eine zeitliche Wichtung der zu ihrem Erreichen erforderlichen Maßnahmen zugeordnet. Neben der zeitlichen Wichtung wird bei den Maßnahmekategorien auch berücksichtigt, ob es sich um einen nach derzeitigem Kenntnisstand gesicherten Gefahrensachverhalt oder einen Gefahrenverdacht handelt. Im Falle eines Gefahrenverdachts, der durch ergänzende Untersuchungen zu bestätigen oder auszuräumen ist, entfällt die Möglichkeit der Zuordnung zur Kategorie der Sofortmaßnahmen, da die Notwendigkeit einer sofortigen Ausführung aufgrund der derzeit fehlenden Möglichkeit der abschließenden Beurteilung und des erforderlichen Zeitaufwandes für die Verifizierung nicht begründet werden kann.



Diese Wichtung erfolgt anhand folgender Maßnahmekategorien:

- **Sofortmaßnahmen**                      Abwehr unmittelbar drohenden Schadenseintritts; nur gesicherte Gefahrensachverhalte,
- **Prioritäre Maßnahmen**              Abwehr zeitnah, jedoch nicht unmittelbar drohenden Schadenseintritts; gesicherte Gefahrensachverhalte und Gefahrenverdacht,
- **Sicherungsmaßnahmen**              Abwehr mittel- bis langfristig drohenden Schadenseintritts; gesicherte Gefahrensachverhalte und Gefahrenverdacht.

Die im Weiteren für Gefahrenverdachtssachverhalte vorgenommene Zuordnung zu prioritären Maßnahmen oder Sicherungsmaßnahmen ist hinsichtlich des Maßnahmeerfordernisses und der Zuordnung im Ergebnis der ergänzenden Untersuchungen zu prüfen und ggf. zu ändern.

Tabelle 5-3: Zusammenfassung, Beschreibung und zeitliche Wichtung der Maßnahmeziele

<b>Kurzbezeichnung</b>	<b>Maßnahmeziele</b>		<b>Erwarteter Schadenseintritt</b>	<b>erforderliche Maßnahmekategorie</b>
		<b>Langbezeichnung</b>		
Herstellung Verkehrssicherheit, Standort		Verhinderung des unbefugten Betretens des TTB Vehlitz bis zum Erreichen eines gefahrenfreien Zustandes	unmittelbar drohend	Sofortmaßnahme
Verhinderung Direktkontakt Ablagerung - Mensch, TF II Süd		Verhinderung des Zugangs zu frei liegendem schadstoffbelastetem Verfüllmaterial mit Verletzungsgefahr	unmittelbar drohend	Sofortmaßnahme
Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord		Verhinderung der Freisetzung von Schadgasen aus dem Ablagerungskörper in die Atmosphäre mit gesundheitsgefährdenden Konzentrationen	unmittelbar / kurzfristig drohend	Sofortmaßnahme
		Verhinderung der Bildung brand- und explosionsfähiger Gasgemische	unmittelbar / kurzfristig drohend	Sofortmaßnahme
Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Nord		Beseitigung der Geruchsbelastung am Standort, Verhinderung von Geruchsbelastungen der Bevölkerung außerhalb des Standortes	unmittelbar / kurzfristig drohend	Sofortmaßnahme
Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd		Verhinderung der Freisetzung von Schadgasen aus dem Ablagerungskörper in die Atmosphäre mit gesundheitsgefährdenden Konzentrationen	unmittelbar / kurzfristig drohend	Sofortmaßnahme
		Verhinderung der Bildung brand- und explosionsfähiger Gasgemische	unmittelbar / kurzfristig drohend	Sofortmaßnahme
Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Süd		Beseitigung der Geruchsbelastung am Standort, Verhinderung von Geruchsbelastungen der Bevölkerung außerhalb des Standortes	unmittelbar / kurzfristig drohend	Sofortmaßnahme
Herstellung Standsicherheit, TF II Süd		Verhinderung von Rutschungen / Grundbruch an der Südböschung TF II Süd	unmittelbar drohend	Sofortmaßnahme

Maßnahmeziele		Erwarteter Schadenseintritt	erforderliche Maßnahmekategorie
Kurzbezeichnung	Langbezeichnung		
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser	Verhinderung des Sickerwasseraustritts aus TF I in das Grundwasser	Gefahrenverdacht für mögliche Transferpfade in Grundwasserleiter	prioritäre Maßnahme
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser	Verhinderung des Sickerwasseraustritts in das Grundwasser Kiesrinne Süd über Kalksteinhorizonte	Gefahrenverdacht für mögliche Transferpfade in Grundwasserleiter	Sicherungsmaßnahme
	Verhinderung des Sickerwasseraustritts in das Grundwasser Kiesrinne Süd, direkter Übertritt	langfristig drohend	
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Kleiteiche	Verhinderung des Sickerwasseraustritts aus TF I in die Kleiteiche	Gefahrenverdacht für vorhandene Belastungen des Oberflächenwassers	prioritäre Maßnahme
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Südgraben	Verhinderung des Sickerwasseraustritts aus TF I in den Südgraben	unmittelbar / kurzfristig drohend	Sofortmaßnahme
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Kleiteiche	Verhinderung des Sickerwasseraustritts aus TF II Nord in die Kleiteiche	langfristig drohend	prioritäre Maßnahme (Ausführung in Verbindung mit Dichtwand Nordseite TF I)
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Graben	Verhinderung des Sickerwasseraustritts aus TF II Nord in die Vorfeldd entwässerung	langfristig drohend	Sicherungsmaßnahme
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Oberfläche	Verhinderung des Sickerwasseraustritts an die Oberfläche	langfristig drohend	Sicherungsmaßnahme
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Südgraben	Verhinderung des Sickerwasseraustritts in den Südgraben	langfristig drohend	Sicherungsmaßnahme
Herstellung der Vorflut / Vorfeldd entwässerung	Ertüchtigung der Vorfeldd entwässerung östlich TF II Süd, Ableitung in den aus Südosten kommenden Graben	kein Schadenseintritt, jedoch für Gesamtsicherung erforderlich	prioritäre Maßnahme
	Herstellung einer Vorfeldd entwässerung westlich TF II Süd (zwischen TF II Süd und Tonhalde), Ableitung in Westgraben		
	Herstellung einer funktionstüchtigen Vorflut für den aus Südosten kommenden und in die Vorfeldd entwässerung der TF II Nord übergehenden Graben		

## 6 Bewertung und Auswahl geeigneter Maßnahmen zur Gefahrenabwehr

### 6.1 Bewertungs- und Auswahlssystem

Vorbemerkung: im nachfolgenden Text werden die Maßnahmeziele **fett-kursiv** und die Einzelmaßnahmen *kursiv* hervorgehoben.

In Anlage 3.1 wurden 28 mögliche Einzelmaßnahmen zur Gefahrenabwehr im Hinblick auf ihre Eignung zum Erreichen einzelner oder mehrerer Maßnahmeziele, ihrer Herstellbarkeit, des Aufwandes für Wartung und Überwachung, ihrer Auswirkungen über die Standortgrenzen hinaus, ihrer allgemeinen Wirtschaftlichkeit sowie nach weiteren Kriterien dargestellt und bewertet. Die Bewertung erfolgte unter Berücksichtigung der Eignung für eine langfristig angelegte Gesamtsicherung. Sofern die für die Gesamtsicherung als am besten geeignet identifizierten Einzelmaßnahmen nicht den Anforderungen an die für das Maßnahmeziel erforderliche Kategorie einer Sofortmaßnahme oder einer prioritären Maßnahme erfüllen, werden bei der Auswahl von Maßnahmekombinationen für die Gesamtsicherung (Ablage 3.3) ggf. erforderliche ergänzende Sofortmaßnahmen abgeleitet.

Für die Bewertung wurden folgendes System verwendet:

- ++** Zwei mal Plus (2 Punkte). Sehr gut geeignet, d.h., das Maßnahmeziel wird sehr gut oder vollständig erreicht oder bei den übrigen Bewertungskriterien sind keine nachteilige Auswirkungen oder Einschränkungen zu erwarten.
- +** Ein Plus (1 Punkt). Geeignet, d.h., das Maßnahmeziel wird erreicht oder bei den übrigen Bewertungskriterien sind nur sehr geringe nachteilige Auswirkungen oder Einschränkungen zu erwarten.
- o** Null Neutral (0 Punkte), d.h., die Maßnahme steht weder in räumlichem noch in technischem Sinne in Bezug zum Maßnahmeziel.
- Ein Minus (-1 Punkt). Weniger geeignet, d.h. das Maßnahmeziel wird nur anteilig oder mit geringer Wirkung erreicht oder bei den übrigen Bewertungskriterien sind größere nachteilige Auswirkungen oder Einschränkungen zu erwarten.
- Zwei mal Minus (-2 Punkte). Nicht geeignet, d.h., das Maßnahmeziel wird nicht erreicht oder bei den übrigen Kriterien sind sehr starke negative Auswirkungen oder Beeinträchtigungen zu erwarten.

Mit dem primären Maßnahmeziel, d.h. dem Maßnahmeziel, welches mit der jeweiligen Einzelmaßnahme unmittelbar erreicht werden kann, sind somit maximal 2 Punkte erreichbar. Positive oder negative Auswirkungen auf andere Maßnahmeziele gingen in die Gesamtpunktzahl ein.

Erreichten Einzelmaßnahmen keines der Maßnahmeziele, wurde dies als Ausschlusskriterium gewertet und keine weitere Bewertung der übrigen Kriterien vorgenommen.

Für jede der betrachteten Einzelmaßnahmen wurde die Summe der positiven Bewertungen (Summe Plus) und die Summe der negativen Bewertungen (Summe Minus) sowie eine Gesamtsumme gebildet.

Von den einbezogenen Einzelmaßnahmen mussten folgende ausgeschlossen werden, da hiermit keines der Maßnahmeziele erreicht wird:

- *Verbotsbeschilderung,*
- *Einfache Abdeckung TF I,*
- *Einfache Abdeckung TF II Nord,*
- *Rückbau von Teilvolumina der Ablagerung,*
- *In-Situ-Immobilisierung.*

Somit waren 23 Einzelmaßnahmen in der weiteren Prüfung, Bewertung und Auswahl zu berücksichtigen.

Die *Umlagerung der Tonhalde im TF II Nord*, wurde ebenso wie das damit zu erreichende Maßnahmeziel der **Herstellung der Standsicherheit**, wurde nicht in die Bewertungsmatrix in Anlage 3 aufgenommen, da diese Einzelmaßnahme sowohl zur Erreichung des Maßnahmeziels als auch zur Vorbereitung weiterer Erkundungen und zur Vorbereitung von Sicherungsmaßnahmen im TF II Nord als alternativlos eingeschätzt wurde. Eine Prüfung konnte somit entfallen. Diese Einzelmaßnahme wird im Weiteren als erforderlich berücksichtigt.

Ebenso blieben in Anlage 3 der *Rückbau der Betriebsstraßen an der Halde 1* und der *Rückbau der Betriebsstraße südlich TF I* unberücksichtigt. Als Alternative zum Rückbau kam nur die Einkapselung zur **Unterbrechung des Transferpfades Sickerwasser-Oberflächenwasser** in Frage. Die mangelnde Wirkung einer Einkapselung ist dadurch belegt, dass bei den Schürfen im Bereich der Betriebsstraße an Halde 1 eine vollständige Überdeckung mit Ton vorlag, ohne dass die Sickerwasserzutritte und -abflüsse verhindert worden sind. Aufgrund der offensichtlich unzureichenden Wirkung einer Einkapselung und fehlender Kontrollmöglichkeiten der Sicherungswirkung musste die Alternative einer Einkapselung verworfen werden. Der Rückbau der Betriebsstraßen wird im weiteren als erforderliche und alternativlose Einzelmaßnahme berücksichtigt.

## 6.2 Auswahl von Maßnahmekombinationen für die Gesamtsicherung des TTB Vehlitz

### 6.2.1 Auswahl von Einzelmaßnahmen, Ableitung von Maßnahmekombinationen

Die Auswahl von Maßnahmekombinationen zur Gesamtsicherung des TTB Vehlitz erfolgt anhand der in Anlage 3.2 dargestellten Rangfolge, mit der die Einzelmaßnahmen das jeweilige Maßnahmeziel erreichten. Die Rangfolge ergab sich aus der Erreichbarkeit des jeweiligen Maßnahmeziels (2 Punkte: Ziel wird vollständig erreicht, 1 Punkt: Ziel wird in Kombination mit weiterer Einzelmaßnahme erreicht) und der Summe der Punktwertung, die die Einzelmaßnahme in Anlage 3.1 erreichte.

Von den insgesamt 16 Maßnahmezielen erreichten bei 11 Maßnahmezielen jeweils Einzelmaßnahmen die höchsten Bewertung, die Elemente einer Maßnahmekombination zur Sicherung des TTB Vehlitz darstellen. Bei 5 Maßnahmezielen erreichte die vollständige Dekontamination (Rückbau der Ablagerung) die jeweils höchste Bewertung.

Da für die Maßnahmekombinationen zur Sicherung des TTB Vehlitz die vollständige Dekontamination als Einzelmaßnahme auszuschließen war, mussten für diejenigen Maßnahmeziele, bei denen die vollständige Dekontamination die höchste Bewertung erhielt, die Einzelmaßnahmen herangezogen werden, die den nächst höchsten Rang erreichten.

Die anhand der Rangfolgen für die Maßnahmekombinationen ausgewählten Einzelmaßnahmen sind in Anlage 3.3 zusammengefasst. Darüber hinaus wurden die Einzelmaßnahmen hinsichtlich des rechtzeitigen Erreichens des jeweiligen Maßnahmeziels vor dem zu erwartenden Schadenseintritt geprüft und ggf. vorgehende oder ergänzende Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr benannt.

Anhand der Prüfung und Bewertung der Einzelmaßnahmen in den Anlagen 3.1 und 3.2 ergeben sich nach Anlage 3.3 folgende Maßnahmekombinationen (einschließlich vorgezogener oder ergänzender Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr):

- **Maßnahmekombination 1 - Sicherung des TTB Vehlitz,**
- **Maßnahmekombination 2 - vollständige Dekontamination des TTB Vehlitz.**

#### **6.2.2 Maßnahmekombination 1 - Sicherung**

Mit den zur Maßnahmekombination 1 zusammengestellten Einzelmaßnahmen werden die Maßnahmeziele vollständig erreicht.

Die erforderlichen Planungen, Genehmigungen und die Ausführung der Sicherungsmaßnahmen schließen ein zeitnahes Erreichen der vollständigen Sicherungswirkung aus. Für unmittelbar drohende Schadenseintritte und die Verhinderung von Geruchsbelastungen über die Standortgrenzen hinaus, wurden daher in Anlage 3.3 zeitnah auszuführende Gefahrenabwehrmaßnahmen (ergänzende Sofortmaßnahmen) benannt und in die Maßnahmekombination aufgenommen.

In Tabelle 6-1 sind die Gefahrenabwehrmaßnahmen der Maßnahmekombination 1 - Sicherung zusammengefasst.

Tabelle 6-1: Maßnahmekombination 1 - Sicherung des TTB Vehlitz

Einzelmaßnahme	Maßnahmekategorie	Maßnahmeziel
<i>Einzäunung Standort</i>	Sofortmaßnahme	<b>Herstellung Verkehrssicherheit, Standort</b>
<i>Anstützung Südböschung TF II Süd</i>	Sofortmaßnahme	<b>Herstellung Standsicherheit, TF II Süd</b>
<i>Umlagerung Tonhalde TF II Nord</i>	Sofortmaßnahme	<b>Herstellung Standsicherheit, TF II Nord</b>
<i>Herstellung temporärer Gasfassung TF II Nord</i>	Sofortmaßnahme	<b>Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord</b>
		<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Nord</b>
<i>Herstellung temporärer Gasfassung TF II Süd</i>	Sofortmaßnahme	<b>Verhinderung Direktkontakt Ablagerung - Mensch, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Süd</b>
<i>Rückbau Betriebsstraße Halde 1</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Unterbrechung des Transferpfades Sickerwasser-Oberflächenwasser</b>
<i>Rückbau Betriebsstraße südlich TF I</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Unterbrechung des Transferpfades Sickerwasser-Oberflächenwasser</b>
<i>Grabenausbau mit Tondichtung (Südgraben)</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Südgraben</b>
<i>Dichtwand (TF I Westseite)</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser</b>
<i>Dichtwand (TF I Nordseite)</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Kleiteiche</b>
<i>qualifizierte Oberflächenabdichtung TF I</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Kleiteiche</b>
<i>qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nord</i>	Sicherungsmaßnahme	<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Nord</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Kleiteiche</b>
<i>qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süd</i>	Sicherungsmaßnahme	<b>Verhinderung Direktkontakt Ablagerung - Mensch, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Oberfläche</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Südgraben</b>
<i>Stützwand / Dichtwand (TF II Süd)</i>	Sicherungsmaßnahme	<b>Herstellung Standsicherheit, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser</b>

Einzelmaßnahme	Maßnahmekategorie	Maßnahmeziel
<i>optimierte Gasfassung Kombination Vertikalbrunnen + Rigole</i>	Sicherungsmaßnahme	<b>Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord</b>
		<b>Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Nord</b>
		<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Süd</b>
<i>Dichtwand TF II Nord, Nordwestseite)</i>	Sicherungsmaßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Kleiteiche</b>
<i>Grabenausbau mit Tondichtung (Nord- und Nordostseite TF II Nord)</i>	Sicherungsmaßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Graben</b>
	unterstützende (prioritäre) Maßnahme (keine Gefahrenabwehr)	<b>Herstellung der Vorflut, Vorfeldentwässerung</b>
<i>Ertüchtigung Vorfeldentwässerung Ostseite TF II Süd</i>	unterstützende (prioritäre) Maßnahme (keine Gefahrenabwehr)	<b>Herstellung der Vorflut, Vorfeldentwässerung</b>
<i>Herstellung einer Vorfeldentwässerung Westseite TF II Süd</i>	unterstützende (prioritäre) Maßnahme (keine Gefahrenabwehr)	<b>Herstellung der Vorflut, Vorfeldentwässerung</b>

Bei der Maßnahmekombination 1 handelt es sich um eine Sicherungsmaßnahme zur wirksamen und nachhaltigen Abwehr von Gefahren für Mensch und Umwelt. In den TF II Nord und Süd wird mit dieser Maßnahmekombination die Gefahrenabwehr für die Dauer bis zum Abklingen der Gasbildung und der Hauptsetzungen gewährleistet. Für die Zeit nach dem Erreichen eines stabilen Zustandes des Ablagerungskörpers können ergänzende Sicherungsmaßnahmen erforderlich werden (siehe Kap. 9).

Die Maßnahmekombination 1 setzt sich aus Einzelmaßnahmen zusammen, die sich hinsichtlich ihrer technischen Ausführbarkeit und ihrer Sicherungswirkung bewährt haben.

Zur Beschreibung einzelner Elemente der Maßnahmekombination 1 dienen die nachfolgenden Erläuterungen.

### **Einzäunung Standort**

Die aktuelle Gefahrensituation erfordert eine wirksame Zugangsverhinderung, die auch für den Zeitraum bis zum Abklingen der Gasbildung verbleibenden Risiken aufrecht erhalten werden muss, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass in Folge von Neugier oder Vandalismus Manipulationen an den Gasbrunnen, Gasleitungen oder Gasbehandlungsanlage erfolgen, in deren Ergebnis es zu Gasfreisetzungen mit lebensgefährlichen Vergiftungen, Bränden oder Explosionen kommt.

Die vollständige Einzäunung des TTB Vehlitz wird als zwingend erforderlich erachtet, um das unbefugte Betreten des Standortes zu verhindern.



### **Anstützung Südböschung TF II Süd, Stützwand / Dichtwand TF II Süd**

Bei der Anstützung der Südböschung handelt es sich um eine Sofortmaßnahme, durch die die akute Rutschungsbewegung der Südböschung unterbunden wird und weiterführende Erkundungen in diesem Bereich erst ermöglicht werden. Die abschließende Sicherung (Herstellung Standsicherheit, Unterbrechung Wasserwegsamkeit) wird nach derzeitiger Einschätzung erst durch die Stützwand / Dichtwand erreicht. Im Ergebnis im Bereich der Südböschung noch durchzuführender Erkundungen (Detailuntersuchung, siehe Kap. 10: Defizite Standsicherheit) und eines erweiterten Kenntnisstandes kann im Zuge der weiteren Planungen auch eine andere Lösung zum Erreichen der Maßnahmeziele in diesem Bereich als geeignet, angemessen und verhältnismäßig ausgewählt werden.

### **Umlagerung Tonhalde TF II Nord**

Die Umlagerung der Tonhalde bis auf eine Höhe von ca. 63 mNHN diene vorrangig dem Erreichen standsicherer Verhältnisse, deren Beeinträchtigung sich in Rissen in Folge von Setzungen des Ablagerungskörpers zeigte. Weiterhin diene die Umlagerung dazu, weiterführende Erkundungsarbeiten und Sicherungsmaßnahmen vorzubereiten.

### **Herstellung temporärer Gasfassung TF II Nord und Süd**

Die temporäre Gasfassung in den TF II Nord und Süd umfasst alle geeigneten Aufschlüsse (Gasbrunnen, Gasrigole Riss) die zum Zeitpunkt der Anlagenerrichtung zur Verfügung stehen.

Da bis zur Herstellung der optimierten Gasfassung der qualifizierten Oberflächenabdeckung davon ausgegangen werden muss, dass setzungsbedingte Schäden im Ablagerungskörper des TF II Süd (Setzungsrisse, einbrechende Hohlräume) zu verstärkter Gasfreisetzung führen, muss die temporäre Gasfassung bedarfsabhängig an diese Entwicklung angepasst werden. Grundsätzlich kann dies sowohl durch Anschluss der jeweiligen lokalen Austrittsstellen an die Gasfassung erfolgen (Verlegung Gasdrainage und Oberflächenabdichtung der Schadstelle) als auch durch eine großflächige Sicherung (flächendeckender Auftrag einer Gasdrainschicht, Verlegung von Gasdrainrohren, Oberflächenabdichtung). Da die lokale Fassung an konkreten Schadstellen einer großflächigen Lösung nicht entgegen steht, kann die abschließende Entscheidung über die zu wählende Vorgehensweise dann getroffen werden, wenn erkennbar wird, in welchem Maße mit entsprechenden Schäden zu rechnen ist.

### **Rückbau Betriebsstraßen Halde 1 und südlich TF I**

Beim Rückbau der Betriebsstraße an Halde 1 wird derzeit davon ausgegangen, dass hierfür kein Ersatz erforderlich wird, da durch diese Betriebsstraße der Zugang zu Halde 1 nicht wesentlich vereinfacht wird und ein ausreichender Zugang über die nördlich Halde 1 verlaufende Betonstraße erhalten bleibt.

Bezüglich der südlich TF I verlaufenden Betriebsstraße wird empfohlen, diese nach dem Rückbau des Zement-/Ton-Abfall-Gemisches unter Einsatz geeigneten Materials (Schotter, Betonbruch) wieder herzustellen, um den Zugang zur Tonhalde östlich TF II Süd zu gewährleisten.



### **Dichtwände TF I, TF II Nord - Nordwestseite**

Die an der Westseite der TF I vorgesehene Dichtwand wird nur in dem Fall erforderlich, wenn durch ergänzende Untersuchungen nachgewiesen wird, dass hier ein Grundwasserleiter vorhanden ist, der mit dem Ablagerungskörper der TF I und den Grundwasserleitern am Leinberg und / oder der Ehleniederung in Verbindung steht. Die Existenz einer nur kleinräumig ausgebildeten grundwasserführenden Schicht innerhalb des Rupeltons, die durch Stauchungen wirksam unterbrochen ist und keine Entlastung kontaminierten Wassers in die vorgenannten Grundwasserleiter erlaubt, erfordert keine Sicherung durch eine Dichtwand.

Die im Norden (einschließlich Nordwestseite TF II Nord zum Kleiteich) vorgesehene Dichtwand dient dazu, die hydraulische Kommunikation und damit den Schadstofftransfer aus dem TF I in die Kleiteiche nachhaltig zu unterbinden.

Während die Existenz des Transferpfades zwischen TF I und Kleiteichen entlang der Nordgrenze und an der Südwestseite der Kleiteiche durch die hier abgeteuften Bohrungen und die darin angetroffenen wasserdurchlässigen Schichten belegt ist, muss die Notwendigkeit und ggf. Dimensionierung in der Verlängerung nach Norden (Dichtwand Nordwestseite TF II Nord) durch ergänzende Untersuchungen geprüft werden.

### **Qualifizierte Oberflächenabdeckung TF I**

Für die qualifizierte Oberflächenabdeckung im TF I wird eine Ausführung mit mindestens einer mineralischen Dichtschicht, die an die Dichtwände im Bereich der TF I anschließt, und einer Wasserhaushaltsschicht einschließlich Begrünung empfohlen.

Da im TF I keine signifikanten Setzungen zu erwarten sind, handelt es sich bei der qualifizierten Oberflächenabdeckung in Verbindung mit den Dichtwänden um die abschließende Sicherung dieses Teilfeldes.

### **Qualifizierte Oberflächenabdeckung TF II Nord**

Ein wesentliches Element der qualifizierten Oberflächenabdeckung liegt mit der noch bis zu einer Höhe von ca. 63 mNHN bestehenden Tonabdeckung vor. Bei entsprechender Ertüchtigung und Profilierung (Einbindung in Tondichtung des umlaufenden Grabens) wirkt diese als mineralische Dichtung, die ggf. um ein zweites Dichtungselement (z.B. Kunststoffdichtungsbahn), eine Drainschicht und in jedem Fall um eine Begrünungsschicht (Wasserhaushalts- du Kulturschicht) zu ergänzen ist.

Sofern bei der Profilierung der vorhandenen Tonschicht die Setzungen des Ablagerungskörpers so berücksichtigt werden, dass nach Abschluss der Setzungen ein Oberflächengefälle von ca. 5% zu den Rändern der Abdeckung erhalten bleibt (Niederschlagsabfluss), kann davon ausgegangen werden, dass die Langzeitsicherung nach Abklingen der Gasbildung und der Hauptsetzungen mit nur geringem Ertüchtigungsaufwand erreicht wird.

### **Qualifizierte Oberflächenabdeckung TF II Süd**

In der Auswahl der Einzelmaßnahmen in den Anlagen 3.1 bis 3.3 wurde die Herstellung einer qualifizierten Oberflächenabdichtung im TF II Süd ohne vollständige Auffüllung gegenüber der Variante der vollständigen Auffüllung favorisiert. Trotz der bereits vorgenommenen Bewertung und Auswahl, werden die der Auswahl zu Grunde liegenden Einschätzungen hier vertiefend erläutert.

Als wesentliches Kriterium der Auswahl ist festzustellen, dass mit der qualifizierten Abdeckung ohne vollständige Auffüllung die Maßnahmeziele der Gefahrenabwehr für die Dauer bis zum Abklingen der Gasbildung und der Hauptsetzungen vollständig erreicht werden und mit der vollständigen Verfüllung kein Zusatznutzen im Hinblick auf die Gefahrenabwehr erreicht wird.

Als derzeit einziger erkennbarer Nachteil der gewählten Abdeckungsvariante gegenüber der vollständigen Verfüllung ist die Notwendigkeit des Auffangens und Ableitens von Niederschlagswasser anzuführen. Während bei einer vollständigen Auffüllung eine Ableitung über Randgräben im Freigefälle in die Vorfluter erfolgen kann, muss der Oberflächenabfluss bei der gewählten Oberflächenabdeckung für die Dauer der Sicherungsmaßnahmen zur Gefahrenabwehr bis zur abschließenden Sicherung nach dem Ende der Gasbildungsphase und dem Abklingen der Hauptsetzungen aufgefangen und durch Pumpen in die Vorflut abgeleitet werden.

Der Notwendigkeit der Wasserhaltung und den hierbei entstehenden Aufwendungen, steht bei vollständiger Verfüllung der Mehraufwand für den zusätzlichen Einbau von Bodenmaterial entgegen. Die überschlägige Schätzung des zusätzlichen Materialbedarfs bei vollständiger Verfüllung, einschließlich Aufhöhung zur Ableitung von Niederschlagswasser, ergab ein Volumen von ca. 850.000 m<sup>3</sup> (~1,5 Mio t).

Neben den erheblichen Mehraufwendungen für den zusätzlichen Materialeinbau ergeben sich bei vollständiger Auffüllung als weitere Nachteile:

- erhebliche auflastbedingte Setzungen des Ablagerungskörpers mit zusätzlicher Verdichtung und Reduzierung der Gas- und Wasserwegsamkeiten (Verlängerung der Gasbildungsphase),
- Mehraufwand für Errichtung und ggf. Ersatz von Vertikalbrunnen zur Gasfassung,
- zusätzliche Probleme für die setzungsrobuste Ausführung der Gasbrunnen und -rigolen.

Insgesamt ist somit festzustellen, dass bei einer qualifizierten Oberflächenabdeckung ohne vollständige Verfüllung bei Erreichung der Ziele der Gefahrenabwehr die Vorteile gegenüber der vollständigen Verfüllung überwiegen.

In wie weit eine vollständige Verfüllung nach Abklingen der Gasbildung und der Hauptsetzungen als abschließende und dauerhafte Maßnahme zur Sicherung / Renaturierung erfolgt, muss im Rahmen der weiteren Planungen entschieden werden (siehe Kap. 9).

### **Optimierte Gasfassung TF II Nord und Süd**

Die als Sofortmaßnahmen erforderlichen Gasfassungen in den TF II Nord und Süd dienen ausschließlich dazu, eine Teilentlastung vorzunehmen, mit der im aktuellen Zustand signifikante Gasaustritte mit der Folge erheblicher Belastungen oder gesundheitsgefährlicher Konzentrationen in der Atemluft unterbunden werden.

Langfristig muss die temporäre Gasfassung als unzureichend bewertet werden, da durch weitere Setzungen Risse im Ablagerungskörper auftreten werden, über die Gas freigesetzt wird und die derzeit mit hoher Wahrscheinlichkeit als Gasoxidationsschicht wirkenden oberen Ablagerungsschichten mit zunehmenden Sickerwasseranstieg diese Wirkung verlieren und darin die Gasbildung aktiviert bzw. forciert wird.

Um für die Dauer der Gasbildungsphase eine wirksame Gasentlastung im Ablagerungskörper zu erreichen, wird im vorliegenden Sicherungskonzept die Errichtung von setzungsrobusten Vertikalbrunnen empfohlen, die um setzungsrobuste Gasrigolen zur Oberflächenentgasung (Emissionsschutz) ergänzt werden.

Die Elemente der Gasfassung (und der qualifizierten Oberflächenabdichtung) sind so zu planen, dass ihre Sicherungswirkung bis zum Abklingen der Hauptsetzungen und für die Dauer der erforderlichen aktiven Gasfassung und -behandlung gewährleistet bleibt. Im Anschluss an diesen Zeitraum können die Elemente der Gasfassung und -behandlung entfallen (ggf. temporär passive Maßnahmen, z.B. Methanoxidationsschicht). Bezüglich der Elemente der qualifizierten Abdeckung ist von einer abschließenden Ertüchtigung bzw. Ergänzung für die dauerhafte Sicherung des TTB Vehlitz auszugehen.

Die Festlegung des Endes der Hauptsetzungen richtet sich nach der Wahl der abschließenden Sicherungsmaßnahmen und ihrer Robustheit gegenüber Restsetzungen und muss im Rahmen der weiteren Planungen erfolgen.

Für die Gasfassung und -behandlung wird im vorliegenden Konzept davon ausgegangen, dass diese bis zur Unterschreitung einer Gasproduktion von ca. 100 m<sup>3</sup>/h, d.h. der i.d.R. angenommenen Grenze der wirtschaftlichen aktiven Gasbehandlung, erforderlich sein werden. In Anlehnung an die Gasbildungsprognose für das TF II Süd (siehe Kap. 3.7.4.2) wird diese Schwelle unter optimalen Bedingungen ca. 2032 erreicht. Da jedoch nach derzeitigem Kenntnisstand nicht von optimalen Bedingungen für die mikrobiologische Gasbildung ausgegangen werden kann, wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eine unterstützende Infiltration von Wasser erforderlich werden. In wie weit hierzu separate Installationen erforderlich werden oder die ohnehin erforderlichen Installationen zur Gasfassung (Vertikalbrunnen, Gasrigolen) genutzt werden können, ist in den weiteren Planungen zu ermitteln. Für das vorliegende Konzept (einschließlich Kostenschätzung) wird von einer alternierenden Nutzung der Gasfassungsinstallationen (Gasentnahme und Wasserinfiltration im Wechsel) ausgegangen.

Für die Einschätzung der Dauer der erforderlichen Gasfassung und Behandlung (<100 m<sup>3</sup>/h) wird für das vorliegende Konzept ein Zeitrahmen von ca. 25 Jahren angesetzt.

### **Grabenausbau mit Tondichtung TF II Nord und Südgraben**

Diese Gräben sollen sowohl die Vorfeldentwässerung in diesen Bereichen sicherstellen als auch alle möglichen oberflächennahen Wasserwegsamkeiten (alte Pflughorizonte, Felddrainagen) zwischen den Gräben und den Ablagerungskörpern unterbinden. Zu diesem Zweck soll die Tondichtung sowohl in der Grabensohle als auch an der zur Ablagerung weisenden Grabenböschung eingebaut werden. Die der Ablagerung gegenüber liegende Grabenböschung müssen nicht abgedichtet werden. Im Graben nördlich und östlich des TF II Nord ist sicher zu stellen, dass die von den angrenzenden Äckern kommenden und in der der Ablagerung gegenüber liegenden Grabenböschung mündenden Felddrainagen funktionstüchtig erhalten werden.

Da im TF II Nord eine qualifizierte Oberflächenabdeckung als erforderlich abgeleitet wurde, für die entsprechend der Mächtigkeit der Abdeckung und ihrer Oberflächenneigung eine entsprechende Auslaufbreite über den Ablagerungsrand hinaus in Anspruch genommen werden muss, muss der derzeit in einem Abstand von ca. 5 m von der Böschungsoberkante der verfüllten Tongrube verlaufende Graben mit ausreichendem Abstand neu angelegt werden.

Für den Südgraben wird der Abstand zur Böschungsoberkante des Abbau- und Verfüllkörpers derzeit als ausreichend eingeschätzt.

Der konkrete Verlauf der Gräben kann erst im Rahmen der weiteren Planungen (Entwässerungsplanung unter Berücksichtigung der Planungen zur qualifizierten Oberflächenabdeckung) festgelegt werden.

### **Vorfeldentwässerung Ost- und Westseite TF II Süd**

An der Ostseite des TF II Süd wurde durch die Sporkenbach Ziegelei GmbH ein Graben angelegt, der das Oberflächenwasser (Niederschlagsabfluss) aus den südöstlich und östlich des TF II Süd liegenden Flächen aufnehmen und ableiten soll. Dieser Graben mündet in den aus Südosten kommenden Graben (Quellabfluss Kiesrinne).

Die Böschungsrutschungen am östlichen Tagebaurand (Nordabschnitt der östlichen Vorfeldentwässerung) weisen auf Versickerungen aus dem Graben in den Tagebau hin. Unter Berücksichtigung dieser Versickerungen und des allgemeinen Zustands des Grabens (geringe Eintiefung Bewuchs) kann nicht von einem freien Wasserabfluss und damit nicht von einer ausreichenden Funktion der östlichen Vorfeldentwässerung ausgegangen werden.

Für diesen Graben wird eine Ertüchtigung für erforderlich gehalten und empfohlen, die sich nach derzeitiger Einschätzung auf die Herstellung eines ausreichenden Querschnitts und Gefälles beschränken kann. Eine Abdichtung des Grabens wird derzeit als nicht erforderlich eingeschätzt.

Westlich des TF II Süd war durch die Sporkenbach Ziegelei GmbH eine Fläche zum Abbau vorbereitet worden, wobei sich die Arbeiten im Wesentlichen auf die Beräumung des Mutterbodens bzw. Pflughorizontes und die Freilegung des zu gewinnenden Rohstoffes beschränkten. Weitere Abgrabungen oder Verfüllungen von Abfällen fanden auf dieser Fläche nicht statt. Auf dieser Fläche befindet sich die Zwischenhalde des aus dem TF II Nord hier her umgelagerten Tons.

Aufgrund der Morphologie der beräumten Fläche und der Materialhalde, fließt ein Großteil des auf der Fläche anfallenden Niederschlags in Richtung des TF II Süd ab und muss aus dem Sammelbecken westlich des TF II Süd (Westbecken) abgepumpt werden. Um den Zulauf zu Westbecken und damit das Risiko von Wasserübertritten aus dem Westbecken in das TF II Süd sowie die Menge des aus dem Westbecken abzupumpenden Wassers zu reduzieren, wird die Herstellung einer Vorfeldentwässerung mit freiem Abfluss in den Südgraben an der Westseite des TF II Süd empfohlen. Um einen freien Gefälleabfluss zu erreichen, muss das Gelände im Nordabschnitt des Grabens auf einer Fläche von ca. 8.000 m<sup>3</sup> um ca. 0,5 m (Mittelwert) mit Ton aufgehöhht werden.

### **Herstellung Vorflut**

Neben der Unterbrechung der oberflächennahen Wasserwegsamkeiten im Bereich des Grabens im Osten und Norden des TF II Nord, muss für diesen Graben, der die Verlängerung des aus Südosten kommenden Grabens (u.a. Ableitung Quellaustritt Kiesrinne) darstellt, die Vorflutfunktion wieder hergestellt werden.

Im ursprünglichen Zustand verlief der aus Südosten kommende Graben entlang der jetzigen Grenze zwischen den TF II Nord und Süd und fand seine Fortsetzung in dem hier als Südgraben bezeichneten Gewässer.

Die Verlängerung des Grabens um die Flächen der BImSchG-Anlage durch die Sporkenbach Ziegelei GmbH ist nicht wirksam, da die morphologischen Verhältnisse und die Länge einen freien Gefälleabfluss nicht erlauben.

Der ursprüngliche Verlauf kann derzeit nicht zur Wiederherstellung empfohlen werden, da durch die Setzungen in den TF II Nord und Süd mit erheblichen Schäden in diesem Grabenverlauf zu rechnen wäre, die bis zu einer vollständigen Entlastung des Grabenwassers in die Ablagerungen führen können.

Als nachhaltige Lösung für die Herstellung der Vorflut wird die Durchleitung des Wassers aus dem Graben um TF II Nord durch die Kleiteiche in den Westgraben empfohlen.

Bei einer Sohlhöhe des Grabens an der Nordwestseite des TF II Nord von ca. 56,8 mNHN und einer Sohlhöhe des Westgrabens an der Westseite der Kleiteiche von ca. 55,8 mNHN liegt ein ausreichendes Gefälle vor.

**Hinweis:** Vor einer möglichen und hier empfohlenen Einbeziehung der Kleiteiche in das Vorflutsystem ist sicherzustellen, dass keine Schadstoffeinträge aus den Teilfeldern I und II Nord in die Kleiteiche stattfinden. Ebenso ist sicherzustellen, dass keine Schadstoffe aus der auf der Fläche der BImSchG-Anlage befindlichen Altablagerung oder möglichen Abfallablagerungen unter der nördlich der Kleiteiche befindlichen Betonfläche in die Kleiteiche stattfinden.

### 6.2.3 Maßnahmekombination 2 – vollständige Dekontamination

Mit den zur Maßnahmekombination 2 zusammengestellten Einzelmaßnahmen werden die Maßnahmeziele vollständig erreicht.

Die Maßnahmekombination 2 kann ihre Sicherungswirkung aufgrund des Zeitbedarfs für Planungen, Genehmigungen und technischer Ausführung nicht zeitnah entfalten. Für unmittelbar drohende Schadenseintritte und die Verhinderung von Geruchsbelastungen über die Standortgrenzen hinaus, wurden daher in Anlage 3.3 zeitnah auszuführende Gefahrenabwehrmaßnahmen (ergänzende Sofortmaßnahmen) benannt und die Maßnahmekombination aufgenommen.

In Tabelle 6-2 sind die Gefahrenabwehrmaßnahmen der Maßnahmekombination 2 - vollständige Dekontamination zusammengefasst.

Tabelle 6-2: Maßnahmekombination 2 - Vollständige Dekontamination des TTB Vehlitz

Einzelmaßnahme	Maßnahmekategorie	Maßnahmeziel
<i>Einzäunung Standort</i>	Sofortmaßnahme	<b>Herstellung Verkehrssicherheit, Standort</b>
<i>Anstützung Südböschung TF II Süd</i>	Sofortmaßnahme	<b>Herstellung Standsicherheit, TF II Süd</b>
<i>Umlagerung Tonhalde TF II Nord</i>	Sofortmaßnahme	<b>Herstellung Standsicherheit, TF II Nord</b>
<i>Herstellung temporärer Gasfassung TF II Nord</i>	Sofortmaßnahme	<b>Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord</b>
		<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Nord</b>
<i>Herstellung temporärer Gasfassung TF II Süd</i>	Sofortmaßnahme	<b>Verhinderung Direktkontakt Ablagerung - Mensch, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Süd</b>
<i>Rückbau Betriebsstraße Halde 1</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Unterbrechung des Transferpfades Sickerwasser-Oberflächenwasser</b>
<i>Rückbau Betriebsstraße südlich TF I</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Unterbrechung des Transferpfades Sickerwasser-Oberflächenwasser</b>
<i>Grabenausbau mit Tondichtung (Südgraben)</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Südgraben</b>
<i>Dichtwand (TF I Westseite)</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser</b>
<i>Dichtwand (TF I Nordseite)</i>	prioritäre Maßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Kleiteiche</b>
<i>Stützwand / Dichtwand (TF II Süd)</i>	Sicherungsmaßnahme	<b>Herstellung Standsicherheit, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser</b>
<i>vollständiger Rückbau der Ablagerung TF I</i>	Sicherungsmaßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Kleiteiche</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Südgraben</b>

Einzelmaßnahme	Maßnahmekategorie	Maßnahmeziel
vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	Sicherungsmaßnahme	<b>Verhinderung Direktkontakt Ablagerung - Mensch, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord</b>
		<b>Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Nord</b>
		<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Süd</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Kleiteiche</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Graben</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Oberfläche</b>
		<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Südgraben</b>
Grabenausbau mit Tondichtung (Nord- und Nordostseite TF II Nord)	Sicherungsmaßnahme	<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Graben</b>
	unterstützende Maßnahme (keine Gefahrenabwehr)	<b>Herstellung der Vorflut, Vorfeldentwässerung</b>
Ertüchtigung Vorfeldentwässerung Ostseite TF II Süd	unterstützende (prioritäre) Maßnahme (keine Gefahrenabwehr)	<b>Herstellung der Vorflut, Vorfeldentwässerung</b>
Herstellung einer Vorfeldentwässerung Westseite TF II Süd	unterstützende (prioritäre) Maßnahme (keine Gefahrenabwehr)	<b>Herstellung der Vorflut, Vorfeldentwässerung</b>

Bei der Maßnahmekombination 2 handelt es sich um die vollständige Beseitigung der Ablagerungen im TTB Vehlitz und damit um die Beseitigung der Quelle der Gefahren für Mensch und Umwelt.

Die bis zur Entnahme der Ablagerungen erforderlichen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr sind als bewährt und wirksam einzuschätzen. Erläuterungen zu diesen Einzelmaßnahmen befinden sich in Kap. 6.2.2 (Maßnahmekombination 1).

Für den Rückbau einer Ablagerung, die sich in der aktiven Gasbildungsphase befindet, sind keine vergleichbaren Beispiele bekannt.

Obwohl mit der vollständigen Dekontamination die Maßnahmeziele der Gefahrenabwehr prinzipiell erreicht werden können, beinhaltet diese Maßnahmekombination ein erhebliches Verfahrensrisiko und erhebliche zusätzliche Gefahren für das Leben und die Gesundheit der mit den Arbeiten beschäftigten Personen.

Auf die wesentlichen Risiken und Gefahren, die sich bei der Ausführung der Maßnahmekombination 2 ergeben, wird im Folgenden eingegangen.



**Emissionsschutz:**

Der vollständige Rückbau erfordert einen Eingriff in einen Ablagerungskörper, in dem sich hochaktive mikrobiologische Abbauprozesse vollziehen. Das Gas würde bei einem offenen Eingriff in erheblichen Mengen in die Atmosphäre freigesetzt werden. Um Gefahren für die menschliche Gesundheit (Explosionsgefahr, Vergiftungsgefahr) im Umfeld des TTB Vehlitz und Geruchsbelastungen (Schwefelwasserstoff und andere Spurengase) weit über die Standortgrenzen hinaus zu verhindern, müssen die Aushubbereiche vollständig eingehaust bewettert werden. Die Bewetterung muss so dimensioniert werden, dass über den gesamten Bauzeitraum ein Unterdruck in der Einhausung herrscht, der Gasaustritte verhindert. Das abgesaugte Gas muss einschließlich aller Spurenstoffe in einer Weise gereinigt werden, dass die Explosionsgefahr beseitigt wird und keine Geruchsbelastungen auftreten.

**Arbeitsschutz:**

Wie bereits zum Emissionsschutz erläutert, müssen die Arbeiten in einem vollständig eingehausten und bewetterten Baufeld erfolgen. Innerhalb der Einhausung muss zwingend von einer explosiven (Methan-Luft-Gemisch) und giftigen (Schwefelwasserstoff) Atmosphäre ausgegangen werden, so dass alle darin befindlichen Personen neben einer Arbeitsschutzausrüstung, die gegen Kontamination und Verletzung schützt, permanent mit außenluftunabhängigen Atemgeräten (Pressluftatmer) ausgerüstet sein müssen bzw. alle Baugeräte und Fahrzeuge über entsprechende Vorrichtungen zur Luftversorgung verfügen müssen.

Darüber hinaus müssen alle Arbeitsprozesse so gestaltet werden, dass eine Funkenbildung auszuschließen ist (explosionssgeschützte Geräte, Werkzeuge etc.).

Unabhängig von allen zu berücksichtigenden Arbeitsschutzmaßnahmen können Havariefälle nicht ausgeschlossen werden, bei denen es zu Funkenbildung (z.B. durch Eisen-/Stahlteile in der Ablagerung) mit der Folge einer Explosion des Methan-Luft-Gemisches in der Einhausung kommen kann.

Neben den unmittelbar tödlichen Folgen einer solchen Explosion für die Beschäftigten im Baubereich, sind zu befürchten:

- Unmittelbare und ungehinderte Gasfreisetzung in die Umwelt,
- Bildung und Ausbreitung zusätzlicher giftiger Gase und Stäube durch Brände (z.B. Dioxin),
- Gefährdung von Personen, bei Brandbekämpfung und anderen Sicherungsarbeiten.

**Abfallkonditionierung:**

Die mineralischen und hausmüllähnlichen Abfälle, die während der Dekontamination aus dem Ablagerungskörper entnommen werden, weisen in Teilen Wassergehalte auf, der einen deutlich erhöhten Transport- und Entsorgungsaufwand erfordert (höhere Masse, Freisetzung kontaminierten Sickerwassers). Darüber hinaus ist eine Entgasung des Aushubmaterials zur Sicherstellung eines gefahrenfreien Transportes erforderlich. Vor der Entsorgung muss dieses Material daher in einen transportfähigen Zustand überführt (konditioniert) werden.



Aufgrund der starken Geruchsintensität der Abfälle (Entgasung) muss die Konditionierung ebenso wie der Aushub innerhalb eines einghausten und bewetterten Bereichs erfolgen, der mindestens geeignet ist, die Aushubvolumina aufzunehmen, die während der Konditionierungszeit anfallen (Durchlaufmenge).

### **Entsorgung**

Bei der Dekontamination des Standortes fallen im wesentlichen mineralische Abfälle mit Verunreinigungen durch hausmüllähnliche Abfälle, hausmüllähnliche Abfälle und Sickerwasser an.

Für den größten Teil der mineralischen Abfälle kommt nach derzeitigem Kenntnisstand eine unmittelbare Verwertung aufgrund der Schadstoffbelastungen und der Vermischung mit hausmüllähnlichen Abfällen nicht in Frage.

Nach der Transportkonditionierung (s.o.) muss entweder eine Behandlung in einer hierfür geeigneten Anlage zur Reduzierung des Schadstoffinventars erfolgen (Ziel: spätere Verwertung) oder das Material ist in einer geeigneten Anlage (Deponie) zu beseitigen. Ggf. muss vor der Beseitigung eine Behandlung zur Reduzierung des organischen Kohlenstoffanteils (TOC) erfolgen.

Die hausmüllähnlichen Abfälle sind aufgrund des hohen organischen Kohlenstoffanteils nicht zur Beseitigung auf einer Deponie geeignet. Für die Entsorgung kommt nach derzeitigem Kenntnisstand nur eine thermische Verwertung (Müllverbrennung) in Frage. Da nicht als gesichert angesehen werden kann, dass die nächstliegenden Verbrennungsanlagen über ausreichende Kapazitäten verfügen, das bei der Sanierung des TTB Vehlitz anfallende Material zu behandeln, muss von der Einbeziehung mehrerer Anlagen mit entsprechenden Transportentfernungen ausgegangen werden.

### **Verkehrsbelastung:**

Bei einer zu entsorgenden Masse aus TF I von ca. 408.000 t (Volumen ca. 240.000 m<sup>3</sup>, Dichte ca. 1,7 t/m<sup>3</sup>) und aus TF II Nord und Süd (Volumen ca. 988.000 m<sup>3</sup>, Dichte ca. 1 t/m<sup>3</sup>), d.h. einer Gesamtmasse von ca. 1,4 Mio t, sowie bei einer Lademasse von ca. 25 t je LKW (Spezialtransporte mit gas- und wasserdichten Lademulden / Containern) ergibt sich eine Gesamtmenge von ca. 56.000 LKW.

### **Standsicherheit:**

Die Tongewinnung im TTB Vehlitz erfolgte in weiten Teilen mit deutlich übersteilten Betriebsböschungen, die zumindest während der Gewinnung so standsicher waren, dass es nicht zu dokumentierten Unfällen kam.

In Folge der mindestens lokalen Einwirkung von Sickerwasser und Oberflächenwasser (Aufweichung) sowie unter Einfluss der Witterung kann die Standsicherheit der Abbauböschungen, die bei einer Entnahme der Ablagerungen erneut freigelegt werden, nicht mehr als standsicher angenommen werden. Es werden mit der Komplettentnahme vielfache Rutschungen und Kriechvorgänge ausgelöst werden. Es sind somit zwingend Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit für die Dauer der Arbeiten erforderlich, ohne das Art und Umfang dieser Maßnahmen derzeit abgeleitet werden können.

**Verfüllung:**

Als Folge der vollständigen Dekontamination entstehen Hohlformen von erheblicher Tiefe, die entweder dauerhaft wirksame Maßnahmen zur Sicherung der frei stehenden Böschungen erfordern oder verfüllt werden müssen. Da aufgrund der bekannten Abbautiefen (=Böschungshöhe) und der räumlichen Begrenzungen ein Abflachen der Böschungen nicht zur Böschungsstabilisierung geeignet ist, kommt für eine langfristige Sicherung nur eine Anstützung in Frage, die nach derzeitigem Kenntnisstand einer weitestgehenden Verfüllung der Hohlformen entspricht. Für die hier vorzunehmende Betrachtung wird daher von einer vollständigen Verfüllung der Grube ausgegangen, mit der auch die Anforderung aus § 2 Abs. 1 Nr. 2 BBergG /2/ zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche erfüllt wird, die Grundlage der bergmännischen Tätigkeit der Sporkenbach Ziegelei GmbH zur Verfüllung des TTB Vehlitz war.

**6.2.4 Monetäre Bewertung**

Für die monetäre Bewertung der Maßnahmekombinationen 1 und 2 als Teil der Ableitung der bevorzugten Maßnahmekombination zur Sicherung des TTB Vehlitz werden an dieser Stelle ausschließlich die geschätzten Kosten nach Anlage 4.1 und 4.2 verglichen, die sich unmittelbar aus den noch nicht ausgeführten Maßnahmen zur Abwehr von Schutzgutgefahren ergeben.

Für die Kostenschätzungen in den Anlagen 4.1 und 4.2 wurde auf marktübliche Preise für Bau- und Entsorgungsleistungen zurückgegriffen und Kostenbereiche ausgewiesen. Auf die separate Ausweisung von Investitions- und Betriebskosten wurde weitestgehend verzichtet, da für eine differenzierte Betrachtung eine größere Bearbeitungstiefe erforderlich wäre, als sie dem Status des vorliegenden Sicherungskonzeptes entspricht (mindestens Vorplanung). Die vorgenommenen Kostenschätzungen haben orientierenden Charakter und dienen dazu, eine bevorzugte Maßnahmekombination abzuleiten und eine Einschätzung des Kostenrahmens für die Gesamtmaßnahme zu ermöglichen (siehe Kap. 8).

Die dem Bearbeitungsstatus eines Konzeptes entsprechenden Kostenschätzungen für die Kernmaßnahmen der betrachteten Maßnahmekombinationen ergeben sich folgende Summen (einschl. MwSt.):

	Min.	Max.	Mittelwert
Maßnahmekombination 1	18,3 Mio €	26,7 Mio €	22,5 Mio €
Maßnahmekombination 2	200,4 Mio €	333,1 Mio €	266,7 Mio €

**Hinweis:** die vorgenannten Summen dienen ausschließlich dem Vergleich der Maßnahmekombinationen. Die geschätzten Gesamtkosten der bevorzugten Maßnahmekombination werden einschließlich der bis zum Zeitpunkt der Erarbeitung des vorliegenden Konzeptes angefallenen Kosten in Kap. 8 dargestellt.

### **6.3 Ableitung der bevorzugten Maßnahmekombination**

Das Erfordernis von Maßnahmen zur Gefahrenabwehr ist aufgrund der festgestellten Schutzgutgefahren als gegeben anzusehen. Die grundsätzliche Eignung der Einzelmaßnahmen, aus denen sich die Maßnahmekombinationen 1 - Sicherung und 2- vollständige Dekontamination zusammensetzen, ergibt sich aus der Prüfung und Bewertung der Einzelmaßnahmen in den Anlagen 3.1 und 3.2.

Gemäß § 2 Abs. 7 BBodSchG /9/ stellen sowohl Dekontaminations- als auch Sicherungsmaßnahmen gleichwertige Sanierungsmaßnahmen dar, sofern die Sicherung eine Schadstoffausbreitung langfristig verhindert oder vermindert. Beide Maßnahmekombinationen sind somit hinsichtlich ihre Eignung zur Abwehr von Gefahren für Mensch und Umwelt als gleichwertig anzusehen.

Der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz begrenzt die Sanierungspflichten bzw. die Pflichten zur Gefahrenabwehr auf die Maßnahmen, die zur Erreichung der Ziele geeignet, erforderlich und angemessen sind.

Da beide Maßnahmekombinationen technisch grundsätzlich geeignet sind, die Maßnahmeziele zu erreichen, die Maßnahmekombination 2 – vollständige Dekontamination jedoch erhebliche zusätzliche Gefahren für Mensch und Umwelt während der Durchführung der Arbeiten hervor ruft, mit einem deutlich höheren Verfahrensrisiko behaftet ist und erheblich höhere Kosten verursacht, ist als das mildere Mittel, mit dem die Gefahren beseitigt werden, die

#### **Maßnahmekombination 1 – Sicherung**

##### **als bevorzugte Gesamtmaßnahme**

abzuleiten und wird zur Ausführung empfohlen.

## **7 Zusammenfassende Beschreibung der bevorzugten Maßnahmekombination zur Sicherung des Tontagebaus Vehlitz und orientierende Darstellung des Ablaufs**

Bis einschließlich Kap. 6 erfolgte die Bearbeitung des vorliegenden Sicherungskonzeptes unter Einbeziehung aller Gefahrensachverhalte, die sich aus der bergmännischen Tätigkeit der Sporkenbach Ziegelei GmbH im TTB Vehlitz ergaben, ohne Berücksichtigung des Gesamtverlaufs, d.h. ohne Berücksichtigung der Tatsache, dass bis zum Zeitpunkt der Erarbeitung des vorliegenden Sicherungskonzeptes bereits Gefahrenabwehrmaßnahmen erforderlich waren und durchgeführt werden mussten.

In der nachfolgenden zusammenfassenden Beschreibung der für die Sicherung des Tontagebaus Vehlitz zur Ausführung empfohlenen Maßnahmekombination 1 - Sicherung, werden die bereits abgeschlossenen, die in Ausführung befindlichen und die noch auszuführenden Einzelmaßnahmen mit ihren tatsächlichen bzw. erwarteten Ausführungszeiträumen dargestellt.

In den nachfolgenden Darstellungen werden ausschließlich die eigentlichen Gefahrenabwehrmaßnahmen einschließlich ihres Charakters als Sofortmaßnahmen (einschließlich ergänzender Sofortmaßnahmen), prioritärer Maßnahmen und Sicherungsmaßnahmen dargestellt. Vorlaufende und begleitende Erkundungen und Planungen stellen erforderliche Grundlagen der Ausführung dar und werden nicht gesondert ausgewiesen.

**Hinweis: Die im vorliegenden Sicherungskonzept abgeleiteten und nachfolgend zusammenfassend dargestellten Einzelmaßnahmen wurden auf der Grundlage des zum Bearbeitungszeitpunkt vorhandenen Kenntnisstandes (Orientierende Untersuchung) ermittelt. Im Ergebnis weiterer Untersuchungen können sich aufgrund des erweiterten Kenntnisstandes hinsichtlich der Bewertung und Ausführung von Einzelmaßnahmen Veränderungen sowohl hinsichtlich der Auswahl einzelner Sicherungsmaßnahmen als auch hinsichtlich der Dimensionierung der Sicherungsbauwerke oder des zeitlichen Verlaufs / Ausführung der Maßnahmen ergeben.**

Tabelle 7-1: Abgeschlossene Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr

Einzelmaßnahme	Inhalt / Umfang	Maßnahmecharakter	Ausführungszeitraum
Anstützung der Südböschung TF II Süd	Errichtung eines Stützdrainagekörpers in zwei Arbeitsphasen an der instabilen Südböschung der TF II Süd	Sofortmaßnahme	2009 / 2010
Herstellung einer temporären Gasfassung (TF II Nord und Süd)	Anschluss von 6 Gasbrunnen und einer Rigole (Riss in TF II Süd) an Gasfackel	Sofortmaßnahme	2008 / 2010
Umlagerung der Tonhalde im TF II Nord	Herstellung standsicherer Verhältnisse, Umlagerung von Ton zur Vorbereitung weiterer Erkundungen und Sicherungsmaßnahmen im TF II Nord,	Sofortmaßnahme	2009
Verkehrssicherung	Umzäunung von Abschnitten des TTB Vehlitz zur Verhinderung unbefugten Zutritts (ist zu vervollständigen)	Sofortmaßnahme	2009

Tabelle 7-2: Sofortmaßnahmen und prioritäre Maßnahmen

Hauptleistungen	Inhalt / Umfang	Maßnahmecharakter	Ausführungszeitraum (ca.)
Vervollständigung der Standorteinzäunung	Herstellung einer geschlossenen Standorteinzäunung zur Verhinderung unbefugten Zutritts	Sofortmaßnahme	2010
Erweiterung der temporären Gasfassung im TF II Süd	Herstellung und Betrieb einer Gasfassung zur Verhinderung von Emissionen aus Schadstellen (Risse) im Ablagerungskörper	Sofortmaßnahme (bedarfsabhängig)	2010 / 2011
Rückbau Baustraßen Halde 1 und südlich TF I	Beseitigung der Baustraßen aus Zement-/Ton-Abfall-Gemisch zur Unterbindung von Schadstoffverlagerungen in Oberflächengewässer	prioritäre Maßnahme	2010 / 2011
Grabenausbau mit Tondichtung (Südgraben)	Abdichtung des Südgrabens in seinem Verlauf an der Grenze zu TF I zur Verhinderung von Sickerwasseraustritten in das Oberflächenwasser	prioritäre Maßnahme	2011 / 2012
Dichtwand Westseite TF I	<u>Gefahrenverdacht, Ausführung nur bei Nachweis der Gefahr:</u> Errichtung einer Dichtwand an der Westseite TF I	prioritäre Maßnahme	2012 / 2013
Dichtwand Nordwestseite TF II	Errichtung einer Dichtwand zwischen TF II Nord und Kleiteichen zur Verhinderung von Sickerwasseraustritten in das Oberflächenwasser	prioritäre Maßnahme	2012 / 2013
Dichtwand Nordseite TF I	Errichtung einer Dichtwand zwischen TF I und Kleiteichen zur Unterbindung vorhandener Sickerwasseraustritte (Gefahrenverdacht) und zur Verhinderung zu erwartender Sickerwasseraustritte (konkrete Gefahr)	prioritäre Maßnahme	2012 / 2013

Tabelle 7-3: weitere Sicherungsmaßnahmen

Hauptleistungen	Inhalt / Umfang	Maßnahme-charakter	Ausführungs-zeitraum (ca.)
Vorfeldentwässerung Ost- und Westseite TF II Süd	Ertüchtigung der vorhandenen Vorfeldentwässerung östlich TF II Süd, Herstellung einer Vorfeldentwässerung westlich TF II Süd	unterstützende Maßnahme	2011 - 2013
Grabenausbau mit Tondichtung (Vorfeldentwässerung TF II Nord) und Herstellung der Vorflut	Anlegen eines abgedichteten Grabens (Aufnahme von Felddrainagen beachten!) an der Ost- und Nordseite des TF II Nord, Herstellung des freien Abflusses (Empfehlung: Durchleitung durch Kleiteiche, höhengeregelter Ablauf aus Kleiteichen in Westgraben)	Sicherungsmaßnahme	2011 - 2013
Qualifizierte Oberflächenabdichtung TF I	Oberflächenabdichtung TF I aus Ton mit Bewuchsschicht mit Anbindung an Dichtwände, Gefälle zur Ableitung von Niederschlagswasser und Randgräben	Sicherungsmaßnahme	2013 / 2014
Stütz-/Dichtwand Südböschung TF II Süd	Errichtung einer Stütz- und Dichtwand an der Südböschung des TF II Süd zur Herstellung standsicherer Verhältnisse und zu Unterbrechung des Transferpfades Sickerwasser – Grundwasser (Kiesrinne); <u>Gefahrenverdacht, Ausführung nur bei Nachweis der Gefahr:</u> (Stütz-) Dichtwand südwestlich TF II Süd (Transferpfad Kalksteinhorizont)	Sicherungsmaßnahme	2013 / 2014
Gasfassung TF II Nord und Süd (Rigolen)	Errichtung eines setzungsrobusten Rigolensystems zur langfristigen Fassung und Behandlung austretender Gase an den Rändern der TF II Nord und Süd sowie auf der Flächen des TF II Süd	Sicherungsmaßnahme	2013 / 2014
Qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nord und Süd	Profilierung, Herstellung von setzungsrobusten Dicht-, Drain- und Wasserhaushaltsschichten, einschließlich erforderlicher Ableitungen von Niederschlagswasser in den TF II Nord und Süd zur Verhinderung von Gasfreisetzungen, Geruchsbelastungen	Sicherungsmaßnahme	2013 - 2015
Gasfassung TF II Süd (Gasbrunnen)	Baubegleitend zur qualifizierten Oberflächenabdichtung Errichtung von Gasbrunnen und gasdichte Einbindung in Oberflächenabdichtung zur Verhinderung von Gasfreisetzungen	Sicherungsmaßnahme	2013-2015

## 8 Gesamtkostenschätzung

Seit Beginn der durch das LAGB veranlassten Erkundungs- und Sicherungsarbeiten auf dem Gelände des Tontagebaus Vehlitz, fielen bis zum 30.06.2010 Kosten in Höhe von 2,7 Mio € an (einschl. Mwst. 19%) /13/.

Diese Kosten enthalten alle bis einschließlich Juni 2010 erbrachten Kosten für Ingenieurleistungen und die Bauleistungen für die abgeschlossenen Sofortmaßnahmen zur Verkehrssicherung, zur Herstellung der Standsicherheit an der Südböschung, für die Errichtung und den Betrieb der provisorischen Gasfassung sowie für die Umlagerung von Tonmaterial aus TF II Nord zur Vorbereitung von Erkundungs- und Sicherungsmaßnahmen.

Die für die Ausführung der Gesamtsicherung (Maßnahmekombination 1) zu erwartenden Gesamtkosten ergeben sich somit als Summe bis Juni 2010 angefallenen Kosten und der in Anlage 4.1 geschätzten Kosten für die Kernmaßnahmen der Maßnahmekombination 1.

Die Kosten für die Gesamtsicherung des Tontagebaus Vehlitz werden somit wie folgt geschätzt:

Summe angefallener Kosten bis August 2010  
(einschl. Mwst. 19%):

2,7 Mio €

Kostenschätzung Maßnahmekombination 1  
(nach 08/2010, einschl. Mwst. 19%):

18,3 Mio €

26,7 Mio €

**Kostenschätzung Gesamtmaßnahme**  
**(einschl. Mwst. 19%):**

**21,0 Mio €**

**29,4 Mio €**

**Mittelwert:**

**25,2 Mio €**

## 9 Ausblick Langzeitsicherung, Sanierung

Gegenstand des vorliegenden Sicherungskonzeptes war die Ableitung von Maßnahmen zur Abwehr von Schutzgutgefahren, die von den Ablagerungen im TTB Vehlitz ausgehen.

Für das TF I können die hier abgeleiteten und vorgestellten Sicherungsmaßnahmen als abschließend betrachtet werden, da im TF I nicht mit signifikanten Gasbildungen oder Setzungen gerechnet werden muss, die die Wirksamkeit der Sicherungselemente beeinträchtigen.

Im Unterschied zum TF I vollziehen sich aufgrund des geringen Alters der Ablagerung und der Art der abgelagerten Materialien (hausmüllähnliche Abfälle) in den TF II Nord und Süd noch über einen längeren Zeitraum Abbauprozesse, die zu erheblichen Gasbildungen und Setzungen des Ablagerungskörpers führen.

Die im vorliegenden Sicherungskonzept für die TF II Nord und Süd abgeleiteten Einzelmaßnahmen zur Fassung und Behandlung von Gas und zur Oberflächenabdeckung dienen der Gefahrenabwehr für die Dauer bis zur Mineralisierung der Ablagerungen, d.h. bis zum Abklingen der Gasbildung und Setzungen.

Nach Abschluss der Mineralisierung entfällt die Notwendigkeit der Gasfassung und die Oberflächenabdeckung ist in einen Zustand zu überführen, durch den eine dauerhafte Einkapselung der Ablagerungen erreicht wird, die nachhaltig verhindert, dass Schadstoffe aus der Ablagerung austreten.

Für das TF II Nord, in dem die im vorliegenden Konzept abgeleiteten Sicherungsmaßnahmen bereits eine Profilierung und Abdeckung auf bzw. über dem Niveau des angrenzenden Geländes vorsehen, beschränken sich die abschließenden Sicherungsmaßnahmen nach Ende der Mineralisierung der Ablagerung auf die Reparatur / Ertüchtigung oder Ergänzung der Oberflächenabdeckung zur wirksamen Einkapselung des Ablagerungskörpers.

Im TF II Süd liegt die Ablagerungsoberfläche auch nach Errichtung der hier vorgesehenen Sicherungselemente zu großen Teilen unter den angrenzenden Geländehöhen. Für die abschließende Sicherung nach Ende der Mineralisierung des Ablagerungskörpers stehen zwei grundsätzliche Varianten / Möglichkeiten zur Verfügung.

Eine Variante beinhaltet die vollständige Auffüllung der vorhandenen Hohlform mit Profilierung zur Vorbereitung eines freien Gefälles zu den Rändern der Abdeckung für die Ableitung von Niederschlagswasser in die Vorflut (Randgräben), Oberflächenabdichtung, ggf. Drainschicht zur Ableitung versickernden Niederschlagswassers und Begrünungsschicht. Diese Variante entspricht der üblichen Sicherung von Altablagerungen und Deponien. Für die Umsetzung dieser Variante ist der zusätzliche Einbau erheblicher Materialmengen (orientierend ermittelte Menge: ca. 850.000 m<sup>3</sup>), die erst nach Abschluss der Mineralisierung aufzubringen sind, um zusätzliche auflastbedingte Setzungen während der Mineralisierungsphase zu vermeiden und um die Möglichkeiten zur Reparatur oder Ergänzung der Gasfassung zu erhalten (siehe Kap. 6.2.2)

Die zweite grundsätzliche Möglichkeit besteht darin, die abschließende Einkapselung so auszuführen, dass sich in der verbleibenden Hohlform ein dauerhaftes oder temporäres Gewässer ausbildet, ohne dass ein Schadstofftransfer zwischen dem Ablagerungskörper und dem Oberflächenwasser stattfinden kann. In wie



weit das sich bei dieser Variante ausbildende Gewässer dauerhaften oder temporären Charakter bekommt, hängt von der Gestaltung der Randbereiche und der daraus resultierenden Größe des Einzugsgebietes für abfließendes Niederschlagswasser ab. Bei einer offenen Wasserfläche ist von einer negativen Wasserbilanz auszugehen, d.h. die verdunstete Wassermenge übersteigt die durch Niederschlag auf der offenen Wasserfläche hinzukommende Wassermenge (temporäres Gewässer), wobei die Zehrung z.B. durch Schilfbewuchs noch erheblich gesteigert werden kann. Bei entsprechend großem Einzugsgebiet übersteigt jedoch der Zufluss die Zehrung, so dass ein dauerhaftes Gewässer entsteht.

Die Entscheidung über die Art der abschließenden Sicherung des TF II Süd ist unter Berücksichtigung der erreichbaren Sicherungswirkung, der Gestaltung des Umfeldes (Morphologie, Wassereinzugsgebiet), einer Wasserbilanz für das ggf. entstehende Gewässer sowie unter Abwägung des erforderlichen Aufwandes, der Angemessenheit und Verhältnismäßigkeit im Rahmen der weiteren Planungen zu treffen.

## **10 Defizitanalyse, Empfehlungen für ergänzende Untersuchungen**

In der Gefahrenbeurteilung /5/ wurde eine Defizitanalyse durchgeführt und Empfehlungen zur Beseitigung dieser Defizite abgegeben. Im Ergebnis der Bearbeitung des vorliegenden Sicherungskonzeptes wurden keine wesentlich darüber hinaus gehenden Kenntnisdefizite abgeleitet, so dass die Defizite und Empfehlungen für Detailuntersuchungen aus der Gefahrenbeurteilung an dieser Stelle nur zusammenfassend dargestellt werden.

Hinsichtlich der weiteren Vorgehensweise ist dringend die Durchführung einer Detailuntersuchung mit entsprechenden ergänzenden Erkundungen und einer Präzisierung der Gefahrenbeurteilung sowie der Vertiefung des Kenntnisstandes der Standortverhältnisse für die Planungen zur Sicherung / Sanierung der Ablagerungen im TTB Vehlitz zu empfehlen. Da die Komplexität der am Standort vorliegenden Gefahrensachverhalte eine übergreifende Bearbeitung erfordert, kann eine Trennung der Untersuchungen oder der Detailuntersuchung nach Teilfeldern und Gefahrensachverhalten nicht empfohlen werden.

Die aus dem Kenntnisstand der bisher durchgeführten Untersuchungen und der vorliegenden Gefahrenbeurteilung abgeleiteten Kenntnisdefizite sowie die Empfehlungen zu deren Beseitigung werden nachfolgend aufgeführt.

### **Sickerwasserdynamik**

- Kenntnisdefizite:
  - Tatsächliche Sickerwasserstände in den TF II Nord und Süd.
  - Verteilung des Sickerwassers in den Ablagerungen (Schichtwasser).
  - Entwicklung der Sickerwasserstände.
- Empfehlungen:
  - Planung und Einrichtung eines Sickerwassermonitoringsystems,

- Errichtung weiterer Sickerwassermessstellen insbesondere im TF II Süd als Messstellengruppen mit kurzen Filterstrecken (ca. 1 m) in unterschiedlichen Teufen unter besonderer Beachtung wirksamer Ringraumabdichtungen.
- Abpumpen der Sickerwassermessstellen nach Fertigstellung und Erreichen des Ruhewasserspiegels, Wiederanstiegsmessung.
- Regelmäßiges Sickerwassermonitoring (Wasserstände).

#### **Wasserwegsamkeiten Sickerwasser - Grundwasser**

- Kenntnisdefizite:
  - Mögliche hydraulisch wirksame Verbindung zwischen TF I und Grundwasserleiter Leinberg / Ehleniederung über Kalksteinhorizonte und geringmächtige Sandschichten ungeklärt.
  - Mögliche hydraulische wirksame Verbindung zwischen TF II Süd und südlicher Kiesrinne über Kalksteinhorizonte ungeklärt.
  - Höhe der direkten hydraulischen Verbindung durch Kiessande der südlichen Kiesrinne zum TF II Süd ungeklärt.
- Empfehlungen:
  - Pump-/Auffüllversuch an GWM Ve 16/09 zur Überprüfung der deduktiv abgeleiteten geringen oder fehlenden hydraulischen Verbindung zwischen Ablagerungskörper und Kiesrinnen. Erneute Probenahme und Analytik (Wiederholungsmessung aufgrund Schadstoffbelastung), ggf. Isotopenuntersuchung zur Altersbestimmung des Wassers (Probenahme nach Pumpversuch).
  - Pump-/Auffüllversuch an GWM Ve 14/09 und Ve 19/09 zur Prüfung der hydraulischen Durchlässigkeit der Kalksteinhorizonte, in denen die Messstellen errichtet worden sind. Erneute Probenahme und Analytik (Wiederholungsmessung aufgrund Schadstoffbelastung), ggf. Isotopenuntersuchung zur Altersbestimmung des Wassers (Probenahme nach Pumpversuch).
  - Ermittlung der Sohlhöhe der wasserdurchlässigen Horizonte zwischen TF II Süd und aufgeschlossener Kiesrinne (z. B. Schürfe im rutschungsgefährdeten Bereich und Bohrungen an der Südwestseite nach Kopfentlastung Südböschung).
  - Weitere Drucksondierungen zur Erkundung der räumlichen Verbreitung der in den geoelektrischen Profilen an der Westseite des TF I als Kalksteinhorizonte ausgewiesenen Anomalien.
  - Errichtung von Messstellen in den Kalksteinhorizonten / Sandschichten westlich TF I mit Pumpversuch zur Ermittlung der Durchlässigkeit, Probenahmen und Analytik.
  - Errichtung einer GWM in der Kiesrinne am Leinberg zur Erkundung des GWL (Liegendgrenze, Grundwasserstände) sowie als Monitoringmessstelle im Abstrom zur Überwachung möglicher Schadstoffaustritte aus TF I.

- Errichtung von GWM am östlichen Randbereich des Grundwasserleiters in der Ehleniederung als Monitoringmessstellen im Abstrom zur Überwachung möglicher Schadstoffaustritte aus TF I.
- Regelmäßiges Grundwassermonitoring (Wasserstände und Wasserbeschaffenheit) an vorhandenen und zu errichtenden GWM.

### **Sickerwasseraustritte**

- Kenntnisdefizite:
  - Verdacht von Sickerwasseraustritten aus TF I in Südgraben.
  - Mögliche Schadstoffbelastung Südgraben durch Betriebsstraße (Abfall-Ton-Gemisch) südlich Graben.
  - Verdacht von Sickerwasseraustritten aus TF I in Kleiteiche.
  - Verdacht von Schadstoffbelastungen durch Einträge aus Flächen der BImSchG-Anlage in Kleiteiche.
- Empfehlungen:
  - Messungen der elektrischen Leitfähigkeiten entlang des gesamten Ufers der Kleiteiche (ufernah und z. B. 20 m Messabstand) zur Identifizierung potenzieller Schadstoffeinträge. Probenahme aus auffälligen Bereichen und/oder in festgelegten Abständen, Analytik auf ausgewählte Leitparameter (z. B. Bor, Schwermetalle, Chlorid, Sulfat, PAK, CSB, BSB5, DOC).
  - Messungen der elektrischen Leitfähigkeit zur Identifizierung möglicher Eintragsbereiche in den Graben südlich TF I.
  - Schürfe in der Betriebsstraße aus Abfall-Ton-Gemisch südlich TF I zur Untersuchung möglicher Staunässe und Kontaktauflösungsbereiche an der Straßensohle als mögliche Schadstoffquelle Grabenwasser.
  - Schürfe zwischen dem Graben südlich TF I und Abbau-/Verfüllgrenze sowie an der Westseite TF I zur Erkundung möglicher Wasserwegsamkeiten über Felddrainagen.
  - Errichtung einer ergänzenden Sickerwassermessstelle im Südteil der TF I zur Überwachung der Sickerwasserverhältnisse.
  - Erkundungsbohrungen entlang der Ostseite der Kleiteiche (Grenze zu TF II Nord) für Planung und Dimensionierung der vorgesehenen Dichtwand.

### **Grund-, Oberflächenwassermonitoring**

- Kenntnisdefizite:
  - Unzureichender Kenntnisstand zu Wasserstandsentwicklungen in Grund- und Oberflächengewässern aufgrund kurzer Messreihen.
  - Gering belastbare Datenlage zu Schadstoffbelastungen des Grund- und Oberflächenwassers.

- Fehlende Kenntnisse zu möglicher Schadstoffausbreitung im Grundwasser (Gefahrenverdacht bestätigen oder ausschließen).
- Empfehlungen:
  - Planung und Umsetzung eines Monitoringprogramm zur Kontrolle der Wasserstände (Grund- und Oberflächenwasser) an den vorhandenen und noch zu errichtenden Messstellen, sowie zur Überwachung der Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers.
  - Einbeziehung des von der Sporkenbach Ziegelei GmbH errichteten Betriebsbrunnen an der Westseite der Kiesrinne zwischen dem TTB Vehlitz und Ladeburg in das Wasserstands- und Beschaffenheitsmonitoring.
  - Einbeziehung des südwestlich des TTB Vehlitz liegenden Quellaustritt der Kiesrinne (Abstrom Arboretum) in das Monitoring, um die zu vermutende Beeinflussung des Grundwassers der Kiesrinne durch die Altablagerung südwestlich TF II Süd (Arboretum) zu verifizieren.
  - Regelmäßige Dokumentation und Auswertung der Monitoringergebnisse, Berichtslegung.

## Gas

- Kenntnisdefizite:
  - Präzisierungsbedürftiger Kenntnisstand zur tatsächlichen Gasbildung (Menge, Dauer, Qualitäten) unter Berücksichtigung der Wasserverfügbarkeit und Verteilung in den Ablagerungskörpern der TF II Nord und Süd.
  - Durchlässigkeit der Ablagerungen / mögliche Reichweiten von Gasbrunnen.
  - Entwicklung von Gasfreisetzungen in die Atmosphäre, Geruchsbelastungen.
- Empfehlungen:
  - Durchführung von Gasabsaugversuchen (z.N. an Ve 08/09 bis Ve 12/09 und Ve 21/10 bis Ve 23/10) mit folgenden Versuchselementen
    - FID-Messungen im Bereich des Absaugversuchs vor Versuchsbeginn und während der Versuchsdurchführung,
    - bedarfsabhängige Errichtung von Kontrollmessstellen,
    - Ermittlung der Gaszusammensetzung an den Entnahmestellen vor Versuchsbeginn und während der Versuchsdurchführung,
    - Messung der Druckverhältnisse an den Kontrollmessstellen vor Versuchsbeginn und während der Versuchsdurchführung,
    - Absaugung an Einzelbrunnen mit unterschiedlichen Entnahmemengen,
    - Begleitende Messungen des Luftdrucks, der Temperatur, der Windverhältnisse und ggf. der Niederschlagsmengen,

- Auswertung der Versuchsergebnisse in Hinblick auf Fördermengen, Gaszusammensetzung und Entnahmereichweiten.
- Überarbeitung / Präzisierung der Gasbildungsprognose auf der Grundlage des aktualisierten Kenntnisstandes der Sickerwasserverhältnisse.
- Ggf. weitere Untersuchungen der Milieubedingungen (mikrobiologischer Abbau).

### **Standssicherheit**

- Kenntnisdefizite:
  - Unzureichende Datenlage zur Verifizierung des geotechnischen Modells (Standssicherheit Südböschung).
- Empfehlungen:
  - Klärung der Grenzen zwischen anstehendem Ton und Kies sowie Auffüllungen durch
    - Anlegen eines ausreichend dimensionierten Erkundungsgrabens parallel zum Feldweg (Böschungsoberseite) als sichere Arbeitsebene (Kopfentastung)/ Erkundungselement,
    - Anlegen von Schürfen zur Ermittlung von Ablagerungsmächtigkeit, Böschungsneigungen, Grenzflächen,
    - ggf. Bohrungen, wenn die Ablagerungsmächtigkeiten durch Schürfe nicht ermittelt werden können.

In Tabelle 10-1 sind die empfohlenen Untersuchungen nach Art der Untersuchungen unabhängig vom Problemsachverhalt zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 10-1: Zusammenfassung Untersuchungsprogramm Detailuntersuchung zur Beseitigung von Kenntnisdefiziten

Art der Erkundung	Empfohlener Umfang
Errichtung von Sickerwassermessstellen	Messstellengruppen aus min. 4 Einzelmessstellen mit kurzen Filterstrecken ( ca. 1 m) in verschiedenen Teufen, Empfehlung: 2 Messstellengruppen im TF II Nord, 4 Messstellengruppen TF II Süd
	1 zusätzliche Sickerwassermessstelle im Südteil der TF I zur Überwachung der Sickerwasserverhältnisse.
Errichtung von Grundwassermessstellen	Je 1 GWM in den Kalksteinhorizonten und den Sandschichten westlich TF I.
	1 GWM in der Kiesrinne am Leinberg zur Erkundung des GWL (Liegendgrenze, Grundwasserstände) sowie als Monitoringmessstelle im Abstrom TF I
	2 GWM am östlichen Randbereich des Grundwasserleiters in der Ehleniederung als Monitoringmessstellen im Abstrom TF I.

Art der Erkundung	Empfohlener Umfang
Bohrungen	2 bis 3 Bohrungen zur Erkundung der Wasserwegsamkeiten zwischen TF II Nord und Kleiteichen als Grundlage für die Dimensionierung der vorgesehenen Dichtwand.
Drucksondierungen	5 bis 10 Drucksondierungen zur Erkundung der räumlichen Verbreitung der in den geoelektrischen Profilen an der Westseite des TF I als Kalksteinhorizonte ausgewiesenen Anomalien. ggf. ca. 5 Drucksondierungen oder andere Bohraufschlüsse zur Ermittlung der Ablagerungsmächtigkeiten im Bereich der Auffüllung im oberen Bereich der Südböschung (bei Bedarf ergänzend zu Schürfen).
Schürfe	1 bis 2 Schürfe zur Ermittlung der Sohlhöhe der wasserdurchlässigen Horizonte zwischen TF II Süd und aufgeschlossener Kiesrinne 2 bis 3 Schürfe in der Betriebsstraße aus Abfall-Ton-Gemisch südlich TF I zur Untersuchung möglicher Staunässe und Kontaktlaugungsbereiche an der Straßensohle als mögliche Schadstoffquelle Grabenwasser. 2 bis 3 Schürfe zwischen dem Graben südlich TF I und Abbau-/ Verfüllgrenze sowie an der Westseite TF I zur Erkundung möglicher Wasserwegsamkeiten über Felddrainagen. Großschurf als Erkundungsgraben parallel zum Feldweg (Böschungsoberseite) sowie als sichere Arbeitsebene (Kopfentastung)/ Erkundungselement im oberen Bereich der Südböschung 5 bis 6 Einzelschürfe zur Ermittlung von Ablagerungsmächtigkeit, Böschungsneigungen, Grenzflächen im oberen Bereich der Südböschung
Pumpversuche	Kurzpumpversuche an allen neu errichteten Sicker- und Grundwassermessstellen: Abpumpen der Sickerwassermessstellen nach Fertigstellung und Erreichen des Ruhewasserspiegels, Wiederanstiegsmessung. Pump-/Auffüllversuch an GWM Ve 16/09 zur Überprüfung der hydraulischen Verbindung zwischen Ablagerungskörper und Kiesrinnen. Pump-/Auffüllversuch an GWM Ve 14/09 und Ve 19/09 zur Prüfung der hydraulischen Durchlässigkeit der Kalksteinhorizonte.
Wasserprobenahmen und -analysen für Detailuntersuchung	errichtete GWM westlich TF I, Kiesrinne Leinberg, GWL Ehleniederung GWM Ve 14/09, Ve 16/09, Ve 19/09 Betriebsbrunnen der Sporkenbach Ziegelei GmbH (Rechtswert: ca. 44 93 800, Hochwert: ca. 57 72 700) Quellaustritt Kiesrinne im Abstrom Arboretum (Rechtswert: ca. 44 93 000, Hochwert: ca. 57 72 950) aus auffälligen Bereichen der Kleiteiche in Auswertung von Leitfähigkeitsmessungen.
Gasabsaugversuch	Ve 08/09 bis Ve 12/09 und Ve 21/10 bis Ve 23/10
Leitfähigkeitsmessungen	Entlang des gesamten Ufers der Kleiteiche (ufernah und z. B. 20 m Messabstand) zur Identifizierung potenzieller Schadstoffeinträge aus TF I und Betriebsflächen BImSchG-Anlage. Südgraben (südlich TF I) zur Identifizierung möglicher Schadstoffeinträge in den Graben.

Über den Rahmen der Detailuntersuchung wird ein fortlaufendes Monitoringprogramm für erforderlich gehalten, das in Tabelle 10-2 zusammenfassend dargestellt ist.

Tabelle 10-2: Zusammenfassung Monitoringprogramm

Monitoring	Umfang
Sickerwasserstands-monitoring	regelmäßige Messung der Sickerwasserstände an vorhandenen und zu errichtenden Sickerwassermessstellen; Empfehlung: quartalsweise Messungen
Grundwasserstands-monitoring	regelmäßige Messung der Grundwasserstände an vorhandenen und zu errichtenden GWM; Empfehlung: quartalsweise Messungen
Beschaffenheitsmonitoring Wasser	Probenahme und Analytik an allen vorhandenen und zu errichtenden GWM, den vorhandenen Oberflächenwassermessstellen Ve_OW_02_09, Ve_OW_03_09, Ve_OW_04_09, aus den Kleiteichen (Festlegung der Entnahmestellen im Ergebnis der Detailuntersuchung), aus dem Quellaustritt Kiesrinne; Empfehlung: Frühjahrs- und Herbstmonitoring
Setzungsmonitoring	Fortsetzung des Setzungsmonitorings Südböschung, Setzungsmonitoring TF II Nord und Süd; Empfehlung: halbjährlich, bei Bedarf Verdichtung des Monitoringrhythmus.
Gasmonitoring	FID-Messungen in den TF II Nord und Süd; Empfehlung: halbjährlich
Berichtslegung	Dokumentation und Auswertung der Monitoringergebnisse nach jeder Messkampagne, mindestens jedoch Jahresberichte.

Alle vorangehend beschriebenen Kenntnisdefizite und Empfehlungen zu deren Beseitigung beruhen auf dem aktuellen Erkundungs-, Bewertungs- und Planungsstand. Während der weiterführenden Arbeiten (Erkundungen, Auswertungen, Planungen) ist fortlaufend zu prüfen, ob sich weitere Kenntnisdefizite ergeben und diese sind ggf. zu beseitigen.

## 11 Zusammenfassung

Der Tontagebau Vehlitz wurde von der Sporkenbach Ziegelei GmbH betrieben. Im Rahmen der bergmännischen Tätigkeit wurden in den Teilfeldern I, II Nord und II Süd durch die Tongewinnung Hohlformen hergestellt und mit dem Ziel der Wiedernutzbarmachung der beanspruchten Fläche verfüllt. Hierbei wurden die Teilfelder I und II Nord vollständig und das TF II Süd aufgrund der Betriebseinstellung im Jahr 2008 nur teilweise verfüllt.

Nördlich des Teilfeldes I befinden sich zwei wassererfüllte Tongruben aus früheren Abbautätigkeiten (Kleiteiche).

Im Zuge der Tätigkeit der Sporkenbach Ziegelei GmbH wurde ein Graben, der den Tagebau aus Richtung Westen kommend erreicht, und ursprünglich an der heutigen Grenze der Teilfelder II Nord und Süd verlief unterbrochen und umverlegt. Der umverlegte Graben sollte als Vorfeldentwässerung des Teilfeldes II Nord dienen, weist jedoch in seinem Verlauf Hochpunkte auf, die eine freie Vorflut verhindern, so dass eine bedarfsabhängige Wasserhaltung zur Entlastung erforderlich ist.

Neben der Abbau- und Verfülltätigkeit in den bergrechtlich genehmigten Teilfeldern des TTB Vehlitz, erfolgte an der Oberseite der Südböschung des TF II Süd eine Materialentnahme und Rückverfüllung mit Ton.

Trotz der Lage des Tagebaus im Rupelton liegen an den Rändern des Verfüllkörpers lokal geologische und anthropogene Horizonte vor, die wasserwegsam sind. In den Verfüllbereichen der Tongrube sammelt sich deshalb sukzessive Wasser.

Durch den hohen Anteil an organischen Kohlenstoffverbindungen im Ablagerungsmaterial der Teilfelder II Nord und Süd und das in der Ablagerung vorhandene Wasser, stellten sich Milieubedingungen ein, unter denen eine starke Gasbildung stattfindet. Die Qualität des gebildeten Gases entspricht der Qualität des Deponiegases einer Siedlungsabfalldeponie. Auffällig ist neben den üblichen Bestandteilen Methan und Kohlendioxid der hohe Anteil von Schwefelwasserstoff, bei dem es sich um ein als sehr giftig klassifiziertes Gas handelt.

Neben der Gasbildung kommt es im Ablagerungskörper zur Freisetzung von Schadstoffen in das eingestaute Wasser.

Im Ergebnis der bisherigen Erkundungsarbeiten im Tontagebau Vehlitz wurden folgende Gefahrensachverhalte festgestellt:

- Schutzgut menschliche Gesundheit und menschliches Leben
  - durch Direktkontakt mit schadstoffhaltigem Ablagerungsmaterial im TF II Süd,
  - durch Schadgasaustritte aus den Ablagerungskörpern im TF II Nord und Süd in lebensgefährlichen Konzentrationen (Schwefelwasserstoff), Geruchsbelastung,
  - Brand- und Explosionsgefahr durch austretendes Gas,



- durch Absturz, Verschüttung, Ertrinken im Bereich der Süd-, Südwest und Ostböschung des TF II Süd,
- durch Kontakt mit oder orale Aufnahme von austretendem schadstoffbelasteten Wasser (Sickerwasser) im TF II Süd,
- Geruchsbelastungen durch austretende Spurengase (u.a. Schwefelwasserstoff).
- Schutzgut öffentliche Sicherheit
  - durch Böschungsruutschungen an der Südböschung des TF II Süd mit Rückgriffweiten bis zum öffentlichen Feldweg und die angrenzende Ackerfläche,
- Schutzgut Grundwasser
  - durch direkte Austritte kontaminierten Sickerwassers aus dem TF II Süd in das Grundwasser der südlich liegenden Kiesrinne (direkter Transferpfad),
  - durch Austritte kontaminierten Sickerwassers über Kalksteinhorizonte und geringmächtige Sandschichten in den Grundwasserleiter (Kiesrinne) Leinberg und Ehleniederung (Gefahrenverdacht),
  - durch Austritte kontaminierten Sickerwassers aus dem TF II Süd über Kalksteinhorizonte in das Grundwasser der südlich liegenden Kiesrinne (Gefahrenverdacht).
- Schutzgut Oberflächenwasser:
  - durch Austritte kontaminierten Sickerwassers aus TF I in die Kleiteiche,
  - durch Austritte kontaminierten Sickerwassers aus TF I in den Südgraben,
  - durch Austritte kontaminierten Sickerwassers aus TF II Nord in den Graben der Vorfeldd entwässerung,
  - durch Austritte kontaminierten Wassers aus dem TF II Süd in den Südgraben.

Bei den vorgenannten Gefahren handelt es sich um Sachverhalte, die bei ungehindertem Geschehensverlauf den Eintritt eines Schadens an Schutzgütern befürchten lassen.

Ein Schaden am Schutzgut Boden ist durch die Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen im Ablagerungskörper eingetreten. Dieser Schaden beschränkt sich jedoch auf die Ablagerungskörper in den TF I, II Nord und Süd und zieht keine Gefahren für das Schutzgut Boden außerhalb des TTB Vehlitz nach sich.

Um den Eintritt weiterer Schäden zu verhindern, sind Gefahrenabwehrmaßnahmen erforderlich. Aus der Bewertung der vorliegenden Gefahrensachverhalte wurden die folgenden Maßnahmeziele abgeleitet:

- Herstellen der Verkehrssicherheit (Verhinderung unbefugten Betretens)
- Verhinderung des Direktkontaktes von Menschen mit schadstoffbelastetem Ablagerungsmaterial im TF II Süd,

- Verhinderung der Freisetzung von Schadgasen in gesundheitsgefährlichen Konzentrationen in den TF II Nord und Süd,
- Verhinderung von Geruchsbelastungen durch Austritt von Spurengasen aus den TF II Nord und Süd,
- Herstellen standsicherer Verhältnisse an der Südböschung des TF II Süd,
- Verhinderung des Austritts kontaminierten Sickerwassers aus den TF I und II Süd in das Grundwasser,
- Verhinderung des Austretens kontaminierten Sickerwassers aus den TF I, II Nord und Süd in Oberflächengewässer.

Kein Maßnahmeziel zur Gefahrenabwehr, jedoch als unterstützende Maßnahme erforderlich, ist die Herstellung der Vorflut für die Vorfeldentwässerung des TF II Nord.

Nach der Einstellung des Betriebs des Tontagebaus wurden durch das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt folgende Sofortmaßnahmen zur Abwehr unmittelbar drohender Gefahren veranlasst:

- Errichtung, Betrieb und Erweiterung einer provisorischen Gasfassung in den TF II Nord und Süd,
- Anstützung der Südböschung des TF II Süd zur Verhinderung von Böschungsschäden,
- Einzäunung von zugänglichen Abschnitten der Grenzen des TTB Vehlitz zur Verhinderung unbefugten Betretens von Gefahrenbereichen.

Darüber hinaus wurde zur Vorbereitung von Erkundungsarbeiten und Sicherungsmaßnahmen sowie zur Herstellung standsicherer Verhältnisse ein Teil der auf dem TF II Nord lagernden Vorratshalde (Ton) umgelagert.

Eine Zusammenfassung aller im vorliegenden Sicherungskonzept abgeleiteten Einzelmaßnahmen zur Gefahrenabwehr, gegliedert nach ihrem technischen Charakter, befindet sich in Tabelle 11-1.

Tabelle 11-1: Zusammenfassung Einzelmaßnahmen

Maßnahmeart	Einzelmaßnahme	Teilfeld	Ausführungszeitraum (ca.)
Einzäunung des Standortes	Einzäunung leicht zugänglicher Abschnitte	TF II Süd	2009
	Vervollständigung der Standorteinzäunung	TF I, TF II Nord, TF II Süd	2010
Böschungssicherung, Herstellung Standsicherheit	Errichtung eines Stützkörpers	TF II Süd (Südböschung)	2009
	Umlagerung Tonhalde	TF II Nord	2009
Gasfassung und -behandlung	Errichtung und Betrieb einer temporären Gasfassungs- und Behandlungsanlage	TF II Nord und Süd	2008 / 2010
	bedarfsabhängige Erweiterung der Gasfassung (Emissionsschutz)	TF II Süd	2010 / 2011

Maßnahmeart	Einzelmaßnahme	Teilfeld	Ausführungszeitraum (ca.)
Gasfassung und -behandlung	optimierte Gasfassung (Vertikalbrunnen und Rigolen) für Dauerbetrieb bis zum Abklingen der Gasbildung	TF II Nord und Süd	2013 - 2015
Rückbau Abfallablagerungen	Rückbau Betriebsstraße aus Zement-/Ton-Abfall-Gemisch	Halde 1, nördlich TF I und II Nord	2010 / 2011
	Rückbau Betriebsstraße aus Zement-/Ton-Abfall-Gemisch	südlich TF I	2010 / 2011
Dichtwände, Stützwand	Dichtwand zwischen TF I und Kleiteichen	TF I	2012 / 2013
	Dichtwand zwischen TF II Nord und Kleiteichen (Verlängerung Dichtwand ndl. TF I)	TF I / TF II Nord	2012 / 2013
	Dichtwand westlich TF I (nur bei Bestätigung Gefahrenverdacht Sickerwasseraustritt in GWL)	TF I	2012 / 2013
	Stütz-/Dichtwand südlich TF II Süd, Erweiterung nach Westen bei Bestätigung Gefahrenverdacht Sickerwasseraustritt über Kalksteinhorizont	TF II Süd	2013 / 2014
Qualifizierte Oberflächenabdeckungen	Profilierung, Dichtungsschicht mit Anschluss an Dichtwände, ggf. Drainschicht, Begrünungsschicht	TF I	2013 / 2014
	Profilierung der Tonabdeckung (=min. Dichtung), ggf. 2. Dichtungselement, ggf. Drainschicht, Begrünungsschicht	TF II Nord	2013 - 2015
	Profilierung, min. Dichtungsschicht, ggf. 2. Dichtungselement, Begrünungsschicht	TF II Süd	2013 - 2015
Grabenausbau, Vorflut	Grabenausbau mit Tondichtung	südlich TF I, Südgraben	2011 / 2012
	Grabenausbau mit Tondichtung	TF I Nord, Nord- und Ostseite	2011 - 2013
	Ertüchtigung Vorfelddentwässerung	östlich TF II Süd	2011 - 2013
	Herstellung Vorfelddentwässerung	westlich TF II Süd	2011 - 2013
	Herstellung der freien Vorflut für den aus Südwesten kommenden Graben = Vorfelddentwässerung TF II Nord	nördlich TF I und TF II Nord	2011 - 2013

Für die Herstellung aller Sicherungselemente zur Gefahrenabwehr wird von einer Dauer für ergänzende Untersuchungen, Planungen, Genehmigungen und Bauausführung bis etwa 2015 ausgegangen.

Da im TF I keine signifikanten Gasbildungen oder Setzungen zu erwarten sind, sind die hier vorgestellten Sicherungsmaßnahme für das TF I als abschließend zu betrachten.

In den TF II Nord und Süd, dienen die hier vorgestellten Sicherungsmaßnahmen der Gefahrenabwehr für die Dauer bis zu Abklingen der Gasbildung und Setzungen des Ablagerungskörpers. Für die Dauer dieses Zeitraumes müssen Nutzungen der Ablagerungsflächen, mit Ausnahme möglicher Verwertungen des Gases, ausgeschlossen werden, um die Funktion der Sicherungselemente nicht zu beeinträchtigen. Als Zeitraum für

die erforderliche Aufrechterhaltung der Maßnahmen zur Gefahrenabwehr wird in Anlehnung an die Gasbildungsprognose derzeit von ca. 22 Jahren (bis 2032) ausgegangen.

Nach Abschluss der Mineralisierung (Ende der Gasbildung) und der Stabilisierung des Ablagerungskörpers (Ende der Setzungen) muss mindestens eine Ertüchtigung der Oberflächenabdeckungen in den TF II Nord und Süd erfolgen, um die mineralisierten Ablagerungen dauerhaft einzukapseln.

Für das TF II Süd, dessen Oberfläche im Südteil deutlich tiefer als das angrenzenden Gelände liegt, ist im Rahmen weiterer Planungen festzulegen, ob nach Abschluss der Mineralisierung des Ablagerungskörpers eine vollständige Verfüllung und Angleichung an das umliegende Gelände erfolgen muss oder ob die abschließende Sicherung bei tiefer liegender Oberfläche eine hinreichende Schutzwirkung bei einer in diesem Zustand zu erwartenden Ausbildung eines Oberflächengewässers erlaubt.

Die im vorliegenden Sicherungskonzept abgeleiteten Einzelmaßnahmen zur Gefahrenabwehr beruhen auf dem Kenntnisstand einer orientierenden Untersuchung und können somit nur konzeptionellen Charakter haben. Im Ergebnis weiterführender Untersuchungen zur Beseitigung bestehender Kenntnisdefizite und deren Auswertung im Rahmen einer Detailuntersuchung muss das Sicherungskonzept fortgeführt werden. Hierbei kann es zu Präzisierungen hinsichtlich der Auswahl einzelner Sicherungsmaßnahmen und zu Veränderungen hinsichtlich ihrer Dimensionierung oder des prognostizierten zeitlichen Verlaufs der Maßnahmedurchführung kommen.

Verantwortlicher Bearbeiter:

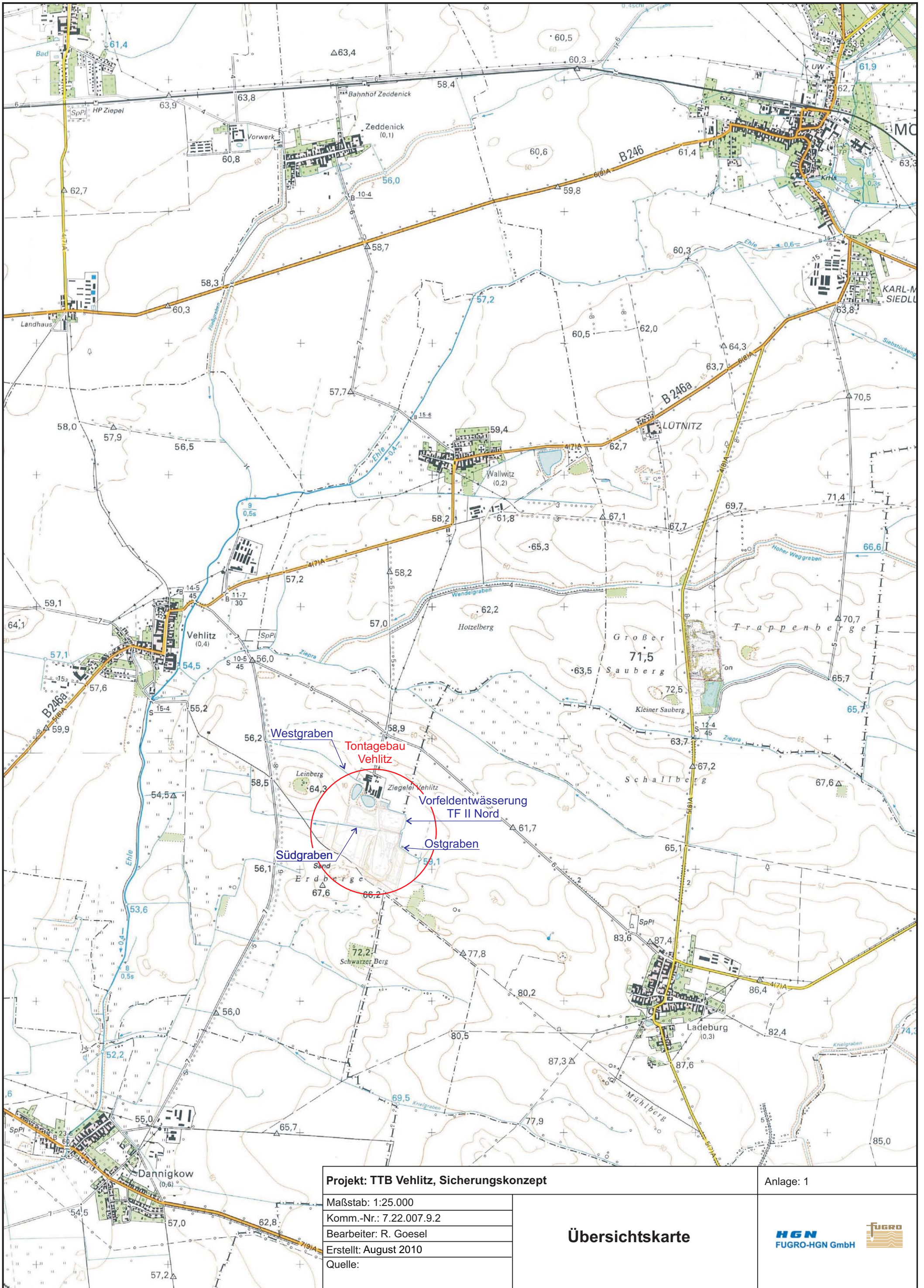
A handwritten signature in blue ink, appearing to read "R. Gösel", written over a horizontal dotted line.

Rainer Gösel  
Senior Consultant

## 12 Quellen

- /1/ Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung-AVV), vom 10. Dezember 2001, BGBl. I S. 3379, zul. geändert durch. Art. 7 G v. 15.7.2006, BGBl. I S. 1619
- /2/ Bundesberggesetz (BBergG) vom 13.08.1980, BGBl. I S. 1310, zuletzt geändert durch Art. 15a d. Ges. v. 13.07.2009, BGBl. I S. 2585
- /3/ Ausführungsgesetz des Landes Sachsen-Anhalt zum Bundes-Bodenschutzgesetz (Bodenschutz-Ausführungsgesetz Sachsen-Anhalt -BodSchG LSA), vom 2. April 2002, GVBl. LSA 2002, S. 214
- /4/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 13.03.1974, in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.09.2002, BGBl. I S. 3830, zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 11.08.2010, BGBl. I S. 1136
- /5/ Tontagebau Vehlitz, Gefahrenbeurteilung, FUGRO-HGN GmbH, 16.07.2010
- /6/ LAGA Länderarbeitsgemeinschaft Abfall – Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen -Technische Regeln-, LAGA, Stand 6.11.1997
- /7/ Datengrundlage für: Bericht für die Staatsanwaltschaft Stendal zur Erkundung und Charakterisierung der bergbaulichen Verfüllung des Tontagebaus Vehlitz, FUGRO-HGN GmbH NL Torgau, in Bearbeitung
- /8/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Dezember 2004
- /9/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz- BBodSchG) vom 17. März 1998, BGBl. I S. 502
- /10/ Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG), vom 23.05.1949, zuletzt geändert durch das Gesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2248)
- /11/ Gesetz über die öffentliche Sicherheit und Ordnung des Landes Sachsen-Anhalt (SOG LSA) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2003, GVBl. LSA 2003, S. 214
- /12/ Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), Artikel 1 G. v. 31.07.2009 BGBl. I S. 2585; Geltung ab 01.03.2010,
- /13/ Mitteilung des LAGB Sachsen Anhalt über die bis Juni 2010 für vom LAGB veranlassten Arbeiten im TTB Vehlitz angefallenen Kosten, (E-Mail vom 16.08.2010)





Projekt: TTB Vehlitz, Sicherungskonzept

Maßstab: 1:25.000

Komm.-Nr.: 7.22.007.9.2

Bearbeiter: R. Goesel

Erstellt: August 2010

Quelle:

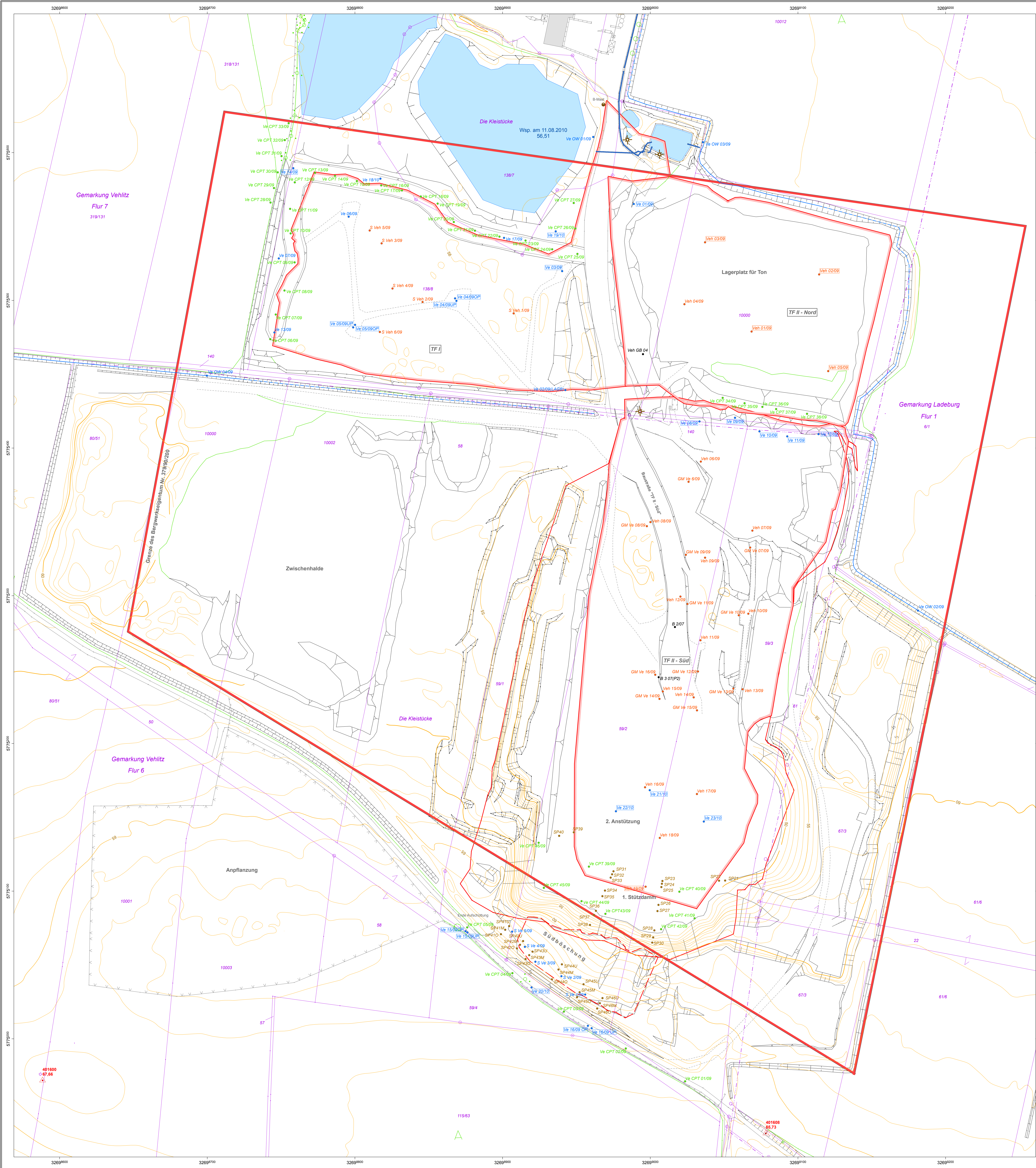
Anlage: 1

Übersichtskarte

HGN  
FUGRO-HGN GmbH

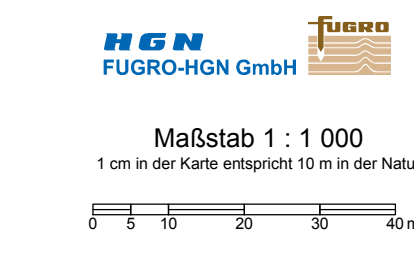






Zeichenerklärung

- Flächen**
- Gebäude
  - Gewässer
- Böschungen**
- Böschung, allgemein
  - Abraumböschung
  - Gewinnungsböschung
  - Kippenböschung
- Grenzen**
- Berechtsamsgrenze
  - Abbau- und Verfüllbereich nach Risswerk
  - Verfüllbereich nach Risswerk ergänzt mit Vermessungsdaten FHGN und Standortkenntnissen
  - Abbau- und Verfüllbereich, vermutet
- Katastralsituation**
- Flurstück mit Nummer
  - Flurgrenze
- Topographie**
- Mauer
  - Zaun
  - bestehen bleibende Straße/ Zuwegung
  - temporäre Baustraße
  - Graben, wasserführend
  - Graben, period. wasserführend
  - Nutzungsartengrenze
- Leitungen**
- Wasserleitung
  - Elektroleitung
- Relief**
- 10 m - Höhenlinie
  - 5 m - Höhenlinie
  - 1 m - Höhenlinie
- Messpunkte**
- Erkundungsbohrung STA
  - ausgebaute Messstelle STA/LAGB
  - Gasmessstelle LAU für STA
  - Baggerschürfe STA
  - Suchschachtung STA/LAGB
  - Erkundungsbohrung LAGB
  - ausgebaute Messstelle LAGB - u. a. mit Angaben zu OP - oberer GW-Pegel UP - unterer GW-Pegel
  - Baggerschürfe LAGB
  - Oberflächenwassermessstelle
  - Setzungs- und Böschungsmonitoring
  - Drucksondierung
  - Gassammelbrunnen (Altbestand)
  - Altbohrung



Projekt: Tontagebau Vehlitz  
Thema: Tageriss  
Stand: 12. August 2010  
Komm.-Nr.: 7.22.007.9.2  
Vermessung: FUGRO Weinhold Engineering GmbH, G. Buchwald  
Kartographie: FUGRO-HGN GmbH, Fachgruppe GIS  
Lagebezug: ETRS89, WGS84-Ellipsoid, UTM-Abbildung Zone 32N  
Höhensystem: DHN92



Anlage 3.1: Prüfung geeigneter Einzelmaßnahmen zur Gefahrenabwehr - Bewertungsmatrix

Bewertungskriterium	Einzelmaßnahmen																												
	Einbauung Standort	Verbotsbeschränkung	einfache Abdeckung TF I	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF I	einfache Abdeckung TF II Nord (vorhandene Tonhalde)	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nord	einfache Abdeckung TF II Süd	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süd	qualifizierte Oberflächenabdichtung mit vollständiger Verfüllung TF II Süd	provisorische Gefassung (Vertikalbrunnen)	optimierte Gefassung Vertikalbrunnen	optimierte Gefassung Geiröhrten	optimierte Gefassung Kombination Vertikalbrunnen + Rigole	Methanoxidationschicht	Anstreichung Südböschung TF II Süd	Abtrag Verfüllung Oberseite Südböschung, standortbezogener Neuaufbau	Abflachung Südböschung TF II Süd	Stützwand	Rückbau von Teilvolumina der Ablagerung	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF I	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	In-Situ-Immobilisierung	Sickerwasserhaltung, On-Site-Behandlung	Sickerwasserhaltung, Entsorgung	Dichtwand	einfacher Grabenausbau in anstehendem Material	Grabenausbau mit Tondichtung	Wasserhaltung Oberflächenwasser	
Erreichbarkeit Maßnahmenstelle																													
Herstellung Verkehrssicherheit, Standort	++ erkennbare Zäunung/Abkürzung zu allen Gefahrenbereichen	-- Einfahrt nicht kontrollierbar, Zugang zu Gefahrenbereich möglich, hohes öffentliches Interesse (Neugier)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verhinderung Direktkontakt Abseger - Mensch, TF II Süd	0	0	0	0	0	0	++ Wirkungsfeld unterbrochen	++ Wirkungsfeld unterbrochen	++ Wirkungsfeld unterbrochen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-- Keine Wirkung, da Kontamination nur unvollständig beseitigt wird	0	++	-	0	0	0	0	0	0
Verhinderung von Gefährdungen, TF II Nord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	++ Oberflächenrinne Entlastung und Tiefenerosion zur beschleunigten Materialerosion	-- Keine ausreichende Wirksamkeit bei tiefenrisikoreichen Konzentrationen und Mengen	0	0	0	0	0	0	++	-	0	0	-	-- keine Wirkung auf randliche Gaseinwegpunkte (z.B. Feldtsanlagen)	nur Unterbrechung randlicher Gaseinwegpunkte bei Anbindung an qualifizierte Oberflächenabdichtung	0	
Verhinderung von Gefährdungen, TF II Süd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	++	--	0	0	0	0	0	0	++	-	0	0	-	0	0	0	0
Verhinderung Geruchbelastung, TF II Nord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	+	+	+	0	0	0	0	0	--	0	++	-	0	0	-	-- keine Wirkung auf randliche Gaseinwegpunkte (z.B. Feldtsanlagen)	nur Unterbrechung randlicher Gaseinwegpunkte bei Anbindung an qualifizierte Oberflächenabdichtung	0
Verhinderung Geruchbelastung, TF II Süd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	+	+	+	0	0	0	0	0	--	0	++	-	0	0	-	0	0	0
Herstellung Standsicherheit, TF II Süd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	++ Standsicherheit wird kurzfristig erreicht	++ keine kurzfristige Ausföhrung möglich, Standsicherheit wird langfristig gewährleistet	++ Standsicherheit wird erreicht	++ Standsicherheit wird erreicht	0	-- zusätzliche Berücksichtigung der Standsicherheit	0	0	0	0	0	0	0	0	
Verhinderung Sickerwasserzutritt TF I - Grundwasser	0	0	- Reduktion der Sickerwasserbildung (Versickerung)	+	unterstützende Wirkung durch Verhinderung von Sickerwasserneubildung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	++	-	- bei Absenkung wird verstärkter Zufluss aus Kiesecken aktiviert	- bei Absenkung wird verstärkter Zufluss aus Kiesecken aktiviert	++	0	0	0
Verhinderung Sickerwasserzutritt TF II Süd - Grundwasser	0	0	0	0	0	0	-- keine Barrierewirkung	++ Wirksam bei zusätzlicher Dimensionierung und Einbindung in anstehenden Ton	++ Wirksam bei Einbindung in anstehenden Ton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	++	-	++ Austritt wird verhindert	++ Austritt wird verhindert	++	0	0	0	0
Verhinderung Sickerwasserzutritt TF I - Kleinteiche	0	0	- Reduktion der Sickerwasserbildung (Versickerung)	+	unterstützende Wirkung durch Verhinderung von Sickerwasserneubildung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	-	-	-	+	0	0	0	0
Verhinderung Sickerwasserzutritt TF I - Südgärten	0	0	- Reduktion der Sickerwasserbildung (Versickerung)	+	unterstützende Wirkung durch Verhinderung von Sickerwasserneubildung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	-	-	+	0	-- keine Wirkung auf randliche Sickerwasserneueintritte (z.B. Feldtsanlagen)	Unterbrechung randlicher Gaseinwegpunkte bei Anbindung an qualifizierte Oberflächenabdichtung	0	
Verhinderung Sickerwasserzutritt TF II Nord - Kleinteiche	0	0	0	0	- aktuell durch stark reduzierte Versickerung (Sickerwasserneubildung) jedoch, langfristig durch Setzungsrisiken und fehlende Oberflächenverbesserung nachlassend	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	++	-	-	+	0	0	0	0	
Verhinderung Sickerwasserzutritt TF II Nord - Gärten	0	0	0	0	-	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	++	-	-	+	-- keine Wirkung auf randliche Sickerwasserneueintritte (z.B. Feldtsanlagen)	Unterbrechung randlicher Gaseinwegpunkte bei Anbindung an qualifizierte Oberflächenabdichtung	0		
Verhinderung Sickerwasserzutritt TF II Süd - Oberfläche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	++	-	++	++	0	0	0	0	0
Verhinderung Sickerwasserzutritt TF II Süd - Südgärten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	++	-	++	++	-- keine Wirkung auf randliche Sickerwasserneueintritte (z.B. Feldtsanlagen)	Unterbrechung randlicher Gaseinwegpunkte bei Anbindung an qualifizierte Oberflächenabdichtung	0		
Herstellung der Vorflut TF II Nord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	++ Vorflut wird gewährleistet (z.B. bei Durchleitung durch Kleiteiche)	++ Vorflut wird gewährleistet (z.B. bei Durchleitung durch Kleiteiche)	++ Vorflut wird gewährleistet (geringerer Pumpenstrom)	
Summen, Zielreichung, positiv	2	0	0	3	0	4	2	10	12	2	2	4	6	2	2	3	2	4	0	6	20	0	4	4	6	2	6	2	
Summen, Zielreichung, negativ	0	-2	-3	0	-4	0	-6	-2	0	-2	-2	0	0	-4	-7	-2	-2	0	-26	0	-2	-13	-5	-5	-4	-10	-2	0	
Kein Maßnahmenpaket erreichbar + Anzeichen (2):		x	x		x														x			x							

++ sehr gut geeignet  
+ geeignet  
0 neutral / kein Bezug  
- weniger geeignet  
-- nicht geeignet



Bewertungskriterium	Einzelmaßnahmen																												
	Einbauung Standort	Verbotsbeschränkung	einfache Abdeckung TF I	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF I	einfache Abdeckung TF II Nord (vorhandene Tonwände)	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nord	einfache Abdeckung TF II Süd	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süd	qualifizierte Oberflächenabdichtung mit vollständiger Verfüllung TF II Süd	provisorische Gefassung (Vertikabrünnen)	optimierte Gefassung Vertikabrünnen	optimierte Gefassung Gasbrünnen	optimierte Gefassung Kombination Vertikabrünnen + Röhre	Methanoxidationschicht	Anstreichung Stützböschung TF II Süd	Abrüst Verfüllung Oberseite Stützböschung, standortbezogener Neuaufbau	Abflachung Stützböschung TF II Süd	Stützwand	Rückbau von Teilvolumina der Ablagerung	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF I	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	In-Stummobilisierung	Sickerwasserhaltung, On-Site-Behandlung	Sickerwasserhaltung, Entsorgung	Dichtwand	einfacher Grabenausbau in anstehendem Material	Grabenausbau mit Tondichtung	Wasserhaltung Oberflächenwasser	
Machbarkeit / Ausführung																													
Standortbedingungen (geol. / hydrolog. / Setzungen)	o			++ keine planungs- und bautechnisch relevanten Setzungen oder sonstigen nachteiligen Bedingungen		++ Setzungen müssen planmäßig berücksichtigt werden	++ Setzungen müssen planmäßig berücksichtigt werden	++ Setzungen müssen planmäßig berücksichtigt werden	++ Setzungen müssen planmäßig berücksichtigt werden	- provisorisches System nicht ausreichend setzungsrobust	++ setzungsrobust herstellbar	++ setzungsrobust herstellbar	++ setzungsrobust herstellbar	++ keine Beeinträchtigungen	++ Aufbau Stützkörper führt zu Setzungen, jedoch hinsichtlich kein Wirkungsverlust zu befürchten	- ggf. Lastbegrenzung durch unklare Standsicherheitsverhältnisse (begleitendes Beobachtungsmonitoring) und u.U. Wasserhaltung in Kessime erforderlich	- Flächung Kessime (Grundwasserleiter)	++ keine Beeinträchtigungen		++ keine Beeinträchtigungen	Standsicherheit nach zeitigen Kennzustand nicht gewährleistet	- randlicher Wasserschlauch	- randlicher Wasserschlauch	++ keine Beeinträchtigungen	++ keine Beeinträchtigungen	++ keine Beeinträchtigungen	++ keine Beeinträchtigungen	++ keine Beeinträchtigungen	++ keine Beeinträchtigungen
Flächenbedarf	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz			++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz		++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ für Bauplatz u.U. temporäre Einbauung angrenzender Flächen (Feldweg, Acker) erforderlich	- Flächenentzug Feldweg und Acker	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz		++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz		++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	++ kein zusätzlicher Flächenbedarf (Bedarf für Umverlegung Vorflutvermessung TF II Nord bei evtl. Oberflächenabdichtung berücksichtigt)	++ kein zusätzlicher Flächenbedarf (Bedarf für Umverlegung Vorflutvermessung TF II Nord bei evtl. Oberflächenabdichtung berücksichtigt)	++ ausschließlich Flächen des TTB Vehltz	
Infrastrukturbedarf	o			++ kein Zusatzbedarf		++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	- Umverlegung Feldweg	++ kein Zusatzbedarf		++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf		++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	++ kein Zusatzbedarf	
Arbeits- und Emissionsschutz	o		nicht geeignet, Ausschluss	++ kein Eingriff in Ablagerung, Arbeiten unter Freiluftbedingungen		++ kein Eingriff in Ablagerung, Arbeiten unter Freiluftbedingungen	++ kein Eingriff in Ablagerung, Arbeiten unter Freiluftbedingungen	++ kein Eingriff in Ablagerung, Arbeiten unter Freiluftbedingungen	++ kein Eingriff in Ablagerung, Arbeiten unter Freiluftbedingungen	- im teilerlegenden Südbau u.U. erhöhte Geräuschbelastungen (zeitweilig Atemschutz)	- im teilerlegenden Südbau u.U. erhöhte Geräuschbelastungen (zeitweilig Atemschutz)	- im teilerlegenden Südbau u.U. erhöhte Geräuschbelastungen (zeitweilig Atemschutz)	- im teilerlegenden Südbau u.U. erhöhte Geräuschbelastungen (zeitweilig Atemschutz)	- im teilerlegenden Südbau u.U. erhöhte Geräuschbelastungen (zeitweilig Atemschutz)	- im teilerlegenden Südbau u.U. erhöhte Geräuschbelastungen (zeitweilig Atemschutz)	- im teilerlegenden Südbau u.U. erhöhte Geräuschbelastungen (zeitweilig Atemschutz)	- im teilerlegenden Südbau u.U. erhöhte Geräuschbelastungen (zeitweilig Atemschutz)	++ keine Eingriffe in Ablagerungskörper erforderlich, Arbeiten unter Freiluftbedingungen, kein Kontakt zu Abgasmaterial	++ keine Eingriffe in Ablagerungskörper erforderlich, Arbeiten unter Freiluftbedingungen, kein Kontakt zu Abgasmaterial	++ keine Eingriffe in Ablagerungskörper erforderlich, Arbeiten unter Freiluftbedingungen, kein Kontakt zu Abgasmaterial	++ keine Eingriffe in Ablagerungskörper erforderlich, Arbeiten unter Freiluftbedingungen, kein Kontakt zu Abgasmaterial	++ keine Eingriffe in Ablagerungskörper erforderlich, Arbeiten unter Freiluftbedingungen, kein Kontakt zu Abgasmaterial	++ keine Eingriffe in Ablagerungskörper erforderlich, Arbeiten unter Freiluftbedingungen, kein Kontakt zu Abgasmaterial	++ keine Eingriffe in Ablagerungskörper erforderlich, Arbeiten unter Freiluftbedingungen, kein Kontakt zu Abgasmaterial	++ keine Eingriffe in Ablagerungskörper erforderlich, Arbeiten unter Freiluftbedingungen, kein Kontakt zu Abgasmaterial	++ keine Eingriffe in Ablagerungskörper erforderlich, Arbeiten unter Freiluftbedingungen, kein Kontakt zu Abgasmaterial	++ keine Eingriffe in Ablagerungskörper erforderlich, Arbeiten unter Freiluftbedingungen, kein Kontakt zu Abgasmaterial		
Zeitbedarf	++ gering			++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar		++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	++ nach Planung der Gesamtanforderung kurzfristig ausführbar	
Verfahrenrisiko	++ gering, Standardverfahren			++ gering, Standardverfahren		++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	++ gering, Standardverfahren	
Wartung / Überwachung																													
Störhaftigkeit	++ ggf. mittelwellige Beschädigung / Zerstörung			++ gering, da keine relevanten Setzungen		++ temporäre Wirkung bis zum Abtragen der Hauptsetzungen, danach Entschärfung, ggf. abschließende Sicherung	++ temporäre Wirkung bis zum Abtragen der Hauptsetzungen, danach Entschärfung, ggf. abschließende Sicherung	++ temporäre Wirkung bis zum Abtragen der Hauptsetzungen, danach Entschärfung, ggf. abschließende Sicherung	++ temporäre Wirkung bis zum Abtragen der Hauptsetzungen, danach Entschärfung, ggf. abschließende Sicherung	- provisorisches System, Korrosionserosion und Setzungsrisiken können zu Störungen führen	++ gering bei setzungsrobuster Ausführung	++ gering bei setzungsrobuster Ausführung	++ gering bei setzungsrobuster Ausführung	++ setzungsrobust	++ störungsfrei	++ störungsfrei	++ störungsfrei	++ störungsfrei	++ störungsfrei	++ keine	++ keine für abgeblasene Maßnahmen	Beerrichtung durch Schwefelstoffe / Sulfiden in Sonnen- und Regen bei längerem Betrieb	++ gering	++ gering	++ gering	++ Verschied. Pumpe, Fräusgerät			
Wartungs- / Entsorgungsaufwand	++ Instandsetzung bei baubedingten Öffnungen (oder mittelwellige Zerstörung)			++ gering, da keine Setzungsrisiken zu erwarten		++ Geringer Aufwand über Verfüllungsaufwand, ggf. setzungsbedingte Entschärfung	++ Geringer Aufwand über Verfüllungsaufwand, ggf. setzungsbedingte Entschärfung	++ Geringer Aufwand über Verfüllungsaufwand, ggf. setzungsbedingte Entschärfung	++ Geringer Aufwand über Verfüllungsaufwand, ggf. setzungsbedingte Entschärfung	- bedarfsabhängige Korrosionswasserentnahme und Anpassung Auflastrohr an Setzungsverlauf, Röhre veranlagte	++ wartungslos ausführbar möglich	++ wartungslos ausführbar möglich	++ wartungslos ausführbar möglich	++ wartungslos ausführbar möglich	++ wartungslos ausführbar möglich	++ wartungslos ausführbar möglich	++ wartungslos ausführbar möglich	++ wartungslos ausführbar möglich	++ wartungslos ausführbar möglich	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	
Überwachungsaufwand	++ Kontrollbegehungen			++ Kontrollbegehungen		++ Setzungs- und FID-Messung	++ Setzungs- und FID-Messung	++ Setzungs- und FID-Messung	++ Setzungs- und FID-Messung	++ laufende Funktionsüberwachung im Anlagenbetrieb	++ maßnahmenbegleitende Förderngefangenfassung	++ maßnahmenbegleitende Förderngefangenfassung	++ maßnahmenbegleitende Förderngefangenfassung	++ maßnahmenbegleitende Förderngefangenfassung	++ maßnahmenbegleitende Förderngefangenfassung	++ maßnahmenbegleitende Förderngefangenfassung	++ maßnahmenbegleitende Förderngefangenfassung	++ maßnahmenbegleitende Förderngefangenfassung	++ maßnahmenbegleitende Förderngefangenfassung	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt	++ keine Nachsorge, Gefährdungsquelle vollständig beseitigt		
Kontrollierbarkeit Maßnahmen	++ Sichtkontrolle			++ Sichtkontrolle		++ Setzungsmonitoring, FID-Messungen	++ Setzungsmonitoring, FID-Messungen	++ Setzungsmonitoring, FID-Messungen	++ Setzungsmonitoring, FID-Messungen	++ nur über Förderngefangenfassung	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	++ Kameerabefahrung möglich	
Auswirkungen / Umweltverträglichkeit																													
Beeinträchtigung Anwohner / Dritter	o			++ keine Beeinträchtigung		++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	++ keine Beeinträchtigung	
Material- und Rohstoffverbrauch	++ Zaubermaterial			++ standortgereignetes Material		++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	++ standortgereignetes Material	
Abfallentsorgung	o			++ kein Abfall		++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	++ kein Abfall	
Energiebedarf Herstellung / Betrieb	o			++ Kraftstoff für Endbaugüter		++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	++ Kraftstoff für Endbaugüter	
Wirtschaftlichkeit																													
Investitionsbedarf	++ gering			++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme		++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme	++ gering, da vorhandene Infrastruktur (Kunststoffabdichtung) vorhanden, da keine relevanten Gasprobleme		
Betriebskosten	++ keine, ggf. Reparatur			++ keine Betriebskosten		++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	++ keine Betriebskosten	
Planungsaufwand																													
zusätzlicher Untersuchungs- und Planungsaufwand	++ keiner			++ keiner		++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	++ keiner	
Summen, gesamt, positiv	20			34		27	24	34	34	19	23	25	27	25	29	26	22	30		24	34		16	20	34	32	36	25	
Summen, gesamt, negativ	0			0		-2	-15	-3	-3	-7	-4	-2	-2	-6	-9	-4	-6	-3		-10	-19		-12	-12	-5	-10	-2	-1	
Gesamtbewertung:	20			34		25	9	31	31	12	19	23	25	19	20	22	14	28		14	15		4	8	29	22	36	24	

++ sehr gut geeignet  
+ geeignet  
o neutral / kein Bezug  
- weniger geeignet  
-- nicht geeignet

## Anlage 3.2: Geeignete Einzelmaßnahmen zur Erreichung der primären Maßnahmeziele, Rangfolge

Rangfolge	Maßnahme	Bewertung	
		primäres Maßnahmeziel	gesamt
<b>Herstellung Verkehrssicherheit, Standort</b>			
1	Einzäunung Standort	2	20
<b>Verhinderung Direktkontakt Ablagerung - Mensch, TF II Süd</b>			
1	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süc	2	30
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung mit vollständiger Verfüllung TF II Süc	2	28
3	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15
4	einfache Abdeckung TF II Süd	2	9
<b>Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord</b>			
1	optimierte Gasfassung Kombination Vertikalbrunnen + Rigole	2	25
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15
3	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nora	1	25
4	optimierte Gasfassung Gasrigolen	1	23
5	optimierte Gasfassung Vertikalbrunnen	1	19
6	provisorische Gasfassung (Vertikalbrunnen)	1	12
<b>Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd</b>			
1	optimierte Gasfassung Kombination Vertikalbrunnen + Rigole	2	25
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15
3	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süc	1	30
4	qualifizierte Oberflächenabdichtung mit vollständiger Verfüllung TF II Süc	1	28
5	optimierte Gasfassung Gasrigolen	1	23
6	provisorische Gasfassung (Vertikalbrunnen)	1	19
<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Nord</b>			
1	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15
2	optimierte Gasfassung Kombination Vertikalbrunnen + Rigole	1	25
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nora	1	25
3	optimierte Gasfassung Gasrigolen	1	23
4	Methanoxidationsschicht	1	19
<b>Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Süd</b>			
1	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süc	1	30
3	qualifizierte Oberflächenabdichtung mit vollständiger Verfüllung TF II Süc	1	28
4	optimierte Gasfassung Kombination Vertikalbrunnen + Rigole	1	25
5	optimierte Gasfassung Gasrigolen	1	23
6	Methanoxidationsschicht	1	19
<b>Herstellung Standsicherheit, TF II Nord</b>			
	Abtrag Tonhalde TF II Nord (siehe Kap. 6.1)	keine Bewertung in Anlage 3.1, da alternativlos	
<b>Herstellung Standsicherheit, TF II Süd</b>			
1	qualifizierte Oberflächenabdichtung mit vollständiger Verfüllung TF II Süc	2	28
1	Stützwana	2	28
2	Anstützung Südböschung TF II Süa	2	20
3	Abflachung Südböschung TF II Süd	2	14
4	Abtrag Verfüllung Oberseite Südböschung, standsicherer Neuaufbau	1	22
<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser</b>			
1	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF I	2	14
2	Dichtwand	1	34
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF I	1	34
<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser</b>			
1	Dichtwand	2	34
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süc	2	30
3	qualifizierte Oberflächenabdichtung mit vollständiger Verfüllung TF II Süc	2	28
3	Stützwand / Dichtwana	2	28
4	Abtrag Verfüllung Oberseite Südböschung, standsicherer Neuaufbau	2	22
5	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15
6	Sickerwasserhaltung, Entsorgung	2	8
7	Sickerwasserhaltung, On-Site-Behandlung	2	4
<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Kleiteiche</b>			
1	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF I	2	14
2	Dichtwand	1	34
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF I	1	34
<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Südgraben</b>			
1	Grabenausbau mit Tondichtung	2	36
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF I	2	14
3	Dichtwand	1	34
3	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF I	1	34
<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Kleiteiche</b>			
1	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15
2	Dichtwand	1	34
3	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nora	1	25
<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Graben</b>			
1	Grabenausbau mit Tondichtung	2	36
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15
3	Dichtwand	1	34
4	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nora	1	25
<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Oberfläche</b>			
1	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süc	2	30
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung mit vollständiger Verfüllung TF II Süc	2	28
3	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15
4	Sickerwasserhaltung, Entsorgung	2	8
5	Sickerwasserhaltung, On-Site-Behandlung	2	4
<b>Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Südgraben</b>			
1	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süc	2	30
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung mit vollständiger Verfüllung TF II Süc	2	28
3	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15
4	Sickerwasserhaltung, Entsorgung	2	8
5	Sickerwasserhaltung, On-Site-Behandlung	2	4
<b>Herstellung der Vorflut TF II Nord</b>			
1	Grabenausbau mit Tondichtung	2	36
2	Wasserhaltung Oberflächenwasser	2	24
3	einfacher Grabenausbau in anstehendem Material	2	22



Anlage 3.3: Auswahl von Einzelmaßnahmen zu Maßnahmekombinationen

Maßnahmekombination 1 - Sicherung

Rang	Maßnahmeziel / Einzelmaßnahme	Bewertung		Maßnahmeziel rechtzeitig erreichbar	Bemerkungen
		primäres Maßnahmeziel	gesamt		
Herstellung Verkehrssicherheit, Standort					
1	Einzäunung Standort	2	20	ja	keine
Verhinderung Direktkontakt Ablagerung - Mensch, TF II Süd					
1	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süd	2	30	ja	Teilabdeckung zur Verhinderung des Direktkontaktes kann als vorgeifender Bestandteil der Einzelmaßnahme erfolgen (siehe Maßnahmeziel: Verhinderung Gasfreisetzung TF II Süd).
Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord					
1	optimierte Gasfassung Kombination Vertikalbrunnen + Rigole	2	25	nein	Das im TF II Nord gebildete Gas wird durch die vorhandene Tonabdeckung am diffusen Austritt (ohne gesundheitsgefährdende Konzentrationen in der Atmosphäre) gehindert. Bei entsprechendem Gasdruck sind zwangsläufig lokale Austritte mit erhöhten Schadgaskonzentrationen zu erwarten. Für den Zeitraum von Planung und Fertigstellung der optimierten Gasfassung ist die Errichtung und der Betrieb einer provisorischen Gasfassung erforderlich.
Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd					
1	optimierte Gasfassung Kombination Vertikalbrunnen + Rigole	2	25	nein	Im TF II Süd können jederzeit setzungsbedingte Schäden auftreten, die zur Freisetzung von Schadgasen in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen führen können. Für den Zeitraum von Planung und Fertigstellung der optimierten Gasfassung wird empfohlen, als vorgeifenden Bestandteil der Einzelmaßnahme eine Gasdrainschicht mit Gasrigolen und einer Tonabdeckung zu errichten und an die provisorische Gasfassung (siehe TF II Nord) anzuschließen.
Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Nord					
2	optimierte Gasfassung Kombination Vertikalbrunnen + Rigole	1	25	nein	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord.
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nord	1	25	nein	
Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Süd					
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süd	1	30	nein	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd.
3	optimierte Gasfassung Kombination Vertikalbrunnen + Rigole	1	25	nein	
Herstellung Standsicherheit, TF II Nord					
	Abtrag Tonhalde TF II Nord	entfällt		ja	Der Abtrag der Tohalde wurde zur Herstellung der Standsicherheit eingeschätzt und zur Vorbereitung ergänzender Erkundungen sowie für die Ausführung von Sicherungsmaßnahmen als alternativlos bewertet.
Herstellung Standsicherheit, TF II Süd					
	Anstützung Südböschung	2	20	ja	erforderliche Sofortmaßnahme zur Unterbindung der Rutschungs-/Grundbruchgefahr und zur Sicherstellung der gefahrlosen Durchführung weiterer Erkundungsarbeiten.
2	Stützwand / Dichtwand	2	28	nein	Für den Zeitraum von Planung und Fertigstellung der Stützwand ist eine Anstützung der Südböschung zur Verhinderung von Rutschungen / eines Grundbruchs als Sofortmaßnahme zur Erstsicherung erforderlich.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser					
2	Dichtwand	1	34	ja	Die Einschätzung der rechtzeitigen Erreichbarkeit des Maßnahmeziels erfolgte unter der Maßgabe, dass der zu Grunde liegende Gefahrensachverhalt nicht abschließend verifiziert worden ist, und keine geeigneten Maßnahmen zur Verfügung stehen, um eine vorgeifende bzw. provisorische Sicherungsmaßnahme auszuführen. Sofern sich der Gefahrenverdacht bestätigt, kann die Dichtwand kurzfristig hergestellt werden, um den Transferpfad zu unterbinden.
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF I	1	34	ja	Sofern sich der Gefahrenverdacht bestätigt (s.o.: Dichtwand) kann die qualifizierte Oberflächenabdichtung, die nicht der unmittelbaren Unterbrechung des Transferpfades, sondern der nachhaltigen Unterbindung der Sickerwasserbildung dient, rechtzeitig hergestellt werden.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser					
2	Stützwand / Dichtwand	2	28	ja	Für dieses Maßnahmeziel erreichte die Dichtwand die höchste Bewertung. Da jedoch die Stützwand / Dichtwand für das Maßnahmeziel: Herstellung Standsicherheit TF II Süd auszuwählen war, entfällt an dieser Stelle die Dichtwand 8ohne Stützfunktion). Die aktuellen Sickerwasserverhältnisse im TF II Süd erfordern keine sofortige oder mittelfristige Unterbrechung des Transferpfades.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Kleiteiche					
2	Dichtwand	1	34	ja	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser.
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF I	1	34	ja	
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Südgraben					
1	Grabenausbau mit Tondichtung	2	36	ja	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Kleiteiche					
2	Dichtwand	1	34	ja	Nach derzeitiger Einschätzung liegen im TF II - Nord noch keine Sickerwasserverhältnisse vor, die eine sofortige Unterbrechung des Transferpfades erfordern.
2	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nord	1	25	ja	
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Graben					
1	Grabenausbau mit Tondichtung	2	36	ja	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Kleiteiche.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Oberfläche					
1	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süd	2	30	ja	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Südgraben					
1	qualifizierte Oberflächenabdichtung ohne vollständige Verfüllung TF II Süd	2	30	ja	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser.
Herstellung der Vorflut TF II Nord					
1	Grabenausbau mit Tondichtung	2	36	ja	Maßnahme dient nicht der unmittelbaren Gefahrenabwehr.
Unterbrechung des Transferpfades Sickerwasser-Oberflächenwasser					

Anlage 3.3: Auswahl von Einzelmaßnahmen zu Maßnahmekombinationen

Maßnahmekombination 2 - Vollständige Dekontamination

Rang	Maßnahmeziel / Einzelmaßnahme	Bewertung		Maßnahmeziel rechtzeitig erreichbar	Bemerkungen
		primäres Maßnahmeziel	gesamt		
Herstellung Verkehrssicherheit, Standort					
1	Einzäunung Standort	2	20	ja	keine
Verhinderung Direktkontakt Ablagerung - Mensch, TF II Süd					
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15	nein	Teilabdeckung zur Verhinderung des Direktkontaktes als ergänzende Sofortmaßnahmeerforderlich.
Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord					
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15	nein	Das im TF II Nord gebildete Gas wird durch die vorhandene Tonabdeckung am diffusen Austritt (ohne gesundheitsgefährdende Konzentrationen in der Atmosphäre) gehindert. Bei entsprechendem Gasdruck sind zwangsläufig lokale Austritte mit erhöhten Schadgaskonzentrationen zu erwarten. Für den Zeitraum von Planung und Fertigstellung der vollständigen Dekontamination ist die Errichtung und der Betrieb einer provisorischen Gasfassung erforderlich.
Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd					
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15	nein	Im TF II Süd können jederzeit setzungsbedingte Schäden auftreten, die zur Freisetzung von Schadgasen in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen führen können. Für den Zeitraum von Planung und Fertigstellung der vollständigen Dekontamination ist die Errichtung einer provisorischen Gasfassung, midestens bestehend aus Gasdrainschicht, Gasrigolen und Tonabdeckung erforderlich.
Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Nord					
1	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15	nein	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Nord.
Verhinderung Geruchsbelastung, TF II Süd					
1	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15	nein	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung von Gasfreisetzungen, TF II Süd.
Herstellung Standsicherheit, TF II Nord					
	Abtrag Tonhalde TF II Nord	entfällt		ja	Der Abtrag der Tohalde wurde zur Herstellung der Standsicherheit eingeschätzt und zur Vorbereitung ergänzender Erkundungen sowie für die Ausführung von Sicherungsmaßnahmen als alternativlos bewertet.
Herstellung Standsicherheit, TF II Süd					
	Anstützung Südböschung	2	20	ja	erforderliche Sofortmaßnahme zur Unterbindung der Rutschungs-/Grundbruchgefahr und zur Sicherstellung der gefahrlosen Durchführung weiterer Erkundungsarbeiten.
2	Stützwand / Dichtwand	2	28	nein	Für den Zeitraum von Planung und Fertigstellung der Stützwand ist eine Anstützung der Südböschung zur Verhinderung von Rutschungen / eines Grundbruchs als Sofortmaßnahme zur Erstsicherung erforderlich. Weitere Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit aller Böschungen bei Entnahme des Ablagerungskörpers sind mit hoher Wahrscheinlichkeit erforderlich.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser					
1	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF I	2	14	nein	Bei Bestätigung des Gefahrenverdachts, ist der Transferpfad durch eine Dichtwand zu unterbrechen, um fortgesetzte Schadstoffausträge bis zu vollständigen Dekontamination zu verhindern. Zudem ist die Dichtwand erforderlich, um Grundwasserzutritte zum TF I während der Arbeiten zur Dekontamination zu unterbinden.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser					
6	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15	ja	Die aktuellen Sickerwasserverhältnisse im TF II Süd erfordern keine sofortige oder mittelfristige Unterbrechung des Transferpfades.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Kleiteiche					
1	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF I	2	14	nein	Für den Zeitraum von Planung und Fertigstellung der vollständigen Dekontamination sind bei Bestätigung des Gefahrenverdachts von Sickerwasserausträgen in die Kleiteiche Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Es ist mindestens eine Dichtwand zur Unterbrechung des Transferpfades zu errichten, die zudem während der Dekontamination Wasserzutritte aus den Kleiteichen verhindert.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Südgraben					
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF I	2	14	nein	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung Sickerwasseraustritt TF I - Grundwasser.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Kleiteiche					
1	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15	ja	Nach derzeitiger Einschätzung liegen im TF II - Nord noch keine Sickerwasserverhältnisse vor, die eine sofortige oder mittelfristige Unterbrechung des Transferpfades erfordern.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Graben					
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15	ja	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Nord - Kleiteiche.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Oberfläche					
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15	ja	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser.
Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Südgraben					
2	vollständiger Rückbau der Ablagerung TF II	2	15	ja	Siehe Maßnahmeziel: Verhinderung Sickerwasseraustritt TF II Süd - Grundwasser.
Herstellung der Vorflut TF II Nord					
1	Grabenausbau mit Tondichtung	2	36	ja	Maßnahme dient nicht der unmittelbaren Gefahrenabwehr.
Unterbrechung des Transferpfades Sickerwasser-Oberflächenwasser					
	Rückbau Betriebsstraße Halde 1	entfällt		ja	Der Rückbau der Betriebsstraßen dient der Unterbindung des Schadstoffaustrags aus Betriebsstraßen aus Zement- / Ton-Abfall-Gemisch in Oberflächengewässer und wurde als alternativlos bewertet.
	Rückbau Betriebsstraße südlich TF I	entfällt		ja	

## Anlage 4.1: Kostenschätzung Maßnahmekombination 1 - Sicherung

## Ansätze der Kostenschätzung

Kostengröße	verwendter Ansatz	Menge für Kostenschätzung
geschätzter Zeitpunkt des Erreichens der vollständigen Sicherungswirkung, Weiterbetrieb provisorischer Gasfassung	2015	5 Jahre
Dauerbetrieb Gasfassung	In Anlehnung an Gasprognose bis ca. 2032	22 Jahre
Vervollständigung Zaun TF I, II Nord und II Süd	Gesamtlänge Einzaunung TF I, II Nord, II Süd und vorbereitetes Gewinnungsfeld (Betriebs- und Lagerflächen für Sicherungsarbeiten): ca. 2.000 m, vorhandener Zaun : 1.100 m, Rest 900 m	900 m
Beräumung Betriebsstraßen	Betriebsstraße Halde 1, Fläche nach Risswerk und Suchschürfen: ca. 4.800 m², mittlere Mächtigkeit (nach Suchschürfen): ca. 0,6 m, Volumen ca. 2.900 m³, Masse (Dichte 1,7 t/m³): ca. 4.900 t	2.900 m³ bzw. 4.900 t
	Betriebsstraße südlich TF I, Fläche nach Risswerk: ca. 1.200 m², mittlere Mächtigkeit (Annahme: wie Betriebsstraße Halde 1): ca. 0,6 m, Volumen: ca. 720 m³, Masse (Dichte 1,7 t/m³): ca. 1.200 t	720 m³ bzw. 1.200 t
	Betriebsstraße Oberseite Südböschung, Rückbau im Rahmen der Böschungssicherung erforderlich, geschätzte Fläche: ca. 700 m², mittlere Mächtigkeit: ca. 1,3 m, Volumen: ca. 910 m³, Masse (Dichte 1,7 t/m³): ca. 1.550 t	910 m³ bzw. 1.550 t
	Gesamt:	4.530 m³ bzw. 7.650 t
Dichtwand Westseite TF I (Grundwasserleiter), Ausführung bei Bestätigung des Gefahrenverdacht	Ausführung: Annahme Schlitzdichtwand (Dichtungsmaterial), Länge ca.: 100 m, Einbindetiefe (nach Ergebnissen Drucksondierungen Ve_CPT_28_09 bis 32_09 ) 8,0 - 13,0 m, Mittelwert: ca. 9,0 m	900 m²
Dichtwand Nordwestseite TF II Nord (Kleiteiche)	Ausführung Schlitzdichtwand, Länge ca.: 90 m, Einbindetiefe (nach Ergebnis Drucksondierung Ve_CPT_27_09 und analog Westseite TF I): ca. 9,0 m	800 m²
Dichtwand Nordseite TF I (Kleiteich)	Ausführung Bohrpfahlwand (Dichtungsmaterial), Länge ca. 200 m, Einbindetiefe (nach Ergebnissen Drucksondierungen Ve_CPT_13_09 bis 24_09) 3,0 - 13,0 m, Mittelwert: ca. 8,0 m	1.600 m²
Stützwand / Dichtwand TF II Süd, Südböschung	Ausführung Bohrpfahlwand (Beton, stahlarmiert), Länge ca. 230 m, Einbindetiefe 16 - 44 m (nach Ergebnissen Drucksondierungen Ve_CPT_02_09 bis 05_09, Annahme Einbindetiefe doppelte Sohltiefe des durchlässigen Horizontes), Mittelwert: ca. 30 m	6.900 m²
Qualifizierte Oberflächenabdichtung TF I	Ausführung Profilierung aus standorteigenem Ton, Grundfläche ca. 27.000 m, Oberflächengefälle 5 % (1 : 20)	30.000 m²
Profilierung, mineralische Dichtung TF II Nord	Ausführung Profilierung aus standorteigenem Ton, Grundfläche ca. 34.000 m, Oberflächengefälle 5 % (1 : 20), Volumen Profilierung: ca. 12.000 m³ (nur Einbau, größtenteils Abtragsarbeiten) zzgl. Setzungsverlust 10% des Ablagerungsvolumens (301.000 m³): 30.000 m³, Gesamtvolumen Profilierung ca. 42.000 m³	42.000 m³
Qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nord (ohne min. Dichtung)	Bestandteile: Kunststoffdichtungsbahn, Drainschicht, Wasserhaushaltsschicht, Begrünung	34.000 m²
Gasdrainschicht TF II Süd	Offene Fläche TF II Süd: ca. 25.000 m², Mächtigkeit Drainschicht: 1,0 m, Volumen 25.000 m³	25.000 m²
Profilierung, mineralische Dichtung TF II Süd	Ausführung Profilierung aus standorteigenem Ton, Grundfläche ca. 61.000 m, Oberflächengefälle 5 % (1 : 20), Volumen Profilierung: ca. 200.000 m³ zzgl. Setzungsverlust 10% des Ablagerungsvolumens (687.000 m³): ca. 69.000 m³, Gesamtvolumen Profilierung ca. 269.000 m³	269.000 m³
Qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Süd (ohne min. Dichtung)	Bestandteile: Kunststoffdichtungsbahn, Drainschicht, Wasserhaushaltsschicht, Begrünung	60.000 m²
Gasrigolen TF I Nord	Nur randlich Nord-, Ost- und Westseite, da Tonabdeckung nicht durchbrochen werden sollte.	500 m
Gasrigolen TF II Süd	Randlich West- und Ostseite und in kurzen Abschnitten (setzungsrobust!) auf Fläche. Mengenschätzung.	1500 m
Gasbrunnen	Anzahl geschätzt.	25
Graben mit Tondichtung (Südgraben)	Länge 250 m, mittlere Tiefe: ca. 1,5 m, Sohlbreite: ca. 1,0 m, Breite Böschungsoberkante: ca. 5,5 m, Tondichtung 0,5 m, Volumen Aushub (einschl. Aushub für Tondichtung): 8,6 m³/m, Volumen Toneinbau 3,7 m³/m	250 m
Graben mit Tondichtung Ost- und Nordseite TF II Nord	Länge 420 m, mittlere Tiefe: ca. 1,5 m, Sohlbreite: ca. 1,0 m, Breite Böschungsoberkante: ca. 5,5 m, Tondichtung 0,5 m, Volumen Aushub (einschl. Aushub für Tondichtung): 8,6 m³/m, Volumen Toneinbau 3,7 m³/m	420 m
Grabenertüchtigung Vorfeldentwässerung Ostseite TF II Süd	Nur Ertüchtigung, Länge ca. 400 m	400 m
Herstellung Vorfeldentwässerung Westseite TF II Süd	Geländeprofilierung: Fläche ca. 8.000 m², mittlere Mächtigkeit: ca. 0,6 m	4800 m³
	Errichtung Graben: Länge ca. 300 m, mittlere Tiefe ca. 0,5 m, Sohlbreite ca. 0,5 m, Volumen Aushub ca. 1,25 m³/m	300 m

Anlage 4.1: Kostenschätzung Maßnahmekombination 1 - Sicherung

Kostenschätzung

Pos.	Leistung	Anz.	Einh.	EP		GP	
				min.	max.	min.	max.
1	Sofortmaßnahmen						
1.1	Einzäunung Standort (Vervollständigung)	900	m	6,00 €	10,00 €	5.400,00 €	9.000,00 €
1.2	Erweiterung provisorische Gasfassung	1	psch.	30.000,00 €	60.000,00 €	30.000,00 €	60.000,00 €
1.3	Weiterbetrieb provisorische Gasfassung	5	a	20.000,00 €	30.000,00 €	100.000,00 €	150.000,00 €
2	Prioritäre Maßnahmen, Sicherungsmaßnahmen						
2.1	Grabenausbau						
2.1.2	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	15.000,00 €	25.000,00 €	15.000,00 €	25.000,00 €
2.1.3	Grabenausbau Südgraben	250	m	80,00 €	110,00 €	20.000,00 €	27.500,00 €
2.1.4	Grabenausbau Nord- und Ostseite TF II Nord						
2.1.3.1	Flächenerwerb	9.000	m²	0,40 €	0,60 €	3.600,00 €	5.400,00 €
2.1.3.2	Graben mit Tondichtung Ost- und Nordseite TF II Nord (Anteilig Herstellung der Vorflut)	420	m	80,00 €	110,00 €	33.600,00 €	46.200,00 €
2.1.3.3	Anschluss Vorflut TF II Nord an Westgraben (Annahme: Durchleitung Kleiteiche)	1	psch.	10.000,00 €	20.000,00 €	10.000,00 €	20.000,00 €
2.1.5	Herstellung Vorfeldentwässerung Westseite TF II Nord						
2.1.5.1	Flächenaufhöhung	4.800	m³	2,00 €	4,00 €	9.600,00 €	19.200,00 €
2.1.5.2	Grabenbau	300	m	15,00 €	25,00 €	4.500,00 €	7.500,00 €
2.1.6	Ertüchtigung Vorfeldentwässerung Ostseite TF II Süd	400	m	15,00 €	25,00 €	6.000,00 €	10.000,00 €
2.2	Herstellung Dichtwand TF I und TF II Nord						
2.2.1	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	150.000,00 €	200.000,00 €	150.000,00 €	200.000,00 €
2.2.2	Dichtwand Westseite TF I, Nordwestseite TF II Nord (Schlitzdichtwand)	1.700	m²	125,00 €	175,00 €	212.500,00 €	297.500,00 €
2.2.3	Dichtwand Nordseite TF I, (Bohrpfahlwand)	1.600	m²	200,00 €	250,00 €	320.000,00 €	400.000,00 €
2.3	Stützwand / Dichtwand Südböschung TF II Süd						
2.3.1	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	200.000,00 €	300.000,00 €	200.000,00 €	300.000,00 €
2.3.2	Herstellung Stützwand / Dichtwand (Bohrpfahlwand)	6.900	m²	250,00 €	300,00 €	1.725.000,00 €	2.070.000,00 €
2.4	qualifizierte Oberflächendichtung TF I						
2.4.1	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	50.000,00 €	100.000,00 €	50.000,00 €	100.000,00 €
2.4.2	Erdarbeiten Oberflächenabdichtung, einschl. Randbereiche und Entwässerung	30.000	m³	4,00 €	6,00 €	120.000,00 €	180.000,00 €
2.5	Herstellung Gasfassung Kombination Vertikalbrunnen + Gasrigolen (TF II)						
2.5.1	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	50.000,00 €	75.000,00 €	50.000,00 €	75.000,00 €
2.5.2	Gasrigolen	2.000	m	250,00 €	500,00 €	500.000,00 €	1.000.000,00 €
2.5.3	Vertikalbrunnen einschl. Anschlussbauwerke und Leitungen	25	Stk.	10.000,00 €	15.000,00 €	250.000,00 €	375.000,00 €
2.5.4	Betriebskosten Gasbehandlungsanlage (einschl. Anlagenmiete)	17	a	25.000,00 €	65.000,00 €	425.000,00 €	1.105.000,00 €
2.6	qualifizierte Oberflächendichtung TF II Nord einschl. Entwässerung						
2.6.1	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	60.000,00 €	90.000,00 €	60.000,00 €	90.000,00 €
2.6.2	Profilierung / min. Dichtungsschicht (z.T. Umlagerung Tonmaterial Resthalde TF II Nord)	42.000	m³	2,00 €	4,00 €	84.000,00 €	168.000,00 €
2.6.3	qualifizierte Oberflächenabdichtung TF II Nord (Kunststoffdichtungsbahn, Drainschicht, Wasserhaushaltsschicht, Begrünung)	34.000	m²	60,00 €	80,00 €	2.040.000,00 €	2.720.000,00 €
2.7	qualifizierte Oberflächendichtung TF II Süd						
2.7.1	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	60.000,00 €	120.000,00 €	60.000,00 €	120.000,00 €
2.7.2	Liefern und Einbau Gasdrainschicht	25.000	m³	10,00 €	15,00 €	250.000,00 €	375.000,00 €
2.7.3	Profilierung / min. Dichtungsschicht (Standortmaterial, einschl. Baustellentransport)	269.000	m³	4,00 €	6,00 €	1.076.000,00 €	1.614.000,00 €
2.7.4	qualifizierte Oberflächenabdichtung (mineralische Dichtung, Kunststoffdichtungsbahn, Drainschicht, Wasserhaushaltsschicht, Begrünung)	61.000	m²	70,00 €	90,00 €	4.270.000,00 €	5.490.000,00 €
2.7.5	Ertüchtigung Westbecken (Auffangbecken Oberflächenabfluss)	1	psch.	10.000,00 €	20.000,00 €	10.000,00 €	20.000,00 €
2.7.6	Herstellung Pumpstation Westbecken und Ableitung Südgraben	1	psch.	10.000,00 €	20.000,00 €	10.000,00 €	20.000,00 €
2.7.7	Betrieb Pumstation Westbecken	25	a	5.000,00 €	8.000,00 €	125.000,00 €	200.000,00 €
2.8	Rückbau Betriebsstraßen						
2.8.1	Rückbau Betriebsstraße Halde 1 und südlich TF I und Südböschung	4.530	m³	4,00 €	6,00 €	18.120,00 €	27.180,00 €
2.8.2	Wiederherstellung Betriebsstraße südl. TF I, einschl. Materiallieferung	1.200	m²	15,00 €	20,00 €	18.000,00 €	24.000,00 €
2.8.3	Entsorgung Abfall aus Rückbau Betriebsstraßen	7.650	t	50,00 €	85,00 €	382.500,00 €	650.250,00 €
3	Sonstiges						
3.1	Sonstige Leistungen (Planung, ergänzende Untersuchungen)	1	psch.	700.000,00 €	1.500.000,00 €	700.000,00 €	1.500.000,00 €
3.2	Monitoring, Nachsorge	30	a	20.000,00 €	30.000,00 €	600.000,00 €	900.000,00 €
3.3	Sicherheit für unvorhergesehene Kosten	10	%	13.943.820,00 €	20.400.730,00 €	1.394.382,00 €	2.040.073,00 €
Summen, netto:						15.338.202,00 €	22.440.803,00 €
Mwst. 19% (rechnerisch):						2.914.258,38 €	4.263.752,57 €
Summen, brutto: (rechnerisch):						18.252.460,38 €	26.704.555,57 €
Mittelwert, brutto:						22.478.507,98 €	



## Anlage 4.2: Kostenschätzung Maßnahmekombination 2 - vollständige Dekontamination

## Ansätze der Kostenschätzung

Kostengröße	verwendter Ansatz	Menge für Kostenschätzung
geschätzter frühester Zeitpunkt der Maßnahmedurchführung, Weiterbetrieb provisorischer Gasfassung	2014	4 Jahre
Einzäunung Standort	Zaun mit ausreichender Schutzwirkung gegen mutwillige Zutrittsversuche (erhebliche Gefahren während der Auskoffierung) Gesamtlänge Einzaunung TF I, II Nord, II Süd und vorbereitetes Gewinnungsfeld (Betriebs- und Lagerflächen für Sicherungsarbeiten): ca. 2.000 m	2.000 m
Beräumung Betriebsstraßen	Betriebsstraße Halde 1, Fläche nach Risswerk und Suchschürfen: ca. 4.800 m², mittlere Mächtigkeit (nach Suchschürfen): ca. 0,6 m, Volumen ca. 2.900 m³, Masse (Dichte 1,7 t/m³): ca. 4.900 t	2.900 m³ bzw. 4.900 t
	Betriebsstraße südlich TF I, Fläche nach Risswerk: ca. 1.200 m², mittlere Mächtigkeit (Annahme: wie Betriebsstraße Halde 1): ca. 0,6 m, Volumen: ca. 720 m³, Volumen (Dichte 1,7 t/m³): ca. 1.200 t	720 m³ bzw. 1.200 t
	Betriebsstraße Oberseite Südböschung, Rückbau im Rahmen der Böschungssicherung erforderlich, geschätzte Fläche: ca. 700 m², mittlere Mächtigkeit: ca. 1,3 m, Volumen: ca. 910 m³, Masse (Dichte 1,7 t/m³): ca. 1.550 t	910 m³ bzw. 1.550 t
	Gesamt:	4.530 m³ bzw. 7.650 t
Dichtwand Westseite TF I (Grundwasserleiter), Ausführung bei Bestätigung des Gefahrenverdachts	Ausführung Schlitzdichtwand (Dichtungsmaterial), Länge ca.: 100 m, Einbindetiefe (nach Ergebnissen Drucksondierungen Ve_CPT_28_09 bis 32_09) 8,0 - 13,0 m, Mittelwert: ca. 9,0 m	900 m²
Dichtwand Nordwestseite TF II Nord (Kleiteiche)	Ausführung Schlitzdichtwand, Länge ca.: 90 m, Einbindetiefe (nach Ergebnis Drucksondierung Ve_CPT_27_09 und analog Westseite TF I): ca. 9,0 m	800 m²
Dichtwand Nordseite TF I (Kleiteich)	Ausführung Bohrpfahlwand (Dichtungsmaterial), Länge ca. 200 m, Einbindetiefe (nach Ergebnissen Drucksondierungen Ve_CPT_13_09 bis 24_09) 3,0 - 13,0 m, Mittelwert: ca. 8,0 m	1.600 m²
Stützwand / Dichtwand TF II Süd, Südböschung	Ausführung Bohrpfahlwand (Beton, stahllarmiert), Länge ca. 230 m, Einbindetiefe 16 - 44 m (nach Ergebnissen Drucksondierungen Ve_CPT_02_09 bis 05_09, Annahme Einbindetiefe doppelte Sohltiefe des	6.900 m²
Graben mit Tondichtung (Südgraben)	Länge 250 m, mittlere Tiefe: ca. 1,5 m, Sohlbreite: ca. 1,0 m, Breite Böschungsoberkante: ca. 5,5 m, Tondichtung 0,5 m, Volumen Aushub (einschl. Aushub für Tondichtung): 8,6 m³/m, Volumen Toneinbau 3,7 m³/m	250 m
Graben mit Tondichtung Ost- und Nordseite TF II Nord	Länge 420 m, mittlere Tiefe: ca. 1,5 m, Sohlbreite: ca. 1,0 m, Breite Böschungsoberkante: ca. 5,5 m, Tondichtung 0,5 m, Volumen Aushub (einschl. Aushub für Tondichtung): 8,6 m³/m, Volumen Toneinbau 3,7 m³/m	420 m
Grabenertüchtigung Vorfeldentwässerung Ostseite TF II Süd	Nur Ertüchtigung, Länge ca. 400 m	400 m
Herstellung Vorfeldentwässerung Westseite TF II Süd	Geländeprofilierung: Fläche ca. 8.000 m², mittlere Mächtigkeit: ca. 0,6 m	4800 m³
	Errichtung Graben: Länge ca. 300 m, mittlere Tiefe ca. 0,5 m, Sohlbreite ca. 0,5 m, Volumen Aushub ca. 1,25 m³/m	300 m
Aushubarbeiten TF I	Gesamtvolumen Ablagerungskörper	240.000 m³
Rückbau Tonabdeckung TF II Nord und Anstützung Südböschung	Abdeckmaterial TF II Nord ca. 220.000 m³, Anstützung Südböschung ca. 40.000 m³	260.000 m³
Aushubarbeiten TF II Nord und Süd	Gesamtmenge Ablagerungskörper (hausmüllähnliche Abfälle) TF II Nord: ca. 301.000 m³, TF II Süd: ca. 687.000 m³	988.000 m³
Offene Wasserhaltung, Sickerwasserbeseitigung (TF I)	Förderung und Entsorgung von Sickerwasser während der Bauarbeiten in TF I, Schätzung.	30.000 m³
Offene Wasserhaltung, Sickerwasserbeseitigung (TF II Nord und Süd)	Förderung und Entsorgung von Sickerwasser während der Bauarbeiten in TF II, Schätzung.	50.000 m³
Entsorgung mineralischer Abfälle (TF I)	Volumen ca. 240.000 m³, Dichte ca. 1,7 t/m³	408.000 t
Entsorgung hausmüllähnlicher Abfälle (TF II Nord und Süd)	Volumen TF II Nord: ca. 301.000 m³, Volumen TF II Süd: ca. 687.000 m³, Gesamtvolumen ca. 988.000 m³, Dichte ca. 1,0 t/m³	988.000 m³
Rückverfüllung TF I	Annahme: vollständige Verfüllung	240.000 m³
Rückverfüllung TF II Nord	Annahme: Hohlform TT II Süd wird nicht vollständig verfüllt. Resthohlfotm mit Böschungsanstützung. Schätzung.	1.500.000 m³

Anlage 4.2: Kostenschätzung Maßnahmekombination 2 - vollständige Dekontamination

Kostenschätzung

Pos.	Leistung	Anz.	Einh.	EP		GP	
				min.	max.	min.	max.
1	Sofortmaßnahmen						
1.1	Einzäunung Standort	2.000	m	25,00 €	40,00 €	50.000,00 €	80.000,00 €
1.2	Erweiterung provisorische Gasfassung	1	pausch.	30.000,00 €	60.000,00 €	30.000,00 €	60.000,00 €
1.3	Weiterbetrieb provisorische Gasfassung	4	a	20.000,00 €	30.000,00 €	80.000,00 €	120.000,00 €
2	Prioritäre Maßnahmen, Sicherungsmaßnahmen						
2.1	Grabenausbau						
2.1.2	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	2.000,00 €	4.000,00 €	2.000,00 €	4.000,00 €
2.1.3	Grabenausbau Südgraben	250	m	80,00 €	110,00 €	20.000,00 €	27.500,00 €
2.1.4	Grabenausbau Nord- und Ostseite TF II Nord						
2.1.3.1	Flächenerwerb	9.000	m²	0,40 €	0,60 €	3.600,00 €	5.400,00 €
2.1.3.2	Graben mit Tondichtung Ost- und Nordseite TF II Nord (Anteilig Herstellung der Vorflut)	420	m	80,00 €	110,00 €	33.600,00 €	46.200,00 €
2.1.3.3	Anschluss Vorflut TF II Nord an Westgraben (Annahme: Durchleitung Kleiteiche)	1	psch.	10.000,00 €	20.000,00 €	10.000,00 €	20.000,00 €
2.1.5	Herstellung Vorfeldentwässerung Westseite TF II Nord						
2.1.5.1	Flächenaufhöhung	4.800	m³	2,00 €	4,00 €	9.600,00 €	19.200,00 €
2.1.5.2	Grabenbau	300	m	15,00 €	25,00 €	4.500,00 €	7.500,00 €
2.1.6	Ertüchtigung Vorfeldentwässerung Ostseite TF II Süd	400	m	15,00 €	25,00 €	6.000,00 €	10.000,00 €
2.2	Herstellung Dichtwand TF I und TF II Nord						
2.2.1	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	2.000,00 €	4.000,00 €	2.000,00 €	4.000,00 €
2.2.2	Dichtwand Westseite TF I, Nordwestseite TF II Nord (Schlitzdichtwand)	1.700	m²	100,00 €	150,00 €	170.000,00 €	255.000,00 €
2.2.3	Dichtwand Nordseite TF I, (Bohrpfahlwand)	1.600	m²	150,00 €	200,00 €	240.000,00 €	320.000,00 €
2.3	Stützwand / Dichtwand Südböschung TF II Süd						
2.3.1	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	15.000,00 €	25.000,00 €	15.000,00 €	25.000,00 €
2.3.2	Herstellung Stützwand / Dichtwand (Bohrpfahlwand)	6.900	m²	250,00 €	300,00 €	1.725.000,00 €	2.070.000,00 €
2.4	Rückbau Betriebsstraßen						
2.4.1	Rückbau Betriebsstraße Halde 1, südlich TF I, oberhalb Südböschung	4.530	m³	2,00 €	4,00 €	9.060,00 €	18.120,00 €
2.4.2	Wiederherstellung Betriebsstraße südl. TF I, einschl. Materiallieferung	1.200	m²	10,00 €	15,00 €	12.000,00 €	18.000,00 €
2.5	Rückbau der Ablagerung TF I						
2.5.1	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	5.000,00 €	8.000,00 €	5.000,00 €	8.000,00 €
2.5.2	Aushubarbeiten, einschl. Abdeckmaterial, einschl. Aufwendungen für Arbeits- und Emissionsschutz	240.000	m³	10,00 €	15,00 €	2.400.000,00 €	3.600.000,00 €
2.5.3	offene Wasserhaltung, Sickerwasserbeseitigung	30.000	m³	10,00 €	15,00 €	300.000,00 €	450.000,00 €
2.5.4	Rückverfüllung der Hohlform zur Wiedernutzbarmachung der Fläche, einschließlich Materiallieferung, Transport und Einbau	240.000	m³	7,00 €	17,00 €	1.680.000,00 €	4.080.000,00 €
2.6	Rückbau der Ablagerung TF II						
2.6.1	Baustelleneinrichtung	1	Stk.	500.000,00 €	1.000.000,00 €	500.000,00 €	1.000.000,00 €
2.6.2	Rückbau Abdeckung TF II Nord und Anstützung Südböschung TF II Süd	260.000	m³	2,00 €	3,00 €	520.000,00 €	780.000,00 €
2.6.3	Aushubarbeiten Ablagerung TF II Nord und Süd, einschl. Aufwendungen für Arbeits- und Emissionsschutz	988.000	m³	35,00 €	50,00 €	34.580.000,00 €	49.400.000,00 €
2.6.4	offene Wasserhaltung, Sickerwasserbeseitigung	50.000	m³	10,00 €	15,00 €	500.000,00 €	750.000,00 €
2.6.5	Rückverfüllung der Hohlform zur Wiedernutzbarmachung der Fläche, einschließlich Materiallieferung, Transport und Einbau	1.500.000	m³	7,00 €	17,00 €	10.500.000,00 €	25.500.000,00 €
2.7	Transportkonditionierung						
2.7.1	hausmüllähnliche Abfälle	988.000	t	4,00 €	6,00 €	3.952.000,00 €	5.928.000,00 €
2.7.2	mineralische Abfälle	408.000	t	3,00 €	5,00 €	1.224.000,00 €	2.040.000,00 €
2.8	Transport und Entsorgung						
2.8.1	hausmüllähnliche Abfälle	988.000	t	80,00 €	120,00 €	79.040.000,00 €	118.560.000,00 €
2.8.2	mineralische Abfälle	408.000	t	30,00 €	80,00 €	12.240.000,00 €	32.640.000,00 €
2.8.3	Entsorgung Abfall aus Rückbau Betriebsstraßen	7.650	t	30,00 €	80,00 €	229.500,00 €	612.000,00 €
3	Sonstiges						
3.1	Sonstige Leistungen (Planungen, Bauüberwachung, ergänzende Untersuchungen)	1	psch.	3.000.000,00 €	6.000.000,00 €	3.000.000,00 €	6.000.000,00 €
3.2	Sicherheit für unvorhergesehene Kosten	10	%	153.092.860,00 €	254.457.920,00 €	15.309.286,00 €	25.445.792,00 €
Summen, netto:						168.402.146,00 €	279.903.712,00 €
Mwst. 19% (rechnerisch):						31.996.407,74 €	53.181.705,28 €
Summen, brutto: (rechnerisch):						200.398.553,74 €	333.085.417,28 €
Mittelwert, brutto:						266.741.985,51 €	



