

HPC AG  
Am Stadtweg 8  
06217 Merseburg  
Telefon: +49(0)3461-341-0  
Telefax: +49(0)3461-341-332

---

Projekt-Nr.	Ausfertigungs-Nr.	Datum
<b>2170779</b>	<b>PDF</b>	<b>26. Juli 2018</b>

---

**Deponie DK 0 Freiesleben-Schacht, Mansfeld**  
**-Stand sicherheitsuntersuchung zu den geplanten Endböschungen-**

---

Auftraggeber

**Martin Wurzel HTS Baugesellschaft mbH**  
**Vatteröder Straße 13**  
**06343 Mansfeld**

**Bearbeiter:** **M.Sc. Josefine Lorenz-Arndt**  
**Dipl.Geol. Thomas Schwengfelder**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Text</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Allgemeine Angaben</b>	<b>4</b>
1.1 Zielstellung der Bearbeitung	4
1.2 Allgemeine Angaben zum geplanten Deponiekörper	4
1.3 Gründe, die eine Standsicherheitsuntersuchung erforderlich machen	5
<b>2. Ausgangszustand</b>	<b>5</b>
2.1 Vorbemerkung	5
2.2 Lage und räumliche Einordnung des geplanten Deponiestandorts	5
2.3 Geotechnische Situation	6
2.3.1 Allgemeine Geologische Situation	6
2.3.2 Hydrogeologische Situation	7
2.4 Bergbauliche Tätigkeiten im Bereich Halde Freiesleben-Schacht	7
<b>3. Technologie zur Herstellung des Deponiekörpers</b>	<b>8</b>
3.1 Entwicklung des Deponiekörpers	8
3.2 Endabdeckung	9
<b>4. Standorterkundung</b>	<b>10</b>
4.1 Vorbemerkung	10
4.2 Ergebnisse der Feld- und Laborversuche	10
4.2.1 Generelle Schichtenabfolge	10
4.2.2 Bodenphysikalische Laborversuche	12
4.3 Stoffliche Zusammensetzung des geplanten Deponiekörpers	13
<b>5. Bodenmechanische Kennwerte</b>	<b>14</b>
5.1 Vorbemerkung	14
5.2 Kennwertzusammenstellung	15
<b>6. Standsicherheitsuntersuchungen</b>	<b>16</b>
6.1 Vorbemerkungen	16
6.1.1 Geologisches Modell	16
6.1.2 Zu schützende Objekte	17
6.2 Nachweis der Grundbruch- und Böschungsbruchsicherheit	17
6.2.1 Sicherheitsdefinition	17
6.2.2 Berechnungsergebnisse und Bewertung	18

6.2.2.1	Vorbemerkung	18
6.2.2.2	Ergebnisse der Standsicherheitsberechnung	19
6.2.2.3	Bewertung	20
<b>6.3</b>	<b>Nachweis Gleitsicherheit Abdecksystem nach GDA-Empfehlungen</b>	<b>20</b>
6.3.1	Vorbemerkungen	20
6.3.2	Sicherheitsdefinition und Berechnungsansätze	21
6.3.3	Ansätze für die Gleitsicherheitsberechnung	22
<b>6.4</b>	<b>Ergebnisse der Gleitsicherheitsberechnung</b>	<b>23</b>
6.4.1	Handlungsempfehlungen	23
<b>6.5</b>	<b>Nachweis der Spreizsicherheit</b>	<b>23</b>
6.5.1	Vorbemerkung	23
<b>6.6</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>25</b>
<b>6.7</b>	<b>Bewertung</b>	<b>25</b>
<b>7.</b>	<b>Schlussbemerkung</b>	<b>25</b>

## Anhang

- 1 Bohrprofile der Kernbohrungen [U6]
- 2 Ergebnisse der Bodenphysikalischen Laboruntersuchungen
- 3 Geotechnische Berechnungen zur Böschungsstandsicherheit
- 4 Geotechnische Berechnungen zur Spreizsicherheit

## Anlagen

- 1 Rissdarstellung zum Abbau der Berghalde / Resthalde mit Betriebszustand vom 16.12.2016 und Darstellung der behördlich genehmigten Verfüllkörpers M: 1:1000
- 2 Rissdarstellung zum Abbau der Berghalde / Resthalde mit Betriebszustand vom 16.12.2016 und Darstellung des geplanten Endzustandes des Verfüllkörpers (Deponie) sowie Lage und Verlauf technologischer Profilschnitte M: 1:1000

## Unterlagen

- [U1] Angebotsabfrage mit Aufgabenstellung zur Standsicherheitsuntersuchung für Inertabfälle DK 0 Freiesleben-Schach Mansfeld, IGB, per E-Mail am 14.12.2017

- [U2] Antrag auf Plangenehmigung – Errichtung und Betrieb der Deponie für Inertabfälle DK 0 Freiesleben-Schacht, IGB, 14.03.2016
- [U3] Markscheiderische Stellungnahme zum Verkauf der Halde der Freiesleben-schächte in Großörna und Mansfeld an die Fa. Martin Wurzel Baugesellschaft mbH, Herr Focke, Markscheider, 04.09.2008
- [U4] Deponie Freieslebenschächte-Mansfeld, Peukert & Schwarz, Betriebsstand 16.12.2016, M: 1:1000
- [U5] Antrag auf Plangenehmigung - Errichtung und Betrieb der Deponie für Inertabfälle DK0 Freiesleben-Schacht, IGB Ingenieurbüro für Geologie und Bergbau Manfred Raetz, 14.03.2017
- [U6] Hydrogeologisches Gutachten für das Planfeststellungsverfahren – Errichtung und Betrieb der DK 0 am Standort Freiesleben-Schacht, R. Porsche Geoconsult, 07.02.2018
- [U7] Fachplanerische Erläuterungen zum Antrag auf Planfeststellung (Entwurf) – Deponie DK 0 Freiesleben-Schacht, HPC, 31.06.2018

Antrag

### Quellen

- [Q1] DIN 4022-3 - Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Bodenarten und Fels, Schichtenverzeichnis für Untersuchungen und Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben
- [Q2] DIN 4023:2006-02 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen
- [Q3] DIN 18122-2:2000-09: Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze
- [Q4] DIN 18123:2011-04 - Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung
- [Q5] DIN 18136:2003-11 - Untersuchung von Bodenproben - Einaxialer Druckversuch
- [Q6] Empfehlungen des AK 6.1 (Geotechnik der Deponiebauwerke), Fachsektion 6 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V, 15.08.2017

## **1. Allgemeine Angaben**

### **1.1 Zielstellung der Bearbeitung**

Seit 1993 betreibt die Martin Wurzel HTS Baugesellschaft mbH (HTS) am Standort Bergehalde Freiesleben-Schacht ein Schotterwerk. Nach dem Rückbau des Bergematerials plant der genannte Betreiber am gleichen Standort eine Deponie für Inertabfälle zu errichten.

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens ist die Standsicherheit der geplanten Endböschungen sowie des Abdecksystems nachzuweisen.

Auf Grundlage der Aufgabenstellung des Ingenieurbüros für Geologie und Bergbau (IGB), Dessau-Roßlau, vom 14.12.2016 wurde durch die HPC AG ein Angebot für die Standsicherheitseinschätzung der Deponie im Endstand erstellt, das am 24.02.2017 durch Herrn Jennes beauftragt wurde. Konkret sind die folgenden Fragestellungen zu bearbeiten:

- Böschungsbruchuntersuchung an der geplanten Endböschung nach DIN 4084
- Grundbruchberechnung zur Untersuchung der Standsicherheit des Deponieuntergrundes nach DIN 4084

Darüber hinaus ist die Gleitsicherheit der Abdeckung sowie die Spreizsicherheit zu belegen.

### **1.2 Allgemeine Angaben zum geplanten Deponiekörper**

Zum aktuellen Zeitpunkt wird der Abbau des Bergematerials auf der Halde Freiesleben-Schacht betrieben. Der Abbau soll bis zur Liegendfläche bei ca. 167 m NHN erfolgen. Eine Resthalde soll im Nordosten des geplanten Deponiestandortes als Denkmal erhalten bleiben.

Der Aufbau der geplanten Deponie soll anfänglich parallel zum Rückbau der Bergehalde Freiesleben-Schacht erfolgen. Dabei soll die geplante Deponie auf der ca. 10 ha großen Grundfläche der ehemaligen Bergehalde errichtet werden.

Geplant ist der Bau einer Deponie für Inertabfälle aus Bodenaushubmaterial und Bauschutt. Im Endzustand wird der Deponiekörper eine Gesamthöhe von ca. 30 m erreichen. Inklusiv einer 1,5 m mächtigen Rekultivierungsschicht wird der Topbereich der Deponie bei 202 m NHN liegen.

Die Errichtung der Deponie soll einen Zeitraum von ca. 25 Jahren umfassen. Anschließend erfolgt die Rekultivierung der Deponie und die Eingliederung der Flächen in die Folgenutzung als Wald- bzw. Landschaftsflächen.

### 1.3 Gründe, die eine Standsicherheitsuntersuchung erforderlich machen

Der Antrag auf Plangenehmigung wurde am 14.03.2016 durch Herrn Raetz (IGB) im Auftrag von HTS gestellt. Im Rahmen des Plangenehmigungsverfahrens wurden durch den Landkreis Mansfeld-Südharz auf Grundlage der beteiligten Fachbehörden Standsicherheitsnachweise der geplanten Endböschung und des Deponieuntergrundes gefordert.

Die Beurteilung der Standsicherheit des Deponiekörpers sowie der vorgesehenen Abdeckung ist gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) § 43 Bestandteil der zu erarbeitenden Antragsunterlagen auf Planfeststellung.

## 2. Ausgangszustand

### 2.1 Vorbemerkung

Der Rückbau der Halde ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht vollständig abgeschlossen. Im zentralen Bereich der Halde Freiesleben-Schacht Mansfeld erfolgte die Aufbereitung des Haldenmaterials zu Straßenbaustoffen. Die Arbeitsfläche (Planum) aus Zechsteinkalk lag gemäß [U4] bei ca. 180 m NHN. Das nahezu gesamte Gelände war von einer Umwallung aus Haldenmaterial umsäumt. Im Nordosten lehnte sich die Berghalde an eine natürliche Geländeböschung mit Maximalhöhen von 202 m NHN an.

### 2.2 Lage und räumliche Einordnung des geplanten Deponiestandorts

Land:	Sachsen-Anhalt
Landkreis:	Mansfeld-Südharz
Stadt:	Mansfeld
Gemarkung:	Mansfeld und Großörner
TK 25:	4334
TK 10:	4334-SO Großörner
Koordinaten:	Koordinatensystem ETRS89_UTM32, Höhenangaben in DHHN92
Hochwert:	5720000 - 5720380
Rechtswert:	671800 - 672480
Höhen:	167 – 202 m NHN

Der geplante Deponiestandort liegt in Sachsen-Anhalt auf dem Gelände der Bergehalde Freiesleben-Schacht zwischen Mansfeld und Hettstedt. Nördlich der Bergehalde liegt der Mansfelder Ortsteil Großörner. Zwischen Großörna und dem geplanten Deponiestandort verläuft die begradigte Wipper. Zum Zweck des Hochwasserschutzes wird die Wipper in Richtung Großörner durch einen Deich und in Richtung Berghalde / Deponiestandort durch einen Bahndamm eingefasst.

Der Deponiestandort wird im Nordwesten von einem ehemaligen Mühlgraben (Fuchsbach), im Süden durch einen befestigten Wirtschaftsweg und im Südwesten durch die Bundesstraße B 180 begrenzt. Die Zufahrt zur Bergehalde erfolgt im Nordosten über den Eingangsbereich mit Fahrzeugwaage.

## **2.3 Geotechnische Situation**

### **2.3.1 Allgemeine Geologische Situation**

Der Standort der Halde Freiesleben-Schacht liegt geologisch am Westrand der Mansfelder Mulde. Nach der geologischen Karte M 1:25.000, Blatt Leimbach, stehen am Standort die lithostratigraphischen Gruppen Zechstein und Buntsandstein an. Aufgrund der Muldenstruktur fallen die stratigraphischen Einheiten flach in Richtung Südosten ein. Buntsandstein und Zechstein streichen im Raum Hettstedt / Mansfeld an der Oberfläche aus. Bereichsweise werden die Schichten des Buntsandsteins und des Zechsteins durch Lößlehme und Hanglehme überdeckt. Im Bereich der Wipperrau werden die Festgesteinsschichten durch holozäne Sedimente (Flussschotter, Auelehm) überlagert.

Im Bereich der Deponieaufstandsfläche steht überwiegend Buntsandstein an. Der Buntsandstein wird gemäß geologischer Karte vorwiegend von Letten, d.h. Ton- und Schluffstein gebildet, in die Sandstein- und Rogensteinbänke eingeschaltet sein können. Die Schichten fallen leicht nach Südosten ein. Innerhalb der geplanten Deponieaufstandsfläche streicht der unterhalb des Buntsandsteins liegende Zechsteinkalk aus. Die stratigraphische Grenze zwischen Zechstein und unterem Buntsandstein verläuft durch das Untersuchungsgebiet in südwestlich-nordöstliche Richtung.

Der alte Wipperlauf ist anhand der Flurstücksgrenzen identifizierbar und verläuft danach ebenfalls unter der Deponieaufstandsfläche. Im Zuge bergbaulicher Aktivitäten im Raum Hettstedt wurde die Wipper begradigt und führt heute am geplanten Deponiestandort vorbei. Flussschotter und die darüberliegenden Auelehme sind im Auenbereich die obersten natürlich verbreiteten Schichten.

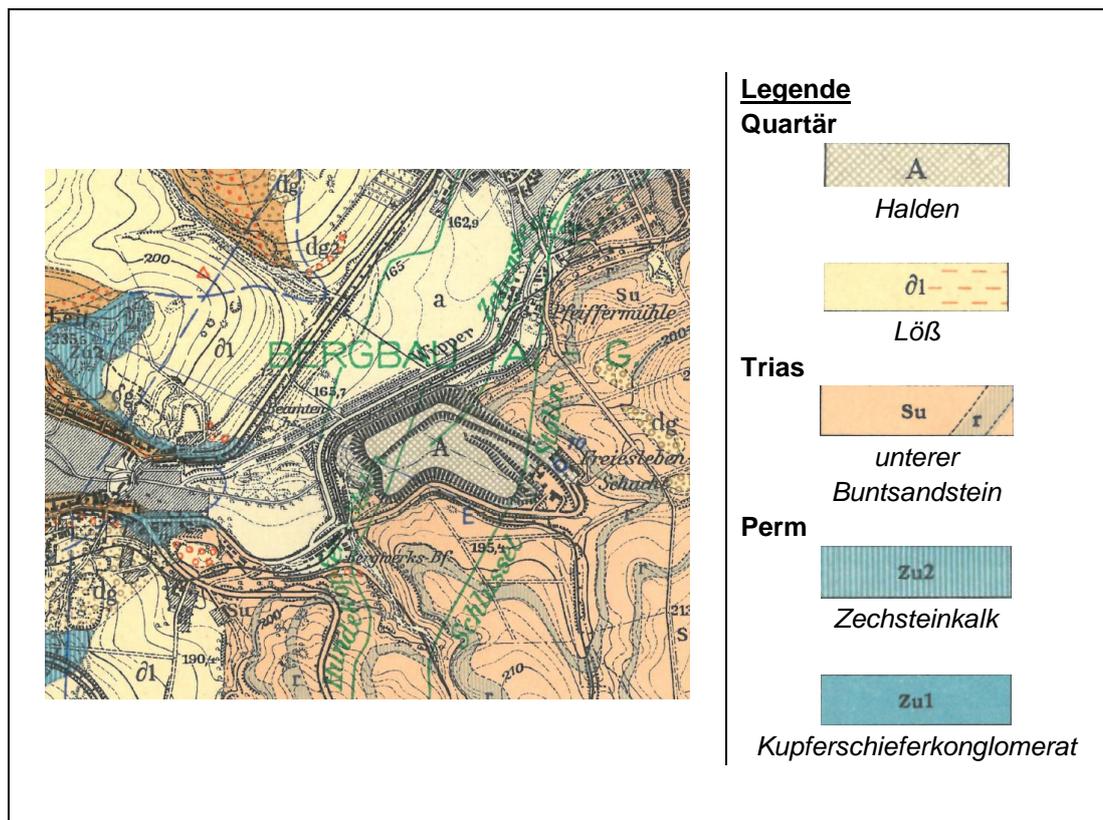


Abbildung 1: Geologische Karte Leimbach (Ausschnitt), 1:25.000, 1934

### 2.3.2 Hydrogeologische Situation

Die hydrogeologische Situation wurde im hydrogeologischen Gutachten [U6] hinreichend genau erkundet und beschrieben.

Zusammenfassend wurden zwei wasserführende Schichten erkundet. Im Nordwesten der Deponie ergibt sich eine Grundwasserführung innerhalb der Wipperschotter, ca. 5-6 m unterhalb der Deponiebasis.

Im zentralen und östlichen Bereich der Deponie wurde eine Schichtwasserführung innerhalb des Buntsandsteins festgestellt.

Der Grundwasserspiegel im Festgestein ist anthropogen beeinflusst. Er wird durch den im Untergrund querenden Schlüsselstollen auf dem Niveau von ca. 100 m NHN gehalten.

### 2.4 Bergbauliche Tätigkeiten im Bereich Halde Freiesleben-Schacht

Der geplante Deponiestandort ist durch den ehemaligen Bergbaubetrieb geprägt. Bis 1920 erfolgte im tieferen Untergrund der Abbau von Kupferschiefer. Noch heute sind Teile der Schachtanlagen der Freiesleben-Schächte sichtbar und für Kontrollzwecke in Betrieb. Die alte Bergehalde selbst ist im Zuge des Kupferschieferabbaus entstanden.

Gemäß der Markscheiderischen Stellungnahme vom 04.09.2008 [U3] verlaufen unterhalb des geplanten Deponiestandortes streckenförmige Grubenbaue des Bergbaus ohne Rechtsnachfolger „Hundeköpfer Stollen“, deren Zustand nach aktuellem Kenntnisstand ungeklärt ist. Insbesondere von den Lichtlöchern LL1 HU bis LL4 HU, die im Bereich der Aufstandsfläche der geplanten Deponie liegen, können möglicherweise bei der Freilegung Gefahren ausgehen. Bruchdurchmesser > 2m sind bei diesen oberflächennahen Grubenbauen (Teufe kleiner 30 m) nicht auszuschließen. Allerdings ist davon auszugehen, dass diese alten Schächte und Stollen verbrochen und mit Haldenmaterial verschüttet sind.

Darüber hinaus verläuft direkt unterhalb der Halde in etwa 100 m Teufe der zu Wasserhaltungszwecken angelegte Schlüsselstollen. Der Schlüsselstollen ist in bergrechtlicher Verantwortung der LMBV mbH und wird durch diese instandgehalten. Der unter der Betriebsfläche liegende Wetterschacht mit einer Teufe von >50 m stellt aufgrund der Verbrauchsmöglichkeit (der Verfüllzustand ist unklar) das größte mögliche Risiko dar. Unklar ist, ob der Wetterschacht mit dem Lichtloch 27 (LL27S) des Schlüsselstollens identisch ist.

Die Röhren der ehemaligen Freiesleben-Schächte 1-3 liegen nicht auf dem Betriebsgelände. Schacht 1 und 3 wurden verwahrt, Schacht 2 wird durch die LMBV weiter genutzt und instandgehalten. Die Standsicherheit der Bergehalde bzw. der künftigen Deponie wird durch die Schächte nicht berührt.

### **3. Technologie zur Herstellung des Deponiekörpers**

#### **3.1 Entwicklung des Deponiekörpers**

Die nordöstliche Ecke der Bergehalde bleibt als technisches Denkmal Resthalde unverändert erhalten. Der Deponiekörper wird sich an die Resthalde anlehnen und eine morphologische Einheit bilden.

Der Rückbau des sonstigen Haldenmaterials erfolgt bis zur Liegendbegrenzung. Beim Rückbau nicht verwertbare Gesteinsarten wie Gips und Anhydrit sowie Kupferschiefer/Schwarze Berge werden am Fuß der Resthalde konzentriert und überdeckt. Dadurch bleibt nach dem Haldenrückbau im Nordosten ein ca. 400 m langer und ca. 100 m breiter Restkörper der Halde stehen. Dieser Bereich wird weitestgehend durch unbelasteten Erdaushub (Fremdannahme) abgedeckt. Der Deponiekörper lehnt sich an die Westflanke der Resthalde an.

Der Bergehaldenrückbau und die Deponierung werden anfangs gleichzeitig erfolgen. Die Deponierung erfolgt jeweils in Kippscheiben mit einer Höhe von 5 bis 6 m zwischen der Liegendfläche im Niveau von 167 m NHN und der obersten Kippscheibe bei 200 m NHN.

Temporäre Böschungen werden als Steilböschungen bis 1 : 1,5 zugelassen. Außenböschungen werden schon im Zuge der Deponierung mit einer endgültigen Neigung von 1 : 2,5 hergestellt.

Die Endhöhe des Deponiekörpers beträgt nach der Rekultivierung im Topbereich max. 202 m NHN.

Im Endzustand wird ein Deponiekörper in zwei Deponiescheiben mit folgender Grundcharakteristik entwickelt:

- Gesamthöhe des Deponiekörpers: max. 35 m
- Anzahl der Deponiescheiben (DS): 2
- Neigung der Außenböschung: ca. 1 : 2,5
- Bermenbreite: ca. 8 m
- Einbaumaterial: Boden und Steine, Bauschutt, Straßenaufbruch, Ziegelbruch
- Einbau: Verkippung mittels LKW, Verdichtung durch überfahren
- Schichtstärke einer Einbauschicht: ca. 5-6 m

### 3.2 Endabdeckung

Die Rekultivierungsschicht wird abschnittsweise, jeweils nach Fertigstellung eines Böschungsabschnitts im Bereich der endgültigen Deponieoberfläche, als eine mindestens 1,5 m mächtige Schicht eingebaut und umgehend zur Erosionssicherung begrünt.

Als Rekultivierungsschicht werden bevorzugt Erdaushubmaterial und Böden aus der Region verwendet. Als qualitativer Maßstab gelten die Parameter und Grenzwerte gemäß DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 9.

Wichtige Funktion der Rekultivierungsschicht ist, neben der Reduzierung der Versickerung der Niederschläge in den Deponiekörper, die Optimierung des Wasserhaushaltes durch Speicherung des pflanzenverfügbaren Wassers im effektiven Wurzelraum. Die Rekultivierungsschicht bildet die durchwurzelbare Bodenschicht für die geplante Begrünung.

## 4. Standorterkundung

### 4.1 Vorbemerkung

Im Mai 2017 wurden im Rahmen der geologischen / hydrogeologischen und geotechnischen Erkundung 5 Erkundungsbohrungen durchgeführt [U6].

Die Erkundungsbohrungen wurden als Kernbohrungen bis 15 m unter GOK niedergebracht und zu Grundwassermessstellen (GWM) ausgebaut. Die Lage der durchgeführten Bohrungen ist in Anlage 2 dargestellt. In der Tabelle 1 sind die Bohrpunkte mit Ansatzhöhen und Bohrtiefen zusammengefasst.

**Tabelle 1: Zusammenstellung der Aufschlüsse, Stand 09/2017**

Aufschluss	Ansatzhöhe	Sondiertiefe (Endtiefe)	
		m u. GOK	m NHN
GWM 1	187,5	15	172,5
GWM 2	172,7	15	157,7
GWM 3	169,9	15	154,9
GWM 4	167,6	15	152,6
GWM 5	166,0	15	151,0

Die angetroffenen Bodenschichten wurden gemäß DIN 4022-3 [Q1] angesprochen, beurteilt und dokumentiert. Die Entnahme von Bodenproben wurde an erkennbaren Schichtgrenzen durchgeführt.

Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind entsprechend DIN 22475 und 4023 [Q2] als Bohrprofile im Anhang 1 dokumentiert.

### 4.2 Ergebnisse der Feld- und Laborversuche

#### 4.2.1 Generelle Schichtenabfolge

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse kann die in Abschnitt 2.2.1 beschriebene allgemeine geologische Situation bestätigt werden. Im Bereich der geplanten Deponie verläuft die stratigrafische Grenze zwischen Buntsandstein und Zechstein.

Die generelle erkundete Schichtenabfolge ist in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Schichtenaufbau und Schichtenmächtigkeit

Schicht-nummer	Verbreitungstiefe bis max. [m u. GOK]	Schichtdicke [m] (von-bis)	Bezeichnung DIN 4023	Bodengruppe DIN 18 196	Geologische Bezeichnung
<b>Anthropogene Auffüllungen / Oberboden</b>					
S 1	2,0	2,0	G, s, x	[GW]-[GU*]	<b>Haldenmaterial</b> (Kies, sandig, steinig)
<b>Quartär</b>					
S 2	4,0	2,0	U, fs, t, g	UL	<b>Auelehm:</b> (Schluff, feinsandig, tonig)
S 3	8,0	4,0	G, s, x, u; G, s, u	GU	<b>Wipperschotter</b> (Kies, sandig, steinig, schluffig)
S 4	3,1	2,1	U, t'-t, s, g-g'	GT*-TM	<b>Hanglehm</b> (Schluff, schwach tonig, sandig, kiesig)
<b>Trias (unterer Buntsandstein)</b>					
S 5	15	12	S, g, u, x; U, t, s, g, x	UL, SU*, GU*	<b>Buntsandstein, zersetzt</b>
<b>Perm (Zechstein)</b>					
S 6	11,6	3,9	U, t, fs	UM	<b>Zechstein, zersetzt / Residualboden</b>
S 7	15	3,5			<b>Tonstein-Kalkstein</b>

In den Kernbohrungen wurde zunächst das Haldenmaterial (S1) aufgeschlossen, das im Rahmen der Rückbauarbeiten bis zur Liegendfläche vollständig abgebaut werden soll.

Im Westen / Nordwesten der geplanten Deponie wurden unterhalb des Haldenmaterials die sedimentären Ablagerungen der Wipper mit Auelehm (S2) und Wipperschotter (S3) in den Bohrungen der GWM 4 und GWM 5 aufgeschlossen. Der bindige Auelehm aus feinsandigen Schluffen wurde mit Mächtigkeiten von bis zu 2,0 m erkundet. Die den Auelehm unterlagernden kiesig-sandigen Wipperschotter wurden mit Schichtmächtigkeiten von bis zu 4,0 m aufgeschlossen. Ab ca. 8,0 m unter GOK wurde der mäßig bis stark verwitterte Schluffstein aus dem Zechstein erbohrt. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab.

Die Kernbohrungen der GWM 1, GWM 2 und GWM 3 wurden östlich von GWM 4 und 5 niedergebracht. Bis zur Endteufe der Bohrungen (15 m) wurde der Zechstein nicht weiter erkundet. Unterhalb einer ca. 2,1 m mächtigen Schicht aus Hanglehm bzw. unterhalb des Haldenmaterials wurde Felsersatz aus dem Buntsandstein aufgeschlossen.

## 4.2.2 Bodenphysikalische Laborversuche

### Vorbemerkung

Zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten wurden aus den Bohrungen repräsentative Bodenproben entnommen und im Baugrundlabor der FCB GmbH sowie im Baugrundlabor BGI Brambach auf bodenphysikalische Eigenschaften untersucht. Folgende bodenphysikalische Laborversuche wurden durchgeführt:

- Kreisringscherversuch nach DIN 18137,
- Einaxialer Druckversuch nach DIN 18319,
- Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18123,
- Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122.

Die in den bodenphysikalischen Laborversuchen ermittelten Kennwerte werden in den Kennwertansätzen für die Standsicherheitsuntersuchungen berücksichtigt.

### Untersuchungen nach DIN 18122 und DIN 18123

Anhand der bindigen Lockergesteinsböden wurden bodenphysikalische Laborversuche nach DIN 18122 zur Ermittlung der Konsistenzzahl  $I_c$  und Plastizitätszahl  $I_p$  durchgeführt. Darüber hinaus wurden Korngrößenanalysen anhand einer repräsentativen Probe aus dem Wipperschotter durchgeführt.

**Tabelle 3: Ergebnisse der bodenphysikal. Laborversuche n. DIN 18122 und DIN 18123**

Probenbezeichnung	Bodenschicht/ Endnahmetiefe [m unter GOK]	Bodenart nach DIN 18196	Konsistenzzahl $I_c$ (Konsistenz <sup>*1</sup> )	Plastizitätszahl $I_p$ (Plastizität <sup>*2</sup> )
GWM 5	S 2/ 2,0 – 3,0	UL	0,92 (steif)	0,1 (plastisch)
GWM 3	S 4/ 5,0 – 6,0	TM	1,47 (fest)	0,14 (plastisch)
GWM 5	S 3/ 1,0 – 2,0	GU	n.b	n.b

\*1 abgeleitet nach  $I_c$

\*2 abgeleitet nach  $I_p$

n.b. ... nicht bestimmt

### Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit nach DIN 18136

Repräsentativ für den unterhalb der Deponie anstehenden Fels bzw. Felsersatz wurden aus der Bohrung der GWM 2 eine ungestörte Probe aus dem Buntsandstein und aus der Bohrung der GWM 5 eine ungestörte Probe

aus dem Zechstein entnommen. Anhand der Proben wurde die Bestimmung der Einaxialen Druckfestigkeit nach DIN 18136 [Q5] durchgeführt.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse des Einaxialen Druckversuches zusammengefasst. Aus der Einaxialen Druckfestigkeit  $q_u$  erfolgte darüber hinaus die Abschätzung der undränierter Scherfestigkeit  $c_u$  gemäß der nachfolgenden Formel:

$$c_u \approx 0,5 \cdot q_u$$

**Tabelle 4: Entnahme ungestörter Proben zur Untersuchung nach DIN 18136**

Probenbezeichnung/ Entnahmeort	Bodenschicht	Endnahmetiefe [m unter GOK]	$q_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Undränierter Scherfestigkeit $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
GWM 2	S 5	13,7 – 14,0	1871	930 - 940
GWM 5	S 7	12,0 – 12,25	109	50 - 55

#### Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN 18137

Anhand einer aus GWM 4 entnommenen ungestörten Probe erfolgte die Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN 18137 zur Bestimmung der Scherparameter des zersetzten Zechsteins. In der folgenden Tabelle 5 sind die Scherfestigkeitsparameter Reibungswinkel  $\varphi'_{r,k}$  und Kohäsion  $c'_{r,k}$  sowie die Parameter der Restscherfestigkeit  $\varphi'_{r,k}$  und  $c'_{r,k}$  zusammengefasst.

**Tabelle 5: Ergebnisse der Scherfestigkeitsbestimmung nach DIN 18137**

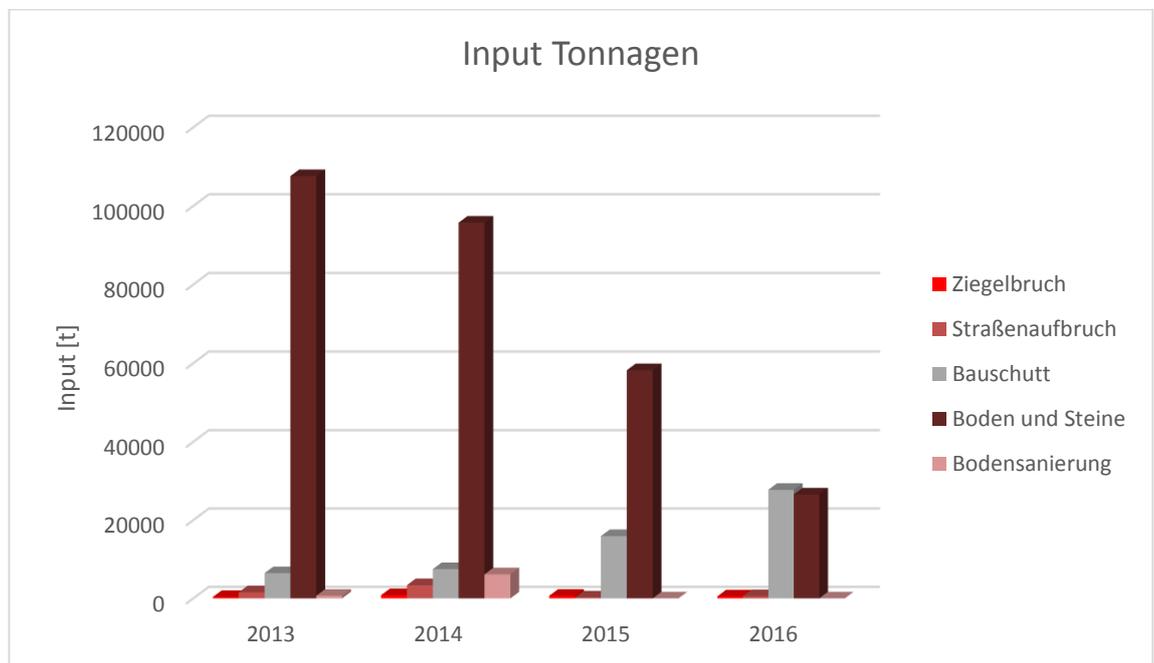
Probenbezeichnung/ Entnahmeort	Bodenschicht/ Endnahmetiefe [m unter GOK]	Reibungswinkel $\varphi'_{r,k}$ [°]	Kohäsion $c'_{r,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi'_{r,k}$ [°]	Kohäsion $c'_{r,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
GWM 4	S 6/ 14,0 – 14,4	27,2	9	17,7	-1

### 4.3 Stoffliche Zusammensetzung des geplanten Deponiekörpers

Zur Ermittlung von bodenmechanischen bzw. abfallmechanischen Kennwerten werden die Anteile des aktuell zur Anstützung eingebauten Materials (Input Tonnagen) aufgeschlüsselt. Insgesamt wurden in den Jahren 2013 bis 2016 die folgenden Abfallarten eingebaut:

- ca. 80% Anteile Boden und Steine
- ca. 16% Bauschutt
- ca. 2% feste Abfälle aus der Sanierung von Böden
- ca. 2% Straßenaufbruch (Steine, Sand, Kies)

In der folgenden Abbildung 2 ist die Entwicklung der Abfallströme aus den Zeiträumen 2013 bis 2016 dargestellt.



**Abbildung 2: Abfallströme der Deponie Freiesleben im Zeitraum 2013 bis 2016**

#### Schlussfolgerung:

Der Deponiekörper wird vorwiegend aus erdähnlichen Baustoffen, wie Boden und Steine sowie Bauschutt aufgebaut. Diese Böden können gemäß GDA, Abschnitt E 6-3 nach DIN 4022 benannt und beschrieben werden. In Anlehnung an die DIN 18169 kommen zur Benennung der Deponiestoffe aufgrund des breiten Korngrößenspektrums weitgestufte Kiese mit schluffigen Beimengungen (GU) infrage.

## 5. Bodenmechanische Kennwerte

### 5.1 Vorbemerkung

#### Deponieuntergrund

Der Deponieuntergrund wurde hinreichend durch Bohrungen erkundet [U6]. Den Bohrkernen wurden repräsentative Proben entnommen und anschließend im Labor auf bodenmechanische Eigenschaften untersucht. Anhand vorliegender bodenphysikalischer Untersuchungen (vgl. Kapitel 2.8.2) sowie unter Zugrundelegung der E-DIN 1055-2 erfolgte die Festlegung bzw. Abschätzung der Rechenwerte (cal) für die Standsicherheitsuntersuchung (Tabelle 6).

### Dränageschicht

Unterhalb des Deponiematerials erfolgt der Einbau einer 30cm dicken Dränageschicht. Hinsichtlich der geringen Mächtigkeit ist die Dränageschicht für die bodenmechanischen Betrachtungen nicht relevant.

### Deponiematerial

Bei der Festlegung der materialspezifischen Kennwerte wurden die technologischen Randbedingungen bzgl. der Deponieentwicklung (Kapitel 3) berücksichtigt.

Die stoff- und verdichtungsbezogenen Anisotropien im gesamten Deponiekörper werden durch Variantenuntersuchungen mit unterschiedlichen plausiblen Kennwertansätzen ausgeglichen. Der in der Modellberechnung einheitlich verwendete Kennwertansatz ist auf die in Kapitel 4.3 aufgeschlüsselten Abfallströme abgestimmt. Dabei erfolgte die Verwendung der Bodenkenngrößen für den Deponiekörper in Anlehnung an die E-DIN 1055-2 für Bodengruppen mit sehr weitgestuftem Material, wie beispielsweise GU mit lockerer bis maximal mitteldichter Lagerung.

### Oberflächenabdeckung

Zur Oberflächenabdeckung soll eine 1,5 m mächtige Rekultivierungsschicht aus Erdaushubmaterial aufgebracht werden. Für die Standsicherheitsberechnung sind daher in Anlehnung an die E-DIN 1055-2 Kennwerte der Bodengruppen UM und UL in steifer bis halbfester Konsistenz plausibel.

## **5.2 Kennwertzusammenstellung**

In nachfolgender Tabelle 6 sind die für die Berechnung der Böschungsbruchsicherheit maßgeblichen Berechnungskennwerte aufgeführt:

Tabelle 6: Kennwertzusammenstellung für Böschungsbruchberechnungen

Schicht Nr.	Schichtbenennung	Wichte des feuchten Bodens	Reibungswinkel des drainierten Bodens	Kohäsion des drainierten Bodens
		cal $\gamma$	cal $\varphi'$	cal $c'$
<b>Deponieaufbau</b>				
1	Abdeckschicht Oberflächenabdeckung	19,0-21,5	22,5 – 25,0	2-5
2	Deponiematerial inkl. Dränageschicht	18,0-22,0	27,5 – 30,0	0-2
<b>Deponieuntergrund</b>				
3	Auelehm	20-21,5	27,5	5-10
4	Wipperschotter	19 – 21,5	32,5-35,5	0
5	Hanglehm	20,5-21,5	27,5	2-5
6	Buntsandstein, zersetzt	20,0-22,5	30	5
7	Zechstein, zersetzt bis entfestigt	20,0-21,0	27,0 – 27,5	7-10

## 6. Standsicherheitsuntersuchungen

### 6.1 Vorbemerkungen

#### 6.1.1 Geologisches Modell

Auf Grundlage der Bohrerergebnisse (Abschnitt 4.2) sowie der geologischen Karten und Risswerke wurde im Rahmen der Planfeststellung ein geologisches und technologisches Modell für den Deponieaufbau und den Deponieuntergrund erstellt. Die Modellerstellung erfolgte mit dem Programm Civil 3D, Version 18. Für die erdstatischen Berechnungen (Grundbruch, Böschungsbruch und Spreizsicherheit) wurden im Modell geotechnische Schnitte festgelegt, an denen repräsentativ Standsicherheitsberechnungen durchgeführt wurden. Dabei wurden die im Bereich der Deponieaufstandsfläche unterschiedlichen geologischen Bedingungen berücksichtigt.

Die Lage der ausgewählten Schnitte ist in Anlage 3 dargestellt.

Repräsentativ für die gesamte Deponie wurden anhand von drei geotechnischen / geologischen Schnitten erdstatische Berechnungen durchgeführt:

- Profilschnitt 1-1: Verlauf von SO nach NW – Berechnung der Nordwestböschung

- Profilschnitt 2-2: Verlauf von NO nach SW – Berechnung der Südwestböschung
- Profilschnitt 3-3: Verlauf von N nach S – Berechnung der Südböschung

### 6.1.2 Zu schützende Objekte

Als zu schützende Objekte sind im Rahmen der zukünftigen Nutzung folgende Objekte anzusehen:

- Fuchsbach im Nordwesten des Deponiekörpers
- Anlagen der Oberflächen- und Sickerwasserfassung

## 6.2 Nachweis der Grundbruch- und Böschungsbruchsicherheit

### 6.2.1 Sicherheitsdefinition

Die bodenmechanischen Berechnungen wurden mit dem Programm GGU-STABILITY (Version 12.06) durchgeführt.

Die erdstatischen Berechnungen erfolgten auf Grundlage der Vorgaben und Empfehlungen des Eurocode 7 (EC 7). Die Berechnung und Bemessung von Ingenieurbauwerken ist in der DIN EN 1997-1:2014-03 in Verbindung mit dem nationalen Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010-12 geregelt. Das Nachweiskonzept verrechnet die Einwirkungen (E) und Widerstände (R) als Bemessungsgrößen (Index d) zur Ermittlung des Ausnutzungsgrades  $\mu$ :

$$E_d \leq R_d \text{ bzw. } \mu = \frac{E_d}{R_d} \leq 1$$

Beim Nachweis der Standsicherheit von Böschungen wird das Nachweisverfahren **GEO-3** angewendet. Bei diesem Nachweisverfahren wird der Bemessungswert des Widerstands des Bodens mit Bemessungswerten der Scherparameter  $\varphi_d$  und  $c_d$  ermittelt, die Teilsicherheitsbeiwerte also auf die Scherparameter im Sinne der Fellenius-Regel angewendet:

$$E_d \leq R_d(\varphi_d, c_d)$$

mit: Bemessungswert der Einwirkung:  $E_d = E_{G,k} \cdot \gamma_G + E_{Q,k} \cdot \gamma_Q$

Bemessungswerte der Scherparameter:  $\tan \varphi'_d = \frac{\tan \varphi'_k}{\gamma_\varphi}$

$$c_d = \frac{c_k}{\gamma_c} \quad c_{u,d} = \frac{c_{u,k}}{\gamma_{c_u}}$$

## 6.2.2 Berechnungsergebnisse und Bewertung

### 6.2.2.1 Vorbemerkung

Aufgrund der geplanten Deponiegeometrie sowie der geologischen Situation unterhalb des Deponiekörpers einschließlich geplanter Aufstandsfläche werden für die Berechnung der Böschungsstandsicherheit nach DIN 1084 ausschließlich gekrümmte (kreiszyklindrische) Prüfflächen maßgeblich und wurden demnach den erdstatischen Berechnungen zugrunde gelegt. Die Berechnungen wurden für die folgenden Bemessungssituationen durchgeführt:

#### Bemessungssituation 1: Ständige Bemessungssituation (BS-P)

- Ermittlung der Standsicherheit nach DIN 1084 ohne zusätzliche Lasten
- Ermittlung der Grundbruchsicherheit

#### Bemessungssituation 2: Vorübergehende Bemessungssituation (BS-T)

- Berechnung der Böschungsstandsicherheit unter zusätzlicher Lasteintragung, z.B. Verkehrslasten für die folgenden zwei Fälle:
  1. Befahren des Bermenbereiches mit einem Fahrzeug, z.B. Radlader
  2. Befahren der Deponie auf der OK Deponie mit einem Fahrzeug, z.B. Radlader

In den erdstatischen Berechnungen wurden die zusätzlichen Lasteintragungen infolge eingesetzter Gerätetechnik in Form von Ersatzlasten wie folgt berücksichtigt:

Radlast:	132,90 kN
Kettenbreite:	0,6 m
Kettenlänge:	3,0 m
Betriebsfahrzeug:	46,0 kN/m <sup>2</sup>

Die Berechnung der Böschungsstandsicherheit erfolgt sowohl für das gesamte Böschungssystem, als auch für die zwei Teilböschungen. Den Berechnungen werden die in Tabelle 6 zusammengestellten Bodenkennwerte zugrunde gelegt.

*Hinweis: Aufgrund der geplanten Deponieentwicklung (Basisdränage) wird die Ausbildung einer zusammenhängenden freien Grundwasseroberfläche im Deponiekörper (Ausbildung einer Sickerparabel) ausgeschlossen und daher nicht berücksichtigt.*

### 6.2.2.2 Ergebnisse der Standsicherheitsberechnung

Die ermittelten Standsicherheitsgrößen (Ausnutzungsgrade  $\mu$ ) sind in den bodenmechanischen Modellschnitten, die als Anhänge 3.1 bis 3.13 beigefügt sind, ersichtlich.

Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen (Böschungs- und Grundbruch) bei ständiger Bemessungssituation sind in der Tabelle 7 für die Nordwestböschung, Südwestböschung und Südböschung zusammengefasst. In Anhang 3 werden die Berechnungsergebnisse in Form von Berechnungsschnitten dargestellt.

**Tabelle 7: Ergebnisse der Grundbruch- und Böschungsberechnungen für BS-P**

Böschungsbereich/ Profilschnitt	Ausnutzungsgrad $\mu$ Nachweis erbracht, wenn: $\mu \leq 1,0$			Anhang
	Teilböschung	Gesamt- böschung	Grundbruch	
Nordwestböschung / Profilschnitt 1-1'	$\leq 0,85$	$\leq 0,65$	$\leq 0,78$	3.1 – 3.4
Südwestböschung / Profilschnitt 2-2'	$\leq 0,81$	$\leq 0,64$	$\leq 0,75$	3.5 – 3.8
Südböschung / Profilschnitt 3-3'	$\leq 0,66$	$\leq 0,64$	$\leq 0,47$	3.9 – 3.11

Die Standsicherheitsberechnung unter Lasteinwirkung erfolgt repräsentativ anhand des Profilschnittes 1-1' für die vorübergehende Bemessungssituation. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 8 zusammengefasst.

**Tabelle 8: Ergebnisse der Böschungsberechnung für BS-T**

Böschungsbereich/ Profilschnitt	Ausnutzungsgrad $\mu$ Nachweis erbracht, wenn: $\mu \leq 1,0$		Anhang
	Verkehrslast auf der Berme	Verkehrslast auf OK Deponie	
Nordwestböschung / Profilschnitt 1-1'	0,78	0,68	3.12 – 3.13

### 6.2.2.3 Bewertung

Gemäß den in der Tabelle 7 zusammengefassten Ergebnissen, wurde die Böschungsstandsicherheit bei ständiger Bemessungssituation für alle relevanten Böschungsbereiche der Deponie Freiesleben-Schacht nachgewiesen. Für die Teil- und Gesamtböschung an der Nordwestböschung, Südwestböschung und Südböschung wurde in allen Fällen ein Ausnutzungsgrad von  $\mu < 1,0$  ermittelt und somit der rechnerische Nachweis für die Böschungsstandsicherheit erbracht (Tabelle 7).

Auch die Grundbruchsicherheit wurde im gesamten Bereich der Deponieaufstandsfläche nachgewiesen. Für die Bewertung der Grundbruchsicherheit sind die unterhalb des Deponiekörpers liegenden natürlichen Bodenschichten relevant. Gemäß der in Kapitel 2.2.1 dargelegten allgemeinen geologischen Situation, sind für die Berechnungen die bodenmechanisch unterschiedlichen Bodenschichten zu berücksichtigen, d.h.:

- Nordwestböschung: Auelehme, Wipperschotter, Buntsandstein;
- Südwestböschung: Auelehme, Wipperschotter, Zechstein;
- Südböschung: Hanglehm, Buntsandstein (-zersatz), Zechstein.

Im Ergebnis wurden für alle betrachteten Fälle ein Ausnutzungsgrad  $\mu < 0,78$  ermittelt und der Nachweis für die Böschungsstandsicherheit  $\mu \leq 1,0$  gemäß Kapitel 6.2.1 erbracht.

Darüber hinaus wurde die Standsicherheit unter Lasteinwirkung (z.B. Radlader) untersucht. Im Ergebnis wurde ein Ausnutzungsgrad von  $\mu < 0,78$  ermittelt und die Standsicherheit der Böschung unter Lasteinwirkung nachgewiesen.

## 6.3 Nachweis Gleitsicherheit Abdecksystem nach GDA-Empfehlungen

### 6.3.1 Vorbemerkungen

Für die 1,5 m mächtige Abdeckung aus Oberboden ist die Sicherheit gegen Gleiten gemäß GDA-Empfehlungen (E 2-7) und unter Berücksichtigung der DIN 4084 durchzuführen. Die Überprüfung der Gleitsicherheit des Systems erfolgt für die bodenmechanisch relevante Trennfläche zwischen der Abdeckung (Oberboden) und dem Deponiematerial. Für die Trennfläche ist nachzuweisen, dass die maximal übertragbare Scherfestigkeit die Spannungen aus hangabwärts gerichteten Beanspruchungen mit erforderlicher Sicherheit aufnehmen kann.

Beim Einbau der Baustoffe ist im Rahmen der Qualitätssicherung zu gewährleisten, dass die in den Standsicherheitsuntersuchungen angesetzten Parameter auch in situ in dieser Größe erreicht werden.

### 6.3.2 Sicherheitsdefinition und Berechnungsansätze

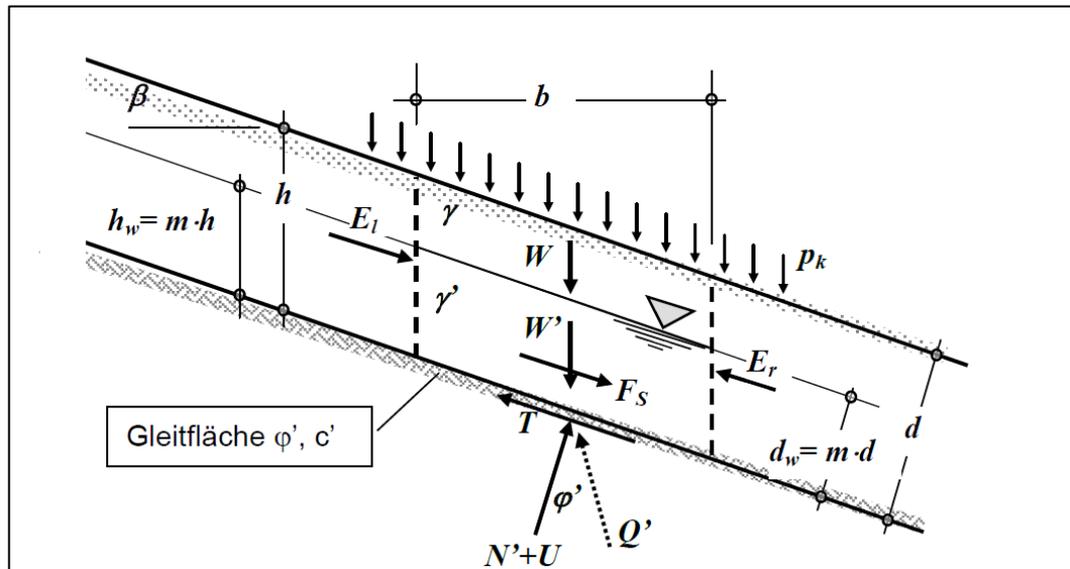
Maßgeblich für den Gleitsicherheitsnachweis sind die Teilböschungen des Endböschungssystems mit Neigungen von 1 : 2,5.

Die Berechnungen wurden gemäß "GDA – Empfehlungen Geotechnik der Deponien und Altlasten" [Q6] durchgeführt. Den Berechnungsansätzen liegt die DIN 4084 zugrunde.

Beim Nachweis für eine Trennfläche zwischen den o.g. mineralischen Schichten werden die Scherparameter  $\varphi'$  und  $c'$  maßgebend (s.u. Abb.4). Diese sind in der Tabelle 6 für die Oberflächenabdeckung angegeben.

In der folgenden Abbildung 3 ist die Gleitsicherheitsuntersuchung schematisch dargestellt.

**Abbildung 3:** Schematische Gleitsicherheitsuntersuchungen nach GDA, E 2-7



**Abbildung 4: Schematische Darstellung zur Gleitsicherheitsuntersuchung nach GDA**

Die Sicherheitsdefinition zur Gleitsicherheit ist wie folgt definiert:

$$\mu = \frac{E_d}{R_d} = \frac{\sin\beta \left[ (1-m) \cdot d \cdot \gamma_k \cdot \gamma_G + m \cdot d \cdot \gamma_{r,k} \cdot \gamma_G + p_k \cdot \gamma_Q \right]}{c'_d + \cos\beta \cdot \tan\varphi_d \left[ (1-m) \cdot d \cdot \gamma_k + m \cdot d \cdot \gamma'_k + p_k \right]}$$

Hierhin bedeuten (Auswahl):

- $\mu$ ...Ausnutzungsgrad
- $E_d$ ...Einwirkungen (Bemessungswert)
- $R_d$ ...Widerstände (Bemessungswert)

Den Berechnungen werden die in Tabelle 6 zusammengestellten Bodenkennwerte zugrunde gelegt.

### 6.3.3 Ansätze für die Gleitsicherheitsberechnung

Die Untersuchung der Gleitsicherheit wurde für die folgenden 3 Berechnungsansätze durchgeführt:

- Ansatz 1: Endzustand

Untersuchung der Gleitsicherheit nach dem Einbau der Abdeckschicht ohne zusätzliche Lasten durch Betriebsfahrzeuge (ständige Bemessungssituation BS-P).

- Ansatz 2: zusätzliche Lasteinwirkung von Betriebsfahrzeugen beim Einbau

Untersuchung der Gleitsicherheit während die Abdeckschicht eingebaut wird. Die Berechnungen erfolgen für die vorübergehende Bemessungssituation unter Berücksichtigung der für den ordnungsgemäßen Einbau benötigten Betriebsfahrzeuge (Z.B. Planierraupe, Radlader) und somit den daraus resultierenden zusätzlichen Gerätelasten im Böschungsbereich.

Der ordnungsgemäße Einbau der Abdeckschicht erfolgt durch den Einsatz einer Planierraupe oder ähnlicher Geräte. Die beispielhaft in den Berechnungen angenommenen technischen Daten (Lasten und Abmessungen) wurden dem Datenblatt der Planierraupe PR 716 von Liebherr entnommen.

Radlast:	13290 kN
Kettenbreite:	0,6 m
Kettenlänge:	3,0 m
Bodendruck:	46 kN/m <sup>2</sup>

- Ansatz 3: Anstau von Niederschlagswasser innerhalb der Abdeckschicht

Untersuchung der Gleitsicherheit unter Berücksichtigung von angestautem Niederschlagswasser innerhalb der Abdeckschicht. Die Berechnung erfolgt für die vorübergehende Bemessungssituation.

Während eines Niederschlagsereignisses kann es innerhalb der Abdeckschicht zum Wasseranstau kommen. Für diesen Berechnungsfall wird die Scherfestigkeit der Abdeckschicht herabgesetzt, d.h. abweichend von den in Tabelle 6 angegebenen Bodenkennwerten, wird der bodenmechanische Kennwert „Kohäsion“ der Abdeckschicht  $c' = 0$  gesetzt.

## 6.4 Ergebnisse der Gleitsicherheitsberechnung

Die Ergebnisse der Gleitsicherheitsberechnungen bei ständiger und vorübergehender Bemessungssituation sind in der Tabelle 9 zusammengefasst.

**Tabelle 9: Ergebnisse der Gleitsicherheitsberechnung**

	Ausnutzungsgrad $\mu$ Nachweis erfolgt, wenn: $\mu \leq 1,0$		
	Ständige Bemessungssituation BS-P	Vorübergehende Bemessungssituation BS-T	
	Fall 1	Fall 2	Fall 3
<b>Einwirkungen <math>E_d</math></b>	11,14	31,92	11,42
<b>Beanspruchbarkeit <math>R_d</math></b>	11,73	30,15	11,38
<b>Ausnutzungsgrad <math>\mu</math></b>	1,0	1,2	1,1

Bei einer Böschungsneigung von 1 : 2,5 wurde die Gleitsicherheit für die ständige Bemessungssituation nachgewiesen. Mit einem Ausnutzungsgrad von  $\mu = 1,0$  wurde die Gleitsicherheit nachgewiesen (Ansatz 1).

Im 2. Berechnungsansatz wurde die Gleitsicherheit unter Berücksichtigung von Gerätelasten beim Einbau der Abdeckschicht untersucht. Im Ergebnis wurde ein Ausnutzungsgrad von  $\mu = 1,2$  ermittelt. Der Nachweis für die Gleitsicherheit der Abdeckschicht wurde folglich nicht erbracht.

Im 3. Berechnungsansatz wurde die Gleitsicherheit unter Berücksichtigung von innerhalb der Abdeckschicht angestautem Niederschlagswasser untersucht. Die Gleitsicherheit konnte mit einem Ausnutzungsgrad von  $\mu = 1,1$  nicht nachgewiesen werden.

### 6.4.1 Handlungsempfehlungen

Zur Gewährleistung der Gleitsicherheit der Abdeckschicht, auch unter temporären zusätzlichen Lasteinwirkungen, wird empfohlen, unterhalb der Abdeckschicht den Einbau eines Geogitters vorzusehen. Darüber hinaus kann das Anstauen von Niederschlagswasser innerhalb der Abdeckschicht beispielsweise durch den Einbau einer Dränmatte zu vermeiden.

## 6.5 Nachweis der Spreizsicherheit

### 6.5.1 Vorbemerkung

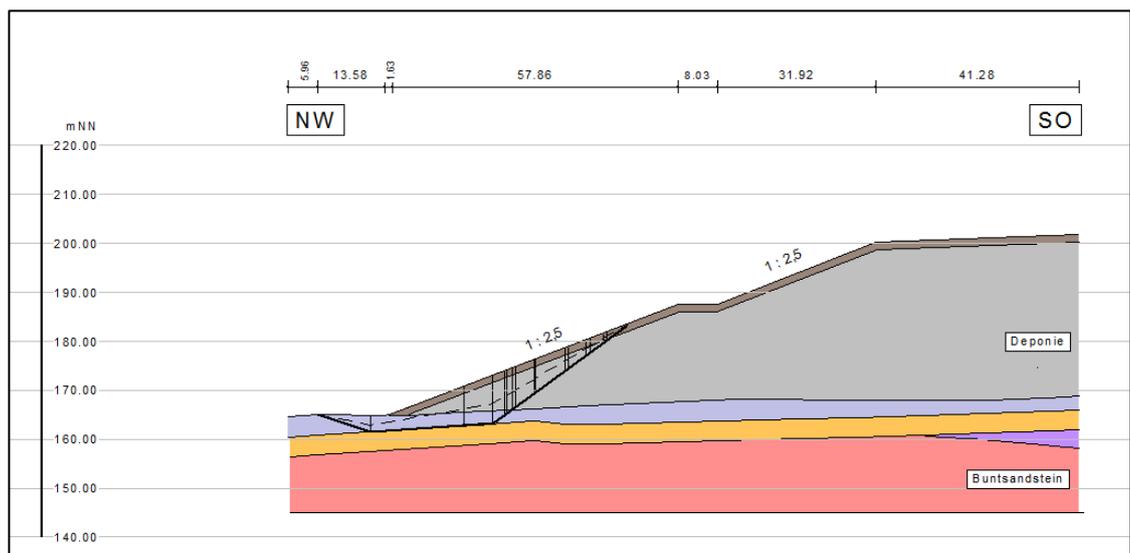
Im Falle eines abgeböschten Deponiekörpers können entlang der Deponiebasis Schubspannungen des darüberliegenden Deponiekörpers wirken, die

zu einer Spreizverformung der Deponiebasis führen. Mit dem Nachweis der Spreizsicherheit erfolgt der Ausschluss entsprechender Spannungen und Plastifizierungen in der Sohlfuge.

Im Fall der Deponie Freiesleben-Schacht ist zu prüfen, inwieweit die geologische Barriere Schubspannungen aufnehmen kann. Die Geologische Barriere wird durch die folgenden geologischen Schichten gebildet, für die der Spreizsicherheitsnachweis erfolgt:

- Auelehm / Hanglehm
- Felszersatz

Die bodenmechanischen Berechnungen wurden mit dem Programm GGU-STABILITY (Version 12.06) durchgeführt. Die Überprüfung der Spreizsicherheit erfolgte unter Verwendung der Blockgleitmethode mit vorgegebenen Gleitflächen. In der folgenden Abbildung 5 ist der beispielhafte Verlauf einer Gleitfuge entlang der Deponiebasis dargestellt.



**Abbildung 5: Verlauf einer möglichen Gleitfläche entlang der Deponiebasis**

Die Gleitflächen werden unter Berücksichtigung der geologischen Bedingungen für alle relevanten Böschungsabschnitte wie folgt untersucht:

- Nordwestböschung: Untersuchung der Gleitfläche zwischen Auelehmen und Wipperschottern;
- Südwestböschung: Untersuchung der Gleitfläche zwischen Auelehmen und Wipperschottern;
- Südböschung: Untersuchung der Gleitfläche innerhalb Buntsandsteinzersatz.

## 6.6 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Spreizsicherheitsberechnungen sind in der Tabelle 10 für die Nordwestböschung, Südwestböschung und Südböschung zusammengefasst. In Anhang 4 werden die Berechnungsergebnisse dargestellt.

**Tabelle 10: Ergebnisse der Grundbruch- und Böschungsberechnungen bei BS-P**

Böschungsbereich/ Profilschnitt	Ausnutzungsgrad $\mu$ Nachweis erfüllt, wenn: $\mu < 1$	Anhang
Nordwestböschung / Profilschnitt 1-1'	<b>0,68</b>	4.1
Südwestböschung / Profilschnitt 2-2'	<b>0,62</b>	4.2
Südböschung / Profilschnitt 3-3'	Schubspannung innerhalb Buntsandsteinersatz kann aufgrund der Morphologie nicht generiert werden.	--

## 6.7 Bewertung

Gemäß der in der Tabelle 10 zusammengefassten Ergebnisse, wurde die Spreizsicherheit für alle relevanten Böschungsbereiche der Deponie Freiesleben-Schacht nachgewiesen. Für Nordwestböschung und Südwestböschung wurde in allen Fällen ein Ausnutzungsgrad von  $\mu < 1,0$  ermittelt. An der Südböschung ist die Generierung von Schubspannung innerhalb des Buntsandsteinersatzes nicht relevant. Die natürliche Geländeoberkante fällt entgegen der Böschung in Richtung Norden ein.

## 7. Schlussbemerkung

Mit dem vorliegenden Standsicherheitsgutachten erfolgte die Untersuchung

- der Böschungsstandsicherheit
- der Gleitsicherheit der Abdeckung und
- der Spreizsicherheit.

Im Ergebnis wurde die Böschungsstandsicherheit bzw. Dauerstandsicherheit der Endböschungen sowie die Spreizsicherheit für alle betrachteten Bemessungssituationen nachgewiesen.

Die Gleitsicherheit der Abdeckung konnte nicht für alle Bemessungssituationen nachgewiesen werden.

Zur Gewährleistung der Gleitsicherheit wurde der Einbau eines Geogitters empfohlen. Darüber hinaus wird empfohlen, unterhalb der Abdeckschicht ei-

ne Dränmatte zur druckfreien Ableitung von Stauwasser einzubauen. Vor dem Einbau sind die Angaben des Herstellers zu beachten, bzw. die Eignung des vorgesehenen Produktes beim jeweiligen Hersteller zu prüfen.

Die Standsicherheitsuntersuchungen wurden auf Grundlage der aktuellen Planunterlagen [U7] durchgeführt und gelten ausschließlich innerhalb der genannten technologischen Randbedingungen.

Bei Veränderungen der den bodenmechanischen Berechnungen zugrunde gelegten geotechnischen und technologischen Randbedingungen ist das vorliegende Standsicherheitsgutachten auf seine Gültigkeit zu prüfen, ggf. werden Neuberechnungen erforderlich.

HPC AG



Dipl.-Geol. Thomas Schwengfelder  
Projektleiter



M.Sc. Josefine Lorenz-Arndt  
Projektbearbeiterin

