

Geotechnischer Bericht

Baugrunduntersuchung nach DIN EN 1997-2 und DIN 4020

Objekt:	Gasspeicher am Blockkraftwerk der Zentraldeponie Cröbern
Lage:	Zentraldeponie Cröbern, Am Westufer 3, 04463 Großpösna/ OT Störmthal, Landkreis Leipziger Land, Freistaat Sachsen
Auftraggeber:	WEV Westsächsische Entsorgungs- und Verwertungsgesellschaft mbH, Am Westufer 3, 04463 Großpösna/ OT Störmthal
Aufgabenstellung:	WEV Westsächsische Entsorgungs- und Verwertungsgesellschaft mbH, Am Westufer 3, 04463 Großpösna/ OT Störmthal
Auftragnehmer:	FCB Fachbüro für Consulting und Bodenmechanik GmbH Espenhain, Verwaltungsring 10, 04571 Rötha Tel.: 034206 3031 11, Fax: 034206 3031 10 E-Mail: stefan.gess@bodenmechanik.de
Auftrags-Nr.:	O-20230154
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Stefan Geß
Gültigkeit:	<ul style="list-style-type: none">• räumlich: Baustandort• zeitlich: Bauzeitraum, Nutzungszeitraum• fachlich: unter den beschriebenen geotechnischen Randbedingungen
Umfang der Bearbeitung:	11 Seiten Text 2 Anlagen (2 Blatt)

Espenhain, 12.06.2023



Dipl.-Ing. Stefan Geß
Gutachter

I Inhaltsverzeichnis

Punkt	Beschreibung	Seite
I	Inhaltsverzeichnis	2
II	Anlagenverzeichnis	2
III	Literatur- und Normenverzeichnis	2
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	3
2	Verwendete Unterlagen	4
3	Allgemeine Angaben	4
4	Geologie im Untersuchungsgebiet	5
5	Baugrunduntersuchung	6
6	Erdstoffklassifizierung und bodenmechanische Kennwerte	7
6.1	Klassifizierung der erkundeten Böden	7
6.2	Homogenbereich, Frostempfindlichkeit, Verdichtbarkeit	8
7	Gründungstechnische Schlussfolgerungen	9
8	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	11

II Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan, Maßstab 1:250	1 Blatt
Anlage 2	Baugrundprofile DPH, Schurf	1 Blatt

III Literatur- und Normenverzeichnis

[1]	DIN 1054:2010-12 „Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau“ – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
[2]	DIN 1055-2:2010-11 „Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 2: Bodenkenngrößen“
[3]	DIN EN 1997-1:2009-09 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln“
[4]	DIN EN 1997-2:2010-10 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes“
[5]	DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Nationaler Anhang
[6]	DIN EN 1997-2/NA:2010-12, Nationaler Anhang
[7]	DIN 4020:2003-09 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke“
[8]	DIN 4020:2010-12 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke“ – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2/NA:2010-12
[9]	DIN 4022-1:1987-09 „Benennen und Beschreiben von Boden und Fels“
[10]	EN ISO 14688-1:2013-12 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und

Beschreibung“

- [11] EN ISO 14688-2:2010-06 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen von Bodenklassifizierung“
- [12] DIN 18196:2006-06 „Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke“
- [13] DIN 18300:2012-09 „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten“
- [14] DIN 18300:2016-09 „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten“
- [15] DIN 18533- 1:2017-07 „Abdichten von erdberührten Bauteilen - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die WEV Westsächsischen Entsorgungs- und Verwertungsgesellschaft mbH plant die Errichtung eines Gasspeichers neben dem Blockkraftwerk an der Zentraldeponie Cröbern. Der als Halbkugel oder $\frac{3}{4}$ -Kugel konzipierte freistehende Doppelmembran-Gasspeicher wird auf einer Bodenplatte gegründet. Für die Planung der Baumaßnahmen sind Baugrunduntersuchungen durchzuführen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen Aussagen zum Aufbau der anstehenden Schichten sowie der hydrologischen Situation geben.

Zur Untersuchung der Baugrundverhältnisse im Bereich des Speichers wurden Erkundungsmaßnahmen und deren Ansatzpunkte abgestimmt. Für die Ansatzpunkte lagen Leitungspläne von der WEV vor.

Zur Beurteilung wurden die folgenden Leistungen angeboten:

- Abteufen von 2 Schweren Rammsondierungen bis 10,0 m Teufe
- Anlegen eines Schurfes zur Bewertung der vorhandenen asphaltierten Fläche

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in einem Geotechnischen Bericht zusammenzufassen und für die Planung Empfehlungen zu erarbeiten. Nach der Begehung der Örtlichkeiten durch den Gutachter wurden die geplanten Ansatzpunkte und die Aufschlussleistungen angepasst.

2 Verwendete Unterlagen

- /U 1/ Angebot Nr. O-20230154, BGU Gasspeicher, FCB GmbH, vom 03.05.2023
- /U 2/ BGU VGA-Erweiterung, Nr. O-20020337, FCB GmbH, vom 18.09.2018
- /U 3/ Auftrag BGU Gasspeicher, WEV mbH vom 12.05.2023
- /U 4/ Lageplan Gasspeicher und Medienverlauf

3 Allgemeine Angaben

Der Standort befindet sich auf dem Gelände der Zentraldeponie Cröbern, die auf der Innenkippe des ehemaligen Tagebaus Espenhain errichtet wurde. Die Innenkippe besteht aus locker geschütteten Böden bestehend aus Abraummaterial des Braunkohlentagebaus Espenhain. Die Kippe besitzt eine Mächtigkeit bis ca. 70 m. Durch die lockere Schüttung besitzt die Innenkippe ein hohes Setzungspotential, das sich in Abhängigkeit der Belastungsgröße unterschiedlich auswirkt.

Die ursprüngliche Geländeoberfläche der Absetzerkippe liegt im Bereich des geplanten Gasspeichers bei ca. 126,0 m NN bis 126,3 m NN. Im Zuge der Errichtung des Zwischenlagers in den 1990er Jahren, der MBA-Anlage in 2000er Jahren und zur Errichtung der KEA sind umfangreiche Bautätigkeiten durchgeführt worden, die das jetzige Gelände gestaltet haben.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden die anstehenden Schichten bis 10,0 m unter Gelände erkundet. Die Geländeoberkante (GOK) liegt bei ca. +130,9 m NN. Die Ergebnisse früherer Untersuchungen werden in die Bewertung des Baugrundes mit einbezogen.

Der als Halbkugel oder $\frac{3}{4}$ -Kugel konzipierte freistehende Doppelmembran-Gasspeicher (DMGS) besteht aus einer formgebenden Außenmembrane sowie einer Innen- und Bodenmembrane, die den eigentlichen Speicherraum für Biogas bilden. Ein permanent laufendes Stützluftgebläse fördert Luft mit geringem Überdruck in den Zwischenraum der Außen- und Innenmembrane des Gasspeichers. Durch das Einbringen der Stützluft wird die Außenmembrane des Gasspeichers in Form gehalten. Dies ermöglicht die Übernahme von externen Lasten wie Wind oder Schnee. Gleichzeitig wird auch die Innenmembrane mit dem

leichten Überdruck beaufschlagt. Dies wird als Betriebsdruck des Doppelmembran-Gasspeichers bezeichnet und ermöglicht ein Rückführen des gespeicherten Biogases in die Anlage.



Abbildung 1: Gestalt des geplanten Gasspeichers

der Anfahrtschutz zwischen Gasspeicher und Asphaltfläche KEA soll mittels Betonmauer erfolgen. Der Fundamentdurchmesser beträgt ca. 22 m.

4 Geologie im Untersuchungsgebiet

Das Erkundungsgebiet liegt auf der Innenkippe des ehemaligen Tagebaus Espenhain. Der Untergrund wird entsprechend durch technogen aufgearbeiteten Boden aus dem Abraumbetrieb im Braunkohlentagebau gebildet. Hier liegen Böden aus Ton, Schluff, Sand und Kies der Sedimentschichten aus dem Tertiär bis zum Holozän vor. Die Kippen werden entsprechend als Mischbodenkippe bezeichnet. Die Böden besitzen bindigen Bestandteile, die zwischen 10% und 50% schwanken und auch als eingelagerte Tonklumpen auftreten können. Weiterhin können in den Abraummassen rollige Partien aus Kieslamellen auftreten.

Die Abraumförderbrückenkippe besitzt eine Mächtigkeit von ca. 45 m, auf der die Absetzerkippe mit ca. 25 m Mächtigkeit liegt (s. Abbildung 2). Oberhalb der Kippenoberfläche wurden Böden eingebaut, die der Gestaltung des Reliefs und der Wege und Plätze dienen. Unterhalb der Straßen und Plätze sind tragfähige Kiese und

Mineralgemische eingebaut worden. In den Grünflächen wurde oberflächennah Kulturboden eingesetzt.

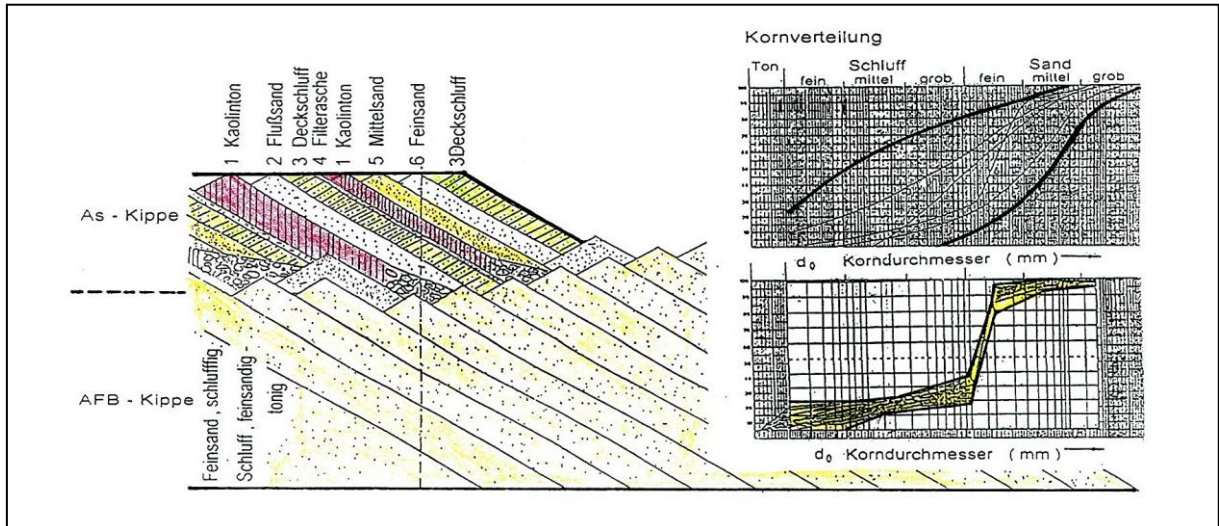


Abbildung 2: Aufbau der Innenkippe Espenhain mit Kornspektrum der beiden Kippenscheiben

Am geplanten Standort sind auf die Kippenoberfläche bereits ca. 5,0 m Boden zur jetzigen Profilierung eingebaut worden.

5 Baugrunduntersuchung

Die zwei Rammsondierungen und der Schurf wurden am 26.05.2023 ausgeführt. Die Ansatzpunkte sind in Anlage 1 dargestellt. Eine Sondierung wurde nach ca. 5,4 m abgebrochen, da kein Fortschritt erzielt werden konnte. In Anlage 2 sind die Sondierdiagramme der Schweren Rammsondierungen enthalten.

Oberhalb von 126,5 m NHN sind Böden vorhanden, die während der Bautätigkeit bei der Errichtung des Zwischenlagers, der MBA-Anlage und des ehemaligen Ballenlagers westlich der Nachrotte eingebaut wurden. Die jetzt vorhandene Asphaltfläche wurde im Zuge der Errichtung der KEA gestaltet.

Im angelegten Schurf wurde unter dem 0,23 m mächtigen Asphaltsschicht bis 0,6 m Mineralgemisch angetroffen. Darunter stand bis zur Schurfsohle stabilisiertes AFB-Kippenmaterial (SU*) an.

Die beiden Rammsondierungen zeigen in den obersten 1,8 m bis 2,0 m eine locker gelagerte Auffüllung an. Hier wurden nur Schlagzahlen von $N_{10} = 1 - 7$ registriert. Darunter folgt bis zur ehemaligen Kippenoberfläche mitteldicht bis dicht gelagerter Boden (AFB-Kippenboden) mit Schlagzahlen von $N_{10} = 8 - 18$. Durch den Einbau der Aufschüttungen wurde die darunterliegende Kippe komprimiert, so dass sich die ehemalige Kippenoberfläche gesetzt hat. Entsprechend der Schlagzahlen befindet sie sich jetzt bei ca. 5,0 m bis 5,2 m. An der DPH 2 wurde wahrscheinlich eine alte Wegebefestigung angetroffen, die nicht durchteuft werden konnte.

Aus den Schlagzahlen und den angelegten Schurf lassen sich für den die geplante Fläche zwei baulich unterschiedliche Bereiche darstellen. Unter der Asphaltfläche liegt ein tragfähiges Polster aus Mineralgemisch und stabilisierten AFB-Kippenmischboden. Dieser Aufbau ist an den Ansatzpunkten der DPH nicht vorhanden. Hier wurde bis 2,0 m Teufe locker bis mitteldicht gelagerter Boden festgestellt.

Tabelle 1: Anstehende Baugrundschichten

Schicht-Nr.	Schicht-bezeichnung	Beschreibung	Dicke [m]
MS 1	Aufschüttung, Wege, Flächen	asphaltierte Wege mit frostsicherem Unterbau	0 – ca. 1,5
MS 2	Kippenmischboden	, tonig, feinkiesig, teilweise kohlig locker gelagert	0 - 2,0
MS 3	AFB-Kippenmischboden	Sand schluffig bis stark schluffig Mitteldicht bis dicht gelagert	1,8 – 5,2

Im Rahmen der Erkundung konnten in den einzelnen Aufschlüssen keine Wasserstände ermittelt werden. Der prognostizierte Wasserstand in der Kippe liegt bei +126 m NN.

6 Erdstoffklassifizierung und bodenmechanische Kennwerte

6.1 Klassifizierung der erkundeten Böden

Den Untergrund für das Bauvorhaben bilden Böden der unter Punkt 5 beschriebenen Art. Der folgende Aufbau lässt sich für das Untersuchungsgebiet darstellen:

Tabelle 2: Baugrundmodell – Regelprofil

Modellschicht	Bezeichnung	Teufe [m] unter GOK
MS 1	Wegeaufbau mit verdichtetem Untergrund GW, SU – SU* , mitteldicht bis dicht	0 – ca. 1,5
MS 2	Kippenboden SU – SU*, lokal ST* Sehr locker bis locker	0,0 - 2,0
MS 3	AFB-Kippenmischboden	1,8 - 5,2

Für die anstehenden Böden lassen sich die folgenden Kennwerte angeben:

Tabelle 3: Bodenphysikalische Kennwerte (charakteristische Kennwerte)

Schicht	Bruchscherfestigkeit		Wichte	Steifemodul	Durchlässigkeit
	Φ' [°]	c' [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	k [m/s]
MS 1 frostsicherer Wegebau GW, SU – SU* mitteldicht	30 – 37,5	0	19 - 20,5	25 - 80	$10^{-3} - 10^{-8}$
MS 2 unverdichtete Kippe SU - SU* locker	27,5	0	17,5	4 - 8	$10^{-5} - 10^{-9}$
MS 3 verdichtete Kippe SU – SU* mitteldicht bis dicht	30	2	19,5	25 - 40	$10^{-7} - 10^{-9}$

6.2 Homogenbereich, Frostempfindlichkeit, Verdichtbarkeit

Aus der geologischen Ansprache der einzelnen Schichten ergeben sich die Eingruppierungen in Homogenbereiche. Die Charakterisierung der Homogenbereiche enthält Tabelle 4.

Der bindige Anteil in den Kippenmassen lässt den Baugrund als sehr frostempfindlich einstufen. Für die notwendige frostsichere Gründung sind die Angaben in [15] zu beachten. Das Areal liegt in der Frosteinwirkzone II.

Tabelle 4: Eigenschaften Homogenbereich

Merkmale	HB A	HB B
Bezeichnung	frostsicherer Straßenaufbau	Kippenmischboden (locker)
Bodengruppe DIN 18196	GW, SU – SU*	SU – SU* lokal ST*
Korngrößenverteilung	GW; S, u – u*, t, g'	S, u – u*, t, g'
Anteil Steine, Blöcke	Steine < 1 % < 1 %	Steine < 1 % < 1 %
Dichte DIN 18125	1,85 – 2,0 g/cm ³	1,75 – 1,85 g/cm ³
Lagerungsdichte	mitteldicht - dicht	locker
Wassergehalt	5% - 15 %	9% - 20 %
Plastizität I_p		0,04 – 0,08
Konsistenzzahl I_c		0,75 - > 1,0 (steif bis halbfest)
Organischer Anteil	< 4 %	< 4 %
Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 17	F 1	F 3
Verdichtbarkeitsklasse	V 1 - V2	V3

7 Gründungstechnische Schlussfolgerungen

Anhand der vorliegenden Erkundungs- und Untersuchungsergebnisse und der allgemeinen geologischen Situation liegt ein Überblick über die Baugrundsituation vor. Mit der Lage der Baumaßnahme auf Kippe ist der Baugrund in die Geotechnische Kategorie GK 3 einzuordnen. Am Standort des Gasspeichers steht aufgeschütteter Baugrund aus Lockergesteinen an. Im östlichen Bereich ist eine frostsicher aufgebaute Straße vorhanden.

Der vorhandene Baugrund besitzt gegenwärtig flächig keine ausreichende Tragfähigkeit, wodurch unterschiedliche Setzungen nicht auszuschließen sind. Dabei können Setzungsunterschiede von 5 cm bis 10 cm auftreten. Entsprechend sollte die Gründung auf einem durchgehenden Tragpolster unter der Fundamentplatten erfolgen. Da die obersten 2,0 m in lockerer Lagerung erkundet worden, sollte dieser Bereich durch verdichtetes, frostsicheres Material (Kiessand, Mineralgemisch, Betonrecycling etc.) ersetzt werden. Zur

Vereinheitlichung ist dieses Polster auch an Stelle der vorhandenen Straße einzubauen. Der vorhandene Straßenaufbau ist bis zur Kippe (ca. 1,5 m) abzurechen und mit der Herstellung des Polsters neu aufzubauen.

Die Wechsellagerungen von rolligen und bindigen Böden in der aufgefüllten Kippe können die Bildung von schwebenden Wasserhorizonten ermöglichen. Die Materialien der Mischbodenkippen sind im bautechnischen Sinne nicht versickerungsfähig. Der Grundwasserspiegel wird eine Höhe von ca. +126 m NN erreichen.

Im Hinblick auf die Betonaggressivität muss bei Kippenwässern (Grund- und Oberflächenwasser) erfahrungsgemäß von „stark bis sehr stark betonangreifend“ ausgegangen werden. Bei Betonarbeiten ist ein Zement mit hohem Sulfatwiderstand zu verwenden.

Das Planum ist vor dem Aufbau des Polsters von eventuell anstehenden schlammigen Böden zu befreien. Das Polster ist lagenweise verdichtet herzustellen. Der notwendige Verdichtungsgrad/ Verformungsmodul sollte durch den Planer vorgegeben und während der Bauausführung nachgewiesen werden. Als Orientierung gelten auf der OK Polster $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$.

Bei der Herstellung von Baugruben sind die Anforderungen und Empfehlungen der DIN 4124 zu beachten. Bei Arbeiten ab 1,25 m sind entsprechende Stabilisierungsmaßnahmen für die Baugrubenböschungen vorzusehen. Eine Vernässung durch Niederschläge und der damit verbundenen Aufweichung der Sohle ist zu vermeiden.

Für die Verlegung von Zuleitungen sind bewegliche Ver- und Entsorgungsleitungen zu wählen. Generell sind Erdleitungen und Anschlüsse so an Bauwerke zu führen, dass Langzeitsetzungen nicht zu Abscherspannungen führen (flexible Anschlüsse). Sie sind elastisch zu betten. Rohrleitungen sollten in Schutzrohren verlegt bzw. nachjustierbar eingerichtet werden. Die Versorgungsleitungen sind generell mit geeignetem Material (steinfreies Sandbett oder gleichwertiges) zu umhüllen.

Auf Grund der vorliegenden sensiblen geotechnischen Situation wird eine ingenieurtechnische Baubegleitung (Bauberatung, Baugrubenabnahme, Prüfungen zur Verdichtungskontrolle) für erforderlich gehalten. Für die Kontrolle der Setzungen ist für die

Bauwerke ein Messpunktsystem einzurichten, mit dessen Hilfe die Verfolgung der Setzungsentwicklung während und nach der Bauausführung möglich ist.

8 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Für den Gasspeicher wurde eine spezifische Baugrunduntersuchung geführt. Es liegen komplizierte geotechnische Verhältnisse (Kippenoberfläche) vor. In Verbindung mit den bauspezifischen Randbedingungen ist der Baugrund in die Geotechnische Kategorie GK 3 einzuordnen.

Die Erkundungsaufschlüsse stellen punktuell die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet dar. Deshalb sind während der Baumaßnahme die dargestellten Verhältnisse zu kontrollieren und im Bedarfsfall gezielte weitere Untersuchungen vorzunehmen.

Der Gasspeicher sollten auf einer Fundamentplatte auf verdichtetem Polster errichtet werden.

Zur Kontrolle der Setzungsentwicklung des Fundaments sollten Messpunkte vermarktet werden.

Die Herstellung der Baugrube und die Verlegung von Leitungen hat unter Beachtung der DIN 4124 zu erfolgen. Zur Qualitätskontrolle des verdichteten Einbaus des Polsters und der Hinterfüllung von Leitungsgräben sollten Verdichtungskontrollen eingeplant und durchgeführt werden.

Grundwasser ist bis in eine Höhe von +126 m NN prognostiziert.

Sollten im Rahmen der weiteren Bauausführung Änderungen oder Sachverhalte eintreten, die in diesem Bericht nicht berücksichtigt werden konnten, dann ist gegebenenfalls eine Prüfung der Gültigkeit der getroffenen Aussagen erforderlich.