

# Elbhafen Brunsbüttel

## „Jetty Westbecken – FSRU-Liegeplatz“

Unterlagen zum Antrag auf Planfeststellung gemäß § 68 Absatz 1 WHG

### M6.6.3

## Bodenschutzkonzept

Version	Datum	Beschreibung der Änderungen	Erstellt durch	Geprüft durch
00	24.01.2024	Antrag vorz. Maßnahmebeginn	██████████	██████████
01	12.03.2024	Erg. Anforderungen Lagerung	██████████	██████████
02	07.06.2024	Finaler Planfeststellungsantrag	██████████	██████████

Vorhabenträgerin:



**Elbehafen Energy Port & Logistics GmbH**

Elbehafen

25541 Brunsbüttel

Telefon



Fax



E-Mail



Projektleitung:



Genehmigungsplanung:



Die vorliegende Unterlage wurde erstellt von:



**BPM Ingenieurgesellschaft mbH**

Büro Rostock  
Erich-Schlesinger-Str. 25  
18057 Rostock



**WK Consultants GmbH**

Veritaskai 8  
21079 Hamburg

# Inhalt

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>6</b>
1.1 Vorbemerkung .....	6
1.2 Planungsvorgaben.....	6
<b>2 Vorhabensbeschreibung</b> .....	<b>7</b>
2.1 Lagebeschreibung .....	7
2.2 Beschreibung des Entnahmegebietes.....	8
2.2.1 Lage und Geometrie des Entnahmegebietes.....	8
2.2.2 Baugrundverhältnisse.....	8
2.3 Beschreibung der Lagerfläche .....	11
2.3.1 Lage.....	11
2.3.2 Baugrundverhältnisse.....	11
2.3.3 Geometrie des Oberbodenlagers .....	12
2.3.4 Material und Dauer der Oberbodenlagerung .....	12
<b>3 Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung</b> .....	<b>13</b>
3.1 Datengrundlage .....	13
3.2 Archivböden und Geotope.....	13
3.3 Stoffliche Bodenbelastungen.....	13
3.4 Sulfatsaure Böden .....	13
3.5 Standörtliche und aktuelle Erosionsempfindlichkeit .....	14
3.5.1 Winderosionsgefährdung .....	14
3.5.2 Wassererosionsgefährdung .....	14
3.6 Standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit .....	15
3.7 Befahrbarkeit .....	15
3.8 Bearbeitbarkeit .....	16
3.8.1 Deichbereich (auch Baustellenbereich).....	16
3.8.2 BE-Fläche 1 .....	16
3.8.3 BE-Fläche 2.....	17
<b>4 Auswirkungen, vorhabenbezogene zu erwartende Beeinträchtigungen der Bodenqualität und der Funktionserfüllung</b> .....	<b>17</b>
4.1 Versiegelungen.....	17
4.2 Verdichtungen, Gefügestörungen .....	18
4.3 Vermischungen von Bodenschichten .....	18
4.4 Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktion .....	19
4.5 Veränderung der Vegetation bzw. der Bodenbedeckung .....	19

4.6 Schad- und Fremdstoffeinträge.....	19
4.7 Veränderung des Bodentemperaturhaushaltes .....	19
<b>5 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen .....</b>	<b>20</b>
5.1 Anforderungen an den Maschineneinsatz (M1) .....	20
5.2 Anforderungen zur Vermeidung stofflicher Bodenbelastungen (M2) .....	20
5.3 Anforderungen an den Bodenabtrag (M3) .....	21
5.4 Anforderungen an die Zwischenlagerung von Böden (Z1).....	22
5.5 Verwendung von Bodenmaterial / Mineralisches Abfallmanagement (Z2) .....	22
5.6 Rekultivierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten (R1).....	22
<b>6 Bodenschutzplan.....</b>	<b>23</b>
<b>7 Eigenkontrolle (Bodenkundliche Baubegleitung).....</b>	<b>23</b>
7.1 Vermittlung von Informationen .....	23
7.2 Dokumentation .....	24
<b>8 Literatur .....</b>	<b>25</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Planungsgebiet zur Herstellung einer Jetty nebst Liegewanne und der Verbringstelle Tonne E3.....	7
Abbildung 2: Geometrie des Entnahmegebietes temporär Damm (Baustraße) .....	8
Abbildung 3: Lage Bohrungen und Sondierungen (s. M6.2) .....	10
Abbildung 4: Auszug Lageplan BE-Fläche 1 .....	11
Abbildung 5: Bodenmechanische Parameter, s. Anlage 1 .....	12
Abbildung 6: Skizze Schnitt Haufwerk.....	12
Abbildung 7: Pot. Winderosionsgefährdung, [2] abgerufen: 01/2024 .....	14
Abbildung 8: Pot. Wassererosionsgefährdung, [2] abgerufen: 01/2024 .....	14
Abbildung 9: Pot. Verdichtungsempfindlichkeit Grünflächen, Oktober - April, [2] abgerufen: 01/2024.	15
Abbildung 10: Pot. Verdichtungsempfindlichkeit Grünflächen, Mai – September, [2] abgerufen: 01/2024 .....	15
Abbildung 11: Auszug DIN 18915 – Tabelle 2 [3] .....	16
Abbildung 12: Auszug DIN 18915 – Tabelle 2 [3] .....	17

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Charakteristische Bodenkennwerte aus Baugrundgutachten, s. M6.2 .....	9
Tabelle 2: Bodenkennwerte der Homogenbereiche 1 bis 5, s. M6.2 .....	10
Tabelle 3: Maschinenkataster landseitiger Geräte .....	18

# 1 Einleitung

## 1.1 Vorbemerkung

Zur Herstellung des Jettys im Westbecken sind temporäre Bauwerke, Bodenaushub, -lagerung und Wiedereinbau mit Auswirkungen auf anstehende Böden erforderlich.

Der gesamte Aushub beläuft sich auf ca. 3.100 m<sup>3</sup>. Davon stammen ca. 2.150 m<sup>3</sup> (vgl. U4.1, Phase 5) Baggergut / semi- bzw. -subhydrische Böden (überwiegend durchwurzelt) aus der Organik/Klei Schicht. Diese werden im Zuge der mit Herstellung des temporären Dammes entnommen, seitlich (südöstlich) gelagert und nach Rückbau des temporären Dammes wieder eingebaut.

Der landseitige Oberboden von ca. 950 m<sup>3</sup> wird beprobt und anschließend je nach Ergebnis entsorgt oder wiederverwertet.

Eine Teilmenge von ca. 150 m<sup>3</sup> des Oberbodens aus dem Deichbereich wird auf der BE- Fläche 1 gelagert und zur späteren Andeckung des Deiches verwertet. Der übrige Oberbodenabtrag wird nach horizontweiser Entnahme abtransportiert und einer weiteren Verwertung durch Dritte zugeführt. Ein Wiedereinbau der Gesamtmenge Oberboden ist nicht möglich, weil die Flächen unterhalb und neben der Jetty-Konstruktion, gemäß Anforderungen des LKN, flächig durch Deckwerk zu versiegeln sind.

O. g. Bodenmengen wurden im Rahmen der Ausführungsplanung zum temporären Damm mittels Digitaler Geländemodelle (DGM) ermittelt. Auf einen Anhang zur Mengenermittlung im Rahmen dieser Unterlage wird daher verzichtet.

Auf der BE-Fläche 2 westlich des Betriebsgebäude Brunsbüttel Ports wurde der Oberboden bereits im Zuge einer anderen Baumaßnahme abgetragen und einer Verwertung zugeführt. Auf der BE-Fläche 1 wird der Oberboden auf Teilflächen horizontweise abgetragen und seitlich sowie sachgerecht gelagert.

Gem. § 1 Abs. 2 BBodSchV [1] gelten nachfolgende Randbedingungen nicht für die technischen Bauwerke. Sämtliche landseitig gewonnen Bodenmengen außerhalb der durchwurzelt Bodenschicht werden dem technischen Bauwerk Deich entnommen. Demnach beziehen sich die nachfolgend benannten Anforderungen lediglich auf die durchwurzelt Bodenschicht im Deichbereich und die Baustelleneinrichtungsflächen.

## 1.2 Planungsvorgaben

Ziel dieses Bodenschutzkonzepts ist es, im Vorfeld der Baumaßnahme eine umfassende Bewertung aller bodenschutzrelevanten Aspekte durchzuführen. Dabei sollen durch die Optimierung von Abläufen sowie die Festlegung von Vermeidungs- und Schutzmaßnahmen sämtliche negativen Auswirkungen auf den Boden minimiert werden.

Neben den Standards der guten fachlichen Praxis werden insbesondere auch nachfolgende Verordnungen und Normen berücksichtigt. Die Auflistung ist nicht abschließend:

- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)
- DIN 18300 (VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten)
- DIN 18915 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten)
- DIN 19639 (Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben)
- DIN 19731 (Verwertung von Bodenmaterial und Baggergut)

## 2 Vorhabensbeschreibung

Die detaillierte Vorhabensbeschreibung (einschl. genereller Bauablaufplanung) kann den Antragsunterlagen entnommen werden. Die detaillierte Bauablaufplanung zum temporären Damm kann der Unterlage M 6.6.2 entnommen werden.

### 2.1 Lagebeschreibung

Das Vorhabengebiet zum Neubau einer Jetty nebst Liegewanne für den Umschlag von LNG (Entnahmegebiet) liegt am nördlichen Elbeufer unmittelbar westlich des Elbehafens in Brunsbüttel (s. Abbildung 1). Ca. 1,5 km westlich befindet sich die Einfahrt in den Nord-Ostsee-Kanal.

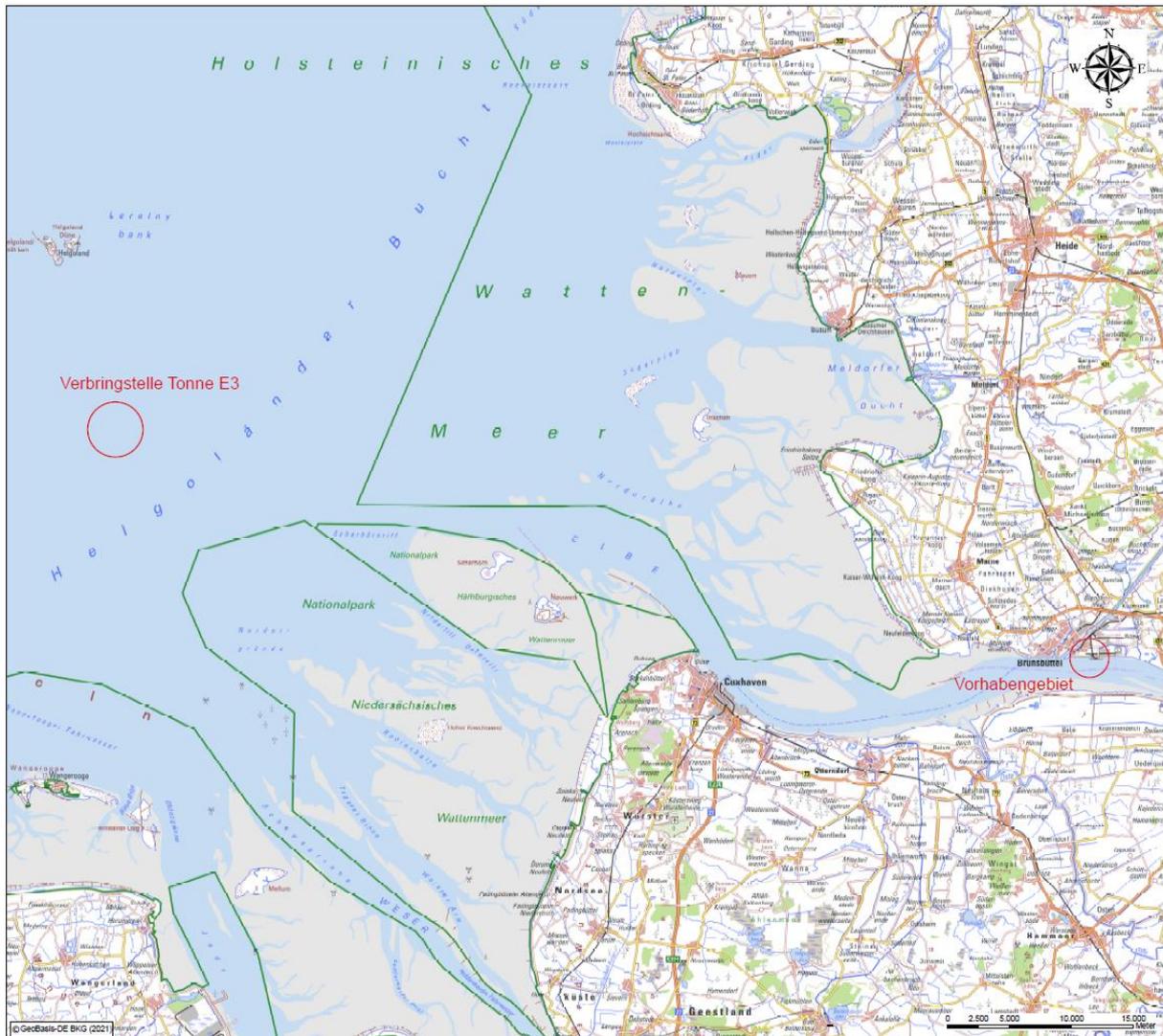


Abbildung 1: Planungsgebiet zur Herstellung einer Jetty nebst Liegewanne und der Verbringstelle Tonne E3

## 2.2 Beschreibung des Entnahmegebietes

### 2.2.1 Lage und Geometrie des Entnahmegebietes

Der Jetty wird westlich des Elbehafens in Verlängerung zur vorhandenen Fenderlinie errichtet. Das Entnahmegebiet zur Herstellung des temporären Damms (Baustraße) liegt daher ebenfalls unmittelbar westlich des Elbehafens (s. Abbildung 2). Das Entnahmegebiet ragt hierbei z. T. in das Westbecken des Elbehafens.

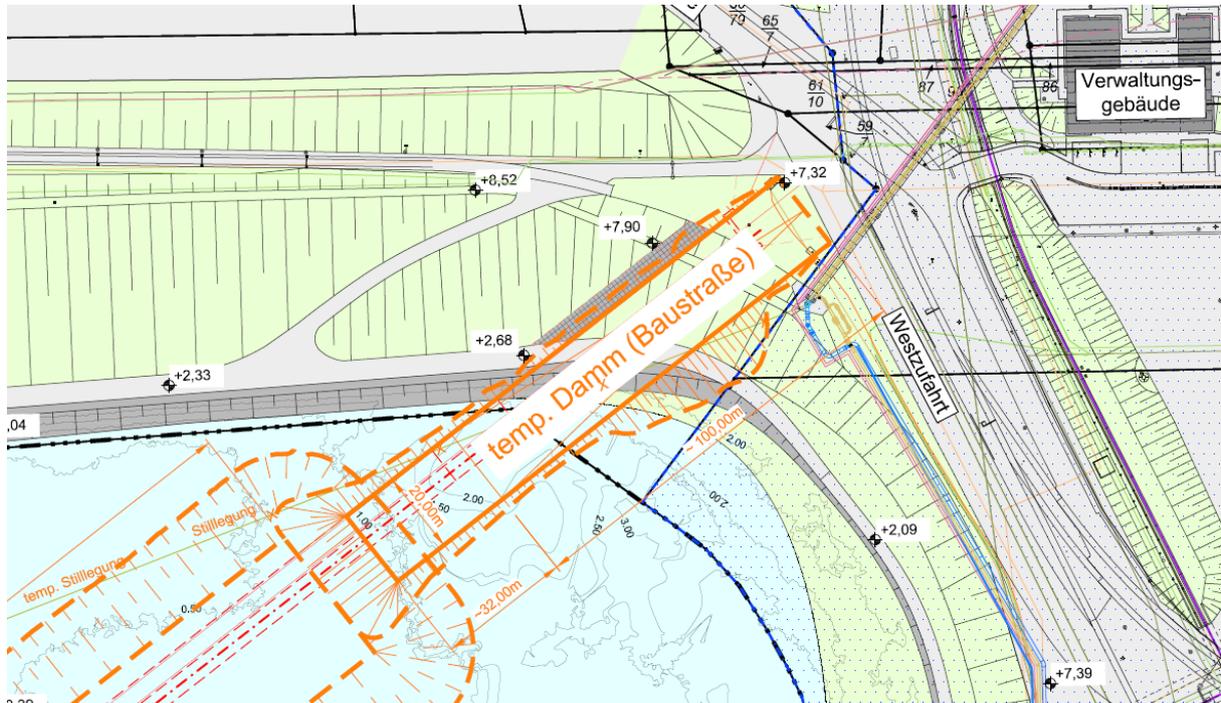


Abbildung 2: Geometrie des Entnahmegebietes temporär Damms (Baustraße)

Auf den BE-Flächen 2 und 3 werden keine Oberböden entnommen. Die BE-Fläche 2 ist bereits im Zuge einer anderen Baumaßnahme oberbodenfrei übergeben worden. Die Vollversiegelung der BE-Fläche 3 bleibt unverändert erhalten. Bei Bedarf kann die Lagebeschreibung aller BE-Flächen den Antragsunterlagen zum Vorhaben entnommen werden.

### 2.2.2 Baugrundverhältnisse

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in einem von mehreren Eiszeiten überprägten Gebiet. Vor ca. 200.000 Jahren haben die größten Gletschervorstöße der Saale-Eiszeit den Norden von Deutschland geprägt. Durch die Bewegung und Last der Gletscher wurde der anstehende Boden zerkleinert und vor bzw. unter den Gletschern hergeschoben (Grund- und Seitenmoränen). In dieser Phase hat sich der sogenannte Geschiebemergel gebildet. Durch das Schmelzen und den Rückzug der Gletscher haben sich auf den Geschiebemergeln Steine und Blöcke abgelagert.

In lokalen Senken und Mulden bildeten sich anschließend lokal Beckensedimente (Schluff und Ton), welche wiederum von Schmelzwassersanden und -kiesen hoher Mächtigkeit (bis zu 40 m) überdeckt wurden.

Der Planungsraum liegt im Elbe-Urstromtal. Über pleistozänen Schmelzwassersanden sind überwiegend brackische und feinsandig-schluffige bis tonige Sedimente mit einem hohen Anteil organischer Bestandteile abgelagert.

Gem. Unterlage M6.2 weist der Baugrund auf Basis der aktuellen Baugrunduntersuchungen einen verhältnismäßig gleichförmigen Aufbau auf. Ausnahmen bilden lediglich anthropogene Auffüllungen im Bereich der landseitigen Aufschlüsse.

Im September 2022 wurden Baugrunduntersuchungen durchgeführt und im Baugrundgutachten zusammengefasst. Dem Gutachten lagen Altaufschlüsse und aktuelle Bohrungen zur Verfügung. Zum Oberboden liegen keine Untersuchungsergebnisse vor.

Für das Untersuchungsgebiet können folgende Bodenschichten unterschieden werden:

- Schicht 1: Auffüllung (nur landseitig)
- Schicht 2: Sand-Klei-Wechselagerung (vermutl. nur landseitig)
- Schicht 3: Klei
- Schicht 4: Sand (und Kies)
- Schicht 5: Geschiebemergel

Es können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Tabelle 1: Charakteristische Bodenkennwerte aus Baugrundgutachten, s. M6.2

Schicht	Bodenart	Konsistenz / Lagerungsdichte	Wichte		Scherfestigkeit			Steifemodul
			$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1	Auffüllung	locker bis mitteldicht	<b>17,5</b> (17-18)	<b>8</b> (7-9)	<b>25</b> (22-28)	<b>0</b> (0-5)	<b>5</b> (0-10)	<b>5</b> (2-20)
2	Sand-Klei-Wechselagerung	mitteldicht bis sehr dicht / flüchtig bis weich	<b>19</b> (18-20)	<b>9</b> (8-10)	<b>25</b> (15-35)	<b>0</b> (0-5)	<b>3</b> (0-10)	<b>15</b> (3-50)
3	Klei	flüchtig bis weich	<b>17</b> (16-18)	<b>7</b> (6-8)	<b>18</b> (15-25)	<b>5</b> (5-10)	<b>30</b> (5-60)	<b>1</b> (0-3)
4	Sand (und Kies)	dicht bis sehr dicht (mitteldicht bis dicht)	<b>20</b> (19-21)	<b>11</b> (10-12)	<b>37</b> (32-40)	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b> (80- >100)
5	Geschiebemergel	steif bis halbfest	<b>20</b> (19-21)	<b>10</b> (9-11)	<b>32</b> (30-34)	<b>10</b> (5-30)	<b>150</b> (50-300)	<b>15</b> (10-25)

Hinweis: (in Klammern) = Schwankungsbereich der Bodenkennwerte (z. B. für Grenzwertbetrachtungen sowie abhängig von Lagerung/Konsistenz, Erdstoffart und Tiefenlage)

Im Bereich der landseitigen Trockenbohrung KB 7 wurde zuoberst eine gut 2 m mächtige Auffüllung aus Klei bzw. Sand aufgeschlossen. Die Unterkante der Auffüllung stimmt mit der Oberkante der ca. 35 m nördlicher gelegenen Altbohrung B 72 aus dem Jahr 1964 in etwa überein. Dies lässt vermuten, dass die Auffüllung erst nach 1964 aufgebracht wurde.

Die geplante Ermittlung der Zustandsgrenzen der Auffüllung (KB 7 / 0,5-2,30 m) konnte nicht durchgeführt werden. Grund war der zu hohe Sandanteil in der Probe. Die Probe kann somit als Sand-Schluffgemisch beschrieben werden (siehe M6.2).

Zur Herstellung des temp. Dammes wird Boden bis in eine Tiefe von ca. 1,5 m der Schicht 1 (Auffüllung) abgetragen. Gem. den durchgeführten Baugrunduntersuchungen (siehe Tabelle 2) hat die Auffüllung eine weich bis steife Konsistenz.

Tabelle 2: Bodenkennwerte der Homogenbereiche 1 bis 5, s. M6.2

Ortsübliche Bezeichnung	Schicht		Auffüllung	Sand-Klei-Wechsellaagerung	Klei	Sand (und Kies)	Geschiebemergel
			1	2	3	4	5
Korngrößenverteilung	< 0,002 mm	%	0 - 30	0 - 45	15 - 45	0 - 6	5 - 30
	0,002 - 0,063 mm	%	0 - 70	0 - 70	30 - 70	0 - 15	10 - 70
	0,063 - 2,0 mm	%	0 - 80	0 - 100	0 - 55	40 - 100	10 - 70
	2,0 - 63 mm	%	0 - 60	0 - 60	0 - 5	0 - 60	1 - 30
Steine/Blöcke <sup>a</sup>	63 - 200 mm	%	0 - 5	0 - 5	0 - 1	0 - 20	0 - 20
	200 - 630 mm	%	0 - 1	0 - 1	0	0 - 5	0 - 10
	> 630 mm	%	0	0	0	0 - 10	0 - 5
Dichte	g/cm <sup>3</sup>		1,7 - 2,1	1,5 - 2,0	1,5 - 1,8	1,8 - 2,1	2,0 - 2,3
Kohäsion	kN/m <sup>2</sup>		0 - 5	0 - 5	5 - 10	0	5 - 30
Undrainierte Scherfestigkeit	kN/m <sup>2</sup>		0 - 10	0 - 10	5 - 60	0	50 - 300
Wassergehalt	%		5 - 20	5 - 100	30 - 100	10 - 30	10 - 20
Plastizitätszahl	-		0,05 - 0,30	0,15 - 0,30	0,15 - 0,30	-	0,90 - 0,12
Konsistenz	-		weich bis steif	flüssig bis weich	flüssig bis weich	-	steif bis halbfest
Konsistenzzahl	-		0,50 - 1,00	-0,15 - 0,75	-0,15 - 0,75	-	0,90 - 1,25
Lagerungsdichte	-		locker, lokal mitteldicht	mitteldicht bis sehr dicht	sehr locker bis locker	dicht bis sehr dicht (mitteldicht bis dicht)	locker bis mitteldicht
Kalkgehalt	%			0 - 10	2 - 10	0 - 3	
Organischer Anteil	%		0 - 5	0 - 5	2 - 5	0 - < 1	0 - 3
Benennung und Beschreibung organischer Böden	-		-	-	-	-	-
Abrasivität <sup>b</sup>			schwach abrasiv	schwach abrasiv	schwach abrasiv	(schwach) abrasiv	(schwach) abrasiv
Bodengruppe	-		[SE, SU, SU*, UM, TM]	SE; SU / UM, TM, TL, OT, TA	(SU*, ST*); UM, TM, TL, OT, TA	SE; SU, (SU*), GI	SU*, ST*, TL

<sup>a</sup> Der Anteil an Steinen und Blöcken ist in den Kornverteilungen nicht enthalten. Auch anhand der Aufschlussarten kann der Anteil nur abgeschätzt werden.

<sup>b</sup> Abgeschätzt nach Thuro et al. (2006).

Die Lage der o. g. Sondierungen sind in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.

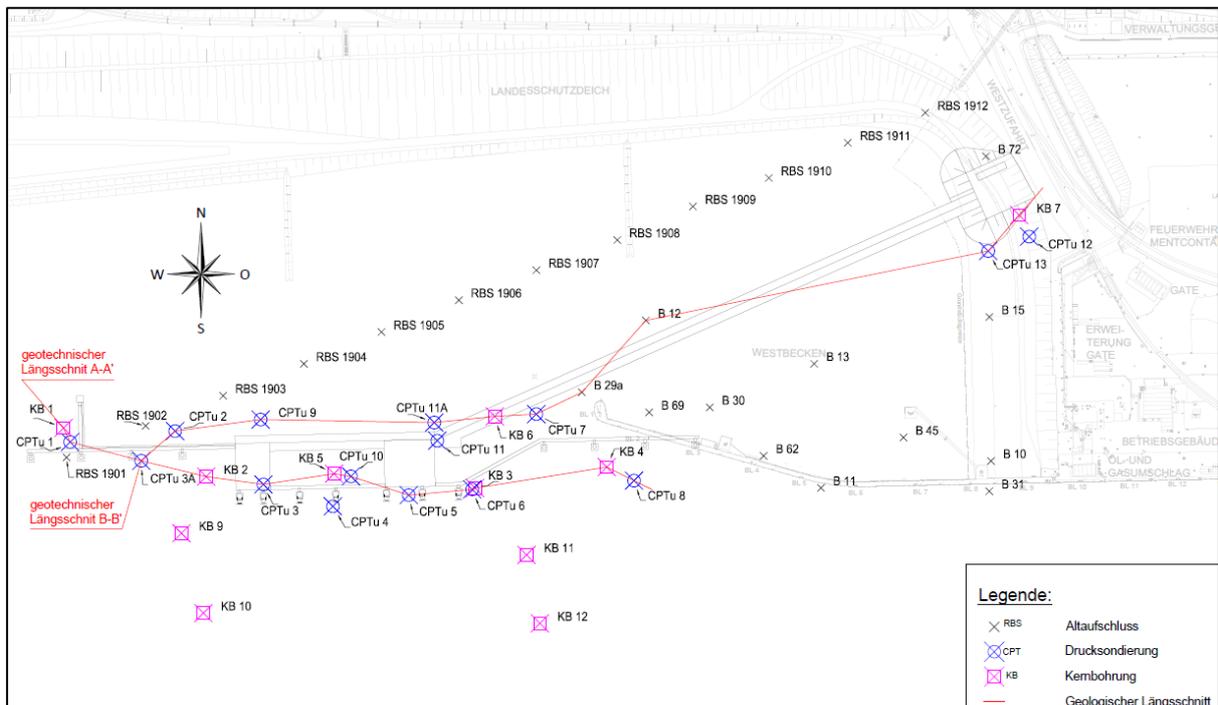


Abbildung 3: Lage Bohrungen und Sondierungen (s. M6.2)

## 2.3 Beschreibung der Lagerfläche

### 2.3.1 Lage

Die Baustelleneinrichtungs-(BE-)Fläche 1 (Größe ca. 4.800 m<sup>2</sup>) ist für den Umschlag und die Lagerung von Baumaterialien, die Lagerung von ca. 150 m<sup>3</sup> Oberboden für die Wiederandeckung des Deiches, die Vorbereitung, als Standort für Büro- und Sanitärcontainer sowie PKW- und zwei LKW-Stellplätzen vorgesehen (siehe Abbildung 4). Diese wird westlich der Hamburger Straße errichtet. Derzeit befindet sich hier eine Grünlandfläche (Weidefläche oder Grünfuttergewinnung). Der Oberboden wird abgeschoben und seitlich gelagert. Die BE-Fläche wird mit ca. 50 cm Schotter für Kraftfahrzeuge ≤40 t befestigt und mit einem Trennvlies vom Untergrund getrennt. Für Kraftfahrzeuge >40 t werden im Bedarfsfall zusätzliche Maßnahmen zur Lastverteilung (z. B. Lastverteilungsplatten/Baggermatratzen) vorgesehen.

Die Oberflächenentwässerung über die Vorflut wird während der Baumaßnahme unverändert beibehalten. Zusätzlich werden für die Dauer der Bauzeit an der Sohle der Schottertragschicht Drainageleitungen mit Stichleitungen zum vorhandenen Graben verlegt. Die Flächenbefestigung wird einschl. der Drainage- und Stichleitungen mit Beendigung der Maßnahme zurückgebaut und der Oberboden wieder angedeckt.

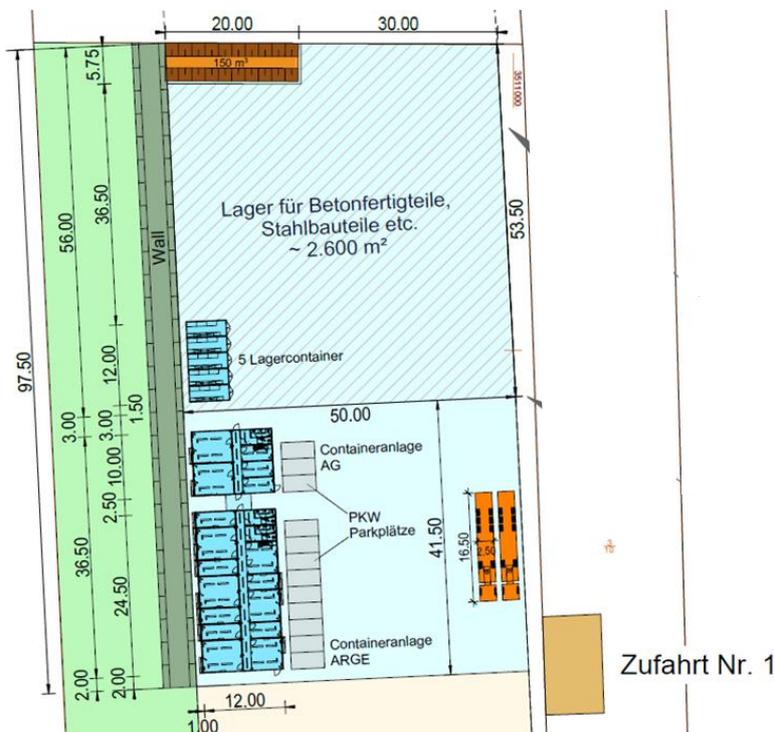


Abbildung 4: Auszug Lageplan BE-Fläche 1

Die Bodenlagerfläche für ca. 150 m<sup>3</sup> auf einer Fläche von ca. 120 m<sup>2</sup> befindet sich in der Nord-westlichen Ecke der BE-Fläche 1 (siehe Abbildung 4).

Der Sicherheitsabstand vom Bodenlager zur BE-Fläche 1 Außengrenze beträgt ca. 1,5 m. Der Abstand der westlichen Grenze der Baustelleneinrichtungsfläche beträgt mind. 3,0 m. Somit ist das Haufwerk noch umlaufend begehbar.

### 2.3.2 Baugrundverhältnisse

Die Gründungsempfehlung der BE-Fläche 1 basiert auf Informationen Dritter (siehe Anlage 1). Zur Gründungsbeurteilung wurden Schürfe bis in eine Tiefe von 1,1 m unter GOK durchgeführt. Demnach steht auf der Fläche, auf der auch BE-Flächen Dritter hergerichtet wurden, oberflächennah Klei in einer Mächtigkeit von mind. 1,1 m an.

Klei ist ein im Elbeästuar unter marinen und brackischen Bedingungen abgelagertes Gezeitsediment. Er ist hinsichtlich der Kornverteilung als auch hinsichtlich der organischen Bestandteile sehr

unterschiedlich ausgebildet. I.d.R. ist Klei verformungsempfindlich und sehr wenig wasserdurchlässig (staunässebildend).

Gem. der bodenmechanischen Untersuchung aus dem Jahr 2023 ist der Klei im Bereich der BE-Fläche 1 der Zustandsform steif zuzuordnen.

	23080190-01	23080190-02	Seilwerte (EAK 2002, Tab. B 8)
Bodenart	Schluff, tonig, schwach feinsandig	Schluff, feinsandig, tonig	
Bodengruppe	U, t, fs'	U, fs,t	
Bodengruppe (DIN 18196)	UA	UA	
Ton-Anteil (< 0,002 mm) [%]	18,78	18,48	> 10 (15)*
Sand-Anteil (> 0,063 mm) [%]	13,03	19,21	< 40
Wassergehalt w [%]	39,3	33,6	
Glühverlust (i. M.) [%]	4,09	6,28	< 10
Fließgrenze W <sub>l</sub> [%]	75,05	68,97	> 25 (45)*
Ausrollgrenze W <sub>p</sub> [%]	29,79	30,05	> 15 (25)*
Plastizitätszahl I <sub>p</sub> [%]	45,26	38,92	> 10 (20)*
Konsistenzzahl I <sub>c</sub>	0,79	0,91	
Proctordichte ρ <sub>Pr</sub> [g/cm <sup>3</sup> ] (entspricht Trockendichte ρ <sub>d</sub> bei Einhaltung des Einbauwassergehalts)	1,403	1,439	0,85 (1,0)* < ρ <sub>d</sub> < 1,45 g/cm <sup>3</sup>
Einbauwassergehalt [%]	30,2	30,6	30 ≤ w ≤ 80 (60)*
Anfangsscherfestigkeit [kN/m <sup>2</sup> ]	29 bei einem Einbauwassergehalt von 30,2%	30 bei einem Einbauwassergehalt von 30,6%	> 20 (30)*

\* Werte in Klammern gelten für besonders exponierte Seedeiche

Abbildung 5: Bodenmechanische Parameter, s. Anlage 1

### 2.3.3 Geometrie des Oberbodenlagers

Unter Berücksichtigung der Randbedingungen gem. Abschnitt 5.4 wird für Bodenlager nachfolgende Mietenkubatur hergestellt (siehe Abbildung 6). Die Böschungsneigung beträgt allseitig ca. 1:1. Die Dammkrone wird mit einem nach außen gerichtetem Gefälle von mind. 4 % hergestellt. Dammkronen-, Sohlbreite als auch Querschnittsfläche können von der Abbildung 6 abweichen.

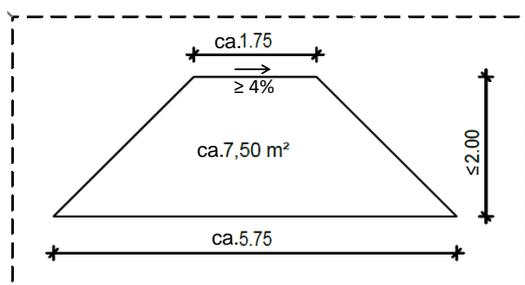


Abbildung 6: Skizze Schnitt Haufwerk

### 2.3.4 Material und Dauer der Oberbodenlagerung

Im Zuge der Maßnahme werden Oberböden aus anthropogenen Ablagerungen (Auffüllungen zur Herstellung des Deiches) abgetragen, landseitig gelagert und zu einem späteren Zeitpunkt im Deich verbaut. Andere Böden werden entsorgt.

Der Bodenaushub wird voraussichtlich im Januar 2024 beginnen. Der Wiedereinbau des bereitgestellten Bodens ist für Mai 2025 geplant. Die Oberbodenlagerung beläuft sich somit auf ca. 17 Monate.

## 3 Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung

### 3.1 Datengrundlage

Die für das Bauvorhaben vorliegenden Daten, die die Grundlage der Ausführungen bilden, werden im Folgenden aufgelistet.

Öffentlich verfügbare Daten [2]:

- 1 Topographische Karten
- 2 Bodenkundliche Karten

Öffentlich zugängliche Daten [2]):

- 3 Bodenkundliche Karte von Schleswig-Holstein
- 4 Geologische Karte von Schleswig-Holstein
- 5 Archivböden und Geotope in Schleswig-Holstein
- 6 Sulfatsaure Böden in Schleswig-Holstein
- 7 Verdichtungsgefährdung der Böden in Schleswig-Holstein

weitere verwendete Daten:

- 8 Planfeststellungsantrag (aktueller Bearbeitungsstand)
- 9 diverse Planunterlagen (aktueller Bearbeitungsstand)
- 10 Vereinfachter Bauzeitenplan mit Abfolge der geplanten Arbeiten (aktueller Bearbeitungsstand)
- 11 Geotechnische Bericht (Baustellenbereich)
- 12 Bodenmechanischer Bericht „Eignungsprüfung Klei“ (BE-Fläche 1)

### 3.2 Archivböden und Geotope

Es ist erforderlich, Böden, deren natürliche Funktionen und Archivfunktion weitgehend intakt sind, zu schützen. Jegliche nachteilige Beeinträchtigung dieser Funktionen sollten gem. §1 BBodSchV [1] so weit möglich vermieden werden.

Böden mit Archivfunktion werden im Landschaftsrahmenplan definiert:

1. Bodenentwicklungen, in denen sich Prozesse und Phasen der Naturgeschichte in besonderer Art und Weise widerspiegeln,
2. Bodenentwicklungen, die in ihrem landschaftlichen Zusammenhang und Wirkungsgefüge durch eine besondere Stoffverlagerung gekennzeichnet sind,
3. Bodenentwicklungen, die für einen Landschaftsraum untypisch sind (seltene Böden) und
4. Bodenentwicklungen, die Phasen, Ereignisse und Vorgänge der Kulturgeschichte repräsentieren.

Gem. Umweltportal [2] stehen keine Archivböden an. Der nächstgelegene Archivboden „Marsch mit Humus dwog bei Brunsbüttel“ befindet sich in einer Entfernung von ca. 4 km zum Baustellenbereich (einschl. BE-Fläche 1).

### 3.3 Stoffliche Bodenbelastungen

Stoffliche Bodenbelastungen sind nicht bekannt. Die Beprobung und Analyse des zu verwertenden Bodenaushubs erfolgt nach Aufhaltung von Erdmieten beim Abnehmer (siehe Abschnitt 5.5).

### 3.4 Sulfatsaure Böden

Nach Auswertung der zur Verfügung stehenden kartographischen Informationen kommen im Vorhabengebiet (Baustellenbereich als auch BE-Flächen) Sulfatsaure Böden nicht vor.

### 3.5 Standörtliche und aktuelle Erosionsempfindlichkeit

#### 3.5.1 Winderosionsgefährdung

Gem. Abbildung 7 liegt bei der BE-Fläche 1 keine Winderosionsgefährdung vor. Im Deichbereich ist die Winderosionsgefährdung ganzjährig sehr gering. Für die BE-Fläche 2 liegt keine Einschätzung zur Winderosionsgefährdung vor.

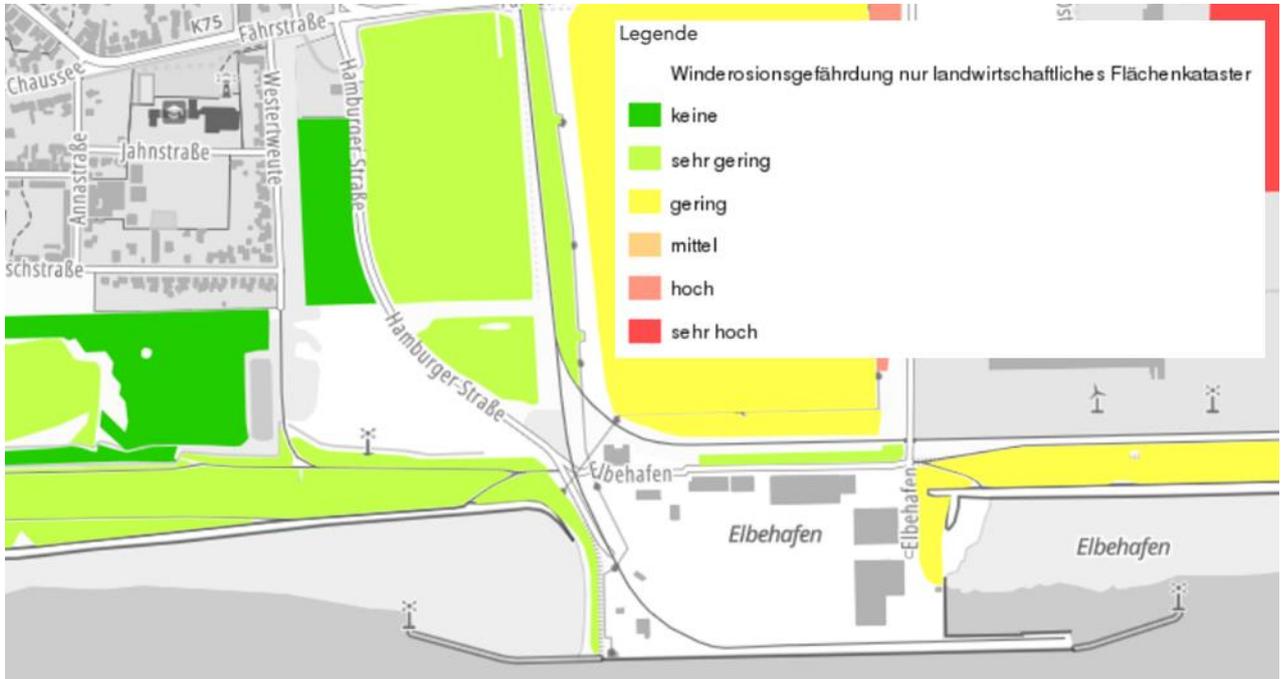


Abbildung 7: Pot. Winderosionsgefährdung, [2] abgerufen: 01/2024

#### 3.5.2 Wassererosionsgefährdung

Gem. Abbildung 8 liegt bei der BE-Fläche 1 ein geringe Wassererosionsgefährdung vor. Durch die Deichlage ist die Wassererosionsgefährdung im Deichbereich sehr hoch. Für die BE-Fläche 2 liegt keine Einschätzung zur Wassererosionsgefährdung vor.



Abbildung 8: Pot. Wassererosionsgefährdung, [2] abgerufen: 01/2024

### 3.6 Standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit

Gem. Abbildung 9 und Abbildung 10 liegt die potentielle Verdichtungsempfindlichkeit für den Deichbereich als auch die BE-Flächen 1 und 2 (Datengrundlage für Grünflächen) im Winterhalbjahr bei sehr hoch. Im Sommerhalbjahr ist die Verdichtungsempfindlichkeit am Deich bei mittel und der BE-Fläche 1 bei hoch eingestuft. Die Verdichtungsempfindlichkeit am Standort der BE-Fläche 2 ist ganzjährig gering



Abbildung 9: Pot. Verdichtungsempfindlichkeit Grünflächen, Oktober - April, [2] abgerufen: 01/2024



Abbildung 10: Pot. Verdichtungsempfindlichkeit Grünflächen, Mai – September, [2] abgerufen: 01/2024

### 3.7 Befahrbarkeit

Eine Ermittlung der Grenzen zur Befahrbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte wird nicht durchgeführt, da vorsorglich eine Befahrung außerhalb von befestigten Flächen (Straßen, Flächenbefestigungen, Baustraßen, temp. Damm) kategorisch ausgeschlossen wird / unzulässig ist.

Ausgenommen vom Befahrungsverbot auf dem Unterboden sind unter Einhaltung wesentlicher Voraussetzungen (siehe Abschnitt 5.1) Fahrzeuge zur Lockerung des Unterbodens als auch zur Wiederanddeckung des Oberbodens.

### 3.8 Bearbeitbarkeit

#### 3.8.1 Deichbereich (auch Baustellenbereich)

Gem. der Baugrunduntersuchungen (siehe Abschnitt 2.2) sind die Aushubböden den Kategorien ko3 / feu3 und ko4 / feu4 zuzuordnen. Eine Bodenbearbeitung von Böden der Kategorie ko4 / feu4 ist nicht zulässig. Demnach wird ein Bodenaushub erst erfolgen, wenn die Randbedingungen der Kategorie ko3 / feu3 eingehalten werden.

Tabelle 2 — Aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte (siehe DIN 18915; adaptiert aus DIN 19682-5 und DIN EN ISO 14688-1; siehe Anhang A)

Konsistenzbereich		Bodenmerkmale bei geringer und mittlerer effektiver Lagerungsdichte		Bodenfeuchtezustand				Befahrbarkeit	Bearbeitbarkeit	Verdichtungsempfindlichkeit (bodenartenabhängig)
Kurzzeichen	Bezeichnung	Zustand bindiger Böden (Tongehalt > 17 %)	Zustand nicht bindiger Böden (Tongehalt ≤ 17 %)	Wasserspannung pF-Bereich lg hPa	Feuchtestufe cbar <sup>a</sup>	Bezeichnung	Kurzzeichen			
ko1	fest (hart)	nicht ausrollbar und knetbar, da brechend; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	staubig; helle Bodenfarbe, dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	> 4,0	> 990	trocken	feu1	optimal	Bindige Böden: mittel bis ungünstig <sup>b</sup> Nicht bindige Böden: optimal	gering
<b>Schrumpfgrenze</b>										
ko2	halbfest (bröckelig)	noch ausrollbar, aber nicht knetbar, da bröckelnd beim Ausrollen auf 3 mm Dicke; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch nach	Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch etwas nach	4,0 bis > 2,7	990 bis > 50	schwach feucht	feu2	gegeben	optimal	mittel
<b>Ausrollgrenze</b>										
ko3	steif (-plastisch)	ausrollbar auf 3 mm Dicke ohne zu zerbröckeln, schwer knetbar und eindrückbar, dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	Finger werden etwas feucht, auch durch Klopfen am Bohrer kein Wasseraustritt aus den Poren; dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	2,7 bis > 2,1	50 bis > 12,4	feucht	feu3	eingeschränkt, nach Nomogramm	eingeschränkt (ja, wenn im Löffel rieselfähig)	hoch
ko4	weich (-plastisch)	ausrollbar auf < 3 mm Dicke, leicht eindrückbar, optimal knetbar	Finger werden deutlich feucht, durch Klopfen am Bohrer wahrnehmbarer Wasseraustritt aus den Poren	2,1 bis > 1,4	12,4 bis > 2,5	sehr feucht	feu4	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	hoch
ko5	breiig (-plastisch)	ausrollbar, kaum knetbar, da zu weich, quillt beim Pressen in der Faust zwischen den Fingern hindurch	durch Klopfen am Bohrer deutlicher Wasseraustritt aus den Poren, Probe zerfließt, oft Kernverlust	≤ 1,4	≤ 2,5	nass	feu5	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem
<b>Fließgrenze</b>										
ko6	zähflüssig	nicht ausrollbar und knetbar, da fließend	Kernverlust	0	0	sehr nass	feu6	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem

<sup>a</sup> Die Einheit Centibar wird hier in Anlehnung an das Schweizer Nomogramm verwendet. Die Umrechnung in den pF-Wert erfolgt über eine Multiplikation mit 10 und einer anschließenden Logarithmierung zur Basis 10 (log10).

<sup>b</sup> Die Bearbeitbarkeit stark bindiger Böden (> 25 % Ton) ist bei sehr starker Austrocknung nur bedingt möglich, weil starke Klutenbildung die Bearbeitungsqualität — insbesondere im Hinblick auf die Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten — vermindert.

Abbildung 11: Auszug DIN 18915 – Tabelle 2 [3]

#### 3.8.2 BE-Fläche 1

Gem. der Baugrunduntersuchungen (siehe Abschnitt 2.2) sind die Aushubböden den Kategorien ko3 / feu3 zuzuordnen. Demnach wird ein Bodenaushub erst erfolgen, wenn die Randbedingungen mind. der Kategorie ko3 / feu3 eingehalten werden.

Tabelle 2 — Aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte (siehe DIN 18915; adaptiert aus DIN 19682-5 und DIN EN ISO 14688-1; siehe Anhang A)

Konsistenzbereich		Bodenmerkmale bei geringer und mittlerer effektiver Lagerungsdichte		Bodenfeuchtezustand				Befahrbarkeit	Bearbeitbarkeit	Verdichtungsempfindlichkeit (bodenartenabhängig)
Kurzzeichen	Bezeichnung	Zustand bindiger Böden (Tongehalt > 17 %)	Zustand nicht bindiger Böden (Tongehalt ≤ 17 %)	Wasserspannung		Feuchtestufe				
				pF-Bereich	cbar <sup>a</sup>	Bezeichnung	Kurzzeichen			
ko1	fest (hart)	nicht ausrollbar und knetbar, da brechend; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	staubig; helle Bodenfarbe, dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	> 4,0	> 990	trocken	feu1	optimal	Bindige Böden: mittel bis ungünstig <sup>b</sup> Nicht bindige Böden: optimal	gering
Schrumpfgrenze										
ko2	halbfest (bröckelig)	noch ausrollbar, aber nicht knetbar, da bröckelnd beim Ausrollen auf 3 mm Dicke; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch nach	Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch etwas nach	4,0 bis > 2,7	990 bis > 50	schwach feucht	feu2	gegeben	optimal	mittel
Ausrollgrenze										
ko3	steif (-plastisch)	ausrollbar auf 3 mm Dicke ohne zu zerbröckeln, schwer knetbar und eindrückbar, dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	Finger werden etwas feucht, auch durch Klopfen am Bohrer kein Wasseraustritt aus den Poren; dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	2,7 bis > 2,1	50 bis > 12,4	feucht	feu3	eingeschränkt, nach Nomogramm	eingeschränkt (ja, wenn im Löffel rieselfähig)	hoch
ko4	weich (-plastisch)	ausrollbar auf < 3 mm Dicke, leicht eindrückbar, optimal knetbar	Finger werden deutlich feucht, durch Klopfen am Bohrer wahrnehmbarer Wasseraustritt aus den Poren	2,1 bis > 1,4	12,4 bis > 2,5	sehr feucht	feu4	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	hoch
ko5	breitig (-plastisch)	ausrollbar, kaum knetbar, da zu weich, quillt beim Pressen in der Faust zwischen den Fingern hindurch	durch Klopfen am Bohrer deutlicher Wasseraustritt aus den Poren, Probe zerfließt, oft Kernverlust	≤ 1,4	≤ 2,5	nass	feu5	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem
Fließgrenze										
ko6	zähflüssig	nicht ausrollbar und knetbar, da fließend	Kernverlust	0	0	sehr nass	feu6	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem

<sup>a</sup> Die Einheit Centibar wird hier in Anlehnung an das Schweizer Nomogramm verwendet. Die Umrechnung in den pF-Wert erfolgt über eine Multiplikation mit 10 und einer anschließenden Logarithmierung zur Basis 10 (log10).

<sup>b</sup> Die Bearbeitbarkeit stark bindiger Böden (> 25 % Ton) ist bei sehr starker Austrocknung nur bedingt möglich, weil starke Klutenbildung die Bearbeitungsqualität — insbesondere im Hinblick auf die Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten — vermindert.

Abbildung 12: Auszug DIN 18915 – Tabelle 2 [3]

### 3.8.3 BE-Fläche 2

Für die BE-Fläche 2 liegen neben o. g. Informationen keine weiteren Baugrunderkundungen vor.

## 4 Auswirkungen, vorhabenbezogene zu erwartende Beeinträchtigungen der Bodenqualität und der Funktionserfüllung

Im Zuge der Planung wurden die Bau- und Eingriffsflächen bedarfsgerecht ermittelt und auf das erforderliche Minimum begrenzt. Bei der Anlegung der Baustelleneinrichtungs-(BE-)Flächen kann nicht ausschließlich auf bereits vorbelastete oder für zukünftige Bauflächen genutzte Flächen zurückgegriffen werden. Beeinträchtigungen oder Funktionseinschränkungen der Böden können somit nicht vollständig vermieden werden. Durch das Anlegen von Baustraßen und befestigten Flächen sowie die Einhaltung der Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen werden diese jedoch auf ein Minimum reduziert.

### 4.1 Versiegelungen

Nachfolgende zum Bestand zusätzliche temporäre und dauerhafte Flächenversiegelungen werden für die Umsetzung der Maßnahme erforderlich:

- BE-Fläche 1: ca. 4.900 m<sup>2</sup> Temporäre Befestigung und Teilversiegelung mittels eines durchlässigen Schotters,
- BE-Fläche 2: ca. 1.050 m<sup>2</sup> Dauerhafte Befestigung und Teilversiegelung mittels eines durchlässigen Schotters,
- Deichbauwerk: ca. 2.100 m<sup>2</sup> temporär teilversiegelte Flächenbefestigung (temp. Damm), ca. 2.200 m<sup>2</sup> temporär vollversiegelte Flächenbefestigung (Baggermatratzen), ca. 3.700 m<sup>2</sup> dauerhafte vollversiegelte Flächenbefestigung (Widerlager, teilverklammerter Wasserbausteine, Treibselräumweg)

Bereits versiegelte Flächen (Treibselräumweg, Böschungssicherungen aus Deckwerk, BE-Fläche 3) sind in o. g. Mengen nicht enthalten.

Im Falle der o. g. dauerhaften Flächenbefestigungen führt die Versiegelung zu einem dauerhaften und z. T. vollständigen Funktionsverlust des Bodens. Insbesondere die Lebensraum-, Regulations- und

allgemeine Produktionsfunktion entfallen. Dennoch sind vorgenannte dauerhafte Flächenbefestigungen für das Bauwerk Jetty als auch das Bauwerk Deich unabdingbar.

## 4.2 Verdichtungen, Gefügestörungen

Eine direkte Befahrung des Bodens mit zu hoher Flächenpressung verursacht insbesondere bei ungünstigen Bedingungen eine Verdichtung des anstehenden Bodens. Dies wiederum kann zu lokalen Vernässungen, Beeinträchtigungen der Durchwurzelbarkeit sowie der natürlichen Bodenfunktionen führen.

Ein konkretes Maschinenkataster der bauausführenden Firmen liegt vor. Die u. g. Auflistung ist nicht abschließend und muss mit Planungsfortschritt fortgeschrieben werden. Die Geräte werden nur nach Freigabe durch die BBB eingesetzt.

Tabelle 3: Maschinenkataster landseitiger Geräte

Gerät	Vorgang	Einsatzgewicht [t]	Flächenpressung [kPa]
Volvo EC 220EL	Oberbodenabtrag, Herstellung temp. Damm, Oberbodenandeckung	22,445	35,3
Bell B20E o. Fendt 720, Mulde Maxxim 240	Bodentransporte	18	309
Volvo EC 80E	Aufmieten, Umschlag Baumaterialien auf der BE-Fläche 1	Gerätespezifikation derzeitig ungeklärt	Gerätespezifikation derzeitig ungeklärt
CAT 326	Herstellung temp. Damm	27,6	47
CAT D5	Herstellung temp. Damm	21,63	24,8
Hamm Walzenzug	Herstellung temp. Damm	8,04	Gerätespezifikation derzeitig ungeklärt

Hohe Verdichtungsempfindlichkeiten liegen im Bereich der BE-Fläche 1, sehr hohe Verdichtungsempfindlichkeiten im Deichbereich und geringe Verdichtungsempfindlichkeiten im Bereich der BE-Fläche 2 vor (siehe Abschnitt 3).

Auf den BE-Flächen werden die oberflächennahen Verdichtungen im Rahmen der Rekultivierung vollständig wieder beseitigt (siehe Abschnitt 5.6).

Gefügestörungen treten bei der unsachgemäßen Bearbeitung von Bodenmieten auf. Durch die sachgemäße horizontweise Entnahme / Trennung des Ober- und Unterbodens sowie der Torfe und mineralischen Böden kann ein Schaden der Gefügestörung verhindert bzw. erheblich minimiert werden.

Bei Vorhandensein weiterer Bodenschichten kann eine zusätzliche Trennung notwendig sein. Die Identifizierung/Bodenansprache erfolgt durch die bodenkundliche Baubegleitung. Die durchgeführten Maßnahmen sind in der Dokumentation der Bodenkundlichen Baubegleitung aufzunehmen (siehe Abschnitt 7.2).

Das Risiko einer Bodenvernässung wird bei Bedarf durch eine geeignete Entwässerung vermieden.

## 4.3 Vermischungen von Bodenschichten

Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen entstehen u. a. durch Vermischungen, insbesondere in der durchwurzelbaren Bodenschicht. Der Boden wird horizontweise abgetragen, sodass eine Vermischung der Ober- und Unterboden sowie der Torfe und mineralischen Böden verhindert wird.

Bei Vorhandensein weiterer Bodenschichten kann eine zusätzliche Trennung notwendig sein. Die Identifizierung/Bodenansprache erfolgt durch die bodenkundliche Baubegleitung. Die durchgeführten Maßnahmen werden in die Dokumentation aufgenommen (siehe Abschnitt 7.2).

Im Zuge der Maßnahme werden lediglich Oberböden aus dem Deichbauwerk (anthropogenen Ablagerungen) abgetragen und an anderer Stelle gelagert. Bei der Lagerung ist somit nur diese eine Schicht zu betrachten. Auf den Lagerflächen wird eine Vermischung des Oberbodens mit den anstehenden Böden (o. a. Auffüllungen) mittels Trennvliese verhindert. Bodenlager als auch aufgebrachte Flächenbefestigungen können so separiert zurückgebaut werden.

#### **4.4 Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktion**

Die Durchwurzelbarkeit als auch natürlichen Bodenfunktionen können insbesondere durch nachfolgende Vorgänge beeinträchtigt werden.

- Einbringen eines Bauwerkers
- Dauerhafter Bodenaushub
- Veränderungen des Bodenwasser- oder Bodenlufthaushaltes
- Dauerhafter Bodenauf- und -eintrag in oder auf die durchwurzelbare Bodenschicht

Beeinträchtigungen des Bodenwasserhaushaltes können ausgeschlossen werden, da keine Wasserhaltung vorgesehen ist. Das Oberflächenwasser, das auf den dauerhaft versiegelten Flächen anfällt, wird in die Vorflut abgeleitet. Die temporär versiegelten Flächen entwässern breitflächig in (dauerhaft) vegetationsbedeckte Flächen, wo wie bisher eine bodenartbedingt gehemmte Versickerung stattfinden kann.

Durch den Abtrag des Oberbodens und die Lagerung in Bodenmieten wird eine Durchlüftung begünstigt. Dies könnte zu einem verstärkten Abbau von Humus und Auswaschung von Nährstoffen führen.

In den nicht versiegelten Bereichen ist nicht mit langfristigen Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktion zu rechnen.

#### **4.5 Veränderung der Vegetation bzw. der Bodenbedeckung**

Die Veränderung der Vegetation bzw. der Bodenbedeckung trägt dazu bei, die Anfälligkeit für Erosion (unter Berücksichtigung von Fremdwasserzutritten und Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen) zu erhöhen.

Auf Grund der kleinräumigen Eingriffe in vorhandene Bodenbedeckungen wird davon ausgegangen, dass nach Rückbau der temporären Flächenbefestigungen sich die Vegetation auf den BE-Flächen wieder regeneriert.

Die Grünlandfläche der BE-Fläche 1 sowie der Deich im Baustellenbereich werden entsprechend den Anforderungen der Eigentümer begrünt.

#### **4.6 Schad- und Fremdstoffeinträge**

Schad- und Fremdstoffeinträge verursachen i.d.R. eine Verschlechterung der Schadstoffsituation und Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen. Es gilt Schad- und Fremdstoffeinträge zu vermeiden.

Schad- oder Fremdstoffeinträge sind nicht vorgesehen und werden durch diverse technische und organisatorische Vermeidungsmaßnahmen auf ein minimales Eintrittsrisiko (siehe Abschnitt 5) begrenzt.

#### **4.7 Veränderung des Bodentemperaturhaushaltes**

Vom Vorhaben gehen keine Wärme- oder Kälteemissionen hervor. Das Risiko einer Veränderung des Bodentemperaturhaushaltes kann bauartbedingt ausgeschlossen werden.

## 5 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

### 5.1 Anforderungen an den Maschineneinsatz (M1)

Der vorhandene Boden wird nicht befahren. Fahrzeugverkehre erfolgen über bereits versiegelte Flächen (z.B. Hamburger Straße / Westzufahrt) oder auf temporäre zu errichtende Baustraßen (z. B. temp. Damm) und BE-Flächen.

Ein Maschinenkataster der bauausführenden Firmen liegt vor (siehe Tabelle 3). Es ist geplant, beim Bodenaushub und -einbau Fahrzeuge (mit Ausnahme der Transportgeräte) mit Ketten zu verwenden.

Eine Befahrung der anstehenden Böden wird ausgeschlossen. Bau- und Transportgeräte verkehren lediglich auf zuvor befestigten Baustraßen, Flächen und Straßen. Entsprechende Befestigungen werden hierfür in Vorkopfbauweise hergestellt und auch rückschreitend zurückgebaut. Ausgenommen vom Befahrungsverbot auf dem Unterboden sind Fahrzeuge zur Lockerung des Unterbodens als auch zur Wiederandeckung des Oberbodens. Für derartige Arbeiten wird die BBB die aktuelle Bodenfeuchte (Wasserspannung) im Wirkungsbereich ermitteln und maximale Flächenlasten (Fahrzeugtypen) vorgeben.

Bereits versiegelte Flächen können ohne zusätzliche Befestigungen befahren und zur Lagerung genutzt werden.

### 5.2 Anforderungen zur Vermeidung stofflicher Bodenbelastungen (M2)

Das Eindringen von Verunreinigungen und gefährdenden Stoffe in den Boden wird durch Arbeiten mit Standards der guten fachlichen Praxis (u. a. Einhaltung und Umsetzung von Auflagen des WHG [4], der OGewV [5] bzw. der GrwV [6]) verhindert. Insbesondere sind hier §62 WHG „Anforderungen an den Umgang mit wasser-gefährlichen Stoffen“, §34 WHG „Durchgängigkeit oberirdischer Gewässer“ und auch die Grenzwerte laut GrwV- und OGewV-Anlagen zu nennen.

Beim Umgang mit boden- und wassergefährdenden Stoffen gelten nachfolgende Randbedingungen:

- wassergefährdende Stoffe wie Treib- und Schmierstoffe werden ausschließlich in dichten, fachgerechten Behältern mit Auffangwanne vorgehalten.
- Baufahrzeuge, Aggregate und Dieselkolbenpumpe werden nur mittels Pritschenwagen mit zugelassenem Kraftstofftank oder für den Transport von Kraftstoffen zugelassenen Tankwagen betankt.
- Aggregate und Dieselkolbenpumpen werden nur unter Anwendung von Auffangwannen genutzt.
- Während der Bauphase werden Baufahrzeuge und -maschinen auf einer undurchlässigen Fläche (durch Zusatzmaßnahmen wie Auffangwannen) betankt. Dadurch sollen auslaufende Kraft- und Betriebsstoffe sofort erkannt, zurückgehalten und aufgenommen werden können. Ein geeignetes Bindemittel wird vorgehalten. Das Auffangvolumen der Auffangwanne muss mind. dem Gesamtvolumen der Tanks mit grundwasser- und bodengefährdenden Stoffen des jeweiligen Gerätes entsprechen.
- Soweit gemäß Betriebserlaubnis der eingesetzten Maschinen möglich, werden biologisch abbaubare Treib- und Schmierstoffe verwendet.
- Sollte Boden wieder erwarten verunreinigt werden, werden verunreinigte Böden in Abstimmung mit den zuständigen Behörden fachgerecht entsorgt. Im Falle von Verunreinigungen werden die bodenkundliche Baubegleitung sowie die zuständigen Behörden umgehend informiert. Die Entsorgung wird dokumentiert. Tropfmengen werden sofort mittels vorzuhaltender Ölbindelvliese aufgenommen. Verunreinigte Materialien werden in dafür geeigneten Auffangbehältern gelagert und zur Entsorgung abtransportiert.
- Die Entsorgung von Abfällen wird fachgerecht durch spezialisierte Entsorgungs- und Recyclingfirmen durchgeführt.
- Im Zuge der Baudurchführung werden auf den BE-Flächen 1 und 2 keine grundwasser- und/oder bodengefährdenden Stoffe und Materialien eingesetzt. Der Einsatz ist unter Anwendung o. g. Schutzmaßnahmen (o. a. Auffangwannen) zulässig. Auf den vorgenannten BE-Flächen werden Bau-Materialien wie Wasserbausteine, Schotter, Split, Sand, Geotextilien, Gründungspfähle, Stahlbeton-Fertigteile, zu verbauende technische Ausrüstung o. ä. (keine grundwasser- und/oder bodengefährdenden Stoffe und Materialien) entladen, gelagert und verladen. Auf der BE-Fläche 1 werden des Weiteren Büro-, Sanitär- und Lagercontainer

aufgestellt und verkehrstaugliche, zugelassene Kraftfahrzeuge abgestellt bzw. geparkt. Auf den vorgenannten BE-Flächen sind keine grundwasser- und/oder bodengefährdenden (Vor-) Arbeiten vorgesehen. Ausgenommen hiervon ist der Einsatz der Dieselaggregate der Container sowie die Betankung von Geräten (unter Berücksichtigung o. g. Schutzmaßnahmen).

- Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an Baugeräten, bei denen Treib- oder Schmierstoffe o. ä. freigesetzt werden können, werden auf der vollversiegelten BE-Fläche 3 oder im Zufahrtsbereich der Baustelle oder dem temporären Damm durchgeführt. Die Durchführung erfolgt unter sachgemäßer Verwendung von mobilen, befahrbaren Auffangwannen (z. B. transportable Fold-Auffangwannen zum Waschen von Baumaschinen o. ä. Auffangeinrichtungen).
- Mit Hilfe der befahrbaren Auffangwannen o. ä. werden möglicherweise austretende Treib- und Schmierstoffe gesammelt und so eine Kontamination des Bodens verhindert. Das Auffangvolumen der Auffangwanne entspricht mind. dem Gesamtvolumen der Tanks mit grundwasser- und bodengefährdenden Stoffen des jeweiligen Gerätes, welches dort abgestellt wird. Die aufgefangenen Treib- und Schmierstoffe o. ä. werden entsprechend der geltenden Vorschriften abgefüllt, in verschlossenen Behältern transportiert und entsorgt. Des Weiteren werden Ölbindevliese o. ä. vorgehalten und bei Bedarf zum Aufnehmen der Treib- und Schmierstoffe (z. B. an Fahrzeugaußenwänden) eingesetzt.
- Vor dem Verlassen des Geländes müssen starke Verunreinigungen von den Reifen der Baufahrzeuge entfernt werden, um ein Verschleppen von Fremd- und Gefahrenstoffen zu verhindern und die öffentlichen Verkehrswege nicht zu verschmutzen. Verkehren o. g. Fahrzeuge wie vorgesehen ausschließlich auf befestigten Flächen und ist eine Verunreinigung der Bereifung durch Bodenaushub auch durch andere Vorgänge (z. B. Verlust aus dem Tieföffel) nicht erfolgt, kann auf o. g. Reinigung verzichtet werden.

Die Einhaltung der o. g. Randbedingungen wird durch die BBB überprüft.

### 5.3 Anforderungen an den Bodenabtrag (M3)

Der Zeitpunkt für den Bodenabtrag erfolgt soweit möglich so, dass die Arbeiten unter möglichst trockenen Bedingungen (Witterung als auch als auch Bodenverhältnissen) durchgeführt werden können.

Der Bodenabtrag und die Herstellung der temporären Flächenbefestigungen erfolgen mittels Raupenbagger in Vorkopfbauweise in Teilabschnitten. Der Rückbau der temporären Flächenbefestigungen und der Einbau von Deckwerk und Boden erfolgt rückschreitend in Teilabschnitten. So wird eine direkte Befahrung der vorhandenen Böden verhindert und sämtliche Baugeräte verkehren ausschließlich auf befestigten Flächen bzw. Baustraßen (Lastverteilung). Rangierfahrten der Raupenbagger werden auf das erforderliche Minimum begrenzt. Mehrfaches Befahren derselben Stellen wird soweit möglich vermieden.

Befestigung in Schotterbauweise, die für die Befahrung vorgesehen sind, werden eine Mindestmächtigkeit von 50 cm aufweisen. Die Befestigung im Deichbereich wird mind. in der Mächtigkeit gem. Ausführungsplanung hergestellt.

Bei hoher Bodenfeuchte werden Erdarbeiten des Oberbodens aus Umweltsicht pausiert (die bodenkundliche Baubegleitung wird die jeweils aktuelle Feuchtestufe und entsprechende Verdichtungsempfindlichkeit ermitteln).

Grundsätzlich werden bei gesättigten Bodenverhältnissen bzw. in Konsistenzbereichen  $\geq ko4$  in strukturierten, bindigen Böden keine Erdarbeiten durchgeführt (DIN 19639 [7]).

Der Bodenaushub erfolgt horizontweise mittels Trennung des Ober- und Unterbodens sowie der Torfe und mineralischen Böden. Die Bodenansprache erfolgt durch die bodenkundliche Baubegleitung. Bei Maschinengewichten von  $\geq 20$  bis  $< 30$  t werden Kettenbreiten  $\geq 700$  mm und bei Maschinengewichten von  $\geq 30$  t  $\geq 800$  mm eingesetzt.

Die bodenkundliche Baubegleitung überwacht und optimiert den Bodenaushub. Dabei werden verschiedene Faktoren wie Bodenbeschaffenheit, Witterung, Maschinenleistung usw. berücksichtigt.

## 5.4 Anforderungen an die Zwischenlagerung von Böden (Z1)

Bei der Herstellung von Bodenmieten werden nachfolgende Anforderungen eingehalten:

- Die Fläche zur Bodenlagerung ist wasserdurchlässig. Niederschlagswasser wird abgeleitet. Staunässe wird verhindert.
- Auf verdichtungsempfindlichen Böden werden soweit möglich keine Mieten angelegt,
- Die Höhe der Oberbodenmieten wird auf  $\leq 2,0$  m und für Unterbodenmieten auf  $\leq 3,0$  m begrenzt. Die Schütthöhe ist je nach Bodeneigenschaften anzupassen.
- Der Oberboden wird mittels Tieflöffel aufgesetzt.
- Die Mieten werden unter Berücksichtigung von Standsicherheit und Arbeitsschutz mit möglichst steilen Böschungen hergestellt.
- Die Oberflächen werden mit mind. 4% Gefälle hergestellt. Die Profilierung erfolgt durch leichtes Andrücken mit der Baggerschaufel.
- Am Böschungsfuß werden Gräben zur Entwässerung hergestellt.

Bodenmieten werden nicht befahren, verdichtet oder zur Lagerung genutzt.

Die Sohle der Bereitstellungsflächen wird gegebenenfalls vorab geglättet, um einen reibungslosen Rückbau zu erleichtern. In manchen Fällen könnte dies den Bedarf an Trennvliesen oder ähnlichen Materialien reduzieren. Im Falle der Oberbodenlagerfläche (BE-Fläche 1) wird die Erdmiete auf der Schotterbefestigung mit Hilfe eines Trennvlieses getrennt. Die Schotterbefestigung dient als Drainagekörper zur Vermeidung von Staunässe.

Die Oberbodenmieten werden voraussichtlich länger als zwei Monate bestehen. Demnach wird unmittelbar nach dem Aufmieten eine flächendeckende Zwischenbegrünung hergestellt. Die Zwischenbegrünung dient zur Vermeidung von Vernässung bzw. der damit einhergehenden Auswaschung von Nährstoffen. Durch die Zwischenbegrünung wird außerdem eine zusätzliche Durchlüftung bzw. ein damit einhergehender Abbau von Humus abgemindert sowie der Schutz vor Erosion und unerwünschtem Aufwuchs erreicht. Die Auswahl der Ansaatmischung wird dabei den Standorteigenschaften, der Fruchtfolge, der angenommenen Lagerzeit und Jahreszeit angepasst.

## 5.5 Verwendung von Bodenmaterial / Mineralisches Abfallmanagement (Z2)

Nach Fertigstellung des temporären Damms wird der gelagerte Oberboden (ca. 150 m<sup>3</sup>) zur Wiederandekung des Deiches genutzt.

Der übrige Bodenaushub (Oberboden und Auffüllung) wird zum Unternehmer Sönke Krey Erdbewegung GmbH & Co. KG verbracht, dort entsprechend den geltenden Normen für mineralische Abfälle zu Erdmieten aufgehaldet und entsprechend der Ersatzbaustoffverordnung beprobt. Mit Vorliegen der Analyseergebnisse wird der weitere Entsorgungsweg (Verwertung oder Beseitigung) definiert. Für die Beseitigung von Böden ist die Kuhle Altenjahr/Hohenwestedt vorgesehen.

Der Umgang mit diesen Abfallarten erfordert eine fachgerechte Koordination. Die Entsorgung wird entsprechend den geltenden Vorschriften ordnungsgemäß beurteilt und dokumentiert. Dazu gehören die Erfassung der Abfallarten, -mengen sowie der jeweiligen Entsorgungswege.

Der Bodentransport zum Abnehmer oder Entsorger erfolgt durch Unternehmen mit nachweisbarer sach- und Fachkunde oder Entsorgungsbetriebe. Die Entsorgungswege werden ggf. mit dem elektronischen Abfallnachweisverfahren dokumentiert.

## 5.6 Rekultivierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten (R1)

Auf temporär genutzten Flächen (Deichbereich und BE-Fläche 1) werden die durchwurzelbaren Bodenschichten rekultiviert. Die Rekultivierung verhindert eine dauerhafte Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen.

Die Auftragsmächtigkeit richtet sich nach dem Ausgangszustand. Die Rekultivierung erfolgt bei trockenen Verhältnissen (Witterung als auch Bodenverhältnissen) unmittelbar und rückschreitend mit rückstandslosem Rückbau der temporären Flächenbefestigungen (einschl. Trennvliese, temp. Leitungen, etc.) und ohne Befahrung des wieder angedeckten Oberbodens. Eine schädliche Verdichtung des Oberbodens wird so verhindert.

Sind Baugruben oder Leitungsgräben zu verfüllen, wird eine über die standörtliche Normalverdichtung hinausgehende Verdichtung vermieden.

Sollte wiedererwarten eine schädliche Verdichtung des Unterbodens vorliegen, wird diese in Abstimmung mit der BBB vor dem Oberbodenauftrag durch geeignete Maßnahmen zur Lockerung behoben. Die Lockerung wird hierbei nicht tiefer als die erzeugte Verdichtung durchgeführt. Für die Durchführung der Lockerungsarbeiten werden Fahrzeuge zur Rekultivierung und Wiederandeckung des Oberbodens den Unterboden direkt befahren (vgl. Abschnitt 5.1). Wurden ggf. im Untergrund befindliche Dränagen beschädigt, werden diese funktionsgerecht wiederhergestellt. Die Kontrolle des Lockerungserfolges erfolgt über Messungen der Eindringwiderstände. Im Deichbereich erfolgt keine Lockerung.

Ggf. ist eine setzungsbedingte Überhöhung beim Wiederandecken zu berücksichtigen. Das Maß der Überhöhung wird Materialbedingt mit der BBB abgestimmt. Ggf. zur Auffüllung zu lieferndes Bodenmaterial (Deichbereich) wird soweit möglich dem Boden im Baufeld entsprechen.

Bei der Wahl der Ansaatmischung werden soweit möglich die Anforderungen der Eigentümer beachtet.

## 6 Bodenschutzplan

Der Bodenschutzplan beinhaltet als zeichnerische Darstellung die räumliche Konkretisierung von Bodenschutzmaßnahmen, die in der Bauphase umzusetzen sind.

Der Bodenschutzplan ist der Anlage 2 zu entnehmen.

## 7 Eigenkontrolle (Bodenkundliche Baubegleitung)

Die Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) erbringt Leistungen im Bereich des vorsorgenden Bodenschutzes von Baubeginn bis zum Bauabschluss.

Die Bodenkundliche Baubegleitung erbringt im Wesentlichen nachfolgende Tätigkeiten:

### Begleitung der Schutzmaßnahmen in der Bauphase:

- Während der Bauphase werden die Schutzmaßnahmen gemäß dem Bodenschutzkonzept und -plan sowie den bodenschutzfachlichen Nebenbestimmungen der Vorhabengenehmigung umgesetzt. Bei sämtlichen Bodenarbeiten ist darauf zu achten, dass die Vorgaben dieser Unterlagen eingehalten werden.
- Falls es während der Bauausführung notwendig wird, vom Bodenschutzkonzept abzuweichen oder dieses fortzuschreiben, erfordert dies eine Abstimmung mit dem Vorhabenträger und der zuständigen Behörde.

### Dokumentation der technischen Ausführung:

- Die technische Umsetzung der Baumaßnahmen wird in Bezug auf bodenrelevante Eingriffe, einschließlich gegebenenfalls erforderlicher Abweichungen vom Konzept, dokumentiert.

### Begleitung der Rekultivierung und ggf. Hinzuziehung bei der Flächenabnahme

#### 7.1 Vermittlung von Informationen

Die BBB ist verantwortlich für die Einweisung in die sachgemäße Anwendung der spezifischen Bodenschutzmaßnahmen.

Die BBB nimmt (soweit erforderlich) an den regelmäßigen Baubesprechungen zwischen Bauherrn und Bauunternehmer teil und informiert über die Einhaltung der zu beachtenden Bodenschutzmaßnahmen sowie ggf. auch über zu berücksichtigende Abweichungen. Der Unternehmer ist angehalten seine Angestellten und Subunternehmer über die von der BBB übermittelten Maßnahmen zu informieren.

Bei außergewöhnlichen Ereignissen erfolgt umgehend eine mündliche und schriftliche (Mail) Benachrichtigung des Bauherrn und Bauleiters. Zudem wird zeitnah ein Sonderbericht mit entsprechender Dokumentation über das Ereignis erstellt und vorgelegt.

Alle Tätigkeiten, die den Boden betreffen, müssen der BBB mit ausreichend zeitlichem Vorlauf gemeldet werden. Im Verlauf der Bauarbeiten können sich die Bodenschutzmaßnahmen ändern oder bestehende Maßnahmen angepasst werden. Die BBB informiert in diesem Fall alle Beteiligten entsprechend.

## 7.2 Dokumentation

Die Bodenkundliche Baubegleitung ist verantwortlich für die Dokumentation der bodenrelevanten Vorgänge (insbesondere den Bodenschutz betreffend). Dabei wird die korrekte Umsetzung der festgelegten Maßnahmen des Bodenschutzkonzeptes in allen Vorgängen überprüft und bei Bedarf an während der Ausführung gewonnen Erkenntnisse angepasst. Die Baustellenbegehungen erfolgen regelmäßig in Abhängigkeit des Arbeitsfortschrittes, der jeweiligen aktuellen Tätigkeiten und der Witterungsverhältnisse mindestens jedoch wöchentlich.

Sämtliche Begehungen sowie festgelegte Abweichungen zum Bodenschutzkonzept werden schriftlich und fotografisch dokumentiert.

Im Rahmen der Bodenkundlichen Baubegleitung werden folgende Dokumentationen erstellt:

### Begehungs- und Besprechungsprotokolle

- Datum, Örtlichkeit,
- Art, Umfang und Begründung der Auflagen bzw. Baumaßnahmen,
- Umsetzung und Termine,
- Kontrollen nach Art, Umfang und Zeitpunkt,
- ggf. Hinweise auf verbleibende Mängel bzw. weiter zu veranlassende Maßnahmen,
- Nachweise,
- Niederschlag.

### BBB – Tagebuch

- Chronologische Dokumentation der Baustellenbegehungen mit Angaben zu Zeitpunkt, Kontrollgegenstand, Baufortschritt, Gesprächen und Bemerkungen.

Die erstellten Kurzprotokolle und fotografischen Dokumentationen werden nach jeder Begehung dem Bauherrn und dem Bauleiter ohne Aufforderung vorgelegt.

Alle einzelnen Dokumentationen werden im Abschlussbericht zusammengefasst. Dabei wird auch auf mögliche Abweichungen eingegangen. Im Abschlussbericht sind gem. DIN 19639 Anlage G [7] im Wesentlichen nachfolgende Arbeitsschritte zu erfassen:

a) Maßnahmen zur Sicherstellung allgemeiner Grundsätze zum Bodenschutz:

- Verwendung geeigneter Arbeitstechniken und Arbeitsgeräte;
- Berücksichtigung der Witterungs- und Bodenwasserverhältnisse;
- Anlage von Verkehrs- und Arbeitswegen, Baustraßen usw.;

b) Abtrag des Bodens:

- Standortverhältnisse am Entnahmestandort (sofern vom Einbaustandort abweichend);
- Angaben zum Bodenabtrag, wie Flächengrößen, Schichtmächtigkeiten und Kubaturen von abzutragendem Ober- und Unterboden — differenziert nach Bodenqualität (insbesondere Bodenart, Grobbodenanteil, unter Umständen Schadstoffgehalt);
- Arbeitstechnik der Bodenabtragsarbeiten;
- Zwischenlagerung des Bodenaushubs;
- tatsächlich zwischengelagerte Kubaturen und Flächen, Ausformung und Höhe des Bodenmieten, Zwischenbegrünung, Dauer der Zwischenlagerung sowie Umsetzung der Bodenmieten;
- Darstellung des Verwertungs-/Entsorgungswegs überschüssiger Bodenmassen;

c) Herstellung des Planums und Gewährleistung einer ausreichenden Entwässerung;

d) Herstellung der Rekultivierungsschicht:

- Plan der betroffenen Flächen, mit Angaben zu Flächengrößen, Schichtmächtigkeiten, Bodenqualität und Nutzungseignung;
- Kubaturen von aufzutragendem Ober- und Unterboden differenziert nach Bodenqualität;
- bei Materialzufuhr Kubatur, Qualität und Herkunftsort getrennt nach Ober- und Unterboden;
- Arbeitstechnik der Bodenauftragsarbeiten;

e) Zwischenbewirtschaftung bzw. Begrünung des Oberbodens;

f) Qualitätsbeurteilung und Nachkontrolle nach DIN 19639 Abschnitt 6.6 [7].

## 8 Literatur

- [1] BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999, zuletzt geändert durch Verordnung vom 09. Juli 2021
- [2] Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein (MEKUN) - Umweltportal, <https://umweltportal.schleswig-holstein.de/kartendienste>, abgerufen Januar 24
- [3] DIN 18915:2018-06 - Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten
- [4] WHG - Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009, zuletzt geändert durch Gesetz vom 18. August 2021
- [5] OGewV - Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) vom 20. Juni 2016, zuletzt geändert durch Gesetz vom 9. Dezember 2020
- [6] GrwV - Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV) vom 9. November 2010, zuletzt geändert durch Verordnung vom 4. Mai 2017
- [7] DIN 19639:2019-09 - Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben

# Eignungsprüfung Klei

## Elbehafen Brunsbüttel

Projekt-Nr.: 2308-191.1

Auftraggeber: ARGE Elbehafen LNG  
Ammerländer Heerstraße 368  
26129 Oldenburg

Auftragnehmer: StraPs Straßenbau Prüfstelle GmbH  
Eisenstraße 1a  
26789 Leer

Bearbeiter: 

Dieser Prüfbericht umfasst:

8 Seiten  
2 Abbildungen  
4 Tabellen  
9 Anlagen

Leer, den  
12. September 2023

## 1. Veranlassung und Beauftragung

Die StraPs Straßenbau Prüfstelle GmbH, Leer, wurde beauftragt, zwei Proben vom anstehenden Klei auf einem Gelände an der Straße „Hamburger Straße“ in Brunsbüttel zu beproben und diesen bezüglich seiner Eignung als Klei im Deichbau (Eignungsprüfung Klei nach EAK 2002) zu untersuchen.

Die Beauftragung umfasst folgenden Leistungsumfang:

- Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)
- Ermittlung der organischen Bestandteile (Glühverlust nach DIN EN 17685-1)
- Körnungslinien (DIN EN ISO 17892-4)
- Zustandsgrenzen (DIN EN ISO 17892-12)
- Bestimmung der Proctordichte (DIN 18127)
- Bestimmung der Scherfestigkeit (DIN 17892-7)



Abbildung 1: Schurf des zu beprobenden Kleis



Abbildung 2: Haufwerk des zu beprobenden Kleis

## 2. Bodenmechanische Untersuchungen

### 2.1 Durchführung

Für die Kleiuntersuchung nach EAK 2002 wurde am 10.08.2023 zwei Mischproben aus zwei Schürfen entnommen.

Die bodenmechanischen Untersuchungen wurden im Labor der StraPs Straßenbau Prüfstelle GmbH durchgeführt. Die jeweiligen Versuchsprotokolle sind diesem Bericht als Anlage beigefügt.

## 2.2 Ergebnisse und Bewertung der bodenmechanischen Untersuchungen

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der in Kapitel 1 genannten Versuche aufgeführt, sowie die jeweiligen Grenzwerte nach EAK 2002, Tab. B 8 (Empfehlungen B 2002).

Tabelle 1: Bodenmechanische Parameter

	23080190-01	23080190-02	Sollwerte (EAK 2002, Tab. B 8)
Bodenart	Schluff, tonig, schwach feinsandig	Schluff, feinsandig, tonig	
Bodengruppe	U, t, fs'	U, fs,t	
Bodengruppe (DIN 18196)	UA	UA	
Ton-Anteil (< 0,002 mm) [%]	18,78	18,48	> 10 (15)*
Sand-Anteil (> 0,063 mm) [%]	13,03	19,21	< 40
Wassergehalt w [%]	39,3	33,6	
Glühverlust (i. M.) [%]	4,09	6,28	< 10
Fließgrenze $W_l$ [%]	75,05	68,97	> 25 (45)*
Ausrollgrenze $W_p$ [%]	29,79	30,05	> 15 (25)*
Plastizitätszahl $I_p$ [%]	45,26	38,92	> 10 (20)*
Konsistenzzahl $I_c$	0,79	0,91	
Proctordichte $\rho_{Pr}$ [g/cm <sup>3</sup> ] (entspricht Trockendichte $\rho_d$ bei Einhaltung des Einbauwassergehalts)	1,403	1,439	0,85 (1,0)* < $\rho_d$ < 1,45 g/cm <sup>3</sup>
Einbauwassergehalt [%]	30,2	30,6	30 ≤ w ≤ 80 (60)*
Anfangsscherfestigkeit [kN/m <sup>2</sup> ]	29 bei einem Einbauwassergehalt von 30,2%	30 bei einem Einbauwassergehalt von 30,6%	> 20 (30)*

\* Werte in Klammern gelten für besonders exponierte Seedeiche

In der folgenden Tabelle sind die ermittelten bodenmechanischen Parameter den Anforderungen nach EAK 2002 (Empfehlungen G 2002), Tab. G 3 gegenübergestellt. Auf diese wird in den Empfehlungen B 2002 für weiterführende Angaben zum Abdeckboden aus Klei verwiesen. Die von der untersuchten Probe erfüllten Parameter sind hervorgehoben.

Tabelle 2: Bodenmechanische Grenzwerte für Klei nach EAK 2002, Tab. G 3. Von der untersuchten Probe -01 erfüllte Parameter sind grün markiert.

Eignungsbewertung Probe 23080190 -01			
Parameter	Abgrenzungsbereiche		
	gut geeignet	geeignet	bedingt geeignet
Bodenart	schluffig/toniger Klei	sandiger Klei	stark sandiger Klei
Tonanteil <0,002 mm	20–40	15–20	10–15
Sandanteil >0,063 mm	10–40	25–50	30–50
Fließgrenze $w_L$ [%]	35–70	30–55	25–40
Plastizitätszahl $I_P$ [%]	20–45	15–20	10–15
Einbauwassergehalt $w$ [%]	25–60	25–50	25–45
Trockendichte $\rho_d$ [g/cm <sup>3</sup> ] <sup>1)</sup>	1,10–1,45	1,15–1,50	1,25–1,55
Anfangsscherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	≥ 25	≥ 30	≥ 40
Glühverlust [%]	≤ 10	≤ 10	≤ 5

1) Hier gleich der Proctordichte bei Einhaltung des Einbauwassergehalts

Tabelle 3: Bodenmechanische Grenzwerte für Klei nach EAK 2002, Tab. G 3. Von der untersuchten Probe -02 erfüllte Parameter sind grün markiert.

Eignungsbewertung Probe 23080190 -02			
Parameter	Abgrenzungsbereiche		
	gut geeignet	geeignet	bedingt geeignet
Bodenart	schluffig/toniger Klei	sandiger Klei	stark sandiger Klei
Tonanteil <0,002 mm	20–40	15–20	10–15
Sandanteil >0,063 mm	10–40	25–50	30–50
Fließgrenze $w_L$ [%]	35–70	30–55	25–40
Plastizitätszahl $I_P$ [%]	20–45	15–20	10–15
Einbauwassergehalt $w$ [%]	25–60	25–50	25–45
Trockendichte $\rho_d$ [ $g/cm^3$ ] <sup>1)</sup>	1,10–1,45	1,15–1,50	1,25–1,55
Anfangsscherfestigkeit $c_u$ [ $kN/m^2$ ]	$\geq 25$	$\geq 30$	$\geq 40$
Glühverlust [%]	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 5$

2) Hier gleich der Proctordichte bei Einhaltung des Einbauwassergehalts

### 3. Bodenchemische Untersuchungen

Die Kleiprobe wurde zusätzlich auf Bodenchemische Parameter nach ErsatzbaustoffV – Bodenmaterial (Anl. 1, Tab. 3) untersucht.

Die Probe wurde an das umweltanalytische Labor Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH, Emden übergeben. Das entsprechende Ergebnisprotokoll der chemischen Analysen vom 23.08.2023 liegt diesem Gutachten als Anlage bei. Die Probenahmeprotokolle finden sich ebenfalls in der Anlage.

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse der bodenchemischen Analysen der Kleiprobe, sowie die Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut nach ErsatzbaustoffV für die Bodenart Lehm/Schluff. Aufgrund des Schluffanteils werden die untersuchten Bodenproben im Rahmen der Untersuchung dieser Bodenart zugeordnet. Parameter, bei denen eine Überschreitung des Materialwertes für BM-0/BG-0 vorliegt, sind entsprechend farbig hinterlegt.

Tabelle 4: Ergebnisse und Bewertung der Analysen nach ErsatzbaustoffV für Lehm/Schluff

Parameter	Einheit	Materialwerte						Probe		
		BM-0 BG-0	BM-0* BG-0* <sup>1)</sup>	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3	Klei 23080186-01	Klei 23080186-02	
<b>Untersuchungsergebnisse im Feststoff</b>										
Mineral. Fremdbestandteile	Vol-%	≤ 10	≤ 10	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 10	≤ 10	
TOC <sup>6)</sup>	%	1	1	5	5	5	5	0,78	0,73	
KW <sub>10-22</sub>	mg/kg TS		300	300	300	300	1000	< 5	< 5	
KW <sub>10-40</sub>			600	600	600	600	2000	< 5	< 5	
EOX <sup>4)</sup>			1	1	3	3	3	10	< 0,1	0,1
Arsen			20	20	40	40	40	150	14	21
Blei			70	140	140	140	140	700	19	19
Cadmium			1,0	1,5	2	2	2	10	0,6	0,2
Chrom <sub>ges.</sub>			60	120	120	120	120	600	44	43
Kupfer			40	80	80	80	80	320	8,2	7,4
Nickel			50	100	100	100	100	350	31	27
Quecksilber			0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	< 0,1	< 0,1
Thallium			1,0	1,0	2	2	2	7	0,3	0,2
Zink			150	300	300	300	300	1200	72	72
PCB <sub>6</sub> und PCB-118 <sub>ges.</sub>			0,05	0,1	0,15	0,15	0,15	0,5	n.n.	n.n.
Benzo(a)pyren			0,3						< 0,001	< 0,001
PAK <sub>16</sub>			3	6	6	6	9	30	n.n.	n.n.
<b>Untersuchungsergebnisse im Eluat</b>										
pH-Wert <sup>2)</sup>	-			6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	5,5-12,0	9,7	8,4	
el. Leitfähigkeit <sup>2)</sup>	µS/cm		350	350	500	500	2000	86	102	
Sulfat	mg/L	250 <sup>3)</sup>	250 <sup>3)</sup>	250 <sup>3)</sup>	450	450	1000	4,0	6,7	
Arsen	µg/L		8 (13)	12	20	85	100	< 2,0	< 2,0	
Blei			23 (43)	35	90	250	470	2,0	1,1	
Cadmium			2 (4)	3,0	3,0	10	15	< 0,2	< 0,2	
Chrom <sub>ges.</sub>			10 (19)	15	150	290	530	0,4	0,3	
Kupfer			20 (41)	30	110	170	320	< 2,0	< 2,0	
Nickel			20 (31)	30	30	150	280	1,5	1,6	
Quecksilber <sup>5)</sup>			0,1					< 0,1	< 0,1	
Thallium <sup>5)</sup>			0,2 (0,3)					< 0,2	< 0,2	
Zink			100 (210)	150	160	840	1600	< 2,0	9,0	
PAK <sub>15</sub>			0,2	0,3	1,5	3,8	20	n.n.	n.n.	
Naphthalin und Methylnaphthaline gesamt			2					< 0,1	< 0,1	
PCB <sub>6</sub> und PCB-118 <sub>ges.</sub>				0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	n.n.	n.n.
<b>Resultierende Einstufung (Feststoff und Eluat)</b>								<b>BM-0</b>	<b>BM-F0*</b>	

- 1) Die Eluatwerte (Ausnahme Sulfat) sind nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert nach BM-0 bzw. BG-0 überschritten wird. Der Eluatwert für PAK<sub>15</sub> und Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffgehalt für PAK<sub>16</sub> nach BM-0 bzw. BG-0 überschritten wird. Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von ≥ 0,5 %.
- 2) Stoffspezifischer Orientierungswert, darf bis zu 0,5 (pH-Wert) bzw. 10 % (Leitfähigkeit) abweichen; bei höheren Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.
- 3) Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Material mit naturbedingt erhöhter Konzentration kann innerhalb der betroffenen Gebiete verwertet werden, außerhalb ist die Eignung im Einzelfall festzulegen.
- 4) Bei Überschreitung sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu prüfen.
- 5) Für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0\*/BG-F0\* bis BM-F3/BG-F3 ist der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0\*/BG-0\* ist einzuhalten.
- 6) Stoffspezifischer Orientierungswert

#### 4. Beurteilung

##### 4.1 Mischprobe MP-01

Bei dem Kleiboden der Mischprobe -01 handelt es sich um einen schwach feinsandigen, tonigen Schluff der Bodengruppe UA gemäß DIN 18196.

Das untersuchte Material erfüllt die Sollvorgaben gemäß der Eignungsprüfung für Klei im Deichbau nach EAK 2002, Tab. B 8. Gemäß Tabelle G 3 (EAK 2002), welche empfohlene Grenzwerte für Klei als Deichabdeckung enthält und eine Unterteilung in gut geeignet bis bedingt geeignet vornimmt, liegt die Tonanteil des Probenmaterials (18,72 %) leicht unterhalb der vorgegebenen Bereiche für gut geeignet. Der Klei ist somit für den Deichbau als „geeignet“ einzustufen. Beim Einbau ist der Wassergehalt des Kleis auf 30,2 % anzupassen.

Der Klei kann der Materialklasse **BM-0** nach ErsatzbaustoffV zugeordnet werden. Bodenmaterial der Materialklasse BM-0 kann auch in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten der Stufe II eingebracht werden unter Einhaltung der in der EBV, Anlage 2 vorgegebenen Bedingungen.

##### 4.2 Mischprobe MP-02

Bei dem Kleiboden der Mischprobe -02 handelt es sich um einen feinsandigen, tonigen Schluff der Bodengruppe UA gemäß DIN 18196.

Das untersuchte Material erfüllt die Sollvorgaben gemäß der Eignungsprüfung für Klei im Deichbau nach EAK 2002, Tab. B 8. Gemäß Tabelle G 3 (EAK 2002), welche empfohlene Grenzwerte für Klei als Deichabdeckung enthält und eine Unterteilung in gut geeignet bis bedingt geeignet vornimmt, liegt die Tonanteil des Probenmaterials (18,48 %) leicht unterhalb der vorgegebenen Bereiche für gut geeignet. Der Klei ist somit für den Deichbau als „geeignet“ einzustufen. Beim Einbau ist der Wassergehalt des Kleis auf 30,6 % anzupassen.

Der Klei kann der Materialklasse **BM-F0\*** zugeordnet werden. Eine Verwendung des Materials ist nach den Vorgaben der Anl. 2, Tab. 5 der ErsatzbaustoffV möglich.

Aufgestellt

12. September 2023





Zeichenerklärung:   Probenahme Klei	Bauvorhaben:	Brunsbüttel, EAK-Untersuchung		
	Projekt- Nr.:	2308-191.1		
	Auftraggeber:	ARGE Elbhafen LNG Ammerländer Heerstraße 368 26129 Oldenburg		
 Straßenbau Prüfstelle GmbH Eisenstraße 1a 26789 Leer  Telefon: (0491) 454 20 99-0 Telefax: (0491) 454 20 99-9  eMail: <a href="mailto:info@straps-gmbh.de">info@straps-gmbh.de</a> Homepage: <a href="http://www.straps-gmbh.de">www.straps-gmbh.de</a>	Plantitel:	Lageplan		
	Maßstab:	nicht maßstäblich	Datum:	
	Bearbeiter:	██████	12.09.2023	
	Gezeichnet:	██████	12.09.2023	
	Geändert:			
	Plan- Nr.:			



Straßenbau Prüfstelle GmbH

Eisenstraße 1a  
26789 Leer  
Telefon : 0491 / 454 20 990  
Fax : 0491 / 454 20 999

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Anlage :  
zu : 2308-191.1

### Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Bauvorhaben : Eignungsprüfung Klei nach EAK 2002

Entnahmestelle : siehe Lageplan -03

Auftraggeber : ARGE Elbehafen  
am : 10.08.2023

Entnahmetiefe :  
Bodenart : Klei

Bemerkung : nach DIN EN ISO 17892-12

Art der Entnahme : gestört  
Entnahme am : 10.08.2023 durch : [REDACTED]

#### Fließgrenze

Behälter Nr. :	409	410	411	428
Zahl der Schläge :	39	31	24	16
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	82,96	104,48	97,17	113,82
Trockene Probe + Behälter $m_d+m_B$ [g] :	67,58	80,31	75,02	84,30
Behälter $m_B$ [g] :	42,08	41,97	42,12	42,09
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	15,38	24,17	22,15	29,52
Trockene Probe $m_d$ [g] :	25,50	38,34	32,90	42,21
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	60,31	63,04	67,33	69,94
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

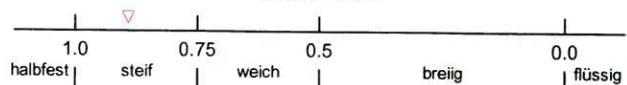
#### Ausrollgrenze

	436	437	438
	67,13	70,25	68,97
	61,37	63,77	62,71
	42,08	42,09	41,98
	5,76	6,48	6,26
	19,29	21,68	20,73
	29,86	29,89	30,20

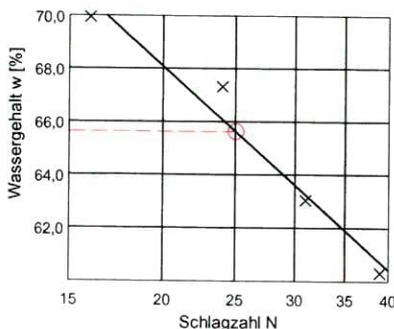
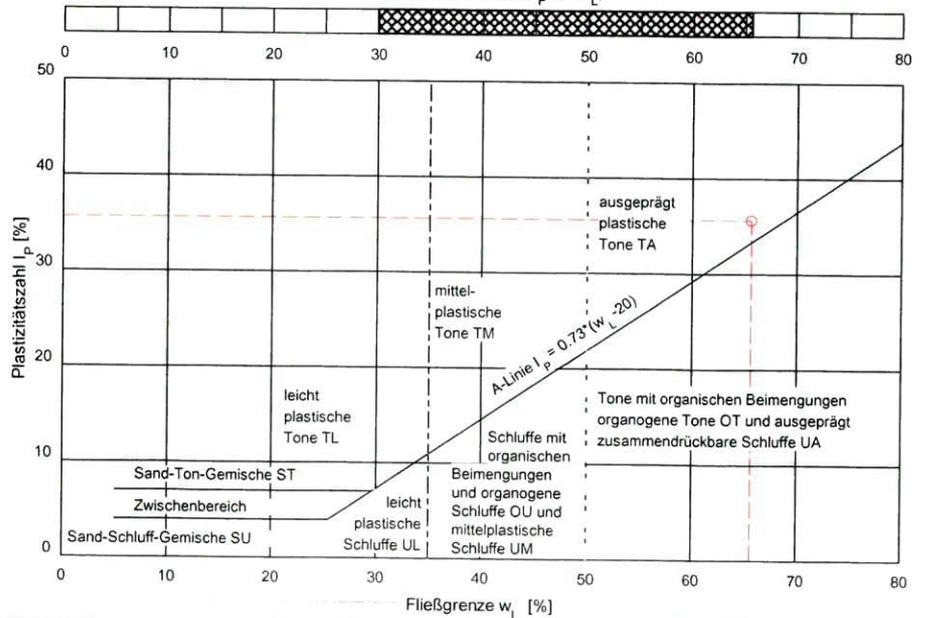
Natürlicher Wassergehalt :  $w = 33,80$  %  
 Größtkorn : 4,00 mm  
 Masse des Überkorns : g  
 Trockenmasse der Probe : g  
 Überkornanteil :  $\ddot{u} = 0,00$  %  
 Anteil  $\leq 0,4$  mm :  $m_d / m = 100,00$  %  
 Anteil  $\leq 0,002$  mm :  $m_T / m = 7,00$  %  
 Wassergehalt (Überkorn)  $w_{\ddot{u}} = 0,00$  %  
 korr. Wassergehalt :  $w_K = \frac{w - w_{\ddot{u}} * \ddot{u}}{1,0 - \ddot{u}} = 33,80$  %

Bodengruppe = TA  
 Fließgrenze  $w_L = 65,63$  %  
 Ausrollgrenze  $w_P = 29,98$  %  
 Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 35,65$  %  
 Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,89 \triangleq$  steif  
 Liquiditätszahl  $I_L = 1 - I_C = 0,11$   
 Aktivitätszahl  $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} = 5,09$

Zustandsform



Bildsamkeitsbereich ( $w_p$  bis  $w_L$ )





Straßenbau Prüfstelle GmbH

Eisenstraße 1a  
26789 Leer  
Telefon : 0491 / 454 20 990  
Fax : 0491 / 454 20 999

Prüfungs-Nr. : 23080190-03

Anlage :

zu : 2308-191.1

**Bestimmung des Glühverlustes**  
nach DIN 18128 - GL

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Bauvorhaben : Eignungsprüfung Klei nach EAK 2002

Auftraggeber : ARGE Elbehafen  
am : 10.08.2023

Bemerkung :

Entnahmestelle : siehe Lageplan -03

Entnahmetiefe :

Bodenart : Klei

Art der Entnahme : gestört

Entnahme am : 10.08.2023

durch : XXXXXXXXXX

zusätzliche Hinweise :

Wassergehalt [%] : 33,8

Glühzeit : 3,5

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
------------------	---	---	---	---	---	------------

**Bestimmung des Glühverlustes Vgl**

Bezeichnung der Probe	12	42	3			
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter $m_d + m_B$ [g]	18,36	20,37	17,20			
Masse der geglühten Probe mit Behälter $m_{gl} + m_B$ [g]	18,07	20,02	16,94			
Masse des Behälters $m_B$ [g]	10,12	11,11	10,13			
Massenverlust $\Delta m_{gl}$ [g]	0,29	0,35	0,26			
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen $m_d$ [g]	8,24	9,26	7,07			
Glühverlust $\Delta m_{gl}/m_d = V_{gl}$ [%]	<b>3,52</b>	<b>3,78</b>	<b>3,68</b>			<b>3,66</b>

Bemerkungen :



Eisenstraße 1a  
26789 Leer  
Telefon : 0491 / 454 20 990  
Fax : 0491 / 454 20 999

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Anlage :  
zu : 2308-191.1

**Proctorversuch**  
Bestimmung der Proctordichte  
nach DIN 18127

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Bauvorhaben : Eignungsprüfung Klei nach EAK 2002  
  
Auftraggeber : ARGE Elbehafen  
am : 10.08.2023  
Bemerkung :

Entnahmestelle : siehe Lageplan -03  
  
Entnahmetiefe :  
Bodenart : Klei  
  
Art der Entnahme : gestört  
Entnahme am : 10.08.2023 durch : XXXXXXXXXX

Versuchszylinder d1 =	100,00 mm	zulässiges Größtkorn	20,00 mm
Zylinderhöhe h1 =	120,00 mm	Anzahl der Schichten	3
a =	7,50 mm	Anzahl der Schläge je Schicht	25
s1 =	11,00 mm	Korndichte der Probe $\rho_s$ =	2,700 g/cm <sup>3</sup>
Fallgewicht =	2,50 kg	Überkornanteil $\bar{u}$ =	0,00 %
Fallhöhe h2 =	300,00 mm	Wassergehalt des Überkorns $w_{\bar{u}}$ =	0,00 %
Durchmesser d2 =	50,00 mm	Korndichte des Überkorns $\rho_{s\bar{u}}$ =	0,000 g/cm <sup>3</sup>

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**Bestimmung der Trockendichte  $\rho$**

Masse der Feuchtprobe mit Zylinder $m + m_z$ [g]	7534,2	7651,2	7699,9	7659,6	7632,1					
Masse des Zylinders $m_z$ [g]	5963,6	5963,6	5963,6	5963,6	5963,6					
Masse der feuchten Probe $m_w$ [g]	1570,6	1687,6	1736,3	1696,0	1668,5					
Höhe Zylinder + Aufsatzring - Stahlplatte [mm]	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00					
Abstand von Zylinder- rand bis Probe [mm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Volumen der Probe $V$ [cm <sup>3</sup> ]	942,48	942,48	942,48	942,48	942,48					
Feuchtdichte $m/V = \rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,666	1,791	1,842	1,800	1,770					
Trockendichte $\rho / (1 + w) = \rho_d$ [g/cm <sup>3</sup> ]	<b>1,311</b>	<b>1,375</b>	<b>1,377</b>	<b>1,306</b>	<b>1,263</b>					

**Bestimmung des Wassergehaltes  $w$**

Wassergehalt $m_w/m_d = w$ [%]	<b>27,10</b>	<b>30,20</b>	<b>33,80</b>	<b>37,80</b>	<b>40,20</b>					
--------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--	--	--	--	--

**Korrektur für den Einfluss des Überkornanteiles  $\bar{u}$**

Korr. Wassergehalt $w' = w \cdot (1 - \bar{u}) + w_{\bar{u}} \cdot \bar{u}$ [%]										
Korr. Trockendichte $\rho_d' = \rho_d \cdot (1 - \bar{u}) + 0,9 \cdot \bar{u} \cdot \rho_{s\bar{u}}$										
Wert in Kurve darstellen ?	<input checked="" type="checkbox"/>									

Bemerkungen :



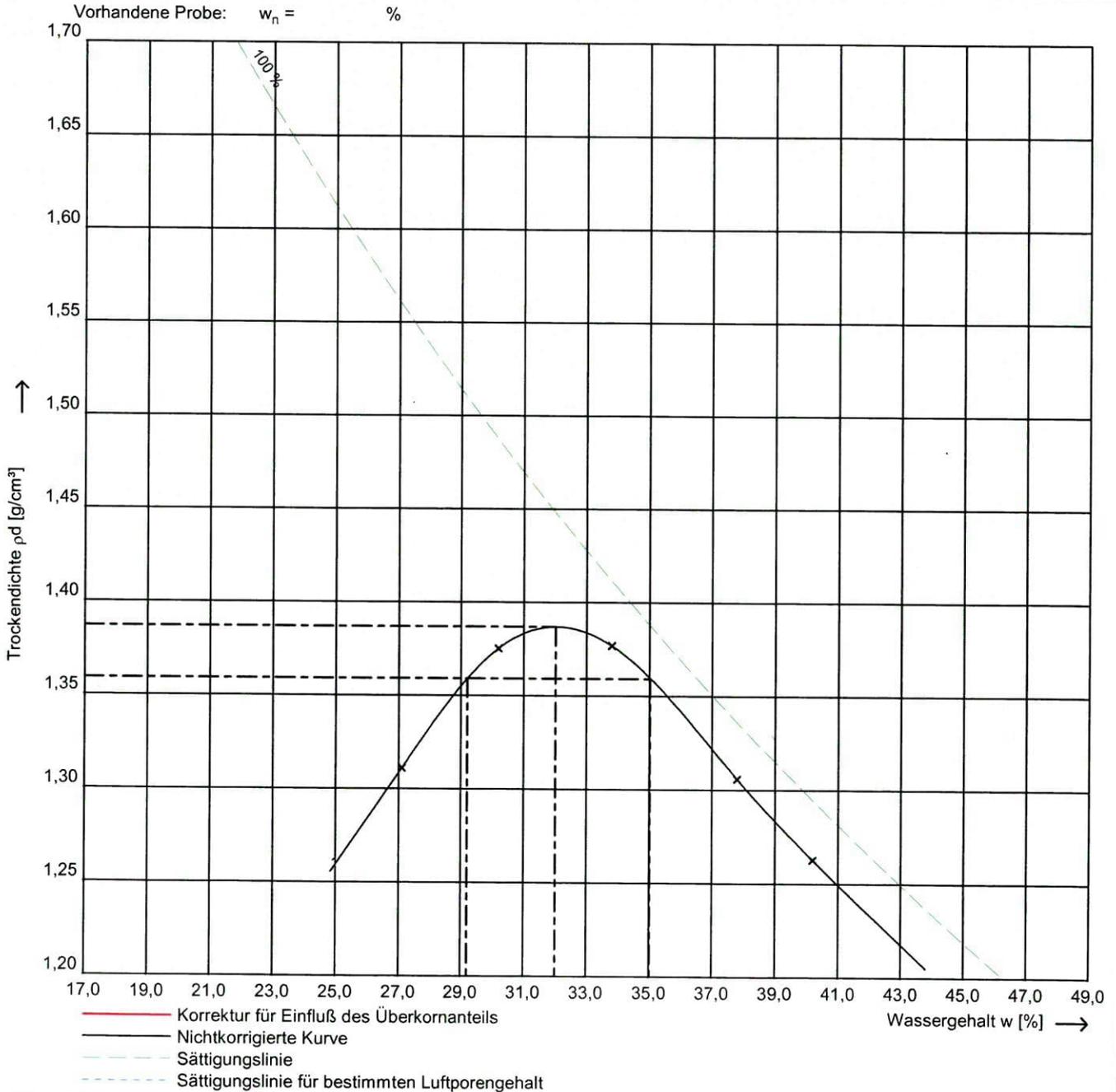
Eisenstraße 1a  
26789 Leer  
Telefon : 0491 / 454 20 990  
Fax : 0491 / 454 20 999

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Anlage :  
zu : 2308-191.1

### Proctorversuch Bestimmung der Proctordichte nach DIN 18127

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Bauvorhaben : Eignungsprüfung Klei nach EAK 2002  
  
Auftraggeber : ARGE Elbehafen  
am : 10.08.2023  
Bemerkung :

Entnahmestelle : siehe Lageplan -03  
  
Entnahmetiefe :  
Bodenart : Klei  
  
Art der Entnahme : gestört  
Entnahme am : 10.08.2023 durch [REDACTED]



1	100 % der Proctordichte $\rho_{Pr}' =$ g/cm³	optimaler Wassergehalt $w_{Pr}' =$ %
	100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1,387$ g/cm³	optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 32,0$ %
	98 % der Proctordichte $\rho_d = 1,359$ g/cm³	min/max Wassergehalt $w = 29,2 / 35,0$ %
	0 % der Proctordichte $\rho_d = 0,000$ g/cm³	min/max Wassergehalt $w = /$ %



Eisenstraße 1a  
26789 Leer  
Telefon : 0491 / 454 20 990  
Fax : 0491 / 454 20 999

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Anlage :  
zu : 2308-191.1

**Bestimmung der Korngrößenverteilung  
kombinierte Sieb-/Schlammnanalyse  
nach DIN EN ISO 17892-4**

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Bauvorhaben : Eignungsprüfung Klei nach EAK 2002  
  
Auftraggeber : ARGE Elbehafen  
am : 10.08.2023  
Bemerkung :

Entnahmestelle : siehe Lageplan -03  
  
Entnahmetiefe :  
Bodenart : Klei  
  
Art der Entnahme : gestört  
Entnahme am : 10.08.2023 durch : [REDACTED]

**Siebanalyse :**

Einwaage Siebanalyse me : 93,40 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 18,78  
Anteil < 0,063 mm ma : 403,90 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 81,22  
Gesamtgewicht der Probe mt : 497,30 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	0,00	0,00	100,0
3	16,000	0,00	0,00	100,0
4	8,000	0,00	0,00	100,0
5	4,000	0,00	0,00	100,0
6	2,000	1,20	0,24	99,8
7	1,000	0,70	0,14	99,6
8	0,500	1,90	0,38	99,2
9	0,250	5,10	1,03	98,2
10	0,125	10,70	2,15	96,1
11	0,063	73,80	14,84	81,2
	Schale	0,00	0,00	81,2

Summe aller Siebrückstände : S = 93,40 g Größtkorn [mm] : 4,00  
 Siebverlust : SV = me - S = 0,00 g  
 $SV' = (me - S) / me * 100 = 0,00 \%$

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	17,11
Schluff	60,53
Sandkorn	22,15
Feinsand	20,03
Mittelsand	1,69
Grobsand	0,43
Kieskorn	0,20
Feinkies	0,20
Mittelkies	0,00
Grobkies	0,00
Steine	0,00



Eisenstraße 1a  
26789 Leer  
Telefon : 0491 / 454 20 990  
Fax : 0491 / 454 20 999

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Anlage :  
zu : 2308-191.1

**Bestimmung der Korngrößenverteilung  
kombinierte Sieb-/Schlamm-analyse  
nach DIN EN ISO 17892-4**

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Bauvorhaben : Eignungsprüfung Klei nach EAK 2002  
  
Auftraggeber : ARGE Elbehafen  
am : 10.08.2023  
Bemerkung :

Entnahmestelle : siehe Lageplan -03  
  
Entnahmetiefe :  
Bodenart : Klei  
  
Art der Entnahme : gestört  
Entnahme am : 10.08.2023 durch XXXXXXXXXX

Aräometer Nr. : 6  
Meniskuskorrektur mit Dispergierungsmittel:  $C_m = 1,0000$  Dest. Wasser

**Ermittlung der Trockenmasse**  
Durch Trocknen ( nach der Schlamm-analyse )

Behälter Nr.: 24  
Korndichte  $\rho_S$  : 2,650 g/cm<sup>3</sup>  
  
 $a = 100 / \mu * ( R + C_\theta ) = 3,10 * ( R + C_\theta )$  % von md

Trockene Probe + Behälter md + mB	1012,06	g
Behälter mB	960,30	g
<hr/>		
Trockene Probe md	51,76	g
$\mu = md * (\rho_S - 1) / \rho_S = 100\%$ der Lesung	32,23	g

Uhrzeit Vorgabe:	Abgelaufene Zeit s/m/h/d	Aräometer- lesung $R'=(\rho'-1)*10^3$	Lesung + Meniskuskorr. $R=R'+C_m$	Korndurch- messer d [mm]	Temperatur $\theta$ [°C]	Temp. korr. $C_\theta$	Korr.Lesung $R+C_\theta$	Schlamm- probe a [%]	Gesamt- probe $a_{tot}$ [%]
00:00:00									
00:00:30	30 s	24,50	25,50	0,0593	22,3	0,44	25,94	80,48	77,35
00:01:00	1 m	23,00	24,00	0,0430	22,3	0,44	24,44	75,83	72,87
00:02:00	2 m	19,50	20,50	0,0321	22,3	0,44	20,94	64,97	62,44
00:05:00	5 m	17,00	18,00	0,0210	22,3	0,44	18,44	57,21	54,98
00:15:00	15 m	13,25	14,25	0,0127	22,3	0,44	14,69	45,58	43,80
00:45:00	45 m	9,00	10,00	0,0077	22,4	0,46	10,46	32,45	31,19
02:00:00	2 h	6,50	7,50	0,0049	22,3	0,44	7,94	24,63	23,67
06:00:00	6 h	4,75	5,75	0,0029	22,3	0,44	6,19	19,20	18,45
00:00:00	1 d	4,00	5,00	0,0014	22,2	0,42	5,42	16,81	16,16



Eisenstraße 1a  
26789 Leer  
Telefon : 0491 / 454 20 990  
Fax : 0491 / 454 20 999

Prüfungs-Nr. : 23080190-03  
Anlage :  
zu : 2308-191.1

Entnahmestelle : siehe Lageplan -03

Entnahmetiefe :  
Bodenart : Klei

Art der Entnahme : gestört  
Entnahme am : 10.08.2023 durch : T. Heidfeld

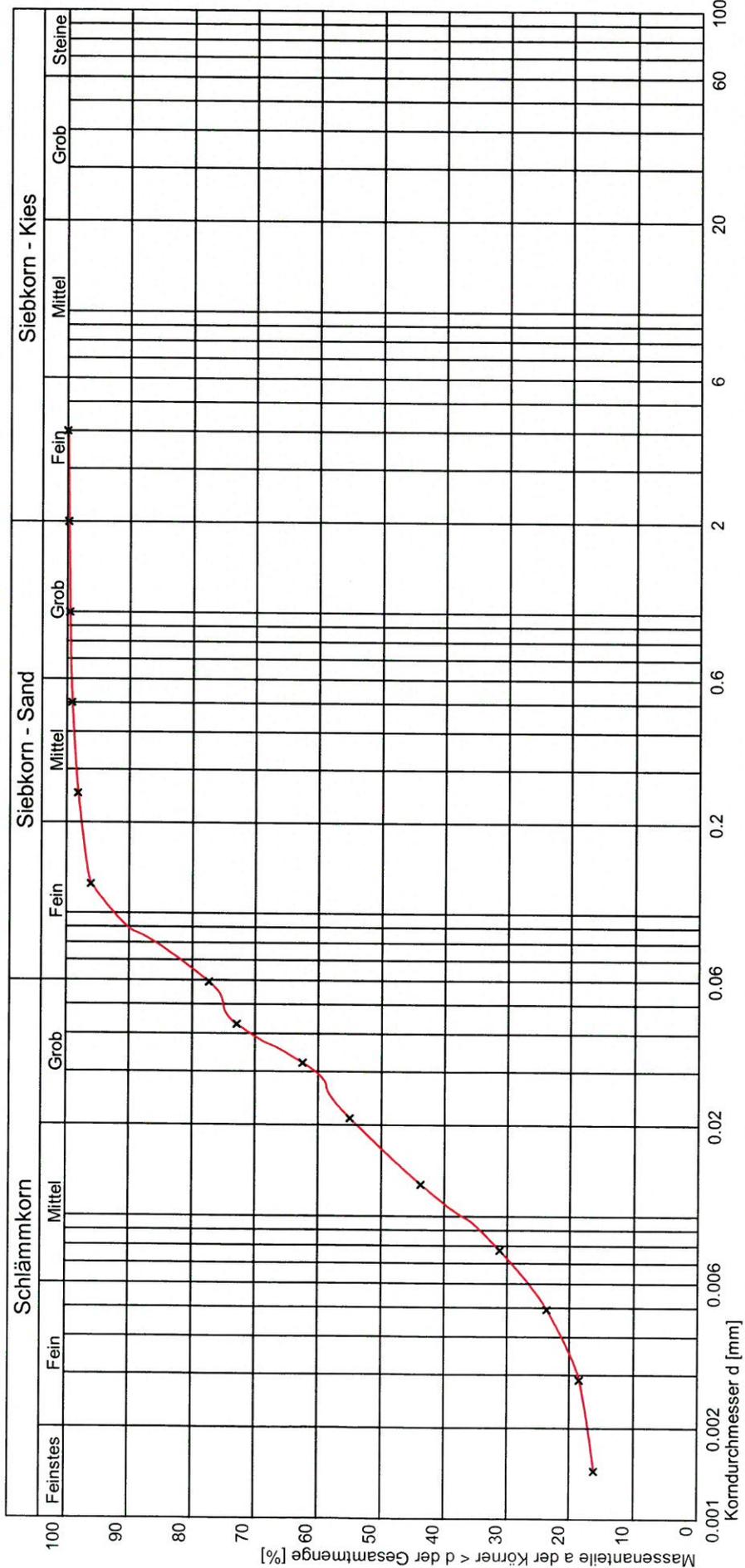
Bestimmung der Korngrößenverteilung

**kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse**

nach DIN EN ISO 17892-4

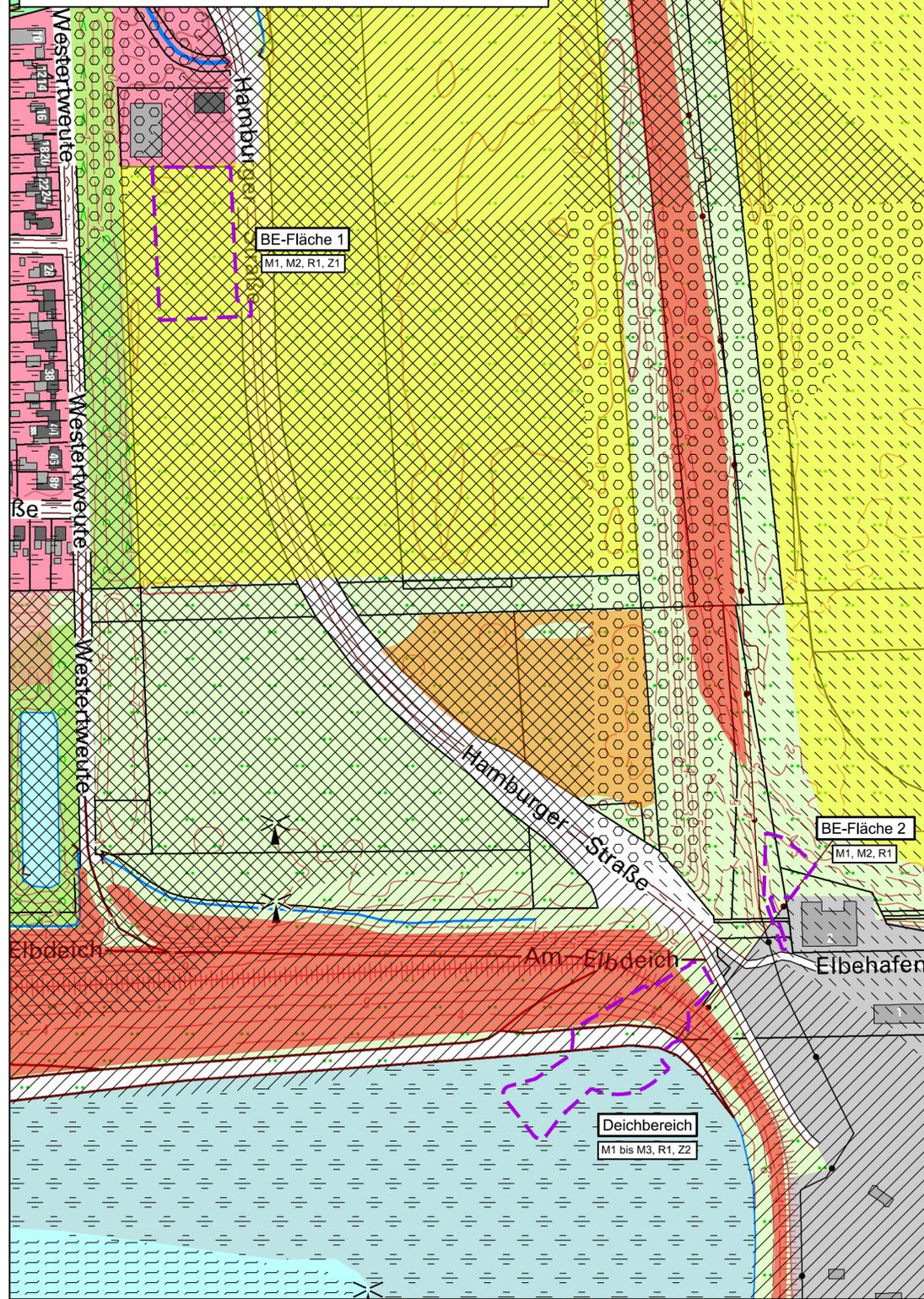
Auftraggeber : ARGE Eibehafen  
am : 10.08.2023

Bemerkung :

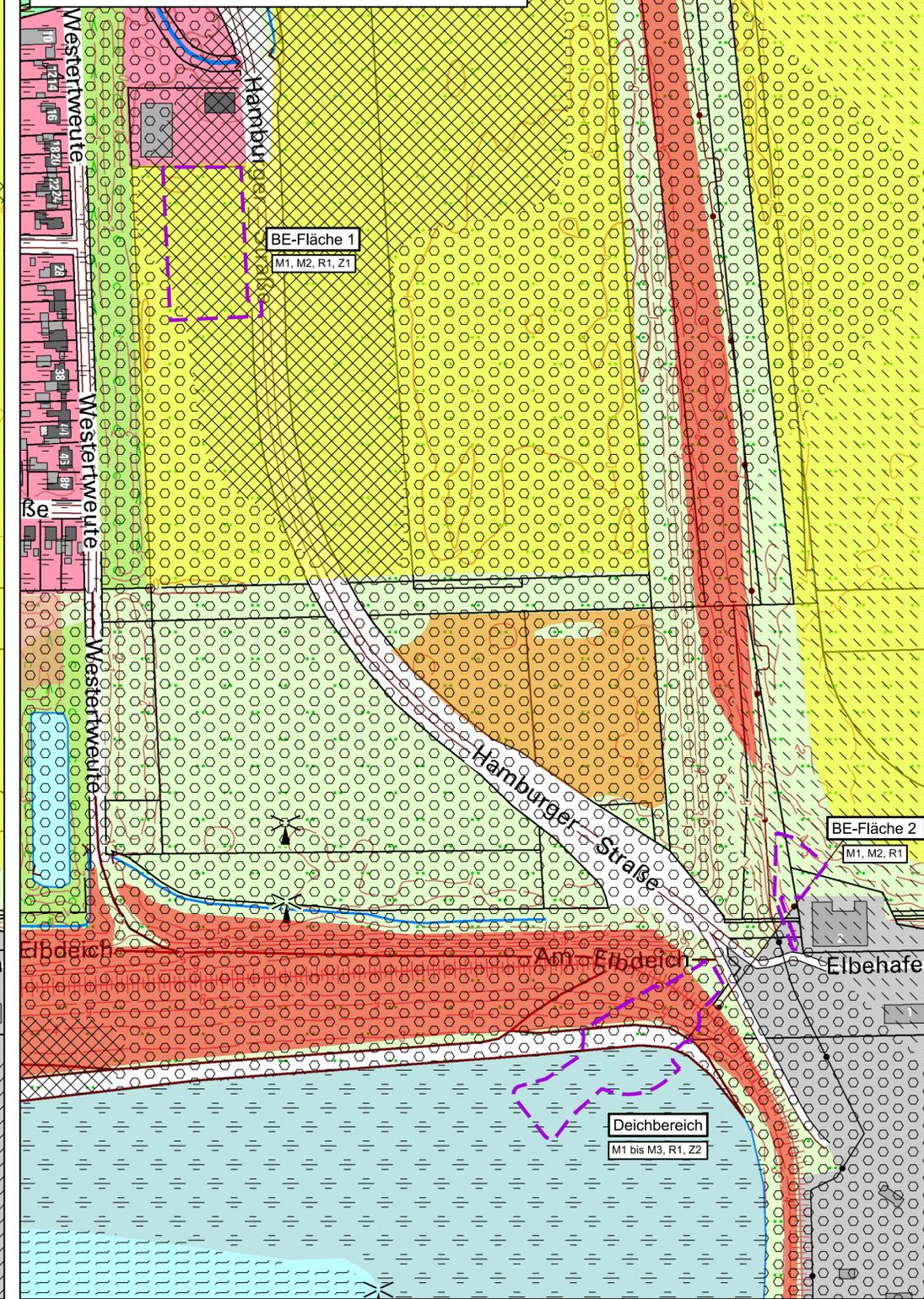


Kurve Nr.:		Bemerkungen
Arbeitsweise		
U = d60/d10 / C <sub>u</sub> / Median		
Bodengruppe (DIN 18196)	UA	
Geologische Bezeichnung		
kf-Wert	8,271 * 10 <sup>-9</sup> [m/s] nach USBR/Bialas	
Kornkennziffer:	1 2 7 0 0 U <sub>fs,t</sub>	

### Lageplan: Zeitraum Mai - September



### Lageplan: Zeitraum Oktober - April



#### Legende

beanspruchte Flächen	<b>Verdichtungs-empfindlichkeit</b>	<b>Wassererosions-empfindlichkeit</b>
	gering	sehr gering
	mittel	gering
	hoch	mittel
	sehr hoch	hoch
	extrem hoch	sehr hoch
	nicht bewertet	
	Gewässer	

#### Maßnahmen (siehe Bodenschutzkonzept Abschnitt 5)

- M1 Anforderungen an den Maschineneinsatz gem. Abschnitt 5.1
- M2 Anforderungen zur Vermeidung stofflicher Bodenbelastungen gem. Abschnitt 5.2
- M3 Anforderungen an den Bodenabtrag gem. Abschnitt 5.3
- R1 Oberbodenandekung und Ansaat gem. Abschnitt 5.6 (einschl. ggf. erforderlicher Lockerungsarbeiten)
- Z1 Zwischenlagerung gem. Abschnitt 5.4
- Z2 Verwendung von Bodenmaterial gem. Abschnitt 5.5

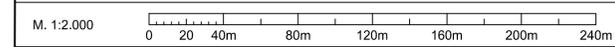
#### Planungsgrundlage

Topografische Karten DTK5 / DTK25 / DTK50, LVermGeo SH, 2021 / 2015 / 2020, abgerufen Juli 2022  
 Bodeninformationen Landesamt für Umwelt SH, abgerufen am 22.01.2024

#### Lage- und Höhenstatus

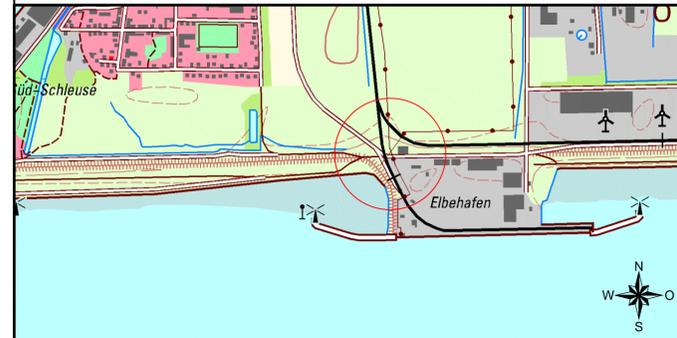
Lagestatus: ETRS89 / UTM Zone 32N, EPSG: 25832  
 Höhenstatus: DHHN16 (Alle Höhen beziehen sich auf NHN ±0,00m)  
 Alle Maßangaben sind in Meter

#### Maßstab



01	Finaler Planfeststellungsantrag	07.06.2024	LWI
Index	Änderungen	Datum	Name

#### Unterlagen-Nr.: Anlage 2



<b>Bauherr:</b>	 Elbehafen Energy Port & Logistics GmbH Elbehafen · 25541 Brunsbüttel Tel.: +49 (0)4852 / 884-0	Geprüft und genehmigt: 07.06.2024
-----------------	--	--------------------------------------

<b>Auftraggeber:</b>	 BPM Ingenieurgesellschaft mbH Erich-Schlesinger-Straße 25 · 18059 Rostock Tel.: +49 (0)381 / 367374-0 www.bpm-gruppe.de	Geprüft: 07.06.2024
----------------------	--	------------------------

<b>Auftragnehmer:</b>	 Veritaskai 8 · 21079 Hamburg Tel.: +49 (0)40 / 790001-0 www.wk-consult.com	AN-Projekt-Nr.: C22023 Gezeichnet: [Redacted] 24.01.2024 Geprüft: [Redacted] 24.01.2024 Koordinator: [Redacted] 24.01.2024
-----------------------	--	--

<b>Bauwerk / Baumaßnahme:</b>	Elbehafen Brunsbüttel Jetty Westbecken - FSRU-Liegeplatz	<b>Bodenschutzkonzept</b>
<b>Maßstab:</b>	1 : 2.000	<b>Blattgröße:</b> 1.000 x 450mm

<b>Bauteil:</b>	FSRU-Jetty	<b>Blatt-Nr.:</b>	1 von 1
<b>Planart:</b>	Lageplan Planung		
<b>Darstellung:</b>	Bodenschutzplan		

C:\01-Projekte\2023\2023-1-Planfeststg\00-Übergangend\01-WK\B\G\C22023-4-F-001-18G-002.dwg