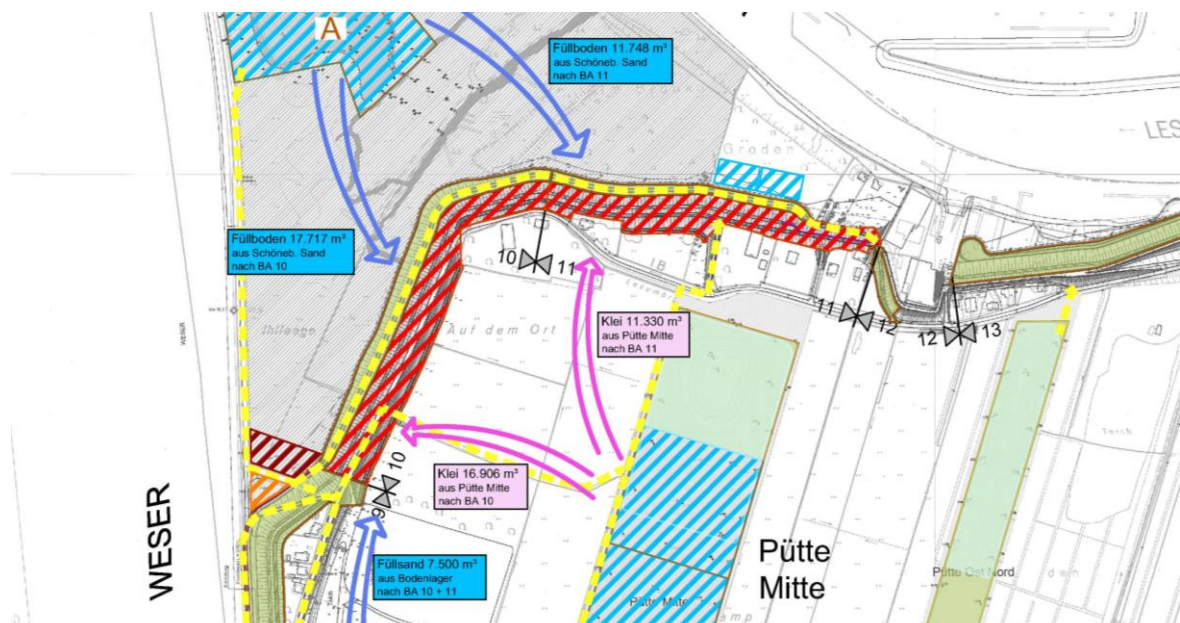




Deicherhöhung Bremen Werderland

Bodenschutzkonzept

Auftraggeber

Bremischer Deichverband am rechten Weserufer

Verfasser

Planungsgruppe Grün GmbH

Projektleitung

Dipl.-Ing. Landschaftsarchitekt Markus Baritz

Bearbeitung

Dipl. Landschaftsökol. Dörte Kamermann

B. Sc. Landschaftsarchitektur und Umweltplanung Jannes Klipp

Projektnummer

P2646

Änderung / Ergänzung

Anpassungen zur geltenden BBodSchV und EBV, 11.04.2025

Inhalt

1	Anlass und Aufgabenstellung.....	1
1.1	Lage des Projektgebiets.....	1
1.2	Beschreibung des geplanten Vorhabens.....	1
1.2.1	Planung der Deichverstärkung	1
1.2.2	Beschreibung der Deich- und Bauabschnitte.....	4
1.3	Aufgabenstellung des Bodenschutzkonzepts	5
2	Gesetzliche Grundlagen	6
3	Datengrundlagen.....	8
4	Beschreibung des Vorhabens.....	10
4.1	Geplantes Vorhaben	10
4.1.1	Allgemeine Beschreibung der Planung.....	10
4.1.2	Bodenmassen	10
4.1.3	Beschreibung der Vorhabensbestandteile	12
4.2	Beschreibung der Bauphasen (Deichbau).....	15
4.2.1	Phase 1 – Bauarbeiten in Jahr 1	15
4.2.2	Phase 2 – Bauarbeiten in Jahr 1	18
4.2.3	Phase 3 – Bauarbeiten in Jahr 2	21
4.2.4	Phase 4 – Bauarbeiten in Jahr 3	23
4.2.5	Phase 5 – Bauarbeiten in Jahr 4	26
4.3	Bodengewinnung	28
4.3.1	Binnenseitige Pütten (Kleigewinnung)	28
4.3.2	Schönebecker Sand (Klei- und Füllbodengewinnung)	30
4.4	Kompensationsmaßnahmen / Rekultivierung	30
4.5	Beschreibung der Auswirkungen.....	30
5	Vorhandene Informationen zu den Bodenverhältnissen.....	33
5.1	Geologische Situation	33
5.2	Grundwasserverhältnisse	34
5.3	Bodenkundliche Situation.....	35
5.4	Vorhabensspezifische Baugrunderkundungen	36
5.4.1	Zusammenfassung vorhandener Gutachten und deren Ergebnisse	36

5.4.2	Kurzdarstellung der Situation	45
5.5	Hinweise zu Kampfmitteln und Altlasten.....	52
5.6	Notwendige ergänzende Erfassungen während der Bauphase	53
6	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen / Anforderungen an die Bauausführung im Sinne des Bodenschutzes.....	54
6.1	Einführung.....	54
6.2	Bodenkundliche Baubegleitung	55
6.2.1	Aufgaben der Bodenkundlichen Baubegleitung	55
6.2.2	Hinweise zur Vermittlung von Informationen und Dokumentation	56
6.3	Bauzeitenmanagement	57
6.4	Bodenmanagement.....	57
6.4.1	Generelle Hinweise	57
6.4.2	Anforderungen an Baumaßnahmen auf besonderen Standorten.....	57
6.4.3	Vorarbeiten und Flächenvorbereitung	57
6.4.4	Bodenabtrag	58
6.4.5	Zwischenlagerung	59
6.4.6	Mineralische Abfälle und Überschussböden.....	60
6.4.7	Einbau von Böden.....	61
6.4.8	Umgang mit sulfatsaurem Bodenmaterial.....	62
6.5	Befahrbarkeit / Bearbeitbarkeit	63
6.5.1	Bodenfeuchte und mechanische Bodenstabilität	63
6.5.2	Hinweise zum vorhabensspezifischen Maschineneinsatz	66
6.5.3	Hinweise zur Anlage von temporär genutzten Flächen.....	67
6.6	Bauzeitliche Wasserhaltung	69
6.7	Schadstoffe und Abfälle	69
6.7.1	Altlasten	69
6.7.2	Umgang mit boden- und wassergefährdenden Stoffen.....	70
6.8	Nachsorge.....	70
6.8.1	Rekultivierung	70
6.8.2	Zwischenbewirtschaftung	71
6.8.3	Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen	71
7	Quellen.....	72
7.1	Rechtliche Quellen	72

7.2	Literatur und sonstige Quellen	72
7.3	Vorhabenbezogene Gutachten	73

Abbildungen

Abbildung 1:	Übersicht von Bremen mit dem Projektgebiet im Werderland.....	1
Abbildung 2:	Übersicht Deichabschnitte Werderland	3
Abbildung 3:	Regelquerschnitt Erddeich	4
Abbildung 4:	Konstruktion der Baustraßen in Schotterbauweise mit Folienwand	12
Abbildung 5:	Lage der Bodenlagerflächen	14
Abbildung 6:	In Jahr 1 umgesetzte Bauplanung für den Deichabschnitt 9a.....	17
Abbildung 7:	In Jahr 1 umgesetzte Bauplanung für die Deichabschnitte 10 und 11	20
Abbildung 8:	In Jahr 2 umgesetzte Bauplanung für den Deichabschnitt 9b.....	22
Abbildung 9:	In Jahr 3 umgesetzte Bauplanung für die Deichabschnitte BA 12 und BA 13.....	25
Abbildung 10:	In Jahr 4 umgesetzte Bauplanung für die Deichabschnitte BA 10 und BA 11.....	27
Abbildung 11:	mögliches Vorgehen bei der Kleientnahme auf den Püttenflächen, schematisch.....	29
Abbildung 12:	Schnitt Kleientnahme auf den Püttenflächen, schematisch.....	29
Abbildung 13:	Informationen der geologischen Karte von Bremen im Maßstab 1 : 25.000.....	34
Abbildung 14:	Bodentypen im Untersuchungsraum	35
Abbildung 15:	Potenziell versauerungsgefährdete Böden im Untersuchungsraum	36
Abbildung 16:	Lage der im Rahmen des geplanten Vorhabens vorgesehenen Pütten.....	48
Abbildung 18:	Aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit (aus DIN 19639)	65
Abbildung 19:	Beispiel zur Anwendung eines Nomogramms zur Ermittlung des maximal zulässigen Kontaktflächendruckes von Maschinen auf Böden im Konsistenzbereich ko3 (aus DIN 19639)	66

Tabellen

Tabelle 1:	Bodenmengenermittlung (gesamt) für die Deichabschnitte 9 bis 13.....	11
Tabelle 2:	Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 1 (Jahr 1) – Deichabschnitt 9a.....	16
Tabelle 3:	Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 2 (Jahr 1) – Deichabschnitt 10 und 11.....	19

Tabelle 4:	Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 3 (Jahr 2)	21
Tabelle 5:	Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 4 (Jahr 3) – Deichabschnitt 12	24
Tabelle 6:	Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 4 (Jahr 3) – Deichabschnitt 13	24
Tabelle 7:	Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 5 (Jahr 4) – Deichabschnitt 10 und 11	26
Tabelle 8:	Potenzielle baubedingte Auswirkungen und Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen	31
Tabelle 9:	Vorhabensspezifisch durchgeführte Baugrunduntersuchungen.....	38

Anhang

Anhang 1 - 8:	Gutachten: Siehe Kap. 3 (Karten digital)
Anhang 9:	Bauablaufpläne 3.6.2 bis 3.6.6 (analog zu Abbildung 6 bis Abbildung 10)
Anhang 10:	Bodenschutzplan 3.6.1

1 Anlass und Aufgabenstellung

1.1 Lage des Projektgebiets

Der Generalplan Küstenschutz vom März 2007 sieht für den Landesschutzdeich in Bremen-Werderland eine Verstärkung mit neuen Bestickhöhen vor (Details siehe Kap. 1.2).

Bei den innerhalb des Projektgebiets liegenden Deichabschnitten 9 bis 13 soll die in der Deichkrone vorhandene Spundwand entfernt und ein reiner Erddeich hergestellt werden. Die Verstärkung des vorhandenen Deiches bedeutet eine Neuplanung des Deiches sowie der angrenzenden Flächen und vorhandenen Bauwerke.

Der Vorhabenbereich liegt in Marschgebiet zwischen der Weser (westlich) und der Lesum (nördlich) im sogenannten Werderland im Stadtgebiet Bremen südlich der Lesum bis zum Lesumsperrwerk (Deich-km 47+625 bis 49+996)



Abbildung 1: Übersicht von Bremen mit dem Projektgebiet im Werderland

Quelle: Google Earth

1.2 Beschreibung des geplanten Vorhabens

1.2.1 Planung der Deichverstärkung

Die Erhöhung des Landesschutzdeiches in Bremen-Werderland vom nördlichen Ende der „Gemeinschaftsweide Alter Deich“ bis zum Lesumsperrwerk ist in fünf Bauabschnitte unterteilt

(vgl. Abbildung 2) und liegt im Verbandsgebiet des Bremischen Deichverbandes am rechten Weserufer.

Die Deichabschnitte 9 und 10 verlaufen direkt entlang der rechten Weserseite, die weiteren Deichabschnitte 11 bis 13 führen parallel zur Lesum und enden mit dem Deichabschnitt 13 am Lesumsperrwerk. Die Deichsicherheit wird derzeit durch eine vorhandene Spundwand auf der Deichkrone erreicht, die größtenteils nicht mehr die erforderliche Bestickhöhe aufweist. Zukünftig sollen die Spundwand entfernt und die erforderlichen neuen Bestickhöhen durch die Neuplanung eines reinen Erddeiches erreicht werden.

Folgende Vorgaben bzw. Abmessungen sind für die Neuplanung der Erddeiche zu berücksichtigen:

- Neue Bestickhöhe von +7,60 m NHN im Deichabschnitt 9 (zzgl. erforderliches Sackmaß)
- Neue Bestickhöhe von + 7,80 m NHN für die Deichabschnitte 10 bis 13 (zzgl. erforderliches Sackmaß)
- Außenböschung 1 : 4 , Kleiabdichtung = 1,0 m
- Binnenböschung 1 : 3 , Kleiabdichtung = 0,8 m
- Kronenbreite 3,0 m
- Deichverteidigungsweg, binnendeichs, Breite 3,0m mit beidseitiger Berme (SLW 60)
- Treibselräumweg, außendeichs, Breite 3,0 m mit beidseitiger Berme (SLW 30)

Eine künftige Erhöhung des Deiches um weitere 0,75 m (Vorsorgemaß) wird in Form einer ausreichend breiten Berme bereits teilweise am Deichfuß berücksichtigt. Grundsätzlich ist dies bei der Deichdimensionierung des Deichkörpers (zukünftiger Flächenbedarf) im Bereich der Außendeichsböschung sowie bei der Planung technischer Bauwerke (u. a. Stemmtore im Deichabschnitt 12) in der statischen Dimensionierung der Fundamente und Bauteile zu berücksichtigen.

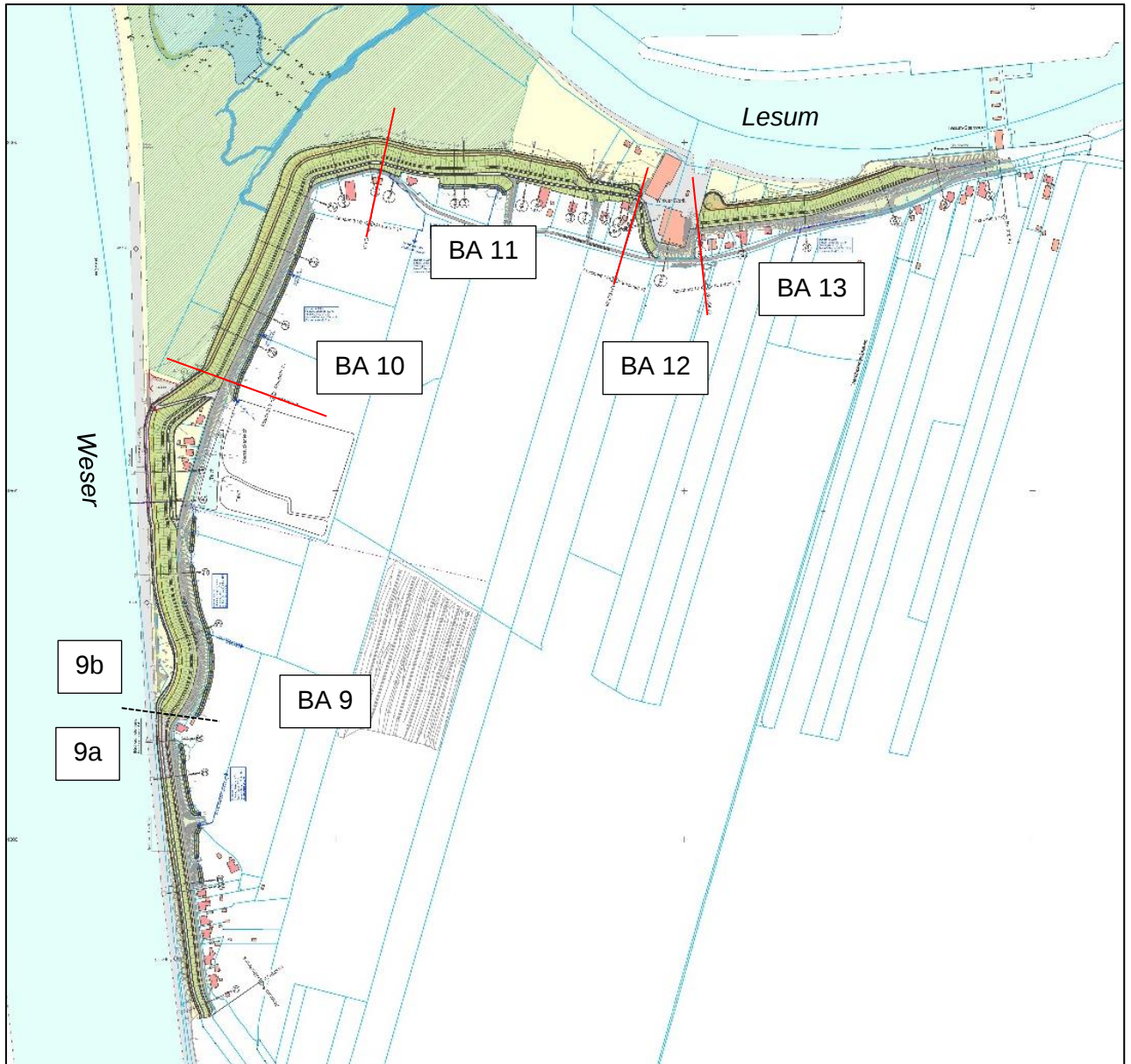


Abbildung 2: Übersicht Deichabschnitte Werderland

Die neuen Erddeiche in den Deichabschnitten erhalten einen Kern aus vorhandenem bzw. gewonnenen Boden, der nicht für eine Deichabdichtung gemäß EAK 2007 geeignet ist. Darauf erfolgt die Deichabdichtung in der erforderlichen Mächtigkeit (1,0 m / 0,8 m). Vor dem Bodenauftrag zur Herstellung des neuen Erddeiches wird der Oberboden in einer Dicke von ca. 0,2 m abgetragen zwischengelagert (siehe Kap. 4.1.3.3) und nach Fertigstellung der Dichtungsschicht wieder aufgetragen.

Fachliche Grundlagen für die Planung der Erddeiche sind u. a. der Generalplan Küstenschutz vom März 2007, die DIN 19712 „Flussdeiche“, die EAK 2002/2007 „Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzbauwerken“ und das Merkblatt DWA-M 507 „Deiche an Fließgewässern“.

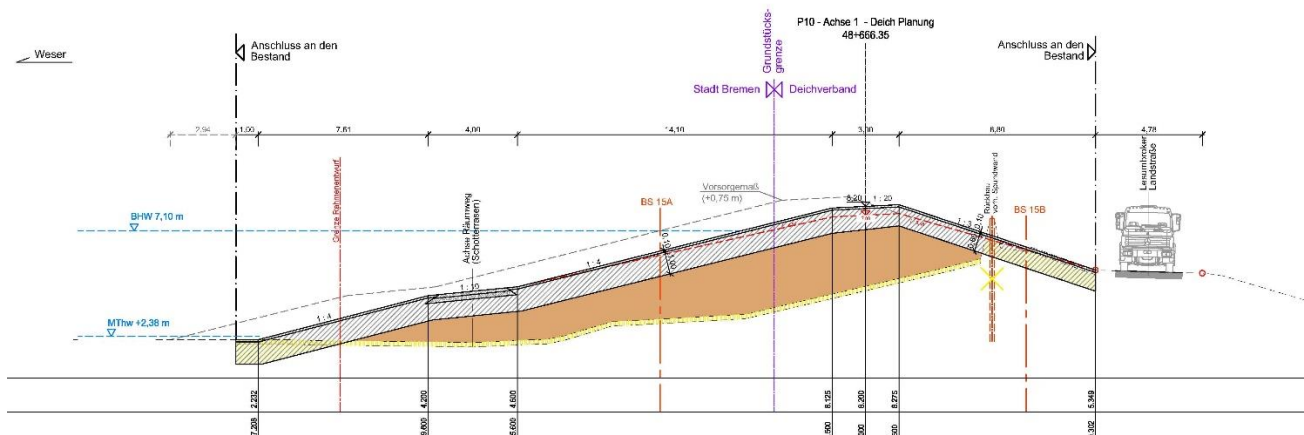


Abbildung 3: Regelquerschnitt Erddeich

1.2.2 Beschreibung der Deich- und Bauabschnitte

In **Deichabschnitt BA 9** (km-Stat. 47+625 bis 48+600) weist die vorhandene Spundwand etwa das Maß der neuen Bestickhöhe für diesen Abschnitt von NN+7,60 m auf. Da die Spundwand jedoch nicht ausreichend standsicher ist, besteht auch hier Handlungsbedarf. Aufgrund der engen Bestandsituation und Bebauung entlang der Lesumbröcker Landstraße kann auf den ersten 450 m kein Erddeich realisiert werden. Hier wird die vorhandene Spundwand durch eine neue, standsichere Spundwand ersetzt (BA 9a).

Erst ab dem Punkt da die Lesumbröcker Landstraße Richtung Osten verschwenkt kann die Herstellung eines Erddeiches erfolgen. Der Deichabschnitt 9 wird im weiteren Verlauf als Erddeich bis zum Übergang zum Deichabschnitt 10 (Bestands-Trift) errichtet (BA 9b).

Im **Deichabschnitt BA 10** (km-Stat. 48+600 bis 49+000) besteht derzeit ein Unterbestick von 0,2 bis 0,3 m. Hier soll die vorhandene Spundwand entfernt und ein reiner Erddeich durch Erweiterung des vorhandenen Deiches in das Vorland angelegt werden. Da es sich bei dem niedriger liegenden Vorland um ein Feuchtgebiet mit Röhrichtbestand handelt bedeutet dies größere Erdmengen, um einen standsicheren Deichkörper herstellen zu können.

Auch für den **Deichabschnitt BA 11** (km-Stat. 49+000 bis 49+390) liegt ebenfalls ein Unterbestick von 0,2 bis 0,3 m vor. Im BA 11 ist darüber hinaus die Standsicherheit eingeschränkt, da die Binnenböschung stellenweise zu steil ist. Ab dem BA 11 verläuft der vorhandene Deichverteidigungsweg auf der derzeitigen Deichkrone parallel zur Deichspundwand. In den anderen Deichabschnitten übernimmt die Lesumbröcker Landstraße die Funktion des binnenliegenden Deichverteidigungsweges.

Der **Deichabschnitt BA 12 „Winkler Werft“** (km-Stat. 49+390 bis 49+530) ist der kürzeste Deichabschnitt. Die Deichlinie verläuft „hinter“ der Werft binnenseitig, eine Verstärkung des vorhandenen Erddeiches ist nicht vorgesehen. Die Deichsicherheit wird hier durch eine die Werft umlaufende Stahlspundwand gegeben. Im Zuge der Maßnahmen zur Deichverstärkung

werden links und rechts der Spundwand jedoch zwei neue Stemmtore errichtet, einerseits um die Werftzufahrt gewährleisten zu können (östliche Seite) und andererseits die Erschließung der außendeichs liegenden Wohnbebauung (westliche Seite) zu erreichen.

Im letzten **Deichabschnitt BA 13** (km-Stat. 49+530 bis km-Stat. 49+950) kann die Deicherhöhung nur im ersten Teil als reiner Erddeich hergestellt werden. Im Anschluss zum Lesumsperrwerk kann die notwendige Erhöhung nur durch eine Spundwand umgesetzt werden, weil für die Anlage eines reinen Erddeiches insgesamt keine ausreichenden Flächen zur Verfügung stehen.

1.3 Aufgabenstellung des Bodenschutzkonzepts

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zum zuvor beschriebenen Vorhaben wird ein Bodenschutzkonzept in Anlehnung an DIN 19639 „Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben“ vom September 2019 erstellt. Das Erfordernis für die Erstellung eines Bodenschutzkonzeptes ergibt sich aus BBodSchV § 4 (5) *“(...) für die Fläche eines Bauvorhabens von mehr als 3000 m², bei den Materialien auf oder in die durchwurzelte Bodenschicht auf- oder eingebracht werden, Bodenmaterial aus dem Ober- oder Unterboden ausgehoben oder abgeschoben wird oder der Ober- und Unterboden dauerhaft oder vorübergehend vollständig oder teilweise verdichtet wird (...)“*.

Ein Teil der Flächen müssen nach Abschluss der Bauarbeiten wieder der landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden, so dass der Schutz der natürlichen Bodenfunktionen von Bedeutung ist. Mit dem Bodenschutzkonzept wurde die Planungsgruppe Grün GmbH beauftragt.

Im Bodenschutzkonzept sollen die Belange des Bodenschutzes im Rahmen der Baumaßnahme erfasst und bewertet werden, um vorhabenbedingte negative Auswirkungen auf das Schutzgut Boden zu minimieren. Hierfür werden u. a. schützenswerte sowie besonders empfindliche Bereiche auf Grundlage der vorhandenen Daten identifiziert (Kap. 5) und standortspezifische Maßnahmen für den Bodenschutz definiert (Kap. 6). Grundlage hierfür sind Angaben zum geplanten Bauvorhaben aber auch die voraussichtliche Menge und Art des anfallenden Bodenaushubs sowie das Bodenmanagement vor Ort. Die Zusammenstellung des Bodenschutzkonzeptes erfolgt auf Grundlage des derzeit vorliegenden Planungsstands (Kap. 4).

2 Gesetzliche Grundlagen

Regelungen zum Bodenschutzrecht finden sich sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene. Bei Baumaßnahmen wird das Thema Bodenschutz vornehmlich über das Baugesetzbuch (BauGB) geregelt. Nach § 1a Abs.2 BauGB soll mit „*Grund und Boden (...) sparsam und schonend umgegangen werden.*“

Sofern Bodenbelange nicht im BauGB geregelt sind, werden diese vom Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) bzw. von der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) abgedeckt.

Aufgrund mangelnder materieller Vorgaben zum Schutz des Bodens im fachrechtlichen Rahmen sowie den entsprechenden Verordnungen innerhalb des BauGB, sind das BBodSchG und die BBodSchV der fachliche Maßstab und gelten parallel zum Fachrecht.

Der Schwerpunkt des BBodSchG liegt im nachsorgenden Bodenschutz und hat gemäß § 1 das Ziel „*(...) nachhaltig die Funktion des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren (...) und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollten Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktion sowie der Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte¹ so weit wie möglich vermieden werden.*“

Aus den Paragraphen § 4 und § 7 des BBodSchG geht ebenfalls hervor, dass schädliche Bodenveränderungen zu verhindern und ggf. notwendige Maßnahmen zur Vermeidung dieser zu ergreifen sind.

§ 2 Abs. 3 definiert schädliche Bodenbeeinträchtigungen gemäß BBodSchG als „*(...) Beeinträchtigungen der Bodenfunktion, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen.*“

Hinsichtlich der Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder im Boden ist die BBodSchV mit § 6 bis 8 zu beachten.

Neben den gesetzlichen Regelungen sind folgende einschlägigen technischen Regelwerke und DIN-Normen zu berücksichtigen: DIN 19639 – Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben, DIN 18915 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten, DIN 19731 Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial.

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Bodenschutzkonzeptes wurde die ehemals gültige LAGA M20 TR Boden (LAGA 2004) berücksichtigt. Am 1. August 2023 tritt die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) in Kraft und ersetzt die Regelungen zur Verwertung von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken. Die EBV führt neue Bezeichnungen für mineralische Ersatzbaustoffe ein. An die Stelle der bislang verwendeten Z-Werte treten ab 1. August 2023 für u.a. Bodenmaterial und Baggergut die Werte für BM und BG (Anlage 1 der EBV).

¹ Die Definition bzw. Differenzierung der Bodenfunktionen ist in § 2 (2) des BBodSchG enthalten

Ein Abgleich der Änderungen zur Ersatzbaustoffverordnung (EBV), die am 01.08.2023 in Kraft getreten ist, wurde nachträglich vorgenommen.

Die im September 2019 veröffentlichte DIN 19639 gibt eine Handlungsanleitung zum baubegleitenden Bodenschutz und zielt in seiner Anwendung auf die Minimierung der Verluste der gesetzlich geschützten natürlichen Bodenfunktionen im Rahmen von Baumaßnahmen ab. Diese DIN konkretisiert hierbei die gesetzlichen Vorgaben zur Verhinderung schädlicher Bodenveränderungen bei Baumaßnahmen.

3 Datengrundlagen

Für die Erarbeitung der Ausführungen im vorliegenden Bodenschutzkonzept wurden unterschiedliche Daten verwendet. Hierbei handelt es sich im Einzelnen um

Es wurden folgende öffentlich verfügbare Daten des Geologischen Dienstes für Bremen (<https://gdfbmapserver.marum.de/mapbender3/application/Ingenieurgeologie>) verwendet:

- Informationen zur Geologie
 - Geologische Karte von Bremen
 - Mächtigkeit Holozän-Basis
 - Auffüllungen
 - Grundwasserschutzfunktion
 - Bohrpunkte unterschiedlicher Tiefenstufen
- Informationen zum Boden
 - Bodenkarte
 - Sulfatsaure Böden

Projektbezogene Gutachten / Unterlagen:

Im Rahmen der Planung der Deichabschnitte 9 – 13, hat der Bremische Deichverband am rechten Weserufer insgesamt 11 Geotechnische Berichte bei unterschiedlichen Büros in Auftrag gegeben. Der Zeitraum der verschiedenen Untersuchungen beläuft sich auf 5 Jahre zwischen 2015 und 2020. In Tabelle 9 in Kap. 5.4.1 ist eine kurze Übersicht über die verschiedenen Berichte in Reihenfolge deren Erscheinens, gegeben. Das Büro ppr Freiraum+Umwelt wurde darüber hinaus mit der Planung der Rekultivierung des Schönebecker Sandes und der Püttenflächen binnendeichs beauftragt und hat dazu zwei Berichte verfasst. Hiervon sind folgende Berichte dem vorliegenden Bodenschutzkonzept als Anhang beigelegt.

Nr. Anhang	Verfasser	Titel	Untersuchungs-gegenstand
1	BEHNKE (2015a)	Bodengewinnung Abschnitt 9-13 aus der Kleipütte, Niederbürener Landstraße, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 1 , Untersuchungsbericht – Auswerten und Darstellen der Erkundungs- und Untersuchungsergebnisse. (22.09.2015)	Pütte BA 5-8
2	BEHNKE (2015b)	Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 1 , Ergebnisse der Baugrunduntersuchung und Angaben von Bodenkennziffern. (25.11.2015)	24 Querschnitte, Deichkörper (Abschnitt 9 - 13, Deich-km 50+135 - Deich-km 47+600)

Nr. Anhang	Verfasser	Titel	Untersuchungs-gegenstand
3	VON BLOH & KRULL (2016)	Bestimmung der Verwendbarkeit von Kleiböden, Bodengewinnung aus der Kleipütte, Niederbürener Landstraße, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 2 , Beurteilung der Kleiqualität. (27.04.2016)	Pütte BA 5-8
4	VON BLOH & KRULL (2017)	Bestimmung der Verwendbarkeit von Kleiböden, Bodengewinnung aus der Kleipütte, Niederbürener Landstraße, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 3 , Beurteilung der Kleiqualität. (06.11.2017)	Erweiterungspütte (nördlicher Bereich Pütte Mitte und Bereich "Auf dem Ort")
5	STEINBORN (2018)	Baugrunduntersuchung, Schönebecker Sand in Bremen-Burglesum, Werderland. (18.05.2018)	Entnahmeflächen Schönebecker Sand
6	BRINGEZU & DEEG (2020)	Werderland, Rastererkundung auf Grünflächen in Bremen-Burglesum. Eignung von Böden für den Deichbau. (21.01.2020)	Pütte Mitte, Pütte West, Pütte Ost,
7	ZOK (2021)	Generalplan Küstenschutz, Erhöhung des Landesschutzdeiches in Bremen-Werderland. Bauabschnitte 9 - 13 Gewinnung von Füllsand und Deckmaterial auf dem Schönebecker Sand sowie aus Pütten im Werderland binnendeichs. Übersicht über die Rekultivierung der Pütten im Werderland. (31.03.2021)	Pütte Mitte, Pütte West, Pütte Ost
8	BEHNE (2021)	Generalplan Küstenschutz, Erhöhung des Landesschutzdeiches in Bremen-Werderland. Bauabschnitte 9 - 13 Gewinnung von Füllsand und Deckmaterial auf dem Schönebecker Sand sowie aus Pütten im Werderland binnendeichs. Übersicht über den Bodenabbau und die Anlage eines Gewässers auf dem Schönebecker Sand. (01.04.2021)	Schönebecker Sand

Weitere fachliche Grundlagen:

- Landschaftsprogramm Stadt Bremen (SUBV 2015)

4 Beschreibung des Vorhabens

4.1 Geplantes Vorhaben

4.1.1 Allgemeine Beschreibung der Planung

In Kap. 1.2 ist eine allgemeine Beschreibung des geplanten Vorhabens zur Erhöhung des Deichs im Werderland und der planerischen Grundlagen enthalten. In den folgenden Kapiteln werden nun die einzelnen bodenschutzrelevanten Vorhabensbestandteile detaillierter dargestellt.

Für die Umsetzung der Deichbaumaßnahmen in den Abschnitten 9 bis 13 sind insgesamt fünf Bauphasen vorgesehen, die zügig umgesetzt werden sollen. Die Fertigstellung der Gesamtmaßnahme ist unter Berücksichtigung erschwerter Bedingungen (u. a. Witterung) nach einer geplanten Bauzeit von vier Jahren vorgesehen.

Eine detaillierte Beschreibung der Bauabläufe und Bauphasen mit schematischen Darstellungen zur Zonierung der jeweiligen Teilflächen (z. B. Deichabschnitte) folgt im Kap. 4.2 sowie in Abbildung 6 bis Abbildung 10.

Ein wesentliches Merkmal des Vorhabens ist die Bodengewinnung (Kleientnahme) im direkten Umfeld des Deichs. Die Details hierzu sind in Kap. 4.3 näher beschrieben.

4.1.2 Bodenmassen

Für die Herstellung des neuen Erddeiches wurde ein Bodenauftrag von insgesamt 182.670 m³ ermittelt. Die Berechnung der Bodenmassen erfolgte digital. Grundlage der Ermittlung sind die vorgegebenen und festgelegten Parameter der Ausbildung des Deichquerschnittes. Der Bodenauftrag zeigt die Bodenmassen, die für die Verstärkung des Deichkörpers bzw. Herstellung eines Erddeiches erforderlichen Bodenmassen. Verdichtungen im Einbauverfahren (Trocknung, Erhöhung der Lagerungsdichte) führen zu einem Massenverlust, der über einen prozentualen Aufschlag – Verdichtungsfaktor – ausgeglichen wird.

Unter Berücksichtigung des Massenverlustes im Zuge der Bodenarbeiten (Bodenabtrag/Bodenauftrag) ergeben sich somit insgesamt für die Deichabschnitte 9 bis 13 folgende Gesamtmengen:

- Füllboden (Deichkern): 75.770 m³
- Klei (Deichabdichtung): 96.220 m³
- Oberboden (Abdeckung): 10.680 m³

Auf den Flächen des geplanten Erddeiches werden neben Oberboden (Abtrag ca. 0,2 m) zusätzlich 34.170 m³ Boden abgetragen und im geplanten Deichkern wiederverwendet. Unter Berücksichtigung der im Bereich des Deiches gewonnen Bodens ergibt sich ein zusätzlicher Bodenbedarf von 148.490 m³ der zusätzlich gewonnen werden muss. Dieser Bodenbedarf

wird zum einen aus einem vorhandenen Bodenlager² bestritten (Füllboden), aber auch aus dem Schönebecker Sand (Oberboden, Füllboden und Klei, siehe Kap. 4.1.2) sowie den binnendeichs gelegenen Flächen mit Vorkommen deichbaufähigen Kleis (sogenannte Pütten, siehe Kap. 4.1.2). Lieferung von Bodenmaterial von extern ist nicht vorgesehen. Sämtliche Bodenmassen werden vorhabennah gewonnen. Aufgrund der sehr schlechten Transportmöglichkeiten (Gewichtsbeschränkung auf 12 t, enge Kurven, beengte Straßenverhältnisse mit direkt angrenzender Bebauung) ist es nicht vorgesehen, ggf. überschüssiges Bodenmaterial extern zu verwerten oder zu entsorgen. Für die Herstellung des technischen Erddeiches muss der Boden standsicher eingebaut und verdichtet. Die hierfür erforderliche Verdichtung erfolgt entsprechend den Vorgaben der EAK 2002/2007. Es werden die für den Deichbau üblichen Baufahrzeuge verwendet wie z.B. Raupenbagger, Kettenraupe, Schafffußwalze.

Berechnungsgrundlage: Mengenermittlung nach Prismen (digital)
 "feste Masse", ohne Lockerung und Verdichtung (Netto)
 Sackmaß (Überhöhung) in Berechnungsprofilen berücksichtigt

Verdichtungsanforderungen:
 gem. EAK 2002 und Handlungsempfehlung
 zur Qualitätssicherung für den Kleinbau

Abschnitt	9	10	11	12	13	Summe [netto]
Station km	47+625 bis 48+600	48+600 bis 49+040	49+040 bis 49+422	49+422 bis 49+584	49+584 bis 50+025	
Bestickhöhe:	7,50 m NN	7,80 m NN	7,80 m NN	Rampe	7,80 m NN	
Sackmaß Erddeich:	40 cm	40 cm	40 cm	binnendeichs	30 cm	

Lockerung/ Verdichtung [%]	Summe [brutto]
----------------------------------	-------------------

Bodenabtrag

Oberboden (-20 cm)	-5.574,01	-3.533,94	-972,34	-224,44	-1.899,54	-12.204,27 m³
Oberboden (-20 cm) [Brutto]	-6.131,41	-3.887,33	-1.069,57	-246,88	-2.089,49	-13.424,70 m³
Füllboden	-9.950,72	-2.471,57	-1.368,08	-309,00	-1.759,13	-18.858,50 m³
Füllboden - [Brutto]	-10.945,79	-2.718,73	-4.804,89	-339,90	-1.935,04	-20.744,35 m³
Summe Abtrag [Brutto]	-17.077,20	-6.606,06	-5.874,46	-586,78	-4.024,54	-34.169,05 m³

10%	-13.424,70 m³
10%	-20.744,35 m³
	-34.169,05 m³

Bodenauftrag - Planung

Füllboden	14.629,77	23.027,72	12.733,23	109,07	7.782,85	58.282,64 m³
Füllboden [Brutto]	19.018,70	29.936,04	16.553,20	141,79	10.117,71	75.767,43 m³
Klei	27.415,97	17.504,21	13.570,10	561,10	9.672,16	68.723,54 m³
Klei [Brutto]	38.382,36	24.505,89	18.998,14	785,54	13.541,02	96.212,96 m³
Oberboden (+10 cm)	2.738,09	1.800,80	1.470,33	112,22	995,92	7.117,36 m³
Oberboden (+10 cm) [Brutto]	4.107,14	2.701,20	2.205,50	168,33	1.493,88	10.676,04 m³
Summe Auftrag	61.508,19	57.143,13	37.756,83	1.095,66	25.152,61	182.656,43 m³

30%	75.767,43 m³
40%	96.212,96 m³
50%	10.676,04 m³
	182.656,43 m³

Bodenbedarf - Bilanz Lieferung

Füllboden	4.679,05	20.556,15	8.365,15	-199,93	6.023,72	39.424,14 m³
Füllboden [Brutto]	8.072,91	27.217,31	11.748,31	-198,11	8.182,66	55.023,08 m³
Klei	27.415,97	17.504,21	13.570,10	561,10	9.672,16	68.723,54 m³
Klei [Brutto]	38.382,36	24.505,89	18.998,14	785,54	13.541,02	96.212,96 m³
Oberboden (+10 cm)	-2.835,92	-1.733,14	497,99	-112,22	-903,62	-5.086,91 m³
Oberboden (+10 cm) [Brutto]	-2.024,28	-1.186,13	1.135,92	-78,55	-595,61	-2.748,66 m³
Summe Bedarf - Bilanz	44.430,99	50.537,07	31.882,37	508,88	21.128,07	148.487,38 m³

	55.023,08 m³
	96.212,96 m³
	-2.748,66 m³
	148.487,38 m³

Tabelle 1: Bodenmengenermittlung (gesamt) für die Deichabschnitte 9 bis 13

² Das Bodenmaterial wurde im Zuge der Baumaßnahmen zur Erhöhung der weiter südlich gelegenen Deichabschnitte gewonnen.

4.1.3 Beschreibung der Vorhabensbestandteile

4.1.3.1 Baustraßen – Konstruktion und Befahrung

Für die Bodentransporte werden Baustraßen für die geplanten vier Baujahre erforderlich sein, die einen geordneten Bauablauf zulassen. Der Ausbau der Baustraßen als Verbindungs- und Hauptwege erfolgt im Bereich der Pütten auf den Grünlandflächen und auf der Berme aus Schotter. Innerhalb der Abbauf Flächen aus (lastverteilenden) Baggermatten bzw. Stahlplatten. Hierbei können die Transportwege kurzfristig und flexibel auf den Baufortschritt angepasst werden. Lediglich für die Rampen auf und über den Deich sind vorhandene oder temporär zu errichtende, gebundene Bauweisen (z. B. aus Asphalt) vorgesehen.

Die Baustraßen in Schotterbauweise werden mit einer durchgängigen Breite von 4 m ausgebildet. Um Gegenverkehr im Baustellenverkehr zu gewährleisten werden entlang der Baustraße Ausweichbuchten in Abständen von ca. 200 m bis 300 m vorgesehen. Notwendige Grabenquerungen erfolgen als temporäre Durchlassbauwerke (z. B. Stahlrohre DN 1000). Die Baustraßen werden hauptsächlich für Bodentransporte aber auch für den Transport von Baumaschinen genutzt.

Um den Eintrag des Schotters in die umliegenden Flächen und Gräben zu verhindern wird ein Spritzschutzzaun in einer Höhe von etwa 1 m mittels einer Folienwand seitlich der Fahrbahn befestigt (siehe Abbildung 4). Unterhalb der Baustraßen wird der Oberboden abgetragen, im Bodenlager zwischengelagert und nach den Bauarbeiten wieder angeeckt.

Die Baustraßen werden zum Abschluss der Maßnahmen zurückgebaut (siehe Abbildung 6 bis Abbildung 10).

Weitere Hinweise sind in Kap. 6.5.3 enthalten.

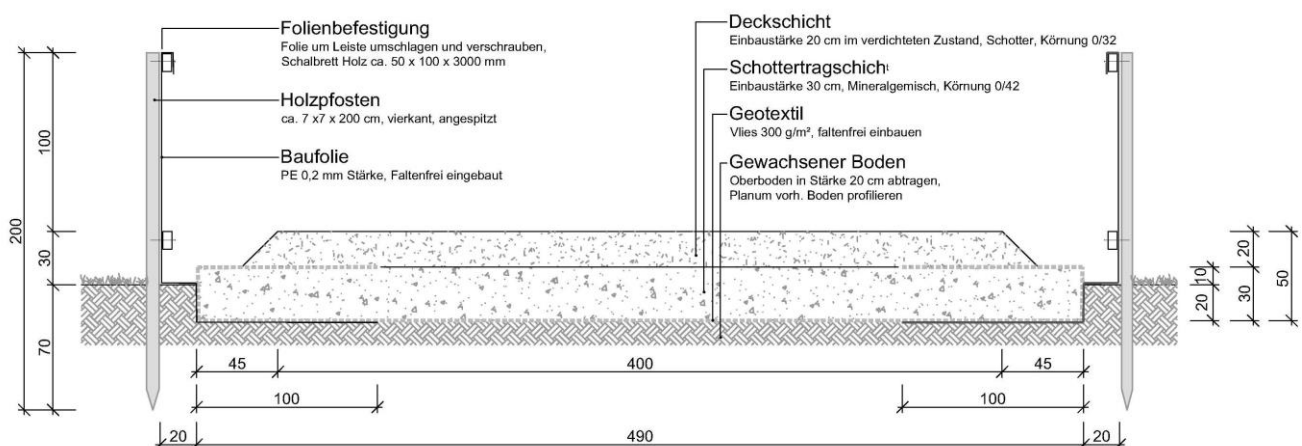


Abbildung 4: Konstruktion der Baustraßen in Schotterbauweise mit Folienwand

4.1.3.2 Baumaschinenlagerflächen

Als Baucamp (Baustelleneinrichtungsfläche) zur Lagerung der Baucontainer und der Baumaschinen wird eine ca. 900 m² große, aktuell als Parkplatz genutzte Fläche dienen. Diese liegt außendeichs zentral am Übergang von BA 9 und BA 10, neben der heutigen Deichtrift (siehe Kap. 6 und Karte 1 im Anhang 10). Aktuell ist die Fläche geschottert. Die Fläche grenzt direkt an die Baustraßen zu den Bauabschnitten 9, 10 und 11 sowie den Schönebecker Sand an und bietet somit ausreichend Platz für die erforderlichen Baucontainer und Baumaschinen. Durch die zentrale Lage innerhalb der Bauabschnitte können die jeweiligen Bauabschnitte über kurze Transportwege direkt angefahren werden.

4.1.3.3 Bodenlagerung

Für die Zwischenlagerung von Bodenmaterial steht die Fläche des vorhandenen Bodenlagers (im Folgenden als „Bodenlager“ bezeichnet) in einer Gesamtgröße von ca. 4 ha zur Verfügung. Die Fläche liegt östlich des Bauabschnittes 9 und grenzt südlich an die Bodenabtragsflächen „Pütte BA 5-8“ und „Pütte West“ an (siehe Abbildung 5). Die Bodenlagerfläche wird über Baustraßen mit den Bodenabtragsflächen und der Lesumbroker Landstraße verbunden. Eine Teilfläche von 1,4 ha wird derzeit durch die Zwischenlagerung von für den Deichkern vorgesehenen Böden belegt. Die restliche Fläche steht dann für die ggf. erforderliche Lagerung von Oberboden zur Verfügung. Die Fläche wurde bereits im Zuge der Herstellung der Deichabschnitte 5 bis 8 als Bodenlagerfläche genutzt.

Grundsätzlich ist eine Zwischenlagerung von Abtragsböden (Oberboden, Mischboden) getrennt innerhalb des Baufeldes der Deichbauabschnitte vorgesehen, um somit lange Transportwege zu vermeiden. Die Abtragsböden sollten, wenn möglich im Bereich des Baufeldes getrennt gelagert und wieder eingebaut werden. Hierfür sind im Bereich der Deichabschnitte temporäre Bodenlagerflächen für die Bauzeit von April bis Mitte September des jeweiligen Jahres freigehalten. Für eine längere Lagerung von Oberboden innerhalb der Bauphasen sowie von Überschussböden ist eine Teilfläche mit einer Kapazität von bis zu 6.000 m³ (geordnete Oberbodenmiete, Höhe max. 2,0m) auf der Bodenlagerfläche bereitgestellt, um die maximal zu lagernden Bodenmengen pro Baujahr lagern zu können. Mit dem Deichabschnitt 9 ist die größte Menge von max. 6.000 m³ an zu lagernden Oberboden zu erwarten. Weitere Teilflächen können auf der Bodenlagerfläche im Bedarfsfalle für die Zwischenlagerung von weiteren Bodenmassen vorbereitet werden.

Für eine geordnete Zwischenlagerung von Oberboden werden durchschnittlich pro 1 m³ Standardoberbodenmiete ca. 1 m² Lagerfläche benötigt.

Die Oberbodenmieten werden entsprechend der DIN 19639 fachgerecht in einer Höhe von max. 2,0 m hergestellt und erhalten bei längerer Lagerungsdauer eine Zwischenbegrünung.

Die Lage dieser Flächen ist der Abbildung 5 zu entnehmen. Oberboden, Mischboden und Klei werden getrennt gelagert.

Weitere Hinweise sind in Kap. 6.4.5 enthalten.



Abbildung 5: Lage der Bodenlagerflächen

4.2 Beschreibung der Bauphasen (Deichbau)

4.2.1 Phase 1 – Bauarbeiten in Jahr 1

Deichbauarbeiten Abschnitt 9a (Deich-km ca. von 47+625 bis 48+075)

Errichtung Baustraße

Als bauvorbereitende Maßnahme erfolgt zu Beginn die abschnittsweise Herstellung einer temporären Transportstraße vom Bodenlager zum Hauptdeich entlang der Lesumbroker Landstraße. Die Baustraße wird in Schotterbauweise hergestellt (siehe Kap. 4.1.3.1). Diese beginnt ca. 100 m südlich des Übergangsbereich zum bereits hergestellten Deichbauabschnitt 8 (Deich-km ca. 47+540) mit dem südlichen Anschluss an die Lesumbroker Landstraße (siehe Abbildung 6).

Der nördliche Anschluss erfolgt über eine Deichrampe auf die Lesumbroker Landstraße südlich des Vierstückenteiches und verbindet zuvor die Bodenlagerfläche mit der Pütte West und Pütte BA 5-8. Die Baustraße führt am Übergang zwischen BA 9 und BA 10, nordwestlich des Vierstückenteiches über den Deich und führt dann außendeichs in südlicher Richtung am Deichkörper entlang. Sie wird am Übergang zwischen BA 9 und BA 8 wieder angeschlossen und ermöglicht so eine optimale Fahrtenlogistik.

Die Länge der Baustraße die in der ersten Bauphase erstellt wird beträgt rund 2.300 m.

Errichtung Spundwandbauwerk

In der ersten Bauphase wird vom Deichabschnitt 9 der südliche Teil (Deich-km: 47+625 bis 48+070) als Spundwandbauwerk hergestellt (BA 9a). Zu Beginn wird die derzeit als Hochwasserschutz bestehende Spundwand auf der gesamten Länge bis ca. 1,0 m unter GOK abgetrennt und entfernt.

Dann wird auf einer Länge von ca. 360 m die Deichverstärkung durch eine Spundwand mit ca. 8,5 m langen Spundbohlen errichtet. An der Engstelle (Deich-km ca. 48+000) zur Weser erfolgt auf der Außendeichsböschung eine zusätzliche Verstärkung mit Verkalit-Decksteinen bis zum Übergang Erddeich.

Im nördlichen Bereich des Deichabschnittes 9 liegt die Soleleitung der Nord-West Kavernengesellschaft mbH (NWKG), die bei Deich-km ca. 48+385 den Deich quert. Aufgrund der Verbreiterung und Erhöhung des Deiches erfolgt eine Änderung der Leitungsverlegung im Deichbereich. Die derzeit oberhalb des Deichkörpers verlaufenden Leitungen (2 x DN 300) werden in einem neuen Leitungsverlauf innerhalb des Deichkörpers unterhalb der bindigen Deckschicht (Kleischicht) verlegt. Die Verlegung der Leitung ist im ersten Baujahr, BA 9a vorgesehen. Die erforderlichen Erdarbeiten zur Deichverstärkung finden im darauffolgenden Jahr statt (BA 9b).

Bodenentnahme und Geländegestaltung

Für die Deichsicherheit erfolgt im Bereich des Spundwandbauwerkes außendeichs eine Erddeichverstärkung. Diese muss bis an die erneuerte Spundwand heran abgedichtet werden. Die Abdichtung des Deichkernes erfolgt mittels bindigem Bodenmaterial (Kleiboden). Da davon ausgegangen wird, dass dafür im Bestandsdeich kein geeignetes Material (gemäß EAK 2002/2007) vorliegt, wird der Klei in den nahe gelegenen Pütten West (ca. 7.500 m³ Entnahmemenge) und Pütte BA 5-8 (ca. 4.000 m³ Entnahmemenge) entnommen. Die Außendeichsböschung erhält eine Kleiabdichtung in einer Mächtigkeit von 1,0 m, die binnenliegende Böschung wird bis zum Anschluss an die Lesumbroker Landstraße mit 0,8 m Klei abgedeckt.

Für die Herstellung des Abschnittes 9a wird, von den insg. ca. 38.380 m³ des gesamten BA 9 (für BA 9b siehe Kap. 4.2.3) eine Menge von ca. 11.500 m³ Kleiboden benötigt. Der Aufbau des Erdkörpers erfolgt im Kern durch nicht für die Abdichtung (gemäß EAK 2002/2007) geeigneten Mischboden (Füllboden), der vor Ort im Zuge der Bearbeitung des Deichkörpers entnommen werden kann. Vor Auftrag des Mischbodens wird der Oberboden des Deiches in einer Stärke von 0,2 m abgetragen und für die spätere Andeckung des Deichkörpers im Bodenlager zwischengelagert (siehe Kap. 4.1.3.3 und Abbildung 5). Der Oberboden wird nach Fertigstellung der Deichabdichtung (Kleischicht) in einer Stärke von 0,1 m bis 0,15 m angedeckt. Ein Oberbodenüberschuss von ca. 250 m³ verbleibt im Bodenlager.

Nach Umlagerung des Bodens aus dem Bestandsdeich, ergibt sich ein Überschuss von ca. 4.800 m³ Füllboden, der als Material für den Deichkern zu den angrenzenden Bauabschnitten 10 und 11 transportiert und dort direkt wieder eingebaut wird.

Tabelle 2: Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 1 (Jahr 1) – Deichabschnitt 9a

	Auftrag (Planung)	Abtrag (Bestand)	Zus. Bedarf (Bilanz)
Füllboden	0 m ³	- 4.800 m ³	- 4.800 m ³
Klei (bindig)	11.500 m ³	0 m ³	11.500 m ³
Oberboden	Ca. 507 m ³	Ca. - 757 m ³	Ca. - 250 m ³

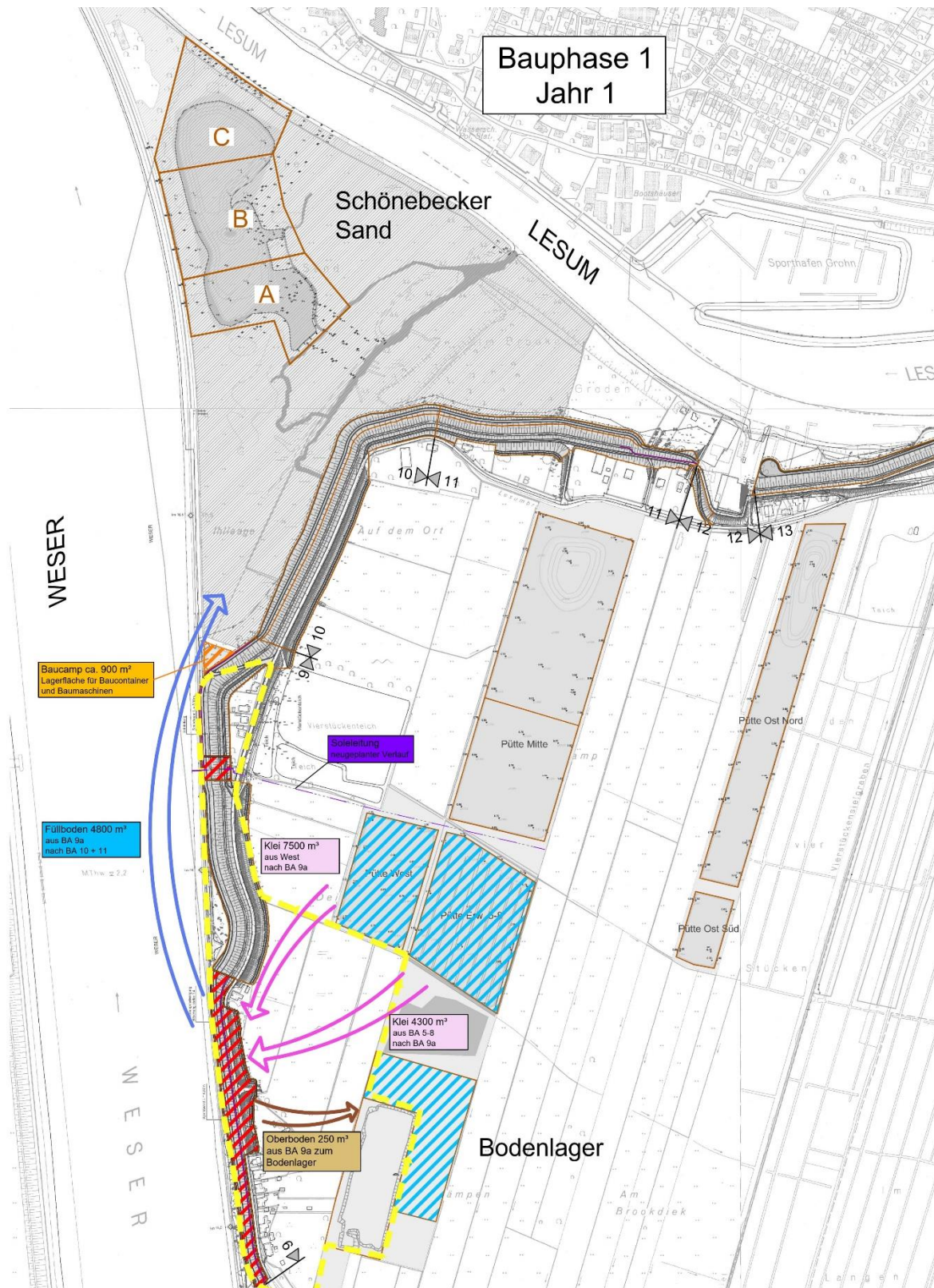


Abbildung 6: In Jahr 1 umgesetzte Bauplanung für den Deichabschnitt 9a

Rot: Maßnahmenflächen Deich in der Bauphase;
 Blau: Umsetzung von Maßnahmen Bodenabbau / Pütte;
 Orange: Baustelleneinrichtungsfläche
 Gelb: Baustraßen

4.2.2 Phase 2 – Bauarbeiten in Jahr 1

Deichbauarbeiten Abschnitt 10 (Deich-km: 48+600 bis 49+040)

Deichbauarbeiten Abschnitt 11 (Deich-km: 49+040 bis 49+422)

Die Bauarbeiten an den Abschnitten 10 und 11 werden auf zwei Baujahre verteilt. Folgend werden die Arbeiten im 1. Baujahr beschrieben, weitere Arbeiten erfolgen im 4. Jahr (Bauphase 5) (siehe Kap. 4.2.5).

Baustraße

In der zweiten Bauphase innerhalb des ersten Jahres erfolgt die Herstellung der außenseitigen Berme entlang der Deichabschnitte 10 und 11 sowie die Ertüchtigung zur Erstellung einer Baustraße auf einer Länge von ca. 850 m. Die Baustraße wird im Jahr 3 in Schotterbauweise hergestellt (siehe dazu Kap. 4.1.3.1 und Abbildung 4). Dies führt einerseits zur Konsolidierung des Deichfußes, andererseits wird so eine Verbindung des Schönebecker Sandes mit den Bauabschnitten 10 - 13 hergestellt. Für die Herstellung der Berme in BA 10 und 11 wird eine Verlängerung der Baustraße von der Pütte West entlang der Pütte Mitte bis zum Deichabschnitt 11 errichtet. Die Baustraße quert bei Deich-km ca. 49+250 die Lesumbroker Landstraße und führt über die vorhandene Trift in das Baufeld. Des Weiteren wird die vorhandene Baustraße über die Trift an der Grenze zwischen BA 9 und 10, am Baucamp entlang, bis zum Schönebecker Sand erweitert. Hier findet eine Nutzung des vorhandenen Unterhaltungsweges statt. Im Deichabschnitt 10 wird eine zusätzliche Querverbindung zur neu entstehenden Baustraße entlang der Pütte Mitte hergestellt. Diese führt an der höchsten Stelle, parallel zum Graben entlang der Streuobstwiese, nördlich des Vierstückenteiches (siehe Abbildung 7).

Bodenentnahme und Geländegestaltung

Die Abdichtung der in diesem Jahr hergestellten Fußberme erfolgt mittels bindigem Bodenmaterial (Kleiboden), der im Bereich der Pütte West (ca. 1.500 m³ Entnahmemenge) und dem Schönebecker Sand (ca. 11.100 m³ Entnahmemenge) entnommen wird. Die Außenböschung des Deiches erhält im seitlichen Deichunterhaltungsweg eine Kleiandeckung in einer Stärke von 1,0 m.

Die Bodenentnahme im Bereich des Schönebecker Sandes wird mit der ersten Teilfläche (Teil A) beginnen.

Für die Herstellung dieses Teils der Bauabschnitte 10 und 11 wird, von insg. 43.504 m³ Kleientnahmemenge des gesamten Bauabschnittes 10 und 11, eine Menge von ca. 12.600 m³ Kleiboden benötigt (weiterer Kleibedarf für BA 10 und 11 entsteht in Phase 5, siehe Kap. 4.2.5). Der Aufbau des Erdkörpers erfolgt im Kern durch Füllboden der teilweise vor Ort im Zuge der Neuprofilierung des Deichkörpers entnommen werden kann (ca. 1.700 m³ Umlagerungsmenge). Zusätzlicher Füllboden wird aus dem BA 9a (ca. 4.800 m³ Überschuss,

vgl. Tabelle 2) und dem Bodenlager (ca. 2.000 m³ Entnahmemenge) entnommen. Vor Auftrag des Füllbodens wird im Bereich des zukünftigen Deiches der Oberboden in einer Stärke von ca. 0,2 m abgetragen und für den späteren Auftrag auf den Deichkörper zwischengelagert. Für die Zwischenlagerung des Oberbodens bis zum Wiedereinbau steht im nordöstlichen Bereich des Bauabschnittes eine Fläche zur Verfügung die aktuell als Mähwiese genutzt wird (siehe Kap. 4.1.3.3 und Abbildung 5). Der Oberboden wird nach Fertigstellung der Deichabdichtung (Kleischicht) in einer Stärke von 0,1 m bis 0,15 m angedeckt. Der Oberboden der Pütte West und Pütte BA 5-8 wird nach der Bodenentnahme auf derselben Fläche wieder aufgebracht und durch ca. 1.400 m³ überschüssigem Oberboden aus dem Schönebecker Sand ergänzt. Damit können diese Flächen nach der Bauphase 2 fertiggestellt werden.

Tabelle 3: Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 2 (Jahr 1) – Deichabschnitt 10 und 11

	Auftrag (Planung)	Abtrag (Bestand)	Zus. Bedarf (Bilanz)
Füllboden	8.512 m ³	ca. - 1.712 m ³	ca. 6.800 m ³
Klei (bindig)	12.600 m ³	0 m ³	12.600 m ³
Oberboden	ca. 1.800 m ³	ca. - 1.819 m ³	ca. - 19 m ³

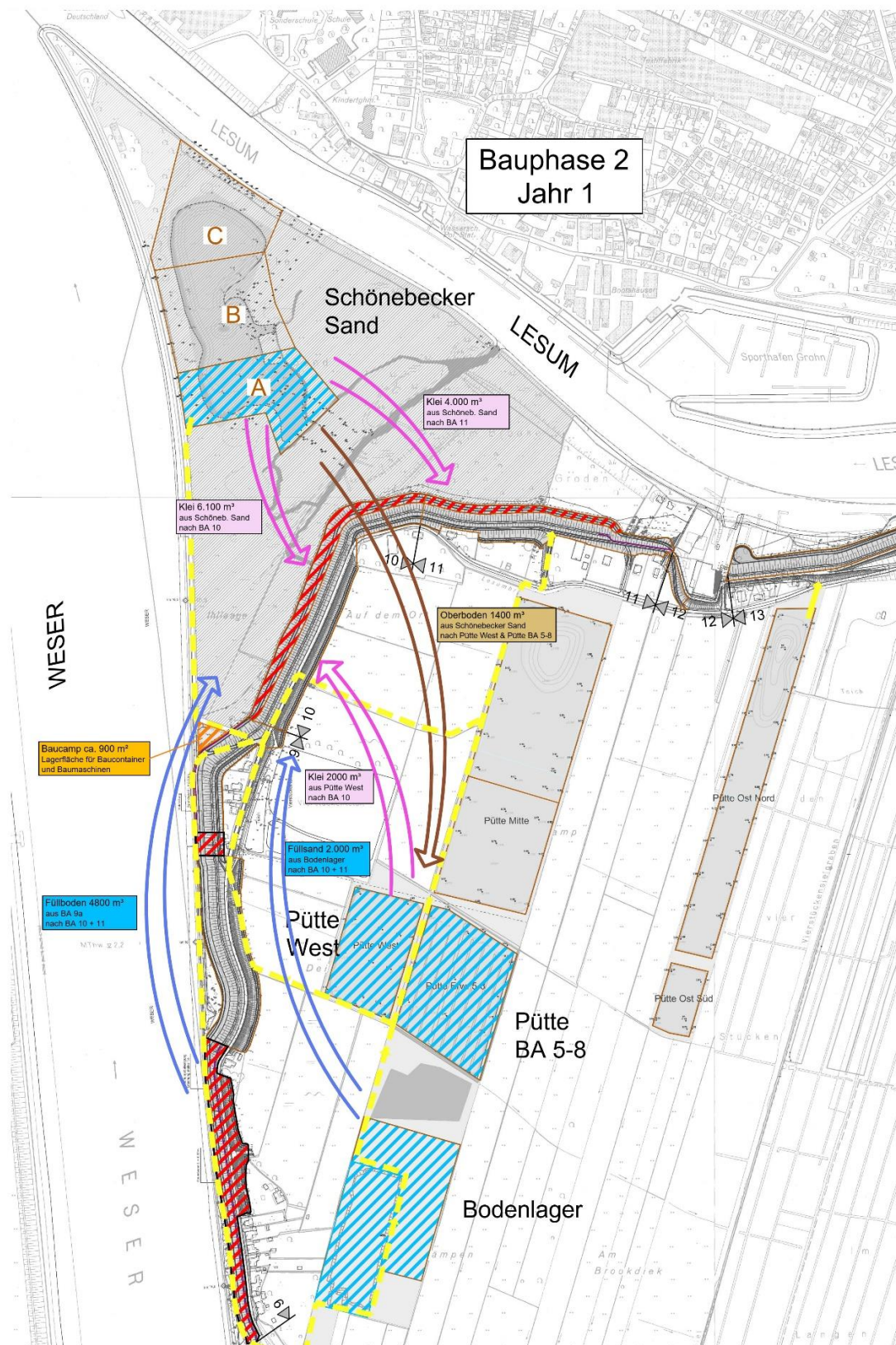


Abbildung 7: In Jahr 1 umgesetzte Bauplanung für die Deichabschnitte 10 und 11

- Rot: Maßnahmenflächen Deich in der Bauphase;
- Blau: Umsetzung von Maßnahmen Bodenabbau / Pütte;
- Orange: Baustelleneinrichtungsfläche
- Gelb: Baustraßen

4.2.3 Phase 3 – Bauarbeiten in Jahr 2

Deichbauarbeiten Abschnitt 9b (Deich-km ca. von 48+075 bis 48+600)

Deichbauarbeiten

Mit der Herstellung eines Erddeiches im weiteren Verlauf des Deichabschnittes 9 (zu BA 9a siehe 4.2.1) wird der derzeitige Deichquerschnitt deutlich vergrößert und in Richtung Weser (außendeichs) hin erweitert. Die Lesumbroker Landstraße bildet den binnenseitigen Abschluss und dient als Deichverteidigungsweg. Im letzten Abschnitt des BA 9b (ab Deich-km ca. 48+360) verschwenkt die Lesumbroker Landstraße und es verläuft binnenseitig zusätzlich ein Deichunterhaltungsweg. Dieser wird im Zuge der Deichbauarbeiten erneuert und die Binnenböschung (Neigung 1:3) angepasst.

Bodenentnahme und Geländegestaltung

Die Abdichtung des Deichkernes erfolgt mittels bindigem Bodenmaterial (Kleiboden). Dazu wird mit der Entnahme von Boden auf der Fläche Pütte Mitte (ca. 4.000 m³ Entnahmemenge) begonnen. Im Schönebecker Sand (ca. 22.882 m³ Entnahmemenge) erfolgt die Kleientnahme im Teil B.

Während die Außenböschung und Krone eine Deichabdichtung (Kleiardeckung) in einer Stärke von 1,0 m erhalten, wird die Binnenböschung mit einer Deichabdichtung in einer Stärke von 0,8 m erhöht.

Für die Herstellung des Bauabschnitts 9b wird von insg. ca. 38.382 m³ Entnahmemenge des gesamten Abschnitts 9 eine Menge von ca. 16.882 m³ Kleiboden benötigt (für BA 9a siehe Kap. 4.2.1). Der Aufbau des Erdkörpers erfolgt im Kern durch Füllboden, der vor Ort im Zuge der Neuprofilierung des Deichkörpers entnommen werden kann (ca. 6.000 m³ Umlagerungsmenge). Zusätzlicher Füllboden wird aus dem Bodenlager (ca. 13.000 m³ Entnahmemenge) entnommen. Vor Auftrag des Füllbodens wird im Bereich des zukünftigen Deiches der Oberboden in einer Stärke von ca. 0,2 m abgetragen und für den späteren Auftrag auf den Deichkörper, wenn möglich im Baufeld, zwischengelagert. Für die Zwischenlagerung des Oberbodens steht andernfalls bis zum Weidereinbau am nördlichen Ende des Bauabschnittes, nahe des Baucamps, eine Fläche zur Verfügung. Überschüssiger Oberboden (ca. 1.774 m³) wird zur Bodenlagerfläche „Bodenlager“ gefahren. Der Oberboden wird nach Fertigstellung der Deichabdichtung (Kleischicht) in einer Stärke von 0,1 m bis 0,15 m angedeckt.

Tabelle 4: Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 3 (Jahr 2)

	Auftrag (Planung)	Abtrag (Bestand)	Zus. Bedarf (Bilanz)
Füllboden	19.019 m ³	-10.946 m ³	8.073 m ³
Klei (bindig)	26.882 m ³	0 m ³	26.882 m ³
Oberboden	Ca. 3600 m ³	Ca. - 5374 m ³	Ca. - 1.774 m ³

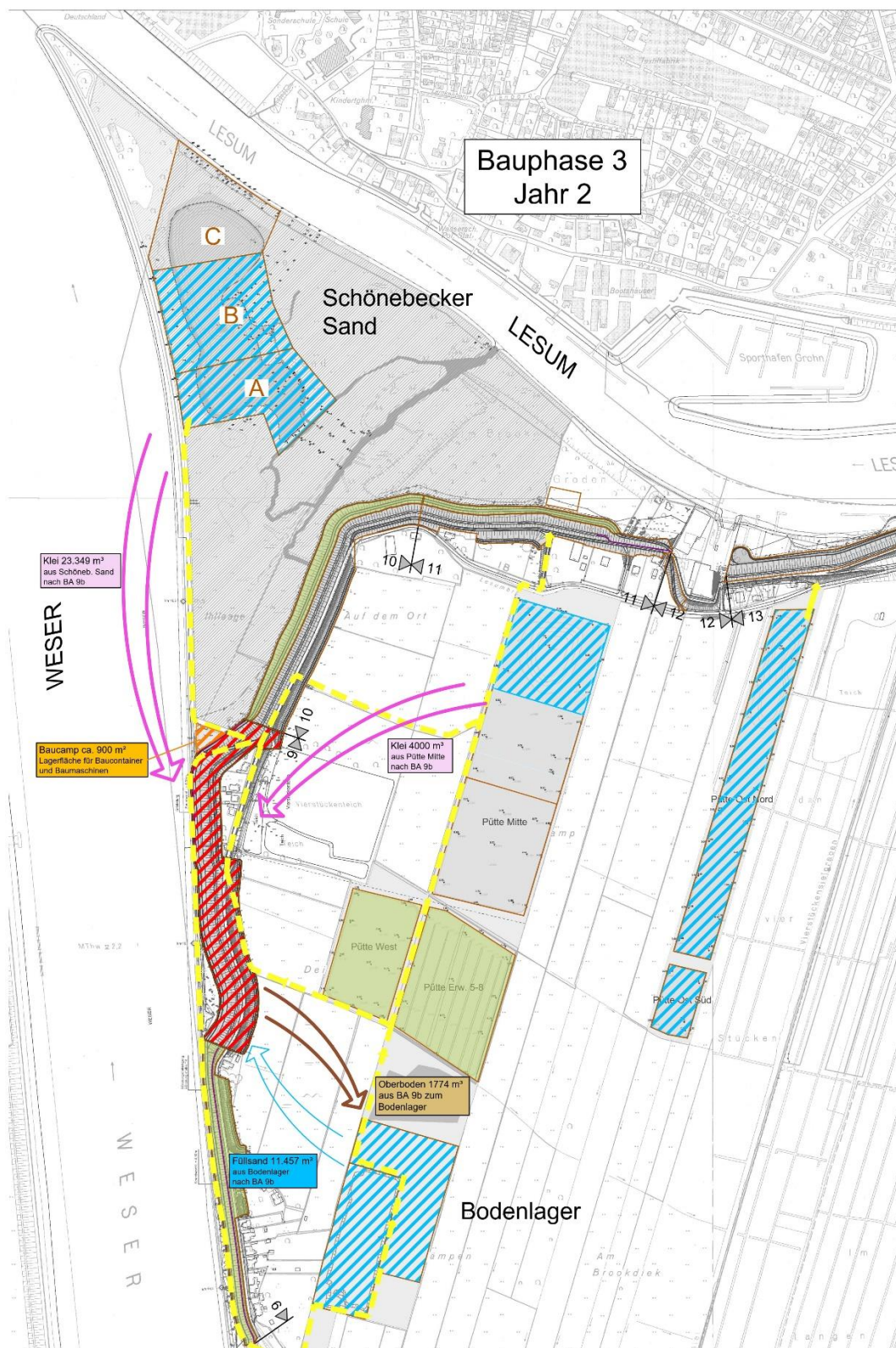


Abbildung 8: In Jahr 2 umgesetzte Bauplanung für den Deichabschnitt 9b

- Rot: Maßnahmenflächen Deich in der Bauphase;
 Blau: Umsetzung von Maßnahmen Bodenabbau / Pütte;
 Orange: Baustelleneinrichtungsfläche;
 Grün: Fertiggestellte Bereiche
 Gelb: Baustraßen

4.2.4 Phase 4 – Bauarbeiten in Jahr 3

Deichbauarbeiten Abschnitt 12 (Deich-km ca. von 49+422 bis 49+584)

Deichbauarbeiten Abschnitt 13 (Deich-km ca. von 49+584 bis 49+996)

Baustraße

Die im ersten Jahr hergestellte Berme im Bereich der Bauabschnitte 10 & 11 (vgl. Kap. 4.2.2) wird zur Verbindung des Schönebecker Sandes mit den Bauabschnitten 12 & 13 zur Baustraße ausgebaut. Die Baustraße wird in Schotterbauweise hergestellt, siehe dazu Kap. 4.1.3.1 und Abbildung 5. Die Baustraße vom Bodenlager entlang der Pütte Mitte wird (ca. ab Deich-km 49+250) ein kurzes Stück auf der Lesumbroker Landstraße entlang geführt, um den BA 12 zu erreichen. Darüber hinaus wird eine temporäre Baustraße aus Stahlplatten errichtet (siehe dazu Kap. 4.1.3.1), die die Pütte Ost für die Länge der Bauphase mit dem BA 13 verbindet und dazu die Lesumbroker Landstraße (ca. bei Deich-km 49+700) kreuzt.

Deichbauarbeiten Abschnitt 12

Im Abschnitt 12 sind im Bereich der „Winkler Werft“ zwei Deichscharte zur Umsetzung der Hochwasserschutzmaßnahme notwendig. Die Hochwasserschutzanlagen werden hier von Verkehrswegen (Zuwegung zur Winkler Werft, Rampe Winkler West und Rampe Winkler Ost) durchquert und können aufgrund der örtlichen Situation nicht als Überfahrten geplant werden. In diesem Rahmen werden die binnenseitige Zufahrtsrampe und das HWS Stemmtor „Winkler West“ mit Verstärkung der Spundwand (Spundwandkopf) sowie das HWS Stemmtor „Winkler Ost“ hergestellt. Die Deichscharte werden im vorhandenen Deich gegründet.

Deichbauarbeiten Abschnitt 13

Mit der Herstellung eines Erddeiches im Verlauf des Deichabschnittes 13 wird der derzeitige Deichquerschnitt in Richtung Weser (außendeichs) hin erweitert. Die Lesumbroker Landstraße bildet den binnenseitigen Abschluss und dient als Deichverteidigungsweg. Am westlichen Ende des BA 13 wird am Deichfuß ein Wendehammer für Unterhaltungsfahrzeuge hergestellt. Im Bereich der Pütte Mitte und des Schönebecker Sandes sind für das folgende Jahr Mieten und Bodentransporte vorzubereiten.

Bodenentnahme und Geländegestaltung

Für die Herstellung des Bauabschnitts 13 wird insg. eine Menge von ca. 13.541 m³ Kleiboden benötigt. Die Abdichtung des Deichkernes erfolgt mittels bindigem Bodenmaterial (Kleiboden), das im Bereich der Pütte Ost-Nord (ca. 11.508 m³ Entnahmemenge) und der Pütte Ost-Süd (ca. 2.033 m³ Entnahmemenge) entnommen wird.

Die Außenböschung und Krone erhält eine Kleiandeckung in einer Stärke von 1,0 m. die Binnenböschung erhält eine Kleiandeckung in einer Stärke von 0,8 m.

Der Aufbau des Erdkörpers erfolgt im Kern durch Füllboden der vor Ort im Zuge der Neuprofilierung des Deichkörpers entnommen werden kann (ca. 1.900 m³ Umlagerungsmenge). Zusätzlicher Füllboden wird aus dem Schönebecker Sand (ca. 8.200 m³ Entnahmemenge) geholt. Vor Auftrag des Füllbodens wird im Bereich des zukünftigen Deiches je nach Mächtigkeit der Oberboden in einer Stärke von ca. 0,1 – 0,5 m abgetragen und für den späteren Auftrag auf den Deichkörper zwischengelagert. Für die Lagerung steht eine Fläche im nord-östlichen Bereiches des BA 11 zur Verfügung (siehe Kap. 4.1.3.3 und Abbildung 5). Der Oberboden wird nach Fertigstellung der Deichabdichtung (Kleischicht) in einer Stärke von 0,1 m bis 0,15 m angedeckt. Ein Oberboden Überschuss von ca. 596 m³ aus dem Bestandsdeich wird im Bereich der Pütte Ost wiedereingebaut.

Die für den BA 12 erforderlichen Kleimengen (ca. 786 m³) werden aus der Pütte Ost-Süd gewonnen. Aus dem Bestandsdeich ergibt sich im BA 12 ein Füllboden Überschuss von 198 m³.

Für die Errichtung des Erddeiches im BA 10 und BA 11 im Folgejahr, wird bereits im Jahr 3 aus der Pütte Ost-Nord Kleiboden entnommen und transportiert. Der Boden wird im nordöstlichen Bereich des BA 11 außendeichs auf einer Wiesenfläche zu einem Zwischenlager aufgemietet (siehe Abbildung 5: Lage der Bodenlagerflächen).

Tabelle 5: Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 4 (Jahr 3) – Deichabschnitt 12

	Auftrag (Planung)	Abtrag (Bestand)	Zus. Bedarf (Bilanz)
Füllboden	142 m ³	- 340 m ³	- 198 m ³
Klei (bindig)	786 m ³	0 m ³	768 m ³
Oberboden	168 m ³	- 247 m ³	- 79 m ³

Tabelle 6: Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 4 (Jahr 3) – Deichabschnitt 13

	Auftrag (Planung)	Abtrag (Bestand)	Zus. Bedarf (Bilanz)
Füllboden	10.118 m ³	- 1.935 m ³	8.183 m ³
Klei (bindig)	13.541 m ³	0 m ³	13.541 m ³
Oberboden	1.494 m ³	- 2.089 m ³	- 596 m ³

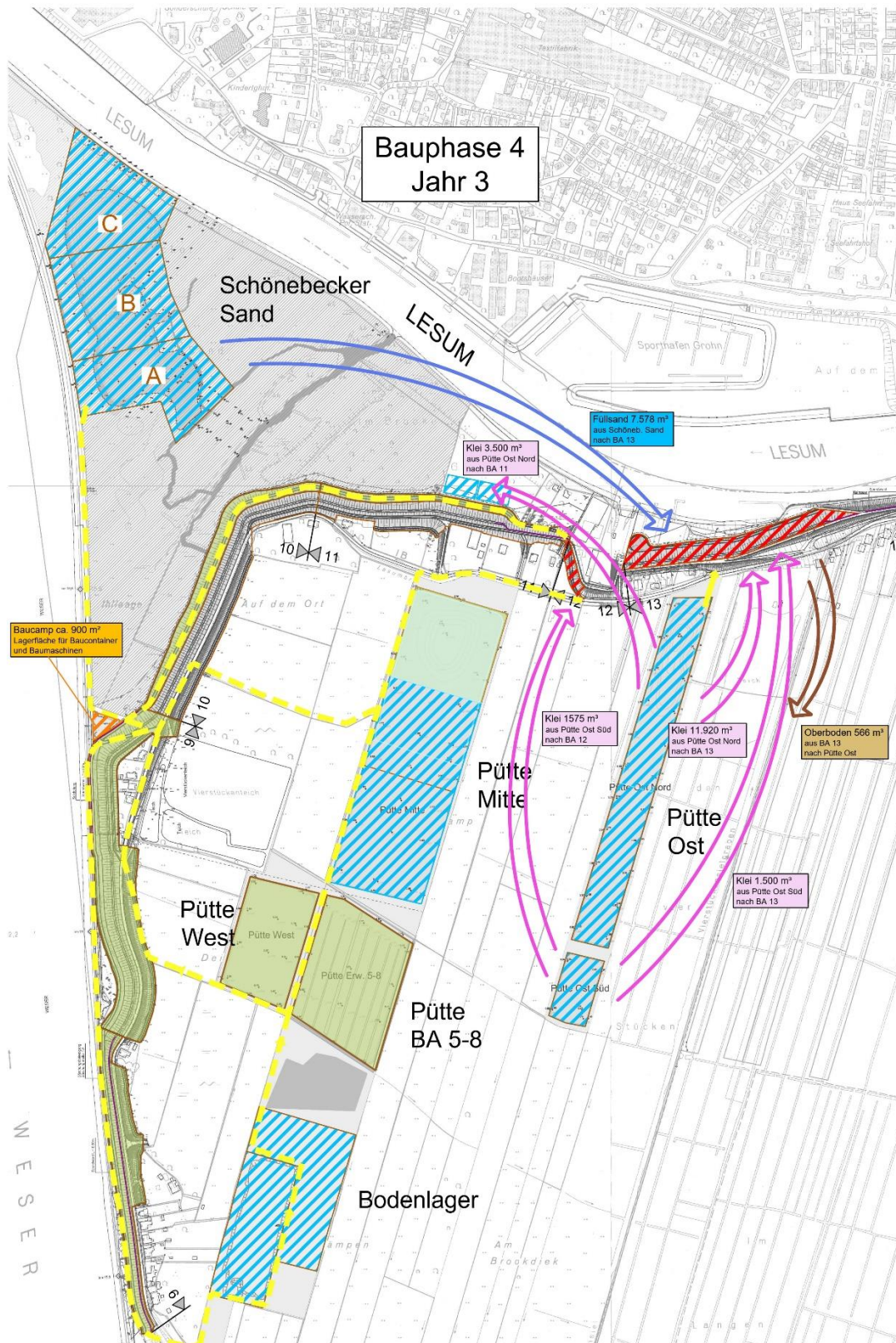


Abbildung 9: In Jahr 3 umgesetzte Bauplanung für die Deichabschnitte BA 12 und BA 13

- Rot: Maßnahmenflächen Deich in der Bauphase;
- Blau: Umsetzung von Maßnahmen Bodenabbau / Pütte;
- Grün: Fertiggestellte Bereiche
- Orange: Baustelleneinrichtungsfläche;
- Gelb: Baustraßen

4.2.5 Phase 5 – Bauarbeiten in Jahr 4

Deichbauarbeiten Abschnitt 10 (Deich-km: 48+600 bis 49+040)

Deichbauarbeiten Abschnitt 11 (Deich-km: 49+040 bis 49+422)

Baustraße

Nach Abschluss aller Arbeiten werden die Baustraßen vollständig zurück gebaut und die Flächen in ihrem ursprünglichen Zustand hergestellt.

Deichbauarbeiten Abschnitte 10 & 11 (Erddeich)

Mit der Herstellung des Erddeiches in den Abschnitten 10 & 11 wird der derzeitige Deichquerschnitt deutlich vergrößert und in Richtung Weser (außendeichs) hin erweitert. Die Lesumbroker Landstraße bildet im BA 10 den binnenseitigen Abschluss und dient als Deichverteidigungsweg. Im BA 11 (ab Deich-km ca. 48+360) verschwenkt die Lesumbroker Landstraße in Richtung Südosten und es verläuft binnenseitig zusätzlich ein Deichunterhaltungsweg. Dieser wird im Zuge der Deichbauarbeiten erneuert und die Binnenböschung (Neigung 1:3) angepasst.

Tabelle 7: Bodenbedarf innerhalb der Bauphase 5 (Jahr 4) – Deichabschnitt 10 und 11

	Auftrag (Planung)	Abtrag (Bestand)	Zus. Bedarf (Bilanz)
Füllboden	42.777 m ³	ca. - 5.812 m ³	36.965 m ³
Klei (bindig)	30.904 m ³	0 m ³	30.904 m ³
Oberboden	3.105 m ³	- 3.138 m ³	- 33 m ³

Bodenentnahme und Geländegestaltung

Die Abdichtung des Deichkernes erfolgt mittels bindigem Bodenmaterial (Kleiboden), das im Bereich der Pütte Mitte (28.236 m³) und der Zwischenlagerfläche (ursprünglich aus Pütte Ost-Nord, 2.668 m³) entnommen wird.

Die Außenböschung und Krone erhält eine Deichabdichtung (Kleiardeckung) in einer Stärke von 1,0 m. die Binnenböschung erhält eine Deichabdichtung in einer Stärke von 0,8 m.

Für die Herstellung dieses Teils der Bauabschnitte 10 & 11 wird (von insg. 43.504 m³) eine Menge von ca. 30.904 m³ Kleiboden benötigt. Der Aufbau des Erdkörpers erfolgt im Kern durch Füllboden der vor Ort im Zuge der Neuprofilierung des Deichkörpers entnommen werden kann (ca. 5.800 m³). Zusätzlicher Füllboden wird aus dem Bodenlager (ca. 7.500 m³) und dem Schönebecker Sand (29.465 m³) entnommen. Vor Auftrag des Füllbodens wird im Bereich des zukünftigen Deiches der Oberboden in einer Stärke von ca. 20 cm abgetragen und für den späteren Auftrag auf den Deichkörper zwischengelagert. Der Oberboden wird nach Fertigstellung der Deichabdichtung (Kleischicht) in einer Stärke von 0,1 m bis 0,15 m abgedeckt.

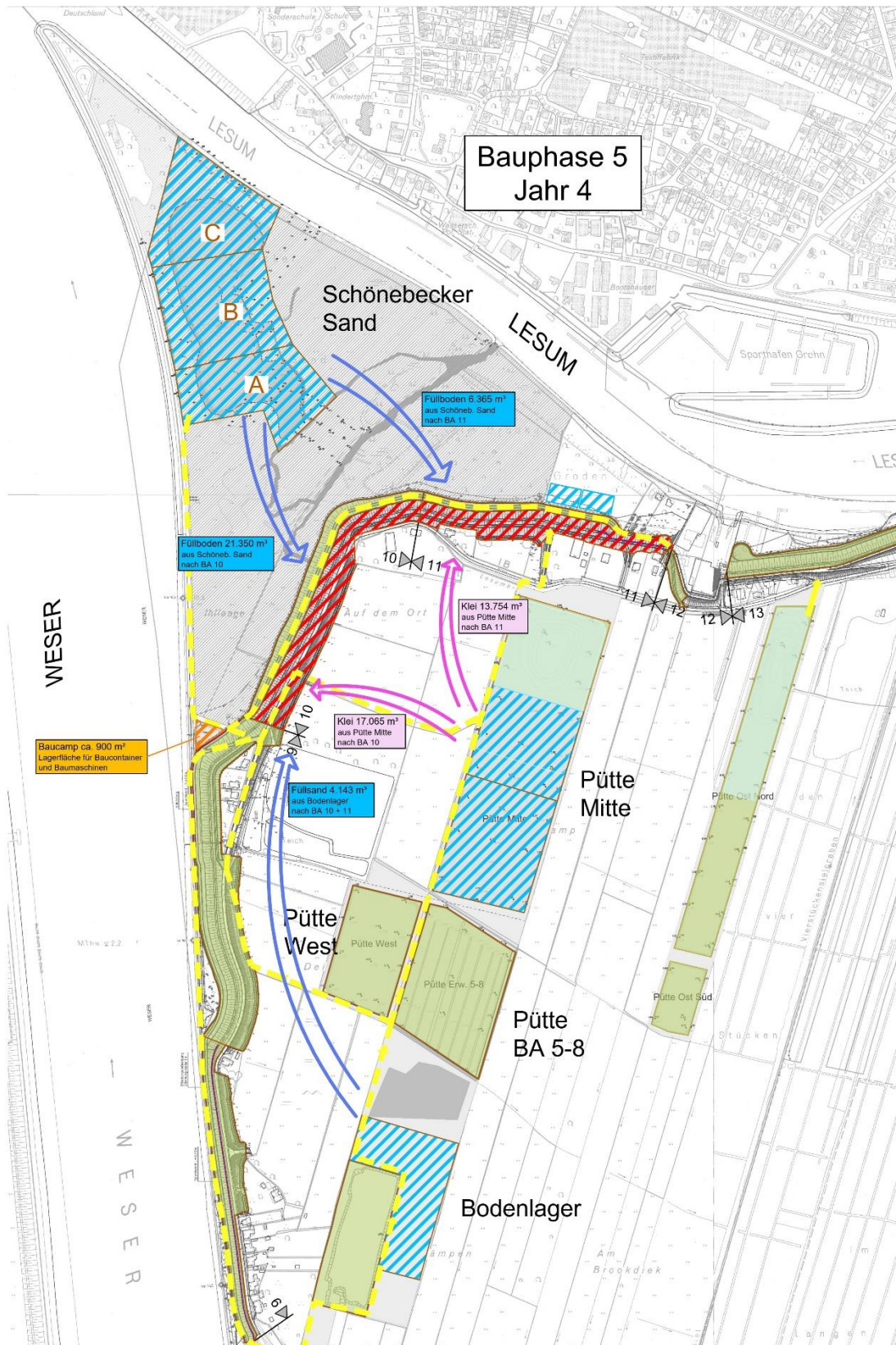


Abbildung 10: In Jahr 4 umgesetzte Bauplanung für die Deichabschnitte BA 10 und BA 11

Rot: Maßnahmenflächen Deich in der Bauphase;
 Blau: Umsetzung von Maßnahmen Bodenabbau / Pütte;
 Grün: Fertiggestellte Bereiche
 Orange: Baustelleneinrichtungsfläche;
 Gelb: Baustraßen

4.3 Bodengewinnung

4.3.1 Binnenseitige Pütten (Kleigewinnung)

Zur Herstellung der Deicherhöhung wird Klei benötigt, um die erforderliche Dichtungsschicht herstellen zu können (siehe Kap. 4.1.2). Dazu sind Pütten für die Kleigewinnung auf den binnenseitigen, landwirtschaftlichen Flächen im direkten Umfeld geplant. Diese befinden sich im Besitz des Vorhabenträgers und können zur Gewinnung von Kleiboden genutzt werden. Im Zuge der Kompensationsmaßnahmen werden diese Flächen teilweise wieder verfüllt und um Stillgewässer ergänzt.

Die Püttenflächen weisen in den oberen Bodenschichten eine Abfolge von Oberboden, einer Kleischicht und darauf folgend eine stark humose, torfige Schicht auf (genauere Angaben zu den Bodenverhältnissen können dem Kap. 5.4.2.3 und dem dort beschriebenen Gutachten entnommen werden). Da der tieferliegende, torfige Boden im Deichbau keine Verwendung findet, ist lediglich ein Abbau der Kleischicht vorgesehen. Im Bereich der binnenseitigen Pütten ist mit gespanntem Grundwasser zu rechnen (vgl. Kap. 5.2). Die bindige Kleischicht darf aus diesem Grund nicht vollständig abgetragen/durchstoßen werden, um weiterhin ein Zurückhalten des Grundwassers zu gewährleisten.

Bei der Entnahme des Bodens aus den Püttenflächen wird Abschnittsweise vorgegangen. Eine schematische Darstellung des Vorgehens zeigt Abbildung 11. Die Arbeiten werden vollständig durch Raupenbagger auf definierter Fahrspur durchgeführt. Die Fahrspuren für den Bodentransport werden temporär aus Baggermatten oder Stahlplatten hergestellt. Unter den Fahrspuren und Mietenflächen wird zu Beginn der Oberboden abgetragen und abgefahren. Im ersten Schritt wird der Oberboden vom 1. Feld abgetragen und bis zur späteren Wiederverwendung abgefahren und zwischengelagert (Bodenlager). Im zweiten Schritt wird der Klei langsam und schichtweise abgetragen und zum Abtrocknen auf die erste Miete gesetzt. Der Oberboden aus dem 2. Feld kann direkt wieder in das 1. Feld verfüllt werden.

Die folgenden Felder werden in doppelter Breite ausgebaggert (beidseitige Bearbeitung) und zur Hälfte auf Miete 1 und zur Hälfte auf Miete 2 aufgesetzt. Die folgenden Felder werden alle von zwei Seiten bearbeitet. Das Schema setzt sich über die restliche Püttenfläche fort.

Zum Abfahren des abgetrockneten Kleis kann pro Miete seitlich eine Fahrspur erhalten bleiben. Die Fahrspuren und der Boden unter den Mieten werden letztendlich mit der Miete zusammen vor Kopf abgetragen. Die Abbildung 12 zeigt beispielhaft, wie der Bodenabtrag organisiert werden kann. Damit der Boden in den Mieten ausreichend abtrocknen kann und somit zum geplanten Zeitpunkt der Verwendung einbaufähig ist, werden die Mieten etwa ein Jahr vor dem Einbau aufgesetzt.

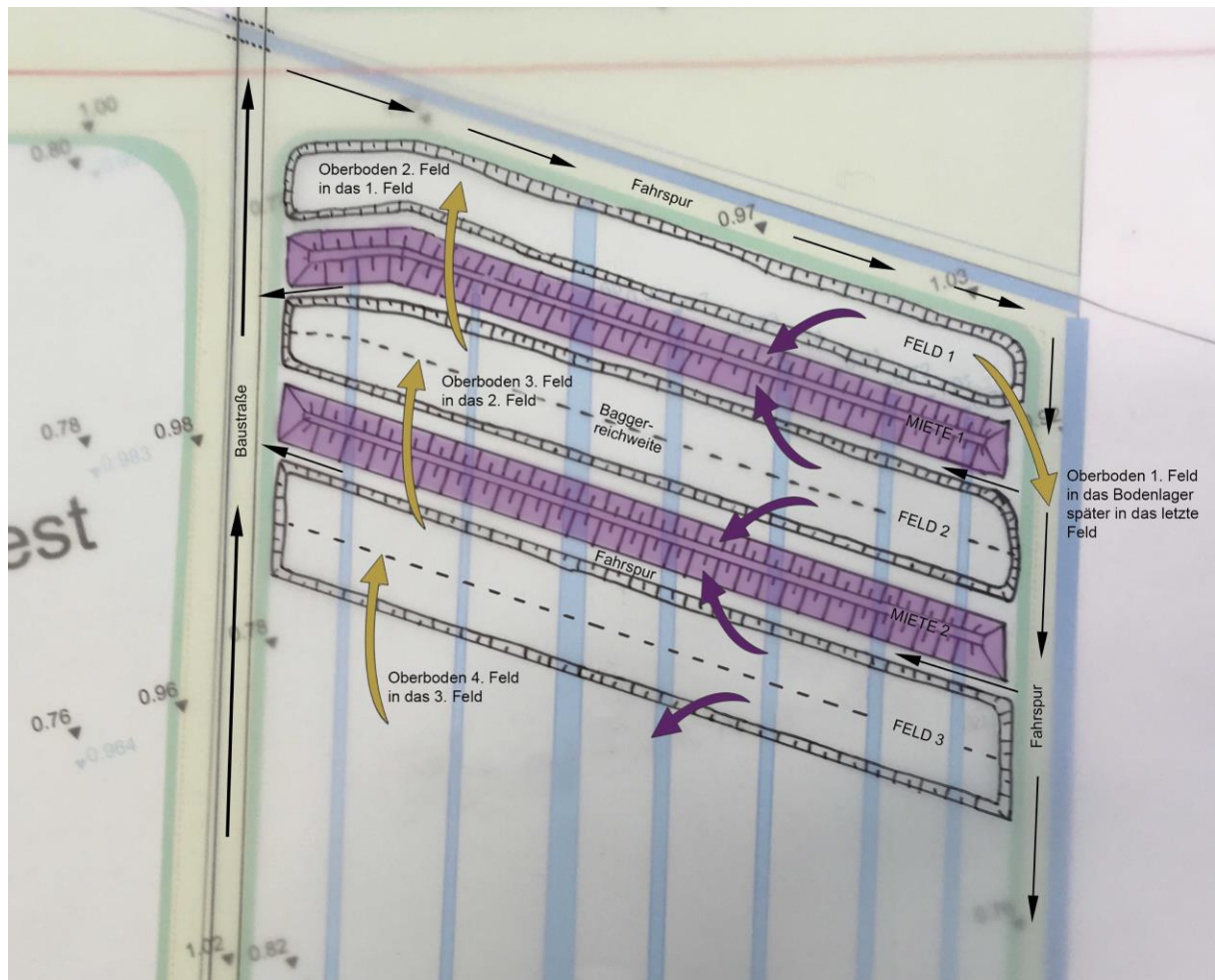


Abbildung 11: mögliches Vorgehen bei der Kleientnahme auf den Püttenflächen, schematisch

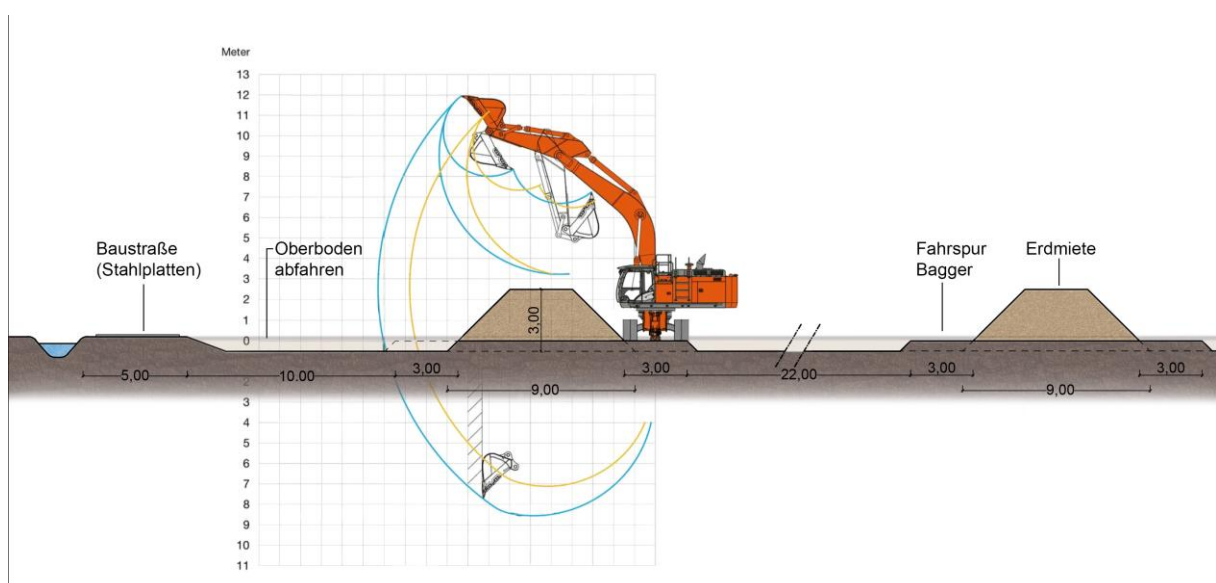


Abbildung 12: Schnitt Kleientnahme auf den Püttenflächen, schematisch

4.3.2 Schönebecker Sand (Klei- und Füllbodengewinnung)

Der Schönebecker Sand wird im Rahmen der Deicherhöhung auf einer Fläche von etwa 35.000 m² zur Gewinnung von Füllmaterial und Dichtungsmaterial (Klei) genutzt. „Zunächst wird das Deckmaterial, der Klei, abgeschoben und vor Ort gelagert. Anschließend wird der als Füllmaterial dienende Sand gewonnen und in den Deichkörper eingebaut, abschließend wird der zwischengelagerte Klei ebenfalls für den Deichbau verwendet. Am südlichen Rand der Abbaufäche ist nur eine Ausbeute bis zur Kleibasis vorgesehen – hier entsteht später eine Flachwasserzone. Der Oberboden einschließlich der Grasnarbe findet im Deichbau keine Verwendung. Er ist in Teilen zur Wiederauffüllung der Pütten binnendeichs vorgesehen (siehe Kap. 4.2.2), die übrigen Teile werden für die Modellierung des neu entstehenden Gewässers auf dem Schönebecker Sand genutzt“ (BEHNE 2021, S. 4) (vgl. Anhang Nr. 7).

4.4 Kompensationsmaßnahmen / Rekultivierung

Nach Entnahme des Bodens aus den binnenseitigen Pütten ist eine Wiederverfüllung der Flächen vorgesehen um eine extensive, landwirtschaftliche Nutzung, zumindest auf Teilen der Flächen, wieder zu ermöglichen. Dazu wird der Oberboden der Püttenflächen wieder eingebaut. Das Niveau der neu entstehenden Grünlandfläche wird ca. 20 cm unter dem ursprünglichen Niveau liegen. Genauere Angaben zur Wiederherstellung der binnenseitigen Pütten sind der Planung des Büros ppr Freiraum+Umwelt im Anhang dieses Berichtes zu entnehmen (ZOK 2021) (vgl. Anhang Nr. 8).

Auf der Fläche des außendeichs liegenden Schönebecker Sandes ist im Zuge der Kompensationsmaßnahmen die Herstellung eines Stillgewässers geplant. Dieses wird bei MThw etwa 27.000 m² groß sein und eine mittlere Wassertiefe von ca. 2,30 m aufweisen. Genauere Angaben zur Wiederherstellung des Schönebecker Sandes sind der Planung des Büros ppr Freiraum+Umwelt im Anhang dieses Berichtes zu entnehmen (BEHNE 2021) (vgl. Anhang Nr. 7).

4.5 Beschreibung der Auswirkungen

Die Auswirkungen des Vorhabens auf das Schutzgut Boden sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 8: Potenzielle baubedingte Auswirkungen und Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen

Vorhabenbestandteil (relevante bzw. problematische Bautätigkeit) [Ort im Bereich des Vorhabens]		Resultierende baubedingte Wirkfaktoren / Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen <i>(ohne Berücksichtigung von Vermeidungs- und Minderungs- maßnahmen, s. Kap. 6)</i>
Befahrungen [Lagerflächen, Pütten, Baustraßen]	• Einsatz schwerer Baumaschinen (mit zu hohen Kontaktflächendrücken) • von verdichtungsempfindlichen bzw. zu nassen Böden ohne Schutzmaßnahmen • Überfahrhäufigkeit	• Bodenschadverdichtung, damit einhergehend Gefügestörung (Beeinträchtigung der Durchwurzelbarkeit) • Stoffliche Belastungen
Baustelleneinrichtung [Arbeitsbereiche am Deich, Baustraßen und Lagerflächen]	• Lagerflächen auf ungeschütztem (Ober-)boden oder ungeeigneten Flächen • unregelmäßige Ableitung von Drainagewasser aus der Baufläche Betriebsmittelverluste • im Baufeld verbleibende Abfälle	• Bodenschadverdichtung, damit einhergehend Gefügestörung (Beeinträchtigung der Durchwurzelbarkeit) • Vermischung der ursprünglichen Bodenschichten in der durchwurzelbaren Bodenschicht • Stoffliche Belastungen • Erhöhung der Erosionsgefährdung
Bodenaushub [Deich, Schönebecker Sand und Pütten]	• tiefbauliche Eingriffe in den Boden • unsachgemäße Um- und Zwischenlagerung und Wiedereinbau (s. u.) • Bodenverdichtungen durch Befahrung (s. o.) • Entwässerung und Belüftung von Torfen / sulfatsaurem Bodenmaterial infolge von direktem Aushub	• Gefügestörung (Beeinträchtigung der Durchwurzelbarkeit) • Vermischung der ursprünglichen Bodenschichten in der durchwurzelbaren Bodenschicht • Volumenverluste durch Sackung, Setzung und Torfmineralisation • Versauerung des Bodens, erhöhte Al- und Schwermetalllöslichkeit (vgl. HEUMANN ET. AL. 2018)

Vorhabenbestandteil (relevante bzw. problematische Bautätigkeit) [Ort im Bereich des Vorhabens]		Resultierende baubedingte Wirkfaktoren / Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen <i>(ohne Berücksichtigung von Vermeidungs- und Minderungs- maßnahmen, s. Kap. 6)</i>
Zwischenlagerung von Bodenmaterial [Bodenlager, Pütten, Schönebecker Sand]	• Bodenmieten auf zu gering dimensionierter bzw. ungeeigneter Fläche, damit einhergehend unsachgemäße Mietenanlage (z. B. zu hoch, nicht profiliert Oberfläche, etc.) • Entwässerung und Belüftung bzw. Befeuchtung (je nach weiterer Nutzung) von Torfen / sulfatsaurem Bodenmaterial infolge von temporärer Zwischenlagerung	• Vermischung der ursprünglichen Bodenschichten in der durchwurzelbaren Bodenschicht • Veränderung des Bodenlufthaushalts durch Vernässung • Erhöhung der Erosionsgefährdung • Volumenverluste durch Sackung, Setzung und Torfmineralisation • Versauerung des Bodens, erhöhte Al- und Schwermetalllöslichkeit (vgl. HEUMANN ET. AL. 2018)
Verfüllung [Deich, Schönebecker Sand, Pütten]	• Rückverfüllung / Einbau in nicht natürlicher Horizontabfolge	• Vermischung der ursprünglichen Bodenschichten in der durchwurzelbaren Bodenschicht

5 Vorhandene Informationen zu den Bodenverhältnissen

5.1 Geologische Situation

Die holozänen Sedimente des Vorhabenbereichs weisen nach Angaben des Geologischen Dienstes für Bremen³ eine Mächtigkeit von bis zu 5 m auf. Diese ortsüblich als „Auenlehme“ (Bereich Pütten und Schönebecker Sand) bzw. Flusssande (binnenseitig deichnah gelegene Zonen) werden von pleistozänen Sanden unterschiedlicher Körnung unterlagert in denen Schichten der Lauenburger Tone zwischengeschaltet sind.

Die fluviatilen „Auenlehme“ (vgl. Abbildung 13) im Bereich der Püttenflächen sind grundsätzlich gekennzeichnet von feinkörnigen Böden (Tone und Schluffe), die in Wechschelschichten Torfe unterschiedlicher Mächtigkeit aufweisen. Tone und Schluffe stehen hier zumeist bereits oberflächennah an.

Für den Schönebecker Sand sind nach online verfügbaren Bohrungen des GdfB⁴ oberflächennah eher sandige Sedimente zu erwarten, die nach mehreren Dezimetern von Tonen und Schluffen unterlagert werden. Der Raum zeichnet sich grundsätzlich durch kleinräumige Varianzen in der Schichtung und Schichtmächtigkeit der Sedimente aus.

Die geologische Karte von Bremen gibt darüber hinaus Hinweise auf die mögliche Lage von Auffüllungen (qh(y), vgl. Abbildung 13). Zum Aufbau der Auffüllungen liegen keine weiteren Informationen vor. Im Zuge des geplanten Vorhabens werden diese nicht berührt

³ <https://gdfbmapserver.marum.de/mapbender3/application/Ingenieurgeologie>, Interpolierte Schichtgrenzen aus dem 3D-Strukturmodell, Abruf 05.05.2021

⁴ <https://gdfbmapserver.marum.de/mapbender3/application/Ingenieurgeologie>, Bohrpunkte, Abruf 07.05.2021

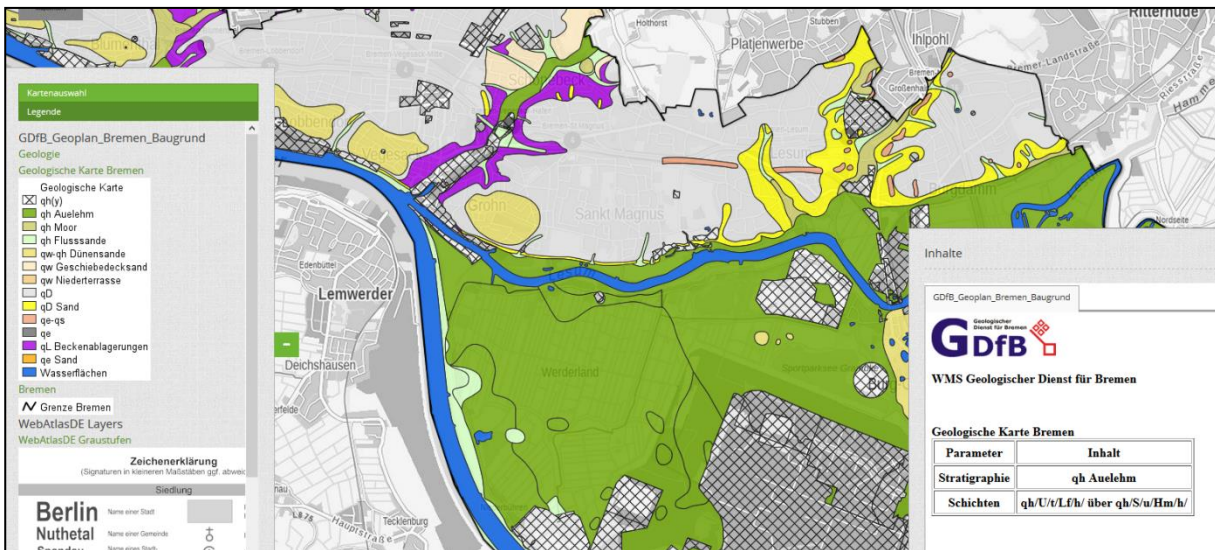


Abbildung 13: Informationen der geologischen Karte von Bremen im Maßstab 1 : 25.000

Quelle: <https://gdfbmapserver.marum.de/mapbender3/application/Ingenieurgeologie>, Abruf 07.05.2021

Zu den Eigenschaften der Grundwasserleiter sind im Gutachten von BRINGEZU & DEEG (2020) Hinweise enthalten (ebd., S. 4, Anhang 6 zum vorliegenden Bodenschutzkonzept): „Die holozänen Marschböden sind gering wasserdurchlässig, auf diesen Böden und in ihren Sandlagen und -bändern bilden sich deshalb saisonal wechselnde Grundwasservorkommen als Schichtenwasser, deren Verbreitung, Anstiegshöhe und Verweildauer von der Niederschlagsintensität und von den örtlichen Drainage- und Vorflutverhältnissen abhängig sind. Den obersten zusammenhängenden Grundwasserleiter bilden die Wesersande darunter, in denen das Grundwasser gespannt ist. Die Lauenburger Tone sind gering wasserdurchlässig“. Weitere Hinweise zu den Grundwasserleitern sowie zum Grundwasserstand sind im Kap. 5.2 Hinweise enthalten.

5.2 Grundwasserverhältnisse

Im Bereich der binnenseitigen Pütten ist im Untersuchungsbericht von BRINGEZU & DEEG aus 2020 die Situation ausführlich beschrieben (vgl. Kap. 5.4.2.3). Grundsätzlich liegen die bautechnisch relevanten Grundwasservorkommen als Hauptgrundwasserleiter, Schichtwasser oder geländenah oberhalb der Torf- und Kleiböden vor. Der Grundwasserdruck des Hauptgrundwasserleiters und im Schichtenwasser ist abhängig von der Tide und auch vom Abstand zum Ufer der Weser und Lesum (Phasenverschiebung). Aufgrund der anstehenden tonigen Sedimente über den Wesersanden wird eine Dämpfung der periodischen (tideabhängigen) Grundwasserschwankungen erwartet.

Zudem wird darauf hingewiesen, dass die Grundwasserspiegeldruckhöhe auch über GOK liegen kann, also von artesischen Verhältnissen ausgegangen werden muss. Das

überwiegend gespannte Grundwasserverhältnisse zu erwarten sind, ist auch in der Baugrunderkennung von Bremen aufgeführt⁵.

Das Gutachten von STEINBORN (2018, siehe Anhang 5 zum vorliegenden Bodenschutzkonzept) beinhaltet Informationen zu den Grundwasserverhältnissen im Bereich des Schönebecker Sands (siehe Ausführungen in Kap. 5.4.2.2): Der Grundwasserstand schwankt hier tidebedingt sehr stark. Eine exakte Unterscheidung von Schicht- und Grundwasserständen ist aufgrund der anstehenden Sedimente nicht möglich. Gemessen wurden Grundwasserstände zwischen 0,6 m und 4,14 m u. GOK.

5.3 Bodenkundliche Situation

Im Bereich der geplanten Pütten und des Schönebecker Sands sind nach Auskunft der Bodenkarte von Bremen Kleimarschen zu erwarten (vgl. Abbildung 14). Charakteristisch für diesen Bodentyp sind teilweise carbonathaltige Gezeitsedimente. Das Landschaftsprogramm der Stadt Bremen aus 2015 nennt für diesen Bereich analog die Bodenklasse der Marschen.



Abbildung 14: Bodentypen im Untersuchungsraum

Quelle: <https://gdfbmapserver.marum.de/mapbender3/application/Ingenieurgeologie>, Abruf 07.05.2021

IfG (2020) weist darauf hin, dass davon auszugehen ist, dass alle Bodenschichten im Bereich der binnendeichs gelegenen geplanten Püttenflächen wassergesättigt sind. Zu den Wasserständen im Bereich des Schönebecker Sands siehe Kap. 5.2.

⁵ <https://gdfbmapserver.marum.de/mapbender3/application/Ingenieurgeologie>, Baugrunderkennung Bremen, Abruf 07.05.2021

Dem Landschaftsprogramm der Stadt Bremen aus 2015 (SUBV 2015, Karte B) ist zu entnehmen, dass im Vorhabenbereich Böden mit äußerst hoher Verdichtungsempfindlichkeit und potenziell beeinträchtigter Nutzung für Landwirtschaft, Gartenbau und Grünanlagen vorliegen.

Aufgrund der vorliegenden geogenen und hydrologischen Verhältnisse⁶ ist davon auszugehen, dass potenziell sulfatsaures Material innerhalb des Vorhabenbereichs vorliegt⁷. Die Skizze in Abbildung 15 zeigt dies entsprechend für den Bereich der geplanten Pütten (Gruppe GR 2.3). Das Gefährdungspotenzial wird als mittel bis hoch eingestuft. Für die Spitze des Schönebecker Sands sind solche Verhältnisse demnach nicht zu erwarten.

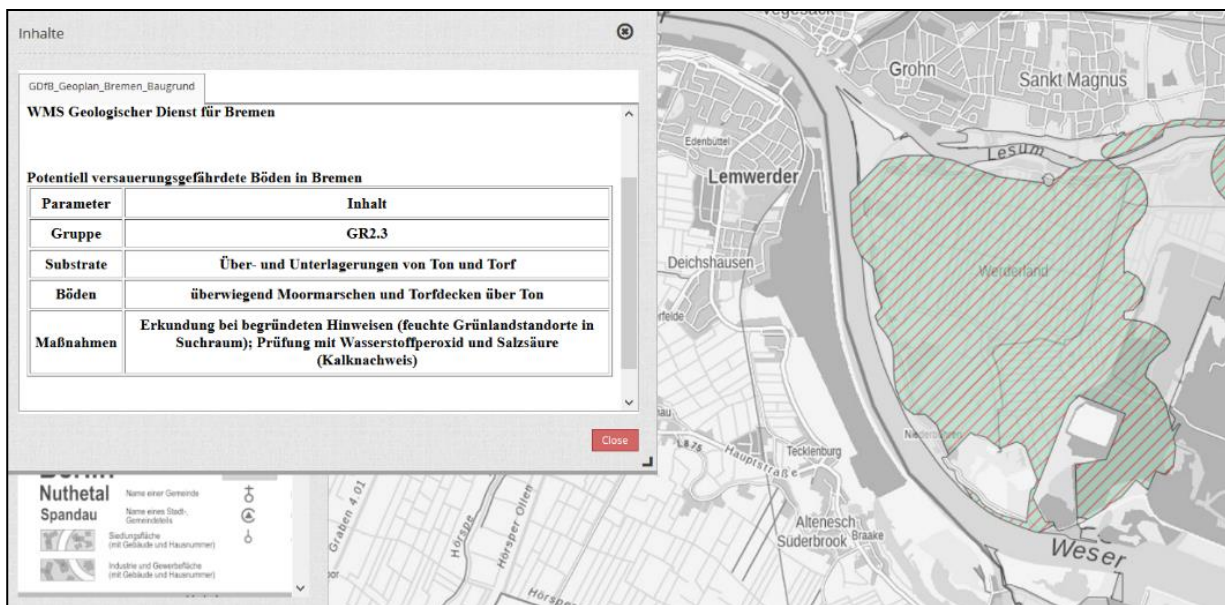


Abbildung 15: Potenziell versauerungsgefährdete Böden im Untersuchungsraum

Quelle: <https://gdfbmapserver.marum.de/mapbender3/application/Ingenieurgeologie>, Abruf 07.05.2021. Erläuterungen zur Gruppe GR 2.3 sind in SCHÄFER ET. AL (2010a) bzw. GRÖGER & BLANKENBURG (2010) enthalten.

5.4 Vorhabenspezifische Baugrunderkundungen

5.4.1 Zusammenfassung vorhandener Gutachten und deren Ergebnisse

Die vorhabenspezifisch durchgeführten geotechnischen Untersuchungen werden an dieser Stelle kurz überblicksartig beschrieben. Eine zusammenfassende Darstellung der für das Bodenschutzkonzept relevanten Ergebnisse ist in Kap. 5.4.2 enthalten. Weitere Details können den für das vorliegende Bodenschutzkonzept relevanten Gutachten im Anhang entnommen werden.

⁶ Voraussetzungen sind hohe, geogen bedingte Gehalte an reduzierten anorganischen Schwefelverbindungen, die aufgrund anaerober Verhältnisse unter Vorhandensein von organischer Substanz und Eisen konserviert wurden.

⁷ Der fachliche Hintergrund inkl. der chemischen Prozesse ist in HEUMANN ET AL. (2018) ausführlich beschrieben.

Im Rahmen der Planung der Deichabschnitte 9 – 13, hat der Bremische Deichverband am rechten Weserufer insgesamt 11 Gutachten bei unterschiedlichen Büros in Auftrag gegeben. Der Zeitraum der verschiedenen Untersuchungen beläuft sich auf 5 Jahre zwischen 2015 und 2020. Im Folgenden wird eine kurze Übersicht über die verschiedenen Berichte in Reihenfolge deren Erscheinens, gegeben. Zudem werden bodenschutzrelevante Hinweise aus den Gutachten erwähnt bzw. zitiert.

Tabelle 9: Vorhabenspezifisch durchgeführte Baugrunduntersuchungen

Nr.	Verfasser	Titel	Untersuchungsprogramm	Untersuchungsgegenstand	Bemerkungen und Hinweise für den Bodenschutz aus den Gutachten
[1]	BEHNKE (2015a) (siehe Anhang 1 zu vorliegenden Bodenschutzkonzept)	Bodengewinnung Abschnitt 9-13 aus der Kleipütte, Niederbürener Landstraße, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 1 , Untersuchungsbericht – Auswerten und Darstellen der Erkundungs- und Untersuchungsergebnisse. (22.09.2015)	Baugrundaufschlüsse (56 Kleinrammbohrungen), bodenmechanische Laboruntersuchungen (Korngrößenverteilung, Wassergehalt etc.), Grundwasserverhältnisse	Pütte BA 5-8	Ergänzung durch Geotechnischen Bericht vom 27.04.2016 [4] S. 11 des Berichts <i>„Durch den Baubetrieb werden von den Baufahrzeugen und -maschinen große punktförmige und dynamisch wirkende Kräfte in den Baugrund eingeleitet, die zu entsprechenden Verformungen führen. Diese Verformungen können nach Überschreiten der Scherfestigkeit so groß werden, dass das Planum nicht mehr befahrbar wird. Eine Befahrbarkeit mit standardmäßigen Geräten ist nicht empfehlenswert. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden bzw. entsprechende Maschinen eingesetzt werden für die Arbeiten auf den weichen und breiigen Böden“.</i>
[2]	BEHNKE (2015b) (siehe Anhang 2 zu vorliegenden Bodenschutzkonzept)	Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 1 , Ergebnisse der Baugrunduntersuchung und Angaben von Bodenkennziffern. (25.11.2015)	Baugrundaufschlüsse (68 Kleinrammbohrungen sowie CPT und 6 Rammsondierungen), Baugrundverhältnisse (Schichtung, Festigkeit, Verunreinigung), bodenmechanische Laboruntersuchungen (Korngrößenverteilung, Wassergehalt etc.), Grundwasserverhältnisse	24 Querschnitte, Deichkörper (Abschnitt 9 - 13, Deich-km 50+135 - Deich-km 47+600)	Ergänzung durch die Geotechnische Berichte vom 06.04.2016 [3], 12.07.2016 [5], 12.09.2017 [8] und 08.07.2019 [9]
[3]	VON BLOH & GREGULL (2016a)	Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 2 , Stationäre Durchsickerberechnungen und Kurzbericht instationäre Durchsickerberechnungen.	Baugrundaufschlüsse (6 CPT-E) Durchsickerberechnungen mit Flow2D Untersuchung von 4 Querschnitten	Deichkörper (Abschnitt 9 – 12)	Ergänzung zum Geotechnischen Bericht vom 25.11.2015 [2]

Nr.	Verfasser	Titel	Untersuchungsprogramm	Untersuchungsgegenstand	Bemerkungen und Hinweise für den Bodenschutz aus den Gutachten
		(06.04.2016)			
[4]	VON BLOH & KRULL (2016) (siehe Anhang 3 zu vorliegenden Bodenschutzkonzept)	Bestimmung der Verwendbarkeit von Kleiböden, Bodengewinnung aus der Kleipütte, Niederbürener Landstraße, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 2 , Beurteilung der Kleiqualität. (27.04.2016)	Baugrundaufschlüsse (56 Kleinrammbohrungen (siehe [2], 5 Kleinrammbohrungen, 14 Feldflügelsondierungen), bodenmechanische Laboruntersuchungen (Korngrößenverteilung, Plastizität, etc.) zur Beurteilung der Deichbaufähigkeit des Kleis	Pütte BA 5-8	Ergänzung zum Geotechnischen Bericht vom 22.09.2015 [1] S. 14 ff. des Berichts - hoher Wassergehalt des Materials. Für den Aushub, Transport und Verdichtung ist ein Wassergehalt ≤ 45 % empfohlen, ansonsten u. a. Probleme mit Raupenfahrzeugen zu erwarten. - ggf. Einsatz von Tauchpumpen oder Entwässerung über Gräben freier Vorflut - Vorkommen von gespanntem Grundwasser
[5]	VON BLOH & GREGULL (2016b)	Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 3 , Setzungsberechnungen. (12.07.2016)	Setzungsberechnung zur Abschätzung der erforderlichen Überhöhung auf Grundlage der Untersuchungen aus [1] und [3]	Deichkörper (Abschnitt 9 - 13, Deich-km 50+135 - Deich-km 47+600)	Ergänzung zu den Geotechnischen Berichten vom 25.11.2015 [2] und 06.04.2016 [3] S. 17 des Berichts - sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten (Identifikation in Abweichungen des Baugrunds)

Nr.	Verfasser	Titel	Untersuchungsprogramm	Untersuchungsgegenstand	Bemerkungen und Hinweise für den Bodenschutz aus den Gutachten
[6]	VON BLOH & KRULL (2017) (siehe Anhang 4 zu vorliegenden Bodenschutzkonzept)	Bestimmung der Verwendbarkeit von Kleiböden, Bodengewinnung aus der Kleipütte, Niederbürener Landstraße, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 3 , Beurteilung der Kleiqualität. (06.11.2017)	Baugrundaufschlüsse (6 Baggerschürfen, 2 Feldflügelsondierungen), Baugrundsichtung/-festigkeit, bodenmechanische Laboruntersuchungen (Korngrößenverteilung, Plastizität, etc.) zur Beurteilung der Deichbaufähigkeit des Kleis (Erweiterungspütte)	Erweiterungspütte (nördlicher Bereich Pütte Mitte und Bereich "Auf dem Ort")	Ergänzung zu den Geotechnischen Berichten vom 22.09.2015 [1] und 24.04.2016 [4] S. 12/13 <i>"Der Oberboden kann zum Einbau am Deich genutzt werden, sofern der Bewuchs kurz vor der Entnahme abgemäht und abtransportiert wird und die Flächen geschlegelt werden. Der anstehende Klei ist in seinem derzeitigen Zustand aufgrund der Wassergehalte allerdings nur teilweise als Deichbaumaterial direkt einbaufähig. Für die Verarbeitbarkeit der Kleiböden, d. h. für den Aushub, den Transport und die Verdichtung ist ein Wassergehalt von $\leq 45\%$ zu empfehlen."</i> - Einsatz von Raupenfahrzeugen bei zu hohem Wassergehalt ggf. eingeschränkt möglich - ggf. Einsatz von Tauchpumpen oder Entwässerung über Gräben freier Vorflut - Vorkommen von gespanntem Grundwasser
[7]	STEINBORN (2018) (siehe Anhang 5 zu vorliegenden Bodenschutzkonzept)	Baugrunduntersuchung, Schönebecker Sand in Bremen-Burglesum, Werderland. (18.05.2018)	Eignung des Bodens als Deichbaumaterial Baugrundaufschlüsse (67 Kleinrammbohrungen im 25 m Raster), Labor- und Feldversuche zur Beurteilung der Deichbaufähigkeit und Grundwasserverhältnisse, chemische Analyse nach LAGA M20 TR Boden (LAGA 2004) von 9 Mischproben	Entnahmeflächen Schönebecker Sand	S. 21 ff. Bei einigen Mischproben (welche sich aus Bodenmaterialien verschiedener Tiefen zusammensetzt) werden lt. Gutachter die Vorsorgewerte der BBodSchV aufgrund erhöhter Blei- und Zink-Gehalte überschritten. Hier ist eine Wiederverwendung nach BBodSchV nicht ohne weiteres möglich.

Nr.	Verfasser	Titel	Untersuchungsprogramm	Untersuchungsgegenstand	Bemerkungen und Hinweise für den Bodenschutz aus den Gutachten
[8]	VON BLOH & BÖSCHE (2018)	Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 4 , Endbericht Messprogramm, Simulation des Bemessungshochwassers und Abschätzung des Brunnenabstandes und der abzuführenden Wassermengen. (12.09.2018)	Für Einbau der Grundwassermessstellen: 8 Kleinrammbohrungen, 12 CTP-E Ermittlung Grundwasserverhältnisse, Bemessungswasserstände (Modellberechnungen 6 Messquerschnitte mit insg. 19 Messpunkten), Modellberechnungen	Baugrund, Modellberechnungen Deichkörper (Abschnitt 9 – 13),	Ergänzung zu den Geotechnischen Berichten vom 25.11.2015 [2] und 06.04.2016 [3]

Nr.	Verfasser	Titel	Untersuchungsprogramm	Untersuchungsgegenstand	Bemerkungen und Hinweise für den Bodenschutz aus den Gutachten
[9]	VON BLOH & BODENDIEK (2019a)	2 Deichscharte (Damm Balken, Stemmtor), Bereich Winkler Werft – HWS – Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13, Werderland, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 5 , Beurteilung der Gründung (08.07.2019)	Baugrundaufschlüsse (2 Kleinrammbohrungen, 2 CPT-E), Baugrundsichtung/-festigkeit, bodenmechanische Laboruntersuchungen (Korngrößenverteilung, Wassergehalt etc.), Grundwasserverhältnisse	Abschnitt 12 (2 Deichscharten (Damm Balken, Stemmtor), Bereich Winkler-Werft)	Ergänzung zu den Geotechnischen Berichten vom 25.11.2015 [2] und 12.09.2018 [8] S. 19 des Berichts - Es entsteht im Zuge der Baumaßnahme im Untersuchungsbereich Bodenmaterial mit mineralischen Fremdmaterialien > 10 Vol%. Hierzu bedarf gesonderte Analysen gem. LAGA (1997) Bauschutt - Verunreinigungen (Auffällige Gerüche in Bereichen mit Befestigungen aus Asphalt, Beton und Schlacke, Hinweis auf notwendige Abstimmung mit Bodenschutzbehörde und Analytik) S. 24 des Berichts Befahrbarkeit (Hinweis auf Erforderlichkeit von Baustraßen mit entsprechenden Tragschichten zur Lastverteilung. <i>"Aufgrund der vorhandenen Oberflächenbefestigung ist die Befahrbarkeit mit straßenüblichen Fahrzeugen gegeben. Für auf Ketten laufende Erdbaumaschinen mit geringen Bodenpressungen sind keine besonderen Befestigungen erforderlich."</i> S. 29 des Berichts - Verbringungsmöglichkeiten des Aushubbodens sind zu klären - Analytik ist mit der zuständigen Bodenbehörde zu klären - <i>"Der Aushub der Baugrube erfolgt von Oberkante Gelände mit einem Hydrauliktiefloßbagger. Der Bagger sollte eine gerade Schneide haben, um eine zusätzliche Auflockerung in der Aushubsohle zu vermeiden. Ein Aushub mit gummibereiften bzw. kettengetriebenen Frontladern ist nicht zulässig."</i>

Nr.	Verfasser	Titel	Untersuchungsprogramm	Untersuchungsgegenstand	Bemerkungen und Hinweise für den Bodenschutz aus den Gutachten
[10]	VON BLOH & BODENDIEK (2019b)	Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 6 , Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen und Angaben von Bodenkennziffern. (08.07.2019)	Eignung der Lesumbroker Landstraße als Unterhaltungsweg, Baugrundaufschlüsse (6 Kleinrammbohrungen, 6 Rammsondierungen), Baugrundsichtung/-festigkeit, bodenmechanische Laboruntersuchungen (Korngrößenverteilung, Wassergehalt etc.), Grundwasserverhältnisse	Lesumbroker Landstraße Abschnitt 9 im Bereich des Teiches "Weiher"	Ergänzung zu den Geotechnischen Berichten vom 25.11.2015 [2] und 12.09.2019 [8]
[11]	BRINGEZU & DEEG (2020) (siehe Anhang 6 zu vorliegenden Bodenschutzkonzept)	Werderland, Rastererkundung auf Grünflächen in Bremen-Burglesum. Eignung von Böden für den Deichbau. (21.01.2020)	Bodenaufschlüsse (193 Rammkernsondierungen in ca. 25 x 25 m Raster), 52 FVT, bodenmechanische Laboruntersuchungen (Korngrößenverteilung, Wassergehalt etc.), Grundwasserverhältnisse, Chemische Analytik nach LAGA M20 TR Boden (LAGA 2004).sowie Sulfat für 10 Mischproben	Pütte Mitte, Pütte West, Pütte Ost,	S. 15 f. des Berichts - Zuordnungswerte gem. LAGA Boden M LAGA M20 TR Boden (LAGA 2004).20 Z1 bis Z2; z. T. erhöhte Arsen- und Sulfatgehalte, TOC erhöht S. 17 f. des Berichts - Hinweise auf Wechsellagen von stark humosen Kleiböden und Torfen ([in Bezug auf Vorkommen sulfatsaurer Böden von Relevanz]) - „Beim Abbau sind die Grundwasserstände zu beachten, insbesondere im unteren Grundwasser- und im Schichtenwasserleiter, dessen Grundwasserdruckhöhe unterhalb der Kleiböden gespannt ansteht, um Aufweichungen und ggf. ungewollte Sohlaufbrüche zu vermeiden“.

5.4.2 Kurzdarstellung der Situation

5.4.2.1 Deich

Baugrund-/Grundwasserverhältnisse

Die Bodenschichtung ist im Geobericht von BEHNKE (2015b) auf S. 6 (siehe Anhang 2 zum vorliegenden Bodenschutzkonzept) dargestellt: *„Aus den direkten Baugrundaufschlüssen [aus 2015] sowie den aus den Drucksondierungen interpretierten Bodenprofilen ist die nachstehende Schichtenfolge erkennbar:*

Unter 0,10 m bis 0,50 m mächtigem Mutterboden bzw. einer Oberflächenbefestigung aus Asphalt steht eine 0,60 m bis 12,00 m mächtige Auffüllung aus Sanden und humosen Schluffen an. Die Auffüllung aus Sanden und Schluffen weist bis in eine Tiefe von 0,15 m bis 3,90 m = + 7,28 m NN bis + 0,30 m NN z. T. Bauschutt- und Schlacke Beimengungen sowie Asphalt- und Glasreste auf. Unterhalb der Auffüllung folgen überwiegend humose, tonige Schluffschichten mit zum Teil Torfeinlagerungen in Mächtigkeiten zwischen 0,08 m bis 2,60 m sowie Sandzwischen-schichten, die in einer Tiefe von 4,00 m bis 13,90 m = + 1,61 m NN bis = - 7,07 m NN von Mittel- und Feinsanden unterlagert werden. Die Sande wurden in der Endtiefe der Sondierbohrungen nicht durchteuft. Sie stehen erfahrungsgemäß in einer größeren Mächtigkeit an und werden von Lauenburger Schichten in ca. 20 m bis 30 m Tiefe unterlagert. Die genaue Schichtenfolge und -mächtigkeit sowie weitere Angaben sind in den Bodenprofilen auf den Anlagen 2.1.1 bis 2.1.24 [im oben genannten Gutachten] dargestellt.“

Die Grundwasserverhältnisse sind ab S. 9 (ebd.) beschrieben: *„Aufgrund der Mächtigkeit der sehr gering durchlässigen humosen tonigen Schluffschichten ist ein z. T. gespannter Grundwasserhorizont vorhanden. [...] Der Grundwasserstand des Hauptgrundwasserleiters wird beeinflusst vom tideabhängigen Wasserstand der Lesum und der Weser. Abhängig vom Abstand der Lesum und der Weser sowie von der Durchlässigkeit des Untergrundes ist eine Dämpfung der Schwankungsbreite des Grundwasserstandes gegenüber den tideabhängigen Weser- und Lesumwasserständen vorhanden.“*

Hinweise zu Schadstoffgehalten

Flächendeckende chemische Analysen zu Schadstoffgehalten erfolgten im Bereich des Deiches nicht. Organoleptisch wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Bei einer Sondierbohrung wurden in einer Auffüllung außergewöhnliche Gerüche festgestellt, in den übrigen Auffüllungen lagen Bauschutt, Rotsteine und Asphaltreste vor. Der Asphalt wurde auf PAK im Labor untersucht.

Im Rahmen der Untersuchungen im Bereich der Winkler Werft (VON BLOH & BODENDIEK 2019a), sind Gerüche in Bereichen mit Befestigungen aus Asphalt, Beton und Schlacke aufgefallen. Es wird dort darauf hingewiesen, dass für weitere Erkenntnisse eine Abstimmung mit der Bodenschutzbehörde bzw. eine Analytik erforderlich ist.

5.4.2.2 Schönebecker Sand

Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Die Baugrundverhältnisse sind im Gutachten von STEINBORN (2018) dargestellt (vgl. Tabelle 9 bzw. Anhang 5). Dabei wurden anhand von 67 Kleinrammbohrungen in 2018 verschiedene Untersuchungen durchgeführt.

Der Bodenaufbau wird in Kap. 3.1 auf S. 8 des genannten Gutachtens zusammenfassend beschrieben. *„Im Untersuchungsgebiet wurden überwiegend Kleiböden mit unterschiedlichen Mächtigkeiten zwischen 0,60 m und bis zu 3,40 m angetroffen, die oberflächlich zumeist bis in Tiefen zwischen 0,3 m und 0,4 m durchwurzelt sind [...]. Vereinzelt wurden oberflächlich auch sandige Böden (KRB 10 und KRB 40) und aufgefüllte Böden mit Anteilen bodenfremder Bestandteile im Bereich der Uferbefestigung (KRB 24, 61 und 68) angetroffen. In den Klei sind teilweise Sandlagen, sowie sehr vereinzelt auch Torflagen unterschiedlicher Mächtigkeit eingeschaltet. Unterlagert wird der Klei von Sanden mit wechselnden Schluffanteilen. Die Sande sind den Bohrwiderständen nach zu urteilen überwiegend mitteldicht gelagert.“*

Die Grundwasserverhältnisse sind in Kap. 3.2 (S. 8f.) des oben genannten Gutachtens näher beschrieben. Die Ermittlung erfolgte durch den Einbau von temporären Pegeln.

Die untersuchte Fläche befindet sich im tidenbeeinflussten Bereich. *Dementsprechend ist mit stark schwankenden Grundwasserständen zu rechnen. [...] Die Wasserstandsmessungen in den offenen Bohrlöchern haben Werte zwischen 0,60 m u. GOK und 4,14 m u. GOK ergeben. Durch diese Methode kann aber nur eine ungefähre Abschätzung der lokalen Wasserstände im Untergrund erreicht werden. Insbesondere bei dem Auftreten von bindigen Schichten oberhalb des Grundwasserleiters wie im vorliegenden Fall ist eine exakte Ermittlung des Grundwasserstandes und eine sichere Unterscheidung in Grund- und Schichtwasserstände nicht möglich. Die Langzeitwasserstandsmessungen in den Pegeln zeigen einen eindeutigen Einfluss der Tide auf die Grundwasserstände [...]. Je nach Lage der Grundwassermessstelle schwanken diese zwischen 0,5 und 4,0 m u. GOK (vgl. Anlage 3 des Gutachtens).*

Nach den Ergebnissen der Untersuchungen wird der obere Grundwasserleiter von den Sanden unterhalb der Kleiböden gebildet. Die Basis der Kleiböden liegt teilweise unterhalb des Grundwasserdruckspiegels. In diesen Bereichen liegen gespannte Grundwasserverhältnisse vor. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass nach den vorliegenden Ergebnissen eine gute hydraulische Verbindung und damit eine wesentliche Beeinflussung des Grundwassers durch die Wasserstände in Lesum und Weser anzunehmen ist. Wie erwartet ist der Tideneinfluss im Uferbereich größer als im Zentrum der Fläche.“

Hinweise zu Schadstoffgehalten

Das genannte Gutachten von STEINBORN (2018) (Anhang 5 zum vorliegenden Bodenschutzkonzept) beschreibt auch, dass eine chemische Analytik nach LAGA M20 durchgeführt wurde. Es wurden insgesamt 9 Mischproben hergestellt, welche Bodenmaterial (Klei) aus verschiedenen Bohrprofilen und Tiefen enthalten (vgl. Tabelle 8 im genannten Gutachten). Eine separate Analyse des Oberbodens erfolgte nicht.

Die Ergebnisse der Analysen und deren Einordnung nach LAGA Boden M20 und BBodSchV sind in Kap. 4 des genannten Gutachtens zusammengetragen. Deutlich wird, dass die Zuordnungswerte gemäß LAGA variieren. Nach LAGA M20 TR Boden (LAGA 2004) sind die Mischproben (MP) MP-01 bis MP-05 als Z1.1 einzustufen, da bei diesen Proben für den TOC-Gehalt Werte $> Z\ 0^*$ und $< Z\ 1.1$ vorliegen. Ausschlaggebend für die Zuordnung der Proben MP-06 bis MP-08 $> Z\ 1.2 \leq Z\ 2$ ist ausschließlich der erhöhte TOC-Gehalt. Die MP-09 wird auf Grund erhöhtem TOC-Gehalt und Sulfat von 73 mg/L im Eluat $> Z1.2$ und > 2 eingeordnet.

Da es sich bei diesen Böden aber von Natur aus um organische Böden handelt liegt die Wiederverwendung des Oberbodens nicht im Anwendungsbereich der LAGA M20 TR Boden (LAGA 2004). Hier sind nach Aussagen des Gutachters die Anforderungen der BBodSchV zu berücksichtigen. *„Bei den Proben MP-02 bis MP-09 werden die Vorsorgewerte der BBodSchV aufgrund erhöhter Blei- und Zink-Gehalte überschritten“* (S. 24). Dadurch ist eine Wiederverwendung auf Flächen mit einer landwirtschaftlichen Folgenutzung nach BBodSchV nicht ohne weiteres möglich.

Die bundeseinheitliche Einführung der Ersatzbaustoffverordnung ersetzt die Klassifizierung der Wiederverwendung mineralischer Ersatzbaustoffe und Böden der LAGA (2004). Die neuen Materialklassen der EBV definieren abweichende einheitliche Grenzwerte für die Schadstoffgehalte zur LAGA (2004). Ein Abgleich der Klassifizierungen ist im Zuge des weiteren Planungsprozesses durch die beauftragtem Bodengutachter vorzunehmen.

5.4.2.3 Binnendeichs gelegene Pütten

Baugrund-/Grundwasserverhältnisse

Für die Erkundung der Pütten wurden seitens des Deichverbands mehrere Gutachten beauftragt. Eine Übersicht ist in Tabelle 9 enthalten. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt entsprechend der vorliegenden Gutachten getrennt für die Pütte 5-8 und Pütten Mitte, West und Ost. Folgende Abbildung gibt einen Überblick zur Lage der Pütten.

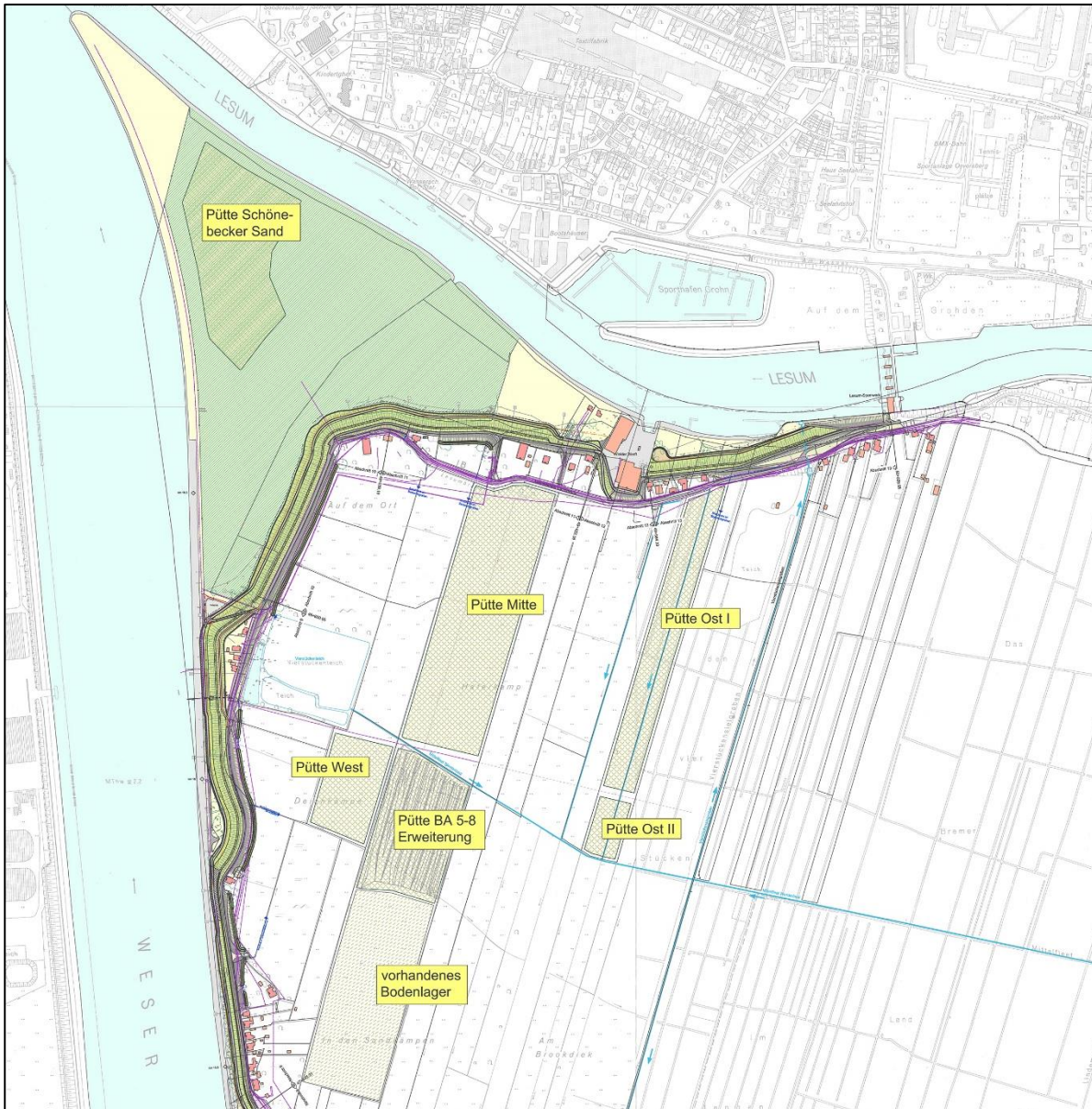


Abbildung 16: Lage der im Rahmen des geplanten Vorhabens vorgesehenen Pütten

- Pütte 5-8

In den Gutachten von BEHNKE (2015a) und VON BLOH & KRULL (2016) (siehe Anhang 1 und 3 zum vorliegenden Bodenschutzkonzept) sind die Erkundungsergebnisse näher beschrieben.

Im Rahmen einer Erkundung in 2015 (siehe S. 6 in BEHNKE (2015a) bzw. Anhang 1 zum vorliegenden Bodenschutzkonzept) wurden Untersuchungen zur Baugrundsichtung und den Grundwasserverhältnissen durchgeführt. Die Untersuchung ergab folgendes: „Unter einer 0,20 m bis 0,30 m mächtigen Mutterbodendeckschicht folgen humose tonige und sandige Schluffe (Klei), die in Tiefen von 1,0 m bis 2,0 m von stark humosen und z.T. sandigen Schluff- und Torfschichten unterlagert werden. Darunter folgen ab einer Tiefe von 4,20 m bis 7,60 m = - 3,38 m NN bis - 6,63 m NN Sande.“

In den Sondierbohrungen BS 8, 24 und 25 wurden in einer Tiefe von 1,00 m eine 0,5 m bis 1,2 m mächtige Sandeinlagerung angetroffen. Die unteren Sande wurden in der Endtiefe der Sondierbohrungen nicht durchteuft. Sie stehen erfahrungsgemäß in einer größeren Mächtigkeit an. Die genaue Schichtenfolge und -mächtigkeit sowie weitere Angaben sind in den Bodenprofilen [im Anhang des genannten Gutachtens] dargestellt“. Das genannte Gutachten enthält zudem Hinweise zur Befahrbarkeit des Bodens während der Bauphase.

Die Kleiqualität wurde von VON BLOH & KRULL (2016) (Anhang 3 zum vorliegenden Gutachten näher untersucht. Es sind zusätzlich geotechnische Hinweise zur Verarbeitbarkeit der Böden genannt.

Angaben zu den Grundwasserverhältnissen im Bereich der Pütte 5-8 sind ebenfalls im genannten Gutachten von BEHNKE (2015) auf S. 6 und 7 enthalten: *„Nach den durchgeführten Baugrundaufschlüssen sind die unter den humosen Schluffen und Torfen anstehenden Sande der Grundwasserleiter des Hauptgrundwasserhorizontes. Den Grundwassernichtleiter bilden die in größerer Tiefe anstehenden Lauenburger Schichten. Aufgrund der Mächtigkeit der sehr gering durchlässigen Deckschichten ist ein gespannter Grundwasserhorizont vorhanden“. [...] Gem. Auswertungen des Wasserwirtschaftsamtes Bremen [...] ist im Bereich der Baufläche mit einem mittleren Grundwasserspiegel von + 0,25 m NN und einem Grundwasserhöchststand von + 2,5 m NN zu rechnen.*

Der Grundwasserstand ist vom Tidehub der Weser beeinflusst“.

- Pütte Mitte, West und Ost

Eine umfassende Darstellung der Erkundungsergebnisse sind im Anhang 6 (BRINGEZU & DEEG 2020) zum vorliegenden Bodenschutzkonzept ab S. 5f. enthalten. Die Erfassung erfolgte in 2019: *„Die durchwurzelte, humose Deckschicht (Mutterbodenzone) wurde mit einer Schichtdicke von rd. 0,1 m bis rd. 0,4 m, überwiegend als ausgewitterter Kleiboden (humose, feinsandige, schluffige Tone). Vereinzelt liegen ab GOK humose Sande [...] zunächst bis in Tiefen zwischen rd. 0,2 m und rd. 0,4 m unter GOK, darunter folgen örtlich Sande ohne nennenswerte bzw. nur mit geringen humosen Anteilen bis in Tiefen zwischen rd. 0,4 m und rd. 0,7 m unter GOK [...].*

Unterhalb der Deckschicht bzw. örtlich unterhalb der Sande liegen die Marschböden mit wechselnder Ausprägung: Zunächst überwiegend als mit Eisenkonkretionen durchsetzte, humose, schwach feinsandige, schluffige Tone, teils mit Pflanzenresten durchsetzt (Kleiböden von brauner bis grauer Färbung), darunter dann überwiegend als stark humose, mit Pflanzenresten und Torfbänderungen durchsetzte Kleiböden, teils mit Kleibänderungen durchsetzte Torfböden, teils als ausgeprägte Torfschichten (humos geprägte Marschböden mit dunkelbrauner bis schwarzbrauner Färbung).

Die Basis der oberen Kleiböden wurde in Tiefen zwischen rd. 0,6 m und rd. 2 m unter GOK, ihre Schichtdicke zwischen rd. 0,3 m und rd. 1,7 m, festgestellt. Die Basis der humos geprägten Marschböden wurde in Tiefen zwischen rd. 1,8 m und rd. 6,5 m erbohrt; örtlich [...] wurde die

Basis dieser Marschböden auch mit den bis rd. 7 m Tiefe unter GOK geführten Bohrsondierungen nicht erreicht.

Unterhalb der Marschböden liegen Sande, überwiegend als feinsandige Mittelsande mit wechselnden Schluffanteilen, teils mit Schluffbänderungen, humosen Anteilen (auch Holz- oder Pflanzenreste) und/oder Torfbänderungen durchzogen. Mit 6 der 13 in den Sanden tiefergeführten Sondierungen wurden diese durchgehend bis zur Sondierendtiefe in rd. 7 m unter GOK erbohrt, die übrigen tieferen Sondierungen zeigen Zwischenlagen von Marschböden unterschiedlicher Ausprägung (Klei, Torf oder Wechsellagen dieser Marschböden) mit Schichtendicken der Zwischenlagen von rd. 0,4 m bis rd. 2,5 m, vereinzelt als Wechsellagerungen von Sanden und Marschböden (BS-150)“.

Im Anhang 4 zum vorliegenden Bodenschutzkonzept (VON BLOH & KRULL 2017) sind zusätzlich Erkundungsergebnisse im nördlichen Teil der Pütte Mitte und westlich davon enthalten. Die Erkundung erfolgte anhand von Baggerschürfen in 2017. „Unter einer 0,10 m bis 0,40 m mächtigen bindigen Mutterbodendeckschicht folgen humose, tonige und sandige Schluffe (Klei), die in Tiefen von 0,90 m bis 1,30 m = + 0,04 m NN bis - 0,35 m NN von stark humosen und z.T. sandigen Schluffschichten unterlagert werden“ (ebd. S. 6).

Hinweise zur Bearbeit- und Befahrbarkeit sind ebenfalls in den Gutachten von VON BLOH & KRULL (2017) sowie BRINGEZU & DEEG (2020) (VGL. ANHANG 4 UND 6) aufgeführt.

Im Untersuchungsbericht von BRINGEZU & DEEG aus 2020 sind die Grundwasserverhältnisse im Bereich der Pütten ausführlich beschrieben (S. 7 ff.). Grundsätzlich liegen die bautechnisch relevanten Grundwasservorkommen als Hauptgrundwasserleiter, Schichtwasser oder geländenah oberhalb der Torf- und Kleiböden vor. Der Grundwasserdruck des Hauptgrundwasserleiters und im Schichtenwasser ist abhängig von der Tide und auch vom Abstand zum Ufer der Weser und Lesum (Phasenverschiebung) (S. 8 ebd.). Aufgrund der anstehenden tonigen Sedimente über den Wesersanden wird eine Dämpfung der periodischen (tideabhängigen) Grundwasserschwankungen erwartet.

„Mit den Bohrsondierarbeiten wurde Grundwasser in den unverrohrten Bohrsondierungen in Tiefen zwischen rd. 0,1 m und rd. 5,6 m angebohrt und nach Beendigung der Sondierarbeiten überwiegend zwischen GOK und 2,1 m, lokal in bis zu rd. 2,9 m Tiefe unter GOK eingemessen, entsprechen zwischen NHN + 0,95 m und NHN – 1,20 bzw. bis NHN – rd. 1,9 m.

Ob es sich bei diesen angestiegenen Grundwasserständen um die entspannte Anstiegshöhe des unteren Grundwasserleiters der tieferen Sande oder um ein Schichtenwasser in den Torfzwischenlagen oder den Kleiböden handelt, kann anhand der Messergebnisse in dem ungestützten Bohrsondierloch nicht zweifelsfrei bestimmt werden.

In den zu temporären Grundwassermesspegeln ausgebauten Bohrsondierungen wurden Stichtagsmessungen der entspannten Grundwasserspiegeldruckhöhe durchgeführt. Die Messdaten sind in Tabelle 3.1 [im genannten Gutachten] zusammengefasst dargestellt.“

Tabelle 3.1 Stichtagsmessungen der entspannten Grundwasserspiegelhöhe (Rammpegel)

Bezeichnung	GOK	Messdatum	angebohrt		Bohrende	
	m NHN		m unter GOK	m NHN	m unter GOK	m NHN
BS-31	+ 1,40	14.10.2019	3,90	-2,50	1,30	+ 0,10
BS-41	+ 0,93	18.10.2019	4,00	-3,07	2,13	-1,20
BS-107	+ 0,70	07.10.2019	2,30	-1,60	0,31	+0,39
BS-125	+ 1,30	23.10.2019	5,60	-4,30	1,88	-0,58
BS-150	+ 0,99	21.11.2019	1,00	-0,01	1,12	-0,13
			4,50	-3,51		
			5,20	-4,21		
			6,60	-5,61		

Zudem wird darauf hingewiesen, dass die Grundwasserspiegeldruckhöhe auch über GOK liegen kann, also von artesischen Verhältnissen ausgegangen werden muss.

Hinweise zu Schadstoffgehalten

- Pütte 5-8

Eine Untersuchung der Schadstoffgehalte und chemische Bodenanalyse erfolgte nicht (vgl. BEHNKE (2015a) sowie VON BLOH & KRULL (2016) in den Anhängen 1 und 3 zum vorliegenden Bodenschutzkonzept).

- Pütten „Mitte“, „West“ und „Ost“

Zur Beurteilung der Eignung des Bodens als Deichbaumaterial wurde auch eine chemische Analytik durchgeführt (BRINGEZU & DEEG 2020, vgl. Anhang 6 zum vorliegenden Bodenschutzkonzept (S. 15 f.): *„Im Rahmen der Baugrunderkundungsarbeiten wurden an ausgesuchten über die Untersuchungsflächen verteilt liegenden Bohrsondierpunkten [...] aus der oberen Bodenzone bis rd. 1,5 m Tiefe unter GOK exemplarische Bodenproben (jeweils eine Sonderprobe im Braunglas, je Sondiermeter und bei Schichtwechsel) als Stichproben für eine chemische Analyse entnommen.*

Zur Beurteilung der Verwertungsmöglichkeiten der anstehenden Böden wurden nach Rücksprache mit dem Auftraggeber von den insgesamt 37 Einzelproben 32 exemplarische Einzelproben zu 10 Mischproben zusammengefasst [...].

Die Mischproben (MP-1 bis MP-10⁸) wurden auf den Parameterumfang nach TR LAGA M 20, Teil Boden, Vollumfang (Stand 2004) im Feststoff und Eluat sowie auftragsgemäß auf ihren Sulfatgehalt im Feststoff untersucht.

⁸ Die Proben MP-2, MP-5, MP-8 und MP-10 stammen dabei aus Beprobungsbereichen unterhalb des vorgesehenen Abbauniveaus.

Organoleptisch lagen keine Auffälligkeiten vor. Die Zuordnungsklassen liegen insgesamt im Bereich von Z1 bis >Z2 (insbesondere aufgrund des TOC- Gehalts aber z. T. auch wegen erhöhter Sulfat- und/oder Arsengehalte). Nach LAGA M20 TR Boden (LAGA 2004) sind die Mischproben (MP) MP-1, MP-3, MP-4 und MP-7 als Z1 einzustufen, da bei diesen Proben für den TOC-Gehalt Werte zwischen 0,6 und 1,4 M-% im Feststoff vorliegen. Ausschlaggebend für die Zuordnung der Proben MP 8 bis 10 in Z 2 ist ausschließlich der erhöhte TOC-Gehalt (1,6 -3,4 M-% im Feststoff). Die MP 5 und 6 weisen ebenfalls einen deutlichen erhöhten TOC-Gehalt auf (6,1 bzw. 16 M-% im Feststoff) und wurden der Klasse >2 zugeordnet.

„Der Sulfatgehalt im Feststoff wurde an allen Mischproben unterhalb der methodischen Nachweisgrenze von 400 mg/l festgestellt (verfahrensbedingte Unschärfe)“. Bei der Untersuchung von Sulfat im Eluat gab es in zwei Proben Nachweise erhöhter Gehalte (MP2 und 5). Auch die Arsengehalte im Feststoff waren in einer Probe erhöht (MP 3).

Die Ersatzbaustoffverordnung liefert eine erneuerte Klassifizierung der Zuordnungsklassen, ein Abgleich der Klassifizierung der Mischproben aus dem Bodengutachten wird im Zuge des weiteren Planungsprozesses von den beauftragten Bodengutachtern vorgenommen.

Eine gesonderte Untersuchung des Oberbodens nach BBodSchV erfolgte nicht.

5.5 Hinweise zu Kampfmitteln und Altlasten

Im Zuge der Baumaßnahme erfolgt eine baubegleitende Kampfmittelsondierung.

Für das geplanten Vorhabens wurde am 26.02.2025 eine Altlastenauskunft beim Referat Bodenschutz und Altlasten bei der Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaften eingeholt.

Für die Bodenabbauflächen sind demnach keine Altlasten oder schädliche Bodenveränderungen bekannt. Lediglich im Bereich Lesumbroker Landstraße 185 (Schlosserei, 1965 - 1997) in BA 13 und Lesumbroker Landstraße 191 (Bootswerft, 1980 – 1985) in BA 12 liegen laut Adressbuch Bremen Hinweise auf altlastenrelevante Vornutzungen vor. Diese liegen jedoch außerhalb der Deichbaumaßnahmen und sind von den baulichen Maßnahmen nicht betroffen.

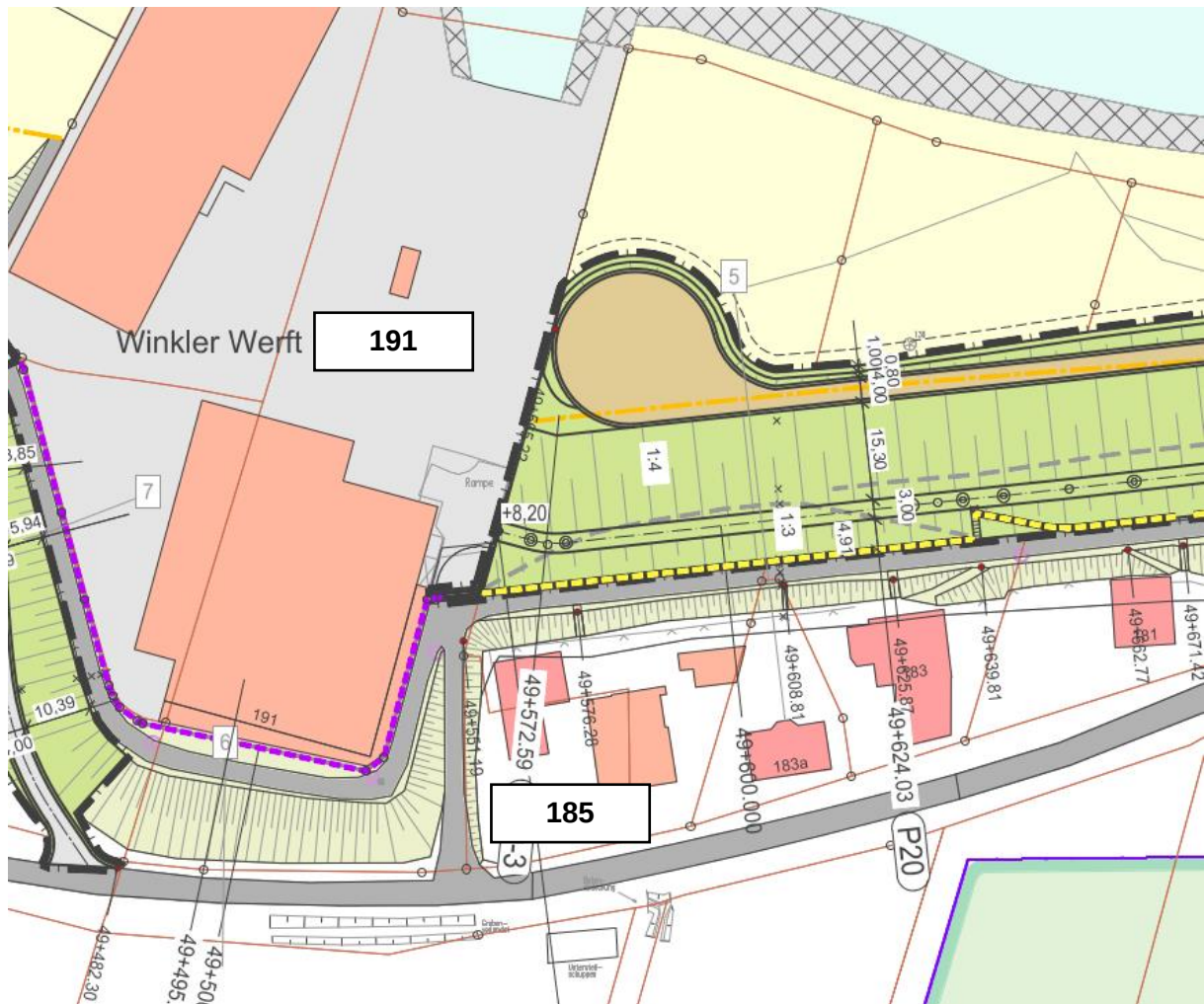


Abbildung 17: Lage der Grundstücke Lesumbröcker Landstraße 185 / 191

5.6 Notwendige ergänzende Erfassungen während der Bauphase

Bei Verwendung des Oberbodens aus dem Schönebecker Sand auf den binnendeichs gelegenen Flächen wird empfohlen, diesen zuvor gem. BBodSchV zu beproben und zu analysieren. Derzeit ist die Einhaltung der Vorsorgewerte gem. BBodSchV nicht abschließend feststellbar.

Ähnliches gilt bei der Verwendung von Oberboden aus den binnendeichs gelegenen Flächen soweit eine Verwertung außerhalb des Baubereichs vorgesehen ist.

Im Zuge der Bautätigkeiten sind die notwendigen Untersuchungen zur Identifikation sulfatsauren Bodenmaterials vorzusehen und daran angelehnte Vorkehrungen zu treffen (vgl. SCHÄFER ET. AL 2010b bzw. Kap. 6.4.8).

6 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen / Anforderungen an die Bauausführung im Sinne des Bodenschutzes

6.1 Einführung

Das vorliegende Bodenschutzkonzept zielt generell darauf ab, Beeinträchtigungen der gesetzlich geschützten natürlichen Bodenfunktionen während der Bauphase zu vermeiden bzw. zu minimieren. Es stellt damit eine Handlungsanleitung dar und konkretisiert die gesetzlichen Vorgaben zur Verhinderung schädlicher Bodenveränderungen.

Die Zusammenstellung erfolgt auf Grundlage der DIN 19639. Sie ist samt Hinweisen zum Bodenschutzkonzept lt. Kap. 1 in der genannten DIN nur für Bereiche anzuwenden, die nach Bauabschluss wieder natürliche Bodenfunktionen erfüllen sollen und insbesondere bei der Inanspruchnahme von Böden mit hoher Funktionserfüllung oder bei besonders empfindlichen Böden oder bei einer Eingriffsfläche größer 5.000 m².

Das in der vorliegenden Unterlage zu betrachtende Vorhaben umfasst Bereiche, die im Anschluss an die Bauphase weitestgehend keine natürlichen Bodenfunktionen mehr erfüllen werden (z. B. Deichkörper, Unterhaltungswege). Im Bereich der binnendeichs gelegenen temporären Zuwegungen sowie der Pütten erfolgt eine Rekultivierung für die anschließende landwirtschaftliche Nutzung (vgl. Kap. 4.4). Die Erfüllung der natürlichen Bodenfunktionen ist hier daher notwendig.

In weiten Bereichen des geplanten Vorhabens befinden sich zudem Böden mit äußerst hoher Verdichtungsempfindlichkeit, die Maßnahmen zum Bodenschutz rechtfertigen.

Grundlagen der Planung des Bodenmanagements bzw. der Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Baumaßnahme bilden die Auswertungen vorhandener Bodendaten (vgl. Kap. 4) sowie die Vorhabenplanung samt Massenbilanz jeweils zum aktuell vorliegenden Planungsstand (Kap. 4).

Um die natürlichen Funktionen des Bodens zu erhalten und irreversible Beeinträchtigungen zu vermeiden, muss allgemein durch die Bauausführung folgendes vermieden werden:

- dauerhafte Beeinträchtigung der natürlichen Bodenschichtung/Bodenstruktur auf Flächen, die über die festgelegten Bauflächen und Zuwegungen hinausgehen
- Bodenschadverdichtung und Gefügeschäden auf Flächen, die nach der Bauphase eine natürliche Bodenfunktion (hier: Nutzungsfunktion) aufweisen sollen
- unsachgemäße Lagerung von Böden in Abhängigkeit von der weiteren Folgenutzung dieser
- Belastungen durch Fremdstoffeintrag
- Beeinträchtigung von Flächen auf besonderen Standorten

Im Folgenden werden diesbezüglich konkrete vorhabenspezifische Hinweise gegeben. Bei der Bauausführung sind die im vorliegenden Bodenschutzkonzept geplanten Maßnahmen umzusetzen. Gleiches gilt für die Nachsorge (z. B. Rekultivierung), soweit diese denn notwendig ist.

6.2 Bodenkundliche Baubegleitung

Für die fachgerechte und genehmigungsrelevante Umsetzung der Belange des vorsorgenden Bodenschutzes wird empfohlen eine entsprechend qualifizierte Fachperson vorzusehen. Die zuständige Untere Bodenschutzbehörde der Stadt Bremen ist in jedem Fall zu beteiligen.

Mit Hilfe der bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) können standortspezifisch bodenschonende Arbeitsverfahren fachgerecht umgesetzt und mögliche nachhaltige Bodenschädigungen und Beeinträchtigungen vermieden bzw. minimiert werden (LBEG 2019).

6.2.1 Aufgaben der Bodenkundlichen Baubegleitung

Die Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) berät den Auftraggeber während der Bauausführung in Bezug auf die Einhaltung der bodenschutz- und abfallrechtlichen Bestimmungen. Die BBB gibt Empfehlungen in Bezug auf die Einhaltung der Maßnahmen im Sinne des gesetzlichen Bodenschutzes und agiert beratend hinsichtlich möglichst schonender Arbeitsweisen (vgl. BVB 2013).

Im Zuge der Bauausführung übernimmt die BBB folgende konkrete Aufgaben (Auswahl, vgl. z. B. BVB 2013, DIN 19639, LLUR 2014). Angegeben werden ferner die Kapitel, aus denen sich ergänzende bzw. konkretisierte Hinweise ergeben:

- Sichten und Auswerten vorliegender projektrelevanter Daten und Unterlagen (s. Kap. 4)
- Empfehlung und Kontrolle der aus Bodenschutzsicht notwendigen Maßnahmen des Bodenschutzkonzeptes, zum Bodenmanagement und Maschineneinsatz (s. Kap. 6.4 und 6.5)
- Überprüfung der Einhaltung der gesetzlichen Regelungen und behördlichen Auflagen (z. B. Eignungsprüfung von mineralischen Baustoffen und Fremdstoffen gem. EBV, Bewertung und Sicherstellung der fachgerechten Entsorgung/Verwertung von mineralischen Böden gem. EBV).
- ggf. zusätzliche Datenerhebungen (z. B. Niederschlagsmessungen, Bodenkartierungen, Bestimmung der Bodenfeuchte bzw. Wasserspannung vgl. 6.5)
- Information des bauausführenden Personals auf der Baustelle zum Bodenschutz vor Start der Baumaßnahmen und laufend (s. Kap. 6.2.2)
- Regelmäßige Teilnahme an Baubesprechungen und Baustellenbegehung (s. Kap. 6.2.2)
- Dokumentation und Erstellung von Berichten (s. Kap. 6.2.2)

- Beratung der Bauleitung vor Ort (z. B. Beurteilung der Bodenfeuchte und Einsatzgrenzen für Baumaschinen), hierfür ggf. begleitende Messungen der Wasserspannung bzw. Bodenfeuchte
- Behördenkontakt (Abstimmung des Boden- und Gewässerschutzes) falls notwendig und nach vorheriger Abstimmung mit dem Auftraggeber
- (soweit gewünscht) Begleitung der Rekultivierung und ggf. Hinzuziehen bei der Flächenabnahme (s. Kap. 6.8)
- (soweit notwendig) Beratung und Dokumentation zu Schadensbehebungen (s. Kap. 6.8)

6.2.2 Hinweise zur Vermittlung von Informationen und Dokumentation

Die Vorgaben zum Bodenschutz sind während der Bauausführungsphase seitens der ausführenden Unternehmen einzuhalten. Die bodenschutzrelevanten Sachverhalte sind an das Baupersonal weiterzugeben und das bodenschutzrelevante Baugeschehen wird dokumentiert.

Vor Start der Baumaßnahme wird das bauausführende Personal zum Bodenschutz informiert. Thematisiert werden hierbei die wesentlichen Ziele und Inhalte des Bodenschutzes auf der Baustelle, inklusive sämtlicher Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen wie z. B. dem Einsatz von bodenschonenden Maschinen und witterungsbedingter Baustillstandzeiten, es werden aber auch besonders empfindliche Bereiche benannt. Die Weitergabe von bodenschutzrelevanten Informationen wird während der Baumaßnahme wiederholt, um auch eventuelle Wechsel und Urlaubszeiten des Personals zu berücksichtigen. Es wird empfohlen, nicht nur die Bauleitung über die Bodenschutzmaßnahmen zu informieren, sondern auch die Vorarbeiter direkt einzubeziehen. Auch die regelmäßige Teilnahme an den Baubesprechungen dient der Weitergabe von bodenschutzrelevanten Informationen.

Eine weitere wichtige Aufgabe der BBB besteht in der Dokumentation des Bodenzustands und des bodenschutzrelevanten Geschehens auf der Baustelle. Diese erfolgt im vorliegenden Vorhaben in Form von Protokollen, Fotos und ggf. Stellungnahmen. Wichtig ist hierbei insbesondere die Aufnahme und Protokollierung des Ausgangszustands. Dies dient im Schadensfall der Nachvollziehbarkeit / des Nachweises und dokumentiert auch bereits vor dem Bau bestehende schädliche Bodenveränderungen. Im Laufe der Bauphase sind Funktionsminderungen oder schädliche Bodenveränderungen durch die Bautätigkeit zu dokumentieren. Dargelegt werden auch durch die BBB durchgeführte Untersuchungen (z. B. witterungsabhängige Untersuchung der Wasserspannung bzw. Bodenfeuchte). Im Rahmen der Nachsorge können ebenfalls Daten erhoben werden (z. B. Messung des Eindringwiderstands), die schriftlich festgehalten werden müssen.

6.3 Bauzeitenmanagement

Für die Erdarbeiten sind bodenschutzkonforme Witterungsbedingungen zu wählen (vgl. Kap. 6.4.8). Bauzeitliche Beschränkungen bestehen durch die geplanten Deichbaumaßnahmen, die ausschließlich außerhalb der Sturmflutsaison (April bis Mitte September eines Jahres) stattfinden dürfen.

6.4 Bodenmanagement

6.4.1 Generelle Hinweise

Bodenvermischungen und Bodenverdichtung müssen im Zuge der Erdarbeiten vermieden werden. Im Vorfeld der Baumaßnahme ist sicherzustellen, dass ausreichend Informationen über den Aufbau der vorhandenen Bodenschichten im Baubereich vorliegen. Hierzu bieten die vorhabenspezifischen Baugrundgutachten (vgl. Kap. 5.4) sowie die Aussagen der Bodenkarte (vgl. Kap. 5.3) bereits Hinweise. Zur in der Bauphase notwendigen Bodentrennung liegen schon Informationen vor, so dass die Baustellenlogistik entsprechend geplant werden kann. Weitere Untersuchungen in Bezug auf das Vorhandensein sulfatsauren Bodenmaterials finden baubegleitend vor Ort statt (vgl. Kap. 5.6 bzw. 6.4.8).

Als genereller Grundsatz gilt ein sparsamer Umgang mit Böden. Bodenüberschüsse und das Einbringen fremden Bodenmaterials sind im geplanten Vorhaben nicht vorgesehen. Die Bodenbilanz ist daher nach jetzigem Stand ausgeglichen (vgl. Kap. 4.1.2).

6.4.2 Anforderungen an Baumaßnahmen auf besonderen Standorten

Besondere Anforderungen an die Durchführung der Baumaßnahme stellt die im beschriebenen Bauvorhaben (z. T. temporäre) Inanspruchnahme verdichtungsempfindlicher Böden dar (vgl. Kap. 5.3). Im binnendeichs gelegenen Teil des Plangebiets befinden sich gemäß Landschaftsprogramm der Stadt Bremen ausschließlich Böden mit äußerst hoher Verdichtungsempfindlichkeit, sodass eine Beanspruchung dieser empfindlichen Böden im Zuge der Kleientnahme und Baustellenlogistik nicht vermeidbar ist und geeignete Maßnahmen vorzusehen sind, welche der Schadverdichtung entgegenwirken bzw. Beeinträchtigungen vermindern. Es bestehen hierdurch erhöhte Anforderungen an lastverteilende Maßnahmen (s. Kap. 6.4.3 bzw. Kap. 6.5) und die bauzeitliche Wasserhaltung (s. 6.6).

6.4.3 Vorarbeiten und Flächenvorbereitung

Bauzeitlich in Anspruch genommene Flächen sollten vor Start der Baumaßnahme gekennzeichnet werden (gilt für temporäre Zuwegung, die Pütten und Bodenlagerflächen). Die Kennzeichnung sollte während der gesamten Baumaßnahme aufrecht erhalten bleiben, um eine zusätzliche Flächeninanspruchnahme zu vermeiden.

Im geplanten Bauvorhaben ist vorgesehen, den Oberboden abzutragen und an verschiedenen Stellen zwischenzulagern (s. Kap. 4.1.3.3, 6.4.4 und Kap. 6.4.5). Die Mächtigkeit des Oberbodens kann sich je nach Standort unterscheiden und umfasst die humose obere Schicht des Bodens. Für die Bestimmung der Schichtdicke ist im Zweifel fachkundiges Personal hinzuzuziehen.

Auch im Zuge der Flächenvorbereitung sind die Hinweise zur Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit zu beachten (Kap. 6.4.8). Der Maschineneinsatz ist entsprechend unter Berücksichtigung der Witterung zu planen (ebd.).

6.4.4 Bodenabtrag

Im Bereich des bestehenden Deichs und der temporär einzurichtenden Zuwegungen muss Oberboden abgetragen und zwischengelagert werden. In Flächen zur Kleigewinnung (Pütten) wird dieser ebenfalls entnommen und i. d. R. kurzfristig wieder eingebaut. Füllboden für den Deich wird ebenfalls entnommen (Schönebecker Sand, s. Kap. 4.3.2) und ggf. kurzfristig zwischengelagert.

Im Zusammenhang mit dem Bodenabtrag ist generell folgendes zu beachten.

- Ein Abtrag des Bodens wird nur in den dafür vorgesehenen Bereichen stattfinden. Die Baubedarfsflächen (Pütten, Zuwegungen) sollten vor Start der Baumaßnahme gekennzeichnet werden (vgl. Kap. 6.4.3). Die Kennzeichnung sollte während der gesamten Baumaßnahme aufrechterhalten werden.
- Erdarbeiten sollten aufgrund der höheren Stabilität des Bodens möglichst bei trockenen Verhältnissen vorgenommen werden (ko1 bis ko3 nach Tabelle 2 DIN 19639). Bei einer Wasserspannung von $< 12,4$ cbar ist die Bearbeitung der Böden nicht mehr zulässig, die Befahrbarkeit ist eingeschränkt (Kap. 6.4.8). Zum Bauzeitenmanagement s. Kap. 6.3.
- Der Boden soll möglichst in einem Arbeitsgang abgetragen und zur Lagerfläche transportiert werden, längere Transportwege sind zu vermeiden.
- Der Abtrag insbesondere der Oberböden binnendeichs sollte rückschreitend mit Raupenbaggern erfolgen. Der Einsatz von Radfahrzeugen ist (insbesondere bei ungeeigneter Witterung) zu vermeiden. Dies gilt auch für den Einsatz schiebender Fahrzeuge.
- Werden die Böden nicht seitlich zum Deich gelagert oder direkt wieder eingebaut, ist ein Abtransport auf das vorgesehene Bodenlager notwendig (s. Bodenschutzplan bzw. Kap. 4.1.3.3). Hinweise zur Zwischenlagerung sind in Kap. 6.4.5 enthalten.
- Es ist u. U. ein schichtweiser Aushub der Bodenhorizonte vorzusehen, die getrennt voneinander gelagert werden (s. Kap. 6.4.5).

Die mögliche Vorgehensweise der Kleigewinnung ist in Kap. 4.3 beschrieben. Hierbei werden folgende Aspekte beachtet:

- Der Abtrag insbesondere der Oberböden innerhalb der Pütten erfolgt mit Raupenbaggern. Der Einsatz von Radfahrzeugen und schiebender Fahrzeuge beim Bodenabtrag ist hier generell zu vermeiden.
- Der Oberboden innerhalb der Pütten wird in einem Arbeitsgang abgetragen und innerhalb der daneben liegenden Entnahmefelder innerhalb der Pütte wieder abgelegt. Eine Zwischenlagerung wird so vermieden. Es ist lediglich eine Zwischenlagerung des Oberbodens aus dem 1. Feld innerhalb der Pütte ist notwendig (s. Abbildung 11).
- Der Klei wird innerhalb der Pütten bis zum Einbau in den Deich zwischengelagert.

6.4.5 Zwischenlagerung

Das abgetragene Bodenmaterial bedarf z. T. bis zur weiteren Verwendung einer zeitlich begrenzten Zwischenlagerung (vgl. Kap. 4.1.3.3). Hierbei sind (in Anlehnung an DIN 19369) folgende Punkte zu beachten, um einen schonenden Umgang mit den Böden zu gewährleisten (für den Wiedereinbau):

- Das abgetragene und zu lagernde Bodenmaterial wird in Form von Mieten auf den dafür vorgesehenen Bodenlagerflächen sowie kurzzeitig im Baustellenbereich gelagert. Für die Bodenmieten ist ausreichend Fläche vorzusehen (s. hierzu Kap. 4.1.3.3).
- Für sämtliche Bodenschichten sind gesonderte Bodenmieten anzulegen (Beachtung Anhang B DIN 19639: Trennung nach Ober- und Unterboden sowie ggf. nach Bodenart und Kalkgehalt). Oberboden und mineralische Abfälle (ggf. aus vorhandenen Wirtschaftswegen) sind getrennt voneinander zu lagern.
- Die Mieten müssen deutlich voneinander getrennt liegen, um Vermischungen zu vermeiden. Eine platzsparende Trennung kann auch über Platten erfolgen.
- Die Mietenlagerflächen müssen wasserdurchlässig sein, es darf sich kein Stauwasser bilden. Muldenlagen eignen sich nicht für eine Lagerung von Bodenmaterial. Ggf. müssen Maßnahmen zum Ableiten des Niederschlagswassers eingeleitet werden.
- Die Mieten sind möglichst trapezförmig anzulegen und sollten möglichst steile Flanken unter Berücksichtigung der Standsicherheit und des Arbeitsschutzes aufweisen. Die geneigte Oberseite ist zu profilieren durch leichtes Andrücken mit der Baggerschaufel (kein Verschmieren). Die Höhe der Oberbodenmieten beträgt max. 2 m, die der Unterbodenmieten max. 3 m. Die Mieten sind so anzulegen, dass keine Mulden auf der Oberseite entstehen (Gefahr der Vernässung). Hieraus ergibt sich eine begrenzte Mietenbreite.
- Ein Befahren der Mieten ist nicht zulässig. Die Bodenmieten sind auch nicht als Lagerflächen zu nutzen.
- Die Zufahrten zu den Mieten sind bei Mehrfachbefahrung durch Lastverteilungsplatten oder befestigte Baustraßen vor einer Verdichtung zu schützen.
- Bei einer Lagerungsdauer über zwei Monate ist unmittelbar nach Herstellung der Miete eine Zwischenbegrünung vorzusehen, um Vernässung, Erosion und unerwünschten

Aufwuchs zu vermeiden. Die Begrünung ist gemäß DIN 19639 bzw. 18915 vorzunehmen. Hierbei sind tiefwurzelnde, wasserzehrende und ggf. winterharte Pflanzen zu verwenden (wie z.B. Luzerne, Lupine, Ölrettich, Senf). Die Angaben gelten im vorliegenden Vorhaben für die Lagerung von Ober-, Abtrags- und Füllböden. Die Kleimieten werden nicht gesondert begrünt, da der Klei in den Deich eingebaut wird und möglichst wenig Pflanzen- und Wurzelreste enthalten darf.

- Bei der Lagerung von Böden in den Arbeitsbereichen sind die Abmaße der jeweiligen Mieten einzuhalten (s. o.). Die Mieten sind entsprechend ihres Verwendungszweckes örtlich zu lagern, so dass so wenig Boden wie möglich verfahren und umgeladen werden muss.

6.4.6 Mineralische Abfälle und Überschussböden

6.4.6.1 Vorhabensspezifischer Umgang mit mineralischen Abfällen

Im geplanten Vorhaben können bei der Ertüchtigung der Wege ggf. mineralische Abfälle anfallen, welche im weiteren Verlauf der Arbeiten einer Entsorgung bzw. einer ordnungsgemäßen Verwertung zuzuführen sind. Zuvor ist die Zusammensetzung der Abfälle zu beurteilen bzw. ist eine Einordnung nach der EBV notwendig.

Im Umgang mit eventuell vorkommenden Abfällen ist zu beachten, dass mineralische Abfälle getrennt voneinander zwischengelagert und gemäß der Richtlinie EBV – *Probenahme und Probenaufbereitung* beprobt werden. Zwischen zu lagernder Oberboden (siehe Kap. 4.1.3.3) und mineralische Abfälle, die bei Ertüchtigung der Wirtschaftswege anfallen, sind ebenfalls getrennt voneinander zu lagern.

Eine Beprobung der mineralischen Abfälle findet chargenweise in Abhängigkeit der zu entsorgenden Menge statt. Nach der Beurteilung werden die mineralischen Abfallstoffe zum Entsorger bzw. Verwerter gebracht. Der Verbleib des Materials ist beweispflichtig zu dokumentieren. Auf Verlangen werden der Abfallbehörde zeitnah die Entsorgungsnachweise zur Einsicht übermittelt.

Die in den mineralischen Abfällen⁹ gemessenen Schadstoffkonzentrationen werden den Zuordnungswerten gegenübergestellt, die eine mögliche (bauliche) Verwertung des Materials Am 1. August 2023 trat die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) in Kraft und ersetzt die Regelungen zur Verwertung von mineralischen Baustoffen der LAGA M20 TR Boden.

Die Ersatzbaustoffverordnung führt neue Bezeichnungen für mineralische Ersatzbaustoffe ein. An die Stelle der bislang verwendeten Z-Werte treten ab 1. August 2023 für Bodenmaterial und Baggergut die Werte für BM und BG, für aufbereiteten Recycling-Baustoff gelten zukünftig die RC-Werte (RC-1, RC-2 und RC-3). (Siehe Anlage 1 der EBV)

⁹ Gem. LAGA (2004) ohne Einbezug von Mutterboden (Oberboden)

Des Weiteren sind die Vorgaben der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) zu beachten. Gemäß § 6 Abs. 1 BBodSchV gelten die §§ 6 und 7 BBodSchV für die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht auf Deichen.

Die BBodSchV beinhaltet keine technischen Anforderungen für die Errichtung des Deichkörpers als technisches Bauwerk. Hierzu sind die Länderspezifische Regelungen oder geltende Regeln der Technik (wie z.B. DIN 19712, EAK 2002) zu beachten.

6.4.6.2 Vorhabenspezifische Verwertung von Oberboden

Grundsätzlich ist im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes anzustreben, die Mengen an Überschussböden möglichst gering zu halten (vgl. DIN 19731). Im Rahmen dieses Vorhabens werden nach jetzigem Planungsstand keine überschüssigen Oberbodenmengen anfallen. Sämtlicher Oberboden wird im Bereich des Deichs und der Pütten wieder eingebaut (vgl. Kap. 4.1.2).

6.4.7 Einbau von Böden

6.4.7.1 Einbau vorhandener Böden

Im geplanten Vorhaben wird zuvor abgetragener Oberboden im Bereich des Deichs, der temporären Zuwegung und der Pütten vollständig wieder eingebaut (vgl. Kap. 4). Der gewonnene Klei wird im Deich verwendet. Dies gilt auch für die im Schönebecker Sand gewonnen Füllböden.

Die Hinweise zum Maschineneinsatz und den Bodenfeuchteverhältnissen im Zusammenhang mit der Flächenvorbereitung (Kap. 6.4.3) sowie des Bodenabtrags (Kap. 6.4.4) sind zu berücksichtigen. Im Bereich von verdichtungsempfindlichen Böden sind Baumaschinen mit geringer Flächenpressung einzusetzen. Der Maschineneinsatz ist entsprechend unter Berücksichtigung der Witterung zu planen (vgl. Kap. 6.5).

6.4.7.2 Einbau fremden Bodenmaterials

Im Rahmen des Vorhabens werden zusätzliche Bodenvolumen für die Grabenverrohrungen sowie für die Schotterung im Bereich der temporären Zuwegungen benötigt (vgl. Kap. 4.1.3.1). Hierfür müssen entsprechende Herkunftsnachweise und Eignungszertifikate mit Analyseergebnissen zum Nachweis der Eignung bzw. Schadstofffreiheit in Abhängigkeit vom Verwendungszweck (durchwurzelbare Bodenschicht oder darunter) gemäß EBV vorliegen. Der Einbau ortsfremden Bodens hat dabei grundsätzlich bodenschonend und mit geeignetem Gerät zu erfolgen (vgl. Kap. 6.5.2). Die frühzeitige Beteiligung der zuständigen Abfall- und Bodenschutzbehörde wird empfohlen.

Die Bauleitung überwacht und dokumentiert das Ein- und Aufbringen von mineralischem Fremdmaterial. Hierbei werden durch das Verbauen vom Fremdmaterial zwei unterschiedliche

Ziele verfolgt. Bei der einen Vorgehensweise dient das Material rein der Erfüllung technischer Vorgaben. Bei der anderen Vorgehensweise wird das Fremdmaterial in die durchwurzelbare Bodenschicht eingebaut (s. Kap. 6.4.7.1).

Einbau von Fremdmaterial zur Erfüllung technischer Vorgaben

Der Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe bedarf einer Zertifizierung der Feststoff- und Eluatgehalte gemäß der Materialklassen und Zuordnungswerte nach Ersatzbaustoffverordnung (EBV 2023). Die Einstufung erfolgt anhand der in der Anlage 1 der EBV festgelegten Grenzwerte für Bodenmaterial sowie der spezifischen Anforderungen an die stoffliche Verwertung mineralischer Materialien in technischen Bauwerken.

Hierdurch wird sichergestellt, dass eine Schadstoffbelastung durch das Material ausgeschlossen ist und somit durch den Einbau keine Gefährdung für Boden und Grundwasser vorliegt. Die Zuordnungswerte Z1 im Feststoff und Z1.1 im Eluat stellen die Obergrenze für den offenen Einbau in technischen Bauwerken dar. Fremdmaterial der Zuordnungswerte >Z1 darf hingegen nur mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (z.B. Abdichtungen) eingebaut werden, so dass der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert wird.

Im vorliegenden Fall ist die Herstellung der temporären Zuwegungen in Schotterbauweise geplant (vgl. Kap. 4.1.3.1). Diese Flächen gehören gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV, 2023) zu den zulässigen technischen Bauwerken (z. B. Verkehrsflächen, Lagerflächen) und unterliegen den Einbauvorgaben gemäß §§ 6-8 EBV sowie den in Anlage 1 der EBV festgelegten Materialklassen und Grenzwerten für mineralische Ersatzbaustoffe.

Einbau von Fremdmaterial in die durchwurzelbare Bodenschicht landwirtschaftlich genutzter Flächen

Für das hier beschriebene Bauvorhaben ist nicht vorgesehen, Fremdmaterial anliefern zu lassen, welches in die durchwurzelbare Bodenschicht landwirtschaftlich genutzter Flächen eingebaut wird. Es wird ausschließlich der vor Ort anfallende Bodenaushub hierfür genutzt. (s. Kap. 6.4.7.1).

6.4.8 Umgang mit sulfatsaurem Bodenmaterial

Aufgrund der vorliegenden geogenen und hydrologischen Verhältnisse ist davon auszugehen, dass potenziell sulfatsaures Material innerhalb des Vorhabenbereichs vorliegt. Konkret handelt es sich um Böden der Gruppe GR 2.3 (=Über- und Unterlagerung von Torf und Ton. Mittleres bis z. T. hohes Potenzial für ausgeprägte Versauerung). Weitere Erläuterungen zu dieser Gruppe sind in SCHÄFER ET. AL (2010a) bzw. GRÖGER & BLANKENBURG (2010) enthalten.

Lt. GRÖGER & BLANKENBURG (2010) ist zwar im Werderland das Auftreten potentiell sulfatsauren Bodenaushubs nicht bekannt, aufgrund des Alters der Veröffentlichung und der aktuellen Hinweise des GdF-Mapservers (Abbildung 15) wird empfohlen im Rahmen des geplanten Vorhabens eine Untersuchung auf sulfatsaure Böden bereits in der Planungsphase

und somit vor Baubeginn vorzunehmen. Ggf. ist der Bauablauf entsprechend anzupassen, um eine Versauerung der Böden zu vermeiden oder zu vermindern.

Entsprechend der oben genannten Veröffentlichungen ist im Rahmen dessen ein Kalknachweis (mit HCl und H₂O₂) durchzuführen.

Sollte sulfatsaures Bodenmaterial vorliegen, ist je nach Weiterverwendung des Bodens zu prüfen, welche Maßnahmen zu ergreifen sind (vgl. SCHÄFER ET. AL (2010a) bzw. GRÖGER & BLANKENBURG (2010)). Die ortsnahe Verbringung des Materials im reduzierten Untergrund ist vorrangig zu verfolgen. Im Rahmen der Kleigewinnung in den binnendeichs liegenden Pütten wird dieses Prinzip bereits berücksichtigt.

Aufgrund der planerischen Gegebenheiten vor Ort ist im Rahmen des geplanten Vorhabens eine semiterrestrische Ablagerung wahrscheinlich nicht umsetzbar. Es ist daher eine Aufkalkung und eine angepasste terrestrische Lagerung bzw. ein angepasster Einbau zu prüfen. Umfang, Art und Ort der Kalkung sind abhängig von der Weiterverarbeitung im Vorhaben und den ggf. betroffenen Bodenmengen (z. B. ggf. Kalkung direkt auf dem Deich oder der Lagerfläche).

Die Maßnahmen werden den örtlichen Gegebenheiten und dem Bauablauf angepasst und mit der zuständigen Boden- und Abfallbehörde der Stadt Bremen abgestimmt.

6.5 Befahrbarkeit / Bearbeitbarkeit

6.5.1 Bodenfeuchte und mechanische Bodenstabilität

Geogene Bildungseigenschaften und anthropogene Überprägung wirken neben Bodenart und Bodenfeuchte maßgeblich beeinflussend auf die mechanische Stabilität eines Bodens. Insbesondere bei feinkörnigen Böden (Schluff, Ton) aber auch bei gemischtkörnigen Böden (z. B. Geschiebelehm) entsteht durch das Befahren bei feuchten bis nassen Bodenverhältnissen mit schweren Gerät die Gefahr einer Schadverdichtung des Bodens. Die mechanische Stabilität eines Bodens ist primär von der Bodenfeuchte (Wasserspannung) abhängig. Trockene Böden weisen prinzipiell eine wesentlich höhere Tragfähigkeit auf als nasse bzw. gesättigte Böden. Die Bodenfeuchte (Wasserspannung) ist im Wesentlichen von lokal fallenden Niederschlagsmengen abhängig. Das Risiko einer Schadverdichtung des Bodens steigt hierbei prinzipiell mit einem zunehmenden Sättigungsgrad des Bodens an.

Feuchte Witterungsbedingungen und verdichtungsempfindliche Böden können den Bauablauf erheblich behindern. Um den Bodenschutz weiterhin zu gewährleisten ist es notwendig, im Vorfeld der Baumaßnahmen bestimmte Vorkehrungen zu treffen. Hierzu zählt z.B. die Schaffung einer entsprechenden Baustellenlogistik, der Einsatz von befestigten temporären Zuwegungen (vgl. Kap. 6.5.3) und die Beurteilung der Einsatzfähigkeit geplanter, zum Einsatz kommender Maschinen (vgl. Kap. 6.5.2). Vorab ist auch zu prüfen, welche Böden im Baustellenbereich aufgrund der standörtlichen Gegebenheiten eine hohe Verdichtungsempfindlichkeit aufweisen (s. Kap. 5.3), um hierüber ggf. weitere Verminderungsmaßnahmen ergreifen zu können.

Während der Bauausführung lässt sich eine Belastung des Bodens durch Befahren im Baustellenbereich zwar nicht vollständig vermeiden, es ist jedoch sicherzustellen, dass die Funktionalität des Bodengefüges erhalten bleibt sowie unnötigen Bodenbelastungen durch geeignete Maßnahmen entgegengewirkt wird.

Während oberflächige, temporäre Verdichtungen des Oberbodens nach Bauende durch Lockerung bzw. Rekultivierung relativ problemlos wiederhergestellt werden können, weisen verdichtete Bereiche des Unterbodens nur ein sehr geringes Regenerationsvermögen auf. Eine Wiederherstellung in den ursprünglichen Zustand kann hier z. T. nur sehr begrenzt und mit einem großen technischen und finanziellen Aufwand herbeigeführt werden.

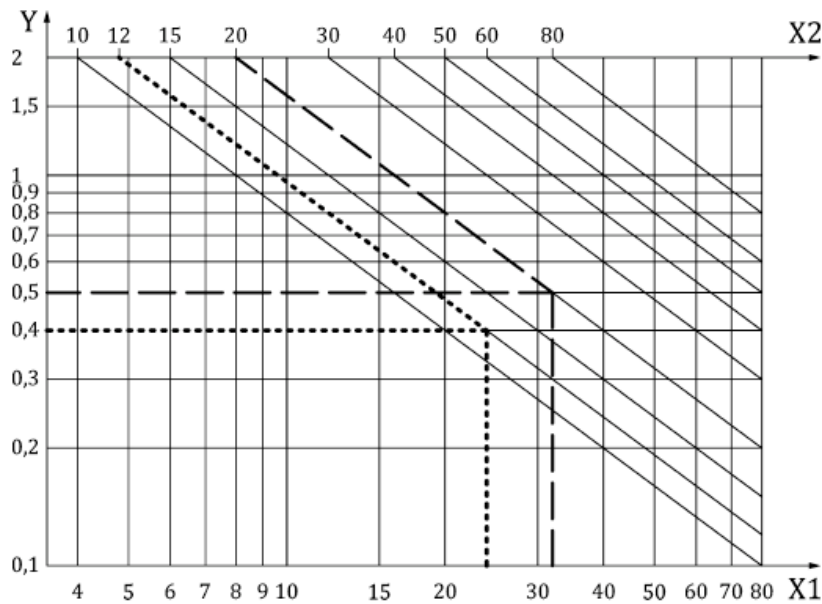
Um der Gefahr einer Bodenschadverdichtung entgegenzuwirken, sollte die vorherrschende Bodenfeuchte (Wasserspannung) regelmäßig während der Bauphase (insbesondere in niederschlagsreichen Zeiträumen) kontrolliert werden. Die Bodenfeuchte vor Ort lässt sich mittels Fingerprobe gem. Bodenkundlicher Kartieranleitung (BGR 2005) beurteilen. Möglich ist auch die Messung der Wasserspannung im Boden mittels Tensiometer (hPa). Ein kontinuierliches Monitoring der Bodenwasserverhältnisse verhilft zu einer frühzeitigen Erkennung (auch kleinflächig) auftretender Probleme. Dadurch können rechtzeitig Maßnahmen ergriffen und möglichst ohne Bauunterbrechung bodenschonend weitergearbeitet werden. Es empfiehlt sich auch die Erfassung der Niederschlagsmengen im Baustellenbereich.

Basierend auf der vor Ort ermittelten Bodenfeuchte bzw. Wasserspannung kann die Bearbeitbarkeit und Befahrbarkeit der örtlichen Böden nach DIN 19639 bewertet und ggf. Schutzmaßnahmen initiiert werden. Heranzuziehen ist hierfür die Tabelle 2 der DIN 19639 (s. Abbildung 18). Über die aktuelle Bodenfeuchte bzw. Wasserspannung kann der Boden Konsistenzbereichen zugeordnet werden. Hieraus lassen sich die aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit samt der Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit ableiten. In den Konsistenzbereichen ko 4- 6 (Wasserspannung $\leq 12,4$ cbar bzw. Feuchtestufe 4-6) ist demnach eine Bearbeitung nicht mehr zulässig. Die Befahrung darf nur auf befestigten temporären Zuwegungen erfolgen. Insbesondere im Grenzbereich zwischen zulässiger und unzulässiger Bearbeitbarkeit des Bodens (Konsistenzbereich ko3) kann anhand des Gesamtgewichts und des Kontaktflächendrucks des Arbeitsgerätes sowie der aktuellen Saugspannungs- bzw. Bodenwasserverhältnisse die Einsatzmöglichkeit der Baumaschine beurteilt werden. Die Beurteilung erfolgt gemäß Nomogramm (DIN 19639) (s. Abbildung 19).

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	Verdichtungs-empfindlichkeit (bodenarten-abhängig)
Kurz-zeichen	Bezeichnung	Zustand bindiger Böden (Tongehalt > 17 %)	Zustand nicht bindiger Böden (Tongehalt ≤ 17 %)	pF-Bereich lg hPa	Wasserspannung cbar ^a	Feuchte-Bezeichnung	Feuchtestufe Kurz-zeichen		
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 ^b Nicht bindige Böden: optimal
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
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)
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
ko5	breig (-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
Fließgrenze									
ko6	zähflüssig	nicht ausrollbar und knetbar, da fließend	Kernverlust	0	0	sehr nass	feu6	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig
^a 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).									
^b 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 18: Aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit (aus DIN 19639)



Legende

X1 Gesamtgewicht, in t
 X2 Wasserspannung, in cbar
 Y Flächenpressung, in kg/cm²

Abbildung 19: Beispiel zur Anwendung eines Nomogramms zur Ermittlung des maximal zulässigen Kontaktflächendrucks von Maschinen auf Böden im Konsistenzbereich ko3 (aus DIN 19639)

Für die Beurteilung der Befahrbarkeit erfolgt generell die Einschätzung mittels Nomogramm auf Grundlage der gemessenen Bodenfeuchte (s. Kap. 6.5.2). Dies gilt insbesondere für die verdichtungsempfindlichen Standorte im Bereich der Pütten, um den Erhalt der Bodenfunktion für die anschließende landwirtschaftliche Nutzung zu gewährleisten (vgl. Kap. 6.8). Die weitere Befahrung im Baustellenbereich erfolgt über temporäre Zuwegungen (s. Kap. 4.1.3.1 sowie 6.5.3) bzw. dauerhaft angelegte Wege.

6.5.2 Hinweise zum vorhabenspezifischen Maschineneinsatz

Der Maschineneinsatz sollte generell unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit der betroffenen Böden erfolgen (LLUR 2014). Ungeeignete Maschinen sind vorsorglich von sensiblen Böden (hier: verdichtungsempfindliche Böden) fernzuhalten. Flächen außerhalb der Baustelle dürfen nicht befahren oder als Lager- oder Abstellflächen genutzt werden, die Kennzeichnungen sind zu beachten (vgl. Kap. 6.4.3).

Der Baustellenverkehr im geplanten Vorhaben wird zum größten Teil über dauerhaft oder kleinräumig temporär befestigte Flächen abgewickelt (vgl. Kap. 4.1.3.1).

Eine direkte Befahrung des Bodens ist dagegen im Rahmen der Baustelleneinrichtung nicht vollständig zu vermeiden (z. B. Transport des Bodens zu den Mieten). Betroffen hiervon sind lt. Auswertung zur BK 50 auch verdichtungsempfindliche Böden. Entsprechende Hinweise zum Maschineneinsatz im Zuge des Bodenabtrags sind in Kap. 6.4.4 enthalten.

Für die verdichtungsempfindlichen Standorte im Bereich des Vorhabens, die direkt befahren werden, ist der Einsatz von Radfahrzeugen¹⁰ generell zu vermeiden, stattdessen sind Kettenfahrzeuge bzw. Fahrzeuge mit geringem spezifischen Flächendruck zu bevorzugen. Bei ungünstigen Bodenfeuchte- oder Witterungsverhältnissen (vgl. Kap. 6.5.1) oder auch wenn sich der Einsatz von Radfahrzeugen technisch nicht vermeiden lässt und die Bereiche mehrfach befahren werden, sind hier unbedingt zusätzliche Schutzmaßnahmen zu treffen, um eine Gefährdung des Bodens zu vermeiden (z. B. Verlegen von Lastverteilungsplatten, vgl. Kap. 6.5.3).

6.5.3 Hinweise zur Anlage von temporär genutzten Flächen

Zur Anlieferung von Materialien, zum Befahren des Baustellenbereichs sowie zum Transport von Boden zur Zwischenlagerung bzw. Entsorgung ist es notwendig, eine bodenschonende Baustellenlogistik einzurichten, die die zu erwartende Verkehrslast aufnimmt und bodenschonend weiterleitet.

Ziel ist es generell durch die Anlage von temporären Zuwegungen und Arbeitsflächen Bodenverdichtungen und Absackungen des Geländes zu vermeiden und eine Standsicherheit für Maschinen und Transportfahrzeuge zu gewährleisten. Der Baustellenverkehr findet zudem auf befestigten Zuwegungen statt und weicht nicht auf umliegende ungeschützte Flächen aus (vgl. Kap. 6.5.2).

Zu befahrende Bereiche können oberhalb des gewachsenen Bodens lt. DIN 19639 entweder als unbefestigte oder als befestigte temporäre Zuwegungen ausgeführt werden. Im geplanten Vorhaben ist vorgesehen, im Bereich der temporären Zuwegung den Oberboden abzutragen. Die Flächen werden befestigt in Schotterbauweise hergestellt (Kap. 4.1.3.1). Im Folgenden werden einige Hinweise hierzu gegeben. Nach Abschluss der Bauarbeiten werden die Flächen rückstandslos zurückgebaut und wieder für die landwirtschaftliche Nutzung hergerichtet (Bauphase 5, vgl. Kap. 4.2.5).

Anforderungen an temporäre Flächen aus mineralischen Substraten:

- Herstellung in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer und den Bodeneigenschaften nach Abtrag des Oberbodens auf dem Unterboden (vgl. Kap. 4.1.3.1). Lt. DIN 19639 sind die Mächtigkeit und Qualität der Material- und Gesteinsauflage den Bodenverhältnissen und den zu erwartenden mechanischen Belastungen anzupassen und entsprechend statisch nachzuweisen. Der Nachweis ist im Rahmen der Ausführungsplanung zu erbringen.
- Es ist zu gewährleisten, dass die temporären Zuwegungen rückstandslos entfernt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass bei Wiederaufnahme des Fremdmaterials die Aufnahme von gewachsenen Boden vermieden wird. Sollte dies in Bereichen nicht

¹⁰ Insbesondere schwere Radfahrzeuge weisen hohe Kontaktflächendrücke auf und können i. d. R. nicht ohne besondere Schutzmaßnahmen (befestigte temporäre Zuwegungen) eingesetzt werden.

gewährleistet sein, ist je nach Bedarf eine geeignete Trennschicht aus Sand, Geotextil / Vlies / Geogitter oder vergleichbar einzusetzen.

- Der Aufbau der Tragschicht ist den Bodenverhältnissen und den zu erwartenden mechanischen Belastungen anzupassen. Die lastenverteilende Material- bzw. Gesteinslage ist entsprechend den Vorgaben des Baugrundgutachters auszubringen (s. DIN 19639). Die Tragschicht sollte an den Seiten abgeschrägt aufgebracht werden. Das Verhältnis und die Durchmischung von fein- und grobkörnigen Partikeln sollte ausreichend sein, um eine stabile Tragschicht aufzubauen.
- Um den Eintrag des Schotters in die umliegenden Flächen und Gräben zu verhindern wird ein Spritzschutzzaun in einer Höhe von etwa 1 m mittels einer Folienwand seitlich der Fahrbahn befestigt (siehe Abbildung 4 in Kap. 4.1.3.1).
- Unabhängig vom Materialaufbau der Flächen sind auch für eine ausreichende Breite sowie ggf. Ausweichstellen Sorge zu tragen, sodass sichergestellt ist, dass der gesamte Baustellenverkehr tatsächlich auf den befestigten Flächen stattfindet. Dies ist im geplanten Vorhaben entsprechend vorgesehen (vgl. Kap. 4.1.3.1).
- Die Standfestigkeit ist regelmäßig zu prüfen, im Falle einer Beschädigung sind Instandsetzungsmaßnahmen vorzusehen.
- Der Rückbau der temporären Zuwegungen sollte möglichst rückwärts Vorkopf erfolgen, um unnötiges Befahren des gewachsenen Bodens zu vermeiden. Beim Rückbau werden sämtliche Baustoffe getrennt voneinander entfernt und nach Möglichkeit wiederverwertet. Sollte eine Wiederverwertung nicht möglich sein, sind entsprechende Materialien fachgerecht zu entsorgen. Beim Rückbau ist darauf zu achten, dass keine Reste von Schotter oder Geotextil in dem Bereich verbleiben. Nach dem Rückbau der Flächen findet eine Rekultivierung des Bodens statt.

Im Bereich der verdichtungsempfindlichen Böden (bei regelmäßiger direkter Befahrung) sowie im Bedarfsfall (bei feuchten Witterungsverhältnissen) ist der Einsatz von Lastverteilungsplatten vorzusehen, hierfür werden Folgend allgemeine Hinweise gegeben.

Anforderungen an temporäre Flächen aus Lastverteilungsplatten:

- Auslegung (möglichst quer) von Lastverteilungsplatten, überlappend, ggf. seitlich verankert (Baggermatratzen, Stahlplatten etc.).
- Es ist ein Eintrag von Holzsplittern und Lack-/Farbresten in den Boden zu vermeiden.
- Bei Bedarf muss zum Erreichen einer festen Auflage ein Bodenplanum angelegt werden.
- Beim Befahren sollte beidseitig ein möglichst großer Abstand zu den Kanten der Lastverteilungsplatten eingehalten werden. Ggf. sind Ausweichbuchten einzuplanen.
- Nach Abschluss der Arbeiten Rekultivierung der beanspruchten Flächen.

6.6 Bauzeitliche Wasserhaltung

Die Notwendigkeit zur Durchführung von Grundwasser absenkenden Maßnahmen ist abhängig von den Witterungsverhältnissen und den örtlichen Gegebenheiten in der Bauphase. Im Rahmen der Kleigewinnung wird das Durchstoßen der Kleischichten und damit das Auftreten von gespanntem Grundwasser vermieden (vgl. Kap. 4.3.1). Es sind die Hinweise aus den Geotechnischen Berichten zu berücksichtigen (vgl. Kap. 5.4.1).

Grundsätzlich gilt im Zusammenhang mit der bauzeitlichen vorhabenspezifischen Wasserhaltung:

- Maßnahmen zur Wasserhaltung sind auf das zeitlich notwendige Minimum zu beschränken.
- Saisonal zu erwartende Wassermengen und technische Aspekte (Pumpleistung, hydraulische Gradienten etc.) sind bei der Planung zu berücksichtigen.
- Eine ungeregelte Wassereinleitung in umliegende Flächen und Gewässer ist zu unterbinden.
- Um den ursprünglichen Bodenwasserhaushalt annähernd wiederherzustellen, müssen nach Beendigung der Baumaßnahme sämtliche baulichen Vorkehrungen zur Wasserhaltung ordnungsgemäß zurückgebaut und entfernt werden.

6.7 Schadstoffe und Abfälle

6.7.1 Altlasten

Vor Beginn der Baumaßnahmen ist zur Informationsgewinnung über bekannte Altlasten innerhalb des Vorhabenbereichs eine Kontaktierung der unteren Bodenschutzbehörde der Stadt Bremen durchzuführen. Altlasten im Boden können für Pflanzen und Grundwasser negative Auswirkungen durch Schadstoffausträge verursachen.

Für den Fall, dass im Zuge der Baumaßnahmen neue Altlasten gefunden werden, ist durch einen entsprechenden Fachgutachter eine Gefährdungseinschätzung durchzuführen und nach §13 BBodSchG ein Sanierungsplan zu erstellen. Gefährdungseinschätzung und Sanierungsplan umfassen folgende Punkte:

- Ausdehnung und Volumen der Kontamination,
- Bodenproben und Abschätzung des Gefährdungspotentials (§ 13 BBodSchG, §§ 10-17 BBodSchV),
- Ein Konzept zur fachgerechten Zwischenlagerung des Bodens sowie ein baubegleitendes Monitoring der Verdachtsflächen und eine Dokumentation der Vorgänge,
- Überwachung der Grundwasserqualität,

- Eine Prüfung und Zertifizierung des eventuell angelieferten Austauschmaterials nach § 6 bis 8 BBodSchV bzw. gemäß den Materialklassen und Grenzwerten der Ersatzbaustoffverordnung (EBV, 2023).

Werden während der Bauphase auffällige Verfärbungen und Gerüche festgestellt, erfolgt eine umgehende Abstimmung mit der zuständigen Bodenschutzbehörde der Stadt Bremen.

6.7.2 Umgang mit boden- und wassergefährdenden Stoffen

Der Eintrag von boden- und wassergefährdenden Stoffen während der Bauphase ist grundsätzlich zu vermeiden. Dies erfolgt zum einen über eine ordnungsgemäße Lagerung, Verwendung und Entsorgung boden- und wassergefährdender Stoffe, die im Baustellenbereich zum Einsatz kommen (Beachtung des BremWG). Zum anderen sind alle Beteiligten angehalten bei Unfällen, Leckagen, etc. austretenden Schadstoffen sofort zu beseitigen.

6.8 Nachsorge

6.8.1 Rekultivierung

Als Rekultivierung wird lt. DIN 19639 die Wiederherstellung der Bodeneigenschaften und der Bodenfunktionen vergleichbar den Ausgangsbedingungen oder angestrebter Eigenschaften, Geländeformen und Nutzungseignung der Böden (Rekultivierungsziel) verstanden. Es ist hierin auch der Neuaufbau einer durchwurzelbaren Bodenschicht enthalten.

Im vorliegenden Fall umfasst die Rekultivierung die Wiederherstellung der Pütten und bauzeitlichen Zuwegungen. Ziel ist die Herstellung einer durchwurzelbaren Wurzelschicht ohne erhebliche und dauerhafte Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen. Zum Einbau vorhandener Böden s. Kap. 6.4.7.1.

Für die Pütten und bauzeitlichen Zuwegungen sind nach Abschluss der Arbeiten die natürlichen Bodenfunktionen für die nachfolgende landwirtschaftliche Nutzung wiederherzustellen. Die konkreten Maßnahmen richten sich nach dem nach Beendigung der Bauphase vorliegenden Zustand der Flächen. Folgend werden einige generelle Hinweise gegeben:

- Durch die Baumaßnahme entstandene Verdichtungen sind zu identifizieren (z. B. über die Erfassung des Eindringwiderstands) und darüber der Lockerungsbedarf bzw. die Lockerungstiefe festzulegen.
- Bei Verdichtung des Unterbodens muss eine Lockerung vor Auftrag des Oberbodens erfolgen, wobei die Lockerungstiefe nur bis in die Tiefe der Verdichtung erfolgt. Ggf. Kontrolle des Lockerungserfolges durch Messungen der Eindringwiderstände. Die Maßnahmen zur Lockerung sollten nur in einem abgetrockneten Boden stattfinden
- Ggf. Wiederherstellung von Drainagen

- Regulierung der Bodenfeuchte zur Förderung von Quellung, Schrumpfung und Frostgare.
- Die Hinweise zum Maschineneinsatz und den Bodenfeuchteverhältnissen im Zusammenhang mit der Flächenvorbereitung (Kap. 6.4.3) sowie des Bodenabtrags (Kap. 6.4.4) sind zu berücksichtigen. Im Bereich von verdichtungsempfindlichen Böden sind Baumaschinen mit geringer Flächenpressung einzusetzen. Der Maschineneinsatz ist entsprechend unter Berücksichtigung der Witterung zu planen (vgl. auch Kap. 6.5.2).

6.8.2 Zwischenbewirtschaftung

Die Zwischenbewirtschaftung oder Wiederherstellungsbewirtschaftung umfasst eine bodenschonende bzw. bodenverbessernde Bewirtschaftung nach erfolgter Rekultivierung mit dem Ziel der Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen vor der Ziel- oder Folgenutzung (DIN 19639). Die Zwischenbewirtschaftung umfasst i. d. R. eine reduzierte Befahrungsintensität, die Vermeidung der Bodenbearbeitung mit Ausnahme der anfänglichen Bearbeitung zur Etablierung möglichst intensiv und tief wurzelnder Kulturen (z.B. Lupine, Raps, Ölrettich, Luzerne), um ein substrattypisches Bodengefüge wiederherzustellen.

Die Einschätzung der Notwendigkeit einer Zwischenbewirtschaftung erfolgt bei Bedarf in Abstimmung mit der zuständigen Bodenbehörde der Stadt Bremen im Anschluss an die Baumaßnahme. Die Dauer der Zwischenbewirtschaftung richtet sich generell nach dem Ausgangszustand nach der Wiederherstellung.

6.8.3 Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen

Sollten die Bodenfunktionen trotz der zuvor genannten Maßnahmen weiterhin eingeschränkt sein, sind entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Anhang I der DIN 19639 gibt hierzu Hinweise (z. B. Unterbodenlockerung, Zufuhr von organischer Substanz). Konkrete Festlegungen zu möglichen Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen erfolgen bei Bedarf während bzw. im Anschluss an die Baumaßnahme. Hierzu erfolgt eine Abstimmung mit der zuständigen Bodenschutzbehörde der Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft der Stadt Bremen.

6.8.4 Anpassung des Bodenschutzkonzeptes

Sollten sich im Verlauf des Verfahrens oder während der Baumaßnahme neue Erkenntnisse, die das Bodenschutzkonzept betreffen ergeben, wird das Bodenschutzkonzept in Abhängigkeit der Veränderungen angepasst. In einem solchen Fall sind die geplanten Maßnahmen und Strategien auf die Anforderungen des Bodenschutzes anzupassen um die gesetzlichen als auch die bodenschutztechnischen Anforderungen umfassend zu erfüllen.

7 Quellen

7.1 Rechtliche Quellen

BauGB (2017): Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), zul. geändert durch Art. 6 vom 27.03.2020 (BGBl. I S. 587).

BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zul. Geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306)

BBodSchV (2021): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598, 2716), die durch Artikel 5 Absatz 1 Satz 1 der Verordnung vom 9. Juli mit Wirkung zum 1. August 2023 in Kraft getreten ist.

BGR (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. (KA5). E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.

DepV (2009): Deponieverordnung vom 27.04.2009 (BGBl. I S. 900), zul. Geändert durch Art. 2 der Verordnung vom 27.09.2017 (BGBl. I S 3465).

EBV (2021): Ersatzbaustoffverordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598, 2716), die durch Artikel 5 Absatz 1 Satz 1 der Verordnung vom 9. Juli 2021 mit Wirkung zum 1. August 2023 in Kraft getreten ist.

7.2 Literatur und sonstige Quellen

AUSSCHUSS FÜR KÜSTENSCHUTZBAUWERKE (2002/2007): Die Küste - Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken EAK 2002 (Korrigierte Ausgabe 2007), Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen, Hamburg.

DIN 18915 (2018): Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten.

DIN 19639 (2019): Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben.

DIN 19731 (1998): Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial.

GRÖGER, J. & J. BLANKENBURG (2010): Sulfatsaure Böden. Versauerungsgefährdeter Bodenaushub im Land Bremen. GdF Geologischer Dienst für Bremen. Zusammengestellt im Auftrag des Senators für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa (SUBVE). 21.12.2010. Abrufbar unter: https://gdfbmapserver.marum.de/Ingenieurgeologie/Sulfatsaure_Boeden_Erlaeuterungen.pdf

HEUMANN, S., E. GEHRT. & J., GRÖGER-TRAMPE (2018): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten: Entstehung, Vorerkundung und Auswertungskarten. Geofakten 24 (überarbeitete Fassung) vom LBEG. Hannover.

- LABO (2023): Vollzugshilfe zu den §§ 6-8 BBodSchV. Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz. Veröffentlicht am 10.08.2023
- LAGA (1997): Mitteilung 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen - Technische Regeln. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall, Frankfurt/a.M.
- LAGA (2001): Mitteilung 32 „Richtlinie für das Vorgehen bei physikalische, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen“,. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall, Frankfurt/a.M.
- LAGA (2004): Mitteilung 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden). Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall, Frankfurt/a.M.
- LLUR (2014): Leitfaden Bodenschutz auf Linienbaustellen. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.
- SCHÄFER, W., GEHRT, E., MÜLLER, U., BLANKENBURG, J. & GRÖGER, J. (2010a): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten. Geofakten 24 vom LBEG. Hannover.
- SCHÄFER, W., PLUQUET, E., WEUSTINK, A., BLANKENBURG, J. & GRÖGER, J. (2010b): „Handlungsempfehlungen zur Bewertung und zum Umgang mit Bodenaushub aus (potenziell) sulfatsauren Sedimenten. Geofakten 25 vom LBEG. Hannover.
- SUBV (Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa Stad Bremen) (Hrsg.) (2015): Landschaftsprogramm Bremen 2015 – Teil Stadtgemeinde Bremen. April 2016.

7.3 Vorhabenbezogene Gutachten

- BEHNE, S. (2021): Generalplan Küstenschutz, Erhöhung des Landesschutzdeiches in Bremen-Werderland, Bauabschnitte 9 – 13. Gewinnung von Füllsand und Deckmaterial auf dem Schönebecker Sand sowie aus Pütten im Werderland binnendeichs. Übersicht über den Bodenabbau und die Anlage eines Gewässers auf dem Schönebecker Sand. ppr Freiraum+Umwelt, 01.04.2021.
- BEHNKE, J. (2015a): Bodengewinnung Abschnitt 9 – 13 aus der Kleipütte, Niederbürener Landstraße, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 1. Untersuchungsbericht – Auswertung und Darstellung der Erkundungs- und Untersuchungsergebnisse. Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik MBH, 22.09.2015.
- BEHNKE, J. (2015b): Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 1. Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen und Angaben von Bodenkennziffern. Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik MBH, 25.11.2015.
- VON BLOH, G. & M. GREGULL (2016a): Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 2. Stationäre

Durchsickerungsberechnungen und Kurzbericht instationäre Durchsickerungsberechnungen. Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik MBH, 06.04.2016.

VON BLOH, G. & M. GREGULL (2016b): Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 3. Setzungsberechnungen. Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik MBH, 12.07.2016.

VON BLOH, G. & I. KRULL (2016): Bestimmung der Verwendbarkeit von Kleiböden, Bodengewinnung aus der Kleipütte, Niederbürener Landstraße, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 2. Beurteilung der Kleiqualität. Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik MBH, 27.04.2016.

VON BLOH, G. & I. KRULL (2017): Bestimmung der Verwendbarkeit von Kleiböden, Bodengewinnung aus der Kleipütte, Niederbürener Landstraße, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 3. Beurteilung der Kleiqualität. Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik MBH, 06.11.2017.

VON BLOH, G. & S. BÖSCHE (2018): Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 4. Endbericht Messprogramm, Simulation des Bemessungshochwassers und Abschätzung des Brunnenabstandes und der abzuführenden Wassermengen. Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik MBH, 12.09.2018.

VON BLOH, G. & S. BODENDIEK (2019a): 2 Deichscharten (Dammbalken, Stemmtor), Bereich Winkler Werft – HWS – Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13, Werderland, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 5. Beurteilung der Gründung. Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik MBH, 08.07.2019.

VON BLOH, G. & S. BODENDIEK (2019b): Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 – Bereich Teich „Weiher“ (Abschn. 9), Werderland, 28719 Bremen-Lesum. Geotechnischer Bericht Nr. 6. Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen und Angaben von Bodenkennziffern. Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik MBH, 08.07.2019.

BRINGEZU D. & A. DEEG (2020): Werderland. Rastererkundung auf Grünlandflächen in Bremen-Burglesum. Eignung von Böden für den Deichbau. Baugrunderkundung und –untersuchung; Untersuchungsbericht. IfG Ingenieurgemeinschaft für Geotechnik GmbH, 21.01.2020.

STEINBORN B. (2018): Baugrunduntersuchung. Schönebecker Sand in Bremen-Burglesum, Werderland. Ingenieurgeologisches Büro underground, 18.05.2018.

ZOK, S. (2021): Generalplan Küstenschutz, Erhöhung des Landesschutzdeiches in Bremen-Werderland, Bauabschnitte 9 – 13. Gewinnung von Füllsand und Deckmaterial auf dem Schönebecker Sand sowie aus Pütten im Werderland binnendeichs. Übersicht über die Rekultivierung der Pütten im Werderland. ppr Freiraum+Umwelt, 31.03.2021.