

Antragsunterlagen zum  
Planfeststellungsverfahren

**Neubau der Energietransportleitung**

**ETL 182**

**Elbe Süd - Achim**

**Teil F – Materialband**

**F1-1 – Bodenschutzkonzept**



Vorhabenträgerin:



**Gasunie Deutschland Transport Services GmbH  
(GUD)**

Pasteurallee 1

30655 Hannover

Tel.: +49 (0)511 640607 -0

E-Mail: projektanfragen@gasunie.de

Internet: www.gasunie.de

Projektleiter: Steffen Reger

Genehmigungsplanung: Andreas Jordan

Generalplaner:



**ILF Beratende Ingenieure GmbH**

Werner-Eckert-Straße 7

81829 München

Projektleiter: Carles Giro

Genehmigungs-  
planung:



**Ingenieur- und Planungsbüro Lange GmbH & Co. KG**

Carl-Peschken-Straße 12

47441 Moers

Teilprojektleiter Genehmigungsplanung: Simon Behrendt

Erstellung dieser Un-  
terlage:



**GZP GmbH**

Schauenburgerstraße 116

24118 Kiel

Projektleiter: Philipp Reuter

**Antragsunterlagen zum Planfeststellungsverfahren**

**Neubau der Energietransportleitung ETL 182 Elbe Süd - Achim**

F1-1 – Bodenschutzkonzept

Stand: 16.12.2024

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>10</b>
1.1	Veranlassung zur Planung .....	10
1.2	Verwendete Unterlagen .....	10
1.3	Vorhabenbeschreibung .....	12
1.3.1	Trassenverlauf .....	12
1.3.2	Bauablauf und zeitlicher Anspruch .....	13
1.3.3	Regelrohrgraben.....	13
1.3.4	Arbeitsstreifen.....	14
1.3.5	Stationen.....	16
1.3.6	Rohrlagerplätze .....	17
1.4	Rechtliche Grundlagen .....	17
<b>2</b>	<b>NATURRÄUMLICHE EINORDNUNG DES VORHABENGEBIETS....</b>	<b>20</b>
2.1	Vorerkundung.....	20
2.2	Topologie .....	20
2.3	Geologie und Ingenieurgeologie .....	21
2.4	Böden.....	23
2.5	Hydrogeologie .....	31
2.6	Sulfatsaure Böden.....	31
2.7	Verdichtungsempfindlichkeit .....	34
2.8	Bodenerosion .....	35
2.9	Schutzwürdige Böden .....	36
2.10	Ertragsfähigkeit und Bodenfruchtbarkeit .....	37
2.11	Schutzgebiete.....	38
<b>3</b>	<b>VORHABENBEZOGENE BEEINTRÄCHTIGUNGEN DER BODENQUALITÄT UND FUNKTIONSERFÜLLUNG .....</b>	<b>39</b>
3.1	Temporäre Bodenbeeinträchtigungen .....	39
3.1.1	Befahrung.....	39
3.1.2	Einrichtung temporärer Befestigungen.....	40
3.1.3	Um- und Zwischenlagerung.....	40
3.2	Dauerhafte Bodenbeeinträchtigungen .....	41
3.2.1	Versiegelung .....	41
3.2.2	Einbringung von Fremdmaterial .....	42
3.2.3	Volumenverlust und Setzungen durch die Wasserhaltung..	43
3.2.4	Abfuhr und Verwertung von überschüssigem Boden .....	44

<b>4</b>	<b>BODENSCHUTZMAßNAHMEN IN DER BAUPHASE .....</b>	<b>45</b>
4.1	Bodenkundliche Baubegleitung .....	45
4.2	Bodenmanagement .....	47
4.2.1	Bodenabtrag .....	47
4.2.2	Zwischenlagerung .....	50
4.2.3	Wiederherstellung .....	52
4.3	Vermeidung von Erosion .....	54
4.4	Mineralisches Fremdmaterial .....	55
4.4.1	Einbau von Fremdmaterial zur Erfüllung technischer Vorgaben.....	55
4.4.2	Einbau von Fremdmaterial in die durchwurzelbare Bodenschicht landwirtschaftlich genutzter Flächen .....	56
4.5	Mineralisches Abfallmanagement/Verwertung von Ersatzbaustoffen..	57
4.5.1	Entsorgung Überschussboden.....	59
4.6	Altlasten .....	59
4.7	Bodenfeuchte und mechanische Bodenstabilität .....	61
4.8	Tiefbauliche Eingriffe in Moore .....	62
4.9	Tiefbauliche Eingriffe in aktuell oder potentiell sulfatsaure Substrate	63
4.10	Befahren des Bodens.....	64
4.10.1	Maschinenkataster .....	65
4.10.2	Baustraßen .....	66
4.11	Wasserhaltung.....	68
4.12	Gewässerschutz.....	68
4.13	Gewässerbeschaffenheit .....	69
4.14	Umgang mit landwirtschaftlichen Drainagen .....	69
4.15	Umgang mit boden- und wassergefährdenden Stoffen .....	70
4.16	Rekultivierung .....	72
4.17	Beweissicherung .....	73
4.18	Melioration .....	73
4.19	Folgebewirtschaftung.....	74
<b>5</b>	<b>Kommunikation und Dokumentation .....</b>	<b>76</b>
<b>6</b>	<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>77</b>
6.1	Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Regelwerke.....	77
6.2	Allgemeine Literatur und Quellen .....	78
Anhang 1	.....	84
Anhang 2	.....	95

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Höhenprofil der Leitungstrasse .....	21
---	----

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anteile der Arbeitsstreifenvarianten je Landkreis .....	16
Tabelle 2: Geologische Eigenschaften des Untergrunds im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [III] .....	22
Tabelle 3: Ingenieurgeologische Eigenschaften des Untergrunds im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [VI] .....	23
Tabelle 4: Leitbodentypen im Trassenverlauf .....	24
Tabelle 5: Lage der Grundwasseroberfläche im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [IV]/[V] .....	31
Tabelle 6: Betroffenheit potentiell sulfatsaurer Böden im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [XII] .....	33
Tabelle 7: Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchung des Versauerungspotentials [XX] .....	33
Tabelle 8: Verdichtungsempfindlichkeit der Böden im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [X] [XI] .....	35
Tabelle 9: Erosionsgefährdung der Böden im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [XV] .....	36
Tabelle 10: Betroffenheit schutzwürdiger Böden im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [VIII] .....	37
Tabelle 11: Ertragsfähigkeit (Bodenfruchtbarkeit) der Böden im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [VII] .....	37
Tabelle 12: Betroffenheiten von Schutzgebieten im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [XVII][VII] .....	38
Tabelle 13: Flächen dauerhafter Bodenversiegelung .....	42
Tabelle 14: Berechnung des Bodenaushubs je Leitbodentyp .....	47
Tabelle 15: Berechnung der insgesamt zwischenzulagernden Bodenmengen je Leitbodentyp .....	50
Tabelle 16: Rechnerische Ermittlung der erforderlichen Fläche für die Verwertung von Überschussbodenvolumina durch flächige Verteilung im Arbeitsstreifen .....	54

Tabelle 17:	Berechnung der insgesamt entstehenden Überschussvolumina <sup>1</sup> ..	57
Tabelle 18:	Bekannte Altlasten in max. 500 m Entfernung zum Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [XIV] .....	60
Tabelle 19:	Geplante temporäre Baustellenbefestigungen.....	67
Tabelle 20:	Lage der Grundwasseroberfläche im Trassenverlauf gem. der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung (Messung mittels Lichtlot) .....	84

## Anhänge

Anhang 1	Grundwasserstände
Anhang 2	Bodenmanagement-Berechnungen

## Plananlagen

Plananlage F1-2	Karten zum Bodenschutzkonzept	
Karte 1	Übersichtskarte	M 1:200.000
Karte 2	Übersichtskarte: Geologie	M 1:200.000
Karte 3	Übersichtskarte: Ingenieurgeologie	M 1:200.000
Karte 4	Übersichtskarte: Bodenkunde	M 1:200.000
Karte 5	Übersichtskarte: Sulfatsaure Böden	M 1:200.000
Karte 6	Übersichtskarte: Hydrogeologie	M 1:200.000
Karte 7	Übersichtskarte: Gefährdung der Bo- denfunktionen durch Verdichtung	M 1:200.000
Karte 8	Übersichtskarte: Standortspezifische Verdichtungsempfindlichkeit	M 1:200.000
Karte 9	Übersichtskarte: Ertragsfähigkeit	M 1:200.000
Karte 10	Übersichtskarte: Schutzwürdige Böden	M 1:200.000
Karte 11	Übersichtskarte: Erosion durch Wasser	M 1:200.000
Karte 12	Übersichtskarte: Erosion durch Wind	M 1:200.000
Karte 13	Übersichtskarte: Schutzgebiete	M 1:200.000
Karte 14	Bodenschutzpläne	M 1:5.000



## Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
ArL	Amt für regionale Landesentwicklung
BGBI	Bundesgesetzblatt
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nenndurchmesser
DP	Auslegungsdruck
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ETL	Energietransportleitung
FFH	Flora-Fauna-Habitat
GasHDrLtgV	Gashochdruckleitungsverordnung
GasNZV	Gasnetzzugangsverordnung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GUD	Gasunie Deutschland Transport Services GmbH
GW	Gigawatt
HDD	Horizontal Directional Drilling
i. V. m.	In Verbindung mit
insb.	insbesondere
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LNG	Liquefied Natural Gas
LSG	Landschaftsschutzgebiet
N.V.	naamloze vennootschap (niederländische Aktiengesellschaft)
NROG	Niedersächsisches Raumordnungsgesetz
NSG	Naturschutzgebiet
PFV	Planfeststellungsverfahren
ROG	Raumordnungsgesetz
ROV	Raumordnungsverfahren
u. a.	Unter anderem
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
VSG	Vogelschutzgebiet
z. B.	Zum Beispiel

# **1 Einleitung**

## **1.1 Veranlassung zur Planung**

Die Gasunie Deutschland Transport Services GmbH („GUD“) plant, ausgehend von den aktuellen Planungen Dritter zum Bau und Betrieb von Liquefied Natural Gas (LNG) Terminals zum Import von Flüssigerdgas an den Standorten in Stade und Brunsbüttel, den Neubau einer Energietransportleitung (inkl. notwendiger technischer Einrichtungen) zwischen den bestehenden Netzknoten „Elbe Süd“ und „Achim“, um den durch die LNG-Terminals verursachten zusätzlichen Transportbedarf decken zu können (ETL 182).

Die GUD hat die GZP GmbH mit der Erstellung des vorliegenden Bodenschutzkonzepts beauftragt, welches als Teil der Antragsunterlagen zur Planfeststellung die Berücksichtigung des Schutzguts „Boden“ während des Baus der ETL beschreibt. Das Konzept hat zum Ziel, die Belange des Bodenschutzes im Rahmen der Baumaßnahme vorab zu bewerten, um durch eine Optimierung der Abläufe negative Auswirkungen auf das Schutzgut Boden zu vermeiden und zu minimieren. Zu folgenden Themen wird – auf Grundlage der DIN 19639 [20] – unter anderem Bezug genommen:

Vorhabenbeschreibung und Planungsvorgaben

- Bodenbezogene Bestandserfassung und Bewertung
- Auswirkungen der Baumaßnahme; Vorhabenbezogene, zu erwartende Beeinträchtigungen der Bodenqualität und der Funktionserfüllung
- Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen mit konkreter Beschreibung der geplanten Maßnahmenumsetzung
- Empfehlungen zu Rekultivierungs- und Meliorationsmaßnahmen zur Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten
- Vermittlung von Informationen und Dokumentation

Zunächst werden die geltenden gesetzlichen Grundlagen sowie das Bauvorhaben beschrieben. Anschließend erfolgt eine Zusammenfassung der bodenkundlichen, geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten im Trassenverlauf und letztlich werden Anforderungen und konkrete Maßnahmen für eine bodenschonende Umsetzung der tiefbaulichen Arbeiten während der Bauphase formuliert.

## **1.2 Verwendete Unterlagen**

Die für das Bauvorhaben vorliegenden Daten, welche die Grundlage der Ausführungen bilden, sind im Folgenden sowie im Quellenverzeichnis (vgl. Kapitel 6 dieser Unterlage) aufgelistet.

## Öffentlich verfügbare Daten:

- [I]            Bodenkundliche Karte (1:50.000)
- [II]           Bodenschätzungskarte (1:5.000)
- [III]           Geologische Karten (1:50.000; 1:500.000)
- [IV]           Hydrogeologische Karte (1:50.000)
- [V]           Hydrogeologische Übersichtskarte (1:200.000)
- [VI]           Ingenieurgeologische Karte (1:50.000)
- [VII]           Karte der Ertragsfähigkeit (1:50.000)
- [VIII]          Karte der schutzwürdigen Böden (1:50.000)
- [IX]           Karte der Geotope (1:50.000)
- [X]           Karte der standortabhängigen Verdichtungsempfindlichkeit (1:50.000)
- [XI]           Karte der Gefährdung der Bodenfunktionen durch Bodenverdichtung (1:50.000)
- [XII]           Karte der sulfatsauren Böden in niedersächsischen Küstengebieten, Tiefenstufe 0-2 m (1:50.000)
- [XIII]           Karte der sulfatsauren Böden in niedersächsischen Küstengebieten, Tiefenstufe >2 m (1:50.000)
- [XIV]           Standorte bekannter Altlasten und Altablagerungen
- [XV]           Landwirtschaftliche Karten von Niedersachsen – Wasser- und Winderosion (1:50.000)
- [XVI]           Naturräumliche Regionen und Unterregionen (1:50.000)
- [XVII]           Schutzgebiete in Niedersachsen
- [XVIII]           Topographische Karten (versch. Maßstäbe)
- [XIX]           Luft- und Satellitenbilder

Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Informationen:

- [XX] Bodenkundliche Untersuchungen, Kartierberichte sowie Gutachten (Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH: 25.07.2024 (TK01-Nord); 29.09.2023 (TK01-Süd); 19.12.2023 (TK02-Nord); 20.12.2023 (TK02-Süd); 27.04.2024 (TK03); vgl. Kapitel 2.1)
- [XXI] Geotechnische Streckengutachten (Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH: 31.10.2023 (TK01-Nord); 14.11.2023 (TK01-Süd); 24.05.2024 (TK02-Nord); 19.04.2024 (TK02-Süd); 19.07.2024 (TK03); vgl. Kapitel 2.1)
- [XXII] Digitale Daten der technischen Planung und der Trassenplanung

## **1.3 Vorhabenbeschreibung**

### **1.3.1 Trassenverlauf**

Das Bauvorhaben der ETL 182 umfasst in erster Linie die Verlegung des Leitungsrohrs (Durchmesser DN1400) auf einer Länge von insgesamt ca. 87 km. Die geplante Trasse verläuft vom Netzkpunkt „Elbe Süd“ (Landkreis Stade, Gemeinde Steinkirchen) durch die Landkreise Stade, Rotenburg (Wümme) und Verden bis zum Netzkpunkt „Achim“ (Landkreis Verden, Gemeinde Achim) (vgl. Plananlage F1-2, Karte 1).

Vom Netzkpunkt „Elbe Süd“ verläuft die Trasse zunächst in Richtung Südwesten, wo sie nach ca. 3,3 km die A26 kreuzt. Sie umgeht Agathenburg nördlich bzw. westlich und quert anschließend auf Höhe von Steinbeck das Naturschutzgebiet Steinbeck sowie die L124. Im weiteren Verlauf befindet sich die Trasse größtenteils in Parallellage zu bestehenden Freileitungen bis sie zwischen Bargstedt und Groß Aspe die L123 und eine Bahnlinie kreuzt. Anschließend knickt der Verlauf nördlich von Wohlerst in Richtung Westen ab, um auf Höhe von Fehrenbruch in den Landkreis Rotenburg (Wümme) einzutreten und sich wieder in Richtung Südwesten zu orientieren. Danach verläuft die Trasse unmittelbar westlich von Anderlingen und quert zwischen Selsingen und Seedorf die B71 sowie eine Bahntrasse. Der weitere Verlauf führt zwischen Lavenstedt und Eitzte hindurch in Richtung Osteristedt, wo die L122 gekreuzt wird. Anschließend knickt die Trasse stärker in Richtung Süden ab, umgeht den Ummelwald östlich und quert die L133 zwischen Westertimke und Kirchtimke. Sie verläuft weiter westlich von Bülstedt und Vorwerk und tritt südlich von Buchholz in den Landkreis Verden ein. Mittig zwischen Ottersberg und Fischerhude kreuzt sie die Wümmeniederung und südlich davon eine weitere Bahnstrecke.

Nachdem unmittelbar östlich von Bassen die A1 gekreuzt wurde, orientiert sich der Verlauf in direkter Richtung hin zum Netzpunkt „Achim“, welcher das Ende der Trasse darstellt.

### **1.3.2 Bauablauf und zeitlicher Anspruch**

Für eine detaillierte Übersicht über den räumlichen und zeitlichen Ablauf der geplanten Baumaßnahme wird an dieser Stelle auf den Erläuterungsbericht der Antragsunterlagen verwiesen (vgl. A1-1 Erläuterungsbericht PFA).

### **1.3.3 Regelrohrgraben**

Das Leitungsrohr der ETL 182 besitzt einen Nenndurchmesser von 1,4 m (DN1400). Ausgehend von dieser Dimensionierung ergeben sich Anforderungen an den auszuhebenden Regelrohrgraben. Die Mindestüberdeckung (Abstand zwischen der Oberkante des Leitungsrohrs und der Geländeoberkante) muss zum Schutz der Leitung gem. den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblatts G 463 in allen Abschnitten mindestens 1,0 m betragen. Diese Vorgabe wird beim Bau der ETL 182 eingehalten, da eine Regelüberdeckung der Leitung von mind. 1,2 m vorgesehen ist und umgesetzt wird. Außerdem ist der Einbau einer mindestens 20 cm mächtigen (Bettungs-)Schicht aus Sand oder anderweitig geeignetem, d. h. ausreichend feinkörnigem und verdichtbarem Material um das Rohr herum vorgesehen. Daraus ergibt sich eine Gesamttiefe des Rohrgrabens von mindestens 2,80 m. In Einzelfällen (bspw. offene Querung von Kleingewässern; Gruppen-Beet-Strukturen) kann eine größere Tiefe erforderlich werden, um die Mindestüberdeckung von 1,2 m oberhalb von Geländedepressionen zu gewährleisten. Auf Flächen auf denen Obstbau betrieben wird beträgt die Mindestüberdeckung 1,5 m, um eine Bewirtschaftung auch in Zukunft zu ermöglichen.

Gem. der Vorgaben der DIN 4124 ist der Böschungswinkel von Baugruben mit einer Tiefe von >1,75 m maßgeblich von bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrunds abhängig. Ohne den Nachweis der Standsicherheit ist bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden ein Böschungswinkel von maximal 45° und bei mindestens steifen bindigen Böden ein Winkel von maximal 60° anzusetzen. Für diese beiden Fälle ergeben sich entsprechend unterschiedliche Breiten des Rohrgrabens an der Oberkante:

- 45°: 7,4 m
- 60°: 5,03 m

Je nach Steilheit der Böschung ergeben sich darüber hinaus rechnerisch verschiedene Aushubvolumina, unterschiedliche Dimensionierungen des Zwischenlagers sowie variierende Mengen an Überschussbodenmaterial (vgl. Anhang 2).

In Teil B1-12 der Antragsunterlagen (Regelplan - Rohrgraben und Verfüllung) sind sowohl die Regelbauweise des Rohrgrabens im offenen Gelände, als auch die verbauten Varianten des Rohrgrabens dargestellt. Letztere ermöglichen eine Begrenzung der Grabenbreite auf das erforderliche Minimum. Sie werden zum einen dort eingesetzt, wo die Trasse wenig stabile Böden (Marsch, Moor) durchquert, um die Standsicherheit des Grabens zu gewährleisten. Zum anderen kommen sie für die offene Verlegung in Verkehrsflächen zum Einsatz. In beiden Fällen werden die Seiten des Grabens mittels Spundung stabilisiert.

#### **1.3.4 Arbeitsstreifen**

Im Trassenverlauf kommen entsprechend den technischen Anforderungen sowie örtlichen Gegebenheiten verschiedene Arbeitsstreifenvarianten zum Einsatz. Sie unterscheiden sich maßgeblich in ihrer Breite und der Aufteilung der einzelnen Arbeitsbereiche. Grundsätzlich wird zwischen Arbeitsseite (Befahrung durch Baustellenverkehr) und Aushubseite (Zwischenlagerung von Bodenaushub) unterschieden.

Es kommen maßgeblich folgende Varianten des Arbeitsstreifens zum Einsatz:

##### Standard

Im Standardfall besitzt der Arbeitsstreifen eine Gesamtbreite von 42 m (vgl. Teil B1-1 der Antragsunterlagen: ETL 182. Regelplan - Arbeitsstreifen – Standard). Auf der Aushubseite steht ausreichend Fläche für die Zwischenlagerung des Unterbodens (B- und C-Boden) zur Verfügung. Auf der Arbeitsseite erfolgt die Befahrung durch den Baustellenverkehr sowie die Zwischenlagerung des Oberbodens.

##### Eingeengt

In Bereichen, wo aufgrund örtlicher Gegebenheiten (z. B. angrenzende Schutzgüter) eine Einengung des Arbeitsstreifens erforderlich ist, wird die Gesamtbreite auf 35 m verringert (vgl. Teil B1-3 der Antragsunterlagen: ETL 182. Regelplan - Arbeitsstreifen - Eingeengt). Wie im Standardfall erfolgt die Zwischenlagerung sowie die Befahrung durch Baustellenverkehr arbeitsseitig und die Zwischenlagerung des Unterbodens (B- und C-Boden) aushubseitig. Die Verringerung der Gesamtbreite erfolgt durch eine Einengung der Baustraße auf eine Spur.

##### Minimum

Eine weitere Verringerung der Arbeitsstreifenbreite auf insgesamt 20 m stellt das technisch mögliche Minimum dar (vgl. Teil B1-4 der Antragsunterlagen: ETL 182.

Regelplan - Arbeitsstreifen - Minimum). Dabei besteht die Baustraße arbeitsseitig lediglich aus einer Fahrspur und es wird auf die Zwischenlagerung von Bodenmaterial im Arbeitsstreifen verzichtet (Aushubbodenmaterial wird temporär in dafür vorgesehene, angrenzende Aufweitungen des Arbeitsstreifens verbracht).

### Bündelung

Die Variante „Bündelung“ kommt zum Einsatz, wenn die geplante Leitung aufgrund des Bündelungsprinzips in Parallellage mit erdverlegten Bestandsleitungen verlegt wird und entspricht mit einer Breite von insgesamt 42 m in ihrer Dimensionierung dem Standardfall (vgl. Teil B1-2 der Antragsunterlagen: ETL 182. Regelplan - Arbeitsstreifen - Bündelung). Der Unterschied besteht in der Aufteilung der Arbeitsbereiche innerhalb des Arbeitsstreifens. Im Gegensatz zum Standardfall erfolgen im Falle der Bündelung alle Arbeiten (Baustellenverkehr, Ober- und Unterbodenlager) auf einer Seite des Rohrgrabens. Die jeweils gegenüber liegende Rohrgrabenseite grenzt an den Schutzstreifen der Bestandsleitung an und muss freigehalten werden.

### Spundung

In Trassenabschnitten, in denen aufgrund besonderer Anforderungen eine Verlegung des Leitungsrohrs im offenen Rohrgraben nicht möglich ist, kommt eine Spundung zum Einsatz. Dabei lassen sich drei verschiedene Fälle unterscheiden. In Abschnitten, in denen die Trasse durch Gruppen-Beet-Strukturen verläuft, wäre für die Einhaltung der Mindestüberdeckung oberhalb der Leitung im Gruppenbereich eine größere Tiefe und damit eine größere Breite des offenen Grabens erforderlich. Um den flächenhaften Eingriff zu minimieren, wird eine Spundung eingesetzt (vgl. Teil B1-5 der Antragsunterlagen: ETL 182. Regelplan - Arbeitsstreifen - Gruppen - Gespundet). In Abschnitten, in denen die Trasse durch Obstbauflächen verläuft soll die Eingriffsfläche ebenfalls minimiert werden, um den Eingriff in die Obstanbauflächen möglichst zu begrenzen (vgl. Teil B1-6 der Antragsunterlagen: ETL 182. Regelplan - Arbeitsstreifen - Obstbau - Gespundet). In der Variante „Standard (gespundet)“ besteht die Erforderlichkeit einer Spundung durch instabile Böden, jedoch ist eine Begrenzung der Arbeitsstreifenbreite aufgrund ausreichender Platzverhältnisse nicht erforderlich (42 m) (vgl. Teil B1-7 der Antragsunterlagen: ETL 182. Regelplan - Arbeitsstreifen - Standard - Gespundet).

**Tabelle 1: Anteile der Arbeitsstreifenvarianten je Landkreis**

Landkreis	Variante	Länge [m]	Anteil [%]
Stade	Standard	18.445	63,2
	Standard (gespundet)	3.098	10,6
	Obstbau (gespundet)	2.931	10,0
	Geschlossene Querung	2.424	8,3
	Minimum	1.127	3,9
	Bündelung	529	1,8
	Gruppen (gespundet)	511	1,7
	Eingeengt	141	0,5
	Summe	29.205	100
Rotenburg (Wümme)	Standard	34.269	86,1
	Standard (gespundet)	2.350	5,9
	Geschlossene Querung	1.933	4,9
	Minimum	1.183	3,0
	Eingeengt	46	0,1
	Summe	39.781	100
Verden	Standard	14.043	78,0
	Geschlossene Querung	2.171	12,1
	Standard (gespundet)	1.184	6,6
	Bündelung	305	1,7
	Minimum	287	1,6
	Eingeengt	8	0,04
	Summe	17.998	100
Summe		Ca. 86.984	100

### 1.3.5 Stationen

Ebenfalls Teil des Bauvorhabens ist die Errichtung von insgesamt 7 (Zwischen-) Stationen bzw. Streckenarmaturen, welche für den Betrieb der Leitung erforderlich sind. Folgende Stationen sind mit ungefährem Gesamtflächenbedarf geplant:

- Übergabestation Elbe Süd/Steinkirchen (Molchstation)
  - Betriebsgelände: Ca. 4.300 m<sup>2</sup> (davon ca. 3.370 m<sup>2</sup> bereits bestehend/Erweiterung um ca. 930 m<sup>2</sup>)
- Armaturenplatz Deinste
  - Erweiterung des bestehenden Betriebsgeländes um: Ca. 2.320 m<sup>2</sup>
- Armaturenplatz Wohlerst
  - Betriebsgelände: Ca. 360 m<sup>2</sup>



- Armaturenplatz Haaßel
  - Betriebsgelände: Ca. 324 m<sup>2</sup>
- Armaturenplatz Ostereistedt
  - Betriebsgelände: Ca. 324 m<sup>2</sup>
- Armaturenplatz Bülstedt
  - Betriebsgelände: Ca. 324 m<sup>2</sup>
- Armaturenplatz Bassen
  - Betriebsgelände: Ca. 324 m<sup>2</sup>

Für detaillierte Beschreibungen der Baumaßnahmen an den Stationen wird an dieser Stelle auf den Erläuterungsbericht verwiesen (vgl. A1-1 Erläuterungsbericht PFA, Kapitel 4.7.5).

### **1.3.6 Rohrlagerplätze**

Im Trassenverlauf werden an logistisch günstigen Positionen insgesamt 15 Rohrlagerplätze errichtet, die als Zwischenlager für Einzelrohre und andere Materialien dienen (vgl. Plananlage F1-2, Karte 14). In den dafür vorgesehenen Flächen wird der Oberboden abgezogen und als Mieten zwischengelagert, bevor eine temporäre Befestigung aus mineralischem Material (Mächtigkeit ca. 0,5 m) errichtet wird.

## **1.4 Rechtliche Grundlagen**

Regelungen zum Bodenschutz finden sich im Baugesetzbuch (BauGB [1]) und insbesondere dem Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG [3]) sowie der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV [2]).

Während durch § 1a Abs. 2 BauGB lediglich vorgeschrieben ist, dass „Mit Grund und Boden [...] sparsam umgegangen werden (soll) [...]“, enthalten BBodSchG und BBodSchV sowie die Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV) tiefgreifendere Vorgaben. Die Anwendungsbereiche der jeweiligen Verordnungen unterscheiden sich insofern, als dass die ErsatzbaustoffV Vorgaben für die Verwendung von mineralischen Ersatzbaustoffen (gem. § 2 Nr. 1) in technischen Bauwerken macht, während die BBodSchV die Verwendung von entsprechenden Materialien für das Auf- bzw. Einbringen auf oder in eine Bodenschicht regelt.

Der Zweck des BBodSchG ist nach § 1 „[...] nachhaltig die Funktionen 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 sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur und Kulturgeschichte so weit wie möglich vermieden werden“.

Nach § 2 Abs. 3 BBodSchG sind „schädliche Bodenveränderungen im Sinne dieses Gesetzes [...] Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen“. Dabei ist gem. zweitem Teil des Gesetzes (Grundsätze und Pflichten) unter § 4 Abs. 1 BBodSchG von jeder Person, die auf den Boden einwirkt dafür zu sorgen, dass „[...] schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden“. Es gilt die unter § 7 Satz 2 und 3 BBodSchG erläuterte Vorsorgepflicht einzuhalten: „Vorsorgemaßnahmen sind geboten, wenn wegen der räumlichen, langfristigen oder komplexen Auswirkungen einer Nutzung auf die Bodenfunktionen die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht. Zur Erfüllung der Vorsorgepflicht sind Bodeneinwirkungen zu vermeiden oder zu vermindern, soweit dies auch im Hinblick auf den Zweck der Nutzung des Grundstücks verhältnismäßig ist“.

Der Nachweis über die Entstehung schädlicher Bodenveränderungen ergibt sich insbesondere gem. § 3 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 BBodSchV aus der Messung von Schadstoffgehalten, welche die Vorsorgewerte gem. BBodSchV Anlage 1 Tabelle 1 oder 2 überschreiten oder gem. § 3 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 BBodSchV „eine erhebliche Anreicherung von anderen Schadstoffen erfolgt, die [...] in besonderem Maße geeignet sind, schädliche Bodenveränderungen herbeizuführen“.

Die BBodSchV definiert in §§ 6 – 8 die Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden zur Sicherung oder Wiederherstellung von Bodenfunktionen, wobei der Ort der Verbringung (auf bzw. in oder unterhalb bzw. außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht) besondere Berücksichtigung findet. Gem. § 6 Abs. 2 ist das „Auf- und Einbringen von Materialien oder die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht ist nur zulässig, wenn 1. [...] das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung nach § 3 nicht zu besorgen ist und 2. mindestens eine [...] Bodenfunktion nachhaltig verbessert, gesichert oder wiederhergestellt wird.“

Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke finden sich in der ErsatzbaustoffV (siehe Anwendungsbereich gem. § 1

Abs. 1 Nr. 3). Gem. § 19 Abs. 1 dürfen mineralische Ersatzbaustoffe gem. § 2 Nummer 1 nur eingebaute werden, „wenn nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit und schädliche Bodenveränderungen [...] nicht zu besorgen sind“. Dazu werden Materialwerte definiert, welche eine Klassifizierung der Qualität sowie die Definition unzulässiger bzw. zulässiger Einbauweisen erlauben (ErsatzbaustoffV Anlagen 1-3). Als Ausnahmetatbestand gem. § 1 Abs. 2 Nr. 3 lit. a gilt die ErsatzbaustoffV nicht für die „Zwischen- oder Umlagerung mineralischer Ersatzbaustoffe im Sinne des § 2 Nummer 1 im Rahmen der Errichtung, der Änderung oder der Unterhaltung von baulichen und betrieblichen Anlagen, einschließlich der Seitenentnahme von Bodenmaterial und Baggergut“.

Die Vorgaben der einschlägigen technischen Regelwerke und DIN-Normen zum Umgang und der Verwertung von Boden (DIN 19731, DIN 18915, DIN 19639, DVGW G 451) müssen für das geplante Vorhaben berücksichtigt werden. Neben dem BBodSchG und der BBodSchV können einzelne Fragestellungen das BNatSchG, das BImSchG, das DüG, das KrWG, das WHG, das BauGB sowie die ErsatzbaustoffV, die BioAbfV, die DüV, die DüMV, die AbfKlärV und die DepV betreffen.

## **2 NATURRÄUMLICHE EINORDNUNG DES VORHABEN- GEBIETS**

### **2.1 Vorerkundung**

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens liegen die Ergebnisse einer bodenkundlichen Kartierung [XX] entlang der geplanten Trasse vor, welche im Zuge der Baugrunduntersuchung (BGU) [XXI] durchgeführt wurde. Diese umfassen detaillierte Angaben zu Bodenarten, -typen und Schichtungen der im Trassenverlauf anstehenden Böden und stellen die Grundlage für das vorliegende Bodenschutzkonzept dar. Insgesamt wurden 727 Pürckhauer-Bohrstocksondierungen bis in eine Tiefe von ca. 2 m u. GOK durchgeführt, welche in fünf separaten Gutachten durch die *Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH* ausgewertet wurden ([62]-[66]). Die Aufteilung der Gutachten begründet sich in der Planung und Durchführung der BGU. Aufgrund des großen logistischen und zeitlichen Aufwands sowie des zu Beginn der BGU noch nicht in allen Abschnitten festgelegten Trassenverlaufs wurde die Untersuchung in drei Teilkampagnen realisiert:

- Teilkampagne 1: Nord
- Teilkampagne 1: Süd
- Teilkampagne 2: Nord
- Teilkampagne 2: Süd
- Teilkampagne 3

Für jedes aufgenommene Bodenprofil wurde gem. bodenkundlicher Kartieranleitung (KA5) der Mindestdatensatz für die Ermittlung und Bewertung von Bodenfunktionen (gem. Definition nach § 2 BBodSchG) [3] erfasst. Der Mindestdatensatz gem. DIN19639 [20] ist hierdurch ebenfalls vollständig abgedeckt. Für die ersten 5,3 Trassenkilometer, welche im Verbreitungsgebiet potentiell sulfatsaurer Substrate liegen (Elbmarsch) wurden während der Baugrunduntersuchung Proben aus den Bohrprofilen entnommen und hinsichtlich ihres Versauerungspotentials analysiert (vgl. Kapitel 2.6 dieser Unterlage).

### **2.2 Topologie**

Der Untersuchungsraum ist durch eine überwiegend flache Topologie gekennzeichnet (vgl. Abbildung 1). Eine Ausnahme stellt der Übergang von der Marsch zur Geest nördlich von Agathenburg dar, wo die Geländehöhen sprunghaft von 0 m NHN auf 20 m NHN ansteigen. Über den Verlauf der anschließenden 37 km steigt die Topographie stetig auf bis zu 41 m NHN südwestlich von Seeburg an, bevor das Gelände im Bereich der Oste-Niederung auf bis zu 7 m NHN abfällt (Steigung von bis zu 3,7 %). Der Maximalwert im Trassenverlauf von 58 m NHN wird

nach rund 54 km nördlich von Kirchtimke erreicht. Anschließend fällt das Gelände wieder ab und erreicht bis auf die Wörpe-Niederung (16 m NHN) sowie die Wümme-Niederung (6 m NHN) Höhen von ca. 15-25 m NHN. Ca. 2 km vor dem Netzknoten „Achim“ von 25 m NHN auf 7 m NHN im Bereich der Gasverdichterstation ab.



Abbildung 1: Höhenprofil der Leitungstrasse

## 2.3 Geologie und Ingenieurgeologie

Das Projektgebiet befindet sich zum überwiegenden Teil im niedersächsischen Tiefland in der Stader Geest sowie zu geringen Teilen im Naturraum der Niedersächsischen Nordseeküste und Marschen [XVI].

Gem. der geologischen Übersichtskarte 1:500.000 [III] ist die Landschaft im Trassenverlauf maßgeblich von Geschiebeablagerungen der Saale-Kaltzeit geprägt (Geschiebelehm, -mergel). Im nördlichen Abschnitt der Trasse zwischen dem Netzknoten „Elbe Süd“ und Agathenburg treten dagegen fluviatile Gezeitenablagerungen sowie Brackwasserablagerungen der Marschen auf. Über den gesamten Trassenverlauf verteilt kommen vereinzelte Hoch- und Niedermoore vor, von denen das Frankenmoor nordwestlich von Bargstedt mit einer betroffenen Trassenlänge von 1,8 km den größten zusammenhängenden Moorbereich darstellt. Außerdem treten vereinzelt Schmelzwasser-, Flugsand- und Flussablagerungen (Niederterassen) sowie Lauenburger Ton auf.

In Tabelle 2 ist die Trasse entsprechend ihrer geologischen Betroffenheiten gem. geologischer Karte 1 : 500.000 (GÜK500) Niedersachsen [III] ausgewertet und in Plananlage F1-2 (Karte 2) kartographisch dargestellt.

**Tabelle 2: Geologische Eigenschaften des Untergrunds im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [III]**

<b>Geologie</b>	<b>Länge [km]</b>	<b>Anteil [%]</b>
Jüngeres Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit/Schluff/Jüngere Grundmoräne (Geschiebelehm, -mergel)	Ca. 29,2	Ca. 33,6
Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit/Schluff/tonig, sandig, kiesig/Grundmoräne (Geschiebelehm, -mergel)	Ca. 20,5	Ca. 23,5
Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit/Sand, Kies//Schmelzwasserablagerungen	Ca. 11,5	Ca. 13,3
Holozän/Torf, z.T. Mudde//Niedermoor, z.T. Seeablagerungen	Ca. 5,2	Ca. 5,9
Holozän/Schluff/tonig/ fluviatile Gezeitenablagerungen	Ca. 5,2	Ca. 5,9
Weichsel-Kaltzeit/ Sand//Flugsand	Ca. 4,2	Ca. 4,9
Holozän/Schluff/tonig/ fluviatile Gezeitenablagerungen	Ca. 4,2	Ca. 4,9
Holozän/Torf//Hochmoor	Ca. 3,1	Ca. 3,6
Weichsel-Kaltzeit/Sand, Kies//Flussablagerungen der Niederterrasse	Ca. 2,7	Ca. 3,1
Elster-Kaltzeit/Schluff bis Ton//Beckenablagerung (Lauenburger Ton)	Ca. 0,9	Ca. 1,1
Holozän/Schluff/tonig/ Brackwasserablagerungen	Ca. 0,2	Ca. 0,3
<b>Summe</b>	<b>Ca. 87</b>	<b>100</b>

Hinsichtlich der ingenieurgeologischen Eigenschaften des Untergrunds ergibt die Auswertung amtlicher Kartengrundlagen [VI], dass in ca. zwei Dritteln der Trasse mäßig bis gut konsolidierte gemischtkörnige, bindige Lockergesteine (lagenweise Sand und Kies) vorliegen (vgl. Plananlage F1-2, Karte 3). Diese kommen in erster Linie im Bereich der Geschiebelehme bzw. -mergel vor. Einen ebenfalls relevanten Anteil machen nichtbindige, grobkörnige Lockergesteine aus. Alle anderen Baugrundklassen treten lediglich vereinzelt auf.

In Tabelle 3 ist die Trasse entsprechend ihrer ingenieurgeologischen Betroffenheiten ausgewertet (gem. ingenieurgeologischer Karte 1 : 50.000 (IGK50) Niedersachsen).

**Tabelle 3: Ingenieurgeologische Eigenschaften des Untergrunds im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [VI]**

Ingenieurgeologie/Baugrundklasse	Länge [km]	Anteil [%]
Mäßig bis gut konsolidierte gemischtkörnige, bindige Lockergesteine, lagenweise Sand und Kies	Ca. 54,1	Ca. 62,2
Nichtbindige, grobkörnige Lockergesteine, überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert	Ca. 17	Ca. 19,5
Sehr gering bis gering konsolidierte bindige Lockergesteine, weich, z.T. organisch, lagenweise Torf und Sand	Ca. 4,9	Ca. 5,6
Nichtbindige, grobkörnige Lockergesteine, locker gelagert, z.T. mit organischen Beimengungen, lokal Torf-, Muddelagen	Ca. 2,9	Ca. 3,3
Organische Lockergesteine über nichtbindigen, grobkörnigen Lockergesteinen, locker gelagert, z.T. mit organischen Beimengungen	Ca. 1,7	Ca. 1,9
Organische Lockergesteine über nichtbindigen, grobkörnigen Lockergesteinen, locker gelagert	Ca. 1,4	Ca. 1,6
Organische Lockergesteine über mäßig bis gut konsolidierten gemischtkörnigen, bindigen Lockergesteinen, lagenweise Sand, Kies	Ca. 1,3	Ca. 1,5
Organische Lockergesteine über nichtbindigen, grobkörnigen Lockergesteinen, überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert	Ca. 0,9	Ca. 1,0
Nichtbindige, grobkörnige Lockergesteine, locker gelagert	Ca. 0,9	Ca. 1,0
Mäßig bis gut konsolidierte feinkörnige, bindige Lockergesteine	Ca. 0,8	Ca. 0,9
Organische und biogene Lockergesteine	Ca. 0,6	Ca. 0,7
Gering bis mäßig konsolidierte feinkörnige, bindige Lockergesteine, z.T. mit organischen Einlagerungen	Ca. 0,5	Ca. 0,6
<b>Summe</b>	<b>Ca. 87</b>	<b>100</b>

## 2.4 Böden

Das Vorhabengebiet befindet sich zum größten Teil in der Bodenregion der „Geest“ und geringfügig in der Bodenregion des „Küstenholozän“. Betroffene Bodengroßlandschaften sind „Küstenmarschen“, „Geestplatten und Endmoränen“, „Moore der Geest“ und „Talsandniederungen und Urstromtäler“ [I].

Die Bodentypen im Trassenverlauf wurden durch Auswertung der online verfügbaren Bodenkarten des Landes Niedersachsen [I] (vgl. Plananlage F1-2, Karte 4)

erfasst und mit den aus der durchgeführten, bodenkundlichen Kartierung [XX] gewonnenen Informationen kombiniert, um eine möglichst umfassende Datengrundlage zu schaffen. Anhand der daraus ableitbaren Erkenntnisse lassen sich die Böden im Planungsgebiet in sechs bodenkundliche Homogenbereiche (Leitbodentypen) unterteilen.

1. Marschböden: Kleimarsch/Organomarsch
2. Geestböden (sandig): Gley/Pseudogley/Podsol/Braunerde/Parabraunerde/Kolluvisol/Treposol
3. Geestböden (bindig): Gley/Pseudogley/Podsol/Braunerde/Parabraunerde/Kolluvisol/Treposol
4. Flachgründige Moore: Erdhochmoor/Erdniedermoor/Tiefumbruch aus Moor
5. Tiefgründige Moore: (Erd)Hochmoor/(Erd)Niedermoor
6. Anthropogene Böden: Plaggenesch

**Tabelle 4: Leitbodentypen im Trassenverlauf**

<p><b>Marschböden</b> Trassenkilometer 00+000 – 04+900</p> <p><u>Bodentypen und Subtypen</u> Kleimarsch (MN) Organomarsch (MO)</p> <p>Bodengruppen UL, UM, TM, TA, OU, OT, lag (HZ, HN, SE)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sehr hohe bis äußerst hohe Verdichtungsempfindlichkeit</li> <li>▪ Bei hohen Bodenfeuchteverhältnissen schlechte Befahrbarkeit</li> <li>▪ Oberflächenentwässerung über Gräben</li> <li>▪ Überwiegend mittlere bis sehr hohe Bodenfruchtbarkeit</li> <li>▪ Überwiegend landwirtschaftliche Nutzung (Obstbau/Ackerbau/Grünland)</li> <li>▪ Geringe hydraulische Leitfähigkeit</li> </ul>	<p>Der Trassenabschnitt vom Netzknoten Elbe Süd bis nördlich von Agathenburg liegt im Bereich der Elbmarschen. Die vorkommenden Substrate umfassen sehr gering bis gering konsolidierte bindige Lockergesteine (weich, schluffig, tonig, z.T. organisch, lagenweise Torf und Sand).</p> <p>Für die betroffenen Böden ist mit einer sehr hohen bis äußerst hohen Verdichtungsempfindlichkeit zu rechnen. Die Befahrbarkeit ist bei hohen Bodenfeuchteverhältnissen schlecht und die Tragfähigkeit sehr gering bis gering.</p> <p>Die Landnutzung in den entsprechenden Bereichen ist landwirtschaftlich geprägt und die Böden besitzen überwiegend eine hohe Ertragsfähigkeit (Bodenzahl: 49-79; Ackerzahl: 49-79).</p>
--	--



- Grundwasserstand zwischen 0 m u. GOK und >2 m u. GOK
- Generell Dreifachbodentrennung:  
A-Boden: Ap, Ah  
B-Boden: (o)Go  
C-Boden: (o)Gr

**Geestböden (sandig)**

Trassenkilometer

06+000 bis 06+500	49+000 bis 49+800
07+600 bis 08+100	52+800 bis 54+000
10+200 bis 10+500	57+400 bis 58+300
12+100 bis 12+400	58+700 bis 58+800
12+500 bis 12+700	61+300 bis 63+100
13+600 bis 14+000	63+300 bis 64+300
15+100 bis 15+600	64+500 bis 65+200
23+300 bis 23+600	67+700 bis 68+100
24+700 bis 25+000	70+800 bis 70+900
31+700 bis 32+000	71+300 bis 71+900
32+200 bis 32+300	76+200 bis 76+600
34+200 bis 34+300	79+900 bis 80+000
34+800 bis 35+000	80+100 bis 80+700
35+500 bis 35+500	80+900 bis 81+000
35+600 bis 35+900	81+100 bis 81+200
36+100 bis 36+700	81+300 bis 81+500
36+900 bis 38+400	84+900 bis 85+000
39+800 bis 40+300	85+300 bis 86+200
44+200 bis 44+500	86+500 bis 86+600
44+700 bis 45+200	

Bodentypen und Subtypen

Gley (GG)

Gley-Podsol (GG-PP)

Gley-Braunerde (GG-BB)

Gley-Treposol (GG-YU)

Gley-Podsol-Treposol (GG-PP-YU)

Parabraunerde (LL)

Podsol (PP)

Podsol-Gley (PP-GG)

Podsol-Braunerde (PP-BB)

Pseudogley (SS)

Pseudogley-Braunerde (SS-BB)

Pseudogley-Podsol (SS-PP)

Braunerde (BB)

Braunerde-Pseudogley (BB-SS)

Kolluvisol (YK)

Kolluvisol-Gley (YK-GG)

Der größte Teil der Trasse liegt im Bereich der Geest (Geestplatten und Endmoränen). Abschnittsweise verläuft sie dabei durch Böden, welche als Hauptbodenart Sand und nur geringe Mengen an Schluff und Ton besitzen. Solche Substrate besitzen die vergleichsweise größte Widerstandsfähigkeit gegenüber der geplanten Baumaßnahmen und sind im Rahmen dieses Konzeptes als eigener Leitbodentyp ausgewiesen.

Im Rahmen dieses Konzeptes wurden sandige Geestböden dadurch definiert, dass nach Oberbodenabtrag (ca. 0,3 m) sandige Substrate (Bodenarten Ss bis Su3) in einer Mächtigkeit von mind. 1,0 m vorliegen.

Betroffene Abschnitte beginnen im Übergangsbereich der Marsch nördlich von Agathenburg und treten bis zum Netzkpunkt Achim im Süden abschnittsweise auf. Die Substrate umfassen in erster Linie Geschiebedecksande sowie Fluss- und Schmelzwasserablagerungen.

Für die betroffenen Böden ist mit einer sehr geringen bis geringen Verdichtungsempfindlichkeit zu rechnen. Die Befahrbarkeit und Tragfähigkeit sind grundsätzlich gut bzw. hoch.

Die Landnutzung in den entsprechenden Bereichen ist landwirtschaftlich geprägt und die Böden besitzen überwiegend eine mittlere, stellenweise geringe/hohe Ertragsfähigkeit (Bodenzahl: 16-40; Ackerzahl: 18-40).

Kolluvisol-Pseudogley (YK-SS)

Pseudogley-Gley (SS-GG)

Pseudogley-Podsol (SS-PP)

- Bodengruppen SU\*, ST\*, SE, SW, SU, GE, GW, GU, OH
- Überwiegend sehr geringe bis geringe Verdichtungsempfindlichkeit
- Gute/hohe Befahrbarkeit/Tragfähigkeit
- Oberflächenentwässerung über Gräben und Drainagen
- Überwiegend mittleres Ertragspotential, stellenweise gering/hoch
- Überwiegend landwirtschaftliche Nutzung (Ackerbau/Grünland)
- Gute hydraulische Leitfähigkeit
- Grundwasserstand zwischen 0,5 m u. GOK und >2 m u. GOK
- Generell Dreifachbodentrennung:
  - A-Boden  
(R-) Ap, Ah, Ae(l)
  - B-Boden  
(R+) B(s)h, B(h)s, Bv, Go, S(w)d, S(d)w, M
  - C-Boden  
(i)(l) C (v), Gr

**Geestböden (bindig)**

Trassenkilometer

05+300 bis 06+000	46+700 bis 46+900
06+500 bis 07+600	47+600 bis 47+800
08+100 bis 09+600	48+100 bis 48+300
10+500 bis 12+100	48+400 bis 49+000
12+700 bis 12+900	50+000 bis 50+100
12+900 bis 13+600	50+100 bis 52+300
14+000 bis 15+100	54+000 bis 57+000
15+600 bis 17+400	57+000 bis 57+400
20+100 bis 23+300	58+300 bis 58+500
23+600 bis 24+700	58+800 bis 58+800
25+000 bis 25+700	59+600 bis 60+300
25+800 bis 26+400	60+400 bis 61+300
26+700 bis 27+300	63+100 bis 63+200
27+600 bis 27+800	65+200 bis 67+700
28+100 bis 29+100	68+100 bis 69+600
29+300 bis 31+400	70+500 bis 70+800
32+000 bis 32+200	70+900 bis 71+300
32+400 bis 32+900	72+200 bis 72+600
33+100 bis 34+200	74+000 bis 74+500
34+300 bis 34+800	

Trassenabschnitte in der Geest betreffen bereichsweise Böden, welche aufgrund eines höheren Anteils an Schluff und Ton einen stärker bindigen Charakter besitzen. Solche Substrate sind aus bodenkundlicher Perspektive anders zu behandeln als sandige Geestbereiche, da sie grundsätzlich anfälliger gegenüber physikalischen Bodenschädigungen sind.

Betroffene Abschnitte beginnen im Übergangsbereich der Marsch nördlich von Agathenburg und reichen bis zum Netzkpunkt Achim im Süden, unterbrochen nur durch vereinzelte Moorgebiete sowie durch die im vorangegangenen Leitbodentyp beschriebenen sandigen Geestböden. Die Substrate umfassen in erster Linie Geschiebelehm und -mergel, Flussablagerungen sowie vereinzelt Beckenton und Auelehm.

Für die betroffenen Böden ist mit einer mittleren bis stellenweise hohen Verdichtungsempfindlichkeit zu

Bodentypen und Subtypen

Gley (GG)

Gley-Podsol (GG-PP)

Gley-Treposol (GG-YU)

Podsol (PP)

Podsol-Gley (PP-GG)

Podsol-Pseudogley (PP-SS)

Pseudogley (SS)

Pseudogley-Parabraunerde (SS-LL)

Pseudogley-Braunerde (SS-BB)

Pseudogley-Fahlerde (SS-LF)

Pseudogley-Podsol (SS-PP)

Braunerde (BB)

Braunerde-Pseudogley (BB-SS)

Kolluvisol (YK)

Kolluvisol-Pseudogley (YK-SS)

Treposol (YU)

Pseudogley-Treposol (SS-YU)

- Bodengruppen SU\*, ST\*, SE, SW, SU, GE, GW, GU, OH, UL, UM, TM, TL-TA
- Überwiegend mittlere bis stellenweise hohe Verdichtungsempfindlichkeit
- Bei trockenen Bodenverhältnissen mittlere bis gute Befahrbarkeit, bei nassen Bodenverhältnissen mittlere bis schlechte Befahrbarkeit.
- Oberflächenentwässerung über Gräben und Drainagen
- Überwiegend mittleres Ertragspotential, stellenweise gering/hoch
- Überwiegend landwirtschaftliche Nutzung (Ackerbau/Grünland)
- Mittlere hydraulische Leitfähigkeit
- Grundwasserstand zwischen 0,6 m u. GOK und >2 m u. GOK
- Generell Dreifachbodentrennung:

A-Boden

(R-) Ap, Ah, Ae(I)

B-Boden

(R+) B(s)h, B(h)s, Bv, Go, S(w)d, S(d)w, M

C-Boden

(i)(l) C (v), Gr

rechnen. Die Befahrbarkeit ist bei trockenen Bodenverhältnissen mittel bis gut, bei nassen Verhältnissen mittel bis schlecht.

Die Landnutzung in den entsprechenden Bereichen ist landwirtschaftlich geprägt und die Böden besitzen überwiegend eine mittlere, stellenweise geringe/hohe Ertragsfähigkeit (Bodenzahl: 18-32; Ackerzahl: 36-39).

**Flachgründige Moore**

## Trassenkilometer

12+400 bis 12+500	48+300 bis 48+400
12+900 bis 12+900	49+800 bis 50+000
17+400 bis 18+000	50+100 bis 50+100
18+200 bis 18+600	58+500 bis 58+700
19+300 bis 20+100	59+000 bis 59+400
25+700 bis 25+800	64+300 bis 64+500
26+400 bis 26+700	71+900 bis 72+000
27+300 bis 27+600	72+100 bis 72+200
27+800 bis 28+100	74+500 bis 76+100
29+100 bis 29+300	79+400 bis 79+900
31+400 bis 31+700	80+000 bis 80+100
33+100 bis 33+100	81+000 bis 81+100
35+500 bis 35+600	81+200 bis 81+300
44+500 bis 44+700	82+200 bis 82+800
46+600 bis 46+700	84+900 bis 84+900
46+900 bis 47+000	85+000 bis 85+300
47+500 bis 47+600	

Bodentypen und Subtypen

Hochmoor ü. Gley (HH/GG)

Hochmoor ü. Podsol (HH/PP)

Erdhochmoor ü. Gley-Podsol (KH/GG-PP)

Erdniedermoor ü. Gley (KV/GG)

Erdniedermoor ü. Gley-Podsol (KV/GG-PP)

Erdniedermoor ü. Podsol (KV/PP)

Erdniedermoor ü. Pseudogley (KV/SS)

Erdniedermoor ü. Pseudogley-Braunerde (KV/SS-BB)

Erdniedermoor ü. Pseudogley-Podsol (KV/SS-PP)

- Bodengruppen HZ, HN, F über SE, SW, SU, GE GW, GU
- Sehr hoch verdichtungsempfindlich
- Sehr schlechte Befahrbarkeit sowohl bei nassen als auch bei trockenen Bodenverhältnissen
- Oberflächenentwässerung über Gräben
- Überwiegend äußerst bis sehr geringes bis mittleres Ertragspotential
- Überwiegend landwirtschaftliche Nutzung (Grünland)

Die Trasse verläuft abschnittsweise durch die Moore der Geest und beeinflusst somit organische (Torf-) Böden. Aufgrund der Mächtigkeit der organischen Schichten lassen sich flachgründige von tiefgründigen Mooren unterscheiden.

Flachgründige Moore besitzen eine Mächtigkeit von durchschnittlich ca. 50 cm (vereinzelt max. 70 cm) und sind von Geestböden unterlagert. Sie liegen vorwiegend als anthropogen stark veränderte (kultivierte), vererdete Hoch- und Niedermoorböden vor, teils als Tiefumbruchböden.

Die Landnutzung im entsprechenden Bereich ist landwirtschaftlich geprägt (Bodenzahl: 28-42; Ackerzahl: 28-42) und die Böden besitzen überwiegend eine sehr geringe bis äußerst geringe Ertragsfähigkeit.

Für die betroffenen Böden ist mit einer äußerst hohen Verdichtungsempfindlichkeit und einer schlechten Befahrbarkeit des Bodens zu rechnen. Beide sind geringfügig besser zu bewerten als für „tiefgründige Moore“.

Eine besondere Gefährdung besteht für die organischen Substrate durch eine potentielle Mineralisierung nach Grundwasserabsenkung bzw. Aushub und Zwischenlagerung durch den Kontakt mit Sauerstoff. Da der im organischen Material gebundene Kohlenstoff so freigesetzt werden und in die Atmosphäre gelangen kann, besitzen Moorböden eine große Klimawirksamkeit. Um den Torfabbau zu verhindern, werden während des Bauablaufs entsprechende Maßnahmen ergriffen (z. B. Feuchthalten von Torfmieten; vgl. Kapitel 4.8 dieser Unterlage).

- Mittlere hydraulische Leitfähigkeit
- Grundwasserstand zwischen 0 m ü. GOK und 1,5 m u. GOK
- Generell Dreifachbodentrennung:  
A-Boden  
Hv, Ah  
B-Boden  
IIB(s)h, IIB(h)s, IISw, IIG(r)o  
C-Boden  
G(o)r, Sd, (I)C(v)

### Tiefgründige Moore

#### Trassenkilometer

04+900 bis 05+300  
18+000 bis 18+200  
18+600 bis 19+300  
32+900 bis 33+100  
44+700 bis 44+700  
46+300 bis 46+600  
47+000 bis 47+500  
57+000 bis 57+000  
58+800 bis 59+000  
59+400 bis 59+600  
72+000 bis 72+100  
81+100 bis 81+100  
86+600 bis 86+900

#### Bodentypen und Subtypen

Hochmoor (HH)

Niedermoor (HN)

Erdniedermoor (KV)

Erdhochmoor (KH)

- Bodengruppen HZ, HN, F
- Sehr hoch verdichtungsempfindlich
- Sehr schlechte Befahrbarkeit sowohl bei nassen als auch bei trockenen Bodenverhältnissen
- Überwiegend äußerst bis sehr geringes bis geringes Ertragspotential
- Überwiegend landwirtschaftliche Nutzung (Grünland)
- Mittlere hydraulische Leitfähigkeit
- Grundwasserstand zwischen 0 m u. GOK und 1,5 m u. GOK

Tiefgründige Moore besitzen eine Mächtigkeit der organischen Horizonte von mindestens 1,50 m.

Die Landnutzung im entsprechenden Bereich ist landwirtschaftlich geprägt (Bodenzahl: 24-39; Ackerzahl: 24-39) und die Böden besitzen überwiegend eine sehr geringe bis äußerst geringe Ertragsfähigkeit.

Für die betroffenen Böden ist mit einer äußerst hohen Verdichtungsempfindlichkeit und einer schlechten Befahrbarkeit zu rechnen.

Wie auch für die flachgründigen Moore besteht für tiefgründige Moore die Gefahr der Mineralisierung von organischem Material und der damit einhergehenden Volumenabnahme sowie Freisetzung von CO<sub>2</sub>. Die entsprechenden Schutzmaßnahmen gelten gleichermaßen (vgl. „Flachgründige Moore“; Kapitel 4.8 dieser Unterlage).

- Generell Dreifachbodentrennung:  
A-Boden  
(n)(h)Hv(p), Ah  
B-Boden  
(n)(h)Hv, (n)(h)Hw, Hm  
C-Boden  
Hr, G(o)r, (i)(l)C(v)

**Anthropogene Böden (Plaggenesch)**

Trassenkilometer

09+600 bis 10+200

47+800 bis 48+100

60+300 bis 60+400

69+700 bis 70+500

86+200 bis 86+500

Bodentypen und Subtypen

Pseudogley-Plaggenesch (SS-YE)

Plaggenesch-Braunerde (YE-BB)

Plaggenesch-Pseudogley-Braunerde  
(YE-SS-BB)

Plaggenesch-Podsol (YE-PP)

- Bodengruppen SU\*, ST\*, UM, TM, SE, SW, SU, GE, GW, GU
- Mittlere Verdichtungsempfindlichkeit
- Bei trockenen Bodenverhältnissen mittlere bis gute Befahrbarkeit, bei nassen Bodenverhältnissen mittlere Befahrbarkeit.
- Oberflächenentwässerung über Gräben und Drainagen
- Hohes Ertragspotential
- Landwirtschaftliche Nutzung (Ackerbau)
- Mittlere bis gute hydraulische Leitfähigkeit
- Grundwasserstand zwischen >2 m u. GOK
- Generell Vierfachbodentrennung:  
A-Boden  
Ap  
B-Boden  
E  
C1-Boden  
S(d)w, Bv, B(h)s, B(s)h  
C2-Boden  
S(w)d, (i)(l)C(v)

Vereinzelt kommen im gesamten Trassenverlauf Plaggenesche vor. Diese Böden bilden aufgrund ihres besonderen Schutzstatus (vgl. Kapitel 2.9 dieser Unterlage) einen eigenen Leitbodentyp. Ihre Entstehungsgeschichte ist stark durch anthropogenen Einfluss geprägt, weshalb sie eine besondere kulturhistorische Bedeutung besitzen. Um die Böden nicht nachhaltig zu zerstören, ist es erforderlich die Esch-Horizonte zu separieren, gesondert zwischenzulagern und nach Abschluss der Baumaßnahme schichtenkonform rückzufüllen.

Für die betroffenen Böden ist mit einer meist mittleren Verdichtungsempfindlichkeit zu rechnen. Die Befahrbarkeit ist bei trockenen Bodenverhältnissen mittel bis gut, bei nassen Verhältnissen mittel.

Die Landnutzung in den entsprechenden Bereichen ist landwirtschaftlich (ackerbaulich) geprägt und die Böden besitzen eine hohe Ertragsfähigkeit (Bodenzahl: 28-36; Ackerzahl: 34-38).

## 2.5 Hydrogeologie

Die geplante Leitung liegt im hydrogeologischen Großraum „Nord- und mitteldeutsches Lockergesteinsgebiet“, bzw. in den drei hydrogeologischen Räumen „Nord- und mitteldeutsches Mittelpleistozän“, „Marschen“ und „Niederungen im nord- und mitteldeutschen Lockergesteinsgebiet“. Die Trasse befindet sich zum überwiegenden Anteil im hydrogeologischen Teilraum „Zevener Geest“ und zu geringen Anteilen in der „Elbmarsch“ im Norden sowie in der „Hamme Moorniederung“, der „Wümme Niederung“ und „Lüneburger Heide West“ im Süden [V].

Gem. der hydrogeologischen Karte im Maßstab 1 : 50.000 [IV] bzw. 1 : 200.000 [V] liegt die mittlere Grundwasseroberfläche im Vorhabengebiet zwischen minimal >0 m bis maximal 30 m NHN (vgl. Tabelle 5 und Plananlage F1-2, Karte 6). Die niedrigsten Grundwasserflurabstände sind im Bereich der Elbmarsch (>0 m bis 1 m) sowie östlich von Bremen um den Netzknoten „Achim“ (> 5 m bis 7,5 m) zu erwarten.

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden die in den Bohrlöchern mittels Lichtlot angetroffenen Wasserstände dokumentiert. Die Ergebnisse sind in Anhang 1 zusammengefasst.

**Tabelle 5: Lage der Grundwasseroberfläche im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [IV]/[V]**

Grundwasserflurabstand	Länge [km]	Anteil [%]
> 0 m bis 1 m NHN	Ca. 5,2	Ca. 6,0
> 1 m bis 5 m NHN	Ca. 0,3	Ca. 0,3
> 5 m bis 10 m NHN	Ca. 8,1	Ca. 9,3
> 10 m bis 15 m NHN	Ca. 17,9	Ca. 20,5
> 15 m bis 20 m NHN	Ca. 16,5	Ca. 18,9
> 20 m bis 25 m NHN	Ca. 19,7	Ca. 22,6
> 25 m bis 30 m NHN	Ca. 19,4	Ca. 22,3
<b>Summe</b>	<b>Ca. 87</b>	<b>100</b>

## 2.6 Sulfatsaure Böden

In Niederungs- und Küstengebieten Norddeutschlands sind in Böden, welche unter marinem/brackischem Einfluss entstanden sind unterhalb der Grundwasseroberfläche häufig große Mengen an Eisensulfid (Pyrit) zu finden, welches nach Ablagerung von sulfatreichen Meeressedimenten unter Vorhandensein von organischer Substanz durch Reduktion entsteht (Sulfatreduktion). Im Boden wird das gelöste Sulfid häufig als Eisensulfid fixiert, welches unter anaeroben, reduzierenden Bedingungen stabil ist. Bei Kontakt mit Luftsauerstoff (beispielsweise nach Aushub)

wird das Eisensulfid oxidiert (Pyritoxidation) und es kommt zur Bildung erheblicher Mengen an Säure (Schwefelsäure). Ist das Säurebildungspotential hierbei größer als die Säureneutralisationskapazität des Bodens, spricht man von potentiell sulfatsauren Substraten /potentiell sulfatsaurem Boden. Hat die Versauerung in solchen Substraten bereits eingesetzt, liegt ein aktuell (oder effektiv) sulfatsaurer Boden vor, in dem der pH-Wert bis auf Werte zwischen zwei und vier abfallen kann.

Sollten während der Bauausführung Vorkommen sulfatsaurer Böden nicht bekannt sein bzw. ein nicht fachgerechter Umgang mit diesen stattfinden, kann über viele Jahre hinweg der Pflanzenwuchs in den versauerten Bereichen unmöglich sein, bzw. ein aufwändiger Bodenaustausch erforderlich werden. Das Gefährdungspotential sulfatsaurer Böden ergibt sich weiterhin durch die deutlich erhöhte Sulfatkonzentration im Boden- bzw. Sickerwasser, erhöhte Schwermetallverfügbarkeit und -löslichkeit sowie Schwermetallkonzentrationen im Sickerwasser. Des Weiteren kommt es zur Entstehung von hohen Gehalten an betonschädlichen Stoffen (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Säuren) und einer hohen Korrosionsgefahr für Stahlkonstruktionen.

Im Vorhabengebiet kommen potentiell sulfatsaure Böden gem. der Auswertung amtlicher Daten [XII] lediglich im nördlichen Teil der Trasse, welcher innerhalb der Elbmarsch liegt, vor. Dort verläuft die Leitung auf einer Länge von ca. 5,3 km durch Bereiche verschiedener Gefährdungspotenziale (vgl. Plananlage F1-2, Karte 5). In Tabelle 6 sind die Auswertungsergebnisse zusammengefasst.

Insgesamt besteht für lediglich ca. 5,3 km (ca. 6,1 %) der Trasse die Gefahr der Betroffenheit sulfatsaurer Böden (vgl. Tabelle 6). Hiervon macht die Klasse GR\_3B, welche schwefelarmes, verbreitet kalkhaltiges Material beschreibt mit ca. 3,5 km (ca. 4,0 %) den größten Anteil aus. Das Gefährdungspotential für diese Klasse ist gering, was für das Bauvorhaben grundsätzlich als günstig zu bewerten ist. Ein örtlich höheres Versauerungsrisiko stellen die Klassen GR\_2B und GR\_2A dar, welche auf ca. 1,2 km Länge (ca. 1,4 %) bzw. 0,4 km (0,4 %) auftreten. Für einen kurzen Abschnitt von insgesamt ca. 0,2 km (0,3 %) der Trasse besteht dagegen ein sehr hohes Gefährdungspotential, da dort kalkfreies, aktuell und potenziell sulfatsaures Material vorkommt.

Während der Bodenkartierung wurden im entsprechenden Trassenabschnitt Bodenproben aus den Bohrstöcken entnommen und hinsichtlich ihres Versauerungspotentials laboranalytisch untersucht. Die Auswahl der zu untersuchenden Punkte wurde auf Grundlage der amtlichen Karten der Verbreitung sulfatsaurer Böden [XII] festgelegt und fokussiert sich auf die Gefährdungsklassen GR\_2 oder höher sowie die Übergangsbereiche der Gefährdungsklasse GR\_3. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt und zeigen, dass an allen untersuchten Punkten eine positive Netto-Säureneutralisationskapazität festgestellt wurde. Da die Säureneutralisationskapazität größer als das Säurebildungspotenzial ist, ist das Risiko einer Sulfatversauerung während des Bauablaufs sehr gering.



**Tabelle 6: Betroffenheit potentiell sulfatsaurer Böden im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [XII]**

Klasse	Beschreibung	Gefährdungspotential	Länge [km]	Anteil [%]
GR_1A	Kalkfreies, aktuell und potenziell sulfatsaures Material	Sehr hoch	Ca. 0,2	Ca. 0,3
GR_2A	Niedermoortorfe im Küstenhologän, z.T. mit sulfatsaurem Material	Örtlich mittel bis hoch	Ca. 0,4	Ca. 0,4
GR_2B	Kalkfreies toniges Material; örtlich mit sulfatsaurem Material	Örtlich mittel bis hoch	Ca. 1,2	Ca. 1,4
GR_3B	Schwefelarmes, verbreitet kalkhaltiges Material	Gering	Ca. 3,5	Ca. 4,0
<b>Summe</b>			<b>Ca. 5,3</b>	<b>6,1</b>

**Tabelle 7: Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchung des Versauerungspotentials [XX]**

Untersuchungspunkt	Klasse gem. SSB-Karte	Netto-Säureneutralisationskapazität gem. Laboranalyse [mmol/kg TM]
Vges_003,0	GR_3B	174
Vges_006,0	GR_3B	84
Vges_010,0	GR_3B	127
Vges_014,0	GR_3B	152
Vges_017,0	GR_3B	101
Vges_020,0	GR_2B	152
Vges_021,0	GR_2B	161
Vges_022,0	GR_2B	155
Vges_023,0	GR_2B	137
Vges_024,0	GR_2B	86
Vges_025,0	GR_3B	160
Vges_026,0	GR_3B	71
Vges_027,0	GR_3B	61
Vges_029,0	GR_3B	203
Vges_030,0	GR_3B	48
Vges_031,0	GR_3B	221
Vges_032,0	GR_2B	132
Vges_033,0	GR_2B	101

<b>Untersuchungs- punkt</b>	<b>Klasse gem. SSB-Karte</b>	<b>Netto-Säureneutralisationskapazität gem. Laboranalyse [mmol/kg TM]</b>
Vges_034,0	GR_2B	75
Vges_035,0	GR_3B	76
Vges_038,0	GR_3B	95
Vges_040,0	GR_3B	181
Vges_042,0	GR_2B	142
Vges_043,0	GR_2B	139
Vges_044,0	GR_1A	187
Vges_045,0	GR_1A	389
Vges_046,0	GR_1A	160
Vges_049,0	GR_2A	217
Vges_050,0	GR_2A	579

## 2.7 Verdichtungsempfindlichkeit

Die Verdichtungsempfindlichkeit, bzw. die mechanische Stabilität von Böden, ist einerseits stark an den aktuellen Wassergehalt, andererseits wesentlich an das vorherrschende Substrat gekoppelt. Bei unsachgemäßer Befahrung während der Bauausführung können bei Böden mit geringer mechanischen Eigenstabilität Verdichtungen bis in den Unterboden verursacht werden. Diese sind dann meist nur mit großem technischem und finanziellem Aufwand meliorierbar. Verdichtungen in Böden mit hohen mechanischen Stabilitäten (vorwiegend Böden mit sandigem Ausgangssubstrat mit Einzelkorngefüge) können dagegen mit gutem Erfolg melioriert werden.

Im Rahmen der Bauausführung werden die Böden mit geeigneten Maßnahmen (z. B. mittels befestigten Baustraßen, bspw. über den Einsatz von Lastverteilungsplatten/Baggermatten oder mineralischen Baustraßen) vor schadhafte Bodenverdichtungen geschützt (vgl. Kapitel 4.10).

Ein Instrument zur Gewährleistung von bodenschonender Befahrung bei nicht befestigten Bereichen stellt das Maschinenkataster dar (vgl. Kapitel 4.10.1), welches im Zuge der bodenkundlichen Baubegleitung erarbeitet wird und die Druckfortpflanzung und Verdichtungsgefährdung der eingesetzten Fahrzeuge klassifiziert.

Anhand amtlicher Datenquellen lassen sich die Bodenverhältnisse in Bezug auf die Verdichtungsempfindlichkeit im Trassenverlauf charakterisieren. Tabelle 8 fasst die Auswertungen der BK50 „Standortspezifische Verdichtungsempfindlichkeit“ [X] und „Gefährdung der Bodenfunktionen durch Verdichtung“ [XI] zusammen und gibt die Anteile der jeweiligen Klassen an. Die räumliche Verteilung im Trassenverlauf ist in Plananlage F1-2, Karte 7 bzw. Plananlage F1-2, Karte 8 dargestellt.

Die größten Empfindlichkeiten (*Gefährdet* (ca. 6,4 %); *Hoch gefährdet* (ca. 10,1 %) bzw. *Hoch* (ca. 1,8 %); *Sehr hoch* (ca. 15,2 %); *Äußerst hoch* (ca. 1,3 %)) bestehen in erster Linie für die Böden im Bereich der Marschen sowie innerhalb von Mooregebieten. Weniger empfindliche Böden befinden sich im Bereich der Geest, wobei die Klassifizierungen *Gering gefährdet* bzw. *Sehr gering* und *Gering* mit in der Summe mit ca. 74,3 % den größten Anteil ausmachen. Lokal können jedoch auch dort verdichtungsanfällige Böden auftreten.

**Tabelle 8: Verdichtungsempfindlichkeit der Böden im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [X] [XI]**

Gefährdung	Länge [km]	Anteil [%]	Gefährdung	Länge [km]	Anteil [%]
Gefährdung der Bodenfunktionen durch Verdichtung			Standortspezifische Verdichtungsempfindlichkeit		
Nicht gefährdet	Ca. 0,3	Ca. 0,4	Keine	Ca. 0,3	Ca. 0,4
Gering gefährdet	Ca. 64,7	Ca. 74,4	Sehr Gering	Ca. 7,1	Ca. 8,1
			Gering	Ca. 57,6	Ca. 66,2
Mäßig gefährdet	Ca. 7,6	Ca. 8,7	Mittel	Ca. 6,0	Ca. 6,9
Gefährdet	Ca. 5,6	Ca. 6,4	Hoch	Ca. 1,6	Ca. 1,8
Hoch gefährdet	Ca. 8,8	Ca. 10,1	Sehr hoch	Ca. 13,2	Ca. 15,2
			Äußerst hoch	Ca. 1,1	Ca. 1,3
<b>Summe</b>	<b>Ca. 87</b>	<b>100</b>	<b>Summe</b>	<b>Ca. 87</b>	<b>100</b>

## 2.8 Bodenerosion

Unter Erosion wird der Abtrag, Transport und die Ablagerung von Bodenmaterial durch die Kräfte von Wind und Wasser verstanden. Diese ist neben der Windgeschwindigkeit bzw. Niederschlagsintensität hauptsächlich abhängig von der aktuellen Bodenfeuchte, der Bodenart und dem Bewuchs bzw. der Flächennutzung sowie Hangneigung. Generell sind frisch bearbeitete Böden (noch ohne Bewuchs) nach Abschluss der Baumaßnahme besonders erosionsanfällig. Auch im Zuge der Zwischenlagerung (ggf. nicht gesicherte Bodenmieten) kann die Erosion eine Rolle spielen.

Im Zuge der Abschätzung der potenziellen Erosionsgefährdung durch Wind und Wasser (AgrarZahlVerpflV) [8] wurden durch das Land Niedersachsen feldblock-scharfe Erosionsgefährdungsabschätzungen für Wind nach DIN 19706 (2004-05) [10] und für Wasser nach DIN 19708 (2005-02) [11] durchgeführt.

Die Erosionsgefährdungen durch Wind und Wasser im Trassenverlauf wurde mithilfe der landwirtschaftlichen Karten des Landes Niedersachsen ausgewertet, in Tabelle 9 zusammengefasst und in Plananlage F1-2, Karte 11 bzw. Plananlage F1-2, Karte 12 kartographisch dargestellt.

Insgesamt liegen entlang der Trasse variable Erosionsgefährdungen durch Wind vor, wobei die Gefährdung im Bereich der Marschen aufgrund des Vorkommens bindiger (toniger) Substrate grundsätzlich geringer ist als in Bereichen der Geest. Hier sind besonders schluffige und feinsandige Substrate (Geschiebelehm/-mergel; Flugsand; Schmelzwassersande) von höheren Erosionsgefährdungen betroffen. Auch in Mooregebieten besteht in Abhängigkeit des Bodenfeuchtegehaltes überwiegend eine mittlere bis sehr hohe Gefährdung. Insbesondere bei trockenen Bodenverhältnissen und fehlender Vegetationsdecke während der Bauphase wird die Gefahr durch Winderosion hier zusätzlich verstärkt. Da ein Großteil der geplanten Trasse durch Gebiete erhöhten Risikos verläuft, stellt die Winderosion einen relevanten Faktor dar. Insgesamt fallen ca. 43,5 km (ca. 50 %) in die Klassen *Hoch* und *Sehr hoch*, während die Gefahr für ein Fünftel der Trasse (ca. 17,8 km/ca. 20,4 %) als *Mittel* eingestuft ist. Den drei Klassen *Keine bis sehr gering*, *Sehr gering* und *Gering* fallen in der Summe ca. 19,6 km (ca. 22,6 %) zu.

Die Gefahr von Wassererosion ist in Folge der überwiegend flachen Topographie im Vorhabengebiet als nicht vorhanden bis gering einzustufen (vgl. Tabelle 9). Lediglich für ca. 0,1 km (ca. 0,1 %) ist eine mittlere Gefährdung ausgewiesen. Dennoch kann Wassererosion im Kontext der Zwischenlagerung von Relevanz sein, da es zu Abschwemmungen von Bodenmieten in Folge starker Niederschläge kommen kann.

**Tabelle 9: Erosionsgefährdung der Böden im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [XV]**

<b>Erosionsgefährdung durch Wind</b>	<b>Länge [km]</b>	<b>Anteil [%]</b>	<b>Erosionsgefährdung durch Wasser</b>	<b>Länge [km]</b>	<b>Anteil [%]</b>
Keine bis sehr gering	Ca. 4,7	Ca. 5,4	Keine bis sehr gering	Ca. 47,3	Ca. 54,4
Sehr gering	Ca. 7,2	Ca. 8,3	Sehr gering	Ca. 28,5	Ca. 32,8
Gering	Ca. 7,7	Ca. 8,9	Gering	Ca. 5,0	Ca. 5,8
Mittel	Ca. 17,8	Ca. 20,4	Mittel	Ca. 0,1	Ca. 0,1
Hoch	Ca. 24,2	Ca. 27,8	-	-	-
Sehr Hoch	Ca. 19,3	Ca. 22,2	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>Ca. 80,9</b>	<b>93,0</b>	<b>Summe</b>	<b>Ca. 80,9</b>	<b>93</b>

## 2.9 Schutzwürdige Böden

Insgesamt liegen an ca. 5,4 % der Trasse schutzwürdige Böden gem. der Ausweisung des LBEG [VIII] vor. Die Betroffenheiten sind in Tabelle 10 zusammengefasst und in Plananlage F1-2, Karte 10 kartographisch dargestellt. Den größten Teil machen Böden mit hoher kulturgeschichtlicher Bedeutung aus, welche in Form von

Plaggeneschen ca. 4,3 km (5,0 %) der durch die Leitung betroffenen Böden betreffen. Sie kommen über den gesamten Trassenverlauf überwiegend kleinräumig vor. Böden mit sehr hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit sowie Böden mit hoher naturgeschichtlicher Bedeutung (Hochmoor >2 m) besitzen mit ca. 0,9 km (ca. 1,0 %) bzw. ca. 0,2 km (ca. 0,2 %) nur geringe Anteile.

**Tabelle 10: Betroffenheit schutzwürdiger Böden im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [VIII]**

Schutzgrund	Typ	Länge [km]	Anteil [%]
Hohe kulturgeschichtliche Bedeutung	Plaggenesch	Ca. 5,0	Ca. 5,7
Hohe natürliche Bodenfruchtbarkeit	Sehr hohe Bodenfruchtbarkeit	Ca. 1,1	Ca. 1,2
Hohe naturgeschichtliche Bedeutung	Hochmoor >2 m	Ca. 0,2	Ca. 0,3
<b>Summe</b>		<b>Ca. 6,3</b>	<b>7,2</b>

## 2.10 Ertragsfähigkeit und Bodenfruchtbarkeit

Die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Böden besitzen gem. der amtlichen Datengrundlagen (BK50 Auswertung: Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit) [VII]) eine überwiegend *geringe* bis *mittlere* Ertragsfähigkeit (vgl. Tabelle 11 und Plananlage F1-2, Karte 9). Die summierte Länge der durch diese Klassen betroffenen Abschnitte beträgt ca. 74,2 km (ca. 85,3 %). Lediglich ca. 10,3 km (ca. 11,8 %) der Trasse betrifft Böden mit einer *Äußerst geringen* bis *Sehr geringen* und ca. 2,5 km (ca. 2,9 %) Böden mit einer *hohen* Bodenfruchtbarkeit. Letztere befinden sich in erster Linie in den Marschen (Bodentyp: Tiefumbruchboden aus Kleimarsch) sowie punktuell im Bereich von tiefgepflügten, ehemaligen Erdmoorgleyen.

**Tabelle 11: Ertragsfähigkeit (Bodenfruchtbarkeit) der Böden im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [VII]**

Schutzgrund	Länge [km]	Anteil [%]
Äußerst gering	Ca. 3,0	Ca. 3,4
Sehr gering	Ca. 7,3	Ca. 8,4
Gering	Ca. 55,4	Ca. 63,7
Mittel	Ca. 18,8	Ca. 21,6
Hoch	Ca. 2,5	Ca. 2,9
<b>Summe</b>	<b>Ca. 87</b>	<b>100</b>

## 2.11 Schutzgebiete

Der geplante Trassenverlauf schneidet gem. amtlicher Datengrundlagen [XVII] in mehreren Abschnitten als besonders schützenswert ausgewiesene Gebiete (vgl. Plananlage F1-2, Karte 13). Der erhöhte Schutzstatus leitet sich zum einen von naturschutzrechtlichen Kriterien ab (Landschaftsschutzgebiet (LSG), Naturschutzgebiet (NSG), Flora-Fauna-Habitat-Gebiet (FFH)) und zum anderen von hydrologischen Aspekten (Trinkwasserschutzgebiet (WSG), Überschwemmungsgebiet (ÜSG)).

Insgesamt ist mit ca. 25,5 km ein Anteil von ca. 29,2 % der Trasse betroffen. Den größten Anteil davon nehmen die WSG „Stade Süd“, „Tarmstedt“ sowie „Wittkoppenberg“ ein, welche jeweils in der Schutzzone III betroffen sind (ca. 13,8 km bzw. ca. 15,8 %). LSG machen mit ca. 7,4 km (ca. 8,5 %) ebenfalls einen relevanten Anteil aus, während FFH-Gebiete, Überschwemmungsgebiete und Naturschutzgebiete mit jeweils Anteilen von unter 2,5 % nur kleinräumig betroffen sind. Die Betroffenheit der naturschutzrechtlich ausgewiesenen Schutzgebiete ergibt sich in erster Linie durch die Querung von Flüssen bzw. Flussniederungen (z. B. NSG „Steinbeck“, NSG „Ostetal mit Nebenbächen“, NSG „Fischerhuder Wümmeniederung“). Die betroffenen Schutzgebiete liegen demnach in Längsausdehnung vor, wodurch eine Betroffenheit durch das Vorhaben zwar nicht ausgeschlossen, jedoch durch eine kurze Querung minimiert werden kann.

**Tabelle 12: Betroffenheiten von Schutzgebieten im Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [XVII][VII]**

Schutzgebietart	Länge [km]	Anteil [%]
Trinkwasserschutz-gebiet	Ca. 13,8	Ca. 15,8
Landschaftsschutz-gebiet	Ca. 7,4	Ca. 8,5
Flora-Fauna-HabitatGe-biet (FFH)	Ca. 1,8	Ca. 2,0
Überschwemmungsgebiet	Ca. 1,5	Ca. 1,8
Naturschutzgebiet	Ca. 1,0	Ca. 1,1
Summe	Ca. 25,5	Ca. 29,2

### **3 VORHABENBEZOGENE BEEINTRÄCHTIGUNGEN DER BODENQUALITÄT UND FUNKTIONSERFÜLLUNG**

Bedingt durch das Vorhaben sind unterschiedliche Beeinträchtigungen des Bodens zu erwarten, welche diesen in seiner Qualität und seinen Funktionen beeinflussen. Hierbei sind temporäre (baubedingte) Beeinträchtigungen von dauerhaften (anlagebedingten) Beeinträchtigungen zu differenzieren.

#### **3.1 Temporäre Bodenbeeinträchtigungen**

Als temporäre Bodenbeeinträchtigungen zählen im Zuge dieses Vorhabens alle Einwirkungen auf bzw. Eingriffe in den Boden, die zeitlich befristet während der Bauarbeiten geschehen. Dazu zählen die Befahrung mit Baumaschinen, das Anlegen temporärer Baustraßenbefestigungen, die Um- und Zwischenlagerung des Bodens sowie die Entwässerung von Böden durch eine Bauwasserhaltung. Diese Eingriffe sind so zu gestalten, dass die betroffenen Bodenbereiche nach Abschluss der Beanspruchung möglichst zeitnah in ihren ursprünglichen Zustand zurückkehren können. Hierzu werden entsprechende Maßnahmen in Kapitel 4 formuliert, welche das Ziel haben, die Bodenfunktionen bestmöglich zu erhalten. Durch konsequente Umsetzung der Maßnahmen ist nicht oder nur von einer geringen dauerhaften Beeinträchtigung des Bodens in den entsprechenden Bereichen auszugehen.

Da auch alle temporären Bodenbeeinträchtigungen grundsätzlich zu negativen Beeinflussungen des Bodens führen können, sind die betreffenden Eingriffe sowohl räumlich als auch zeitlich auf das absolut notwendige Minimum zu beschränken sowie vorsorgende Maßnahmen zu wählen, welche die Bodenfunktionen vergleichsweise geringfügig und möglichst nicht nachhaltig schädigen [20]. Sofern dennoch schadhafte Bodenveränderungen auftreten, lassen sich diese durch die Umsetzung der in Kapitel 4 dieser Unterlage beschriebenen Maßnahmenvorschläge maßgebend kompensieren. Dazu zählen zum Beispiel die Auffüllung von Versackungen mit Bodenmaterial zur Einebnung des Geländes oder die Auflockerung von verdichteten Oberböden.

##### **3.1.1 Befahrung**

Das Befahren des Bodens entlang der Trasse (genehmigte Zuwegungen) ist für die Durchführung der Bauarbeiten zwar notwendig, die ursprüngliche Bodenfunktionserfüllung muss jedoch bestmöglich erhalten werden. Durch die Befahrung des Bodens besteht insbesondere für feuchte, bindige Böden die Gefahr der Entstehung von Bodenschadverdichtungen. Eine Bodenschadverdichtung geht unter anderem mit einem herabgesetzten Porenraum einher, wodurch die Durchwurzelbarkeit und die Luftkapazität sowie die Wasserdurchlässigkeit des Bodens verringert werden.

Die Bodenfeuchte und somit die Befahrbarkeit und Verdichtungsempfindlichkeit können im jahreszeitlichen Gang erheblich schwanken.

### **3.1.2 Einrichtung temporärer Befestigungen**

Da in vielen Bereichen aufgrund verdichtungsempfindlicher oder nicht tragfähiger Böden eine Befahrung durch Baustellenverkehr ohne zusätzliche Befestigung nicht möglich ist, werden für die Dauer der Bautätigkeiten temporäre Baustraßen und BE-Flächen aus Lastverteilungsplatten, mineralischem Material oder Holzhack-schnitzeln auf dem Ober- oder dem Unterboden angelegt. Diese sollen den Boden durch die Verteilung der vom Baustellenverkehr oder die durch Materiallagerung einwirkenden Lasten vor Bodenschadverdichtungen schützen, führen jedoch selbst zu temporären Beeinträchtigungen. In betroffenen Bereichen entstehen oberflächliche Verdichtungen, welche im Nachhinein durch Lockerung beseitigt werden müssen. Insbesondere mineralische Baustraßen besitzen ein relevantes Eigengewicht, welches vor allem bei wenig tragfähigen Böden zusätzliche Setzungen hervorrufen kann. Beim Einsatz von Fremdmaterialien (z. B. Schotter, Sand, etc.) ist darüber hinaus eine Trennung vom anstehenden Boden durch Geotextil vorzusehen, um eine Vermischung und somit dauerhafte Bodenbeeinträchtigungen zu verhindern.

### **3.1.3 Um- und Zwischenlagerung**

Im Zuge des Anlegens des Rohrgrabens muss Bodenmaterial ausgehoben und in Form von Bodenmieten zwischengelagert werden. Durch den Aushub von Baugruben wird die ursprüngliche Strukturierung des Bodengefüges gestört. Darüber hinaus können durch die ausgeführten Erdarbeiten zudem unterschiedliche Bodenhorizonte vermischt werden. Der Bodenaushub erfolgt daher schichtenkonform nach den angetroffenen Bodenschichten und mit zulässigen Wassergehalten bzw. passender Konsistenz.

Durch die Aushubarbeiten und die Zwischenlagerung in Bodenmieten wird das ursprüngliche Bodengefüge gestört. Zudem wird die ursprüngliche Lagerungsdichte verändert. In Folge der Zwischenlagerung in Mieten ändert sich der Wassergehalt der Böden. Bei bindigen und insbesondere bei organischen Böden (Moorböden) geht dieser Prozess mit einer starken Volumenabnahme einher. Der Sauerstoffzutritt führt bei organischen Böden dazu, dass der zuvor im organischen Material gebundene Kohlenstoff mineralisiert. In Böden, die zuvor unter dem Einfluss von Grundwasser, also unter reduzierenden Verhältnissen standen, können bei der Zwischenlagerung durch die Belüftung Oxidationsprozesse starten. Dadurch werden die ursprüngliche Bodenstruktur und die ursprünglichen bodenchemischen Eigenschaften sowie die Verlagerbarkeit von Stoffen im Sickerwasser verändert.



Im Anschluss der Arbeiten ist der Leitungsgraben wieder schichtenkonform zu verfüllen. Um dauerhafte Bodenbeeinträchtigungen zu vermeiden, besteht hierfür die Voraussetzung eines geeigneten Wassergehalts bzw. einer geeigneten Konsistenz [20].

### **3.2 Dauerhafte Bodenbeeinträchtigungen**

Als dauerhafte Bodenbeeinträchtigung zählen Eingriffe in den Boden, deren Auswirkungen auch nach Abschluss der Bauarbeiten fortbestehen. Im Zuge der dauerhaften Bodenbeeinträchtigungen ist davon auszugehen, dass die Bodenfunktionen in betroffenen Bereichen nachhaltig verändert, bzw. beeinflusst werden. Bei Umsetzung der in Kapitel 4 dieser Unterlage formulierten Maßnahmen können dauerhafte Bodenbeeinträchtigungen zu einem gewissen Anteil kompensiert werden.

Als dauerhafte Beeinträchtigungen des Bodens durch das beschriebene Vorhaben (vgl. A1-1 Erläuterungsbericht PFA, Kapitel 1.3) sind folgende Eingriffe zu werten:

- Dauerhafte Flächenversiegelung (im Bereich der Stationsflächen)
- Einbau von Fremdmaterialien zur Erfüllung von technischen Aufgaben (z. B. Einsandung des direkten Rohrumfelds)
- Volumenverlust und Setzungen durch Bauwasserhaltung

Im beschriebenen Vorhaben entstehen dauerhafte Bodenbeeinträchtigungen in erster Linie im Bereich der Streckenarmaturen. Um das Ausmaß der dauerhaften Bodenbeeinträchtigungen möglichst zu minimieren, werden die entsprechenden Eingriffe räumlich so klein wie möglich gehalten und die Orte so gewählt, dass diese vergleichsweise von geringer Bedeutung für die Bodenfunktionen sind [9]. Dies wurde bereits in der Planung, soweit bautechnisch möglich, berücksichtigt.

#### **3.2.1 Versiegelung**

Durch die Bodenversiegelung wird das Versickerungsvermögen des Bodens unterbunden. Zudem steht der Boden bei oberfluriger Versiegelung nicht mehr anderen Bodenfunktionen wie z.B. der landwirtschaftlichen Nutzung oder als Lebensraum für Bodenlebewesen zur Verfügung. Um das Ausmaß der dauerhaften Bodenbeeinträchtigungen möglichst zu beschränken, sind die entsprechenden Eingriffe räumlich so klein wie möglich zu halten und die Orte so zu wählen, dass diese vergleichsweise von geringer Bedeutung für die Bodenfunktionen sind. Dies gilt besonders in Bereichen, wo nach den Auswertungen in Kapitel 2.9 dieser Unterlage schutzwürdige Böden oder archäologische Verdachtsflächen anstehen.

Dauerhafte Bodenversiegelungen kommen im Trassenverlauf im Bereich der Stationen (Verdichterstation, Zwischenstationen) vor. Dort werden insbesondere die

Zuwegungen befestigt und versiegelt. Tabelle 13 enthält eine Übersicht über die jeweils geplanten Versiegelungen.

**Tabelle 13: Flächen dauerhafter Bodenversiegelung**

<b>Station</b>	<b>Fläche [m²]</b>
Elbe Süd (Molchstation)	Ca. 2.368
Armaturenplatz Deinste	Ca. 1.029
Armaturenplatz Bassen	Ca. 237
Armaturenplatz Haaßel	Ca. 400
Armaturenplatz Wohlerst	Ca. 234
Armaturenplatz Ostereistedt	Ca. 276
Armaturenplatz Bülstedt	Ca. 272
Achim (Molchstation)	Ca. 200
<b>Summe</b>	<b>Ca. 1.860</b>

### **3.2.2 Einbringung von Fremdmaterial**

Zur Erfüllung technischer Aufgaben wird mineralisches Fremdmaterial eingebracht. Dadurch wird natürlich anstehendes Bodenmaterial bereichsweise entfernt und einer ortsfremden Wiederverwertung zugeführt.

Beim Bau der Gasversorgungsleitung wird mineralisches Fremd- und Bodenmaterial voraussichtlich für folgende technische Aufgaben benötigt:

- Sand als Sauberkeitsschicht um das Leitungsrohr
  - Sand wird überall dort eingebaut, wo der anstehende Boden aus technischer Sicht nicht für den Einbau um das Leitungsrohr herum geeignet ist (z. B. Torf) oder nicht in geeigneter Weise aufbereitet werden kann.
  - Unter der Annahme, dass der Rohrgraben mit einem Böschungswinkel von 45° errichtet wird, wird ein Volumen von rund 3,5 m³ Fremdmaterial pro laufendem Meter Rohrgarben erforderlich. Wird der Graben mit einem Böschungswinkel von 60° errichtet, werden nur rund 2,7 m³ Fremdmaterial pro laufendem Meter benötigt. In gespundeten Abschnitten beträgt das Volumen mindestens 2,96 m³ pro laufendem Meter.

- Unter Berücksichtigung der technischen und bodenkundlichen Rahmenbedingungen kann je nach Böschungswinkel des Rohrgrabens entlang der Trasse von einem Gesamtbedarf an Sand von insgesamt ca. 173.994 - 217.099 m<sup>3</sup> ausgegangen werden (vgl. Anhang 2). Dabei wurde ein konservativer Berechnungsansatz gewählt (Austausch des anstehenden Bodens in allen Leitbodentypen außer „Geest (sandig)“). Sofern vor Ort festgestellt wird, dass das ausgebaute Bodenmaterial abschnittsweise dennoch für die Einsandung geeignet sind, reduzieren sich die angegebenen Werte.
- Bentonit als Zuschlagsstoff für Bohrspülsuspensionen für HDDs
- Filterkies für Drainagen

### 3.2.3 Volumenverlust und Setzungen durch die Wasserhaltung

Während der Bauphase wird im Bereich des Leitungsgrabens eine Bauwasserhaltung betrieben, um die Baugruben trocken zu halten (vgl. Antragsunterlage E2-1: Erläuterungsbericht Wasserrechtliche Anträge). Dabei kommt üblicherweise entweder eine offene Bauwasserhaltung zur Abführung des Tagwassers zum Einsatz oder eine geschlossene Bauwasserhaltung mittels KleinfILTERbrunnen oder eingegräbter Horizontal drainagen, die bis unter die Baugrubensohle eingebracht werden. Die Wasserhaltungsanlagen werden mit Vakuumpumpen betrieben, welche den Grundwasserstand im Baufeld auf die gewünschte Tiefe absenken. Dabei wird innerhalb des Absenktrichters der Entnahmestelle der anstehende Baugrund entwässert. Durch die Entwässerung des Baugrundes kommt es zum Wegfall des Auftriebs auf die zuvor unter Auftrieb stehenden Bodenschichten. Die darunter anstehenden Bodenschichten erfahren so während der Bauphase eine erhöhte Auflast aus den darüber anstehenden Bodenschichten. Bei setzungsempfindlichen Böden kann dies zu Geländesetzungen im Bereich der Absenktrichter führen, die wiederum in Geländedepressionen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen und Setzungsschäden an benachbarten Gebäuden und Straßen resultieren können.

Eine andere Gefahr geht durch die Volumenabnahme (Schrumpfung) von bindigen Böden aus. Tonhaltige bindige Böden neigen bei längerer Grundwasserabsenkung durch beginnende Austrocknung zu Schrumpfungen. Durch diese Volumenabnahme resultieren an der Erdoberfläche außerhalb der Baugrube weitgehend irreversible Setzungen. Dadurch können auf landwirtschaftlichen Nutzflächen Geländedepressionen entstehen, in denen sich vermehrt Stauwasser bildet. Im Absenktrichter befindliche Bauwerke oder Straßen können durch die Austrocknung und Schrumpfung von bindigen Böden ebenfalls Setzungsschäden entwickeln. Besonders empfindlich auf Entwässerungsmaßnahmen reagieren Moorböden und organische Weichschichten. Durch die Entwässerung werden neben der Volumenabnahme durch Austrocknung zusätzlich Mineralisierungsprozesse durch

Sauerstoffzutritt in Gang gesetzt. Organische Substrate werden abgebaut und gehen dauerhaft verloren. Wasserhaltungsmaßnahmen sind daher zeitlich und in der Entnahmetiefe und Flächeninanspruchnahme auf das erforderliche Maß begrenzt.

### **3.2.4 Abfuhr und Verwertung von überschüssigem Boden**

Sowohl durch das Leitungsrohr als auch durch den ggf. eingebauten Sand entstehen Überschussbodenmassen, die verwertet werden müssen.

- Durch das Leitungsrohr entsteht rechnerisch ein Verdrängungsvolumen von 1,54 m<sup>3</sup> pro laufendem Meter.
- Sofern zusätzlich der um die Leitung anstehende Boden durch Sand ausgetauscht wird, beträgt das überschüssige Bodenvolumen in Regelbauweise bei einer Böschung mit 45° ca. 5,0 m<sup>3</sup> pro laufendem Meter und bei einer Böschung mit 60° ca. 4,2 m<sup>3</sup> pro laufendem Meter. Im Falle einer Spundung beträgt der Überschuss mindestens 4,5 m<sup>3</sup> pro laufendem Meter.
- Unter Berücksichtigung der technischen und bodenkundlichen Rahmenbedingungen kann je nach Böschungswinkel des Rohrgrabens entlang der gesamten Trasse mit einem Überschussbodenvolumen von insgesamt ca. 251.623 – 275.417 m<sup>3</sup> ausgegangen werden.

Während des Rückbaus kann der Boden zwar mit einer gewissen Überhöhung eingebaut werden, um Setzungsprozesse auszugleichen, dennoch kann überschüssiges Material anfallen (vgl. Kapitel 4.2.3 dieser Unterlage). Überschüssiger Boden ist nach Feststellung seiner Stoffkonzentrationen in Materialklassen zu deklarieren und gem. der ErsatzbaustoffV oder BBodSchV fachgerecht zu entsorgen und einer ortsfremden Wiederverwertung zuzuführen [18].

## **4 BODENSCHUTZMAßNAHMEN IN DER BAUPHASE**

### **4.1 Bodenkundliche Baubegleitung**

Das oberste Ziel des Bodenschutzes beim Bauen ist die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der natürlichen Funktionen der Böden ([29]: Kap II B, S. 5), [31]: Kap. 3.1, S.15, [32]: Kap. 5.3, S. 14, [33]: Kap. 4.2, S. 12.). Um dieses Ziel zu erreichen, müssen unnötige und übermäßige Bodenbelastungen, -verdichtungen und Störungen der natürlichen Bodenstruktur, Vermischung von Horizontierung bzw. Schichtung sowie stoffliche Belastungen im Zuge der Baumaßnahmen vermieden werden. Behinderungen des Bauablaufs aufgrund empfindlicher Böden oder schlechter Witterungsbedingungen können durch geeignete Planung und technische Maßnahmen ggf. im Vorfeld oder in situ im Zuge der Baustellenplanung ausgeglichen werden. Dabei führt die konsequente Anwendung bodenschonender Arbeitsweisen zu einer optimalen Auslastung auf der Baustelle und kann das Bauzeitenfenster, in dem witterungsbedingt bodenschonendes Arbeiten möglich ist, verlängern.

Um dieses Ziel umzusetzen, wird für das Bauvorhaben eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) eingesetzt. Während des Baus sorgt die BBB für die Einhaltung des Bodenschutzes, bzw. berät hinsichtlich möglichst schonender Arbeitsweisen im Rahmen des Bodenmanagements (Bodenabtrag, Bodentrennung, Zwischenlagerung, Wiedereinbau, Rekultivierung) [16] [22].

Im Hinblick auf das Befahren des Bodens wird ein Maschinenkataster als vorsorgendes Instrument des mechanischen Bodenschutzes in Kombination mit einem Umweltmonitoring (Niederschlag/Bodenfeuchte) genutzt werden. Dazu werden die zum Einsatz kommenden Fahrzeugtypen aller beteiligten Auftragnehmer der bodenkundlichen Baubegleitung vor Beginn der Baumaßnahme zur Verfügung gestellt, damit diese frühzeitig die Einsatzbereiche der Maschinen ermitteln kann.

Im Zuge der BBB wird durch kontinuierliche Bodenwasserspannungs- und Niederschlagsmessungen der wasserspannungsabhängige mechanische Zustand des Bodens, auch unter Berücksichtigung der aktuellen Witterungsverhältnisse und der kleinräumigen Belastungshistorie einzelner Flurstücke, ermittelt werden. Ein solches Monitoring ermöglicht der BBB die Einschätzung kritischer Witterungs- und Bodenfeuchteverhältnisse (Konsistenz bindiger Böden) sowie der Verdichtungsgefährdung aller Maschinen und die Bewertung bodenschonender Arbeiten, auch in situ, während des Bauprozesses. Daraus abgeleitete sinnvolle Alternativen zu besonders kritischen Maschinen, ungünstigen Witterungsbedingungen oder Arbeitsabläufen können dazu beitragen, möglichst ohne temporäre Bauunterbrechung bodenschonend weiterzubauen.

Folgende Aufgaben werden durch die bodenkundliche Baubegleitung im Projektablauf übernommen:

- Analyse vorhandener Bodendaten und Durchführung bzw. Auswertung von Vorerkundungen (z.B. Bodenkartierung).
- Beratung des Bauherrn in allen Fragen des Boden- und Gewässerschutzes.
- Abstimmung des Boden- und Gewässerschutzes mit den zuständigen Behörden und baubegleitende Erstellung von Boden-Gewässerschutzplänen.
- Durchgehende Begleitung der bauvorbereitenden Maßnahmen und der Bau-  
maßnahmen als örtliche Bauüberwachung mit Umweltmonitoring (Boden  
und Wasser) und Begutachtung und Dokumentation hinsichtlich der Einhal-  
tung aller gesetzlichen Schutzvorgaben.
- Teilnahme und Beratung bei Baubesprechungen und Unterrichtung des  
Baustellenpersonals über die Bodenschutzmaßnahmen.
- Kontrolle des sachgerechten Maschineneinsatzes (Befahrbarkeit, Tabuflä-  
chen, Baustraßen, Überfahrten (Logistik)).
- Teilnahme an Bauabschnittsbesprechungen (Vorgehensweise im aktuellen  
Bauabschnitt).
- Vorgabe und Kontrolle des Bodenmanagements (sachgerechter Ausbau,  
Zwischenlagerung, Wiedereinbau) (Einbaukontrollen).
- Abschätzung von Drainageerfordernissen im Rahmen der Wasserhaltung auf  
Grundlage der vorhandenen Boden- und Grundwasserverhältnisse.
- Kontrolle der Gewässergüte und der Wasserhaltung (ggf. mittels Kurzzeit-  
pegel zur Beweissicherung).
- Begutachtung und Untersuchung von Erdbaustoffen (Materialkontrollen,  
Eignungsprüfungen, Materialwerte).
- Beweissicherung im Schadensfall (Feldmessungen, Probenahmen, Stellung-  
nahmen) und Meliorationsvorschläge.
- Empfehlungen zur sachgerechten Rekultivierung und Beratung zur Folgebe-  
wirtschaftung.
- Dokumentation aller bodenrelevanten Belange (Bauberichte, Fotodokumen-  
tation, Abnahmeprotokolle, etc.)
- Mediation bei Gesprächen/Konflikten mit Eigentümern/Pächtern/Behörden.

Um diese Aufgaben qualifiziert übernehmen zu können, werden umfangreiche Fachkenntnisse benötigt. Die Qualifikation der bodenkundlichen Baubegleitung sollte deshalb ein geo- oder umweltwissenschaftliches Studium und entsprechende Kenntnisse in Bodenkunde bzw. Bodenschutz und Hydrologie sowie entsprechende einschlägige praktische Projekt- bzw. Baustellenerfahrung umfassen. Von besonderer Bedeutung sind dabei umfangreiche Kenntnisse der Bodengenese, -verbreitung, -klassifikation, -kartierung und -ansprache, der Bodenphysik und -mechanik, insbesondere in den Bereichen Bodenverdichtung, Bodenwasserhaushalt sowie Probenahme- und Untersuchungsverfahren. Weiterhin müssen den eingesetzten

Personen die entsprechenden aktuellen gesetzlichen Bestimmungen und technischen Regelwerke bekannt sein.

Im Folgenden sind die maßgeblichen Vorgehensweisen gemäß DIN 19639 [20] im Rahmen der Realisierung des Vorhabens beschrieben.

## **4.2 Bodenmanagement**

Im Zuge der tiefbaulichen Arbeiten können Bodenvermischungen und/oder Verdichtungen durch nicht fachgerechten Bodenabtrag, Zwischenlagerung und Wiederherstellung zu erheblichen Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen und der landwirtschaftlichen Folgenutzung führen (Infiltration, Befahrbarkeit, Bodenfruchtbarkeit). Grundsätzlich sind bei allen Erdarbeiten die DIN 19731 [18], DIN 19639 [20] und die DIN 18915 [19] zu beachten.

Durch die im Vorfeld durchgeführten bodenkundlichen Aufnahmen [XX] wird u. a. abgeleitet wie die Bodentrennung durchgeführt werden muss, um einen umfassenden vorsorgenden Bodenschutz zu gewährleisten. Dies schließt die getrennte Zwischenlagerung der Aushubmassen sowie den schichtenkonformen Wiedereinbau relevanter Bodenhorizonte am Entnahmeort mit ein.

Die entlang des Rohrgrabens anfallenden Volumina an Aushubböden ergeben sich aus den Dimensionierungen des Grabens (vgl. Kapitel 1.3.3 dieser Unterlage) sowie der Berücksichtigung eines Auflockerungsfaktors. Aus diesen Informationen wurden die anfallenden Volumina an Ober- und Unterboden berechnet. Auf Grundlage der anfallenden Bodenvolumina und der in Kapitel 4.2.2 dieser Unterlage beschriebenen zulässigen Mietenhöhen, werden die erforderlichen Lagerflächen für Bodenmieten überschlägig berechnet (vgl. Anhang 2 dieser Unterlage). Die empfohlenen Maßnahmen zum bodenschonenden Bodenmanagement sind in den folgenden Kapiteln (4.2.1 - 4.2.3 dieser Unterlage) beschrieben.

### **4.2.1 Bodenabtrag**

Im Zuge der Bauarbeiten ist es zeitlich und räumlich an verschiedenen Stellen erforderlich Boden abzutragen und auszuheben. Zum einen ist dies in allen Abschnitten erforderlich, in denen die Verlegung des Leitungsrohrs in offener Bauweise erfolgt, um den Rohrgraben anzulegen. Zum anderen wird Oberboden auch außerhalb des Rohrgrabenbereichs zur Befahrung (innerhalb des Arbeitsstreifens) abgetragen. In Tabelle 14 sind die entspr. Volumina getrennt nach Leitbodentyp und Tiefenlage zusammengefasst (vgl. Anhang 1).

**Tabelle 14: Berechnung des Bodenaushubs je Leitbodentyp**



Leitbodentyp	Schichtung	Volumen gesamt [m <sup>3</sup> ] <sup>1</sup>
Marschböden	Oberboden <sup>3</sup>	2.653
	B-Boden <sup>3</sup>	9.024
	C-Boden <sup>3</sup>	27.120
Geestböden (sandig)	Oberboden <sup>2</sup>	158.338
	B-Boden <sup>3</sup>	53.025
	C-Boden <sup>3</sup>	127.613
Geestböden (bindig)	Oberboden <sup>2</sup>	398.452 - 432.476
	B-Boden <sup>3</sup>	119.041 - 168.402
	C-Boden <sup>3</sup>	251.698 - 323.841
Flachgründige Moore	Oberboden <sup>3</sup>	10.927 - 15.073
	B-Boden <sup>3</sup>	19.262 - 25.997
	C-Boden <sup>3</sup>	45.413 - 55.255
Tiefgründige Moore	Oberboden <sup>3</sup>	2.918 - 3.456
	B-Boden <sup>3</sup>	8.170 - 8.305
	C-Boden <sup>3</sup>	6.059 - 7.672
Plaggenesche	Oberboden <sup>2</sup>	16.249 - 16.990
	B-Boden <sup>3</sup>	2.474 - 3.556
	C-Boden <sup>3</sup>	1.855 - 2.783
Summe	Gesamt	1.260.290 – 1.441.578

<sup>1</sup> Kleinere Angabe: Böschungswinkel Rohrgraben = 60°;  
Größere Angabe: Böschungswinkel Rohrgraben = 45°

<sup>2</sup> Bodenabzug im gesamten Arbeitsstreifen

<sup>3</sup> Bodenaushub/-abzug nur im Rohrgrabenbereich

Grundsätzlich erfolgt der Bodenabtrag bzw. -aushub im Rohrgraben- und Baugrubenbereich. Darüber hinaus erfolgt ein Oberbodenabtrag bei entsprechender Stabilität des anstehenden Bodens auch im Bereich der Bodenlager sowie der Fahrspur innerhalb des Arbeitsstreifens (bis zu einer Mächtigkeit von maximal 0,4 m; vgl. Kapitel 1.3.4 dieser Unterlage). Letzteres gilt für die Leitbodentypen „Geest (sandig)“, „Geest (bindig)“ und „Plaggenesch“ (vgl. Plananlage F1, Karte 14). In den Leitbodentypen „Marsch“, „Flachgründige Moore“ und „Tiefgründige Moore“ wird der Oberboden nicht abgetragen, sondern temporäre Befestigungen sowie Bodenlager werden auf dem Oberboden errichtet.

Die durchzuführenden Bodenabtragsarbeiten werden durch die bodenkundliche Baubegleitung überwacht und ggf. optimiert. In Abhängigkeit von den Gegebenheiten vor Ort werden dabei folgende Punkte beachtet:

- Überprüfung der Baustellenerschließung und Bautechnik in Abhängigkeit von den zu erwartenden Böden, der aktuellen Bodenfeuchte und Witterung (BE-Flächen, Baustraßen, Zwischenlagerflächen, Maschinenwahl, etc.).



- Bodenabtrag nur im geplanten / genehmigten Bereich.
- Einzusetzende Maschinen für den Erdbau sollten nach ihrem letzten Baustelleneinsatz gereinigt sein, um Einträge von kontaminiertem mineralischem Material (bspw. mit invasiven Pflanzenarten) zu vermeiden
- Bindige Böden sollten beim Eingriff möglichst trocken sein (höhere Stabilität, geeignete Konsistenz). Grundsätzlich sollen bei gesättigten Oberbodenverhältnissen keine Erdarbeiten in bindigen Böden stattfinden [20]. Bis Konsistenzbereich ko3 kann der Oberbodenabtrag (in Abstimmung mit der BBB) rückschreitend erfolgen.
- Abtragsarbeiten werden rückschreitend mit Kettenbaggern (Kettenbreite  $\geq 700$  mm) oder Radbaggern, sofern sie die in Kapitel 4.10.2 (Bodenschutzkonzept) angegebenen Kontaktflächendrücke einhalten durchgeführt (abhebend, nicht schiebend [18]).
- Oberboden wird im Rohrgrabenbereich in seiner gesamten Mächtigkeit abgezogen. Sofern ein Oberbodenabtrag auch abseits des Rohrgrabens stattfindet, erfolgt dies bis zu einer Mächtigkeit von maximal 0,4 m u. GOK. Die in den Bodenschutzplänen (vgl. Plananlage F1, Karte 14) angegebenen Mächtigkeiten und Horizontgrenzen zur Bodentrennung sind als Durchschnittswerte zu verstehen und können lokal abweichen. Konkrete, kleinräumig differenzierte Angaben zur Bodentrennung können den baubegleitend durch die BBB erstellten Boden- und Gewässerschutzplänen entnommen werden.
- Auf den Oberbodenabtrag im Bereich der Fahrspur kann verzichtet werden, wenn die maximale Beanspruchungsdauer sechs Monate nicht überschreitet (vgl. DIN19639 [20]) und der Schutz des Bodens gegenüber physikalischen Beeinträchtigungen (insb. Verdichtung) durch geeignete Lastverteilungsmaßnahmen gewährleistet wird (vgl. Kapitel 4.10.2 dieser Unterlage). Dies wird baubegleitend durch die BBB überwacht.
- Wo parallel verlaufend mit anderen Bestandsleitungen, wird der Oberboden (innerhalb des(r) Bestandsschutzstreifen(s)) nicht abgetragen.
- Die Aushublagerung auf dem Oberboden darf nicht zur Vermischung mit dem Oberboden führen. Grünland ist vor Lagerung des Aushubs zu mulchen.
- Bodenabtrag erfolgt immer horizont-/schichtweise (Ober-, Unterboden, Untergrund (vgl. DIN19371 [18])); Trennung bei deutlichem Wechsel der vertikalen Abfolge von Bodeneigenschaften (vgl. DIN19639 [20]), bspw. Grundwassereinfluss bei Gleyböden: Trennung von Go- und Gr-Horizonten). Die geplante Bodentrennung für jeden Leitbodentyp ist in Tabelle 4 angegeben.
- Es erfolgt ein gesonderter Umgang mit schadstoffbelasteten Böden (Entsorgung; vgl. Kap. 4.5 dieser Unterlage).

#### 4.2.2 Zwischenlagerung

Ein Bodenabtrag bedingt an anderer Stelle die zeitlich begrenzte Zwischenlagerung des entnommenen Materials in Form von Bodenmieten. In Tabelle 15 sind die entspr. Volumina getrennt nach Leitbodentyp und Tiefenlage unter Berücksichtigung eines Auflockerungsfaktors (1,19 [67]) zusammengefasst (vgl. Anhang 1).

**Tabelle 15: Berechnung der insgesamt zwischenzulagernden Bodenmengen je Leitbodentyp**

Leitbodentyp	Schichtung	Volumen inkl. Auflockerungsfaktor 1,19 [m³] <sup>1</sup>
Marschböden	Oberboden	3.156
	B-Boden	10.738
	C-Boden	32.273
Geestböden (sandig)	Oberboden	188.422
	B-Boden	63.100
	C-Boden	151.859
Geestböden (bindig)	Oberboden	474.158 - 514.646
	B-Boden	141.659 - 200.399
	C-Boden	299.521 - 385.371
Flachgründige Moore	Oberboden	13.003 - 17.937
	B-Boden	22.921 - 30.936
	C-Boden	54.041 - 65.753
Tiefgründige Moore	Oberboden	3.472 - 4.112
	B-Boden	9.722 - 9.882
	C-Boden	7.210 - 9.130
Plaggenesche	Oberboden	19.336 - 20.218
	B-Boden	2.944 - 4.232
	C-Boden	2.208 - 3.312
Summe	Gesamt	1.499.745 – 1.715.478

<sup>1</sup> Kleinere Angabe: Böschungswinkel Rohrgraben = 60°;  
Größere Angabe: Böschungswinkel Rohrgraben = 45°

Im Zusammenhang mit der Zwischenlagerung sind folgende Punkte zu beachten:

- Möglichst in einem Arbeitsgang Boden abtragen und seitlich ablegen.
- Längere Transportwege und Umlagerungen vermeiden.
- Trapezförmig profilierte Mieten möglichst direkt auf benachbarten Oberböden bzw. Unterböden anlegen.

- Schütthöhe Unterbodenmieten maximal 3 m (ggf. geringer), Oberbodenmieten bis 2 m [18]. Bei instabilen Bodenverhältnissen sollte die Mietenhöhe reduziert werden, um den Überlagerungsdruck möglichst gering zu halten.
- Bei längerer Lagerzeit mineralischer Böden sollen die Depots gut durchlüftet sein (möglichst trockene Schüttung).
- Mieten aus organischem Bodenmaterial sind mit Planen wasserundurchlässig abzudecken und vor Austrocknung zu schützen.
- Mieten und Baubedarfsflächen nach Möglichkeit nicht auf gering tragfähigen und dauerhaft vernässten Böden (moorige und anmoorige Böden) anlegen.
- Bei erforderlicher Beanspruchung von organischen Böden, lastverteilende Maßnahmen ergreifen und Boden im Vorfeld drainieren. Beanspruchung organischer Böden sind zeitlich und räumlich auf das erforderliche Maß zu reduzieren [20].
- Getrennte Lagerung von Ober- und Unterboden gem. Regelarbeitsstreifen (vgl. Kapitel 1.3.4 dieser Unterlage). Ein ggf. vierter Horizont, der auf der Aushubseite keinen Platz findet, wird seitlich zur Oberbodenmiete auf der Arbeitsseite gelagert. Substratvermischungen sind zu vermeiden.
- Im Bereich der Obstbauflächen ist eine geringe Überlappung der B-Bodenmiete und der C-Bodenmiete zulässig, um eine zusätzliche Verringerung der Arbeitsstreifenbreite und damit eine Minimierung des Eingriffs in die Wirtschaftsflächen zu erzielen. Hierbei wird zunächst die B-Bodenmiete angelegt und mit der Baggerschaufel profiliert. Anschließend wird der ausgehobene C-Boden direkt an die profilierte B-Bodenmiete und somit überlagernd abgelegt. Die Profilierung ermöglicht eine saubere Trennung beider Mieten im Zuge des Rückbaus und damit eine schichtengetreue Wiederverfüllung des Rohrgrabens. Das Vorgehen ist mit der BBB abzustimmen.
- Bei einer Lagerung von länger als zwei Monaten Zwischenbegrünung vorsehen (unmittelbar nach Aufschütten der Miete; DIN 19731 beachten [18]). Gem. DIN 18915 [19] sind Saatgutmischungen mit tiefwurzelnden, wasserzehrenden und gegebenenfalls winterharten Pflanzen zu verwenden, z. B. Luzerne, Roggen, Lupine, Ölrettich, Senf.
- Mineralische Fremdmaterialien und Bauabfälle werden in separaten Mieten zwischengelagert und nicht mit dem Bodenaushub vermischt.
- Mieten nicht in Muldenlage anlegen.
- Ggf. Entwässerung einrichten.
- Mieten nicht befahren.

### **4.2.3 Wiederherstellung**

Die Wiederherstellung des Bodens muss ebenso fachgerecht erfolgen wie der Aus-  
hub und die Zwischenlagerung, um in möglichst kurzer Zeit eine Regeneration des  
in seinen Funktionen beeinträchtigten Bodens zu erreichen. Wenn ortsfremder Bo-  
den zugeführt wird (z. B. Sand oder Austausch- bzw. Andeckungssubstrat) muss  
dessen Eignung hinsichtlich der physikalischen und chemischen Eigenschaften so-  
wie die Schadstofffreiheit im Vorfeld nachgewiesen sein (vgl. Kapitel 4.4 dieser  
Unterlage). Auch der fachgerechte Rückbau von bauzeitlich anderweitig genutzten  
Flächen (z. B. Materiallager, befestigte Baustraßen, Zuwegungen) ist in diesem  
Zusammenhang von Bedeutung.

Folgende Punkte sind im Themenbereich Wiederherstellung relevant:

- Erdarbeiten können (in Abstimmung mit der BBB) bis Konsistenzbereich ko3 (vgl. DIN19639 [20]) des umzulagernden Materials stattfinden.
- Bodenhorizonte/ -schichten (Ober und Unterboden) sowie Grundwasser-  
deckschichten werden in ursprünglicher Tiefenlage schichtenkonform wieder  
eingebaut.
- Vermeidung übermäßiger Verdichtung oder Verschmierung des Unterbo-  
dens.
- Nach Wiederverfüllung der Baugrube mit dem Bodenaushub und dessen  
strukturschonender Verdichtung sollte die Lagerungsdichte und Durchläs-  
sigkeit weder höher, noch geringer als die des natürlicherweise anstehenden  
Bodens sein.
- Das Befahren von Bodenmieten ist insbesondere bei bindigen Böden zu ver-  
meiden.
- Das Unterbodenplanum ist wie folgt zu erstellen: Rückverdichtung mittels,  
wo erforderlich neigbarer, Baggerschaufel (keine Schaffuß- oder Graben-  
walze, insb. keine Vibration), B-Bodenplanum nötigenfalls mit Kettenfahr-  
zeugen mit geringen Kontaktflächendrücken befahren und nicht glattstrei-  
chen.
- Oberbodenplanum: Befahren mit Kettenfahrzeugen. Leichte Überhöhung bei  
bindigen Böden einplanen, um dem Boden eine natürliche Setzung zu er-  
möglichen und spätere Geländedepressionen zu vermeiden.
- Ggf. Wiederherstellung von Gräben oder Grütten.
- Oberbodenaushub möglichst nicht abfahren, sondern Vorort wiederverwer-  
ten.

- Sollte in Ausnahmefällen Oberboden zur ordnungsgemäßen Wiederverfüllung fehlen, muss das ortsfremde Substrat bzgl. Zusammensetzung und Textur der Qualität des Bodens im Bereich der Auffüllung entsprechen und im Hinblick auf seine Eignung gem. Anforderungen der BBodSchV zertifiziert sein.
- Dokumentation des Bodenzustandes nach der Rekultivierung durch begleitende Untersuchungen (Horizontmächtigkeiten, Substratvermischungen, Verdichtungen; sog. Einbaukontrolle).

Durch die Verlegung der Leitung und ggf. den Einbau von Sand entstehen Überschussbodenmengen (vgl. Kapitel 3.2.4 dieser Unterlage). Im Sinne des Bodenschutzes sowie der Abfallvermeidung sollten die entsprechenden Überschussvolumina unmittelbar vor Ort verwertet und nicht entsorgt werden. Um späteren Setzungen entgegenzuwirken, kann der Boden bei der Rückverfüllung des Rohrgrabens mit einer Überhöhung eingebaut werden. Diese sollte jedoch eine Höhe von 0,15 m nicht überschreiten, da ansonsten eine problemlose Flächenbewirtschaftung durch landwirtschaftliche Maschinen nicht mehr gewährleistet werden kann. Um die Überhöhung zu reduzieren, kann bei Vorliegen entsprechender Eignung überschüssiges Bodenmaterial alternativ auf einer größeren Fläche (auf dem Unterboden oder Untergrund, je nach Materialeignung) aufgebracht werden. Hierzu wird der vorhandene Boden einseitig oder beidseitig des Rohrgrabens bedarfsweise abgetragen, das entspr. Bodenmaterial aufgetragen und das vorab abgetragene Bodenmaterial wieder aufgetragen. Dies erfolgt nur, wenn eine vergleichbare Textur vorliegt und insb. nicht, wenn bindiges Überschussmaterial auf sandiges Bodenmaterial aufgebracht werden würde, um keine Stauschichten zu verursachen. Überschussbodenmaterial, welches nicht vor Ort verwertet werden kann wird gem. geltender Vorschriften fachgerecht entsorgt (vgl. Kapitel 4.5 dieser Unterlage).

Die jeweils erforderlichen Flächen lassen sich aus den zu erwartenden Überschussvolumina sowie der zulässigen Überhöhung berechnen (bezogen auf das gesamte Überschussbodenmaterial aus B- und C-Boden; vgl. Tabelle 16).

Zum aktuellen Zeitpunkt ist es nicht bekannt, bis zu welcher Maximalbreite dieses Vorgehen tatsächlich stattfinden wird, daher dient die Berechnung an dieser Stelle lediglich als Anhaltspunkt.

**Tabelle 16: Rechnerische Ermittlung der erforderlichen Fläche für die Verwertung von Überschussbodenvolumina durch flächige Verteilung im Arbeitsstreifen**

Boden- austausch/ Einsandung	Verdrängung durch	Böschungs- winkel Rohrgraben	Überschuss- volumen [m³/lfd. m]	Rechnerische Überhöhung im Grabenbe- reich [m] <sup>1</sup>	Erforderli- che Fläche <sup>2</sup> (ohne Rohr- graben) [m²/lfd. m]
Offener Rohrgraben					
Nein	Leitungsrohr	45°	1,54	0,21	10,3 (2,9)
		60°	1,54	0,31	10,3 (5,3)
Ja	Leitungsrohr + Einsandung	45°	5,0	0,68	33,3 (25,9)
		60°	4,2	0,84	28,0 (23)
Spundung					
Nein	Leitungsrohr	-	1,54	0,62	10,3 (7,8)
Ja	Leitungsrohr + Einsandung	-	4,5	1,8	30 (27,5)

<sup>1</sup> Bei Verteilung des Überschussvolumens ausschließlich im Rohrgrabenbereich (Breite 60°=5,0 m; Breite 45°=7,4 m; Breite Spundung=2,5 m)

<sup>2</sup> Zur Reduzierung der Überhöhung auf 0,15 m durch Verteilung des Überschussbodens auf dem Unterboden rechts und links neben dem Rohrgraben

### 4.3 Vermeidung von Erosion

Im Rahmen der einzelnen Baumaßnahmen und den sonstigen Flächeninanspruchnahmen wird in Teilen die bestehende Vegetation (bspw. Grasnarbe) beeinträchtigt bzw. komplett zerstört (bspw. im Bereich von langfristig angelegten Baustreifen oder bei tiefbaulichen Eingriffen).

Grundsätzlich sind frisch rekultivierte Böden nach Abschluss der Baumaßnahmen besonders erosionsanfällig. Aus diesem Grund ist eine zügige Ansaat unabdingbar (vgl. auch Kapitel 4.18 dieser Unterlage), damit sich möglichst schnell eine schützende Vegetationsdecke bildet, welche die Gefahr der Erosion verringert. Auch beim Anlegen von Bodenmieten können Formen der Bodenerosion auftreten und müssen entsprechend berücksichtigt werden.

Folgende Punkte sind im Themenbereich Vermeidung von Erosion für den Trassenverlauf relevant (vgl. u. a. auch Empfehlungen des UBA [26] [27]):

- Gewährleistung einer möglichst kurzen Zeit ohne Bodenbedeckung der betroffenen Bereiche (schnelle Ansaat).
- Verkürzung der erosiven Angriffslänge mittels Teilflächenbearbeitung; gezielte Querrillenbearbeitung.
- Im Bereich von Ackerflächen sollte bei größeren betroffenen Flächen die Ansaat einer Zwischenfrucht geprüft werden.
- In Rücksprache mit der BBB: Ggf. Zuführen von organischer Substanz, ggf. Strukturkalkung (Fördern und Erhalten der Bodenstruktur).

- Bei längerfristigem Anlegen von Bodenmieten in erosionsgefährdeten Bereichen (insbesondere Winderosion):
  - Begrünung der Oberbodenmieten (die entsprechende Saadmischung wird in Rücksprache mit der bodenkundlichen und umweltfachlichen Baubegleitung festgelegt).
  - Abdeckung von Unterbodenmieten und rein organischen Substraten (bspw. Geotextil, Silofolie).
  - Befeuchtung des Bodens.
  - Nach Möglichkeit keine ungeschützten Zwischenstände während des Winterhalbjahres.

## 4.4 Mineralisches Fremdmaterial

Im Rahmen der Baumaßnahme kommt es zum Einsatz von unterschiedlichen Arten an Fremdmaterial. Es handelt sich hierbei um Material, welches zur Erfüllung technischer Vorgaben dient (z. B. Sande für die Sauberkeitsschicht) und um Material, welches zur Beseitigung von möglichen Baumängeln (z. B. Versackungen) aufgetragen wird und die natürliche Bodenfunktionen übernehmen soll. In beiden Fällen wird das Ein- und Aufbringen von Material durch die bodenkundliche Baubegleitung überwacht, bilanziert und dokumentiert.

### 4.4.1 Einbau von Fremdmaterial zur Erfüllung technischer Vorgaben

Bei der Verwendung von mineralischem Fremdmaterial, welches dauerhaft im Bereich unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht eingebaut werden soll, ist vorab eine Eignung nach § 19 Abs. 1 Nr. 2 der ErsatzbaustoffV nachzuweisen. Hierzu muss das Material die Materialwerte der Klassen BM-0/0\* der Ersatzbaustoffverordnung erfüllen. Dadurch werden nachteilige Veränderung der Grundwasser- und Bodenbeschaffenheit ausgeschlossen [2] [6]. Nach § 21 Abs. 3 ErsatzbaustoffV ist der Einsatz von Stoffen oder Materialklassen, die nicht in der Ersatzbaustoffverordnung geregelt sind, nur auf Antrag mit Genehmigung nach einer einzelfallbezogenen Prüfung durch die zuständige Untere Abfall- und Bodenschutzbehörde zulässig.

Eignungszertifikate werden durch die bodenkundliche Baubegleitung im Vorfeld des Einsatzes auf die vorgegebenen Anforderungen hin geprüft. Über Lieferscheine wird der Einbau dokumentiert und kann der zuständigen Behörde auf Verlangen vorgelegt werden. Zusätzlich ist vor Anlieferung des Fremdmaterials nachzuweisen, dass das Bodenmaterial den bautechnischen Anforderungen in Hinblick auf die Korngrößenverteilung und den bodenphysikalischen Eigenschaften entspricht.



Zum aktuellen Zeitpunkt liegen noch keine Informationen vor, von welchen Herstellern/Zulieferern die Fremdmaterialien stammen, die während der Bauphase zum Einsatz kommen.

#### **4.4.2 Einbau von Fremdmaterial in die durchwurzelbare Bodenschicht landwirtschaftlich genutzter Flächen**

Sollte in Folge von baubedingten Bodenschäden oder Versackungen ein Austausch oder das Aufbringen von Material notwendig werden, muss die Eignung des Materials im Vorfeld nachgewiesen sein, um schädliche Bodenveränderung und eine Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen laut BBodSchG zu vermeiden. Gemäß § 6 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchV bzw. § 7 Abs. 2 der BBodSchV sind vor dem Auf- und Einbringen die notwendigen Untersuchungen der Materialien für ihre Eignung nachzuweisen. Hierfür gelten unter anderem die Vorgaben der Anlage 1, Tabelle 1 und 2 der BBodSchV oder der Anlage 1 Tabelle 3 der ErsatzbaustoffV.

Das zum Auftrag oder Austausch genutzte Material muss hinsichtlich seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften (insbesondere Textur, pH-Wert, Humusgehalt) nahezu dem Ursprungsmaterial entsprechen und schadstofffrei sein. Zur Sicherstellung der Unbedenklichkeit dürfen die Materialwerte beim Auf- und Einbringen in oder auf eine durchwurzelbare Bodenschicht oder Herstellen einer durchwurzelbaren Bodenschicht bei landwirtschaftlicher Folgenutzung 70 % der Vorsorgewerte nach BBodSchV nicht überschreiten. Des Weiteren ist auf landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzten Böden die Ertragsfähigkeit nachhaltig zu sichern, wobei zu beachten ist, dass die Nährstoffzufuhr nach Menge und Verfügbarkeit dem Pflanzenbedarf der Folgevegetation angepasst wird [19]. Zudem darf Material, welches insbesondere im Bearbeitungshorizont eingesetzt werden soll, nur einen vernachlässigbaren Anteil an Störstoffen aufweisen.

Informationen über die benötigten Eigenschaften von Austausch- und Auftragsmaterial werden baubegleitend bei der bodenkundlichen Baubegleitung eingeholt. Grundsätzlich muss Material, welches für einen Austausch von Boden oder für einen Auftrag vorgesehen ist, zertifiziert bzw. durch die bodenkundliche Baubegleitung freigegeben worden sein, bevor es Verwendung findet.

Im Zuge des Bodenauftrags ist, wie während der gesamten Baumaßnahme, der vorhandene Oberboden nur minimal zu belasten und vor Verdichtungen, Verunreinigungen und anderen Schäden zu schützen. Die Befahrung für die Auftragsarbeiten soll bodenschonend erfolgen, um weitere Beeinträchtigungen zu vermeiden. Der Auftrag muss insbesondere so erfolgen, dass das Material ohne Verdichtung eingebaut sowie die Gefügestabilität und Porenkontinuität gewährleistet ist. Nach DIN 19731 [18] ist beim Auftragen durch Berücksichtigung des Bodenwassergehaltes auf die Sicherung oder den Aufbau eines stabilen Bodengefüges hinzuwirken.



Bei Auftreten von Schäden oder Versackungen muss zeitnah auf den Verlust von Volumen in geeigneter Weise reagiert werden, um den Bereich in möglichst kurzer Zeit wieder landwirtschaftlich bewirtschaften zu können. Insbesondere auf der Fläche stehendes Wasser verhindert jegliche physikalische Regeneration und Nutzung des Bodens. Für den Bodenauftrag zur Beseitigung der Mängel, soll bei geeigneter Bodenfeuchte, bestenfalls die vorhandene Baustelleninfrastruktur genutzt werden, was die Entstehung von Zusatzkosten verhindert und den notwendigen Eingriff minimiert.

#### 4.5 Mineralisches Abfallmanagement/Verwertung von Ersatzbaustoffen

Bei der Durchführung der Erdbauarbeiten können unterschiedliche mineralische Ersatzbaustoffe und Abfallarten anfallen, deren Umgang fachgerecht koordiniert und deren Verwertung oder Entsorgung ordnungsgemäß beurteilt und dokumentiert wird (Erfassung der Abfallarten oder Ersatzbaustoffe inkl. Mengenermittlung, Deklaration, und der Festlegung der jeweiligen Verwertungsmöglichkeiten oder Entsorgungswege). Es gilt dabei den Grundsatz „Verwertung vor Beseitigung“ zu beachten [10].

Im Rahmen der Errichtung der Leitung fällt überschüssiges Material an, welches durch das zusätzliche Volumen des eingebrachten Leitungsrohrs sowie ggf. des Bettungsmaterials zustande kommt (vgl. Tabelle 17). Die in Tabelle 17 dargestellten Werte berücksichtigen nicht die mögliche Verteilung überschüssigen Bodenmaterials auf dem Unterboden in einem Bereich außerhalb des Rohrgrabens (vgl. Tabelle 16), da die konkrete Vorgehensweise in diesem Zusammenhang durch das bauausführende Unternehmen geplant wird. Somit stellt die durchgeführte Berechnung einen Worst-Case-Ansatz dar, wenngleich im Bauablauf voraussichtlich geringere Mengen an Überschussbodenmaterial anfallen werden.

**Tabelle 17: Berechnung der insgesamt entstehenden Überschussvolumina<sup>1</sup>**

Leitbodentyp	Volumen [m <sup>3</sup> ] <sup>2</sup>
Marschböden	17.454 – 17.459
Geestböden (sandig)	26.071
Geestböden (bindig)	159.561 – 179.441
Flachgründige Moore	30.037 – 32.787
Tiefgründige Moore	12.150 – 12.501
Plaggenesche	6.351 – 7.159
Summe	251.623 – 275.417

<sup>1</sup> Unter Berücksichtigung eines Rückbaues des Bodenmaterials mit einer Überhöhung von 0,15 cm (außer im Leitbodentyp „Geestböden (sandig)“)

<sup>2</sup> Kleinere Angabe: Böschungswinkel Rohrgraben = 60°;  
Größere Angabe: Böschungswinkel Rohrgraben = 45°

Für den Umgang mit mineralischen Ersatzbaustoffen oder Abfällen ist folgendes zu beachten:

- Gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz [10] muss die Entstehung neuen Abfalls möglichst vermieden werden (vgl. Abfallhierarchie nach § 6 Abs. 1 KrWG). Sofern dies nicht möglich ist, müssen Ersatzbaustoffe bzw. muss mineralischer Abfall gemäß durchgeführter Deklaration möglichst hochwertig wiederverwendet bzw. verwertet werden.
- Für die Entsorgung/Verwertung muss ein Entsorgungsfachbetrieb beauftragt werden. Die Abfälle sind dann gegen Entsorgungs- oder Übernahme-nachweise zu entsorgen/verwerten.
- Eine Beprobung des Zwischenlagers wird chargenweise zeitnah nach Aushub unter Berücksichtigung der Mengen in Anlehnung an die LAGA M32 PN98 [12] bzw. gem. § 8 der ErsatzbaustoffV [6] am jeweiligen Haufwerk durchgeführt. Ggf. werden bei Bedarf zusätzlich für eine zuvorkommende Klassifizierung in-situ Beprobungen durchgeführt.
- Die Verwertung oder die Einbauweise des Materials werden entsprechend den Vorgaben der ErsatzbaustoffV und der BBodSchV klassifiziert.
- Bodenmaterial kann für eine Verwertung in der durchwurzelbaren Bodenschicht auf landwirtschaftlichen Nutzflächen freigegeben werden, sofern die entstehende durchwurzelbare Bodenschicht 70 % der Vorsorgewerte gem. BBodSchV bzw. die Werte der Materialklasse BM-0 gem. ErsatzbaustoffV einhält [2].
- Für das Auf- oder Einbringen von Bodenmaterialien (nach § 7 oder § 8 Absatz 1 bis 3, Absatz 5 bis 6 und Absatz 8 BBodSchV) in den Boden in Mengen >500 m<sup>3</sup> (§ 6 BBodSchV) muss die Maßnahme der jeweils zuständigen unteren Bodenschutz-/Abfallbehörde angezeigt werden.
- Humusfreies, organoleptisch unauffälliges Bodenmaterial, welches der Materialklasse BM-0 oder BM-0\* zugeordnet ist, kann mit Zustimmung der Unteren Bodenschutzbehörde zur Herstellung natürlicher Bodenfunktionen (bodenähnliche Anwendung) in dafür geeignete und genehmigte landwirtschaftliche Flächen unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht eingebracht, für die in der ErsatzbaustoffV vorgesehenen Einbauweisen verwendet oder für eine gleichwertige Verwendung an einen Entsorgungs- / Verwertungsfachbetrieb abgegeben werden.
- Material, welches den Materialklassen >BM-0 BM-0\* zugeordnet wird (bis max. Materialklasse BM-F3 ), kann unter Abstimmung mit den zuständigen Behörden ggf. für die Verfüllung von Abgrabungen, zur Baugrundverbesserung oder den gesicherten Einbau in technische Bauwerke gem. Einbauweisen ErsatzbaustoffV genutzt oder an Fachbetriebe für die ordnungsgemäße Verwertung / Entsorgung abgegeben werden.

- Für Material der Materialklasse >BM-F3 gilt nach erweiterter Deklarationsanalytik gem. DepV die Entsorgung nach ermittelter Deponieklasse. Gefährlicher Abfall unterliegt den Vorgaben des Abfallnachweisverfahrens und wird an zertifizierte Entsorgungsfachbetriebe im Begleitscheinverfahren abgegeben. Ungefährliches Material wird im Übernahmescheinverfahren abgegeben.
- Das Material aus den Zwischenlagern wird nach Untersuchung und Beurteilung gegen Nachweis vom Entsorger bzw. Abnehmer übernommen.
- In allen Fällen ist der Verbleib des Materials nachzuweisen und zu dokumentieren. Entsorgungsnachweise sind zeitnah projektbegleitend zu erbringen und der bodenkundlichen Baubegleitung zu übermitteln sowie auf Verlangen den zuständigen Behörden vorzulegen.

#### **4.5.1 Entsorgung Überschussboden**

Der im Zuge der Erdarbeiten anfallende Aushub ist soweit möglich vor Ort wieder zu verwerten. Die zuvor ausgehobenen Ober- und Unterbodenhorizonte sind zur Herstellung des ursprünglichen Bodenaufbaus schichtenkonform wieder einzubauen. Die Menge an Überschussboden, der abzufahren ist, ist auf ein Minimum zu reduzieren. Dies gilt insbesondere für stark humosen Oberboden und Torf, welcher oft schwerer einer ortsfremden Wiederverwertung zugeführt werden kann. Abzufahrender Boden ist zudem chemisch nach Ersatzbaustoffverordnung [6] zu analysieren, um den Boden entsprechend der Angaben in Kapitel 4.5 gemäß seiner Materialklasse einer fachgerechten, ortsfremden Wiederverwertung zuzuführen bzw. fachgerecht zu entsorgen. Die Beprobung des abzufahrenden Bodenmaterials erfolgt am Haufwerk nach Absprache mit dem Auftraggeber, der örtlichen Bauleitung, durch die Bodenkundliche Baubegleitung bzw. einer nach LAGA PN 98 [14] zertifizierten Person.

#### **4.6 Altlasten**

Altlasten im Boden können durch Schadstoffausträge über die Wirkungspfade Boden-Grundwasser und Boden-Nutzpflanze sowie Boden-Mensch zu negativen Auswirkungen führen. Für die Bewertung, ob eine schädliche Bodenveränderung vorliegt, dienen analytische Messverfahren mit vorgegebenen Untersuchungsparametern und das Heranziehen der Prüf- bzw. Maßnahmenwerten nach BBodSchV. Im Entsorgungsfall greifen die Grenzwerte gem. entsprechender LAGA Mitteilungen, der ErsatzbaustoffV bzw. die Deponieverordnung. Werden Altlasten während der Baumaßnahme im Trassenbereich vorgefunden, erfolgen nachstehende Maßnahmen:

- Bei Antreffen einer Altlast im Trassen- oder Baustellenbereich werden die zuständigen Unteren Bodenschutz-/Wasserbehörden informiert und die durchzuführenden Maßnahmen abgestimmt.
- Qualifizierte Beprobung des ausgekofferten Bodens im Bereich von Altlastenverdachtsflächen sowie organoleptisch auffälliger Böden durch nach LAGA PN98 [14] zertifizierte Probennehmer.
- Lagerung des ausgehobenen zu beprobenden Materials auf einer Vliesunterlage und Sicherung des Materials mittels dichter Plane gegen Niederschlagswasserzutritt.
- Monitoring der relevanten Parameter des Abwassers aus der ggf. aktiven Bauwasserhaltung (erste Bewertung gem. Geringfügigkeitsschwellenwerte gemäß LAWA [15]).
- Die Deklarationsanalytik erfolgt gem. Parameterumfang der ErsatzbaustoffV und ggf. DepV [4] in Abstimmung mit der örtlichen Bauüberwachung durch ein akkreditiertes Labor.
- Sollte Material nicht wieder einbaufähig sein, wird dieses abtransportiert und einer fachgerechten Verwertung/Entsorgung zugeführt.
- Gefährlicher Abfall wird dabei im elektronischen Nachweisverfahren mit Entsorgungsnachweis und im Begleitscheinverfahren entsorgt.
- Die Entsorgung von ungefährlichem Material erfolgt im Übernahmescheinverfahren.
- Ggf. benötigtes (Austausch-) Material wird vor dem Einbau hinsichtlich seiner Eignung gemäß §§ 6-8 BBodSchV oder ErsatzbaustoffV geprüft bzw. zugelassen (ggf. Korngrößenanalyse, pH-Wert, Humusgehalt).

In einem Abstand von ca. 300 m um die geplante Leitungstrasse sind im Altlastenkataster Niedersachsens 9 Altlasten/Altablagerungen verzeichnet (vgl. Tabelle 18). Insgesamt betreffen vier Altlasten die Trasse direkt. Dabei handelt es sich um eine Deponiefläche im Landkreis Stade und um drei Straßen mit potentiell belasteter Deckschicht. Auch Verunreinigungen in größerer Distanz können negative Auswirkungen auf die Baumaßnahme verursachen (z. B. Schadstoffbelastung des während der Bauwasserhaltung geförderten Grundwassers).

**Tabelle 18: Bekannte Altlasten in max. 500 m Entfernung zum Trassenverlauf gem. amtlicher Kartengrundlagen [XIV]**

Name/Nummer	Zuständigkeit (Untere Bodenschutzbehörde)	Entfernung zur Trasse [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Bemerkung
Bauunternehmen	Landkreis Stade	Ca. 17	1.627	Gemeinde: Hollern-Twielenfleth Gemarkung: Hollern-Twielenfleth Flur: 5 Flurstück: 285/7

Name/Nummer	Zuständigkeit (Untere Boden- schutzbehörde)	Entfernung zur Trasse [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Bemerkung
Bautenschutz	Landkreis Stade	Ca. 41	2.060	Gemeinde: Deinste Gemarkung: Helmste Flur: 1 Flurstück: 65/12
Deponiefläche	Landkreis Stade	0	78.264	Gemeinde: Brest Gemarkung: Wohlerst Flur: 2 Flurstück: 34/1
357407406	Landkreis Rotenburg (Wümme)	Ca. 21	8.848	Hausmüll-Altablagerung; Gemeinde: Kirchtimke Gemarkung: Kirchtimke Flur: 3 Flurstück: 3
357407410	Landkreis Rotenburg (Wümme)	Ca. 31	1.154	Hausmüll-Altablagerung; Gemeinde: Westertimke Gemarkung: Westertimke Flur: 2 Flurstück: 93/1
357407414	Landkreis Rotenburg (Wümme)	Ca. 73	1.009	Hausmüll-Altablagerung; Gemeinde: Vorwerk Gemarkung: Buchholz Flur: 8 Flurstück: 73
70/760-01-06-3k Brinksitzer Weg	Landkreis Verden	0	12.193	Säureharz belastete Ge- meindestrassen; Gemeinde: Oyten Gemarkung: Bassen Flur: 0 Flurstück: 141
70/760-01-06-3j Feldstrasse	Landkreis Verden	0	40.132	Säureharz belastete Ge- meindestrassen Gemeindestrassen; Gemeinde: Oyten Gemarkung: Bassen Flur: 7 Flurstück: 155/1
70/760-01-06-3i Kornblumenweg	Landkreis Verden	0	32.600	Säureharz belastete Ge- meindestrassen; Gemeinde: Oyten Gemarkung: Bassen Flur: 7 Flurstück: 159/1

## 4.7 Bodenfeuchte und mechanische Bodenstabilität

Neben Bodentyp und Bodenart sowie der eingesetzten Maschine, ist der Haupteinflussfaktor für die Befahrbarkeit die zum aktuellen Zeitpunkt vorherrschende Bodenfeuchte. Grundsätzlich sollte eine Befahrung möglichst im trockenen Zustand

erfolgen, da trockene Böden tragfähiger (mechanisch stabiler) sind und übermäßige Verdichtungen und damit Beeinträchtigungen ertragsrelevanter Bodenfunktionen minimiert werden [28].

Da naturgemäß nicht dauerhaft trockene Böden vorliegen, muss ein Instrument für einen sachgerechten Maschineneinsatz vorliegen, welches die Befahrbarkeit nach Möglichkeit zulässt, jedoch gleichzeitig verhindert, dass exzessive Bodenverdichtungen mit entsprechend nachteiligen Auswirkungen verursacht werden. Dabei können und müssen oberflächliche Bodenverdichtungen akzeptiert werden, da diese im Zuge der Rekultivierung problemlos bei entsprechender Bodenwasserspannung wieder entfernt werden können. Unterbodenverdichtungen sollen dagegen unbedingt vermieden werden, da sie, wenn überhaupt (insb. bei bindigen Substraten und hohem Grundwasserstand), nur mit großem finanziellem und technischem Aufwand wieder melioriert werden können. Weiterhin wirken sich Verdichtungsschäden, insbesondere die des Unterbodens, negativ auf die Ertragsfähigkeit aus.

Zur Kontrolle der Lagerungsverhältnisse werden im Zuge der Einbaukontrollen baubegleitende Penetrologermessungen durchgeführt, um den tiefenabhängigen Eindringwiderstand, also den Verdichtungszustand der Böden (insbesondere im Bereich von Baust Straßen) nach der bauzeitlichen Beanspruchung, im Vergleich zum bauzeitlich nicht in Anspruch genommenen benachbarten Boden (Beweissicherung Referenz) zu bestimmen und ggf. Meliorationsempfehlungen (z. B. Lockerungsmaßnahmen) abzuleiten.

## **4.8 Tiefbauliche Eingriffe in Moore**

Einige Abschnitte der Trasse liegen in Bereichen mit mineralisch nur schwach überdeckten organischen oder rein organischen Substraten. Die Stabilität von Torfen ist grundsätzlich stark von ihrem Zersetzungsgrad abhängig. Generell sollten folgende Besonderheiten im Zuge der tiefbaulichen Arbeiten in Mooren beachtet werden:

- Aufgrund der geringen Tragfähigkeit des Bodens sollten abseits von temporär befestigten Baust Straßen nur Maschinen mit geringen Kontaktflächendrücken eingesetzt werden (z. B. Bagger mit Moorkettenlaufwerk)
- Mieten aus organischen Substraten (Torf) unterliegen bei Kontakt mit Luft-sauerstoff Mineralisierungsprozessen und dürfen nicht stark austrocknen (Zwischenlagerung so kurz wie möglich (Bauzeitenregelung); ggf. Mieten profilieren oder mit Folie abdecken), um Schrumpfung und Mineralisation der organischen Substanz so gering wie möglich zu halten.

- Die Wände der Baugruben sollten bei längerer Bauzeit in naturnahen Torfen (geringe Zersetzungsgrade) erforderlichenfalls gegen Austrocknung gesichert werden, um Volumenverluste und damit einhergehende Sackungen (Bildung von Setzungsmulden an der Oberfläche) zu vermeiden.
- Vermischungen von mineralischem mit organischem Material in der aeroben Bodenzone sollten unbedingt vermieden werden (insbesondere besteht bei Eintrag von Torf in den Oberboden die Gefahr von Volumen- und Stabilitätsverlusten).
- Wasserhaltungsmaßnahmen sollten auf das unbedingt erforderliche Maß beschränkt werden, um die Entwässerung, Belüftung und damit potentielle Sackungen angrenzender Bereiche zu minimieren.

#### **4.9 Tiefbauliche Eingriffe in aktuell oder potentiell sulfatsaure Substrate**

Das Antreffen aktuell und potentiell sulfatsaurer Substrate im Baufeld kann im nördlichen Trassenabschnitt nicht ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 2.6 dieser Unterlage). Zur besseren Gefährdungsabschätzung und daraus abgeleitet zur Anpassung des örtlichen Bodenmanagements ist im Vorfeld der Bauausführung ein entsprechendes Untersuchungskonzept zu erstellen und durchzuführen. Dabei sind die Empfehlungen der Geofakten 25 [30] berücksichtigen.

Da sulfatsaure Bodeneigenschaften zum Teil ein nesterartiges Auftreten haben, wird zusätzlich im Zuge des Öffnens von Baugruben nach Hinweisen auf z. B. das Vorkommen von schwarzem Eisensulfid oder gelblichen Eisenausfällungen (Jarosit) geachtet. Bei Hinweisen auf diese Merkmale werden ggf. weitere horizontspezifische Erkundungen des Bodens veranlasst, um die Bodentrennung zu optimieren.

Bei Nachweis bzw. Antreffen von sulfatsaurem Material sind folgende Maßnahmen im Zuge der tiefbaulichen Arbeiten zu beachten und umzusetzen:

- Vermischungen von aktuell sulfatsaurem bzw. potentiell sulfatsaurem mit nicht sulfatsaurem Material (einzeln ausheben und zwischenslagern; i. d. R. Trennung nach Oberboden sowie aktuell und potentiell sulfatsaurem Material) sind auszuschließen.
- Lagerzeiten (v. a. von potentiell sulfatsaurem Material) sind so kurz wie möglich zu halten.
- Kurzfristige Zwischenlagerung auf benachbartem Oberboden ist möglich (Säureausträge können bei Hinweis auf Versauerungsprozesse ggf. von der BBB feldmethodisch ermittelt werden).
- Bauwasserhaltungsmaßnahmen auf das unbedingt erforderliche Maß beschränken.



- Austrocknung von sulfatsaurem Material bestmöglich vermeiden. Dies kann in Abstimmung mit der BBB durch das Profilieren von Bodenmieten und bei absehbar sehr warmer und trockener Witterung bzw. langer Lagerungszeit durch das Abdecken der Mieten mit Folie stattfinden.
- Beim Wiedereinbau wird der Boden aktuell und potentiell sulfatsaurer Depots bestmöglich vom anstehenden Oberboden entfernt.
- Potentiell sulfatsaurer Boden wird schichtenkonform unterhalb der Grundwasser Oberfläche anaerob wieder eingebaut.
- Aktuell sulfatsaurer Boden wird in ursprünglicher Tiefenlage wieder eingebaut.
- Im Zuge der Rekultivierung sollten die betroffenen Flächen der ehem. Bodenlager vorsorglich gekalkt werden.
- Ggf. Durchführung begleitender Messungen der pH-Werte (ggf. vor und nach Oxidation mit  $H_2O_2$ ) sowie Salzsäure-Schnelltests bei deutlichen Hinweisen nicht sachgemäßen Umgangs.
- Sollte eine Verfüllung am Ort des Ausbaus nicht möglich sein, muss das Material in Absprache mit der zuständigen Unteren Bodenschutz- und Abfallbehörde gem. Vorgaben des LBEG (vgl. [30]) bestenfalls im Bereich des Küstenholozäns subaquatisch entsorgt werden. Entsorgungsmöglichkeiten für sulfatsauren Bodenaushub über zertifizierte Entsorgungsunternehmen sind im Allgemeinen sehr begrenzt, weshalb die Abfallvermeidung grundsätzlich bevorzugt werden sollte.

#### **4.10      Befahren des Bodens**

Das Befahren des Bodens entlang der Trasse (genehmigte Zuwegungen) ist notwendig, wobei die Bodenfruchtbarkeit jedoch bestmöglich erhalten werden muss. Um dieses Ziel zu erreichen, werden unnötige und exzessive mechanische Bodenbelastungen/Verdichtungen und Störungen des Bodengefüges und seiner Funktionen sowie der natürlichen Horizontierung/Schichtung möglichst vermieden.

Für die Zuwegung zum Arbeitsstreifen während der Bauphase werden, soweit möglich, bestehende, befestigte Straßen und Zufahrten genutzt. Die notwendige Befahrung des Bodens entlang der Leitungstrasse wird grundsätzlich möglichst bodenschonend durchgeführt. Grundsätzlich ist es für alle Abschnitte außerhalb der Elbmarsch sowie der Moore vorgesehen, den anstehenden Oberboden im gesamten Arbeitsstreifen abzutragen und bei Bedarf Baustraßen auf dem Unterboden anzulegen. Wo erforderlich, werden zusätzlich temporäre Befestigungen eingerichtet, um die Befahrung durch die Verringerung der einwirkenden Lasten in Relation zur Fläche insbesondere von wenig tragfähigen Böden zu ermöglichen und sie gleichzeitig ausreichend vor Schadverdichtungen zu schützen.



Sofern Oberböden direkt befahren werden, sind Kettenfahrzeuge mit möglichst langen und breiten Fahrwerken und geringem Kontaktflächendruck einzusetzen. Die Gerätewege sind möglichst kurz zu halten. Radfahrzeuge dürfen nur bei Unterschreitung des in Kapitel 4.10.2 dieser Unterlage definierten Kontaktflächen-drucks abseits von befestigten Bereichen verkehren (z. B. Einsatz von Reifendruck-regelsystemen).

Welche Art der für die Befahrung erforderlichen lastverteilenden Maßnahmen vor-zusehen ist, ist in erster Linie abhängig von den Bodeneigenschaften im jeweils betroffenen Bereich. Entsprechende Daten liefert die bodenkundliche Kartierung [XX]. Darüber hinaus stellt auch die aktuelle Witterung (Niederschlag, Verduns-tung) einen relevanten Einflussfaktor dar, sodass in Abstimmung mit der BBB ggf. kurzfristige Anpassungen des Befahrungskonzepts vorgenommen werden müssen.

#### **4.10.1      Maschinenkataster**

Bereits frühzeitig im Bauablauf müssen mittels eines Maschinenkatasters Strate-gien und Empfehlungen für die Böden bei unterschiedlichen Witterungsszenarien aufgestellt werden, um bodenschutzrelevante Vorgaben durch einen sachgerech-ten Maschineneinsatz einhalten zu können.

Hierfür wird im Vorfeld durch die bodenkundliche Baubegleitung auf Grundlage der erfassten Maschinendaten der einzusetzenden Baumaschinentypen und erhobenen Bodendaten (bodenkundliche Voruntersuchungen) für unterschiedliche Bo-den(feuchte)verhältnisse und Kontaktflächendrücke die zu erwartende Druckfort-pflanzung und Verdichtungsgefährdung jeder am Bau beteiligten Maschine berech-net.

Diese Berechnung ist ein wichtiger Baustein eines vorsorgenden mechanischen Bodenschutzes, da für die Beurteilung der Verdichtungsgefährdung unterschiedli-cher Böden durch Maschinenaufast der Spannungseintrag ( $\sigma_z$ ) in den Boden ent-scheidend ist. Mit der Kombination der Ergebnisse der bodenmechanischen Vorun-tersuchungen für die Ableitung der Bodenstabilität und berechneten Spannungseinträge, kann jede Baumaschine, die abseits der befestigten Wege verkehren muss, dadurch schon im Vorfeld auf ihr Gefährdungspotential in Bezug auf langfristig die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigende Unterbodenverdichtungen hin bewertet werden.

Um die Bodenfeuchte zu erfassen, wird an repräsentativen Standorten (mindest-ens je betroffenem Leitboden und Substrat im Bereich der Baumaßnahme) ein Monitoring durchgeführt sowie die bereits vorhandenen bodenmechanischen Infor-mationen genutzt. Während des Bauablaufes werden zudem die Niederschlagshö-hen im Bereich des Baufeldes erfasst. Mit Hilfe dieser Daten lässt sich die Umlage-rungsfähigkeit der Böden und die Befahrbarkeit für jede Maschine definieren bzw.

ermitteln, ob ein schadloser Einsatz unter den entsprechenden Witterungs-, bzw. Boden(feuchte)bedingungen möglich ist oder zu exzessiven Bodenbelastungen (=Unterbodenverdichtungen) führt (vgl. auch DIN 19639).

#### **4.10.2 Baustraßen**

Zum Erreichen der jeweiligen Baustellen bzw. der Trasse ist es im Zuge der Baustellenlogistik notwendig, auch solche Böden zu beanspruchen, die nicht unmittelbar durch tiefbauliche Maßnahmen beeinträchtigt werden. Die Beanspruchung entsteht hier durch das Anlegen der temporären Baustraße, die Lagerung von Bodenaushub sowie durch die Verkehrslasten. Um auf der einen Seite die für die Baustellenlogistik benötigte Standsicherheit zu gewährleisten und auf der anderen Seite die Spannungseinträge in den Boden so weit wie möglich zu verringern sowie keine Unterbodenverdichtungen und Geländeversackungen zu verursachen, ist es vorgesehen die beanspruchten Flächen in Abhängigkeit der Eigenschaften des Untergrunds, der Witterung sowie der durchgeführten Arbeiten abschnittsweise durch Baustraßen zu befestigen.

Alle Maschinen und Fahrzeuge, die gem. Maschinenkataster Verdichtungen verursachen können (worst-case Betrachtung bei Feldkapazität) welche tiefer als 30 cm reichen, dürfen den ungeschützten Boden nicht befahren. Folgende Grenzwerte für den Kontaktflächendruck der eingesetzten Maschinen lassen sich in Anlehnung an [22] für die verschiedenen Leitbodentypen definieren:

- Marsch: 80 kPa
- Geest (sandig): 160 kPa
- Geest (bindig): 120 kPa
- Flachgründige Moore: 60 kPa
- Tiefgründige Moore: 60 kPa
- Plaggenesche: 120 kPa

Die Baustraßen sind daher insbesondere für Radfahrzeuge von Bedeutung. Eine Befahrung abseits der Befestigungen ist bei Unterschreitung des jeweiligen Grenzwertes durch Fahrzeuge innerhalb des Arbeitsstreifens möglich. Dementsprechend kann die Befestigung, wenn ausschließlich Fahrzeuge mit niedrigerem Kontaktflächendruck zum Einsatz kommen, abschnittsweise entfallen.

Die temporären Befestigungen können auf verschiedene Arten und Weisen aufgebaut werden. In Tabelle 19 sind die im Trassenverlauf vorgesehenen Varianten beschrieben und in den Bodenschutzplänen (vgl. Plananlage F1-2, Karte 14) kartographisch dargestellt.

**Tabelle 19: Geplante temporäre Baustellenbefestigungen**

Leitbodentyp	Geplante Befestigung	Bei günstigen Bedingungen <sup>1</sup>	Bei ungünstigen Bedingungen <sup>1</sup>
Marsch	LV auf dem Oberboden	-	LV über HS oder MB auf dem Oberboden
Geest (sandig)	Ohne (Befahrung des Unterbodens)	-	LV oder MB auf dem Unterboden
Geest (bindig)	MB auf dem Unterboden	LV auf dem Unterboden	LV über MB auf dem Unterboden
Flachgründige Moore	MB auf dem Oberboden	LV auf dem Oberboden	LV über MB/HS auf dem Oberboden
Tiefgründige Moore	MB auf dem Oberboden	LV auf dem Oberboden	LV über MB/HS auf dem Oberboden
Plaggenesch	MB auf dem Unterboden	LV auf dem Unterboden	LV über MB auf dem Unterboden

LV = Lastverteilungsplatten

MB = Mineralische Baustraße

HS = Holzhackschnitzel

<sup>1</sup> Günstige/ungünstige Bedingungen ergeben sich aus den Witterungsbedingungen, lokalen Bodenfeuchteverhältnissen und technischen Anforderungen (z. B. Gewicht der eingesetzten Maschinen; Anzahl an Überfahrten)

Für Baustraßenabschnitte, die aus Lastverteilungsplatten errichtet werden, gelten folgende Anforderungen:

- Evtl. muss eine Einebnung der Verlegebereiche stattfinden.
- Bei Waldquerungen werden Wurzelstöcke im Bereich der Fahrspuren im Boden belassen.
- Aufbau aus Lastverteilungsplatten (Stahl-, Aluminium-, Kunststoffplatten oder hölzerne Baggermatten).
- Die Platten werden quer verlegt.
- In extrem instabilen, unebenen Böden lässt sich die Tragfähigkeit der Platten durch Einrichten eines Unterbaus aus zertifiziertem Rindenmulch, Holzhackschnitzel (frei von Schadstoffen und pflanzenschädigenden Stoffen), durch eine doppelte Ausführung oder den Einsatz von unterlagerndem Geotextil erhöhen.
- Nach Rückbau der Lastverteilungsplatten ist der in Anspruch genommene Bereich nach Empfehlung der bodenkundlichen Baubegleitung zu rekultivieren.

Für die Errichtung mineralischer Baustraßen gelten folgende Anforderungen:

- Vor dem Verlegen werden Hindernisse beseitigt.
- Bei Waldquerungen werden Wurzelstöcke im Bereich der Fahrspuren im Boden belassen.

- Für den Aufbau der mineralischen Baustraße müssen zertifizierte, schadstofffreie bzw. schwach belastete Baustoffe verwendet werden. Es gelten hierbei die Bestimmungen der ErsatzbaustoffV.
- Die Baustraße wird mit einem Geotextil als Trennschicht auf dem Oberboden realisiert.
- Das Geotextil muss mindestens GRK 3 nach TL Geok E-StB [21] aufweisen.
- Der Rückbau wird so durchgeführt, dass möglichst keine Baustoffreste in den beanspruchten Bereichen verbleiben.
- Der Rückbau der unterschiedlichen Baustoffe erfolgt getrennt und wird möglichst einer Wiederverwendung zugeführt.
- Nicht wieder verwertbares Material ist fachgerecht zu verwerten/entsorgen.

#### **4.11 Wasserhaltung**

Die notwendige Wasserhaltung richtet sich nach den Bauwasserhaltungskonzepten (vgl. Antragsunterlagen E2-2-3 bis E2-4-3). Grundlage für die Bemessung und Auswahl der erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen ist die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit des anstehenden Bodens, der zur Bauzeit zu erwartende Grundwasserstand sowie das jeweils zu erreichende Absenkziel. Für die Bauwasserhaltung bzw. die Entnahme von Grundwasser ist ein Wasserrechtsantrag bei der zuständigen Behörde zu stellen [34].

Aus bodenkundlich-hydrologischer Sicht sollten die Ausmaße der Wasserhaltung so gering wie möglich ausfallen (Absenkziel einhalten und möglichst kurzer Betrieb), um die anstehenden Böden möglichst wenig und nur kurz zu entwässern, Sackungen bzw. Volumenverluste zu vermeiden und die ableitende Vorflut so wenig wie nötig zu beanspruchen.

Nach Abschluss der Wasserhaltungsmaßnahmen müssen die eingesetzten Gerätschaften fachgerecht zurückgebaut werden. Spülfilter werden vollständig aus dem Boden entfernt und Horizontaldrainagen mind. 1,0 m u. GOK gekappt. Die entstandenen Hohlräume werden fachgerecht mit Quellton verfüllt.

#### **4.12 Gewässerschutz**

In unmittelbarer Nähe zum Baufeld befindliche Gewässer werden im Zuge der Wasserhaltungsmaßnahmen zur Einleitung von im Baugrubenbereich anfallenden Bauwassers temporär in Anspruch genommen. Die genaue Ausführung ist mittels Erläuterungsberichten festgelegt, wird im Einvernehmen mit der Genehmigung umgesetzt und erfolgt in Abstimmung mit den jeweiligen Unteren Wasserbehörden und Unterhaltungsverbänden. Bei der Einleitung des baubedingt anfallenden Grund- und Oberflächenwassers sind schädliche Gewässerveränderungen nach dem Stand der Technik auszuschließen. Die wasserrechtlichen Bestimmungen zur

Umsetzung werden erst mit der erteilten Genehmigung näher definiert. Die bodenkundliche Baubegleitung übernimmt in diesem Zusammenhang folgende Aufgaben zum Schutz der Gewässerökologie:

- Kontrolle der genutzten Vorfluter auf ordnungsgemäßen Abfluss.
- Kontrolle der Einleitpunkte hinsichtlich genehmigter Lage und böschungsschonender Einleitung (z. B. durch beschwerte Vliesunterlage).
- Kontrolle der Ablaufleitungen hinsichtlich Dichtigkeit und ausreichender Länge bis zu geeigneten Einleitstellen, um flächenhafte Vernässungen angrenzender landwirtschaftlicher Flurstücke und Baustellenbereiche zu vermeiden.
- Kontrolle der Einleitmengen und ggf. der Qualität des Pumpwassers mittels Vorort-Messungen im Hinblick auf ggf. in der Genehmigung definierte Parameter.
- Kontrolle hinsichtlich des ordnungsgemäßen Rückbaus von temporären verrohrten Grabenüberfahrten und Wiederherstellung der Gewässer, Ufer sowie Beseitigung von Sedimenteinträgen, etc.

#### **4.13 Gewässerbeschaffenheit**

Die Bauwasserhaltung und die Einleitung des Grundwassers werden in einem gesonderten Teil des Planfeststellungsverfahrens behandelt (vgl. Antragsunterlagen E2-2-3 bis E2-4-3). Grundsätzlich gilt, dass, wenn die relevanten chemischen Parameter des einzuleitenden Grundwassers die von der jew. unteren Wasserbehörde geforderte Qualität nicht einhalten, ist das Wasser aus der Wasserhaltung entsprechend so aufzubereiten, dass die zulässigen Grenzwerte für die Einleitung in die Vorflut eingehalten werden. Durch diese Maßnahmen wird sichergestellt, dass durch die Bautätigkeiten keine nennenswerten negativen Auswirkungen auf die Gewässerbeschaffenheit zu erwarten sind.

#### **4.14 Umgang mit landwirtschaftlichen Drainagen**

Sollten im Rahmen der Baumaßnahme landwirtschaftliche Drainagen durchschnitten oder beeinträchtigt werden, werden die Drainageleitungen eingemessen und in der Örtlichkeit kenntlich gemacht. Der Abfluss von Wasser in den betroffenen und angrenzenden Flächen wird während der Baumaßnahme gewährleistet. Dies kann mittels temporärer Maßnahmen, wie einer Sammelleitung (Abfangdrain) realisiert werden.

Nach Abschluss der Erdarbeiten werden durchschnittenen oder beeinträchtigten Drainagen von einer Fachfirma wiederhergestellt. Zur Wiederherstellung werden neue Drainagen, hinsichtlich ihres Durchmessers und der Abstände der Drainstränge

zueinander, entsprechend der vorhandenen Drainagen vorgesehen. Zwischenzeitlich kann die Wiederherstellung durch Drainagebrücken realisiert werden. Hierbei werden verwitterungsresistente Bohlen an der rechten und linken Böschungskante des Fundamentgrabens in den gewachsenen Böden verbaut, um eine Absackung des Drainagestranges im Zuge von Setzungsprozessen des Bodens im Bereich des Rohrgrabens zu verhindern. Vor der Instandsetzung wird hierbei der Rohrgraben bis zur Unterkante der Drainagebrücken zurückverfüllt und verdichtet.

Falls eine Wiederherstellung des alten Drainagesystems nicht mehr möglich ist, wird ein neues System angelegt, welches mit ausreichend Spülmöglichkeiten ausgestattet ist. Grundsätzlich sind auch die Drainagearbeiten bei ungeeigneten Witterungsbedingungen zu unterbrechen, um Beeinträchtigungen und Schädigungen der Bodenstruktur zu vermeiden. Des Weiteren sind, auch bei den Drainagearbeiten, alle für den Bodenschutz relevanten Aspekte (Bodentrennung, Befahrung, Rückverdichtung, schichtenkonforme Rückverfüllung, etc.) zu beachten. Die neu eingerichteten und durch die Bauausführung beeinträchtigten Drainagen sind nach Abschluss der Arbeiten mittels Durchspülens auf ihre Funktion zu überprüfen.

#### **4.15      Umgang mit boden- und wassergefährdenden Stoffen**

Durch Arbeiten mit Standards der guten fachlichen Praxis (u. a. Einhaltung und Umsetzung von Auflagen des WHG [7] und der OGewV [5] bzw. GrwV [9]) können Belastungen von Grund- und Oberflächenwasser verhindert werden. Hier sind insbesondere § 62 WHG „Anforderungen an den Umgang mit wassergefährlichen Stoffen“, § 34 WHG „Durchgängigkeit oberirdischer Gewässer“, § 130 NWG „Anzeige von wassergefährdenden Vorfällen“ und auch die Grenzwerte der GrwV- und OGewV zu beachten.

Es werden folgende generelle Grundsätze für den Umgang mit boden- und wassergefährdenden Stoffen abgeleitet; zusätzliche Maßnahmen werden in einem separaten Havariekonzept der bauausführenden Firma definiert:

- Baustellenabwässer dürfen nur gemäß erteilter behördlicher Erlaubnis in Oberflächengewässer an genehmigten Einleitstellen eingeleitet werden.
- Vor der Einleitung von Bauabwässern werden diese durch ein Absetzbecken (Sedimentfang) geleitet.
- Die Qualität des anfallenden Bauwassers wird baubegleitend regelmäßig überwacht, erforderlichenfalls muss eine Abwasseraufbereitung vor der Einleitung in die Vorflut oder eine fachgerechte Verbringung des Abwassers erfolgen.

- Es wird darauf geachtet, dass wassergefährdende Stoffe (Mineralöle, Treibstoffe, etc.) ausschließlich in dichten, fachgerechten Behältern mit Auffangwannen gehalten werden. Der Umgang mit entsprechenden Stoffen findet ausschließlich in den dafür vorgesehenen Bereichen statt. Bindemittel sind vor Ort vorzuhalten.
- Dieselkolbenpumpen müssen mit Auffangwannen ausgestattet sein, welche regelmäßig zu kontrollieren und ggf. abzupumpen sind.
- Der Einsatz von Lastverteilungsplatten zur Befestigung der Baustraßen kann zusätzlich Stoffeinträge in den Boden und das Grundwasser minimieren.
- Im Bauumfeld befindliche Gräben werden vor Einschwämmen von eventuell erodiertem Material geschützt.
- Für den Fall, dass während der Durchführung von Horizontalbohrungen Bohrspülung austritt (Ausbläser), werden folgende Schritte umgesetzt:
  - Einstellung der Bohrarbeit und Information an AG.
  - Sicherung der Ausbläserstelle. Installation von Pumpen und Förderung der Spülung zu Start- oder Zielseite.
  - Ggf. Einpumpen von Stopfmitteln.
  - Ggf. Zurückziehen des Bohrstrangs zur Wiederherstellung des Rückflusses.
  - Anpassung der Spülungsparameter und/oder Bohrparameter
  - Falls nicht verschließbar, aber kontrollierbar wird die Bohrung bei Zustimmung des AG fortgesetzt
  - Vorhalten von geeigneter Ausrüstung zur Spülbekämpfung (Pumpen, Aggregat, Schläuche, Bagger, Zisterne)
  - Einsatz ausschließlich umweltverträglicher Spülmateriale
- Sofern es gemäß Betriebserlaubnis der eingesetzten Maschinen möglich ist, sind biologisch abbaubare Betriebsstoffe (Hydrauliköle, etc.) zu nutzen.
- Sollte es zu Bodenverunreinigungen kommen, sind diese fachgerecht zu entsorgen. Die bodenkundliche Baubegleitung ist umgehend zu informieren. Die Entsorgung ist zu dokumentieren. Tropfmengen sind sofort aufzunehmen. Eine Zwischenlagerung von verunreinigten Materialien muss immer in dafür geeigneten Bereichen bzw. in geschlossenen Auffangbehältern erfolgen.
- Sollte es Hinweise der Kontamination von Boden- und/oder Grundwasser geben bzw. die Ablagerung von bodenfremden Materialien festgestellt werden, wird dies umgehend der Unteren Bodenschutz-/Wasserbehörde sowie der bodenkundlichen Baubegleitung gemeldet.



## **4.16 Rekultivierung**

Eine starke Bedeutung nimmt die Rekultivierung der in Anspruch genommenen landwirtschaftlichen Nutzflächen ein, da diese, zusammen mit einer angepassten Folgebewirtschaftung, ein wesentlicher Faktor zur schnellstmöglichen Wiedererlangung der ursprünglichen Bodenfruchtbarkeit bzw. Ertragsfähigkeit darstellt (vgl. Plananlage F1-2, Karte 9). Aus diesem Grund wird eine Dokumentation der Rekultivierungsmaßnahmen zur Beweissicherung der Wiederherstellung durchgeführt. Die bodenkundliche Baubegleitung steht für eine Beratung mit standortspezifischen Rekultivierungsempfehlungen zur Verfügung. Mit Verfahren zur schnellstmöglichen Stabilisierung und Restrukturierung der Böden sowie einer unterstützenden Folgebewirtschaftung nach erfolgter Rekultivierung kann so zeitnah die ursprüngliche Bodenfruchtbarkeit, -Befahrbarkeit bzw. Ertragsfähigkeit wiedererlangt werden.

Folgende Punkte sind im Themenbereich Rekultivierung relevant:

- Die Rekultivierung der in Anspruch genommenen Flächen soll zeitnah nach Wiederherstellung der Fläche (mit ursprünglichem Geländere Relief) bei möglichst abgetrocknetem Oberboden erfolgen (bei Bedarf Kontrolle durch begleitende Wasserspannungs- und Niederschlagsmessungen).
- Im Normalfall (bei schonender und kontrollierter Bauausführung bzw. Maschinenwahl) entstehen nur oberflächliche Bodenverdichtungen im Bereich der Baust Straßen bzw. Fahrspuren.
- Lockerungsbedarf bzw. -tiefe ergeben sich aus der berechneten Druckfortpflanzung des Baustellenverkehrs, der Überrollhäufigkeit und der Eintrags-ebene der mechanischen Beanspruchung (B-Boden). Sie kann aber bei gesonderten Fragestellungen auch über Messungen der Eindringwiderstände ermittelt werden.
- Der Einsatz flach lockernder Geräte (z. B. Schwergrubber bis max. 0,3 m Bodentiefe) ist bei Anwendung des bodenschonenden Befahrungskonzeptes für den Oberboden zumeist ausreichend.
- Tiefere Lockerungsarbeiten im Bereich der Fahrwege ohne Befestigungen sollten nicht wendend erfolgen, um Vermischungen unterschiedlicher Bodenschichten zu verhindern.
- Eine Kontrolle des Lockerungserfolges erfolgt über Messungen der Eindringwiderstände.



Nach erfolgtem Oberbodenauftrag und der Erstellung des Oberbodenplanums sowie Lockerung ggf. vorliegender Verdichtungen sollte bei trockenen Verhältnissen mit einer geeigneten Maschine (leichter Schlepper) eine Ansaat mit einer Saatmischung durchgeführt werden, welche die Regeneration des beeinträchtigten Bodens bestmöglich fördert. Die Ansaat bzw. Folgebewirtschaftung werden dabei i. d. R. direkt von den jeweiligen Eigentümern bzw. Bewirtschaftern durchgeführt.

#### **4.17 Beweissicherung**

Während der Bauausführung überwacht die bodenkundliche Baubegleitung die Vorgaben zum Bodenschutz, identifiziert Gefährdungen oder Baumängel und erbringt im Schadensfall Nachweise über entstandene Bodenschäden [20]. Mit Hilfe eines Beweissicherungsverfahrens für den stofflichen und nicht stofflichen Bodenschutz können die Bauarbeiten anhand von Kontrollmessungen (z. B. Wasserspannungsmessungen, Penetrologgermessungen, ggf. Probenahmen und Labormessungen) überwacht werden, um Verstöße gegen Bodenschutzvorgaben auf der Baustelle auszuschließen oder nachzuweisen.

Von großer Bedeutung ist dabei, dass mit der geplanten Kombination aus vorsorgendem Schutzkonzept und Beweissicherungsverfahren, Gefährdungen oder Baumängel identifiziert und unmittelbar Gegenmaßnahmen zur optimalen Behebung der Schäden noch während der Bauausführung eingeleitet werden können. Werden diese Baumängel nicht umgehend beseitigt, treten entsprechende Beeinträchtigungen der landwirtschaftlichen Nutzung oft erst in den Folgejahren der Baumaßnahme auf und verursachen aufgrund nun fehlender Baustelleninfrastruktur höheren Sanierungsaufwand.

Die Beeinträchtigung von Böden hinsichtlich ihrer Fruchtbarkeit oder ihrer ökologischen Funktionalität lässt sich anhand bestimmter chemischer (Vorsorge, Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV, Makronährstoffgehalte gem. VDLUFA [37]) und physikalischer Parameter (Vorbelastung, Eindringwiderstand, Wasserleitfähigkeit, Infiltrationsrate, Luftkapazität, usw.) mit Hilfe von Grenz- und Schadschwellenwerten klassifizieren [20]. Nach Abschluss der Bauarbeiten erfolgt abschnittsweise eine Kontrolle der in Anspruch genommenen Flächen und bei Bedarf eine Empfehlung zur Beseitigung von Mängeln (vgl. Kapitel 4.18).

#### **4.18 Melioration**

Sollten trotz Einhaltung sämtlicher Vorgaben des Bodenschutzes durch die begleitenden Untersuchungen in Einzelfällen tiefer reichendere Bodenschadverdichtungen nachgewiesen werden, die nicht mit den üblichen Standardbodenbearbeitungen zu lockern sind, sind diese im Rahmen der Rekultivierung zu meliorieren. Die

Melioration sollte so erfolgen, dass keine Erosionsschäden aus den gewählten Maßnahmen zu erwarten sind. Folgende Möglichkeiten sind je nach Befund zur Schadensbehebung sinnvoll:

Mechanische Melioration (primäre Lockerung von Verdichtungen):

- Lockerungs- oder Austauschbedürftigkeit ermitteln (Eindringwiderstandsmessungen, Bohrung)
- Lockerung nur bei entsprechender Bodenfeuchte (Konsistenz bei bindigen Böden wird beachtet)
- Hublockerungs- und Abbruchlockerungsverfahren:
  - Starre Verfahren (bspw. Tiefen-, Schichtengrubber, Parapflug)
  - Bewegliche Verfahren (bspw. Wippschar-, Abbruchlockerer, Stechhub- und Hubschwenklockerer)

Hydromelioration (sekundäre Lockerung, Bedarfsdränung):

- Bodenfeuchte regulieren.
- Schrumpfungsdynamik fördern/ Restrukturierungsverhalten verbessern (Quellung, Schrumpfung)

Biomelioration:

- Über tiefwurzelnde, winterharte und stark wasserzehrende Pflanzen (z. B. Luzerne, Lupine, Raps oder Ölrettich)
- Zufuhr org. Substanz fördert Bioturbation durch Bodenorganismen (Megafauna im Edaphon)
- Organische Substanz als Bodenhilfsstoff für sandige Böden (Rottemist, Gründüngung, Kompost, Torf).

Auch solche gesonderten Maßnahmen würden im Vorfeld mit den zuständigen Bodenschutzbehörden abgestimmt werden.

## **4.19 Folgebewirtschaftung**

Die angepasste Folgebewirtschaftung der in Anspruch genommenen landwirtschaftlichen Nutzflächen stellt einen wesentlichen Faktor zur schnellstmöglichen Wiedererlangung der ursprünglichen Bodenfruchtbarkeit/Ertragsfähigkeit dar. Empfehlungen hinsichtlich der Folgebewirtschaftung können dabei den Landeigentümern bzw. -bewirtschaftern helfen, die Regeneration des in seinen Funktionen durch die Baumaßnahme beeinträchtigten Bodens zu beschleunigen, um das schnellstmögliche Erreichen der ursprünglichen Bodenfruchtbarkeit, -befahrbarkeit bzw. der ursprünglichen Ertragsverhältnisse zu gewährleisten.

Die Folgebewirtschaftung führt einerseits in den im labilen Zustand befindlichen rekultivierten Böden zur Intensivierung biologischer Aktivität zur Unterstützung einer dauerhaften Stabilisierung und Restrukturierung und andererseits zu hydraulischen Spannungen durch Austrocknungen und Wiederbenetzungen in tonhaltigen Böden, um durch Schrumpfungs- und Quellungsvorgänge die erneute Strukturbildung im (Unter-) Boden und damit Verbesserung ertragsrelevanter Bodenfunktionen und die einhergehende Zunahme der Bodenstabilität zu gewährleisten. Nachfolgende Grundsätze sollten im Zuge der Folgebewirtschaftung beachtet werden:

- Bodenfeuchtezustand beachten: Befahren nur in abgetrocknetem Zustand (<Feldkapazität).
- Bodendruck beachten (möglichst leichte Maschinen, Zwillingsbereifung, Reifendruckregler).
- Schonende, extensive Folgebewirtschaftung (bspw. konservierende Bodenbearbeitung oder on-land Pflügen). Auf Grünlandflächen sollte von dem ersten Schnitt abgesehen werden, um ein Aussamen der Gräser und somit eine schnelle Verdichtung des Wurzelfilzes und somit Stabilisierung des Bodengefüges zu ermöglichen.

## **5 Kommunikation und Dokumentation**

Um einen generellen Informationsfluss im Projektverbund zu gewährleisten, sind regelmäßige Teilnahmen der bodenkundlichen Baubegleitung an den Baubesprechungen vorzusehen. Baubegleitende Empfehlungen zur Bodentrennung oder Befahrung werden aus Felduntersuchungen, Wassergehaltsmessungen, Deklarationsanalysen oder den Monitoringdaten vor Ort abgeleitet und umgehend der Projektleitung sowie der Bauleitung der ausführenden Firmen in Form sog. Boden- und Gewässerschutzpläne schriftlich mitgeteilt bzw. entsprechend abgestimmt.

Im Fall witterungsbedingter Baueinschränkungen unterstützt die bodenkundliche Baubegleitung den Vorhabenträger beratend und erarbeitet Empfehlungen und Stellungnahmen zu alternativen bodenschonenden Bauweisen, gesonderten Maßnahmen (Gefügekalkung, begrenzter Maschineneinsatz, witterungsbedingte Unterbrechung des Einbaus von bindigen Böden, gesonderte temporäre Befestigungen etc.) oder zur Weiterführung nicht betroffener Einzelgewerke und wird erforderlichenfalls ihre Bedenken äußern.

Die BBB wird alle bodenkundlichen Belange im Bauablauf in Form von wöchentlichen Kurzberichten bildlich und schriftlich festhalten und zeitnah alle relevanten Informationen, Empfehlungen und Bedenken an die Projektleitung, die Vorhabenträgerin sowie ggf. an die zuständigen Bodenschutzbehörden übermitteln.

Alle Ergebnisse von baubegleitenden Analysen werden, wenn nötig, im Projektverlauf in Form von Prüfprotokollen (Deklarationsanalysen) oder Kurzberichten (Einbau- oder Verdichtungskontrollen; Eignungsnachweise) der Projektleitung sowie der Bauleitung der ausführenden Firmen schriftlich zur Verfügung gestellt.

Für anfallende mineralische Abfälle, insbesondere gefährliche Abfälle, müssen die Massen und die festgelegten Entsorgungswege dokumentiert und in Form von Bilanzen gemäß Nachweisverfahren insb. auch den zuständigen Behörden zur Verfügung gestellt werden. Im Falle des Auffindens nicht verzeichneter Altlasten erfolgt eine schriftliche Mitteilung mit Lagekoordinaten an die untere Bodenschutz- bzw. Abfallbehörde zwecks Meldung für das Altlastenkataster und weiterer Abstimmung. Mit Hilfe von Deklarationsanalysen folgen Empfehlungen zum Umgang und zur Zwischenlagerung, Verwertung oder Entsorgung.

Nach Beendigung der Baumaßnahmen und der Rekultivierung erstellt die Bodenkundliche Baubegleitung im Zeitraum der Nachsorge eine Abschlussdokumentation mit der Zusammenstellung der Monitoringdaten, des Maschinenkatasters, der Prüfberichte (der Labor- und Feldmessungen), der Eignungsprüfungen (Fremdüberwachung), der Entsorgungsnachweise sowie der Wochenberichte und ggf. erarbeiteter gesonderter Gutachten oder Stellungnahmen.

## 6 Quellenverzeichnis

### 6.1 Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Regelwerke

- [1] Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), zuletzt geändert durch Gesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. I S. 394).
- [2] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 09. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598, 2716) geändert worden ist.
- [3] Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt geändert durch Gesetz vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306).
- [4] Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 03. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225) geändert worden ist.
- [5] Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist.
- [6] Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV) vom 9. Juli 2021 (BGBl. I 2021 Nr. 43), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 186).
- [7] Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Gesetz vom 22. Dezember 2023 (BGBl. I S. 409).
- [8] Agrarzahlungen-Verpflichtungenverordnung vom 17. Dezember 2014 (BANZ AT 23.12.2014 V1), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 17. September 2021 (BGBl. I S. 4302) geändert worden ist.
- [9] Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist.
- [10] Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 2. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 56)

geändert worden ist

## **6.2 Allgemeine Literatur und Quellen**

- [11] Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover.
- [12] Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) (2019): Mitteilung 32 „Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen“, Stand: 05/2019.
- [13] Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) (2004): Mitteilung 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln - Stand: 06.11.1997, Frankfurt/Main.
- [14] Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) (2019): LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen. Stand: Mai 2019.
- [15] Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (2017): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016.
- [16] Bundesverband Boden (BVB) (2013): BVB-Merkblatt Band 2: Bodenkundliche Baubegleitung BBB – Leitfaden für die Praxis. Stand 2013, Berlin.
- [17] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (BMLFUW) (2012): Richtlinien für die sachgerechte Bodenrekultivierung land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz – Arbeitsgruppe Bodenrekultivierung, 2. Auflage, Wien
- [18] DIN 19731:2023-10: Bodenbeschaffenheit- Verwertung von Bodenmaterial.
- [19] DIN 18915:2018-06: Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten.

- [20] DIN 19639:2019-09: Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben.
- [21] FGSV (2005): Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus E-StB v05.
- [22] Gebhardt, S. & Zink, A. (2013): Gutachten zum Leitfaden Bodenschutz auf Linienbaustellen. [https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/Downloads/Gutachten.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/Downloads/Gutachten.pdf?__blob=publicationFile&v=1)
- [23] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2014): GeoBerichte 28 - Bodenschutz beim Bauen - Ein Leitfaden für den behördlichen Vollzug in Niedersachsen, Hannover.
- [24] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2015): Geofakten 30 - Verkehrsgefährdung durch Winderosionsereignisse - Methodik zur Ausweisung von Risikoschwerpunkten und Handlungsempfehlungen zur Risikominimierung, Hannover.
- [25] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2022): NIBIS® Kartenserver. <https://nibis.lbeg.de>
- [26] Umweltbundesamt (UBA) (2017): Bodenerosion durch Wind - Sachstand und Handlungsempfehlungen zur Gefahrenabwehr. Dessau-Roßlau. März 2017.
- [27] Umweltbundesamt (UBA) (2019): „Erosion - Bodenerosion durch Wasser – eine unterschätzte Gefahr?“, vom 29.07.2019, veröffentlicht auf [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de) unter dem Link: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/bodenbelastungen/erosion#bodenerosion-durch-wasser-eine-unterschatzte-gefahr>
- [28] VDI 6101:2014-07: Maschineneinsatz unter Berücksichtigung der Befahrbarkeit landwirtschaftlich genutzter Böden.
- [29] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2017): Handlungsempfehlungen zur frühzeitigen Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes in Planungsverfahren zur Erdverkabelung.

- [30] Schäfer, W., Pluquet, E., Weustink, A., Blankenburg, J. & Gröger, J. (2010): Geofakten 25 - Handlungsempfehlungen zur Bewertung und zum Umgang mit Bodenaushub aus (potenziell) sulfatsauren Sedimenten, LBEG, Hannover
- [31] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2019): Geoberichte 28. Bodenschutz beim Bauen. Ein Leitfaden für den behördlichen Vollzug in Niedersachsen.
- [32] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz LABO (2018): Bodenschutz beim Netzausbau. Empfehlung zur Berücksichtigung des Schutzgutes Boden für erdverlegte Höchstspannungsleitungen.
- [33] Bundesnetzagentur (2018): Bodenschutz beim Stromnetzausbau. Rahmenpapier.
- [34] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2009): Geoberichte 15. Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen.
- [35] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2009): Geofakten 19. Durchführungspläne für die Beweissicherung zum Bewilligungsbescheid zur Entnahme von Grundwasser. 5. Auflage
- [36] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2017): Geofakten 31. Erhalt und Wiederherstellung von Bodenfunktionen in der Planungspraxis]
- [37] Verband deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (2015): Standpunkt – Georeferenzierte Bodenprobenahme auf landwirtschaftlichen Flächen als Grundlage für eine teilschlagspezifische Düngung mit Kalk und Grundnährstoffen.
- [38] DIN 4124:2002-10: Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [39] DVGW G 451:2016-09: Bodenschutz bei Planung und Errichtung von Gas-transportleitungen



- [40] DIN 18196:2006-06: Erd- und Grundbau-Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- [41] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023a): Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50 000. Stand 13.10.2023.
- [42] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023b): Bodenzahl der Bodenschätzung von Niedersachsen 1 : 5 000. Stand 02.10.2023.
- [43] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023c): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Grundkarte. Stand 13.11.2023.
- [44] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2000): Geologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 500 000. Stand 01.01.2000.
- [45] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023d): Hydrogeologische Karte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Lage der Grundwasseroberfläche. Stand 13.11.2023.
- [46] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (1982): Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 200 000 - Lage der Grundwasseroberfläche. Stand 01.01.1982.
- [47] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023e): Ingenieurgeologische Karte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Baugrund. Stand 13.11.2023.
- [48] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2019): Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit). Stand 22.11.2019.
- [49] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023f): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen 1 : 50 000 - Böden mit hoher Bodenfruchtbarkeit. Stand 13.11.2023.
- [50] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023g): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen 1 : 50 000 - Böden mit kulturgeschichtlicher Bedeutung. Stand 13.11.2023.

- [51] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023h): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen 1 : 50 000 - Böden mit naturgeschichtlicher Bedeutung. Stand 13.11.2023.
- [52] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023i): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen 1 : 50 000 - Seltene Böden. Stand 13.11.2023.
- [53] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023j): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen 1 : 50 000 - Böden mit besonderen Standortteigenschaften. Stand 13.11.2023.
- [54] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023j): Geotope in Niedersachsen. Stand 13.11.2023.
- [55] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023l): Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Standortabhängige Verdichtungsempfindlichkeit. Stand 13.11.2023.
- [56] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023m): Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Gefährdung der Bodenfunktionen durch Bodenverdichtung. Stand 13.11.2023.
- [57] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023n): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten 1 : 50 000. Stand 13.11.2023.
- [58] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023o): Altablagerungen in Niedersachsen. Stand 13.11.2023.
- [59] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023p): Abschätzung der potenziellen Erosionsgefährdung durch Wasser. Stand 01.04.2023.
- [60] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2023q): Abschätzung der potenziellen Erosionsgefährdung durch Wind. Stand 01.04.2023.
- [61] NLWKN - Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2011): Naturräumliche Regionen in Niedersachsen. Stand 01.01.2011.
- [62] Dr. Spang – Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH (2023a): Gastransportleitung 182 (ETL 182) von Steinkirchen nach Achim; PN 439136. Bodenkundliche Untersuchungen sowie

Gutachten für die Teilkampagnen TK01 und TK02; Kartierungsbericht TK01-Süd

- [63] Dr. Spang – Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH (2023c): Gastransportleitung 182 (ETL 182) von Steinkirchen nach Achim; PN 439136. Bodenkundliche Untersuchungen sowie Gutachten für die Teilkampagnen TK01 und TK02; Kartierungsbericht TK01-Nord
- [64] Dr. Spang – Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH (2023b): Gastransportleitung 182 (ETL 182) von Steinkirchen nach Achim; PN 439136. Bodenkundliche Untersuchungen sowie Gutachten für die Teilkampagnen TK01 und TK02; Kartierungsbericht TK02-Nord
- [65] Dr. Spang – Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH (2023d): Gastransportleitung 182 (ETL 182) von Steinkirchen nach Achim; PN 439136. Bodenkundliche Untersuchungen sowie Gutachten für die Teilkampagnen TK01 und TK02; Kartierungsbericht TK02-Süd
- [66] Dr. Spang – Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH (2023e): Gastransportleitung 182 (ETL 182) von Steinkirchen nach Achim; PN 439136. Bodenkundliche Untersuchungen sowie Gutachten für die Teilkampagnen TK03; Kartierungsbericht
- [67] Krause, T. & Ulke, B. (2016): Zahlentafeln für den Baubetrieb\_Baumaschinen\_4 Maschinen für den 4.1 Erdbau\_Ladefaktoren.

## Anhang 1

**Tabelle 20: Lage der Grundwasseroberfläche im Trassenverlauf gem. der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung (Messung mittels Lichtlot)**

Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
TK01 Nord				
Vges 000,0	13.04.2023	+0,70	3,60	-2,90
Vges 000,1	13.04.2023	+0,64	1,10	-0,46
Vges 001,0	05.05.2023	+0,49	0,90	-0,41
Vges 002,0	13.04.2023	+0,42	1,50	-1,08
Vges 003,0	25.04.2023	-0,82	1,63	-2,45
Vges 005,0	25.04.2023	-0,30	1,22	-1,52
Vges 006,0	25.04.2023	+0,55	1,66	-1,11
Vges 007,0	24.04.2023	+0,44	2,19	-1,75
Vges 008,0	24.04.2023	+0,07	2,75	-2,68
Vges 009,0	24.04.2023	+0,78	1,45	-0,67
Vges 010,0	29.06.2023	+0,91	1,75	-0,84
Vges 011,0	19.04.2023	+0,54	1,65	-1,11
Vges 012,0	19.04.2023	+0,43	1,40	-0,97
Vges 013,0	19.04.2023	+0,85	1,50	-0,65
Vges 014,0	20.04.2023	+0,05	3,20	-3,15
Vges 015,0	20.04.2023	-0,19	1,93	-2,12
Vges 016,0	20.04.2023	+0,20	2,30	-2,10
Vges 017,0	20.04.2023	+0,12	2,30	-2,80
Vges 018,0	20.04.2023	-0,29	1,30	-1,59
Vges 019,0	20.04.2023	-0,28	1,40	-1,68
Vges 020,0	20.04.2023	-0,33	1,30	-1,63
Vges 021,0	20.04.2023	-0,49	1,40	-1,89
Vges 022,0	21.04.2023	-0,39	2,50	-2,89
Vges 023,0	21.04.2023	-0,58	2,30	-2,88
Vges 024,0	21.04.2023	-0,37	1,40	-1,77
Vges 025,0	09.05.2023	-0,32	2,40	-2,72
Vges 026,0	24.04.2023	-0,05	2,55	-2,60
Vges 027,0	24.04.2023	-0,36	1,40	-1,76
Vges 028,0	27.04.2023	-0,83	2,48	-3,31
Vges 028,1	08.05.2023	-0,68	0,80	-1,48
Vges 029,0	04.05.2023	-0,33	1,25	-1,58
Vges 030,0	11.05.2023	-0,49	0,00	-0,49
Vges 031,0	22.05.2023	-0,69	0,20	-0,89
Vges 032,0	25.05.2023	-0,95	0,10	-1,05
Vges 033,0	07.06.2023	-0,38	0,45	-0,83
Vges 034,0	15.06.2023	-1,11	1,30	-2,41
Vges 035,0	13.06.2023	-0,84	1,50	-2,34
Vges 036,0	08.05.2023	-0,29	1,00	-1,29
Vges 037,0	25.04.2023	-0,70	0,80	-1,50
Vges 038,0	25.04.2023	-0,38	1,40	-1,78
Vges 039,0	25.04.2023	-0,78	2,60	-3,38
Vges 040,0	25.04.2023	-0,52	2,65	-3,17
Vges 040,1	03.05.2023	-1,20	0,45	-1,65
Vges 041,1	26.04.2023	-0,93	1,01	-1,94
Vges 042,0	26.04.2023	-1,04	1,43	-2,47
Vges 042,1	03.05.2023	-0,47	2,75	-3,22
Vges 043,0	26.04.2023	-1,31	1,49	-2,80
Vges 044,0	26.04.2023	-1,36	0,97	-2,33
Vges 045,0	26.04.2023	-1,13	0,94	-2,07
Vges 046,0	03.05.2023	-1,08	0,40	-1,48
Vges 047,0	03.05.2023	-1,15	0,30	-1,45
Vges 047,1	02.05.2023	-1,18	0,35	-1,53
Vges 048,0	02.05.2023	-1,17	0,50	-1,67
Vges 049,0	26.04.2023	-1,07	0,60	-1,67
Vges 050,0	20.06.2023	+0,46	1,50	-1,04
Vges 051,0	21.06.2023	+17,93	5,3	+12,63
Vges 052,0	28.06.2023	+18,72	13,65	+5,07
Vges 053,0	28.06.2023	+17,11	9,10	+8,01
Vges 054,0	27.04.2023	+17,42	2,20	+15,22
Vges 055,0	27.04.2023	+17,79	3,00	+14,79
Vges 056,0	27.04.2023	+20,71	2,76	+17,95
Vges 057,0	27.04.2023	+22,52	2,69	+19,83

Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
Vges_058,0	03.05.2023	+23,63	3,90	+19,73
Vges_059,0	03.05.2023	+24,39	4,35	+20,04
Vges_060,0	03.05.2023	+24,33	kein Wasser	-
Vges_061,0 A	28.04.2023	+24,06	2,95	+21,11
Vges_062,0	28.04.2023	+23,78	2,50	+21,28
Vges_063,0	28.04.2023	+23,92	2,10	+21,82
Vges_064,0	27.04.2023	+23,74	2,20	+21,54
Vges_065,0	04.05.2023	+23,88	kein Wasser	-
Vges_066,0	04.05.2023	+24,05	kein Wasser	-
Vges_067,0	04.05.2023	+23,77	kein Wasser	-
Vges_068,0	04.05.2023	+22,98	2,46	+20,52
Vges_069,0	04.05.2023	+22,54	1,88	+20,66
Vges_070,0	27.06.2023	+21,73	1,80	+19,93
Vges_071,0	04.05.2023	+21,87	1,91	+19,96
Vges_072,0	08.05.2023	+22,92	2,30	+20,62
Vges_073,0	08.05.2023	+22,51	3,00	+19,51
Vges_074,0	08.05.2023	+22,88	5,80	+17,08
Vges_075,0	10.05.2023	+23,12	2,30	+20,82
Vges_076,0	10.05.2023	+22,81	2,50	+20,31
Vges_077,0	10.05.2023	+23,24	4,70	+18,54
Vges_078,0	09.05.2023	+23,37	4,79	+18,58
Vges_079,0	08.05.2023	+23,63	4,52	+19,11
Vges_080,0	08.05.2023	+24,19	kein Wasser	-
Vges_081,0	08.05.2023	+24,25	kein Wasser	-
Vges_082,0	17.04.2023	+23,42	3,60	+19,82
Vges_083,0	17.04.2023	+24,31	4,90	+19,41
Vges_084,0	09.05.2023	+24,33	4,83	+19,50
Vges_085,0	17.07.2023	+23,51	3,50	+20,01
Vges_086,0	11.07.2023	+21,97	4,50	+17,47
Vges_087,0	07.07.2023	+21,51	3,00	+18,51
Vges_088,0	10.07.2023	+17,50	1,30	+16,20
Vges_089,0	29.06.2023	+17,97	2,50	+15,47
Vges_090,0	29.06.2023	+18,78	2,71	+16,07
Vges_091,0	09.05.2023	+20,83	kein Wasser	-
Vges_092,0	09.05.2023	+20,99	5,49	+15,50
Vges_093,0	09.05.2023	+21,12	5,58	+15,54
TK02 - Nord				
V4a-5d_001,0	14.06.2023	+ 21,42	3,11	+ 18,31
V4a-5d_002,0	14.06.2023	+ 21,47	3,49	+ 17,98
V4a-5d_003,0	14.06.2023	+ 21,36	3,38	+ 17,98
V4a-5d_004,0	13.06.2023	+ 21,54	3,47	+ 18,07
V4a-5d_005,0	13.06.2023	+ 21,47	2,90	+ 18,57
V4a-5d_006,0	12.06.2023	+ 19,84	1,51	+ 16,94
V4a-5d_007,0	12.06.2023	+ 21,59	1,70	+ 19,89
V4a-5d_008,0	13.06.2023	+ 22,32	3,00	+ 19,32
V4a-5d_009,0	13.06.2023	+ 22,55	3,50	+ 19,05
V4a-5d_010,0	13.06.2023	+ 22,74	4,30	+ 21,94
V4a-5d_011,0	03.11.2023	+ 22,97	4,02	+ 18,95
V4a-5d_012,0	03.11.2023	+ 23,32	3,50	+ 19,82
V4a-5d_013,0	15.06.2023	+ 21,20	1,70	+ 19,50
V4a-5d_014,0 n	07.08.2023	+ 22,16	0,70	+ 21,46
V4a-5d_015,0	07.08.2023	+ 23,82	kein Wasser	-
V4a-5d_016,0	19.09.2023	+ 25,86	kein Wasser	-
V4a-5d_017,0	19.09.2023	+ 25,75	5,50	+ 20,25
V4a-5d_018,0	19.09.2023	+ 25,41	1,30	+ 24,11
V4a-5d_019,0	04.12.2023	+ 25,37	0,70	+ 24,67
V4a-5d_020,0	19.09.2023	+ 25,09	5,80	+ 19,29
V4a-5d_021,0	19.09.2023	+ 25,01	kein Wasser	-
V4a-5d_022,0	06.12.2023	+ 25,43	0,90	+ 24,53
V4a-5d_023,0	06.12.2023	+ 26,09	1,20	+ 24,89
V4a-5d_024,0	05.10.2023	+ 26,79	3,80	+ 22,99
V4a-5d_025,0	05.10.2023	+ 27,60	3,00	+ 24,60
V4a-5d_026,0	16.10.2023	+ 28,44	6,20	+ 22,24
V4a-5d_027,0	16.10.2023	+ 28,06	1,00 <sup>1)</sup>	+ 27,06
V4a-5d_028,0	16.10.2023	+ 27,84	4,10	+ 23,74
V4a-5d_029,0	18.09.2023	+ 27,73	1,20 <sup>1)</sup>	+ 26,53
V4a-5d_030,0	31.08.2023	+ 27,27	kein Wasser	-
V4a-5d_031,0	16.10.2023	+ 26,97	3,60	+ 23,37

Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
V4a-5d 032,0	16.10.2023	+ 26,83	3,60	+ 23,37
V4a-5d 033,0	12.10.2023	+ 26,85	3,00	+ 23,85
V4a-5d 034,0	12.10.2023	+ 25,91	2,70	+ 23,21
V4a-5d 035,0	12.10.2023	+ 25,35	2,70	+ 22,65
V4a-5d 036,0	12.10.2023	+ 22,74	0,60	+ 22,14
V4a-5d 037,0	19.09.2023	+ 22,41	1,10	+ 21,31
V4a-5d 038,0	18.10.2023	+ 22,71	1,30	+ 21,41
V4a-5d 039,0	18.10.2023	+ 24,14	1,40	+ 23,74
V4a-5d 040,0	18.10.2023	+ 27,52	3,00	+ 24,52
V4a-5d 041,0	18.10.2023	+ 28,35	0,60	+ 27,75
V4a-5d 042,0	18.10.2023	+ 28,82	0,60	+ 28,22
V4a-5d 043,0	17.10.2023	+ 30,51	kein Wasser	-
V4a-5d 044,0	17.10.2023	+ 31,36	2,50	+ 28,86
V4a-5d 045,0	21.08.2023	+ 32,01	kein Wasser	-
V4a-5d 046,0	15.06.2023	+ 32,27	kein Wasser	-
V4a-5d 047,0	15.06.2023	+ 32,10	kein Wasser	-
V4a-5d 048,0	15.06.2023	+ 31,81	kein Wasser	-
V4a-5d 049,0	15.06.2023	+ 31,61	kein Wasser	-
V4a-5d 051,0 n	30.11.2023	+ 31,13	0,60	+ 30,53
V4a-5d 052,0 n	17.10.2023	+ 30,90	1,10	+ 29,80
V4a-5d 053,0 n	13.09.2023	+ 32,90	kein Wasser	-
V4a-5d 055,0 n	30.11.2023	+ 30,74	0,40	+ 30,34
V4a-5d 056,0 n	22.03.2024	+ 30,62	5,10	+ 25,52
V4a-5d 057,0 n	09.08.2023	+ 30,89	3,40	+ 27,49
V4a-5d 058,0 n	09.08.2023	+ 31,00	kein Wasser	-
V4a-5d 059,0 n	08.08.2023	+ 30,20	kein Wasser	-
V4a-5d 060,0 n	02.08.2023	+ 30,12	3,20	+ 26,92
V4a-5d 061,0 n	13.09.2023	+ 30,53	5,85	+ 24,68
V4a-5d 062,0 n	13.09.2023	+ 30,61	0,70	+ 29,91
V4a-5d 063,0 n	13.09.2023	+ 30,53	0,80	+ 29,73
V4a-5d 064,0 n	13.09.2023	+ 31,12	0,75	+ 30,37
V4a-5d 065,0 n	13.09.2023	+ 31,19	0,85	+ 30,36
V4a-5d 066,0 n	12.09.2023	+ 31,34	5,79	+ 25,55
V4a-5d 067,0 n	12.09.2023	+ 31,58	1,00	+ 30,73
V4a-5d 068,0 n	17.10.2023	+ 31,61	0,90	+ 30,71
V4a-5d 069,0 n	14.09.2023	+ 31,84	3,80	+ 28,04
V4a-5d 070,0 n	14.09.2023	+ 32,18	2,70	+ 29,48
V4a-5d 072,0	18.09.2023	+ 31,64	1,80	+ 29,84
V4a-5d 073,0	18.09.2023	+ 31,41	kein Wasser	-
V4a-5d 074,0	14.09.2023	+ 30,89	2,60	+ 28,29
V4a-5d 075,0	09.08.2023	+ 30,86	0,64 <sup>1)</sup>	+ 30,22
V4a-5d 076,0	12.07.2023	+ 30,70	3,00	+ 27,70
V4a-5d 077,0	12.07.2023	+ 31,14	3,00	+ 28,14
V4a-5d 078,0	12.07.2023	+ 31,33	3,50	+ 27,83
V4a-5d 079,0	12.07.2023	+ 32,03	3,00	+ 29,03
V4a-5d 080,0	12.09.2023	+ 32,14	kein Wasser	-
V4a-5d 081,0	06.12.2023	+ 32,10	0,00 <sup>1)</sup>	+ 32,10
V4a-5d 082,0	19.06.2023	+ 31,90	kein Wasser	-
V4a-5d 083,0	19.06.2023	+ 31,18	kein Wasser	-
V4a-5d 084,0	02.08.2023	+ 20,67	kein Wasser	-
V4a-5d 085,0	02.08.2023	+ 30,68	3,40	+ 27,28
V4a-5d 086,0	19.06.2023	+ 30,17	4,00	+ 26,17
V4a-5d 087,0	31.08.2023	+ 29,38	2,20	+ 27,18
V4a-5d 088,0	31.08.2023	+ 29,11	2,20	+ 26,91
V4a-5d 089,0	10.10.2023	+ 29,66	kein Wasser	-
V4a-5d 090,0	22.08.2023	+ 29,13	2,51	+ 26,62
V4a-5d 091,0	22.08.2023	+ 30,55	kein Wasser	-
V4a-5d 092,0	11.07.2023	+ 30,92	4,20	+ 26,72
V4a-5d 093,0	15.08.2023	+ 31,02	3,10	+ 27,92
V4a-5d 094,0	12.07.2023	+ 31,14	5,00	+ 26,14
V4a-5d 095,0	20.06.2023	+ 31,09	kein Wasser	-
V4a-5d 096,0 n	10.10.2023	+ 30,88	4,40	+ 26,48
V4a-5d 097,0 n	10.10.2023	+ 30,92	3,90	+ 27,02
V4a-5d 098,0 n	10.10.2023	+ 30,46	1,10	+ 29,36
V4a-5d 099,0 n	29.11.2023	+ 30,20	0,40	+ 29,80
V4a-5d 100,0 n	23.08.2023	+ 29,55	1,67	+ 27,98
V4a-5d 101,0 n	22.08.2023	+ 29,54	1,88	+ 27,66
V4a-5d 102,0 n	10.08.2023	+ 29,97	1,00	+ 28,97

Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
V4a-5d 103,0 n	01.08.2023	+ 29,90	2,00	+ 27,90
V4a-5d 104,0 n	10.08.2023	+ 28,35	0,80	+ 27,55
V4a-5d 105,0 n	11.07.2023	+ 27,94	2,00	+ 25,94
V4a-5d 106,0 n	11.07.2023	+ 27,45	1,70	+ 25,75
V4a-5d 107,0	20.06.2023	+ 28,66	kein Wasser	-
V4a-5d 108,0	29.11.2023	+ 28,82	0,30	+ 28,52
V4a-5d 109,0	11.07.2023	+ 30,04	3,00	+ 27,04
V4a-5d 110,0 n	31.07.2023	+ 30,97	kein Wasser	-
V4a-5d 111,0	20.06.2023	+ 31,91	kein Wasser	-
V4a-5d 112,0 n	10.07.2023	+ 32,59	kein Wasser	-
V4a-5d 113,0 n	10.07.2023	+ 32,59	kein Wasser	-
V4a-5d 113,1	26.03.2024	+ 31,64	kein Wasser	-
V4a-5d 114,0 n	28.08.2023	+ 32,24	kein Wasser	-
V4a-5d 114,1	26.03.2024	+ 31,64	kein Wasser	-
V4a-5d 115,0 n	28.08.2023	+ 31,91	kein Wasser	-
V4a-5d 115,1	26.03.2024	+ 31,30	0,70	+ 30,60
V4a-5d 116,0 n	24.08.2023	+ 30,93	kein Wasser	-
TK03				
V5d TK03 001,0	22.04.2024	+ 30,15	1,20	+ 28,95
V5d TK03 003,0	22.04.2024	+ 29,74	0,65	+ 29,09
V5d TK03 004,0	22.04.2024	+ 28,77	1,20	+ 27,57
V5d TK03 005,0	22.04.2024	+ 28,65	1,00	+ 27,65
V5d TK03 005,1	23.04.2024	+ 28,40	0,60	+ 27,80
V5d TK03 006,0	04.03.2024	+ 27,23	kein Wasser	-
V5d TK03 007,0	04.03.2024	+ 27,70	2,10	+ 25,60
V5d TK03 007,1	04.03.2024	+ 27,80	kein Wasser	-
V5d TK03 008,0	23.04.2024	+ 27,90	0,90	+ 27,00
V5d TK03 010,0	23.04.2024	+ 29,50	1,15	+ 28,35
V5d TK03 011,0	04.03.2024	+ 29,98	kein Wasser	-
V5d TK03 012,0	26.03.2024	+ 29,22	1,20	+ 28,02
V5d TK03 013,0	26.03.2024	+ 28,29	1,00	+ 27,29
V5d TK03 014,0	26.03.2024	+ 28,30	1,00	+ 27,30
V5d TK03 015,0	13.05.2024	+ 28,40	0,80	+ 27,60
V5d TK03 016,0	06.03.2024	+ 28,24	0,90	+ 27,34
V5d TK03 017,0	06.03.2024	+ 27,24	1,70	+ 24,54
V5d TK03 018,0	06.03.2024	+ 28,25	0,80	+ 27,45
V5d TK03 019,0	06.03.2024	+ 28,48	kein Wasser	-
V5d TK03 020,0	07.03.2024	+ 28,54	kein Wasser	-
V5d TK03 021,0	07.03.2024	+ 28,51	kein Wasser	-
V5d TK03 022,0	07.03.2024	+ 28,06	1,10	+ 26,96
V5d TK03 023,0	23.04.2024	+ 27,03	0,60	+ 26,43
V5d TK03 024,0	23.04.2024	+ 25,27	0,30	+ 24,97
V5d TK03 027,0	13.05.2024	+23,86	0,65	+ 23,21
V5d TK03 028,0	28.03.2024	+ 24,95	0,90	+ 24,05
V5d TK03 029,0	28.03.2024	+26,44	0,60	+ 25,84
V5d TK03 030,0	27.03.2024	+ 27,20	0,80	+ 26,40
V5d TK03 031,0	27.03.2024	+ 27,58	1,90	+ 25,68
V5d TK03 031,1	27.03.2024	+ 27,04	0,60	+ 26,44
V5d TK03 032,0	27.03.2024	+ 27,80	2,40	+ 25,40
V5d TK03 033,0	24.04.2024	+ 28,26	1,30	+ 26,96
V5d TK03 034,0	27.03.2024	+ 28,03	0,90	+ 27,13
V5d TK03 035,0	27.03.2024	+ 27,99	0,60	+ 27,39
V5d TK03 037,0	07.03.2024	+ 28,60	1,00	+ 27,60
V5d TK03 038,0	07.03.2024	+ 28,94	0,40	+ 28,54
V5d TK03 039,0	15.04.2024	+ 29,16	1,50	+ 27,66
V5d TK03 040,0	15.04.2024	+ 29,86	1,10	+ 28,76
V5d TK03 042,0	03.04.2024	+ 30,42	0,50	+ 29,92
V5d TK03 043,0	05.02.2024	+ 30,92	1,10	+ 29,82
V5d TK03 044,0	03.04.2024	+ 31,12	0,00 <sup>2)</sup>	+ 31,12
V5d TK03 045,0	03.04.2024	+ 32,05	0,00 <sup>2)</sup>	+ 32,05
V5d TK03 047,0	17.04.2024	+ 31,91	0,50	+ 31,41
V5d TK03 048,0	09.04.2024	+ 31,90	0,60	+ 31,30
V5d TK03 049,0	08.04.2024	+ 31,34	0,50	+ 30,84
V5d TK03 050,0	08.04.2024	+ 30,99	0,60	+ 30,39
V5d TK03 051,0	08.04.2024	+ 30,29	1,70	+ 28,59
V5d TK03 052,0	08.04.2024	+ 30,14	0,75	+ 29,39
V5d TK03 052,1	08.04.2024	+ 29,97	0,40	+ 29,57
V5d TK03 053,0	13.05.2024	+ 30,03	0,80	+ 29,23



Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
V5d TK03 054,0	09.04.2024	+ 31,05	0,70	+ 30,35
V5d TK03 055,0	09.04.2024	+ 31,90	0,50	+ 31,40
V5d TK03 057,0	17.04.2024	+ 30,69	0,80	+ 29,89
V5d TK03 058,0	09.04.2024	+ 30,26	0,80	+ 29,46
V5d TK03 059,0	17.04.2024	+ 29,73	0,95	+ 28,78
V5d TK03 060,0	09.04.2024	+ 30,38	0,80	+ 29,58
V5d TK03 061,0	22.02.2024	+ 30,49	0,60	+ 29,89
V5d TK03 062,0	10.04.2024	+ 31,16	1,40	+ 29,76
V5d TK03 063,0	10.04.2024	+ 32,07	1,10	+ 30,97
V5d TK03 064,0	12.02.2024	+ 32,16	0,30	+ 31,86
V5d TK03 065,0	10.04.2024	+ 32,37	2,40	+ 29,97
V5d TK03 066,0	10.04.2024	+ 32,51	0,70	+ 31,81
V5d TK03 067,0	10.04.2024	+ 32,62	0,50	+ 32,12
V5d TK03 068,0	10.04.2024	+ 32,42	0,50	+ 32,92
V5d TK03 069,0	10.04.2024	+ 30,32	0,50	+ 29,82
V5d TK03 070,0	24.04.2024	+ 27,82	0,00 <sup>2)</sup>	+ 27,82
V5d TK03 071,0	24.04.2024	+ 27,45	0,65	+ 26,80
V5d TK03 072,0	24.04.2024	+ 27,63	0,40	+ 27,23
V5d TK03 073,0	16.04.2024	+ 27,63	0,70	+ 26,93
V5d TK03 074,0	16.04.2024	+ 27,78	0,60	+ 27,18
V5d TK03 075,0	16.04.2024	+ 27,98	2,05	+ 25,93
V5d TK03 076,0	16.04.2024	+ 27,61	1,80	+ 25,81
V5d TK03 077,0	17.04.2024	+ 26,64	0,50	+ 26,14
V5d TK03 078,0	15.02.2024	+ 25,80	0,70	+ 25,10
V5d TK03 079,0	15.02.2024	+ 23,00	0,50	+ 22,50
V5d TK03 080,0	15.02.2024	+ 22,32	0,30	+ 22,02
V5d TK03 081,0	08.04.2024	+ 22,47	0,30	+ 22,17
V5d TK03 082,0	08.04.2024	+ 22,69	0,40	+ 22,29
V5d TK03 084,0	16.04.2024	+ 25,92	0,55	+ 25,37
V5d TK03 085,0	16.04.2024	+ 26,41	0,70	+ 25,71
V5d TK03 086,0	17.04.2024	+ 29,02	0,60	+ 28,42
V5d TK03 087,0	17.04.2024	+ 31,38	1,15	+ 30,23
V5d TK03 088,0	18.04.2024	+ 32,95	1,45	+ 31,50
V5d TK03 089,0	18.04.2024	+ 34,11	0,40	+ 33,71
V5d TK03 090,0	18.04.2024	+ 34,83	0,60	+ 34,23
V5d TK03 091,0	26.03.2024	+ 34,88	0,60	+ 34,28
V5d TK03 092,0	26.03.2024	+ 34,61	0,80	+ 33,81
V5d TK03 094,0	26.03.2024	+ 33,12	5,00	+ 28,12
V5d TK03 095,0	26.03.2024	+ 33,13	1,70	+ 31,43
V5d TK03 096,0	15.04.2024	+ 32,67	1,70	+ 30,97
V5d TK03 097,0	15.04.2024	+ 32,82	1,80	+ 31,02
V5d TK03 098,0	14.02.2024	+ 32,61	kein Wasser	-
V5d TK03 099,0	14.02.2024	+ 31,74	kein Wasser	-
V5d TK03 100,0	14.02.2024	+ 31,05	0,50	+ 30,55
V5d TK03 101,0	07.02.2024	+ 30,60	kein Wasser	-
V5d TK03 102,0	26.03.2024	+ 28,87	4,10	+ 24,77
V5d TK03 104,0	25.04.2024	+ 26,29	1,65	+ 24,64
V5d TK03 105,0	14.05.2024	+ 24,68	0,65	+ 24,03
V5d TK03 107,0	18.04.2024	+ 24,97	0,80	+ 24,17
V5d TK03 109,0	08.02.2024	+ 26,03	0,90	+ 25,13
V5d TK03 110,0	08.02.2024	+ 26,69	1,00	+ 25,69
V5d TK03 111,0	14.02.2024	+ 27,12	„ <sup>3)</sup> “	„ <sup>3)</sup> “
V5d TK03 112,0	08.02.2024	+ 30,69	0,62	+ 30,07
V5d TK03 113,0	08.02.2024	+ 32,27	kein Wasser	-
V5d TK03 114,0	08.02.2024	+ 33,03	0,00 <sup>2)</sup>	+ 33,03
V5d TK03 115,0	13.02.2024	+ 33,08	kein Wasser	-
V5d TK03 116,0	14.02.2024	+ 32,16	kein Wasser	-
V5d TK03 117,0	14.02.2024	+ 32,70	kein Wasser	-
V5d TK03 118,0	25.04.2024	+ 33,23	kein Wasser	-
V5d TK03 119,0	11.03.2024	+ 35,18	kein Wasser	-
V5d TK03 120,0	11.03.2024	+ 35,34	kein Wasser	-
V5d TK03 121,0	11.03.2024	+ 35,89	kein Wasser	-
V5d TK03 122,0	02.02.2024	+ 36,16	kein Wasser	-
V5d TK03 123,0	13.02.2024	+ 37,38	0,70 <sup>2)</sup>	+ 36,68
V5d TK03 124,0	13.02.2024	+ 37,67	2,10	+ 35,57
V5d TK03 125,0	13.02.2024	+ 37,98	kein Wasser	-
V5d TK03 126,0	08.02.2024	+ 38,18	kein Wasser	-
V5d TK03 127,0	09.02.2024	+ 38,12	2,10	+ 36,02



Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
V5d TK03 128,0	13.02.2024	+ 38,43	kein Wasser	-
V5d TK03 129,0	13.02.2024	+ 38,69	kein Wasser	-
V5d TK03 130,0	13.02.2024	+ 37,99	2,20	+ 35,79
V5d TK03 131,0	14.02.2024	+ 36,84	kein Wasser	-
V5d TK03 132,0	28.03.2024	+ 34,98	kein Wasser	-
V5d TK03 133,0	12.02.2024	+ 34,75	2,45	+ 32,30
V5d TK03 134,0	12.02.2024	+ 33,51	0,90	+ 32,61
V5d TK03 135,0	06.02.2024	+ 32,81	kein Wasser	-
V5d TK03 136,0	06.02.2024	+ 30,59	0,70	+ 29,89
V5d TK03 137,0	06.02.2024	+ 30,33	kein Wasser	-
V5d TK03 138,0	02.02.2024	+ 27,62	kein Wasser	-
V5d TK03 139,0	02.02.2024	+ 24,88	0,30 <sup>2)</sup>	+ 24,58
V5d TK03 140,0	02.20.2024	+ 23,96	1,40	+ 22,56
V5d TK03 140,1	28.03.2024	+ 18,63	0,60	+ 18,03
V5d TK03 141,0	15.04.2024	+ 15,91	2,80	+ 13,11
V5d TK03 142,0	10.04.2024	+ 13,29	1,20	+ 12,09
V5d TK03 143,0	04.04.2024	+ 10,20	1,10	+ 9,10
V5d TK03 145,0	16.02.2024	+ 12,44	1,50	+ 10,94
V5d TK03 146,0	30.01.2024	+ 13,78	1,20	+ 12,58
V5d TK03 147,0	19.12.2023	+ 18,56	1,10	+ 17,46
V5d TK03 149,0	13.12.2023	+ 17,96	1,50	+ 16,46
V5d TK03 151,0	29.01.2024	+ 18,85	0,50	+ 18,35
V5d TK03 152,0	29.01.2024	+ 21,42	0,70	+ 20,72
V5d TK03 153,0	29.01.2024	+ 23,10	4,40	+ 18,70
V5d TK03 154,0	28.03.2024	+ 23,13	5,00	+ 18,13
V5d TK03 155,0	30.01.2024	+ 22,74	0,90	+ 21,84
V5d TK03 156,0	30.01.2024	+ 22,96	0,60	+ 22,36
V5d TK03 157,0	18.04.2024	+ 23,60	1,50	+ 22,10
V5d TK03 158,0	30.01.2024	+ 23,16	0,60	+ 22,56
V5d TK03 159,0	30.01.2024	+ 22,96	0,60	+ 22,36
V5d TK03 160,0	30.01.2024	+ 22,24	0,80	+ 21,44
V5d TK03 161,0	30.01.2024	+ 22,78	0,50	+ 22,28
V5d TK03 162,0	30.01.2024	+ 23,17	0,60	+ 22,57
V5d TK03 163,0	25.01.2024	+ 23,25	0,70	+ 22,50
V5d TK03 164,0	25.01.2024	+ 21,72	2,05	+ 19,67
V5d TK03 165,0	25.01.2024	+ 20,97	0,60	+ 20,37
V5d TK03 166,0	25.01.2024	+ 19,89	0,77	+ 19,12
V5d TK03 167,0	29.01.2024	+ 19,04	0,40	+ 18,64
V5d TK03 169,0	31.01.2024	+ 19,48	0,60	+ 18,88
V5d TK03 170,0	31.01.2024	+ 19,82	1,20	+ 18,62
V5d TK03 171,0	31.01.2024	+ 23,02	0,90	+ 22,12
V5d TK03 172,0	31.01.2024	+ 25,23	0,80	+ 24,43
V5d TK03 173,0	06.02.2024	+ 26,59	0,40	+ 26,19
V5d TK03 174,0	06.02.2024	+ 27,05	0,50	+ 26,55
V5d TK03 175,0	05.02.2024	+ 26,49	0,50	+ 25,99
V5d TK03 176,0	25.01.2024	+ 23,96	0,80	+ 23,16
V5d TK03 177,0	25.01.2024	+ 27,35	0,90	+ 26,45
V5d TK03 178,0	25.04.2024	+ 31,29	0,95	+ 30,34
V5d TK03 180,0	25.04.2024	+ 36,35	3,15	+ 33,20
V5d TK03 181,0	26.04.2024	+ 36,30	2,30	+ 34,00
V5d TK03 182,0	26.04.2024	+ 33,04	1,20	+ 31,84
V5d TK03 183,0	26.04.2024	+ 32,41	0,70	+ 31,71
V5d TK03 184,0	25.01.2024	+ 32,73	1,00	+ 31,73
V5d TK03 185,0	25.01.2024	+ 32,74	1,20	+ 31,54
V5d TK03 186,0	25.01.2024	+ 33,24	1,10	+ 32,14
V5d TK03 187,0	22.04.2024	+ 33,57	1,00	+ 32,57
V5d TK03 188,0	11.03.2024	+ 32,50	1,10	+ 31,40
V5d TK03 189,0	22.04.2024	+ 32,80	0,80	+ 32,00
V5d TK03 190,0	22.04.2024	+ 32,77	0,60	+ 32,17
V5d TK03 191,0	11.12.2023	+ 32,69	1,10	+ 31,59
V5d TK03 192,0	24.01.2024	+ 33,00	0,95	+ 32,05
V5d TK03 193,0	24.01.2024	+ 32,86	1,00	+ 31,86
V5d TK03 195,0	26.04.2024	+ 37,17	1,10	+ 36,07
V5d TK03 196,0	26.04.2024	+ 37,71	1,40	+ 36,31
V5d TK03 197,0	26.04.2024	+ 38,71	0,80	+ 37,91
V5d TK03 198,0	26.04.2024	+ 38,59	0,95	+ 37,64
V5d TK03 200,0	27.04.2024	+ 38,12	0,90	+ 37,22
V5d TK03 202,0	19.04.2024	+ 44,92	kein Wasser	-

Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
V5d TK03 203,0	19.04.2024	+ 45,80	kein Wasser	-
V5d TK03 205,0	22.01.2024	+ 47,91	1,10	+ 46,81
V5d TK03 206,0	22.01.2024	+ 47,84	kein Wasser	-
V5d TK03 207,0	22.01.2024	+ 47,84	0,80	+ 47,04
V5d TK03 208,0	23.01.2024	+ 48,21	kein Wasser	-
V5d TK03 209,0	23.01.2024	+ 42,47	3,80	+ 38,67
V5d TK03 210,0	23.01.2024	+ 44,21	kein Wasser	-
V5d TK03 211,0	23.01.2024	+ 43,74	5,20	+ 38,54
V5d TK03 213,0	23.04.2024	+ 41,83	4,50	+ 37,33
V5d TK03 214,0	18.04.2024	+ 40,27	2,70	+ 37,57
V5d TK03 215,0	25.04.2024	+ 37,92	1,20	+ 36,72
V5d TK03 216,0	14.03.2024	+ 37,79	1,20	+ 36,59
V5d TK03 217,0	18.03.2024	+ 41,96	4,20	+ 37,76
V5d TK03 218,0	27.02.2024	+ 43,19	2,10	+ 41,09
V5d TK03 219,0	01.02.2024	+ 45,37	0,30	+ 45,07
V5d TK03 220,0	24.01.2024	+ 48,37	3,00	+ 45,37
V5d TK03 221,0	24.01.2024	+ 49,28	3,70	+ 45,58
V5d TK03 222,0	24.01.2024	+ 49,44	3,00	+ 46,44
V5d TK03 223,0	24.01.2024	+ 49,44	3,50	+ 45,94
V5d TK03 224,0	18.04.2024	+ 47,16	0,60	+ 46,56
V5d TK03 225,0	16.01.2024	+ 48,79	1,00	+ 47,79
V5d TK03 226,0	16.01.2024	+ 51,76	0,50	+ 51,26
V5d TK03 227,0	15.01.2024	+ 53,86	0,50	+ 53,36
V5d TK03 228,0	15.01.2024	+ 53,42	0,45	+ 52,97
V5d TK03 229,0	15.01.2024	+ 53,76	4,60	+ 49,16
V5d TK03 230,0	10.01.2024	+ 54,12	0,10 <sup>2)</sup>	+ 54,02
V5d TK03 231,0	10.01.2024	+ 55,39	0,85 <sup>2)</sup>	+ 54,54
V5d TK03 232,0	10.01.2024	+ 55,93	1,40	+ 54,53
V5d TK03 233,0	10.01.2024	+ 55,97	0,80	+ 55,17
V5d TK03 234,0	10.01.2024	+ 55,85	0,85	+ 55,00
V5d TK03 235,0	09.01.2024	+ 55,35	0,40	+ 54,95
V5d TK03 236,0	09.01.2024	+ 55,16	kein Wasser	-
V5d TK03 237,0	09.01.2024	+ 54,78	0,49	+ 54,29
V5d TK03 238,0	09.01.2024	+ 51,61	kein Wasser	-
V5d TK03 239,0	09.01.2024	+ 51,26	0,42	+ 50,84
V5d TK03 240,0	23.04.2024	+ 49,91	1,60	+ 48,31
V5d TK03 241,0	07.12.2023	+ 48,57	3,60	+ 44,97
V5d TK03 242,0	16.01.2024	+ 45,28	0,90	+ 44,38
V5d TK03 243,0	23.04.2024	+ 43,40	0,50	+ 42,90
V5d TK03 244,0	01.02.2024	+ 41,97	1,70	+ 40,27
V5d TK03 245,0	01.02.2024	+ 38,12	3,00	+ 35,12
V5d TK03 246,0	23.04.2024	+ 33,08	1,40	+ 31,68
V5d TK03 247,0	21.02.2024	+ 31,32	5,20	+ 26,12
V5d TK03 248,0	16.01.2024	+ 31,14	1,90	+ 29,24
V5d TK03 249,0	16.01.2024	+ 31,30	1,60	+ 29,70
V5d TK03 250,0	16.01.2024	+ 30,92	2,30	+ 28,62
V5d TK03 251,0	11.01.2024	+ 30,02	6,70	+ 23,32
V5d TK03 252,0	15.01.2024	+ 30,29	0,40	+ 29,89
V5d TK03 253,0	15.01.2024	+ 31,76	0,90	+ 30,86
V5d TK03 254,0	15.01.2024	+ 30,74	1,10	+ 29,64
V5d TK03 255,0	09.11.2023	+ 26,81	kein Wasser	-
V5d TK03 256,0	09.11.2023	+ 25,71	4,60	+ 21,11
V5d TK03 257,0	09.11.2023	+ 23,80	1,00	+ 22,80
V5d TK03 258,0	11.01.2024	+ 23,00	1,00	+ 21,79
V5d TK03 259,0	11.01.2024	+ 22,79	1,10	+ 21,69
V5d TK03 260,0	11.01.2024	+ 23,49	0,80	+ 22,69
V5d TK03 261,0	11.01.2024	+ 24,41	0,90	+ 23,51
V5d TK03 262,0	08.11.2023	+ 24,59	4,80	+ 19,79
V5d TK03 263,0	31.01.2024	+ 24,88	2,55	+ 22,33
V5d TK03 264,0	31.01.2024	+ 23,92	4,40	+ 19,52
V5d TK03 265,0	31.01.2024	+ 24,27	4,00	+ 20,27
V5d TK03 266,0	31.01.2024	+ 22,38	2,80	+ 19,58
V5d TK03 267,0	26.01.2024	+ 21,46	2,68	+ 18,78
V5d TK03 268,0	26.01.2024	+ 21,28	2,75	+ 18,53
V5d TK03 269,0	31.01.2024	+ 20,75	1,40	+ 19,35
V5d TK03 270,0	08.11.2023	+ 20,09	0,90	+ 19,19
V5d TK03 271,0	08.11.2023	+ 19,54	1,30	+ 18,24
V5d TK03 272,0	08.11.2023	+ 18,21	0,50	+ 17,71

Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
V5d TK03 273,0	08.11.2023	+ 17,92	0,40	+ 17,52
V5d TK03 274,0	08.11.2023	+ 18,00	0,50	+ 17,50
V5d TK03 275,0	08.11.2023	+ 17,48	0,80	+ 16,68
V5d TK03 276,0	27.04.2024	+ 17,01	0,00	+ 17,01
V5d TK03 277,0	25.03.2024	+ 16,66	0,70	+ 15,96
V5d TK03 278,0	06.02.2024	+ 16,98	0,45	+ 16,53
V5d TK03 279,0	06.02.2024	+16,61	0,35	+ 16,26
V5d TK03 280,0	14.05.2024	+ 16,30	0,45	+ 15,85
V5d TK03 281,0	27.04.2024	+ 17,18	0,45	+ 16,73
V5d TK03 282,0	27.04.2024	+ 17,45	0,15	+ 17,30
V5d TK03 283,0	28.04.2024	+ 18,90	0,70	+ 18,20
V5d TK03 284,0	28.04.2024	+ 21,23	0,50	+ 20,73
V5d TK03 285,0	05.02.2024	+ 22,54	1,80	+ 20,74
V5d TK03 286,0	05.02.2024	+ 25,13	1,10	+ 24,03
V5d TK03 287,0	05.02.2024	+ 26,75	5,50	+ 21,25
V5d TK03 288,0	19.03.2024	+ 26,99	kein Wasser	-
V5d TK03 290,0	28.04.2024	+ 29,24	7,00	+ 22,24
V5d TK03 291,0	30.01.2024	+ 29,37	3,80	+ 25,57
V5d TK03 292,0	30.01.2024	+ 31,13	kein Wasser	-
V5d TK03 293,0	30.01.2024	+ 31,78	kein Wasser	-
V5d TK03 294,0	30.01.2024	+ 32,00	kein Wasser	-
V5d TK03 295,0	30.01.2024	+ 31,92	kein Wasser	-
V5d TK03 296,0	29.01.2024	+ 31,83	kein Wasser	-
V5d TK03 297,0	29.01.2024	+ 31,57	kein Wasser	-
V5d TK03 298,0	05.02.2024	+ 31,15	kein Wasser	-
V5d TK03 299,0	05.02.2024	+ 29,72	kein Wasser	-
V5d TK03 301,0	25.03.2024	+ 28,56	1,40	+ 27,16
V5d TK03 302,0	04.04.2024	+ 27,19	0,00	+ 27,19
V5d TK03 303,0	19.04.2024	+ 26,23	3,50	+ 22,73
V5d TK03 304,0	19.04.2024	+ 25,54	2,90	+ 22,64
V5d TK03 304,1	10.01.2024	+ 25,25	1,70	+ 23,55
V5d TK03 304,2	10.01.2024	+ 24,36	1,60	+ 22,76
V5d TK03 305,0	10.01.2024	+ 23,92	1,50	+ 22,42
V5d TK03 305,1	25.03.2024	+ 25,61	1,60	+ 24,01
V5d TK03 306,0	10.01.2024	+ 23,85	3,10	+ 20,75
V5d TK03 306,1	25.03.2024	+ 23,90	1,70	+ 22,20
TK02 Süd				
V5d_002,1 <sup>4)</sup>				
V5d_002,2 <sup>4)</sup>				
V5d_003,0	01.11.2023	+ 23,85	3,50	+ 20,35
V5d_003,1 <sup>4)</sup>				
V5d_003,2 <sup>4)</sup>				
V5d_004,0	17.07.2023	+ 22,43	2,20	+ 20,23
V5d_004,1 <sup>4)</sup>				
V5d_005,0	18.07.2023	+ 21,74	1,70	+ 20,04
V5d_005,1 <sup>4)</sup>				
V5d_006,0	18.07.2023	+ 21,10	1,40	+ 19,80
V5d_006,1 <sup>4)</sup>				
V5d_007,0	18.07.2023	+ 21,41	2,00	+ 19,41
V5d_008,0	19.10.2023	+ 22,42	3,20	+ 19,22
V5d_009,0	01.11.2023	+ 23,24	3,60	+ 19,64
V5d_011,0	13.07.2023	+ 20,61	1,50	+19,11
V5d_012,0	13.07.2023	+ 19,29	1,70	+ 17,59
V5d_013,0	13.07.2023	+ 17,91	2,00	+ 15,91
V5d_014,0	21.06.2023	+ 16,26	0,53	+ 15,73
V5d_015,0	10.08.2023	+ 16,58	0,90	+ 15,68
V5d_016,0	07.11.2023	+ 17,68	0,70	+ 16,98
V5d_017,0	13.07.2023	+ 18,49	4,60	+ 13,89
V5d_018,0	13.07.2023	+ 20,44	kein Wasser	-
V5d_019,0	13.07.2023	+ 21,41	6,40	+ 15,01
V5d_020,0	20.09.2023	+ 21,92	3,70	+ 18,22
V5d_021,0	01.11.2023	+ 21,88	2,60	+ 19,28
V5d_022,0	21.06.2023	+ 21,49	1,70	+ 19,79
V5d_023,0	20.07.2023	+ 21,68	kein Wasser	-
V5d_024,0	07.11.2023	+ 21,70	0,90	+ 20,80

Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
V5d_025,0	07.11.2023	+ 21,82	2,10	+ 19,72
V5d_026,0	26.10.2023	+ 23,22	1,10	+ 22,12
V5d_027,0	20.07.2023	+ 24,75	kein Wasser	-
V5d_028,0	20.07.2023	+ 25,31	kein Wasser	-
V5d_029,0	10.08.2023	+ 24,18	kein Wasser	-
V5d_030,0	30.08.2023	+ 24,19	kein Wasser	-
V5d_031,0	26.10.2023	+ 23,91	1,00	+ 22,91
V5d_032,0	05.10.2023	+ 23,26	kein Wasser	-
V5d_033,0	21.09.2023	+ 22,52	kein Wasser	-
V5d_034,0	25.10.2023	+ 20,39	kein Wasser	-
V5d_035,0	21.09.2023	+ 20,68	kein Wasser	-
V5d_036,0	21.06.2023	+ 20,86	kein Wasser	-
V5d_037,0	07.11.2023	+ 20,60	kein Wasser	-
V5d_038,0	21.09.2023	+ 20,15	kein Wasser	-
V5d_039,0	25.10.2023	+ 15,94	5,70	+ 10,24
V5d_040,0	21.09.2023	+ 15,53	4,95	+ 10,58
V5d_041,0	04.10.2023	+ 18,16	kein Wasser	-
V5d_042,0	25.10.2023	+ 20,62	kein Wasser	-
V5d_043,0	24.10.2023	+ 21,46	kein Wasser	-
V5d_044,0	24.10.2023	+ 21,20	kein Wasser	-
V5d_045,0	19.07.2023	+ 20,85	kein Wasser	-
V5d_046,0	19.07.2023	+ 18,49	kein Wasser	-
V5d_046,1 <sup>4)</sup>			3,70	
V5d_047,0	19.07.2023	+ 17,83	kein Wasser	-
V5d_047,1 <sup>4)</sup>				
V5d_048,0	24.10.2023	+ 13,41	4,20	+ 9,21
V5d_048,1 <sup>4)</sup>				
V5d_049,0	23.10.2023	+ 17,97	kein Wasser	-
V5d_049,1 <sup>4)</sup>	16.02.2024	+ 14,45	4,40	+ 10,05
V5d_049,2 <sup>4)</sup>	16.02.2024	+ 15,74	5,30	+ 10,44
V5d_050,0	23.10.2023	+ 18,72	kein Wasser	-
V5d_050,1 <sup>4)</sup>				
V5d_051,0	20.09.2023	+ 18,26	kein Wasser	-
V5d_051,1 <sup>4)</sup>				
V5d_051,2 <sup>4)</sup>				
V5d_052,0	04.10.2023	+ 17,36	kein Wasser	-
V5d_053,0	19.10.2023	+ 18,73	kein Wasser	-
V5d_053,1 <sup>4)</sup>				
V5d_054,0	29.06.2023	+ 20,27	4,10	+ 16,17
V5d_055,0	04.10.2023	+ 18,42	kein Wasser	-
V5d_056,0	27.07.2023	+ 17,28	kein Wasser	-
V5d_057,0	27.06.2023	+ 15,61	kein Wasser	-
V5d_058,0	07.10.2023	+ 14,50	2,20	+ 12,30
V5d_059,0	29.08.2023	+ 15,56	kein Wasser	-
V5d_060,0	29.08.2023	+ 15,09	2,20	+ 12,89
V5d_060,1	28.11.2023	+ 13,38	0,10 <sup>2)</sup>	+ 13,28
V5d_061,0	29.06.2023	+ 13,01	4,65	+ 8,36
V5d_062,0	02.11.2023	+ 10,98	1,90	+ 9,08
V5d_063,0	02.11.2023	+ 10,27	1,30	+ 8,97
V5d_064,0	02.11.2023	+ 9,65	1,20	+ 8,45
V5d_065,0	02.11.2023	+ 9,07	0,60	+ 8,47
V5d_066,0	02.11.2023	+ 8,96	0,50	+ 8,46
V5d_067,0	29.06.2023	+ 8,65	1,14	+ 7,51
V5d_068,0	29.06.2023	+ 8,33	0,95	+ 7,38
V5d_069,0	10.07.2023	+ 9,05	1,50	+ 7,55
V5d_070,0	29.08.2023	+ 9,36	1,19	+ 8,17
V5d_071,0	30.08.2023	+ 9,13	1,64	+ 7,49
V5d_072,0	30.08.2023	+ 9,07	1,98	+ 7,09
V5d_073,0	25.09.2023	+ 8,34	1,20	+ 7,14
V5d_074,0	11.09.2023	+ 7,90	0,60	+ 7,30

Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
V5d_074,1	05.09.2023	+ 7,65	0,70	+ 6,95
V5d_075,0	19.09.2023	+ 7,54	1,10	+ 6,44
V5d_76,0	12.09.2023	+ 7,46	0,80	+ 6,66
V5d_077,0_n	11.10.2023	+ 7,36	0,65	+ 6,71
V5d_078,0	04.10.2023	+ 8,01	0,70	+ 7,31
V5d_080,0_n	15.11.2023	+ 7,93	0,60	+ 7,33
V5d_082,0	19.09.2023	+ 7,79	0,40	+ 7,39
V5d_083,0	11.09.2023	+ 7,59	0,60	+ 6,99
V5d_084,0	22.08.2023	+ 7,49	0,50	+ 6,99
V5d_085,0	29.08.2023	+ 7,74	1,10	+ 6,64
V5d_086,0_n	19.10.2023	+ 9,30	3,37	+ 5,93
V5d_087,0	26.10.2023	+ 8,10	2,80	+ 5,30
V5d_088,0	06.11.2023	+ 7,32	0,50	+ 6,82
V5d_089,0	11.10.2023	+ 7,33	0,95	+ 6,38
V5d_090,0	11.10.2023	+ 7,74	1,00	+ 6,74
V5d_091,0	11.10.2023	+ 6,75	1,10	+ 5,65
V5d_092,0	11.10.2023	+ 7,81	1,05	+ 6,76
V5d_093,0	11.10.2023	+ 8,01	1,05	+ 6,96
V5d_094,0	11.10.2023	+ 8,24	1,20	+ 7,04
V5d_095,0	27.06.2023	+ 8,37	1,27	+ 7,10
V5d_096,0	27.06.2023	+ 8,22	1,00	+ 7,22
V5d_097,0	28.06.2023	+ 8,30	1,10	+ 7,20
V5d_098,0	09.01.2024	+ 8,48	0,65	+ 7,83
V5d_099,0	28.08.2023	+ 8,38	0,91	+ 7,47
V5d_100,0	26.07.2023	+ 8,57	0,80	+ 7,77
V5d_101,0	26.07.2023	+ 7,93	kein Wasser	-
V5d_102,0	28.06.2023	+ 7,79	0,35	+ 7,44
V5d_103,0	22.06.2023	+ 8,60	1,30	+ 7,30
V5d_104,0	22.06.2023	+ 8,89	1,25	+ 7,64
V5d_105,0	20.09.2023	+ 8,89	0,60	+ 8,29
V5d_106,0	20.09.2023	+ 9,54	0,70	+ 8,84
V5d_107,0	28.06.2023	+ 11,30	2,50	+ 8,80
V5d_108,0	28.06.2023	+ 12,31	2,90	+ 9,41
V5d_109,0	29.06.2023	+ 13,63	3,00	+ 10,63
V5d_110,0	22.06.2023	+ 13,20	3,40	+ 9,80
V5d_111,0	09.01.2024	+ 13,10	0,40 <sup>2)</sup>	+ 12,70
V5d_112,0	26.06.2023	+ 14,40	4,97	+ 9,43
V5d_113,0	22.06.2023	+ 14,95	kein Wasser	-
V5d_114,0	22.06.2023	+ 14,11	kein Wasser	-
V5d_115,0	19.06.2023	+ 13,69	kein Wasser	-
V5d_116,0	26.06.2023	+ 14,56	kein Wasser	-
V5d_117,0	27.06.2023	+ 15,05	kein Wasser	-
V5d_118,0	19.06.2023	+ 13,99	kein Wasser	-
V5d_119,0	19.06.2023	+ 13,77	6,20	+ 7,57
V5d_120,0	13.10.2023	+ 17,46	7,00	+ 10,46
V5d_121,0	05.10.2023	+ 16,65	5,50	+ 11,15
V5d_122,0	26.07.2023	+ 17,78	kein Wasser	-
V5d_123,0	18.10.2023	+ 17,95	3,20	+ 14,75
V5d_124,0	15.06.2023	+ 17,79	kein Wasser	-
V5d_125,0	15.06.2023	+ 19,32	kein Wasser	-
V5d_126,0	25.07.2023	+ 18,66	kein Wasser	-
V5d_127,0	02.11.2023	+ 18,28	0,80 <sup>2)</sup>	+ 17,48
V5d_128,0	02.11.2023	+ 18,26	kein Wasser	-
V5d_129,0	03.11.2023	+ 19,14	1,10 <sup>2)</sup>	+ 18,04
V5d_130,0	17.07.2023	+ 18,96	7,30	+ 11,66
TK01 Süd				
Vges_94,0	05.04.2023	+18,17	6,45	+11,72
Vges_95,0	11.04.2023	+17,02	5,20	+11,82
Vges_96,0	14.04.2023	+16,46	4,75	+11,71
Vges_97,0	18.04.2023	+16,42	1,40	+15,02
Vges_98,0	24.04.2023	+16,41	1,10	+15,31

Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m NHN]
Vges 99,0	31.03.2023	+16,41	3,40	+13,01
Vges 100,0	03.04.2023	+16,32	2,88	+13,44
Vges 101,0	03.04.2023	+16,28	5,57	+10,71
Vges 102,0	03.04.2023	+17,11	0,90	+16,21
Vges 103,0	04.04.2023	+14,10	2,90	+11,20
Vges 104,0	04.04.2023	+14,07	1,29	+12,78
Vges 105,0	04.04.2023	+14,57	1,01	+13,56
Vges 106,0	04.04.2023	+15,56	2,27	+13,29
Vges 107,0	04.04.2023	+16,00	4,65	+11,35
Vges 108,0	28.03.2023	+16,88	kein Wasser	-
Vges 109,0	28.03.2023	+17,06	2,87	+14,19
Vges 110,0	28.03.2023	+17,28	2,86	+14,42
Vges 111,0	28.03.2023	+16,43	1,20	+15,23
Vges 112,0	27.03.2023	+15,42	4,48	+10,94
Vges 113,0	29.03.2023	+14,23	2,72	+11,51
Vges 114,0	29.03.2023	+13,56	2,12	+11,44
Vges 115,0	29.03.2023	+13,70	2,26	+11,44
Vges 116,0	29.03.2023	+12,14	0,75	+11,39
Vges 117,0	30.03.2023	+12,47	1,41	+11,06
Vges 118,0	30.03.2023	+14,03	2,65	+11,38
Vges 119,0	30.03.2023	+13,80	2,37	+11,43
Vges 120,0	28.03.2023	+14,50	2,90	+11,60
Vges 121,0	29.03.2023	+15,44	2,85	+12,59
Vges 122,0	29.03.2023	+18,46	3,00	+15,46
Vges 123,0	29.03.2023	+18,64	3,00	+15,64
Vges 124,0	31.03.2023	+17,79	2,74	+15,05
Vges 125,0	05.04.2023	+17,69	3,25	+14,44
Vges 126,0	05.04.2023	+17,73	3,50	+14,23
Vges 127,0	06.04.2023	+16,50	2,58	+13,92
Vges 128,0	05.04.2023	+16,61	2,50	+14,11
Vges 129,0	06.04.2023	+16,59	2,60	+13,99
Vges 130,0	05.04.2023	+17,96	2,81	+15,15
Vges 131,0	05.04.2023	+17,92	2,05	+15,87
Vges 132,0	12.04.2023	+18,42	kein Wasser	-
Vges 133,0	12.04.2023	+19,52	kein Wasser	-
Vges 134,0	12.04.2023	+19,87	0,50	+19,37
Vges 136,0	14.04.2023	+22,77	kein Wasser	-
Vges 136,1	14.06.2023	+21,53	kein Wasser	-
Vges 137,0	06.04.2023	+23,07	3,00	+20,07
Vges 137,1	14.06.2023	+21,29	kein Wasser	-
Vges 138,0	14.04.2023	+23,55	kein Wasser	-
Vges 138,1	14.06.2023	+22,57	kein Wasser	-
Vges 139,0	14.04.2023	+22,54	kein Wasser	-
Vges 140,0	17.04.2023	+22,32	kein Wasser	-
Vges 141,0	17.04.2023	+21,53	kein Wasser	-
Vges 142,0	18.04.2023	+23,25	kein Wasser	-
Vges 143,0	18.04.2023	+24,41	kein Wasser	-
Vges 144,0	17.04.2023	+23,73	kein Wasser	-
Vges 145,0	17.04.2023	+22,85	kein Wasser	-
Vges 146,0	17.04.2023	+18,99	kein Wasser	-
Vges 147,0	17.04.2023	+15,87	2,95	+12,92
Vges 148,0	18.04.2023	+15,59	2,25	+13,34
Vges 149,0	18.04.2023	+16,55	0,40	+16,15
Vges 150,0	18.04.2023	+16,76	0,30	+16,46
Vges 151,0	18.04.2023	+17,55	0,55	+17,00
Vges 152,0	18.04.2023	+18,00	0,53	+17,47
Vges 153,0	18.04.2023	+20,52	1,5	+19,02
Vges 154,0	18.04.2023	+21,68	2,80	+18,88
Vges 155,0	18.04.2023	+22,92	2,60	+20,32
Vges 156,0	18.04.2023	+23,85	kein Wasser	-
Vges 157,0	19.04.2023	+23,66	1,95	+21,71
Vges 158,0	19.04.2023	+21,44	1,90	+19,54
Vges 159,0	15.05.2023	+18,28	8,75	+9,53
Vges 160,0	19.04.2023	+17,54	3,50	+14,04
Vges 161,0	19.04.2023	+13,76	4,05	+9,71
Vges 162,0	20.04.2023	+12,94	4,70	+8,24
Vges 163,0	19.03.2023	+12,53	2,30	+10,23
Vges 164,0	19.04.2023	+8,94	2,30	+6,64

Untersuchungs-Punkt	Datum der Messung	Geländehöhe [m NHN]	Grund- wasserstand [m u. GOK]	Grund- wasserstand [m NHN]
Vges_165c,0	19.04.2023	+8,44	2,05	+6,39
Vges_166,0	20.04.2023	+6,91	0,90	+6,01
Vges_167,0	20.04.2023	+7,19	0,90	+6,29

<sup>1)</sup> Potentiell artesisch gespanntes Grundwasser

<sup>2)</sup> Höchstwahrscheinlich Schichtenwasser

<sup>3)</sup> Bohrpunkt nicht messbar (überschwemmt)

<sup>4)</sup> Ergebnis nicht vorliegend

## Anhang 2

S. nächste Seite

Tabelle 1: Abschätzung von Aushubvolumina, Mietengeometrien, Überschussbodenmengen und Bedarf an Fremdmaterial

Bodenkundliche Klassifizierung	Technische Planung		Bodentrennung			Bodenaushub <sup>1</sup>				Mietengeometrien pro laufendem Meter <sup>1</sup>				Überschussboden <sup>1</sup>		Bedarf an Fremdmaterial <sup>1</sup>	
	Arbeitsstreifen- variante	Gesamtlänge je Variante [m]	Schichtung	Schicht- untergrenze [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]	Aushub-volumen aufgelockert <sup>2</sup> [m³/lfd. m]	Aushub-volumen aufgelockert <sup>2</sup> Summe [m³/lfd. m]	Aushub-volumen aufgelockert <sup>2</sup> Gesamttrasse [m³]	Aushubvolumen aufgelockert <sup>2</sup> Gesamttrasse Summe [m³]	Böschungs- winkel Miete [°]	Mietenhöhe [m]	Breite Basis [m]	Breite Oberkante [m]	Überschussboden/Ver- drängungs-volumen [m³/lfd. m]	Überschussboden/ Verdrängungsvolumen Gesamttrasse [m³]	Volumen zur Einsandung [m³/lfd. m]	Volumen zur Einsandung Gesamttrasse [m³]
Marsch	Eingeengt	11	Oberboden	0,25	0,25	1,5	9,6	16	106	45	1 - 1,25	2,5 - 3	0,5	-		2,7 - 3,5	30 - 36
			B-Boden	1,1	0,85	5,6		62			1,85 - 2,25	4,2 - 5	0,5	3,45 - 3,89	38 - 43		
			C-Boden	2,8	1,7	2,5		28			2,2 - 2,4	4,9 - 5,3	0,5				
	Obstbau (gespundet)	2.932	Oberboden	0,25	0,25	0,7	11,6	2.181	34.019	45	0,65	1,80	0,5	-		2,96	8.679
			B-Boden	1,1	0,85	2,5		7.414			1,35	3,20	0,5	4,1	12.095		
			C-Boden	3,9	2,8	8,3		24.424			2,65	5,80	0,5				
	Gruppen (gespundet)	137	Oberboden	0,25	0,25	0,7	12,8	102	1.753	45	0,65	1,80	0,5	-		2,96	406
			B-Boden	1,1	0,85	2,5		346			1,35	3,20	0,5	4,1	565		
			C-Boden	4,3	3,2	9,5		1.304			2,85	6,20	0,5				
	Standard (gespundet)	1.153	Oberboden	0,25	0,25	0,7	8,9	858	10.291	45	0,65	1,80	0,5	-		2,96	3.413
			B-Boden	1,1	0,85	2,5		2.916			1,35	3,20	0,5	4,1	4.756		
			C-Boden	3	1,9	5,7		6.517			2,20	4,90	0,5				
Geest (sandig) <sup>3</sup>	Standard	15.945	Oberboden	0,3	0,3	11,6	24,4	185.002	388.978	45	2,00	7,45	3,5	-		- <sup>4</sup>	- <sup>4</sup>
			B-Boden	0,8	0,5	3,7		59.770			1,70	3,90	0,5	1,54	24.555		
			C-Boden	2,8	2,0	9,0		144.207			2,75	6,00	0,5				
	Eingeengt	90	Oberboden	0,3	0,3	9,6	22,4	864	2.016	45	2,00	6,50	2,5	-		-	-
			B-Boden	0,8	0,5	3,7		337			1,70	3,90	0,5	1,54	139		
			C-Boden	2,8	2,0	9,0		814			2,75	6,00	0,5				
	Minimum	342	Oberboden	0,3	0,3	6,0	19,2	2.063	6.569	45	2,00	4,80	0,8	-		-	-
			B-Boden	0,8	0,5	3,7		1.282			1,70	3,90	0,5	1,54	527		
			C-Boden	2,8	2,0	9,4		3.223			2,75	6,00	0,5				
	Standard (gespundet)	552	Oberboden	0,3	0,3	0,9	10,5	493	5.819	45	0,75	2,00	0,5	-		-	-
			B-Boden	0,8	0,5	3,1		1.711			1,70	3,90	0,5	1,54	850		
			C-Boden	3	2,2	6,5		3.615			2,85	6,20	0,5				



Tabelle 1: Abschätzung von Aushubvolumina, Mietengeometrien, Überschussbodenmengen und Bedarf an Fremdmaterial

Bodenkundliche Klassifizierung	Technische Planung		Bodentrennung			Bodenaushub <sup>1</sup>				Mietengeometrien pro laufendem Meter <sup>1</sup>				Überschussboden <sup>1</sup>		Bedarf an Fremdmaterial <sup>1</sup>	
Leitbodentyp	Arbeitsstreifen-variante	Gesamtlänge je Variante [m]	Schichtung	Schicht-untergrenze [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]	Aushub-volumen aufgelockert <sup>2</sup> [m³/lfd. m]	Aushub-volumen aufgelockert <sup>2</sup> Summe [m³/lfd. m]	Aushub-volumen aufgelockert <sup>2</sup> Gesamttrasse [m³]	Aushubvolumen aufgelockert <sup>2</sup> Gesamttrasse Summe [m³]	Böschungswinkel Miete [°]	Mietenhöhe [m]	Breite Basis [m]	Breite Oberkante [m]	Überschussboden/Verdrängungsvolumen [m³/lfd. m]	Überschussboden/Verdrängungsvolumen Gesamttrasse [m³]	Volumen zur Einsandung [m³/lfd. m]	Volumen zur Einsandung Gesamttrasse [m³]
Geest (bindig)	Standard	42.956	Oberboden	0,3	0,3	10,7 - 11,6	19,6 - 14,4	459.629 - 498.290	872.007 - 1.048.126	45	2,00	7,1 - 7,45	3,1 - 3,45	-	148.200 - 167.100	2,7 - 3,5	116.000 - 150.300
			B-Boden	0,9	0,6	3,1 - 4,4		133.164 - 189.006			1,5 - 1,85	3,5 - 4,2	0,5	3,45 - 3,89			
			C-Boden	2,8	1,9	6,5 - 8,4		279.214 - 360.830			2,15 - 2,65	4,8 - 5,8	0,5				
	Eingeengt	54	Oberboden	0,30	0,3	8,7 - 9,6	18,3 - 22,4	470 - 518	988 - 1.210	45	2,00	6,1 - 6,5	2,1 - 2,5	-	190 - 210	2,7 - 3,5	100 - 200
			B-Boden	0,9	0,6	3,1 - 4,4		167 - 238			1,5 - 1,85	3,5 - 4,2	0,5	3,45 - 3,89			
			C-Boden	2,8	1,9	6,5 - 8,4		351 - 454			2,15 - 2,65	4,8 - 5,8	0,5				
	Minimum	1.774	Oberboden	0,30	0,3	5,2 - 6	14,8 - 6,8	9.225 - 10.644	26.255 - 33.352	45	2,00	4,5 - 4,8	0,5 - 0,8	-	6.120 - 6.900	2,7 - 3,5	4.800 - 6.200
			B-Boden	0,9	0,6	3,1 - 4,4		5.499 - 7.806			1,5 - 1,85	3,5 - 4,2	0,5	3,45 - 3,89			
			C-Boden	2,8	1,9	6,5 - 8,4		11.531 - 14.902			2,15 - 2,65	4,8 - 5,8	0,5				
	Standard (gespundet)	890	Oberboden	0,3	0,3	0,9	9,2	794	8.208	45	0,75	2,00	0,5	-	4,1	3,671	2,96
			B-Boden	0,9	0,6	1,8		1.589			1,10	2,70	0,5				
			C-Boden	3	2,1	6,5		5.825			2,30	5,10	0,5				
	Bündelung	400	Oberboden	0,3	0,3	10,1 - 11	19,6 - 23,8	4.040 - 4.400	7.880 - 9.520	45	2,00	6,75 - 7,15	2,75 - 3,15	-	1.380 - 1.560	2,7 - 3,5	1.100 - 1.400
			B-Boden	0,9	0,6	3,1 - 4,4		1.240 - 1.760			1,55 - 1,85	3,6 - 4,2	0,5	3,45 - 3,89			
			C-Boden	2,8	1,9	6,5 - 8,4		2.600 - 3.360			2,3 - 2,65	5,1 - 5,8	0,5				
Flachgründige Moore	Standard	5.371	Oberboden	0,30	0,3	1,8 - 2,6	11,4 - 15,4	9.668 - 13.965	61.230 - 82.713	45	1,1 - 1,4	2,7 - 3,3	0,5	-	18.500 - 20.900	2,7 - 3,5	14.500 - 18.800
			B-Boden	0,9	0,6	3,1 - 4,4		16.650 - 23.632			1,55 - 1,85	3,6 - 4,2	0,5	3,45 - 3,89			
			C-Boden	2,8	1,9	6,5 - 8,4		34.912 - 45.116			2,3 - 2,65	5,1 - 5,8	0,5				
	Eingeengt	41	Oberboden	0,30	0,3	1,8 - 2,6	11,4 - 15,4	74 - 107	468 - 631	45	1,1 - 1,4	2,7 - 3,3	0,5	-	141 - 159	2,7 - 3,5	111 - 144
			B-Boden	0,9	0,6	3,1 - 4,4		127 - 180			1,55 - 1,85	3,6 - 4,2	0,5	3,45 - 3,89			
			C-Boden	2,8	1,9	6,5 - 8,4		267 - 344			2,3 - 2,65	5,1 - 5,8	0,5				
	Minimum	321	Oberboden	0,30	0,3	1,8 - 2,6	11,4 - 15,4	578 - 835	3.660 - 4.943	45	1,1 - 1,4	2,7 - 3,3	0,5	-	1.107 - 1.249	2,7 - 3,5	867 - 1.124
			B-Boden	0,9	0,6	3,1 - 4,4		995 - 1.412			1,55 - 1,85	3,6 - 4,2	0,5	3,45 - 3,89			
			C-Boden	2,8	1,9	6,5 - 8,4		2.087 - 2.696			2,3 - 2,65	5,1 - 5,8	0,5				

Tabelle 1: Abschätzung von Aushubvolumina, Mietengeometrien, Überschussbodenmengen und Bedarf an Fremdmaterial

Bodenkundliche Klassifizierung	Technische Planung		Bodentrennung			Bodenaushub <sup>1</sup>				Mietengeometrien pro laufendem Meter <sup>1</sup>				Überschussboden <sup>1</sup>		Bedarf an Fremdmaterial <sup>1</sup>		
	Arbeitsstreifen- variante	Gesamtlänge je Variante [m]	Schichtung	Schicht- untergrenze [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]	Aushub-volumen aufgelockert <sup>2</sup> [m³/lfd. m]	Aushub-volumen aufgelockert <sup>2</sup> Summe [m³/lfd. m]	Aushub-volumen aufgelockert <sup>2</sup> Gesamttrasse [m³]	Aushubvolumen aufgelockert <sup>2</sup> Gesamttrasse Summe [m³]	Böschungs- winkel Miete [°]	Mietenhöhe [m]	Breite Basis [m]	Breite Oberkante [m]	Überschussboden/Ver- drängungs-volumen [m³/lfd. m]	Überschussboden/ Verdrängungsvolumen Gesamttrasse [m³]	Volumen zur Einsandung [m³/lfd. m]	Volumen zur Einsandung Gesamttrasse [m³]	
Flachgründige Moore	Standard (gespundet)	2.133	Oberboden	0,3	0,3	0,9	9,2	1.904	19.672	45	0,75	2,00	0,5	-		2,96	6.314	
			B-Boden	0,9	0,6	1,8		3.807			1,10	2,70	0,5	4,1	8.799			
			C-Boden	3	2,1	6,5		13.960			2,30	5,10	0,5					
	Bündelung	433	Oberboden	0,3	0,3	1,8 - 2,6	11,4 - 15,4	779 - 1.126	4.936 - 6.668	45	1,1 - 1,4	2,7 - 3,3	0,5	-		2,7 - 3,5	1.200 - 1.500	
			B-Boden	0,9	0,6	3,1 - 4,4		1.342 - 1.905			1,55 - 1,85	3,6 - 4,2	0,5	3,45 - 3,89	1.490 - 1.680			
			C-Boden	2,8	1,9	6,5 - 8,4		2.815 - 3.637			2,3 - 2,65	5,1 - 5,8	0,5					
Tiefgründige Moore	Standard	708	Oberboden	0,30	0,3	1,8 - 2,6	10,6 - 14	1.274 - 1.841	7.504 - 9.912	45	1,1 - 1,4	2,7 - 3,3	0,5	-		2,7 - 3,5	1.910 - 2.480	
			B-Boden	1,05	0,75	3,8 - 5,4		2.690 - 2.832			1,7 - 2	3,9 - 4,5	0,5	3,45 - 3,89	2.440 - 2.750			
			C-Boden	2,8	1,8	5,9 - 7,4		3.540 - 5.239			2,2 - 2,45	4,9 - 5,4	0,5					
	Minimum	92	Oberboden	0,30	0,3	1,8 - 2,6	10,6 - 14	166 - 239	976 - 1.288	45	1,1 - 1,4	2,7 - 3,3	0,5	-		2,7 - 3,5	248 - 322	
			B-Boden	1,05	0,75	3,8 - 5,4		350 - 368			1,7 - 2	3,9 - 4,5	0,5	3,45 - 3,89	317 - 358			
			C-Boden	2,8	1,8	5,9 - 7,4		460 - 681			2,2 - 2,45	4,9 - 5,4	0,5					
	Gruppen (gespundet)	374	Oberboden	0,3	0,3	0,9	12,8	334	4.784	45	0,75	2,00	0,5	-		2,96	1.107	
			B-Boden	1,05	0,75	9,7		3.616			1,25	3,00	0,5	4,1	1.543			
			C-Boden	4,3	3,3	2,2		834			2,85	6,20	0,5					
	Standard (gespundet)	1.903	Oberboden	0,3	0,3	0,9	3,8	1.698	7.140	45	0,75	2,00	0,5	-		2,96	5.633	
			B-Boden	1,05	0,75	1,6		3.066			1,25	3,00	0,5	4,1	7.850			
			C-Boden	3	2,0	1,2		2.375			2,30	5,10	0,5					
Plaggenesch	Standard	1.776	Oberboden	0,30	0,3	10,7 - 11,6	19,4 - 14	19.003 - 20.602	23.976 - 43.335	45	2,00	7,1 - 7,45	3,1 - 3,45	-		2,7 - 3,5	4.800 - 6.220	
			B-Boden	0,6	0,3	1,6 - 2,3		2.842 - 4.085			1,05 - 1,3	2,6 - 3,1	0,5	3,45 - 3,89	6.130 - 6.910			
			C1-Boden	0,85	0,3	1,2 - 1,8		2.131 - 3.197			0,9 - 1,1	2,3 - 2,7	0,5					
			C2-Boden	2,8	2,0	6,8 - 8,7		12.077 - 15.451			2,35 - 2,7	5,2 - 5,9	0,5					
	Minimum	64	Oberboden	0,30	0,3	5,2 - 6	14,6 - 15,7	333 - 384	512 - 435	45	2,00	4,5 - 4,8	0,5 - 0,8	-		2,7 - 3,5	173 - 224	
			B-Boden	0,6	0,3	1,6 - 2,3		102 - 147			1,05 - 1,3	2,6 - 3,1	0,5	3,45 - 3,89	221 - 249			
			C1-Boden	0,85	0,3	1,2 - 1,8		77 - 115			0,9 - 1,1	2,3 - 2,7	0,5					
			C2-Boden	2,8	2,0	6,8 - 8,7		435 - 557			2,35 - 2,7	5,2 - 5,9	0,5					

<sup>1</sup> Bei Angabe von zwei Werten: Niedriger Wert = Böschungswinkel des Rohrgrabens 60°; Größerer Wert = Böschungswinkel des Rohrgrabens 45°

<sup>2</sup> Auflockerungsfaktor 1,19

<sup>3</sup> Böschungswinkel des Rohrgrabens aufgrund des wenig bindigen Substrats immer 45°

<sup>4</sup> Anstehendes Substrat wird für die Einsandung des Leitungsrohrs wiederverwendet