



Antragsunterlagen zum
Planfeststellungsverfahren

Gasansbindung Wilhelmshaven - Leer (GWL)

Bodenschutzkonzept
Teil C - Unterlage 20.2

Vorhabenträgerin



EWE Netz GmbH

Cloppenburger Straße 302

26133 Oldenburg

Ansprechpartner

Thorsten Soppa

Tel.: 0151 74625063

thorsten.soppa@ewe-netz.de

Genehmigungsverfahren und Umwelt



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

Carl-Peschken-Straße 12

47441 Moers

Ansprechpartner

Gregor Stanislowski

Tel.: 02841 79050

gregor.stanislowski@lange-planung.de

Teil C - Unterlage 20.2: Bodenschutzkonzept (BSK)

Stand: 08.12.2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	11
1.1	Anlass	11
1.2	Aufgabenstellung des Bodenschutzkonzepts	11
1.3	Bezug zu anderen bodenbezogenen Unterlagen.....	12
1.4	Anwendungsrahmen und Grenzen des Bodenschutzkonzepts.....	13
2	Rechtliche Grundlagen des Bodenschutzkonzepts.....	15
2.1	Bundes-Bodenschutzgesetz.....	15
2.2	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.....	16
2.3	Landes-Bodenschutzgesetz	16
2.4	Bundesnaturschutzgesetz	16
2.5	Planungsvorgaben und technische Regeln	17
3	Das Schutzgut Boden im Bauvorhaben.....	18
3.1	Naturräumliche Einordnung.....	18
3.2	Datengrundlage.....	19
3.3	Raumanalyse	20
3.3.1	Bodentypen.....	20
3.3.2	Schädliche Bodenveränderungen	21
3.3.3	Geotope	21
3.3.4	Bohrungen zur Baugrunduntersuchung.....	21
3.4	Ableitung der Empfindlichkeit	22
3.4.1	Verdichtungsempfindlichkeit.....	22
3.4.2	Empfindlichkeit gegenüber Vermischung von unterschiedlichen Bodenschichten	23
3.4.3	Moore und grundwassernahe Standorte	23
3.4.4	Potenziell sulfatsaure Substrate.....	23
3.4.5	Erosionsgefährdung Wind.....	24
3.5	Bewertung der Böden im Vorhabenbereich	25
3.5.1	Verlust des Bodens / Versiegelung	25
3.5.2	Verdichtungsempfindlichkeit.....	25
3.5.3	Empfindlichkeit gegenüber Vermischung der Bodenschichten	25
3.5.4	Moore und grundwassergeprägte Böden	26
3.5.5	Potenziell sulfatsaure Substrate.....	26

3.5.6	Erosionsgefährdung Wind	27
3.5.7	Bohrungen zur Baugrunduntersuchung	28
4	Beschreibung des Vorhabens	30
4.1	Lage und Verlauf des Vorhabens	30
4.2	Technische Beschreibung	31
4.3	Zeitplan	32
4.4	Bodenrelevante Projektwirkungen	32
4.4.1	Versiegelung	34
4.4.2	Verdichtung	35
4.4.3	Vermischung von unterschiedlichen Bodenschichten	36
4.4.4	Erosion und Materialaustrag	37
4.4.5	Entwässerung	38
4.4.6	Einbringung von Fremdmaterial und Abfuhr von Boden	39
4.4.7	Kontamination mit schädlichen Stoffen	39
5	Maßnahmen zum Bodenschutz	40
5.1	Bodenkundliche Baubegleitung	42
5.2	Maßnahmen in der Ausführungsplanung	44
5.2.1	P-A - Allgemeine Maßnahmen zur Ausführungsplanung	44
5.2.1.1	P-A01 - Identifizierung von Sonderflächen (Moore, sulfatsaure Böden, Archivböden, Altlasten, Biologische Landwirtschaft u.ä.)	44
5.2.1.2	P-A02 - Anforderungen an die Bearbeitung und Umlagerung des Bodens	45
5.2.1.3	P-A03 - Baustellenplanung und Flächenrecycling	46
5.2.1.4	P-A04 - Massenbilanz und Überschussmassen	46
5.2.2	P-V - Vermeidung von Bodenverdichtung	47
5.2.2.1	P-V01 - Auswahl des Maschinenparks und Anlegen eines Maschinenkatasters	48
5.2.2.2	P-V02 - Konzept zum Vorhalten von Lastverteilungsplatten	49
5.2.2.3	P-V03 - Konzept zur Anlage temporärer Baustraßen	49
5.2.2.4	P-V04 - Vorgängige Begrünung der Baustellenflächen	50
5.2.2.5	P-V05 - Bauzeitanpassung	51
5.2.3	P-H - Vermeidung der Vermischung der Bodenhorizonte	51
5.2.3.1	P-H01 - Nach Horizonten getrennte Lagerung des Bodenaushubs ..	52
5.2.4	P-E - Schutz vor Bodenerosion	52

5.2.5	P-G - Vermeidung der Beeinträchtigung von Mooren und durch Grundwasser geprägte Böden	53
5.2.6	P-M - Planerische Berücksichtigung von Mooren und Archivböden..	53
5.2.7	P-S - Umgang mit potenziell sulfatsauren Sedimenten.....	53
5.3	Maßnahmen in der Bauausführung	55
5.3.1	B-A - Allgemeine Maßnahmen zur Bauausführung	55
5.3.1.1	B-A01 - Anforderungen an die Bearbeitung und Umlagerung des Bodens	55
5.3.1.2	B-A02 - Trennung von Ober- und Unterboden	56
5.3.1.3	B-A03 - Sachgerechte Lagerung des Oberbodens.....	56
5.3.1.4	B-A04 - Bodenaushub aus dem Rohrgraben.....	57
5.3.1.5	B-A05 - Vorgehen bei der Anlage von Arbeitsflächen auf Waldböden.	58
5.3.1.6	B-A06 - Umgang mit Verdrängungsmassen	58
5.3.1.7	B-A07 - Vorkehrungen gegen Bodenverunreinigungen	59
5.3.1.8	B-A08 - Schulung und Information des Baustellenpersonals	59
5.3.2	B-V - Vermeidung von Bodenverdichtung	59
5.3.2.1	B-V01 - Beschränkung des Kontaktflächendrucks beim Maschineneinsatz	61
5.3.2.2	B-V02 - Anlage von Baustraßen aus Lastverteilungsplatten.....	62
5.3.2.3	B-V03 - Anlage von Baustraßen aus mineralischen Substanzen.....	63
5.3.2.4	B-V04 - Vorgängige Begrünung der Baustellenflächen	64
5.3.2.5	B-V05 - Wiedereinbau des Bodens in den Rohrgraben	64
5.3.3	B-H - Vermeidung der Vermischung der Bodenhorizonte.....	65
5.3.3.1	B-H01 - Nach Horizonten getrennte Lagerung des Bodenaushubs ..	65
5.3.4	B-E - Schutz vor Bodenerosion	66
5.3.4.1	B-E01 - Minderung von Winderosion.....	66
5.3.4.2	B-E02 - Zutritt von Wasser in die Baustelle vermeiden.....	67
5.3.4.3	B-E03 - Austritt von Wasser von der Baustelle vermeiden	67
5.3.4.4	B-E04 - Gestauten / gesammelten Abfluss schadlos abführen.....	67
5.3.5	B-G - Vermeidung der Beeinträchtigung durch Grundwasser geprägter Böden	67
5.3.5.1	B-G01 - Vermeidung von Drainageeffekten.....	68
5.3.6	B-M - Vermeidung der Beeinträchtigung der Moore	68

5.3.6.1	B-M01 - Minimierung der Dauer der Wasserhaltung	69
5.3.7	B-S - Umgang mit potenziell sulfatsauren Sedimenten.....	69
5.3.8	B-A - Allgemeine Maßnahmen zum Baustellenrückbau.....	70
5.3.8.1	B-A09 - Wiedereinbau des Bodens	70
5.3.8.2	B-A10 - Oberbodenauftrag	71
5.3.9	Umgang mit Altlasten und sonstigen Bodenverunreinigungen.....	71
5.4	Maßnahmen zu Wiederherstellung, Nachsorge und Sanierung.....	72
5.4.1	W-01 - Tiefenlockerung.....	72
5.4.2	W-02 - Kalkung des Unterbodens	73
5.4.3	W-03 - Einsatz eines Steineroders	73
5.4.4	W-04 - Folgebewirtschaftung	74
6	Räumliche und zeitliche Differenzierung beim Einsatz der Bodenschutzmaßnahmen	75
6.1	Entscheidungsschwellen beim Einsatz von Maßnahmen	75
6.2	Räumliche Konkretisierung erforderlicher Maßnahmen	77
7	Zusammenfassung.....	79
8	Hinweise auf Schwierigkeiten	81
9	Quellenverzeichnis.....	82
9.1	Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Regelwerke.....	82
9.2	Allgemeine Literatur und Quellen	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Naturräumlichen Regionen in Nordwestniedersachsen (nach Drachenfels).	18
Abbildung 2:	Lage und Verlauf der GWL (Quelle: EWE NETZ)	30
Abbildung 3:	Matrix zur Abhängigkeit der Maßnahmen von äußeren Faktoren	75
Abbildung 4:	Entscheidungskaskade am Beispiel Verdichtungsempfindlichkeit	76

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Bodentypen im Untersuchungsraum	20
Tabelle 2	Verdichtungsempfindlichkeit der Böden im Untersuchungsraum und im Arbeitsstreifen	25
Tabelle 3	Durchmischungsempfindlichkeit der Böden im Untersuchungsraum und im Arbeitsstreifen	26
Tabelle 4	Moore und grundwassergeprägte Böden im Untersuchungsraum und im Arbeitsstreifen	26
Tabelle 5	Potenziell sulfatsaure Substrate im Untersuchungsraum und im Arbeitsstreifen	27
Tabelle 6	Erosionsgefährdung durch Wind im Untersuchungsraum und im Arbeitsstreifen	27
Tabelle 7	Beprobung auf potentiell sulfatsaures Material im Arbeitsstreifen	29
Tabelle 8	Technische Daten des Vorhabens	31
Tabelle 9:	Bodenrelevante Projektwirkungen	32
Tabelle 10:	Inhalte des Bodenschutzkonzepts	40
Tabelle 11:	Grundlegende Aufgaben der Bodenkundlichen Baubegleitung (Quelle: LLUR 2020)	42
Tabelle 12:	Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte (nach DIN 19639)	45

Plananlagen

C 20.2.1	Übersichtskarte mit Blattschnittübersicht	M 1:150.000
C 20.2.2	Bodenkarte	M 1:25.000
C 20.2.3	Empfindlichkeit Verdichtung und Grundwasser	M 1:25.000
C 20.2.4	Empfindlichkeit Moore und schutzwürdige Böden	M 1:25.000
C 20.2.5	Empfindlichkeit Bodenartenwechsel und sulfatsaure Böden	M 1:25.000
C 20.2.6	Empfindlichkeit Erosion	M 1:25.000
C 20.2.7	Massnahmenplan (Bodenschutzplan)	M 1:5.000

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
Anh.	Anhang
Art.	Artikel
AS	Arbeitsstreifen
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
ausschl.	ausschließlich
Az.	Aktenzeichen
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGU	Baugrunduntersuchung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BVB	Bundesverband Boden
DIN	Deutsches Institut für Normung
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
einschl.	einschließlich
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
etc.	et cetera
GDRM	Gasdruckregel- und Messanlage
GWL	Gasanbindung Wilhelmshaven - Leer
i. d. R.	in der Regel
i. V. m.	In Verbindung mit
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
LNG	Liquefied Natural Gas
LNGG	LNG-Beschleunigungsgesetz
LWL	Lichtwellenleiter
NIBIS	Niedersächsisches Bodeninformationssystem
PFV	Planfeststellungsverfahren
Q	Quartal
s. o.	siehe oben
U-Raum	Untersuchungsraum
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
WAL	Wilhelmshavener Anbindungsleitung
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Die Vorhabenträgerin, die EWE NETZ GmbH (EWE NETZ), plant mit dem Projekt „Gasanbindung Wilhelmshaven – Leer“ (GWL) die Errichtung und den Betrieb einer Gasversorgungsleitung aus dem Raum Wilhelmshaven (Sande) bis in den Raum Leer (Nüdder Moor/Jemgum).

1.1 Anlass

Der Ukraine-Krieg hat die gas- und energiepolitischen Rahmenbedingungen für Deutschland und Europa verändert. Da Russland als verlässlicher Partner und Lieferant für Gas und Öl ausfällt, muss der Energiebezug kurzfristig auf eine breite Basis gestellt werden. Ein wesentlicher Beitrag zur Schaffung von größerer Unabhängigkeit gegenüber der Lieferung von fossilen Brennstoffen aus Russland kommt dabei dem Import von Flüssig-Erdgas (LNG) zu.

Aktuell wird in Wilhelmshaven ein LNG-Terminal errichtet, der voraussichtlich noch 2022 in Betrieb genommen werden soll. Das in Wilhelmshaven anlandende Flüssig-Erdgas wird regasifiziert und über die derzeit im Bau befindliche Erdgashochdruckleitung der Open Grid Europe (OGE) bis nach Sande und dann weiter bis zum Speicher Etzel transportiert.

Die EWE Netz GmbH (EWE Netz) wird vom Übergabepunkt Sande an die Leitung der OGE anschließen und eine Erdgashochdruckleitung DN 600 zum Speicherstandort Nüdder Moor und Jemgum errichten, die über einen Netzkopplungspunkt in Westerstede und eine bestehende Leitung gleichzeitig auch die Verbindung zum Speicherstandort Huntorf sowie die Weitergabe des regasifizierten LNG und zukünftig auch die Weitergabe von (grünem) Wasserstoff in das nachgelagerte Netz und damit die Versorgung von Industrie- und Haushaltskunden ermöglicht.

Das Vorhaben der EWE Netz wurde durch das Gesetz zur Änderung des Energiesicherungsgesetzes und anderer energiewirtschaftlicher Vorschriften vom 8. Oktober 2022 (BGBl. I Nr. 37 S. 1726) unter Nummer 2.7 "Leitung nach § 2 Absatz 1 Nr. 3 (mittelbare LNG-Anbindungsleitung Wilhelmshaven-Leer "GWL") in die Anlage des Gesetzes zur Beschleunigung des Einsatzes verflüssigten Erdgases (LNG-Beschleunigungsgesetz - LNGG) aufgenommen. Mit der Aufnahme des Vorhabens in das LNGG wird die überragende Bedeutung der projektierten Leitung für die Versorgungssicherheit und Erlangung einer Unabhängigkeit von russischen Erdgasimporten unterstrichen (siehe § 3 LNGG).

1.2 Aufgabenstellung des Bodenschutzkonzepts

Der Bau einer Gasversorgungsleitung ist absehbar mit Eingriffen in den Boden verbunden. Um dem Gebot zur Vermeidung vermeidbarer und Minderung unvermeidbarer Beeinträchtigungen Rechnung zu tragen und die Belange des Bodenschutzes rechtzeitig zu berücksichtigen, wird dieses Bodenschutzkonzept erstellt.

Zentrale Aufgabe des Bodenschutzkonzepts ist, beginnend in der Planungsphase, die Entwicklung der notwendigen Maßnahmen zum Erhalt oder zur Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen und der damit verbundenen Bodenqualität, die somit der Vermeidung und Minderung des Eingriffs in das Schutzgut Boden dienen. Dazu sind die Erfassung und Bewertung des Ausgangszustands der vom Projekt betroffenen Böden hinsichtlich ihrer Qualität und Empfindlichkeit notwendig.

"Das Bodenschutzkonzept bildet für alle Phasen des Bauvorhabens die notwendigen Daten, Auswirkungen und Maßnahmen zum baubegleitenden Bodenschutz einschließlich der Vermittlung von Informationen und die Dokumentation ab. Es beschreibt das zeitliche und räumliche Management textlich und durch großmaßstäbliche Pläne (Bodenschutzplan). Dazu werden Daten über Bodeneigenschaften, -funktionen und -empfindlichkeiten ausgewertet und mit Informationen über Baumaßnahmen, Bauzeiten und Baubedarfsflächen zusammengeführt."
(DIN 19639, Abschnitt 6.1.1)

Das Bodenschutzkonzept ist als übergreifendes und vorsorgendes Konzept im Rahmen der Genehmigungsphase zu erstellen und im Rahmen der späteren baulichen Realisierung des Vorhabens als Leitfaden für den Bodenschutz auf den planfestgestellten Baustellenflächen zu verwenden. Die erforderlichen Maßnahmen werden benannt sowie im Maßnahmenplan (Plananlage C 20.2.7) konkreten Baustellenflächen zugeordnet, soweit dies möglich ist bzw. entstehende Konflikte bereits in der Planungsphase identifizierbar sind.

Nicht Gegenstand des Konzepts ist dagegen eine neuerliche Beschäftigung mit der Prüfung und Bewertung von Vorhabenalternativen, z.B. von Trassenvarianten, die bereits abschließend Gegenstand vorangegangener Planungs- und Genehmigungsdurchgänge waren, auch in dem Fall, dass diese mit einer geringeren Inanspruchnahme des Bodens verbunden wären.

Gegenstand des Bodenschutzkonzepts ist auch nicht die Eingriffsbilanzierung und Kompensationsermittlung gemäß den Verfahren zur Eingriffsbewertung (diese ist Gegenstand des Landschaftspflegerischen Begleitplans, vgl. dazu Unterlage 16). Andererseits hat das Bodenschutzkonzept durchaus Einfluss auf die Eingriffsbilanzierung und Kompensationsermittlung, indem es durch die rechtzeitige Entwicklung geeigneter Bodenschutzmaßnahmen auf der Grundlage der im LBP bzw. in dessen Anhang 2 Maßnahmenblätter (Teil B Unterlage 16.2) bereits allgemein formulierten Maßnahmen zum schonenden Umgang mit dem Boden dazu beiträgt, Eingriffswirkungen zu vermeiden und zu mindern. Durch die Entwicklung entsprechender Maßnahmen zur Nachsorge können die verursachten Eingriffswirkungen saniert und die Auswirkungen fallweise nur als temporäre Eingriffswirkungen eingestuft werden.

1.3 Bezug zu anderen bodenbezogenen Unterlagen

Das hier vorliegende Bodenschutzkonzept muss abgegrenzt werden von den schutzgutbezogenen Darstellungen des Bodens in UVP-Bericht und landschaftspflegerischem Begleitplan. Im UVP-Bericht erfolgt die Darstellung des Bestands des Schutzguts Boden im Untersuchungsraum und der Identifizierung seiner unterschiedlichen Empfindlichkeiten. Die Auswirkungsprognose des UVP-Berichts, mündet dann, sofern es vorhabenbedingt zu einer erheblichen Beeinträchtigung des Schutzguts kommt, im Landschaftspflegerischen Begleitplan in der Abarbeitung der Eingriffsregelung nach den Konventionen des anzuwendenden Bewertungsverfahrens und Ermittlung der erforderlichen Kompensation (in Ökopunkten bzw. Fläche).

Daneben greift der landschaftspflegerische Begleitplan neben den Maßnahmen, die sich aus der naturschutzrechtlichen Eingriffsbilanzierung ergeben, auch die sich aufgrund anderer Fachgutachten ergebenden Maßnahmen auf.

Die Aufgabe des Bodenschutzkonzepts ist die Darstellung und Konkretisierung geeigneter Bodenschutzmaßnahmen zur Vermeidung und Minimierung von baubedingten

Bodenveränderungen sowie zur erforderlichen Sanierung, sollte es dennoch zu Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen gekommen sein. Der Verlust der Archivfunktion oder die Bodenversiegelung kann auch durch die Anwendung der Schutz- und Minderungsmaßnahmen des Bodenschutzkonzepts nicht vermieden werden.

1.4 Anwendungsrahmen und Grenzen des Bodenschutzkonzepts

Das Bodenschutzkonzept baut auf den im Landschaftspflegerischen Begleitplan allgemein formulierten Maßnahmen auf und konkretisiert diese räumlich und zeitlich.

Es formuliert Schutz- und Minderungsmaßnahmen, mit denen vermeidbare Beeinträchtigungen des Bodens und seiner Funktionen aufgrund der temporären Inanspruchnahme als Baustellenfläche gemindert oder vermieden werden können. Dabei bezieht sich das Bodenschutzkonzept auf die standortspezifischen Empfindlichkeiten des jeweiligen Bodens gegenüber den Projektwirkungen. Hier schließt es alle Böden ausdrücklich mit ein, auch die, die in der Bewertung nach ihrer Leistungsfähigkeit nur eine mittlere oder geringe Bewertung erzielen. Ebenso beschränkt sich die Anwendung der Maßnahmen nach dem Bodenschutzkonzept nicht nur auf land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen, sondern ist auf alle Standorte anzuwenden.

Hinsichtlich der Empfindlichkeit gegenüber den Projektwirkungen kommt es dabei jedoch durchaus auch zu Überschneidungen mit der Eingriffsbilanzierung.

Andererseits kommt es in der Regel auch bei der offenen Verlegung der Leitung bei der Berücksichtigung der erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung von Horizontvermischung und Verdichtung nicht zu einer solchen Veränderung der Standorteigenschaften im Arbeitsstreifen, dass die Funktion des Bodens als Sonderstandort für naturnahe Vegetation dadurch erheblich beeinträchtigt würde oder verloren geht.

Neben der nur auf den pedogenen Eigenschaften beruhenden Empfindlichkeit, etwa der Archivfunktion und der Empfindlichkeit gegenüber Horizontvermischung, beruhen die Verdichtungs- und Erosionsempfindlichkeit auch auf äußeren Faktoren, vor allem dem Witterungsverlauf. Die ermittelten Empfindlichkeiten stellen dabei vor allem die Wahrscheinlichkeit dar, mit der auf einem bestimmten Abschnitt der geplanten Leitung das Risiko einer erheblichen Beeinträchtigung auftritt und Maßnahmen zur Vermeidung erforderlich macht.

Auf der Maßnahmenseite besteht dagegen kein Unterschied hinsichtlich des Risikos. Ein festgestelltes geringes Risiko an einem bestimmten Standort darf daher nicht dahingehend interpretiert werden, dass dort keine bzw. andere, möglicherweise weniger wirkungsvolle Maßnahmen zu ergreifen sind. So sind beispielsweise auf einer Fläche, die nur ein geringes Verdichtungsrisiko aufweist, beim Eintreten äußerer Umstände, die dieses Risiko realisieren, z.B. eine länger anhaltende Periode intensiver Niederschläge, dieselben Maßnahmen zu ergreifen wie auf einer Fläche, auf der aufgrund eines hohen Risikos bereits von vorn herein mit der Notwendigkeit der Umsetzung verdichtungsvermeidender Maßnahmen gerechnet worden ist. Andererseits kann sogar ein Boden, der normalerweise ein hohes Verdichtungsrisiko aufweist, während einer Dürreperiode mit leichten Fahrzeugen ohne Durchführung einer Maßnahme befahrbar sein.

Daher wird bei der Darstellung der Maßnahmen im Maßnahmenplan (Plananlage C 20.2.7) aufgrund der Abhängigkeit der Entscheidung über die zu ergreifende Maßnahme von jetzt

nicht vorhersagbaren äußeren Einflüssen (vgl. Abbildung 3) nicht nach verschiedenen Stufen der Dringlichkeit bzw. Wahrscheinlichkeit unterschieden.

Vor allem für die Empfindlichkeiten, die auch auf äußeren Faktoren beruhen, kommt der Bodenkundlichen Baubegleitung eine besondere Rolle zu, da der Einsatz der erforderlichen Maßnahmen zum Zeitpunkt der Antragstellung nicht vorhergesagt werden kann.

Das Bodenschutzkonzept umfasst eine Aufstellung von erprobten und möglichen Maßnahmen zur Vermeidung und Minimierung vermeidbarer Beeinträchtigungen des Bodens und seiner Funktionen aufgrund der temporären Inanspruchnahme als Baustellenfläche. Es unterstützt dabei den vorsorgenden Bodenschutz. Auch wenn das Konzept Hinweise auf die Sanierung eingetretener Bodenschäden enthält (vgl. Kap.5.4), so ist es doch Aufgabe in Planung und Bauausführung, die jeweils erforderlichen Maßnahmen bereits vor Eintreten von Bodenschäden vorzusehen.

Für Maßnahmen des Bodenschutzkonzepts nicht zugänglich sind jedoch wie beschrieben der Verlust des Bodens durch Versiegelung sowie der Verlust der Archivfunktion.

Die hier aufgeführten Maßnahmen berücksichtigen nicht die Anforderungen, die sich ggf. aus den Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen zum Schutz anderer Schutzgüter ergeben. Diese können in Wechselwirkung zu den hier beschriebenen Maßnahmen zum Bodenschutz stehen. Hier sind beispielsweise die Wechselwirkungen zwischen den Belangen des Bodenschutzes und des Artenschutzes zu benennen (vgl. z.B. Kap. 5.2.2).

Darüber hinaus können die hier aufgeführten Maßnahmen in der Ausführungsplanung auch in terminlichem Konflikt zu der geplanten Bauzeit für die Gasanbindungsleitung stehen. Zum aktuellen Zeitpunkt ist noch keine abschließende Aussage zur tatsächlichen Bauzeit an jedem konkreten Punkt im Trassenverlauf möglich.

2 **Rechtliche Grundlagen des Bodenschutzkonzepts**

Die Belange des Bodenschutzes bei der Verlegung von Gastransportleitungen unterliegen verschiedenen Vorgaben und Regelungen, die bei der Erarbeitung und Anwendung des Bodenschutzkonzepts zu berücksichtigen sind.

Die Thematik Bodenschutz bei Baumaßnahmen wird grundsätzlich über das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) bzw. von der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) abgedeckt.

Für den Bodenschutz relevante Vorschriften ergeben sich aber auch aus weiteren Rechtsvorschriften.

2.1 **Bundes-Bodenschutzgesetz**

Der Zweck des Bundes-Bodenschutzgesetzes (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.*"

Der Schwerpunkt des Gesetzes liegt im nachsorgenden Bodenschutz, das BBodSchG enthält aber auch Pflichten zum vorsorgenden Bodenschutz. Nach den Bestimmungen des § 2 Abs. 2 BBodSchG erfüllt der Boden

1. *"natürliche Funktionen als*
 - a. *Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,*
 - b. *Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,*
 - c. *Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers,*
2. *Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie*
3. *Nutzungsfunktionen als*
 - a. *Rohstofflagerstätte,*
 - b. *Fläche für Siedlung und Erholung,*
 - c. *Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,*
 - d. *Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung."*

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."*

§ 4 BBodSchG regelt die Pflicht zur Gefahrenabwehr, nach Abs. 1 hat *"jeder, der auf den*

Boden einwirkt, [...] sich so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden."

Das BBodSchG enthält jedoch keine unmittelbaren Vorgaben für den Umgang mit dem Boden im Rahmen von Zulassungsverfahren und Bauvorhaben.

Ziel des vorliegenden Bodenschutzkonzepts ist, mit der Entwicklung eines projektspezifischen Maßnahmenkonzepts bei der Verlegung von Rohrleitungen keine dauerhaften schädlichen Bodenveränderungen zu verursachen. Soweit der Leitungsbau dabei nach dem Stand der Technik erfolgt, das Bodenschutzkonzept umgesetzt wird und die sich witterungsbedingt ergebenden Grenzen der Bodeninanspruchnahme berücksichtigt werden, darf erwartet werden, daß keine über das allgemeine Maß hinausgehende Beanspruchung des Bodens und keine schädliche Bodenveränderung hervorgerufen wird.

Bei einer nicht sachgemäßen Bauausführung ist dagegen nicht auszuschließen, daß erhebliche Bodenveränderungen hervorgerufen werden.

2.2 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung

Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) konkretisiert im Wesentlichen das BBodSchG hinsichtlich Altlasten bzw. stofflicher Einträge in den Boden, wie das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden.

Die bloße Umlagerung von Bodenmaterial und seine Zwischenlagerung (Bodenmieten) unterliegt nicht der BBodSchV, wenn das Bodenmaterial am Herkunftsort wiederverwendet wird (§ 12 Abs. 2 Satz 2 BBodSchV). Beim Leitungsbau kommt diese Verordnung im normalen Baubetrieb und bei den beschriebenen Eingriffswirkungen somit nur dann zum Tragen, wenn zusätzliches Material eingebaut oder überschüssiger Boden nicht vor Ort wiederverwendet werden soll. Die Verbringung überschüssigen Aushubbodens unterliegt den Regelungen der BBodSchV in Verbindung mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG).

2.3 Landes-Bodenschutzgesetz

Die Länder haben vielfach zur Konkretisierung und Umsetzung des BBodSchG und der BBodSchV eigene Ländergesetze erlassen.

Das Niedersächsische Bodenschutzgesetz (NBodSchG) enthält insbesondere weitergehende Vorschriften zur Erfassung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten, zur Behördenstruktur und zur Informationsbereitstellung.

2.4 Bundesnaturschutzgesetz

Auch das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) nimmt Bezug auf den Schutz des Bodens. Nach § 1 Abs. 3 Nr. 2 BNatSchG sind Böden zur dauerhaften Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts " ... so zu erhalten, dass sie ihre Funktion im Naturhaushalt erfüllen können...".

"Eingriffe in Natur und Landschaft im Sinne dieses Gesetzes sind Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts [...] erheblich beeinträchtigen können." (§ 14 Abs. 1 BNatSchG). *"Erhebliche*

Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft sind vom Verursacher vorrangig zu vermeiden. [...]" (§ 13 BNatSchG).

2.5 Planungsvorgaben und technische Regeln

Neben diesen gesetzlichen Vorschriften sind bei der Verlegung von Rohrleitungen beim Umgang mit dem Boden weitere, untergesetzliche Regeln und Vorgaben zu beachten.

Diese Planungsvorgaben - Leitfäden, Arbeitshilfen, Hinweise usw. - konkretisieren die gesetzlichen Vorschriften für die praktische Anwendung, müssen fallweise jedoch noch projektspezifisch angepasst werden. Die Vorgaben sind zwar rechtlich nicht bindend, in der Regel wurden sie jedoch als konkrete Richtlinie oder zur Orientierung für die Formulierung von Genehmigungsaufgaben entwickelt. Daher entfalten sie durchaus eine Bindungswirkung und dienen den Genehmigungsbehörden beim Ausfüllen ihrer Ermessens- und Beurteilungsspielräume.

Insbesondere folgende Planungsvorgaben werden im Rahmen dieses Bodenschutzkonzepts herangezogen:

- DIN 19639 Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben (2019)
- DIN 19731 Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial (1998).
- DIN 18915 Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten (2002).
- Bodenkundliche Baubegleitung BBB - Leitfaden für die Praxis
Bundesverband Boden, BVB-Merkblatt Band 2 (2013)
- Leitfaden Bodenschutz auf Linienbaustellen
Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR 2020)
- Bodenschutz bei Planung und Errichtung von Gastransportleitungen
Technischer Hinweis DVGW G 451 (Regelwerk des DVGW - Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. 2016)

Ferner liegen verschiedene weitere, länderspezifische Planungsvorgaben vor (vgl. Kap. 9 Literaturverzeichnis).

3 Das Schutzgut Boden im Bauvorhaben

3.1 Naturräumliche Einordnung

Die naturräumliche Gliederung Deutschlands nach dem System des Handbuchs der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (Meynen/ Schmithüsen, 1953 - 1962) und seiner Folgebearbeitungen (Ssymanck, BfN, 1994) gliedert Deutschland in individuelle Naturräume, die "[...] trotz aller Vielgestaltigkeit von Lage, Klima und Boden [...] in sich verwandte Grundzüge der Standortsbedingungen aufweisen und sich im Ganzen von den benachbarten Bezirken deutlich abheben" (Schmithüsen 1953).

In Niedersachsen werden an deren Stelle die bereits Anfang der 1980er-Jahre eingeführten Naturräumlichen Regionen 1 bis 9 zugrunde gelegt, im Wesentlichen in der Abgrenzung, wie sie seit 1993 für naturschutzfachliche Aufgaben verwendet werden. Diese Regionen entsprechen im Prinzip weitgehend den o.a. naturräumlichen Haupteinheiten des BfN. Seit 2010 liegt eine überarbeitete Darstellung der Naturräumlichen Regionen Niedersachsens vor (Drachenfels 2010).

Nach der darin enthaltenen Kurzbeschreibung der Naturräumlichen Regionen verläuft die GWL durch die Unterregion 1.2 "Watten und Marschen" der Niedersächsischen Nordseeküste und Marschen und die Region 2 "Ostfriesisch-Oldenburgische Geest", die in der nachstehenden Abbildung von Nordwestniedersachsen (Quelle: Drachenfels 2010) dargestellt sind:

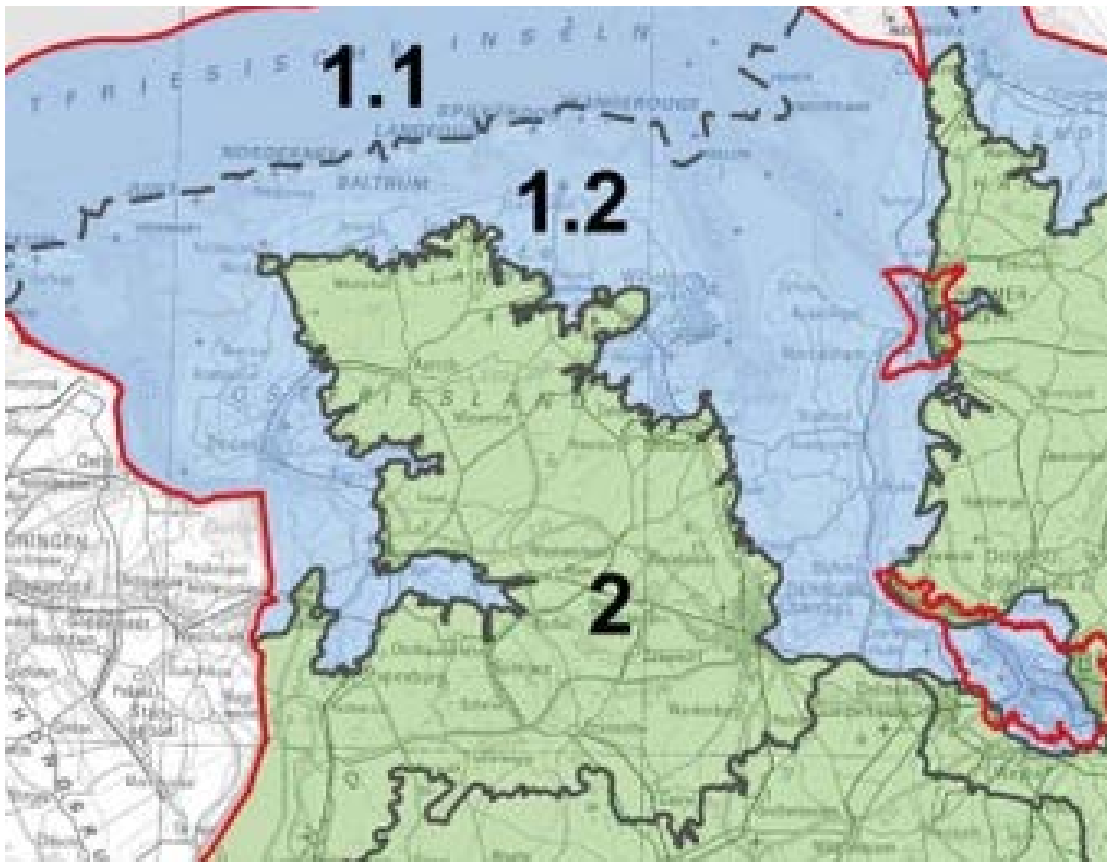


Abbildung 1: Naturräumlichen Regionen in Nordwestniedersachsen (nach Drachenfels)

Die Unterregion 1.2 Watten und Marschen "... besteht aus dem Wattenmeer mit Wattflächen, Watrinnen, Düneninseln und Salzwiesen, den Ästuaren von Ems, Weser und Elbe sowie den eingedeichten Marschen, die heute überwiegend von Grünland, Acker und Siedlungsflächen geprägt werden. Auf dem Festland werden die Grenzen zwischen den Marschen und den angrenzenden Naturräumlichen Regionen durch die Reichweite des Tideeinflusses in den Flüssen und durch die Verbreitung von Marschböden bestimmt, also von Standorten, die (zumindest vor der Eindeichung) unter dem Einfluss von Hochfluten des Meeres entstanden sind."

Die Region 2 Ostfriesisch-Oldenburgische Geest "... besteht einerseits aus Grundmoränenplatten mit Ackerflächen, Siedlungen, den landschaftstypischen Wallhecken und wenigen Wäldern, andererseits aus ausgedehnten, heute überwiegend kultivierten oder in Abtorfung befindlichen Mooren."

3.2 Datengrundlage

Als Datengrundlage für den Boden in Niedersachsen werden die digitalen Bodenflächendaten der mittleren Maßstabebene (Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 - BK50) des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) herangezogen, die für den Untersuchungsraum flächendeckend vorliegt.

Die BK50 ist räumlich und inhaltlich eng mit anderen landesweit vorliegenden Kartenwerken bzw. Datenbanken abgestimmt. Ein einheitliches Regelwerk der Erstellung gewährleistet landesweit eine vergleichbare Qualität. Die BK50 hat eine große fachliche und räumliche Ausagetiefe. Sie entspricht damit den Ansprüchen an mittelmaßstäbige Bodenkarten. Auf Grundlage dieser Bodenkarte lassen sich Funktionen, Potenziale und Gefährdungen der Böden herleiten und darstellen.

Für Niedersachsen liegt ein umfangreiches digitales Informationssystem vor, das Niedersächsische Bodeninformationssystem (NIBIS). Das NIBIS enthält alle für die Bodenbewertung notwendigen Daten sowie die Auswertungs- und Bewertungsmethoden.

Die BK50 und die zur BK50 vorliegenden Auswertungen zu Bodenfunktionen und Potenzialen stellen (vgl. DIN 19639, dort Tabelle 1, Nr. A_3 bis A_7) eine weitergehende Datengrundlage dar, die zur Charakterisierung und Beurteilung von Böden bzw. weiterer Schutzgüter und Ableitung von geeigneten Schutzmaßnahmen im Rahmen eines Bodenschutzkonzeptes geeignet sind.

Daneben stehen als großmaßstäbige Datengrundlagen auch Bodenkarten im Maßstab 1:5.000, sowie die Ergebnisse aus den Baugrunduntersuchungen (BGU) und den im Rahmen der BGU durchgeführten bodenkundlichen Erkundungsbohrungen als Auswertungsgrundlage zur Verfügung.

Bei den vorliegenden großmaßstäbigen Bodenkarten handelt es sich um in die moderne bodenkundliche Nomenklatur übersetzte Bodenkarten auf Grundlage der Bodenschätzungskarten (BS5). Sie sind aufgrund ihrer spezifischen inhaltlichen Struktur und Eigenschaften sowie der Übersetzungsqualität nur eingeschränkt nutzbar. Mit der Auswertung des LBEG zur Erosionsempfindlichkeit der Böden liegt eine valide Auswertung auf Grundlage der BS5 vor, die im Rahmen des Bodenschutzkonzeptes zur Ableitung von flächenkonkreten wirksamen

Maßnahmen zum Schutz der Böden gegenüber baubedingten Beeinträchtigungen als zusätzliche Datenquelle herangezogen wird.

Die punktuellen Bodeninformationen aus den Baugrunduntersuchungen und den begleitenden bodenkundlichen Erkundungsbohrungen werden gleichfalls ergänzend berücksichtigt. Auch die Baugrundbohrungen sind nur sehr eingeschränkt für bodenschutzfachliche Auswertungen geeignet; die Informationen zu den Bodenverhältnissen aus den bodenkundlichen Erkundungsbohrungen werden ergänzend zum Abgleich bzw. zur Validierung der flächenhaften Bodeninformationen verwendet.

Der gem. DIN 19639 erforderliche Mindestdatensatz zur Erstellung des Bodenschutzkonzeptes ist damit gegeben.

3.3 Raumanalyse

3.3.1 Bodentypen

Die Bodentypen des Untersuchungsraums der GWL spiegeln die eingangs beschriebene naturräumliche Gliederung wider. Ein gutes Drittel des Untersuchungsraums nehmen die terrestrischen Böden der Geest ein. Über den gesamten Untersuchungsraum häufigster Bodentyp ist dabei der Podsol. Ein Viertel des Untersuchungsraums umfassen die ausgedehnten, heute aber überwiegend landwirtschaftlich genutzten oder in Abtorfung befindlichen Moore ein. Das nördliche und das westliche Ende des Untersuchungsraums nehmen die Marschböden mit einem Anteil von zusammen knapp einem Viertel ein. Bei den Flächen ohne Bodendaten handelt es sich v.a. um Siedlungsflächen. In diesen Bereichen steht meist kein (natürlicher) Boden mehr an, auch wenn die Siedlungsflächen nicht mit einer flächigen Vollversiegelung gleichgesetzt werden können.

Die Gesamtbetrachtung der Bodentypen im Untersuchungsraum (hier: Fläche und Anteil) zeigt die nachfolgende Verteilung:

Tabelle 1 Bodentypen im Untersuchungsraum

Bodentyp	Fläche [ha]	Anteil [%]
Regosol	18	0,4
Braunerde	99	2,4
Podsol	848	20,6
Pseudogley	341	8,3
Plaggenesch	92	2,2
Tiefumbruchboden aus Mineralboden	80	1,9
Gley	382	9,3
Moorgley	229	5,5
Rohmarsch	9	0,2
Kalkmarsch	328	8,0
Kleimarsch	564	13,7
Knickmarsch	24	0,6
Erd-Niedermoor	137	3,3
Erd-Hochmoor	538	13,0
Tiefumbruchboden aus Moor	343	8,3

Bodentyp	Fläche [ha]	Anteil [%]
keine Bodendaten, Gewässer	95	2,3
Untersuchungsraum	4.126	100,0

Diese Bodentypen sind in der Bodenkarte (Plananlage C 20.2.2) für den Untersuchungsraum dargestellt. Die wesentlichen für die Herleitung der Maßnahmen im Bodenschutzkonzept zugrunde gelegten Bodeneigenschaften sind in den Plananlagen C 20.2.3 bis C 20.2.6 dargestellt.

3.3.2 Schädliche Bodenveränderungen

Als vorhandene Belastungen des Schutzguts Boden gelten Altlasten bzw. Altablagerungen (einschließlich Rüstungsaltslasten und Kampfmittelverdachtsflächen), aber auch anthropogen verursachte Überformungen und Beeinträchtigungen.

Von den Landkreisen wurden Daten zu Altlasten und Altablagerungen im Untersuchungsraum der Trasse mitgeteilt. Diese Daten sind ebenfalls in der Bodenkarte (Plananlage C 20.2.2) dargestellt.

Die dargestellten Altlasten sind durch das Vorhaben nicht direkt betroffen.

Für die ersten beiden Abschnitte des Baulos 1 (Sande - Westerstede, SP 0,0 - 22,4) liegen die Geotechnischen Streckengutachten bereits vor. Im Rahmen der dabei ausgeführten Bohrungen wurden keine sensorischen Auffälligkeiten festgestellt, die auf eine Bodenkontamination hinweisen.

Bei den Altlasten bzw. Altablagerungen handelt es sich jedoch nicht um eine Bodenfunktion. Daher ist der Umgang mit Altlasten und Altablagerungen kein Gegenstand des Bodenschutzkonzeptes. Die erforderlichen Maßnahmen bei Bauarbeiten, bei denen Altlasten oder Altablagerungen - sowohl bekannte als auch noch nicht bekannte - angetroffen werden, werden mit den zuständigen Behörden abgestimmt.

3.3.3 Geotope

Geotope sind erdgeschichtliche Bildungen der unbelebten Natur, welche Erkenntnisse über die Entwicklungen der Erde und des Lebens vermitteln. Sie umfassen Aufschlüsse von Gesteinen, Böden, Mineralien und Fossilien sowie besondere Landschaftsteile.

Es erfolgte eine Abfrage im Untersuchungsraum vorkommender Geotope im NIBIS. Im Bereich des Untersuchungsraums sind keine Geotope dargestellt.

3.3.4 Bohrungen zur Baugrunduntersuchung

Auch aus den Bohrprofilen zur Baugrunderkundung sowie aus den geotechnischen Streckengutachten lassen sich Hinweise auf den dort anstehenden Boden ziehen. Diese Profile sind aufgrund ihrer spezifischen inhaltlichen Struktur und Eigenschaften jedoch nur sehr eingeschränkt nutzbar, und im Hinblick auf die bodenschutzfachliche Ableitung von Empfindlichkeiten gegenüber den Vorhabenwirkungen wenig geeignet.

Die punktuellen Bodeninformationen aus den Baugrunduntersuchungen werden ergänzend im Rahmen des Bodenschutzkonzeptes berücksichtigt, die daraus ableitbaren Informationen zu

den Bodenverhältnissen werden ergänzend zum Abgleich bzw. zur Validierung der flächenhaften Bodeninformationen gemäß Bodenkarten verwendet.

Die Lage der Bohrpunkte und ihre Numerierung ist ebenfalls in der Bodenkarte (Plananlage C 20.2.2) dargestellt.

3.4 Ableitung der Empfindlichkeit

Die Beurteilung der beschriebenen Projektwirkungen erfolgt in Bezug auf die Kriterien des BBodSchG. Gemäß dem BBodSchG ist der Boden anhand seiner relevanten Bodenfunktionen als Standort für die natürliche Vegetation, Seltenheit, Standort für Kulturpflanzen, Ausgleichskörper im Wasserkreislauf, Filter und Puffer für Schadstoffe sowie die Empfindlichkeit gegen Umlagerung bzw. Verdichtung und Erosion zu bewerten.

Mit den verschiedenen Auswertethemen zur BK50 des LBEG liegt ein Instrument vor, mit dem die Bewertung der Bodeneigenschaften und die Ableitung der Empfindlichkeit der Böden in Niedersachsen erfolgt ist. Die durchgeführten Bewertungen liegen für alle Bodeneinheiten für den Untersuchungsraum als Sachdaten zur BK50 vor.

3.4.1 Verdichtungsempfindlichkeit

"Der Boden übernimmt wichtige Funktionen im Naturhaushalt, dient als Lebensgrundlage für viele Organismen, als Standort für die Produktion von Nahrungsmitteln und speichert, filtert, puffert und transformiert Wasser und Stoffe. Durch die unsachgemäße Nutzung des Bodens sind die Funktionen in Gefahr. Die Karte "Gefährdung der Bodenfunktionen durch Bodenverdichtung" (VDBF) zeigt wie stark die Funktionen das Befahren mit schweren Land- oder Baumaschinen gefährdet sind. Dazu wird die "Standortabhängige Verdichtungsempfindlichkeit" in Beziehung zu den Gefügeeigenschaften des Bodens gesetzt. Die Karte der VDBF bezieht sich auf die Bodentiefe 35 cm und wird in 5 Stufen dargestellt." (NIBIS Metadaten, Gefährdung der Bodenfunktionen durch Bodenverdichtung)

Die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens wird vor allem von der Bodenart bestimmt, zudem gehen in die Bewertung die Merkmale Grobbodenanteil (Steingehalt), Carbonatgehalt, Humusgehalt sowie die Grundwasser- und Stauwasserstufe ein. Die Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden erfolgt auf Grundlage der BK50-Auswertungen des LBEG.

Aufgrund des überwiegend bindigen Ausgangsmaterials und des sehr hohen Anteils organischer Böden im Untersuchungsraum muss ein großer Teil Böden im Untersuchungsraum als (sehr) verdichtungsempfindlich angesprochen werden.

Das Bodenschutzkonzept dient dazu, Beeinträchtigungen des Bodens nach Möglichkeit zu vermeiden. Daher ist nicht die Ermittlung der jedem Standort maximal noch zumutbaren Auflast das Ziel, sondern der Hinweis auf die grundsätzliche Empfindlichkeit. Im hier anstehenden Vorhaben ist gemäß dem Erläuterungsbericht (Teil A Unterlage 1) auf zeitweise oder dauerhaft nicht tragfähigem Boden die Anlage einer Baustraße bzw. die Verwendung von Lastverteiltern vorgesehen, so dass davon ausgegangen wird, dass Bodenverdichtungen vermieden werden können.

3.4.2 Empfindlichkeit gegenüber Vermischung von unterschiedlichen Bodenschichten

Die Empfindlichkeit der Böden gegenüber Vermischungen unterschiedlicher Bodenschichten mit abweichenden Substrateigenschaften ist insbesondere bei Böden mit mehrfach geschichteten Unterböden bedeutsam.

Das Risiko der Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit der Böden aufgrund einer baubedingten Durchmischung des Aushubs wird abgeschätzt anhand der Anzahl der stratigraphischen Schichten im Solum (Angaben zur Bodenart in der BK 50). Die Trennung von Ober- und Unterboden wird dabei auch bei Böden aus nur einer stratigraphischen Schicht als obligatorisch angesehen.

Böden, die als "Archive der Natur- und Kulturgeschichte" bedeutend sind, werden hierbei methodisch nicht separat erfasst, da der horizontgetreue Ausbau, Aufmietung und Wiedereinbau bei diesen wie auch bei Böden ohne besondere Archivfunktion die mögliche Maßnahme darstellt, die Durchmischung und damit den Verlust der Archivfunktion zumindest zu minimieren. Das trifft damit auch auf Moorböden zu, da diese generell mit besonderer Archivfunktion bewertet worden sind.

3.4.3 Moore und grundwassernahe Standorte

Moore bzw. Böden aus Torfschichten sind aufgrund ihrer lockeren Lagerung und Wassersättigung nicht nur äußerst verdichtungsempfindlich, Torf reagiert auf eine auch nur temporäre Entwässerung und damit dem Zutritt von Luftsauerstoff sehr kurzfristig mit Oxidation, also der nicht reversiblen Vererdung und Schwund.

Die Verbreitung der gegenüber den Vorhabenwirkungen besonders empfindlichen, kohlenstoffreichen Böden wurde auf Grundlage einer Auswertung der BK50 ermittelt. Grundwassernahe Standorte sowie Moorböden werden im Rahmen dieses Bodenschutzkonzepts zwar aufgrund ihrer spezifischen Empfindlichkeit angemessen berücksichtigt, aber nicht als eigenständige Empfindlichkeiten angesprochen, sondern stellen gegenüber den bodenrelevanten Projektwirkungen nur besonders empfindliche Ausprägungen dar.

Die grundwassernahen Standorte werden ermittelt aus den Angaben zur Grundwasserstufe der BK 50. Weitere Hinweise auf einen Grundwassereinfluss im Boden ergeben sich aus den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung.

3.4.4 Potenziell sulfatsaure Substrate

Marschböden sind aufgrund ihrer lockeren Lagerung und Wassersättigung nicht nur äußerst verdichtungsempfindlich, sehr häufig enthalten sie auch Schwefelverbindungen, die auf eine auch nur temporäre Entwässerung und damit dem Zutritt von Luftsauerstoff sehr kurzfristig mit Oxidation und Versauerung reagieren.

"In Niedersachsen kommen vor allem im Bereich der Küstengebiete sogenannte "sulfatsaure Böden" vor. Die Bezeichnung "sulfatsaure Böden" ist historisch gewachsen und umfasst Böden, Sedimente und Torfe. Charakteristisch für diese verschiedenen sulfatsauren Materialien sind hohe, geogen bedingte Gehalte an reduzierten anorganischen Schwefelverbindungen, die wegen konstant hoher Grundwasserstände unter anaeroben Bedingungen konserviert

wurden. Bei den säurebildenden Schwefelverbindungen handelt es sich vor allem um Eisensulfide, hauptsächlich in Form von Pyrit. Hohe Pyritgehalte können zu schwerwiegenden Problemen führen, wenn diese Böden im Rahmen von Bauvorhaben entwässert und/oder aus dem natürlichen Verbund herausgenommen werden (z. B. als Aushubmaterial von Baugruben). Bei der daraus resultierenden Belüftung wird Pyrit oxidiert, und je nach Höhe der bodeneigenen Säureneutralisationskapazität (vor allem aufgrund von Carbonaten wie z. B. Kalk) können erhebliche Mengen an Säure und Sulfat freigesetzt werden. Reicht die Säureneutralisationskapazität eines pyrithaltigen Bodens, Sediments oder Torfs nicht aus, um die Säurebildung aufgrund von Oxidationsprozessen zu puffern, handelt es sich um "potenziell sulfatsaures Material". Durch Oxidation versauert dieses Material deutlich und wird so zu "aktuell sulfatsaurem Material".

Das hohe Gefährdungspotenzial ergibt sich durch

- extreme Versauerung ($\text{pH} < 4,0$), die Pflanzenschäden verursacht bzw. Pflanzenwachstum verhindert,
- erhöhte Aluminium- und Schwermetallverfügbarkeit bzw. -löslichkeit und erhöhte Metallkonzentrationen im Sickerwasser (Überschreiten von Prüf-, Maßnahme- oder Vorsorgewerten nach BBodSchV möglich); Auswirkungen auf die aquatische Fauna und das Pflanzenwachstum; Verockerung von Dränrohren und Gräben durch Eisenaustrag,
- deutlich erhöhte Sulfatkonzentrationen im Boden- bzw. im Sickerwasser (Überschreitung des Schwellenwerts nach GrwV möglich),
- hohe Korrosionsgefahr für Beton- und Stahlkonstruktionen".

(Quelle: LBEG, Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten, https://www.lbeg.niedersachsen.de/startseite/boden_grundwasser/bodenschutz/sulfatsaure_boeden_niedersaechsischen_kuestengebieten/sulfatsaure-boeden-171614.html)

3.4.5 Erosionsgefährdung Wind

Zur Beurteilung der Gefährdung der Böden im Untersuchungsraum durch Winderosion wird das Auswertethema des LBEG "Abschätzung der potenziellen Erosionsgefährdung durch Wind gemäß Anlage 3 der Agrarzahlen-Verpflichtungenverordnung (Cross Compliance) - Feldblöcke" herangezogen. Ein Feldblock wird insgesamt in die Winderosionsgefährdungsklasse "CCWind" gem. Anlage 3 der Agrarzahlen-Verpflichtungenverordnung eingestuft, wenn sich aus dem Median, also für mehr als die Hälfte der Rasterzellen, die mit ihrem Mittelpunkt innerhalb des Feldblockes liegen, die Klasse "CCWind" ergibt.

Als Datengrundlagen gehen in das Auswertethema neben der Bodenart (als Kenngröße für die Erosionsanfälligkeit bzw. Erodierbarkeit dieser Bodenart, in der Regel aus der übersetzten Bodenschätzung entnommen wird) ein digitales Geländemodell, die Daten der Feldblöcke, Windgeschwindigkeit (als Kenngröße für die Erosivität des Klimas) und das Vorhandensein von Windhindernissen (Schutzwirkung von Windhindernissen).

Die Grundlage für diese Herangehensweise bildet das vorhandene Regelwerk (DIN 19706 Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wind).

Die Erodierbarkeit der Oberböden ackerbaulich genutzter Moorböden (Hochmoor- oder Niederdermoortorfe) wird nach dieser Methodik grundsätzlich als "sehr hoch" (Stufe 5) eingestuft.

3.5 Bewertung der Böden im Vorhabensbereich

Die Böden im Untersuchungsraum der GWL weisen gegenüber den vorhabenspezifischen Projektwirkungen die nachfolgend dargestellten Empfindlichkeiten auf. Die zugrundeliegenden Bodeneigenschaften sind in den Plananlagen C 20.2.3 bis C 20.2.6 dargestellt.

Die räumliche Zuordnung der Empfindlichkeiten der Böden im Leitungsverlauf und der daraus resultierenden erforderlichen Maßnahmen sind im Maßnahmenplan (Plananlage C 20.2.7) dargestellt.

3.5.1 Verlust des Bodens / Versiegelung

Beim Bau der GWL werden die Böden überwiegend nur baubedingt temporär in Anspruch genommen. Lediglich im Bereich der geplanten oberirdischen Armaturenstationen geht der Boden anlagebedingt dauerhaft verloren.

Der anlagebedingte Verlust von Boden ist nicht Gegenstand des vorliegenden Bodenschutzkonzepts. Er wird im Landschaftspflegerischen Begleitplan im Rahmen der Eingriffsregelung berücksichtigt.

3.5.2 Verdichtungsempfindlichkeit

Im Untersuchungsraum bzw. im geplanten Arbeitsstreifen der GWL verteilen sich die Flächenanteile der Böden der verschiedenen Verdichtungsempfindlichkeiten gemäß der Bewertung wie in folgender Tabelle beschrieben.

Tabelle 2 Verdichtungsempfindlichkeit der Böden im Untersuchungsraum und im Arbeitsstreifen

Verdichtungsempfindlichkeit	Untersuchungsraum Anteil [%]	Arbeitsstreifen Anteil [%]
sehr hoch	52,4	54,2
hoch	4,3	4,0
mittel	9,6	9,5
keine - gering	33,7	32,3
Summe	100,0	100,0

Insgesamt sind deutlich über der Hälfte der Böden im Untersuchungsraum wie auch im geplanten Arbeitsstreifen hoch und sehr hoch empfindlich gegenüber baubedingter Verdichtung aufgrund der vorherrschenden tonigen und schluffigen Substrate bzw. von Torfhorizonten. Ein knappes Drittel der Böden weist nur eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf. Hierbei handelt es sich teilweise um reine Sande, z.B. der Podsole.

3.5.3 Empfindlichkeit gegenüber Vermischung der Bodenschichten

Die Böden im Untersuchungsraum bzw. im geplanten Arbeitsstreifen der GWL werden aufgrund ihrer stratigraphischen Schichtung mit unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber umlagerungsbedingter Durchmischung bewertet. Die Anteile der Durchmischungsempfindlichkeit verteilen sich wie in folgender Tabelle beschrieben.

Tabelle 3 Durchmischungsempfindlichkeit der Böden im Untersuchungsraum und im Arbeitsstreifen

Durchmischungsempfindlichkeit	Untersuchungsraum Anteil [%]	Arbeitsstreifen Anteil [%]
hoch (3 und mehr Wechsel)	34,3	35,4
mittel (2 Schichtenwechsel)	32,3	33,2
gering (1 Schichtenwechsel)	11,7	11,8
keine (kein Schichtenwechsel)	21,6	19,6
Summe	100,0	100,0

Insgesamt bestehen somit gut zwei Drittel der Böden im Untersuchungsraum wie auch im geplanten Arbeitsstreifen aus mindestens drei taxonomisch unterscheidbaren stratigraphischen Schichten. Bei einigen dieser Böden sind die Schichtunterschiede nur geringfügig ausgeprägt, bei anderen sind sie dagegen so unterschiedlich ausgeprägt, dass eine Unterscheidung auch in der Baustellenpraxis möglich und erforderlich ist. Bei Böden unter Grundwassereinfluss kann zusätzlich eine weitere Differenzierung nach der Grenze zwischen oxischen und reduzierenden Verhältnissen erforderlich werden.

3.5.4 Moore und grundwassergeprägte Böden

Die Böden im Untersuchungsraum bzw. im geplanten Arbeitsstreifen der GWL werden aufgrund ihrer Grundwasserbeeinflussung mit besonderer Empfindlichkeit bewertet. Die Anteile des Grundwassereinflusses verteilen sich wie in folgender Tabelle beschrieben (zu Moor werden hier zusammengefasst die Hoch- und Niedermoore und der Moorgley, die Tiefumbruchböden und andere Böden mit Torf im Untergrund sind anhand ihrer Grundwasserbeeinflussung bewertet).

Tabelle 4 Moore und grundwassergeprägte Böden im Untersuchungsraum und im Arbeitsstreifen

Bodentyp	Untersuchungsraum Anteil [%]	Arbeitsstreifen Anteil [%]
Moore	21,8	21,3
andere grundwassergeprägte Böden	42,6	42,8
nicht grundwassergeprägte Böden	35,6	35,9
Summe	100,0	100,0

Insgesamt liegen somit knapp zwei Drittel der Böden im Untersuchungsraum wie auch im geplanten Arbeitsstreifen unter Grundwassereinfluss. Bei diesen Böden ist mit einer besonderen Empfindlichkeit insbesondere gegenüber Durchmischung und Verdichtung zu rechnen. Bei fast einem Viertel der Böden handelt es sich um Moore, deren Empfindlichkeit gegenüber Durchmischung und Verdichtung sowie Entwässerung gegenüber mineralischen Böden noch einmal deutlich höher ist.

3.5.5 Potenziell sulfatsaure Substrate

In Niedersachsen kommen vor allem im Bereich der Marschen, Moore und Watten der Küstengebiete potenziell sulfatsaure Böden vor. Grundsätzlich muss daher in den Trassenabschnitten zwischen SP 0,0 und 12,0 sowie von SP 63,3 bis 69,2 mit ihrem Vorkommen gerechnet werden.

Die Böden im Untersuchungsraum werden anhand der beiden Auswertekarten des LBEG zur BK50 "Sulfatsaure Böden, Tiefenbereich 0–2 m" und "Sulfatsaure Böden unterhalb von 2 m Tiefe" bewertet, wobei hier zur Bewertung der Böden im Vorhabenbereich beide Karten im Sinne einer worst case-Abschätzung nach dem Maximalwertansatz miteinander verschnitten worden sind. Die Anteile des Gefährdungspotenzials verteilen sich wie in folgender Tabelle beschrieben.

Tabelle 5 Potenziell sulfatsaure Substrate im Untersuchungsraum und im Arbeitsstreifen

Potenziell sulfatsaures Substrat	Untersuchungsraum Anteil [%]	Arbeitsstreifen Anteil [%]
Gefährdungspotential hoch bis sehr hoch	13,2	15,9
Gefährdungspotential mittel bis hoch	5,6	4,1
Gefährdungspotential gering	4,3	3,9
Böden außerhalb des Küstenholländers	76,8	76,1
Summe	100,0	100,0

Insgesamt muss somit nach den Auswertekarten des LBEG auf einem Fünftel des geplanten Arbeitsstreifens der GWL mit dem Vorkommen potenziell sulfatsauren Substrats gerechnet werden. Bei einem tatsächlichen Vorkommen potenziell sulfatsauren Substrats ist mit besonderen Anforderungen hinsichtlich der Bauausführung und Rekultivierung zu rechnen.

Für die ersten beiden Abschnitte des Baulos 1 (Sande - Westerstede, SP 0,0 - 22,4) liegen die Geotechnischen Streckengutachten bereits vor. Aus den Streckenabschnitten über junge Marschablagerungen wurden analytische Untersuchungen an ausgesuchten Proben zur Feststellung des Versauerungspotentials vorgenommen. Danach wurde keine der insgesamt neun untersuchten Proben als potenziell sulfatsauer eingestuft.

3.5.6 Erosionsgefährdung Wind

Die Auslösung oder Verstärkung von Erosion kann im anstehenden Vorhaben der GWL abschnittsweise eine relevante Projektwirkung sein, da auch Böden mit hoher Erosionsgefährdung im Trassenverlauf vorkommen.

Die Anteile des Erosionsrisikos durch Wind verteilen sich wie in folgender Tabelle beschrieben.

Tabelle 6 Erosionsgefährdung durch Wind im Untersuchungsraum und im Arbeitsstreifen

Erosionsgefährdung	Untersuchungsraum Anteil [%]	Arbeitsstreifen Anteil [%]
sehr hoch	5,2	7,8
mittel bis hoch	19,7	28,7
keine bis gering	46,2	57,6
keine Daten vorhanden	28,9	5,9
Summe	100,0	100,0

Insgesamt besteht somit nach den Auswertekarten des LBEG auf der Ebene der Feldblöcke auf knapp 8 % des geplanten Arbeitsstreifens der GWL ein sehr hohes Erosionsrisiko, so dass der betroffene Feldblock in die Winderosionsgefährdungskategorie "CCwind" eingestuft wird. Auf

einem weiteren guten Viertel der Flächen liegt immer noch eine mittlere oder hohe Erosionsgefährdung vor, die jedoch landwirtschaftlich noch keine Maßnahmen bedingt.

Im Gegensatz dazu wird die Erosionsgefährdung durch Wasser bedingt durch die flache Topographie des Untersuchungsraums und der geringen Verbreitung von schluffigen und tonigen Substraten als gering eingeschätzt.

3.5.7 Bohrungen zur Baugrunduntersuchung

Ergänzend werden hier auch die punktuellen Informationen aus den Baugrunduntersuchungen berücksichtigt und die daraus ableitbaren Informationen zu den Bodenverhältnissen mit den flächenhaften Bodeninformationen der Bodenkarten abgeglichen.

Die Lage der Bohrpunkte ist in der Bodenkarte (Plananlage C 20.2.2) dargestellt.

Moore und Böden mit Torfhorizonten

Gut geeignet sind die Bohrprofile, um zusätzliche Hinweise auf das Vorhandensein von Torfhorizonten zu gewinnen bzw. um diese mit den Angaben aus den Bodenkarten abzugleichen, obwohl auch hier die flächenhafte Interpretierbarkeit der Punktinformation nur in engen Grenzen möglich ist.

Auf den meisten Standorten haben sich durch die Baugrunduntersuchungen die Darstellungen der Bodenkarte bestätigt. Abweichungen von der Bodenkarte sind an folgenden Punkten festzustellen:

Torfhorizonte erbohrt, ohne Hinweis in der Bodenkarte

- Bohrung RKS 3, 5, 6, 9, 10, 16, 47, 65 und 135

kein Torfhorizont erbohrt trotz entsprechender Darstellung in der Bodenkarte

- Bohrung RKS 48, 67, 80, 88, 122, 93.1 - 93.3, 138

Torfhorizonte bestätigt, aber in anderer Tiefenlage als nach der Bodenkarte zu erwarten

- Bohrung RKS 70, 78, 121, 122.1

Grundsätzlich ergibt sich daraus nicht, dass die Darstellungen der Bodenkarte nicht zutreffend sind, sondern dass nicht nur Lücken in der Torfverbreitung, die u.U. nur kleinflächig sind, auftreten können, sondern dass auch ausserhalb der Darstellungen der Bodenkarte mit dem Vorkommen von Torf gerechnet werden muss.

Im Bereich der o.a. Bohrpunkte ergibt sich daher in der Bauausführung für die BBB ein erhöhter Prüfungsbedarf.

Potenziell sulfatsaure Substrate

Für die ersten beiden Abschnitte des Baulos 1 (Sande - Westerstede, SP 0,0 - 22,4) liegen die Geotechnischen Streckengutachten bereits vor. Aus den Streckenabschnitten über junge Marschablagerungen wurden analytische Untersuchungen an insgesamt neun ausgesuchten Proben zur Feststellung des Versauerungspotentials vorgenommen.

Diese Bohrungen verteilen sich wie folgt auf die in der Auswertekarte der sulfatsauren Böden im Tiefenbereich 0 - 2 m (SSB50) des LBEG dargestellten Gefährdungsbereiche:

Tabelle 7 Beprobung auf potentiell sulfatsaures Material im Arbeitsstreifen

Bohrung	Sulfatsaurer Boden (gem. LBEG)	Bewertung (gem. LBEG)
RKS 27, 28	GR_1A	Gefährdungspotenzial sehr hoch kalkfreies, aktuell und potenziell sulfatsaures Material mit hohen Schwefelgehalten
RKS 11, 14	GR_1B	Gefährdungspotenzial unten sehr hoch, oben gering bis mittel kalkhaltiges Material über potenziell sulfatsaurem Material
RKS 32	GR_1C	Gefährdungspotenzial hoch bis sehr hoch aktuell und potenziell sulfatsaures Material aus mineralischen Anteilen und Torfen
RKS 2, 5, 7	GR_2B	Gefährdungspotenzial örtlich mittel bis hoch kalkfreies toniges Material; örtlich mit sulfatsaurem Material
RKS 9	GR_2C	Gefährdungspotenzial mittel (nur örtlich) kalkhaltiges toniges Material, z.T. mit erhöhten Schwefelgehalten

Keine der insgesamt neun untersuchten Proben wurde in der Analyse jedoch als potenziell sulfatsauer eingestuft.

Dennoch verläuft die Trasse in den in den Abschnitten zwischen SP 0,0 und 6,1 sowie von SP 8,6 bis 11,8 durch Flächen, in denen mit dem Vorkommen sulfatsaurer Böden gerechnet werden muss.

Grundsätzlich ergibt sich daraus nicht, dass die Auswertungen in der Bodenkarte nicht zutreffend sind, sondern dass potenziell sulfatsaures Material innerhalb der dargestellten Abschnitte lückig und u.U. nur kleinflächig vorkommt. Im Rahmen der bodenkundlichen Baubegleitung muss in den o.a Trassenabschnitten dennoch besondere Aufmerksamkeit auf das Vorkommen potenziell sulfatsaurer Böden gelegt werden.

Anders als diese bodenbürtigen Eigenschaften hängen die Verdichtungs- und Erosionsempfindlichkeit auch stark vom Witterungsverlauf vor und während der Bauausführung ab. Die Tiefe des Grundwasserspiegels und die Verdichtungsempfindlichkeit werden daher nicht aus den Bohrungen flächenhaft interpretiert.

4 Beschreibung des Vorhabens

Im Folgenden werden die für das Bodenschutzkonzept wesentlichen Informationen zum Vorhaben dargestellt, so dass daraus die möglichen Wirkungen auf das Schutzgut Boden abgeleitet werden können. Eine ausführliche Beschreibung des Projektes und des Bauablaufs ist dem Erläuterungsbericht (Teil A Unterlage 1) zu entnehmen. Die kartographische Übersicht des Trassenverlaufes ist in der Übersichtskarte (Plananlage C 20.2.1) dargestellt, die zugrundeliegende Bodenkarte ist in der Bodenkarte (Plananlage C 20.2.2) dargestellt.

4.1 Lage und Verlauf des Vorhabens

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Verlauf der geplanten Erdgashochdruckleitung und die berührten kommunalen Gebietskörperschaften in der Übersicht:

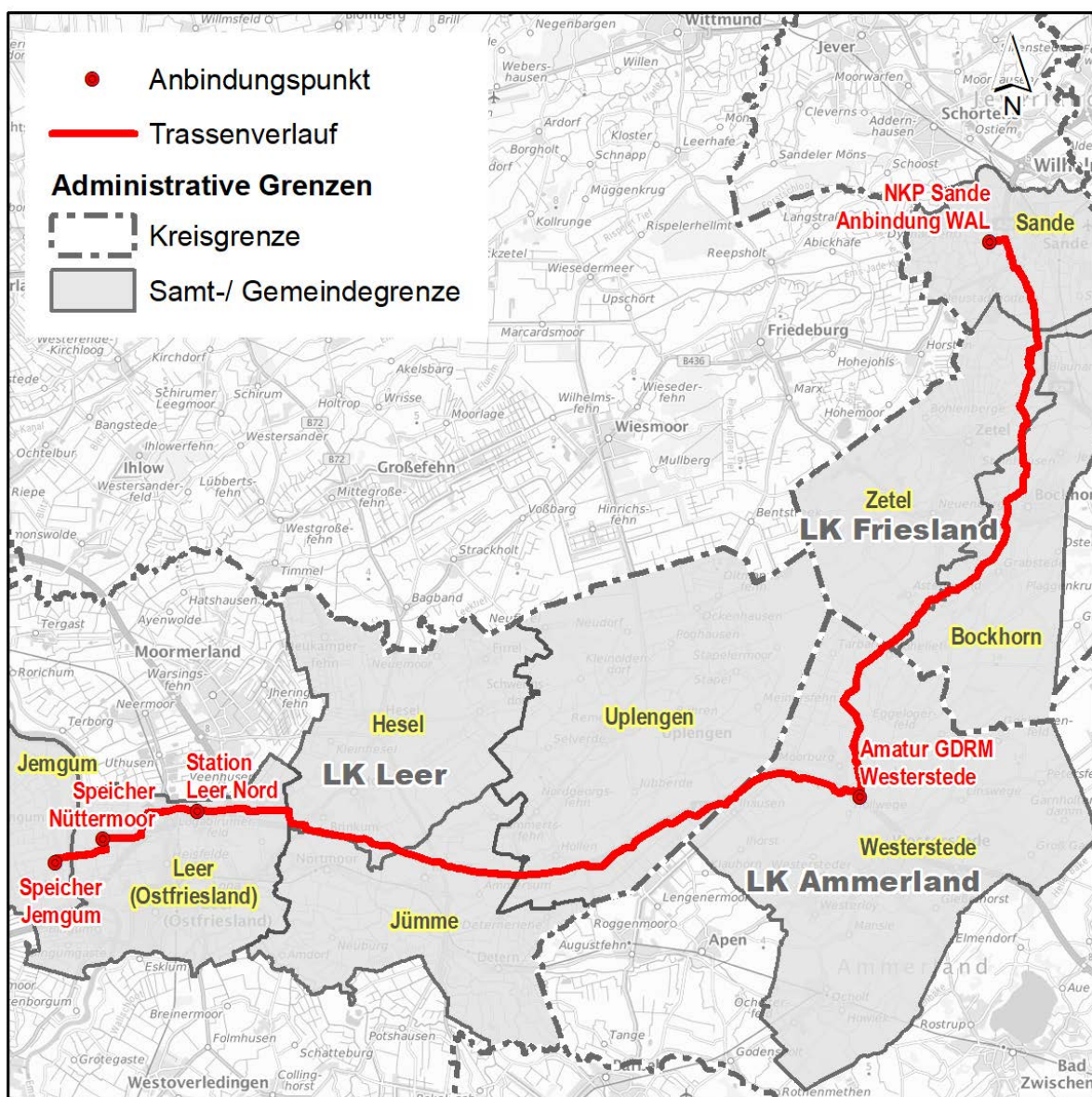


Abbildung 2: Lage und Verlauf der GWL (Quelle: EWE NETZ)

4.2 Technische Beschreibung

Für die ausführliche technische Beschreibung des Vorhabens wird auf den Erläuterungsbericht (Teil A Unterlage 1) verwiesen. Die Darstellung hier erfolgt gekürzt mit einem besonderen Fokus auf die Inanspruchnahme des Bodens.

Gegenstand der Planung ist die Errichtung einer Gasversorgungsleitung zum Zwecke des Transportes von regasifiziertem Erdgas, bestehend aus den Systemkomponenten:

- Unterirdisch verlegte Stahlrohre DN 600
- Neubau von Absperrstationen
- Kathodisches Korrosionsschutzsystem
- Kabelanlage für das Fernwerkssystem unterirdisch verlegt neben der Rohrleitung
- Oberirdische Markierungspfähle
- Errichtung von Gasdruckregel- und Messanlagen (Sande und Westerstede)
- Errichtung einer Molchstation

Tabelle 8 Technische Daten des Vorhabens

Transportmedium	Erdgas besteht aus gasförmigen Kohlenwasserstoffen. Methan als Hauptbestandteil ist ungiftig, nicht wassergefährdend, farb- und geruchlos. Die Leitung wird auch H2-Ready ausgelegt. H2 (Wasserstoff) ist ebenfalls ungiftig, nicht wassergefährdend, farb- und geruchlos.
Nennweite der Leitung:	DN 600 (ca. 610 mm Außendurchmesser)
Max. zul. Betriebsdruck:	MOP 100 bar
Auslegungsdruck:	DP 100 bar
Rohre:	hochfeste längsnahtgeschweißte Stahlrohre L360 NE, kunststoffummantelt
Leistungssteuerung und -überwachung:	Kommunikationsnetz der EWE
Kennzeichnung der Leitung:	Schilderpfähle und Schiffszeichen
Länge der Leitung	30 km Abschnitt Sande-Westerstede 38 km Abschnitt Westerstede- Leer
Schutzstreifenbreite	10,0 m
gehölzfreier Streifen	2,5 m ab der Rohraußenkante
Arbeitsstreifenbreite auf freier Feldflur	Landwirtschaftliche Fläche: 42,0 m Moorgebiete: 50 m
Regelüberdeckung	Min. 1,2 m
Korrosionsschutz	Aktive (kathodischer Korrosion) Passiv (Polyethylen Umhüllung für normale Verlegung, PP für HDD und Pressung)
Begleitkabel	LWL
Anzahl der Armaturenstationen	zwei
Stationen	GDRM Sande GDRM Westerstede GDRM Leer Nord

Zur Bauausführung wird bei einem Leitungsdurchmesser von DN 600 in freier Feldflur ein Regelarbeitsstreifen von 42 m Breite in Anspruch genommen, in Moorgebieten sind aufgrund der absehbaren besonderen Anforderungen an die getrennte Aushublagerung sowie die erhöhten Anforderungen an die notwendigen lastverteilenden Maßnahmen 50 m Breite vorgesehen. Einschränkungen der Breite in ökologisch besonders sensiblen Bereichen sind erforderlichenfalls vorgesehen.

Zu temporären Aufweitungen des Arbeitsstreifens kommt es an mehreren Stellen für die Anlage von Rohrlagerplätzen sowie für das Aufstellen der Enteisungsanlagen mit den zugehörigen Erdbecken.

Ein ausreichend bemessener Arbeitsstreifen ist die Voraussetzung für einen sicheren und umweltschonenden Bauablauf bei gleichzeitig entsprechend des Zeitplans hoher Tagesverleistung. Durch ausreichend breite Arbeitsstreifen kann eine separate Trennung der einzelnen Bodenhorizonte ermöglicht und damit der Bodenschutz gewährleistet werden.

4.3 Zeitplan

Nach den Planungen der Vorhabenträgerin ist beabsichtigt, mit dem Bau unmittelbar nach dem für Q2-2023 angestrebten Planfeststellungsbeschluss zu beginnen, somit ebenfalls im Q2-2023. Die Gesamtinbetriebnahme der GWL ist für Q4-2023 geplant. Der geplante Abschluss der Wiederherstellungsarbeiten ist bis zum Q2-2024 vorgesehen.

4.4 Bodenrelevante Projektwirkungen

Einen Überblick über mögliche Projektwirkungen einer Pipelineverlegung, die für das Schutzgut Boden relevant sind, gibt die folgende Tabelle. Anschließend werden die Projektwirkungen auf den Boden ausführlich erläutert.

Tabelle 9: Bodenrelevante Projektwirkungen

Vorhabenbestandteile					Projektwirkungen	Auswirkungskategorie					
Arbeitsstreifen											
Rohrgraben offene Querung, Erdbecken	Fahrtstreifen, Rohrlagerplätze	Bodenmieten	Pressgruben	Stationsflächen							
				X	Versiegelung von Fläche, dauerhafter Einbau von Fremdmaterial, Verlust des Bodens	X	X			X	
X	(x)	X	X		Durchmischung des Oberbodengefüges durch Abtragen und Umlagern		X			X	
X		X	X		Durchmischung des gewachsenen Schichtaufbaus des Unterbodens durch Aufgraben und Umlagern		X	(x)		X	
	X		(x)	X	Befahren des offenliegenden Bodens mit Baumaschinen und LKW			X		X	

Vorhabenbestandteile					Projektwirkungen	Auswirkungskategorie					
Arbeitsstreifen											
Rohrgraben offene Querung, Erdbecken	Fahrstreifen, Rohrlagerplätze	Bodenmieten	Pressgruben	Stationsflächen							
(x)			(x)		Absenkung des Grundwassers durch temporäre Wasserhaltungsmaßnahmen				X	X	
X	(x)	X	X		Entfernung der Vegetation und baubedingtes Offenlegen des Bodens						X
(x)			(x)		Veränderung der Bodenkörnung bei einer Rohrbettung auf Bettungssand (Fremdmaterial)		X			X	

X trifft regelmäßig zu
(x) trifft standortabhängig zu
(leer) trifft nicht zu

In der Tabelle werden die Projektwirkungen aller Vorhabenbestandteile gesamthaft dargestellt. In Abhängigkeit von den jeweiligen Bodenverhältnissen können diese Projektwirkungen stärker oder schwächer ausfallen, oder, wie z. B. bei grundwasserfernen Trassenabschnitten, ganz entfallen.

Die maßgeblichen Einwirkungen auf den Boden beim Bau einer unterirdischen Rohrleitung resultieren vor allem aus den Vorhabenbestandteilen des Rohrgrabens und des Fahrstreifens, während die übrigen Vorhabenbestandteile deutlich geringere Auswirkungen aufweisen (Flächen der Oberboden- und Aushubmieten, Rohrlagerplätze) bzw. nur punktuell im Trassenverlauf vorkommen (Preßgruben, Stationen). Die Auswirkungen betreffen vorwiegend den dauerhaften Verlust der Archivfunktion beim Umlagern bislang ungestörter Bodenschichten, die Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch Verdichtungen aufgrund mechanischer Belastungen sowie die Erosionsgefahr von nicht vegetationsbedeckten Flächen. Vom flächenhaften Umfang untergeordnet, für den betroffenen Standort jedoch von deutlich größerer Erheblichkeit ist der dauerhafte Verlust des Bodens und seiner Funktionen durch die Versiegelung und Befestigung auf den Stationsflächen.

Von den geplanten temporären Nebenanlagen sind die Wirkungen der Rohrlagerplätze und der Enteisungsanlagen denen des Fahrstreifens vergleichbar, die der Erdbecken zu den Enteisungsanlagen jedoch denen des Rohrgrabens.

Grundsätzlich kann auch festgestellt werden, daß sich die Einwirkung durch das Vorhaben gegenüber dem Boden ausschließlich auf den Bereich der Arbeitsflächen beschränkt. Einwirkungen außerhalb des Arbeitsstreifens kommen in der Regel nicht vor bzw. resultieren dann aus Wechselwirkungen mit anderen Schutzgütern.

Die Projektwirkungen differieren je nach Vorhabenbestandteil innerhalb des Arbeitsstreifens zum Teil erheblich. So ist die Einwirkung auf die Archivfunktion des Bodens dort am stärksten, wo es zur tiefgreifenden Durchmischung der gewachsenen Horizontabfolge kommt, im Rohrgraben und in Pressgruben sowie auf den Flächen der Absperrstationen. Auf Flächen, die ohne Umlagerung beansprucht werden (z.B. Flächen für Oberbodenmieten), wird die Archivfunktion in der Regel nicht beeinträchtigt.

Stärker als die übrigen Projektwirkungen ist eine baubedingte Erhöhung der Erosionsanfälligkeit (gegenüber Winderosion) nicht nur abhängig von einem der Vorhabenbestandteile, sondern auch vom Verhältnis zur Umgebung. Baustellenflächen, die in Vergleich zur Umgebung eine geringere Vegetationsbedeckung und ein gestörtes Gefüge (z.B. die Bodenmieten) haben, sind stärker anfällig gegenüber Erosion durch Wind als die Umgebung.

Die Einwirkungsintensität des Vorhabens in Bezug auf die Verdichtungsempfindlichkeit ist dagegen meist im Fahrstreifen und anderen häufig überrollten Arbeitsstreifenbereichen am höchsten einzustufen. Der Bereich der Bodenmieten weist in Bezug auf die Verdichtung dagegen ebenfalls nur eine geringe Einwirkungsintensität auf.

Daraus folgt, daß gegenüber dem Schutzgut Boden einzelne Vorhabenbestandteile die besonders spezifischen Projektwirkungen entfalten. Die höchste Einwirkungsintensität betrifft dabei den Fahrstreifen und den Bereich des Rohrgrabens.

Abgesehen von dem bereits mit der einmaligen Umlagerung verursachten Verlust der Archivfunktion können die meisten der anderen Projektwirkungen jedoch zum Teil vermieden bzw. in ihren Auswirkungen deutlich vermindert werden.

Aus der engen Verzahnung des Bodens mit den anderen Schutzgütern ergeben sich zudem zahlreiche Wechselwirkungen mit diesen. So tangiert die Erosion von Boden - aufgrund fehlender Vegetationsbedeckung - wegen des Feinmaterialverlustes zugleich die Nutzungsfunktion oder das Biotopentwicklungspotential, zugleich aber auch das Schutzgut Pflanzen/ Tiere, häufig in Verbindung mit Oberflächengewässern, beim Eintrag von ausgewehstem Feinmaterial in Gewässer oder angrenzende Biotopflächen.

4.4.1 Versiegelung

Eine der maßgeblichen Projektwirkungen bei Bauvorhaben im Außenbereich betrifft den dauerhaften Bodenverlust durch Versiegelung bzw. Teilversiegelung. Bei der Versiegelung geht der Boden und damit seine Funktionen vollständig, irreversibel und dauerhaft verloren. Damit ist die Projektwirkung Versiegelung auch nicht für Maßnahmen im Rahmen eines Bodenschutzkonzepts zugänglich.

Aus Sicht des Schutzgutes Boden ist jede Versiegelung natürlichen Bodens eine erhebliche Projektwirkung hoher Einwirkungsintensität, da Boden in überschaubaren Zeiträumen nicht vermehrbar und nicht wiederherstellbar ist. Insgesamt hat die Versiegelung von Boden der Verlegung von unterirdischen Rohrleitungen jedoch nur einen geringen Umfang bei den Projektwirkungen, besonders auch im Vergleich zu Bauvorhaben des Hoch- und Straßenbaus.

Nur auf den Stationsflächen (Absperrstationen, Armaturengruppen und dergl.), die aber nur einen sehr kleinen Anteil am gesamten Bauvorhaben haben, kommt es auch bei einer

Pipelineverlegung durch Befestigung und Versiegelung zu einer weitergehenden Beeinträchtigung der Bodenfunktionen.

4.4.2 Verdichtung

In Abhängigkeit von Witterung und eingesetzten Maschinen besteht das Risiko, dass es aufgrund mechanischer Belastungen durch das Befahren des Baustellenbereichs mit Maschinen baubedingt zu Verdichtungen kommt. Bodenverdichtung ist bei Bauarbeiten, die auf natürlichen Böden durchgeführt werden, eine besonders relevante Projektwirkung.

Nach der DIN 19639 ist die Wahrscheinlichkeit einer erheblichen Bodenverdichtung ist besonders hoch für

- Böden mit einer Grundwasserstufe (GWS) von 1, 2, 3 oder 4 (nach DIN 4220),
- Böden mit vergleichbarem Stauwassereinfluss und
- stark humose Böden mit einem Humusanteil von über 8 % (Massenanteil).

Böden mit einem Tongehalt von über 40 % sind besonders plastisch verformbar, sodass verursachte Verdichtungen in der Regel nicht reversibel sind.

Die Verdichtungsempfindlichkeit eines Standorts ist nicht nur von der dem Boden immanenten Bodenart und dem Humusgehalt abhängig, sondern auch von der im Jahresverlauf sowie witterungsabhängig wechselnden Wassersättigung (Bodenfeuchte). Je höher der Wassergehalt im Boden, desto geringer ist generell die Tragfähigkeit. Eine geschlossene Pflanzendecke (Grasnarbe) mit einem dichten Wurzelfilz kann die Tragfähigkeit des Bodens wiederum erhöhen. Vorhabenseitig sind das Eintreten und die Schwere der Verdichtung abhängig von der Anzahl der Überrollvorgänge und dem dabei ausgeübten Druck, der wiederum abhängig ist vom Gewicht, dem Fahrwerk (Raupenkette bzw. Reifen) sowie von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

Die Einstufung der Verdichtungsempfindlichkeit einer Fläche fußt zudem auf einer Synthese der Bodenmerkmale mit den Klimadaten. Zu berücksichtigen bei der Einstufung ist die Häufigkeit des Auftretens hoher Bodenfeuchte in Jahresverlauf. Grundsätzlich kann dabei im Mittel im Sommerhalbjahr mit trockneren Bodenverhältnissen gerechnet werden als im Winter.

Bodenverdichtungen entstehen baubedingt durch Befahren des Bodens mit schweren Maschinen bzw. schwerem Gerät. Damit können Bodenverdichtungen grundsätzlich auf allen Baustellenflächen und Zuwegungen auftreten. Auch eine unsachgemäße Rückverfüllung von Baugruben kann eine Verdichtung verursachen. Weniger gefährdet sind lediglich die Flächen unter den Oberboden- und Aushub-Mieten.

Durch den Einsatz von Lastverteilplatten oder Baustraßen sind Bodenverdichtungen vermeidbar. Nach Abschluss des Bauvorhabens können bei dennoch entstandenen Verdichtungen auch Meliorationsmaßnahmen wie eine Tiefenlockerung erforderlich werden, um ggf. doch verursachte Verdichtungen wieder zu beseitigen.

Im hier anstehenden Vorhaben ist gemäß dem Erläuterungsbericht (Teil A Unterlage 1) bei Vorliegen zeitweise oder dauerhaft nicht ausreichend tragfähigen Bodens auf der Baustellenfläche die Anlage einer Baustraße bzw. die Verwendung von Lastverteilplatten vorgesehen.

Daher wird davon ausgegangen, dass Bodenverdichtungen im anstehenden Vorhaben weitgehend vermieden werden können.

Im Gegensatz zur früheren gängigen Baupraxis, den Oberboden von der gesamten Baustellenfläche abzutragen und den freigelegten Unterboden zu befahren bzw. eine Befestigung (Baustraße oder Lastverteiplatten) auf dem Unterboden herzustellen, gilt nun (vgl. DIN 19639), die Befestigung im Regelfall direkt auf dem Oberboden zu verlegen. Nur bei temporär über 6 Monaten beanspruchten Bodenflächen ist der Oberboden in der Regel abzutragen und zwischenzulagern.

Generell ist der Oberboden nach der DIN dann abzutragen, wenn der Unterboden bzw. Untergrund beispielsweise aufgrund eines sehr hohen Steingehaltes eine deutlich geringere Verdichtungsempfindlichkeit als der Oberboden aufweist.

In diesem Bodenschutzkonzept werden mögliche Maßnahmen zur Vermeidung von Verdichtungen, aber auch Maßnahmen zur Wiederherstellung, Nachsorge und Sanierung von Verdichtungen des Unterbodens (vgl. Kap.5) umfassend dargestellt.

Von entscheidungserheblicher Bedeutung ist die Tiefenlage der Verdichtung. Der Unterboden regeneriert sich im Gegensatz zum Oberboden bei eingetretenen Verdichtungen wesentlich langsamer, zudem können Verdichtungen des Unterbodens deutlich schlechter wieder aufgelockert werden. Dennoch stehen (vgl. Kap. 5.4.1) Maßnahmen zur Verfügung, auch Verdichtungen des Unterbodens wieder aufzulockern, sind jedoch aufwendig und kostenintensiv. Aufgrund dessen werden Bodenverdichtungen hier als reversibel eingestuft.

4.4.3 Vermischung von unterschiedlichen Bodenschichten

Böden weisen, nach Bodentyp und Ausgangssubstrat, eine typische Horizontabfolge (charakteristischer Aufbau aus Schichten mit zum Teil unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften) auf. Auf dieser Horizontabfolge basieren nicht nur die natürlichen Bodenfunktionen (Filter-, Puffer- und Regelungsfunktion), sondern auch die Nutzungsfunktion (natürliche Bodenfruchtbarkeit) und die Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte bei besonderen, in der Regel seltenen und schutzwürdigen Böden.

Die Archivfunktion eines Bodens speist sich dabei aus seiner Funktion als Urkunde der Naturgeschichte (Bodengenese, Ausgangsgestein, Landschaftsgeschichte, Geotope) und der Kulturgeschichte (Moore, Bodenmeßnetz sowie archäologische Fundstellen).

Die natürliche Lagerung und das Gefüge des Bodens werden durch den Abtrag des Oberbodens sowie den Aushub des Rohrgrabens weitgehend zerstört¹. Wenn der Wiedereinbau der häufig nur wenige Dezimeter mächtigen Horizonte lagerichtig vorgesehen ist, erfüllt der Boden danach grundsätzlich wieder seine natürlichen Bodenfunktionen (Filter-, Puffer- und Regelungsfunktion) sowie seine Nutzungsfunktion (natürliche Bodenfruchtbarkeit). Lediglich der Verlust der Archivfunktion ist für Maßnahmen des Bodenschutzkonzepts nicht zugänglich. Die Archivfunktion des Bodens im wiederverfüllten Rohrgraben muss daher auch bei lagerichtigem

¹ Nur bei Böden unter ackerbaulicher Nutzung stellt der Abtrag des Oberbodens keinen Eingriff in die Horizontierung dar, da dieser bereits nutzungsbedingt (Pflughorizont) regelmäßig umgelagert wird.

Wiedereinbau des Bodens als erheblich beeinträchtigt bewertet werden. Der Verlust der Archivfunktion kann durch Maßnahmen zur Vermeidung der Durchmischung der verschiedenen Horizonte im Rohrgraben nur reduziert, jedoch nicht vermieden werden.

Allgemeiner Stand der Technik bei der Verlegung unterirdischer Rohrleitungen ist, zumindest eine Trennung von Oberboden und Unterboden vorzunehmen. Die Trennung von Ober- und Unterboden wird daher als obligatorisch vorausgesetzt und nicht als Maßnahme der Horizonttrennung angesehen. Bei Böden mit über die Grabentiefe ähnlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften der Horizonte reicht dieses Vorgehen aus, die natürlichen Bodenfunktionen und die Nutzungsfunktion weitgehend gleichartig wiederherzustellen. Besteht jedoch eine weitere deutliche Horizontierung der Böden, ist diese einfache Trennung nicht ausreichend. Bei der Trassierung über Böden mit deutlich mehrschichtigen Profilen muss der Aushub daher horizontgetreu ausgehoben, auf räumlich getrennten Mieten gelagert und lagerichtig wieder eingebaut werden.

Mehrschichtige Profile sind dabei nicht nur bei als solche gekennzeichneten seltenen Böden mit Archivfunktion, wie z. B. Moorböden, zu erwarten, sondern können auch bei weitverbreiteten Böden unter intensiver landwirtschaftlicher Nutzung vorkommen. Hier sind es z.B. Böden wie Parabraunerden, die häufig einen (nahezu) steinfreien B-Horizont über stärker steinhaltigem C-Untergrund (z. B. Löß über kiesführenden Terrassenablagerungen) aufweisen, aber auch andere deutlich geschichtete Böden (z. B. Lehm über Sand). Insbesondere bei intensiver landwirtschaftlicher (ackerbaulicher) Nutzung kommt dem feinmaterialreichen B-Horizont eine essentielle Funktion für die Ertragsfähigkeit des Standortes zu, er dient insbesondere als Wasser- und Nährstoffspeicher. Steine im B-Horizont verringern diesen Speicher, beim Anbau von Hackfrüchten oder Sonderkulturen können sie zudem zu Beschädigungen der Früchte und der Erntegeräte führen.

Es ist daher darauf zu achten, dass mehrschichtige Profile ohne Vermischung mit größter Sorgfalt getrennt ausgehoben und getrennt gelagert werden - erforderlichenfalls sind ohne Vermischungsbereich mehrere getrennte Unterbodenmieten anzulegen -, um einen anschließenden horizontgetreuen Wiedereinbau zu ermöglichen und einen Eintrag von Steinen in ursprünglich steinfreie Bodenschichten zu vermeiden.

Daher werden in diesem Bodenschutzkonzept mögliche Maßnahmen zur Vermeidung der Durchmischung (vgl. Kap. 5) dennoch umfassend dargestellt.

Bei archäologischen Fundstellen handelt es sich nicht um eine Bodenfunktion. Daher sind Bau- und Bodendenkmäler kein Gegenstand des Bodenschutzkonzeptes, sondern werden im Genehmigungsverfahren im Rahmen des Schutzgutes Kultur- und Sachgüter betrachtet. Hinsichtlich der Projektwirkungen kommt es dabei jedoch durchaus zu Überschneidungen mit der Archivfunktion des Bodens, da in beiden Fällen der Verlust bereits beim Umlagern bislang ungestörter Bodenschichten auftritt.

4.4.4 Erosion und Materialaustrag

Die Anfälligkeit eines Standorts gegenüber Erosion korreliert mit der Fähigkeit dieses Standortes, ein Niederschlagsereignis durch Interzeption und Versickerung aufzufangen (Wassererosion) bzw. mit der Fähigkeit der Vegetation dieser Fläche, die Bodenpartikel zu binden und

die bodennahe Windgeschwindigkeit zu reduzieren (Winderosion). Übersteigt ein bestimmter Niederschlag bzw. ein Starkwindereignis diese Fähigkeit, kommt es zum Abtrag von Bodenpartikeln und dadurch zu Erosion.

Die Erosionsanfälligkeit wird überwiegend durch die Bodenart bestimmt. Besonders erosionsempfindlich sind Böden aus Schluff und Feinsanden. Böden aus gröberem Sand oder aus Ton weisen dagegen eine eher geringe Erodierbarkeit auf. Neben geringen Humus- und Skelettgehalten erhöhen weitere pedogene Faktoren (geringe Aggregatstabilität und schlechte Wasserdurchlässigkeit) die Empfindlichkeit. Zusätzlich beeinflusst aber vor allem auch die Topographie und die Vegetationsbedeckung die Erodierbarkeit.

Dabei kommt es auch zu einer Wechselwirkung zwischen der Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens und seinem Erosionsrisiko, insbesondere deshalb, weil beide Risiken bodenartbedingt häufig für dieselben Böden zutreffen. Baubedingte Verdichtungen, insbesondere in ungeschützten Fahrbereichen, erhöhen zugleich das Erosionsrisiko, da durch die Verdichtung die Infiltrationsrate des Bodens reduziert wird. Damit kann auf Standorten, die gleichzeitig verdichtungsempfindlich und erosionsanfällig sind, die Baustellenfläche auslösend oder verstärkend für Erosion wirken.

Bei einem Bauvorhaben im Außenbereich wirkt erosionsverursachend bzw. führt zu einer Erhöhung der Erosionsanfälligkeit vor allem eine im Verhältnis zur Umgebung geringere Vegetationsbedeckung der Baustellenfläche, aber auch der Oberboden- und Aushubmieten. Bei den Mieten wirken die vergrößerte Steilheit der Mietenflanken sowie die verringerte Kohäsion der Bodenpartikel aufgrund der umlagerungsbedingten Zerstörung der Bodenaggregate und die fehlende Vegetationsbedeckung zusätzlich verstärkend. Erosionsverstärkend wirken vor allem Bauvorhaben mit ausgedehnten, zusammenhängenden Arbeitsstreifen.

4.4.5 Entwässerung

Bodenhorizonte aus organischem Material (Torf) sind auch gegenüber einer nur kurzzeitigen Entwässerung sehr empfindlich und reagieren sehr schnell mit einer nicht reversiblen Vererdung (Oxidation). Ähnlich verhält es sich mit den aktuell und potenziell sulfatsauren Böden, in denen unter wassergesättigten, anaeroben Bedingungen reduziert Sulfid festgelegt und konserviert vorliegt. Bei Entwässerung und Belüftung dieser Materialien kommt es sehr schnell zur Oxidation von Pyrit und FeS und zur Bildung von Schwefelsäure.

Torfführende Böden wie Moore und Anmoorgleye sowie aktuell und potenziell sulfatsaure Böden kommen im Untersuchungsraum in großem Umfang vor (vgl. Kap. 3.5.4 und 3.5.5), dabei kommt es in weiten Bereichen auch einer Überschneidung, da die potenziell sulfatsaure Marschen häufig einen mineralisch überdeckten Torfhorizont enthalten.

Auch die nur temporären Wasserhaltungsmaßnahmen beim Aushub des Rohrgrabens können in dem daraus resultierenden Absenkrichter in Mooren und sulfatsauren Böden daher vorhabenbezogene Wirkungen hervorrufen. Andere mineralische, auch nasse, Bodenhorizonte sind demgegenüber gegen eine kurzzeitige Entwässerung deutlich weniger empfindlich.

4.4.6 Einbringung von Fremdmaterial und Abfuhr von Boden

Das Einbringen von Fremdmaterial findet beim Bau von unterirdischen Rohrleitungen in der Regel nicht statt, abgesehen von der Rohrleitung selbst, die jedoch einen inerten Körper im Boden darstellen wird. Diese Leitung wird nach der Verlegung wieder mit dem autochthonen Bodenaushub überdeckt und rekultiviert. Die Verdrängungsmassen werden in der Regel mit einer geringfügigen Überhöhung über dem Rohrgraben im Arbeitsstreifen eingeebnet und verbleiben auf der Fläche.

Eine Ausnahme stellt die Verwendung von Bettungssand dar, der jedoch im Pipelinebau nur ausnahmsweise eingesetzt wird, wenn der autochthone Bodenaushub auch mittels Einsatz von Sieb- oder Brechmaschinen nicht für den Einbau am Rohr aufbereitet werden kann. Das Auf- und Einbringen von Bodenmaterialien ist regelmäßig nicht vorgesehen.

Eine Gefahr, auf diesem Pfad baubedingt über kontaminiertes Bodenmaterial Schadstoffe in den Boden einzutragen, besteht somit in der Regel nicht. Stellenweise können jedoch im Rahmen der Baugrunduntersuchungen auch geogene oder nutzungsbedingte Vorbelastungen festgestellt werden.

Grundsätzlich bestehen für alle Baustoffe wie auch für Boden strenge abfall- und bodenschutzrechtliche Vorgaben hinsichtlich ihrer Schadstoffgehalte bzw. -eigenschaften (LAGA M20, BBodSchV). Sofern diese Bestimmungen eingehalten werden, geht davon keine Gefährdung für den Boden aus. Bei einem Wiedereinbau von gemäß VwV-Boden einstufigsrelevanten Bodenmaterial werden die Einschränkungen in der VwV-Boden, Abschnitt 5.2, beachtet.

4.4.7 Kontamination mit schädlichen Stoffen

Während der Bauphase kann es durch Unfälle, unsachgemäße Handhabung, vor allem beim Betanken, aber auch z.B. durch Kraftstoffdiebstahl an abgestellten Maschinen zum Austritt von Kraft- und Schmierstoffen, Hydraulikflüssigkeit u.ä. aus Maschinen kommen und damit zu einer Kontamination des Bodens mit Schadstoffen. Hierbei handelt es sich in allen Fällen nicht um planmäßige Projektwirkungen.

Zu einer möglichen Staubbelastung der Umgebung kann es baubedingt beim Befahren und Umlagern hinreichend abgetrockneten Bodens kommen, diese Projektwirkung wäre aber der landwirtschaftlichen Nutzung vergleichbar. Eine Eutrophierung und Nährstoffanreicherung von Böden finden weder durch den Bau noch den Betrieb der Rohrleitung statt. Auch ein baubedingter Eintrag von Schadstoffen findet im Regelbaubetrieb nicht statt, sondern wäre Folge einer Havarie.

5 Maßnahmen zum Bodenschutz

Das hier vorgelegte Bodenschutzkonzept soll dazu dienen, die Bodenfunktionen auf den Arbeitsflächen zu erhalten, vorhabenbedingte Beeinträchtigungen des Bodens zu vermeiden bzw. unvermeidbare Auswirkungen zu minimieren. Ziel ist, eine dem Boden gemäß den gesetzlichen Regelungen angepasste Realisierung des Vorhabens zu ermöglichen.

Das Bodenschutzkonzept ist zur Genehmigungsplanung gemäß der DIN 19639 mit den in Tabelle 9 genannten Inhalten zu erstellen. Es beschreibt das zeitliche und räumliche Management textlich und durch großmaßstäbliche Pläne (Bodenschutzplan). Es beinhaltet die notwendigen Maßnahmen, die zur Erhaltung oder Wiederherstellung der am Standort vor der Baumaßnahme angetroffenen natürlichen Bodenfunktionen oder zur Herstellung der für das Rekultivierungsziel notwendigen Bodenqualität erforderlich und bei der Bauausführung zu berücksichtigen sind.

Tabelle 10: Inhalte des Bodenschutzkonzepts

Inhalte des Bodenschutzkonzepts	siehe Kapitel
Vorhabenbeschreibung und Planungsvorgaben	4.1 - 4.3
Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung	3.3 - 3.5
Auswirkungen, vorhabenbezogene zu erwartende Beeinträchtigungen der Bodenqualität und der Funktionserfüllung	4.4
Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen mit konkreter Beschreibung der geplanten Maßnahmenumsetzung	5.2 - 5.5
Bodenschutzplan als räumliche Darstellung der baubegleitenden Bodenschutzmaßnahmen	Plananlage C 20.2.7
Vermittlung von Informationen	5.1, 5.3.1.8
Dokumentation	5.1
Rekultivierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten	5.3.8, 5.4
Zwischenbewirtschaftung (vorhabenbezogen)	5.4.4
Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen (bei Bedarf)	5.4

Der Bodenschutzplan beinhaltet gemäß der DIN 19639 als zeichnerische Darstellung die räumliche Konkretisierung von Bodenschutzmaßnahmen (Maßnahmenkarte), die in der Bauphase umzusetzen sind, und ist ein zwingender Bestandteil des Bodenschutzkonzeptes. Zielmaßstab für den Bodenschutzplan ist 1:5.000 oder größer. Im Bodenschutzplan sind alle geplanten Bau- und Arbeitsflächen und damit die betroffenen Bodenflächen dargestellt.

Die erforderlichen Maßnahmen im Bodenschutzplan sind aus den Empfindlichkeiten des durch die Arbeitsflächen beanspruchten Bodens abgeleitet. Diese Empfindlichkeiten sind durch farbige trassenparallele Balken im Plan gekennzeichnet. Einzelne Empfindlichkeiten sind teilweise auch von äußeren Faktoren abhängig, so dass die konkret anzuwendende Maßnahme zum Teil erst in der Bauausführung situations- bzw. lageabhängig festgelegt werden kann. Daher sind die Empfindlichkeiten auch für die Trassenabschnitte mit geschlossenen Bauverfahren (HDD, Pressungen) dargestellt. Auf den Abschnitten mit unterirdischem Vortrieb ohne

oberirdische Arbeitsfläche entfällt dabei die Notwendigkeit für die entsprechenden Maßnahmen.

Aus der regelhaften Anlage des Arbeitsstreifens mit der parallelen Unterteilung in Flächen für den Rohrgrabenaushub, Fahr- und Arbeitsstreifen sowie den Rohrgraben ergibt sich, daß die dargestellten Empfindlichkeiten bzw. die Maßnahmen zur Vermeidung von Verdichtungen flächig für die gesamte oberirdische Arbeitsfläche einschließlich der Flächen für die Rohrauslage des HDD-Vortriebs und der Rohrlagerplätze sowie auf den Flächen der Enteisungsanlagen gelten, die übrigen Maßnahmen dagegen nur beim Eingriff in den Boden einschlägig sind und sich daher nur auf den Rohrgraben, die Baugruben sowie die Erdbecken an den Enteisungsanlagen beziehen, sich dort aber unter Umständen mehrfach überlagern. Eine grafische Unterteilung der Arbeitsflächen im Maßnahmenplan wird aufgrund der Überlagerungen als nicht zielführend angesehen.

Vorhabenbezogen ist daher vor Baubeginn in Abstimmung mit dem Vorhabenträger der Bodenschutzplan zu aktualisieren bzw. zu ergänzen.

Bei allen Bodenarbeiten ist darauf zu achten, dass die Vermeidung schädlicher Bodenveränderungen vor deren Beseitigung geht (Vermeidungsgrundsatz).

Dennoch unterliegen die Maßnahmen zum Bodenschutz, ebenso wie die Maßnahmen zum Schutz der anderen Schutzgüter, der Abstimmung und Koordinierung, zum einen mit den technischen Belangen des Leitungsbauwes, zum anderen mit den Belangen der anderen Schutzgüter.

Die Tabelle 4 der DIN 19639 stellt als eine Matrix eine Auswahl von Bodeneigenschaften einer Auswahl an baubedingten Flächeninanspruchnahmen gegenüber. Grundsätzlich werden nach dieser Matrix die meisten Kombinationen als günstig bzw. als mit standortbezogenen Vermeidungsmaßnahmen durchführbar beschrieben. Als eine der zu vermeidenden Kombinationen wird jedoch die Lagerung zur Rekultivierung bestimmten Bodenmaterials auf besonders verdichtungsempfindlichen Böden beschrieben. Dies ist auf Linienbaustellen zur Verlegung von unterirdischen Rohrleitungen jedoch nicht zielführend umzusetzen, da das Regelbauverfahren die rohrgabenparallele Aufmietung des für die Wiederverfüllung vorgesehenen Bodens vorsieht, da das Laden, Abfahren und Wiederanliefern dieses Bodens einen erheblichen zusätzlichen Baustellenverkehr bedingen würde.

Die nachfolgenden Maßnahmen verstehen sich daher als Empfehlungen, die je nach Bedarf und Notwendigkeit vor Ort Anwendung finden können. Für einzelne Auswirkungen sind mehrere mögliche Maßnahmen aufgeführt, ihre Reihenfolge in diesem Bodenschutzkonzept stellt keine Rangfolge dar und ist nicht wertend. Je nach konkreten Umständen kann dabei die Anwendung einer oder auch mehrerer Maßnahmen sinnvoll oder erforderlich sein. Die erforderliche Konkretisierung ist daher häufig erst unmittelbar zur Bauausführung möglich.

Eine der Aufgaben der bodenkundlichen Baubegleitung (siehe Kap. 5.1) ist es, in diesen Abwägungen zu moderieren.

In Anlehnung an die allgemein übliche Unterteilung (beispielsweise in LLUR 2020 oder DVGW 2016) werden die Maßnahmen in die folgenden Phasen gegliedert:

- P = Maßnahmen in der Planungsphase (Ausführungsplanung)
- B = Maßnahmen in der Bauausführung
- W = Maßnahmen zur Wiederherstellung, Nachsorge und Sanierung.

Grundsätzlich ist eine strikte Trennung insbesondere in Planung und Ausführung jedoch weder möglich noch sinnvoll, da die unter 'Planungsphase' (vgl. Kap. 0) aufgeführten Maßnahmen ihren Niederschlag natürlich in der Bauausführung finden müssen, andererseits für die unter 'Bauausführung' (vgl. Kap. 5.2.7) aufgeführten Maßnahmen die Voraussetzungen bereits in der Ausführungsplanung gesetzt werden müssen.

Auch wenn bei einzelnen Maßnahmen kein expliziter Querverweis angegeben ist, sind die einschlägigen untergesetzlichen Vorgaben (DIN 19639 Bodenschutz, DIN 18300 Erdarbeiten, DIN 18915 Bodenarbeiten, DIN 19731 Verwertung von Bodenmaterial) bei den Bodenarbeiten grundsätzlich zu beachten.

5.1 Bodenkundliche Baubegleitung

Es ist empfehlenswert, für den Bau eine Bodenkundliche Baubegleitung einzusetzen. Die Bodenkundliche Baubegleitung dient dem Vollzug der bodenschutzfachlichen und -rechtlichen Anforderungen im Zusammenhang mit Bauvorhaben, insbesondere der Vorsorge gegenüber schädlichen Bodenveränderungen.

Die Aufgaben und Vorteile einer Bodenkundlichen Baubegleitung sind ausführlich beschrieben im Leitfaden "Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)" (BVB 2013 - siehe Literatur- und Quellenverzeichnis). Eine tabellarische Übersicht über die Aufgaben findet sich auch in LLUR 2020 (dort Anhang C, Checklisten 4 - 14). In der Checkliste 4 sind die grundlegenden Aufgaben der Bodenkundlichen Baubegleitung zusammengefasst:

Tabelle 11: Grundlegende Aufgaben der Bodenkundlichen Baubegleitung (Quelle: LLUR 2020)

Nr.	Durchzuführende Arbeitsschritte
1	regelmäßige Baustellenbegehungen
2	Durchführung begleitender Messungen (z. B. Bodenwassergehalt) und Begutachtung der Baumaßnahmen hinsichtlich witterungsangepasster Arbeitsweisen und der Einhaltung der Bodenschutzbestimmungen
3	Dokumentation aller bodenrelevanten Belange des Baubetriebs und der Bauausführung (Bautagebuch, Fotodokumentation, Abnahmeprotokolle, Abschlussdokumentation etc.)
4	Beratung hinsichtlich des sachgerechten und bodenschonenden Maschineneinsatzes (Befahrbarkeit, Tabuflächen, Baustraßen, Überfahrten)
5	Teilnahme und Beratung bei Bau- und Bauabschnittsbesprechungen
6	Überprüfung des Bodenmanagements (sachgerechter Ausbau, Bodentrennung, Zwischenlagerung, Wiedereinbau)
7	Begutachtung und Untersuchung von Erdbaustoffen (Materialkontrollen, Eignungsprüfungen, Verwertungsklassen)
8	Begutachtung und Beratung hinsichtlich der sachgerechten Wiederherstellung von ehemaligen Aushubbereichen
9	ggf. Überprüfung der Gewässergüte und Wasserhaltung (Wasserbeprobungen)

Nr.	Durchzuführende Arbeitsschritte
10	Beweissicherung im Schadensfall (Feldmessungen, Probenahmen, Stellungnahmen) und Meliorationsvorschläge
11	Empfehlungen zur sachgerechten Rekultivierung und Beratung zur Folgebewirtschaftung in Abstimmung mit dem Grundeigentümer oder dem zuständigen landwirtschaftlichen Berater
12	Begleitung von Behörden bei Ortsbesichtigungen
13	Mediation bei Gesprächen/Konflikten mit Eigentümern, Pächtern oder Behörden

Punkt 2 beinhaltet u.a. die regelmäßige Erhebung der plastischen Eigenschaften der Böden bzw. der Wasserspannung während der Bauausführung als Grundlage für die Bewertung der Tragfähigkeit bzw. Verdichtungsempfindlichkeit.

Die Bodenkundliche Baubegleitung kann die Anwendung der in diesem Konzept vorgeschlagenen Maßnahmen planen und vorbereiten, überprüfen und vor Ort unterstützen.

Durch die Einbindung einer Bodenkundlichen Baubegleitung übergreifend in die verschiedenen Planungs- und Bauphasen bis hin zur Nachsorge ist diese ein tragendes Element eines Bodenschutzkonzepts. Eine weitere Aufgabe ist die Beweissicherung in Hinblick auf eine Sanierung verbleibender Bodenbeeinträchtigungen.

Die Bodenkundliche Baubegleitung hat in der Regel gegenüber dem Bauausführenden keine Weisungsbefugnis, insbesondere auch nicht in Hinblick eines möglichen Baustopps oder einer Bauunterbrechung. Aufgabe der Bodenkundlichen Baubegleitung sollte es aber sein, die wesentlichen Belange zwischen dem Vorhabens- bzw. Bauträger und den Bodenschutzbehörden und sonstigen Genehmigungsbehörden rechtzeitig abzustimmen.

In den folgenden empfohlenen Maßnahmen nimmt die bodenkundliche Baubegleitung häufig eine zentrale Rolle ein, auf die in den einzelnen Phasen und Maßnahmen Bezug genommen wird.

In Hinblick auf verdichtungsempfindliche Böden hat die Bodenkundliche Baubegleitung die Verdichtungsempfindlichkeit zum Zeitpunkt der Bauausführung in Abhängigkeit der Bodenfeuchte und der Witterung zu prüfen und zu überwachen. Der BVB (2013) empfiehlt, aufgrund der Begutachtung vor Ort die Einsatzgrenzen der vorgesehenen Maschinen nach einer vereinbarten Methode zu ermitteln: *"Welche Methodik und welche Einsatzgrenzen von der Bodenkundlichen Baubegleitung verwendet werden soll, ist bei der Beauftragung der Bodenkundlichen Baubegleitung anhand der Ausführungsplanung zweifelsfrei vertraglich zu regeln."*

Nach derzeitigem Planungsstand ist für das geplante Vorhaben der Einsatz einer Bodenkundlichen Baubegleitung bereits vorgesehen.

5.2 Maßnahmen in der Ausführungsplanung

Unter den Maßnahmen in der Planungsphase sind solche Maßnahmen zu verstehen, die bereits im Rahmen der Ausführungsplanung im Vorfeld der Bauausführung erfolgen müssen, um zu einer Eingriffsminimierung zu führen.

Je fester bereits in der Ausführungsplanung der Baumaßnahme der Bodenschutz verankert wird, desto eher wird in der Praxis auch eine bodenschonende Bauausführung möglich sein. Sämtliche den Boden betreffenden Belange müssen vor Beginn der Bauarbeiten definiert und allen am Bau Beteiligten bekannt sein.

Die Bodenkundliche Baubegleitung (vgl. Kap. 5.1) ist bei den planerischen Maßnahmen nicht in allen Fällen gesondert erwähnt, sie sollte für die Belange des Bodenschutzes aber bereits in die Ausführungsplanung eingebunden werden.

5.2.1 P-A - Allgemeine Maßnahmen zur Ausführungsplanung

Die allgemeinen Maßnahmen gelten grundsätzlich, unabhängig vom Bodentyp und seiner jeweiligen Empfindlichkeit, für alle Baustellenflächen des Vorhabens.

Aufgrund ihrer generellen Gültigkeit sind diese Maßnahmen auch nicht aus einer spezifischen Empfindlichkeit des Bodens abgeleitet und insofern auch nicht durch einen farbigen trassenparallelen Balken im Plan gekennzeichnet.

5.2.1.1 P-A01 - Identifizierung von Sonderflächen (Moore, sulfatsaure Böden, Archivböden, Altlasten, Biologische Landwirtschaft u.ä.)

Flächen bzw. Böden, die voraussichtlich einer besonderen Aufmerksamkeit bedürfen und ggf. einen besonderen Maßnahmenbedarf nach sich ziehen können, sind frühzeitig durch die Auswertung vorliegender Daten zu lokalisieren und in die Ausführungsplanung einzubinden. Dazu gehören insbesondere Moore, sulfatsaure Böden, Böden mit Archivfunktion, (bekannte) Altlasten und Altablagerungen, aber auch Baustellen mit voraussichtlich erhöhtem Bedarf für Maßnahmen zum Schutz vor Verdichtung und fallweise auch Erosion.

Auch wenn Daten teilweise nur als Punktinformationen vorliegen (Altlastenkataster, Baugrunduntersuchung) oder maßstabbedingt für die Ausführungsplanung nicht lagegenau interpretiert werden können (Bodenkarte BK50), ergeben sich daraus und in Verbindung mit der Empfindlichkeitsbewertung des UVP-Berichts dennoch Hinweise auf solche Baustellen und ihren Anteil am Gesamtumfang des Vorhabens.

Identifizierte Sonderflächen müssen nach Möglichkeit eine angemessene Berücksichtigung in der Ausführungsplanung finden. Erforderlichenfalls muß die Bodenkundliche Baubegleitung die Durchführung weitergehender Untersuchungen, z.B. zusätzliche Bohrungen, veranlassen.

Durch die Anlage der Oberboden- und Aushubmieten aus dem Rohrgraben unmittelbar am Rand des Arbeitsstreifens ist sichergestellt, daß der Boden innerhalb der jeweiligen Parzelle wieder eingebaut wird und es nicht zu einer Vermischung mit dem Boden benachbarter Parzellen kommt. Dennoch kann es sinnvoll sein, aufgrund strengerer Bewirtschaftungsrichtlinien in der biologischen Landwirtschaft und weitergehender Abhängigkeiten, z.B. des Viehbestands von der hofeigenen Futtermittelerzeugung, auch biologisch bewirtschaftete Flächen

frühzeitig zu identifizieren. Darüber hinaus hat die biologische Landwirtschaft besondere Anforderungen an die Zertifizierung von Saatgut, was auch bei der Zwischenbegrünung der Aushubmieten sowie ggf. der Begrünung des Arbeitsstreifens entsprechend zu berücksichtigen ist (vgl. Maßnahme B-A02).

Nach DIN 19639 sind im Bodenschutzkonzept innerhalb der Arbeitsflächen auch Standorte, auf denen invasive Neophyten wachsen, oder die bodenbürtige, schwer bekämpfbare Schad- oder Krankheitserreger enthalten, entsprechend zu kennzeichnen. Bei diesen Flächen ist zu gewährleisten, dass abgetragener Boden am Entnahmeort verwertet oder so entsorgt wird, dass eine Weiterverbreitung ausgeschlossen ist. Problempflanzen für die Landwirtschaft, wie z. B. Ackerschachtelhalm, Landwasserknöterich oder Jakobskreuzkraut sind vorhabenbezogen zu bewerten. Ihre Weiterverbreitung ist zu verhindern.

Die Ziele der Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 (IAS-Verordnung) zur Prävention der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten sind zu berücksichtigen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand liegen für den geplanten Arbeitsstreifen keine Hinweise aus dem Altlastenkataster vor.

5.2.1.2 P-A02 - Anforderungen an die Bearbeitung und Umlagerung des Bodens

Nicht nur beim Befahren (vgl. Kap. 5.2.2) sind die Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte zu berücksichtigen, sondern auch beim Oberbodenabtrag, dem Aushub des Rohrgrabens und bei seiner Wiederverfüllung (vgl. Tabelle 11, die eine gekürzte Zusammenfassung der Tabelle 2 aus der DIN 19639 darstellt).

Tabelle 12: Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte (nach DIN 19639)

Konsistenzbereich	Feuchtestufe	Befahrbarkeit	Bearbeitbarkeit	Verdichtungsempfindlichkeit (bodenartenabhängig)
ko1	feu1	optimal	bindige Böden: mittel bis ungünstig; nicht bindige Böden: optimal	gering
ko2	feu2	gegeben	optimal	mittel
ko3	feu3	eingeschränkt, nach Nomogramm	eingeschränkt (ja, wenn im Löffel rieselfähig)	hoch
ko4	feu4	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	hoch
ko5	feu5	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem
ko6	feu6	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem

Nach niederschlagsreichen Witterungsperioden muss der Boden für die Umlagerung ausreichend abgetrocknet sein. Aufgrund der Witterungsabhängigkeit der Bodenumlagerung muss für diese Arbeitsschritte ein Zeitpuffer vorgesehen werden, in dem auch jahreszeittypische Witterungsverläufe und Niederschlagshäufigkeiten Berücksichtigung finden.

In Böden unter Grundwassereinfluss (Moore, Marschen, Gleye) sind voraussichtlich zunächst Wasserhaltungen zur Herstellung der Umlagerungseignung vorzusehen.

5.2.1.3 P-A03 - Baustellenplanung und Flächenrecycling

Grundsätzlich steht der Umfang der für die gesamte Baudurchführung erforderlichen Baustellenflächen bereits fest (vgl. Kap. 4.3 sowie Unterlage 1 Erläuterungsbericht) und ist in diesem Umfang auch Gegenstand des Planfeststellungsantrags. Die Baustellenflächen sind damit nach Ansicht des Vorhabenträgers ausreichend dimensioniert, so dass ein störungsfreier Bauablauf gesichert ist.

Nach derzeitigem Stand der Kenntnis sind die geplanten Arbeitsstreifen auch dann auskömmlich, sollte sich in der weiteren Konkretisierung der Ausführungsplanung und der Maßnahmen des Bodenschutzkonzepts ein vergrößerter Platzbedarf ergeben (z.B. bei der Option der Anlage von Baustraßen an Stelle von Lastverteilplatten oder bei Erfordernis der Anlage von mehreren separaten Aushubmieten bei mehrschichtigen Bodenprofilen).

Während die Flächeninanspruchnahme für die Baustellenflächen damit bereits weitgehend abschließend festgelegt ist, können die sonstigen, bislang noch offenen Baustelleinrichtungen (z.B. Lagerplätze, Baubüros) dahingehend optimiert werden, dafür nach Möglichkeit bereits beeinträchtigte, befestigte Flächen (z.B. vorhandene Straßen, Parkplätze, landwirtschaftliche Betriebs- und Lagerflächen, soweit verfügbar) zu nutzen.

5.2.1.4 P-A04 - Massenbilanz und Überschussmassen

Wie eingangs beschrieben, werden beim Pipelinebau die durch das Rohr verdrängten Bodenmassen üblicherweise im Arbeitsstreifen verteilt, daher ist die Verbringung überschüssigen Aushubbodens in der Regel nicht erforderlich. Im Einzelfall können (vgl. Maßnahme P-A01) aber bereits in der Ausführungsplanung Abschnitte identifiziert werden, auf denen der Austausch des Bodens (Querung von bekannten Altlasten und -ablagerungen) oder der Einsatz von Bettungssand (wenn der autochthone Bodenaushub auch mittels Einsatzes von Sieb- oder Brechmaschinen nicht für den Einbau am Rohr aufbereitet werden kann) erforderlich wird. Bei steinreichem Untergrund und dem Einsatz eines Padders (selbstfahrende Sieb- und Verfüllmaschine) kann es sinnvoll sein, die verdrängten Steine abzufahren (vgl. Maßnahme B-A06).

Bei der Verteilung der Überschussmassen bei gleichzeitig Anlage des Fahrstreifens bzw. der Baustraße auf dem Oberboden ist zu berücksichtigen, dass für die Verteilung nur der Bereich mit abgetragenem Oberboden, also der Rohrgraben und die Fläche der Aushubmiete, zur Verfügung steht. Auf den Oberboden darf kein Unterbodenmaterial aufgetragen werden. Auf als Grünland genutzten Flächen ist die Abfuhr der Verdrängungsmassen gegenüber der Verteilung daher besonders abzuwägen, da sich dort im Gegensatz zu Ackerflächen die geringfügige Überhöhung nicht durch die Bewirtschaftung kurzfristig egalisiert.

Für Abschnitte, auf denen eine Bodenabfuhr vorgesehen ist, ist frühzeitig eine Massenbilanz für die Entsorgungswege der Überschussmassen zu erstellen. Entsprechend den Anforderungen nach DIN 19731 und BBodSchV sind Maßnahmen für eine möglichst hochwertige Verwendung dieser Bodenmaterialien zu planen.

Bei der Umlagerung und dem Abtransport von potenziell sulfatsaurem Bodenmaterial sind die Ablagerungsstrategien des LBEG gem. der "Geofakten 25" (siehe Kap. 5.2.7) zu berücksichtigen.

Wenig wahrscheinlich ist der Fall eines Massendefizits. Dieses kann entstehen, wenn der Aushub (z.B. bei Tangierung von Altlasten und -ablagerungen) zum Wiedereinbau nicht geeignet oder zulässig ist (vgl. Kap. 5.3.9). In der Regel können diese Baustellenbereiche bereits in der Ausführungsplanung (vgl. Maßnahme P-A01) identifiziert werden.

Zum Ausgleich eines solchen Massendefizits eingesetztes Bodenmaterial von anderen Standorten soll in seiner Beschaffenheit dem abzufahrenden Boden nach den Anforderungen der DIN 19639 (dort Anhang B, Tab. B1) und der BBodSchV hinsichtlich seiner Bodenparameter (Bodenart, Grobbodenanteile, Carbonat- und Humusgehalt) entsprechen. Das gilt auch für den Einbau von Bodenmaterial, welches im Zuge von Längstransporten aus anderen Arbeitsstreifenabschnitten wieder eingebaut werden soll. Die Ziele der Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 (IAS-Verordnung) zur Prävention der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten sind zu berücksichtigen.

5.2.2 P-V - Vermeidung von Bodenverdichtung

Lastverteilende Maßnahmen für Baubedarfsflächen zur Vermeidung vor Bodenverdichtung sind nach DIN 19639 entsprechend ihrer vorgesehenen Dauer und in Abhängigkeit der Bodeneigenschaften wie folgt vorzusehen:

- Bei temporär bis zu 6 Monaten beanspruchten Bodenflächen sollen die lastverteilenden Maßnahmen ohne Abtrag des Oberbodens direkt auf den begrünten Oberboden angelegt werden (vgl. auch Kap. 5.2.2.4).
- Bei temporär über 6 Monaten beanspruchten Bodenflächen ist der Oberboden dagegen in der Regel abzutragen und zwischenzulagern.
- Generell abzutragen ist der Oberboden, wenn der Unterboden bzw. Untergrund beispielsweise aufgrund eines sehr hohen Steingehaltes eine deutlich geringere Verdichtungsempfindlichkeit als der Oberboden aufweist.

Aufgrund des bestehenden Zeitplans für den Bau der GWL (vgl. Teil A Unterlage 1 Erläuterungsbericht) sind Bauzeiten über 6 Monate in der Regel nicht anzunehmen. Bodeneigenschaften gem. des dritten Anstrichs sind bei den Böden im Untersuchungsraum der GWL nicht gegeben.

Das Risiko baubedingter Bodenverdichtung kann durch geeignete Vermeidungsmaßnahmen erheblich gemindert werden. Neben der Baudurchführung in einer Zeitphase mit hinreichend trockenen und damit tragfähigen Bodenverhältnissen kann der Einsatz einer Baustraße oder von Lastverteilsystemen beim Vorliegen eines unzureichend tragfähigen Baugrunds Verdichtungen ganz vermeiden. Durch andere Maßnahmen können Verdichtungen zumindest minimiert werden.

Im hier anstehenden Vorhaben ist gemäß dem Erläuterungsbericht (Teil A Unterlage 1) bei Vorliegen zeitweise oder dauerhaft nicht ausreichend tragfähigen Bodens auf der Baustellenfläche die Anlage einer Baustraße bzw. die Verwendung von Lastverteilterplatten vorgesehen, so dass davon ausgegangen wird, dass Bodenverdichtungen vermieden werden können. Aus Sicht des Bodenschutzes werden Baustraßen und Lastverteilterplatten als gleichwertig angesehen bzw. ist das relevante Kriterium die jeweils erzielbare Lastverteilung.

Die vorgesehenen Bau- und Arbeitsflächen sind bereits ausreichend dimensioniert, um die Anforderungen der Kap. 5.2.2 und 5.2.3 sowie der DIN 19639 bereits bei der Flächenvorbereitung berücksichtigen zu können.

Die im Folgenden aufgeführten übrigen Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung sind daher als Hinweise zur Vollständigkeit zu verstehen.

5.2.2.1 P-V01 - Auswahl des Maschinenparks und Anlegen eines Maschinenkatasters

Das Anlegen eines Maschinenkatasters ist an sich keine Maßnahme, Verdichtung zu vermeiden, jedoch ist es die Voraussetzung dafür, in Verbindung mit dem Bauablauf und dem aktuellen Witterungsverlauf die Bauphasen mit erhöhtem Anspruch an die Tragfähigkeit des Untergrunds rechtzeitig zu identifizieren.

Das Maschinenkataster ist zur Bewertung des jeweiligen spezifischen Bodendruckes durch die für die Bauausführung vorgesehenen Maschinen und Fahrzeuge erforderlich. Das Kataster listet die zulässigen bzw. geplanten Gewichte der Maschinen und die im Zusammenhang mit dem eingesetzten Fahrwerk (Kettenbreite, Bereifung) auftretenden Bodendrucke auf.

Folgende Kennwerte (vgl. LLUR 2020) werden hierzu benötigt

- Gerätebezeichnung
- Art des Fahrwerkes (Rad- oder Kettenfahrzeug)
- Leergewicht / zulässiges Gesamtgewicht / geplante Zuladung
- zulässige Achslast (vorne und hinten)
- Anzahl der Achsen (Reifenbestückung)
- Kettenbreite / Reifendimensionen
- Kettenlänge (Aufstandslänge)

Basierend auf diesen Daten ist die Klassifizierung der Verdichtungsgefährdung der für den Bau vorgesehenen Maschinen möglich. Dazu ist für alle Fahrzeuge und Maschinen der spezifische Kontaktflächendruck zu ermitteln.

Die DIN 19639 schlägt dazu vor, die gelisteten Baufahrzeuge in Form eines Ampelsystems in drei Kategorien zu unterteilen:

- Rot - nur auf befestigten Baustraßen einsetzbar,
- Gelb - auch außerhalb befestigter Baustraßen bei tragfähigem Boden in den Konsistenzbereichen 1 und 2 einsetzbar,
- Grün - auch außerhalb befestigter Baustraßen in den Konsistenzbereichen 1 bis 3 einsetzbar

Für Radfahrzeuge gilt die Regelvermutung 'Rot', so dass ihr Einsatz auf unbefestigten Bodenflächen generell nicht zulässig ist. Bei geeigneter Bodenfeuchte kann die BBB auch für diese in Einzelfällen auf der Grundlage der DIN 19639 (dort Abbildung 2, ferner Anhang A) das Befahren freigegeben (vgl. Kap. 5.3.2).

Auch beim Einsatz von Lastverteilterplatten oder einer Baustraße ist das Anlegen eines Maschinenkatasters sinnvoll, um anhand des Maschinengewichts den erforderlichen Lastabtrag der Lastverteilterplatten bzw. Baustraße zu bestimmen.

5.2.2.2 P-V02 - Konzept zum Vorhalten von Lastverteilterplatten

Für die Bereiche, in denen zu erwarten ist, dass die Kontaktflächendrücke der einzusetzenden Maschinen die Tragfähigkeit des Bodens (vor allem die Marschen, Moore und Gleye) übersteigen und eine erhebliche Beeinträchtigung wahrscheinlich ist, müssen zur breitflächigen Lastverteilung Lastverteilterplatten (Baggermatratzen bzw. Kunststoff- oder Metallplattensysteme) eingesetzt werden.

Der mögliche Bedarf an Lastverteilterplatten liegt bei fast 60 % der gesamten Baustellenflächen im Vorhaben (vgl. Tabelle 2). Die rechtzeitige Abschichtung des tatsächlichen Bedarfs in Abhängigkeit vom Bauzeitenplan und dem jeweiligen Standort sowie unter Beachtung des Witterungsverlaufs ist Aufgabe der Bodenkundlichen Baubegleitung.

Die betreffenden Bereiche können aus dem Maßnahmenplan (Plananlage C 20.2.7) und der Baugrunduntersuchung ermittelt werden. Anhand dieser Daten ist der Bedarf an Lastverteilterplatten zu ermitteln und ein Konzept für die Lagerung und Logistik der vorzuhaltenden Platten zu entwickeln.

In Bereichen, in denen z.B. aufgrund der Geländeneigung auch miteinander gekoppelte Plattensysteme an ihre Einsatzgrenzen kommen, müssen alternativ Baustraßen (vgl. Maßnahme P-V03) vorgesehen werden.

5.2.2.3 P-V03 - Konzept zur Anlage temporärer Baustraßen

Für die Bereiche, in denen zu erwarten ist, dass die Kontaktflächendrücke der einzusetzenden Maschinen die Tragfähigkeit des Bodens (z.B. Marschen, Moore, Gleye) übersteigen und eine erhebliche Beeinträchtigung wahrscheinlich ist, müssen zur Lastverteilung temporäre Baustraßen angelegt werden.

Der mögliche Bedarf an Baustraßen liegt bei fast 60 % der gesamten Baustellenflächen im Vorhaben (vgl. Tabelle 2). Die rechtzeitige Abschichtung des tatsächlichen Bedarfs in Abhängigkeit vom Bauzeitenplan und dem jeweiligen Standort sowie unter Beachtung des Witterungsverlaufs ist Aufgabe der Bodenkundlichen Baubegleitung.

Die betreffenden Bereiche können aus dem Maßnahmenplan (Plananlage C 20.2.7) und der Baugrunduntersuchung ermittelt werden. Anhand dieser Daten ist der Bedarf an Baustraßen zu ermitteln und ein Konzept für die Logistik bei der Anlage der Baustraßen zu entwickeln.

Die Anforderungen an die Anlage einer Baustraße ergeben sich z.B. aus der DIN 19639, Abschnitt 6.3.4: *"Mineralische, nicht gebundene Baustraßen bestehend aus einer Material- bzw. Gesteinsauflage auf reißfestem Geotextil/Vlies (entsprechend M Geok E und TL Geok E-StB) angelegt auf belassenem Oberboden. Um ein Zerreißen beim Rückbau zu verhindern, muss*

das Geotextil eine hohe Zugfestigkeit aufweisen (z. B. wird nach derzeitigem Erfahrungsstand eine biaxiale Zugfestigkeit von 100 kN/m empfohlen). Mächtigkeit und Qualität der Material- bzw. Gesteinsauflage (i. d. R. Gesteinskörnungsmischungen) sind den Bodenverhältnissen und den zu erwartenden mechanischen Belastungen anzupassen und entsprechend statisch nachzuweisen. Die lastenverteilende Material- bzw. Gesteinslage ist mindestens in einer Stärke von 30 cm auszuführen. Je nach Vorhaben ist eine Mindestauflage von 50 cm und mehr erforderlich."

Zu berücksichtigen ist dabei, dass in Wasserschutzgebieten der Einsatz von Recyclingbaustoffen auch für die Anlage temporärer Baustraßen u.U. nicht zulässig ist.

5.2.2.4 P-V04 - Vorgängige Begrünung der Baustellenflächen

Grundsätzlich weist Oberboden (humoser Oberboden terrestrischer Böden mit Humusgehalt $< 8\%$) aufgrund der Humusstrukturen und vorhandener Wurzeln selbst in unbegrüntem Zustand eine mechanisch stabilere Gefügestruktur auf als der Unterboden. Eine gut verwurzelte Pflanzendecke (Grasnarbe) stabilisiert den Oberboden zusätzlich und beschleunigt dessen Abtrocknung durch Evapotranspiration. Dadurch ist dieser stabiler und gegenüber Verdichtung weniger empfindlich als unbewachsener Boden, so dass ein größeres Zeitfenster und breiteres Maschinenspektrum verbleiben, in denen der begrünte Boden direkt befahren werden kann, ohne Verdichtungen zu verursachen.

Auf Flächen mit sehr geringer bis geringer Verdichtungsempfindlichkeit, bei denen die Anlage einer Baustraße bzw. lastverteilender Maßnahmen witterungsabhängig nicht erforderlich wird, kann eine Begrünung des Oberbodens ausreichen, Bodenverdichtungen zu vermeiden.

Ein begrünter Oberboden ist als Arbeitsfläche dennoch nicht unbegrenzt belastbar. Insbesondere bei feuchter Witterung sollte auch hier der zumutbare Kontaktflächendruck nicht überschritten werden, so dass auch bei vorhandener Begrünung der Arbeitsflächen erforderlichenfalls weitere Maßnahmen zur Vermeidung von Verdichtungen (P-V02 / P-V03) herangezogen werden müssen.

Entsprechend der DIN 19639 sollen bei temporär beanspruchten Bodenflächen die lastverteilenden Maßnahmen ohne Abtrag des Oberbodens direkt auf den begrünten Oberboden angelegt werden.

Aufgrund des bestehenden Zeitplans für den Bau der GWL (vgl. Teil A Unterlage 1 Erläuterungsbericht) sind Bauzeiten über 6 Monate in der Regel nicht anzunehmen. Das Nicht-Abtragen des Oberbodens im Arbeitsstreifen wird im Vorhaben daher als Standardbauverfahren angesehen.

Landwirtschaftliche Grünlandflächen werden mit ihrer gut verwurzelten Grasnarbe in diesem Sinne bereits als optimal begrünt angesehen. Als Baustellenflächen vorgesehene Ackerflächen sollten im Vorfeld mit einer geeigneten Grasmischung eingesät werden (Einschränkungen vgl. Maßnahme P-A01). Dies setzt jedoch einen Vorlauf für die rechtzeitige Anlage der Begrünung mit mindestens drei Monaten Wachstum in der Vegetationsperiode unter günstigen Aufwuchsbedingungen voraus.

Sofern die Vorbegrünung nicht umsetzbar ist, ist aus Sicht des Bodenschutzes auf Ackerflächen zumindest das Belassen der Stoppeln ohne Umbruch sinnvoll. Unter Mais ist die Einsaat einer vorauslaufenden Untersaat sinnvoll, in Waldflächen sollte das Häcksel der geernteten Stubben (vgl. Maßnahme P-A05) auf der Fläche verbleiben. Schwarzbrachen im Arbeitsstreifen und auf Zuwegungen sollten unbedingt vermieden werden.

Für eine mindestens dreimonatigen Wachstumsphase in der Vegetationsperiode müsste die Anlage der Begrünung des Oberbodens auf den Baustellenflächen fallweise bereits am Ende des Vorjahres und damit u.U. noch vor dem Planfeststellungsbeschluss erfolgen.

Die vorgängige Begrünung der Baustellenflächen setzt damit die Zustimmung der Eigentümer bzw. Bewirtschafter voraus und sollte frühzeitig im Projekt kommuniziert werden.

Die Begrünung der Baustellenflächen kann ferner in Wechselwirkung zu Schutzmaßnahmen für andere Schutzgüter stehen und muss entsprechend mit der ÖBB abgestimmt werden. So kann beispielsweise die Etablierung einer kurzrasigen Vegetation im Arbeitsstreifen die vorbereitende Vergrämung von Bodenbrütern als Vermeidungsmaßnahme des Artenschutzes beeinflussen.

5.2.2.5 P-V05 - Bauzeitanpassung

Insbesondere kleinere Baumaßnahmen (erforderliche Bauzeit bis zu einem halben Jahr - für das hier anstehende Vorhaben nicht zutreffend) sollten bevorzugt in die Vegetationsperiode terminiert werden, da dann die Wahrscheinlichkeit, ausreichend abgetrocknete Böden anzutreffen, höher ist. Im Winterhalbjahr (von November bis März) sind die Böden in Mitteleuropa in der Regel dagegen zumeist wassergesättigt.

Auch bei längeren Bauzeiten größerer Baumaßnahmen sollte - rückrechnend von der geplanten Fertigstellung - der Bauablauf so terminiert werden, dass zumindest die Bauphasen, die einen Maschineneinsatz mit hohen Kontaktflächendrücken bedingen, möglichst in die Vegetationsperiode fallen.

5.2.3 P-H - Vermeidung der Vermischung der Bodenhorizonte

Tiefbauarbeiten, die zu Horizontdurchmischungen führen, treten bei der Verlegung von Rohrleitungen nur im Rohrgraben auf. Die übrigen temporären Arbeitsflächen - der Fahrstreifen, die Flächen für Bodenmieten, Rohrlagerplätze etc. - greifen regelmäßig nicht in die Tiefe des Bodens ein. An den Standorten der Enteisungsanlagen greift auch die Anlage der Erdbekken in den Boden ein.

Bei Böden mit über die gesamte Aushubtiefe des Rohrgrabens ähnlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften der Horizonte (z.B. bei einer Braunerde nur aus lehmigem Sand) führt der Wiedereinbau des durchmischten Unterbodenaushubs nicht zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Bodenfunktionen. Bei Böden, die im Profil durch einen deutlichen Wechsel der Bodenart oder der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Horizonte gekennzeichnet sind, würde ein Wiederverfüllung des Rohrgrabens mit aus verschiedenen Schichten durchmischem Aushub dagegen zu einer erheblichen und nicht reversiblen Beeinträchtigung der Bodenfunktionen führen. Beispiele dafür (unvollständige Aufzählung) sind:

- Torf über mineralischem Untergrund (flachgründige Moore)

- vererdeter Torf über nicht zersetztem Torf (tiefgründige, teilweise entwässerte Moore)
- Wechsellagerung von Torf mit mineralischen Schichten in Marschböden
- oxidierende über reduzierenden Verhältnissen (Gleye, Marschen)
- steinfreier B-Horizont über steinhaltigem Untergrund (Parabraunerden aus Löß über Terrassenkies)
- tiefreichender humoser Axh-Horizont über mineralischem Untergrund (Schwarzerden)
- Sandiger, wasserführender Horizont über lehmig-toniger wasserstauender Schicht (Pseudogleye)

Insgesamt bestehen gut zwei Drittel der Böden im Untersuchungsraum aus mindestens drei taxonomisch unterscheidbaren stratigraphischen Schichten (vgl. Tabelle 3) (vgl. den Maßnahmenplan Plananlage C 20.2.7). Dabei handelt es sich häufig um Wechsellagerungen von Sand Torf in den Marschen und Mooren sowie von Sanden mit Lehm, Schluff und Mergel.

5.2.3.1 P-H01 - Nach Horizonten getrennte Lagerung des Bodenaushubs

Bei Böden, die im Profil durch einen deutlichen Wechsel der Bodenart oder der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Horizonte gekennzeichnet sind, ist ein getrennter Aushub, eine getrennte Lagerung und ein getrennter, lagerichtiger Wiedereinbau der Horizonte erforderlich. Die betreffenden Abschnitte können dem Maßnahmenplan (Plananlage C 20.2.7) und der Baugrunduntersuchung entnommen werden.

Die Tragfähigkeit bzw. die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens ist auch bei der Anlage von Aushubmieten zu berücksichtigen. Dauerhaft vernässte Böden (z. B. Moore, Grund- oder Stauwasserböden) sind häufig zugleich stark verdichtungsempfindlich. Bei einer nicht vermeidbaren Beanspruchung dauerhaft vernässter Böden sind erforderlichenfalls die Mieten niedriger anzulegen als die zulässige Schütthöhe nach DIN 19639 (dort Abschnitt 6.3.7).

In der Ausführungsplanung ist ggf. der sich daraus ergebende vergrößerte Platzbedarf für mehrere separate Aushubmieten zu berücksichtigen.

5.2.4 P-E - Schutz vor Bodenerosion

Eine Begrünung des Oberbodens im Arbeitsstreifen bewirkt vor allem bei einer durch rechtzeitige Anlage gut verwurzelten Pflanzendecke auch eine Minderung des Erosionsrisikos, sowohl durch Wind als auch durch Wasser. Bei einer weitgehenden Vegetationsbedeckung des Arbeitsstreifens kann hierdurch auf Abschnitten mit erhöhtem Erosionsrisiko die Gefahr von Bodenerosion vermindert werden.

Insbesondere auf den Trassenabschnitten mit hoher Erosionsgefährdung (vgl. Kap. 3.5.6) sollte auf Ackerflächen vorgängig eine Begrünung (vgl. Maßnahme P-V04) etabliert werden.

Die Begrünung der Baustellenflächen kann jedoch in Wechselwirkung zu Schutzmaßnahmen für andere Schutzgüter stehen und muss entsprechend mit der ÖBB abgestimmt werden. So kann beispielsweise die Etablierung einer kurzrasigen Vegetation im Arbeitsstreifen die bauvorbereitende Vergrämung von Bodenbrütern als Vermeidungsmaßnahme des Artenschutzes beeinflussen.

5.2.5 P-G - Vermeidung der Beeinträchtigung von Mooren und durch Grundwasser geprägte Böden

(Mineralische) Böden mit hoch anstehendem Grundwasser (semiterrestrische Böden - Marschen, Auen und Gleye) weisen in der Regel eine geringere Tragfähigkeit auf als terrestrische Böden. Gegenüber den terrestrischen Böden ist die Tragfähigkeit bei Moorböden noch einmal deutlich verringert. Daher sind für Moore und andere durch Grundwasser geprägte Böden Maßnahmen zur Vermeidung von Verdichtungen (siehe Kap. 5.2.2) erforderlich. Für die notwendigen lastverteilenden Maßnahmen bestehen erhöhte Anforderungen.

Dauerhaft vernässte sowie humusreiche und organische Böden (mit einem Humusanteil von über 8 % Massenanteil) werden von der DIN 19639 als für die Anlage von Baubedarfsflächen, auch für die Anlage von Bodenmieten, nicht geeignet bezeichnet. Bei linienhaften Bauvorhaben ist eine Beanspruchung jedoch nicht immer zu vermeiden. Dann sind geeignete Maßnahmen vorzusehen, um der standörtlich hohen Verdichtungsempfindlichkeit entgegenzuwirken.

Auf diese Maßnahmen wird ausdrücklich verwiesen, sie werden zur Vermeidung von Redundanzen hier jedoch nicht erneut aufgeführt.

Mineralische Böden, z.B. Gleye, sind im Gegensatz zu den Mooren gegenüber kurzzeitiger Wasserhaltung weniger empfindlich, bei Auenböden gehören Grundwasserschwankungen von teilweise mehreren Metern zur natürlichen Dynamik.

Das konkrete Procedere bei der Wasserhaltung und die Maßnahmen sowohl zum Schutz des Wasserkörpers, aus dem entnommen wird, als auch des Gewässers, in das eingeleitet wird, sind dagegen primär Gegenstand des Schutzguts Wasser und nicht des Bodenschutzkonzepts.

5.2.6 P-M - Planerische Berücksichtigung von Mooren und Archivböden

Vor allem intakte, naturnahe Moore weisen nicht nur eine besondere Empfindlichkeit des Bodens hinsichtlich ihrer geringen Belastbarkeit, des Wasserhaushalts und aufgrund ihrer Horizontierung auf, sondern haben in der Regel auch eine erhöhte naturschutzfachliche Bedeutung.

Moore weisen regelmäßig, semiterrestrische Böden häufig zudem Archivfunktion auf. Bei Marschen und Gleyen sind in der Regel häufig deutlich geschichtete Profile (oxidierende über reduzierenden Verhältnissen) gegeben. Daher sind für durch Grundwasser geprägte Böden in der Regel auch Maßnahmen zur Vermeidung der Vermischung der Bodenhorizonte (siehe Kap. 5.2.3) erforderlich.

Der Bodeneingriff auf solchen Standorten ist nach Möglichkeit zu minimieren. Eine Vermeidung der Beeinträchtigung der Archivfunktion ist dagegen nur durch geschlossene Bauverfahren möglich.

5.2.7 P-S - Umgang mit potenziell sulfatsauren Sedimenten

Für die ersten beiden Abschnitte des Baulos 1 (Sande - Westerstede, SP 0,0 - 22,4) liegen die Geotechnischen Streckengutachten bereits vor. Aus den Streckenabschnitten über junge Marschablagerungen wurden analytische Untersuchungen an ausgesuchten Proben zur

Feststellung des Versauerungspotentials vorgenommen. Danach wurde keine der insgesamt neun untersuchten Proben als sulfatsaurer oder potenziell sulfatsaurer Boden eingestuft.

Dennoch muss nach den Geotechnischen Streckengutachten grundsätzlich in den Trassenabschnitten zwischen SP 0,0 und 6,1 sowie von SP 8,6 bis 11,8 mit dem Vorkommen sulfatsaurer Böden gerechnet werden.

Nach den beiden Auswertekarten des LBEG zur BK50 "Sulfatsaure Böden, Tiefenbereich 0–2 m" und "Sulfatsaure Böden unterhalb von 2 m Tiefe" verläuft die Trasse auf den Abschnitten

- SP 0,0 - 2,6
- SP 2,9 - 6,4
- SP 8,9 - 12,0
- SP 63,3 - 69,2

durch potenziell sulfatsaures Material, dem das LBEG ein mittleres bis sehr hohes Gefährdungspotenzial zuordnet. Auf diesen Flächen empfiehlt das LBEG eine Erkundung gemäß der "Geofakten 25 - Handlungsempfehlungen zur Bewertung und zum Umgang mit Bodenaushub aus (potenziell) sulfatsauren Sedimenten" (LBEG 2010).

Innerhalb dieser Abschnitte zwischen

- SP 4,4 - 5,1 (Ende des Arbeitsstreifens der offenen Verlegung bei SP 4,8)
- SP 8,9 - 10,1
- SP 10,4 - 11,4
- SP 11,6 - 12,0
- SP 63,8 - 66,6
- SP 67,2 - 69,1

verläuft die Trasse dabei durch potenziell sulfatsaures Material im Tiefenbereich 0–2 m, für das das LBEG ein hohes bis sehr hohes Gefährdungspotenzial angibt ('Rot' gemäß der Ampelkarte) und eine flächige Erkundung mit engem Raster und tiefenorientiert empfiehlt gemäß der "Geofakten 25". Bei linearen Eingriffen empfiehlt das LBEG darin, mindestens alle 50 m eine Sondierung durchzuführen. Da die Pyritanreicherung häufig nesterweise vorliege, sei dieser enger Bohrabstand notwendig. Im Rahmen der BBB ist in diesen Bereichen daher eine besondere Aufmerksamkeit auf ein mögliches auch kleinräumliches Vorkommen von potenziell sulfatsauren Böden zu legen.

5.3 Maßnahmen in der Bauausführung

Unter den Maßnahmen in der Bauausführung sind solche Maßnahmen zu verstehen, die unmittelbar bei der Bauausführung zu einer Eingriffsminimierung führen. Einige dieser Maßnahmen gelten generell, andere sind nach Prüfung des Einzelfalls einzusetzen.

Grundsätzlich müssen jedoch auch die erst in der Bauausführung zur Anwendung kommenden Maßnahmen bereits in der Ausführungsplanung, in der Ausschreibung der Baumaßnahme und in der Baulogistik berücksichtigt werden.

Sämtliche den Boden betreffenden Belange müssen vor Beginn der Bauarbeiten definiert und allen am Bau Beteiligten bekannt sein. Die Bodenkundliche Baubegleitung (vgl. Kap. 5.1) begleitet dabei die Bauarbeiten und ist der Ansprechpartner für die Belange des Bodenschutzes.

Grundsätzlich sollen die eingesetzten Maschinen dem Stand der Technik entsprechen, so dass die von den eingesetzten Geräten ausgehende Gefahr für den Boden (z. B. durch Schmier- oder Kraftstoffeintrag) minimiert wird.

Grundsätzlich stehen für die Bauausführung nur die in der Ausführungsplanung geplanten (vgl. technische Lagepläne) und genehmigten Baustellenflächen zur Verfügung. Eine nicht vorhersehbar notwendig werdende Inanspruchnahme von Flächen außerhalb dieser genehmigten Baustellenflächen, z.B. bei Maßnahmen des Erosionsschutzes, stimmt die Bauleitung des Vorhabenträgers in Verbindung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung mit der zuständigen Behörde ab.

5.3.1 B-A - Allgemeine Maßnahmen zur Bauausführung

Die allgemeinen Maßnahmen gelten grundsätzlich, unabhängig vom Bodentyp und seiner jeweiligen Empfindlichkeit, für alle entsprechenden Baustellenflächen des Vorhabens.

Im Gegensatz zur früheren gängigen Baupraxis, den Oberboden von der gesamten Baustellenfläche abzutragen und den freigelegten Unterboden zu befahren bzw. eine Befestigung (Baustraße oder Lastverteilplatten) auf dem Unterboden herzustellen, gilt nun, die Befestigung im Regelfall direkt auf dem Oberboden zu verlegen. Nur bei temporär über 6 Monaten beanspruchten Bodenflächen ist der Oberboden in der Regel abzutragen und zwischenzulagern (vgl. DIN 19639). Dies liegt darin begründet, dass ggf. verursachte Verdichtungen im Oberboden erfolgreicher wieder gelockert werden können als im Unterboden.

5.3.1.1 B-A01 - Anforderungen an die Bearbeitung und Umlagerung des Bodens

Nicht nur beim Befahren (vgl. Kap. 5.2.2) sind die Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte zu berücksichtigen, sondern auch beim Oberbodenabtrag, dem Aushub des Rohrgrabens und bei seiner Wiederverfüllung (vgl. Tabelle 11).

- Bei Bodenarbeiten, sowohl dem Oberbodenabtrag als auch dem Aushub des Rohrgrabens, ist die Umlagerungseignung in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt des Bodens zu beachten. Nach nassen Witterungsperioden muss der Boden soweit abgetrocknet sein, dass die Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit erreicht sind (vgl. DIN 19639, dort Tabelle 2).

- Danach ist stark feuchter oder nasser Boden (Feuchtestufe \geq feu4 bzw. Konsistenzbereich \geq ko4) als generell nicht bearbeitbar und eine Umlagerung damit als nicht zulässig anzusehen. Mit dem Abtrag bzw. Aushub muss daher gewartet werden, bis der Boden ausreichend abgetrocknet ist.

5.3.1.2 B-A02 - Trennung von Ober- und Unterboden

Trifft im Vorhaben nur zu für den Bereich des Rohrgrabens, der Erdbecken und der Stationsflächen.

Der Oberboden (humoser A-Horizont) wird vor der eigentlichen Baumaßnahme aus dem geplanten Rohrgrabenbereich abgetragen und seitlich auf dem Rand des Arbeitsstreifens abgelagert.

- Oberboden wird nur mittels Raupenbagger abgetragen. Der Einsatz schiebender Raupen wie der Schürfkübelraupe und das Abschieben des Oberbodens schädigt diesen und ist daher nicht zulässig.
- Der Oberbodenabtrag soll, unter Berücksichtigung der Grenzen der Befahrbarkeit (vgl. Anforderungen B-A01), in Vor-Kopf-Bauweise rückschreitend oder bei einer vorab errichteten Baustraße von der Seite erfolgen.
- Reicht die Arbeitsbreite bzw. Reichweite des Raupenbaggers nicht aus, um den Oberboden in einem Arbeitsschritt ohne Rangierfahrten aus dem Rohrgrabenbereich abzutragen und seitlich des Arbeitsstreifens zwischenzulagern, ist ein Einsatz von Langarmbaggern zu prüfen.
- Beim Oberbodenabtrag von größeren Flächen, etwa an Stationen, ist gemäß der DIN 19639 das mehrmalige Befahren derselben Stellen zu vermeiden. Um die Überfahrhäufigkeiten zu reduzieren, erfolgt der Abtrag dann in mehreren parallel versetzten Befahrungslinien.
- Fallweise vorhandener Pflanzenbewuchs ist vor dem Oberbodenabtrag kurz abzumähen und von der Fläche zu entfernen. Es sollten so wenig wie möglich grüne Pflanzenteile in der Oberbodenmiete verbleiben.
- Der Oberboden darf nicht mit bodenfremden, insbesondere pflanzenschädlichen Stoffen vermischt werden.

Unter Ackerflächen ist der humose Oberboden in der Regel identisch mit dem Pflughorizont und weist eine Mächtigkeit von ca. 30 - 40 cm auf. Unter anderen Biotoptypen bzw. Nutzungsarten kann der Oberboden eine andere, geringere oder größere Mächtigkeit aufweisen. Generell wird der Oberboden in der tatsächlich vorhandenen Mächtigkeit abgetragen. Dies muss in der Örtlichkeit jeweils nach dem vorgefundenen Befund durch die Bodenkundliche Baubegleitung festgestellt werden.

5.3.1.3 B-A03 - Sachgerechte Lagerung des Oberbodens

Trifft im Vorhaben zu für den Oberboden aus dem Bereich des Rohrgrabens, der Erdbecken und der Stationen.

Bei der Anlage der Miete für den Oberboden sind folgende Punkte zu beachten (vgl. DIN 19639):

- Die Oberbodenmiete muss so angelegt sein, dass eine Vermischung mit bodenfremden Stoffen, aber auch mit dem Unterbodenaushub aus dem Rohrgraben vermieden wird.
- Die Höhe von Oberbodenmieten darf maximal 2 m betragen.
- Die Bodenmiete ist mit möglichst steilen Flanken anzulegen und allseitig zu profilieren. Zur Profilierung ist die Bodenmiete nur mit der Baggerschaufel leicht anzudrücken, damit der Wasserablauf gewährleistet ist und das Einsickern von Wasser und damit Vernässung und Wasserstau vermieden wird. Ein Verschmieren der Flanken ist zu vermeiden.
- Für einen schadlosen Abfluss des Niederschlagswassers von der Baustellenfläche ist insbesondere in geneigtem Gelände zu sorgen, das Wasser darf nicht in die Bodenmiete geleitet werden. Erforderlichenfalls ist zur Ableitung von Wasser eine entsprechende Lücke in der Oberbodenmiete zu belassen.
- Die Bodenmiete darf nicht mit Fahrzeugen befahren werden.
- Die Bodenmiete ist erforderlichenfalls (s.u.) zu begrünen.

Bei einer vorgesehenen Lagerungsdauer von über zwei Monaten ist unmittelbar nach Herstellung der Miete zur Vermeidung von Vernässung, Erosion und zum Schutz gegen unerwünschten Aufwuchs eine Zwischenbegrünung vorzunehmen.

Dazu werden die anzusäenden Kulturen so gewählt, dass eine schnelle Keimung und Jugendentwicklung sichergestellt sind (im Sommerhalbjahr z.B. Gelbsenf oder Phacelia, in den anderen Monaten z.B. Ölrettich oder Wintergetreide, bei überjähriger Lagerung z.B. Luzerne). In der biologischen Landwirtschaft gelten ggf. weitergehende Anforderungen an das Saatgut. Bei trockener Witterung oder steilen Mieten ist die Begrünung ggf. im Anspritzverfahren durchzuführen. Eine regelmäßige Pflege der Ansaat ist nicht erforderlich, bei starker Trockenheit der Miete ist ggf. eine Wässerung bis zum Auflaufen der Saat notwendig.

Nach dem derzeitigen Planungsstand (vgl. Erläuterungsbericht, Teil A Unterlage 1) soll die vorgesehene Lagerungsdauer je Bauabschnitt weniger als 10 Wochen betragen, so dass im anstehenden Vorhaben der Verlegung der GWL im Normalfall die Begrünung der Miete nicht zwingend erforderlich, dennoch aber sinnvoll ist.

5.3.1.4 B-A04 - Bodenaushub aus dem Rohrgraben

Trifft zu für den Boden aus dem Rohrgraben, den Erdbecken und der Stationsflächen.

Aus dem Bereich des Rohrgrabens wird der Boden nur für eine relativ kurze Zeitspanne ausgebaut. Zur Vermeidung von Horizontvermischungen siehe Kap. 5.3.3.

Bei der Anlage der Miete des zur Verwertung oder zum Wiedereinbau vorgesehenen Unterbodens aus dem Rohrgraben gelten sinngemäß die in Maßnahme B-A03 aufgeführten Punkte (vgl. DIN 19639). Die Höhe von Unterbodenmieten darf maximal 3 m betragen.

Mieten insbesondere aus anmoorigen und moorigen Böden sowie sulfatsauren Böden sind zur Vermeidung bzw. Reduzierung der Vererdung und Oxidation dauerhaft feucht zu halten. Bei anmoorigem und moorigem Bodenaushub kann das durch Abdecken mit Folien oder Beregnung erfolgen. Aushub sulfatsaurer Böden sollte mit Folien abgedeckt werden. In beiden Fällen sind die Maßnahmen zum Feuchthalten unmittelbar nach dem Aufmieten umzusetzen.

Beim Wiedereinbau sollte das Material in der ursprünglichen Lagerung entsprechenden Lagerungsdichte eingebaut werden. Zur Vermeidung von Verdichtung siehe Kap. 5.3.2.

Unmittelbar nach dem Absenken des Rohrstranges wird der Rohrgraben wieder verfüllt. Grundsätzlich wird dazu das autochthone Aushubmaterial verwendet, ein Einsanden der Rohrleitung mit anzufahrendem Bettungssand wird nur in Ausnahmefällen angewandt, wenn der Bodenaushub auch mittels Einsatzes von Sieb- oder Brechmaschinen nicht für den Einbau am Rohr aufbereitet werden kann.

5.3.1.5 B-A05 - Vorgehen bei der Anlage von Arbeitsflächen auf Waldböden

Trifft zu für den Boden in Wäldern und flächigen Gehölzen (Feldgehölze).

Baumaßnahmen im Wald erfordern in der Regel die vorhergehende Entfernung von Bäumen und Wurzelstubben. Nach DIN 19639 sind bei Waldböden Besonderheiten zu berücksichtigen:

- Holzfällung und Stubbenentfernung müssen bodenschonend erfolgen. Bei anhaltendem und tiefreichendem Bodenfrost können die Rodungsarbeiten im Winterhalbjahr bodenschonend durchgeführt werden.
- Die bodengleiche Entfernung der Baumstümpfe und das Belassen der Wurzeln im Boden mit ihrer tragenden, lastverteilenden Funktion ist zu bevorzugen.
- Wenn das Entfernen der Wurzelstöcke erforderlich ist (z.B. im Rohrgrabenbereich), ist das Ziehen der Wurzelstöcke mit Raupenbaggern, die punktuelle Beseitigung der Wurzelstöcke mit einer Wurzelfräse, einem Wurzelbohrer oder einer Stockfräse zu bevorzugen. Ein flächendeckendes Einfräsen der Wurzelstöcke bewirkt dagegen erhebliche Beeinträchtigungen des Bodengefüges und Bodenlebens und ist zu unterlassen.
- Falls eine Trennung von Ober- und Unterboden technisch nicht möglich ist, ist im Wald auch ein gemeinsamer Abtrag zulässig. In diesem Fall erfolgen auch die Zwischenlagerung und der Wiederauftrag ohne Trennung.
- Holzschnitzel und das Wurzelstockfräsgut können auf dem Boden verbleiben und gemeinsam mit dem Oberboden abgetragen und aufgemietet werden. Astmaterial ist jedoch vorher zu entfernen.
- Im Wald können Baustraßen auch mit Astteppichen (i. d. R. nur bei Nadelbäumen aufgrund ihrer federnden Wirkung umsetzbar, Äste von Laubbäumen sind weniger geeignet) oder einer mindestens 50 cm mächtigen Schicht aus langen Holzhackschnitzeln hergestellt werden. Der dadurch ermöglichte Lastabtrag ist zu prüfen, bei gegebener Verdichtungsempfindlichkeit sind ggf. weitere Maßnahmen (vgl. Kap. 5.3.2) erforderlich.

5.3.1.6 B-A06 - Umgang mit Verdrängungsmassen

Die Maßnahme baut auf der Maßnahme P-A04 auf. Sie trifft zu für den Bodenaushub aus dem Rohrgraben und von den Stationsflächen.

Wie eingangs beschrieben, werden beim Pipelinebau die durch das Rohr verdrängten Bodenmassen üblicherweise im Arbeitsstreifen verteilt, daher ist die Verbringung überschüssigen Aushubbodens in der Regel nicht erforderlich und es verbleibt nach Fertigstellung der Trasse im Regelfall kein überschüssiges Material.

Das zu verteilende Material sollte dabei dem Horizont entstammen, auf den aufgetragen wird, d.h. aus dem obersten Horizont direkt unter dem Oberboden. Beim Verteilen der Überschussmassen im Arbeitsstreifen ist dabei besonders zu vermeiden, aus dem tieferen Untergrund stammende Steine auf die Oberfläche eines normalerweise steinfreien B-Horizonts einzutragen, da diese dann unmittelbar unter dem Oberboden lägen und im Zuge der Bewirtschaftung bis in den Oberboden eingearbeitet würden.

5.3.1.7 B-A07 - Vorkehrungen gegen Bodenverunreinigungen

Die Maßnahme fungiert gleichzeitig als eine vorbeugende Maßnahme zum Bodenschutz als auch als eine Vermeidungsmaßnahmen in Bezug auf den Grundwasserschutz.

Die eingesetzten Maschinen sollen dem Stand der Technik entsprechen, so dass die von den eingesetzten Geräten ausgehende Gefahr für den Boden (z. B. durch Schmier- oder Kraftstoffeintrag) minimiert wird.

Beim Betanken der Fahrzeuge und Geräte auf der Baustelle sind entsprechende Auffangwannen einzusetzen bzw. dafür entsprechend abgedichtete Tankplätze einzurichten. Auf dem Tankfahrzeug ist zudem Bindemittel für Mineralöle in ausreichendem Umfang mitzuführen.

Gegen Kraftstoffdiebstahl und Vandalismus an den Geräten, bei dem es zu Verunreinigungen des Bodens kommen kann, ist ggf. auf der Baustelle ein Sicherheitsdienst zu beauftragen.

5.3.1.8 B-A08 - Schulung und Information des Baustellenpersonals

Um die Bodenschutzbelange angemessen zu berücksichtigen, ist es erforderlich, alle an der Bauausführung beteiligten Personen über die Zielsetzung und Durchführung der Bodenschutzmaßnahmen zu unterrichten.

Je fester in der Ausführung der Baumaßnahme der Bodenschutz verankert wird, desto eher wird in der Praxis auch eine bodenschonende Bauausführung möglich sein. Sämtliche den Boden betreffenden Belange müssen vor Beginn der Bauarbeiten definiert und allen am Bau Beteiligten bekannt sein.

Insbesondere ist eine Schulung und Information erforderlich in Hinblick auf die Einsatzgrenzen von Maschinen in Bereichen ausserhalb von Lastverteilssystemen (vgl. Maßnahmen P-V und B-V) sowie zur Trennung des Aushubs (Maßnahmen P-H, B-A und B-H).

5.3.2 B-V - Vermeidung von Bodenverdichtung

Die Stabilität der zum Befahren vorgesehenen Bodenoberfläche und damit der Grenzwert für den Kontaktflächendruck sind, in Abhängigkeit von der Bodenart und der aktuellen Bodenfeuchte, unterschiedlich. Dazu werden je nach Quelle verschiedene zulässige spezifische Bodendrücke angegeben:

- BVB 2013 macht die Einsatzgrenze einer Maschine abhängig von der aktuell mit Tensiometern gemessenen Saugspannung des Bodens.
- Die DIN 19639 (dort Abbildung 2, ferner Anhang A) gibt die Verwendung eines Nomogramms vor, mit dem aus aktueller Wasserspannung und dem Maschinengewicht der maximal zulässige Kontaktflächendruck der Maschine ermittelt werden kann.

- Nach DVGW 2016 soll der spezifische Bodendruck der Maschinen 80 kPa nicht übersteigen.
- LLUR 2020 gibt den Grenzwert für den Kontaktflächendruck in Abhängigkeit von der Bodenart an. Er reicht von 160 kPa bei sandigen Böden bis 80 kPa bei schluffigen und tonigen, grundwassergeprägten Böden. Die Belastungsgrenze für Moore liegt mit 60 kPa noch deutlich darunter. Die Einstufung bezieht sich dabei auf Böden in Wassersättigung (Feldkapazität), in trockenem Zustand sind Mineralböden etwas stabiler, Moorböden jedoch nicht.

Die DIN 19639 stellt in ihrer Tabelle 2 die aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens den zulässigen Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit in Abhängigkeit von den auch auf der Baustelle mit Feldmethoden ermittelbaren Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte gegenüber.

Geeignete Parameter zur Bewertung der aktuellen Verdichtungsempfindlichkeit und damit zur Ermittlung der zulässigen Einsatzgrenze einer Maschine sind gemäß der DIN 19639

- die Konsistenzbereiche nach Tabelle 2 der DIN 19639 oder
- die Wasserspannung (Saugspannung) durch Tensiometer nach DIN EN ISO 11276 oder entsprechend geeignete Messtechnik zur Bestimmung der Wasserspannung oder
- die Bestimmung der Wasserspannung mit Hilfe von Messungen des Wassergehaltes auf der Grundlage der Porengrößenverteilung und daraus der nutzbaren Feldkapazität nach DIN EN ISO 11274.

Die Einstufung und Bewertung der aktuellen Verdichtungsempfindlichkeit der Böden ist zu wiederholen, wenn durch witterungsbedingte Abnahme, besonders aber Zunahme der Bodenfeuchte (Wasserspannung) eine Veränderung der Konsistenz wahrscheinlich ist.

Auf der Baustelle beobachtbare Anzeichen wie

- bindige Böden weisen eine breiige Konsistenz auf
- in Fahrspuren steht Wasser
- Fahrzeuge hinterlassen in gewachsenem Boden durchgängig Spuren

sind keine brauchbaren Indizien zur Ermittlung der Belastungsgrenze, sondern zeigen nur die bereits erfolgte Überschreitung dieser Grenze an.

Übersteigt der spezifische Kontaktflächendruck die maximale Tragfähigkeit des jeweiligen Baustellenabschnitts, muß mit Verdichtungen des Bodens gerechnet und damit von einer erheblichen Beeinträchtigung des Bodens ausgegangen werden. Zum Schutz vor Bodenverdichtungen werden im Folgenden verschiedene Maßnahmen empfohlen. Sie zielen darauf, den spezifischen Bodendruck zu reduzieren.

Anhand des Nomogramms der DIN 19639 kann in zwei Richtungen gerechnet werden: Anhand der Wasserspannung und damit der maximal möglichen Auflast des Bodens und der möglichen Lastverteilung einer gegebenen Baustraße kann das maximal zulässige Gesamtgewicht (in Abhängigkeit vom Fahrwerk) des einzusetzenden Geräts bestimmt werden. Aus dem Gewicht des zum Einsatz vorgesehenen Geräts und der maximal möglichen Auflast des

Bodens bei gegebener Wasserspannung kann der notwendige Lastabtrag der zu errichtenden Baustraße ermittelt werden.

Wird die Belastungsgrenze dagegen überschritten und eine Verdichtung des Bodens verursacht, müssen die betroffenen Arbeitsflächen saniert werden (vgl. Kap. 5.4.1).

Die Verdichtungsempfindlichkeit ist abhängig von der Bodenart, der Bodenfeuchte sowie der einwirkenden Auflast und der Zahl der Überrollvorgänge. In Abhängigkeit von den Bodeneigenschaften wird mit folgender Einsatznotwendigkeit gerechnet:

- Auf Flächen mit sehr geringer bis geringer Verdichtungsempfindlichkeit (vgl. Plananlage C 20.2.3 und Maßnahmenplan C 20.2.7) ist die Anlage einer Baustraße bzw. lastverteilender Maßnahmen optional bzw. witterungsabhängig erforderlich (vgl. Tabelle 11) und mit der BBB abzustimmen.
- Auf Flächen mit mittlerer bis hoher Verdichtungsempfindlichkeit ist die Anlage einer Baustraße bzw. lastverteilender Maßnahmen regelmäßig erforderlich. Um mit der Gesamtlast unter der lastverteilenden Maßnahme die Tragfähigkeit des Bodens nicht zu übersteigen, reicht voraussichtlich je nach Fahrzeugeinsatz eine mineralische Baustraße von ca. 40 cm Mächtigkeit bzw. ein entsprechender Einsatz von Lastverteilungsplatten aus.
- Auf Flächen mit sehr hoher Verdichtungsempfindlichkeit bestehen besondere Anforderungen an die Lastverteilung. Um mit der Gesamtlast unter der lastverteilenden Maßnahme die Tragfähigkeit des Bodens nicht zu übersteigen, ist voraussichtlich je nach Fahrzeugeinsatz eine mineralische Baustraße von deutlich mehr als 40 cm Mächtigkeit bzw. ein entsprechender Einsatz von Lastverteilungsplatten erforderlich.

Im hier anstehenden Vorhaben ist gemäß dem Erläuterungsbericht (Teil A Unterlage 1) bei Vorliegen von zeitweise oder dauerhaft nicht tragfähigem Boden die Anlage einer Baustraße bzw. die Verwendung von Lastverteilplatten als Regelbauverfahren vorgesehen, so dass davon ausgegangen wird, dass Bodenverdichtungen vermieden werden können.

Die im Folgenden aufgeführten übrigen Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung sind daher als Hinweise zur Vollständigkeit zu verstehen.

5.3.2.1 B-V01 - Beschränkung des Kontaktflächendrucks beim Maschineneinsatz

Gemäß dem Maschinenkataster sind solche Fahrzeuge und Maschinen auszuwählen, deren spezifischer Kontaktflächendruck die Tragfähigkeit der für den Bau in Anspruch zu nehmenden Böden nicht übersteigt. Fallweise ist (bei Transportfahrzeugen) die zulässige Zuladung zu reduzieren, um den Kontaktflächendruck zu reduzieren (trifft nicht zu bei Verwendung von Lastverteilplatten bzw. Baustraßen - vgl. Maßnahme B-V02 / B-V03).

Für die Bauarbeiten sind Maschinen bzw. Geräte mit möglichst niedriger Gesamtmasse und niedrigem spezifischem Bodendruck einzusetzen. Bevorzugt sind Fahrzeuge mit Kettenlaufwerken bzw. Niederdruckreifen mit einer Reifendruckregelung einzusetzen.

Zur bodenschonenden Umsetzung der Bauarbeiten sind die Kettenlaufwerke mit möglichst breiten Platten und langen Laufwerken auszustatten. Für Fahrzeuge mit einer Gesamtmasse

von über 20 t im beladenen Zustand ist der Einsatz von Laufwerken mit Plattenbreiten von mindestens 700 mm vorzusehen, soweit solche Laufwerke für den jeweiligen Gerätetyp verfügbar sind. Auf Moorböden sollten die Maschinen mit sogenannten Moorlaufwerken ausgestattet sein, sofern sie technisch zur Verfügung stehen.

Werden Radfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 7,5 t regelmäßig außerhalb befestigter Straßen eingesetzt, sollten großvolumige Radialreifen verwendet werden, die mit einem bodenschonenden Reifeninnendruck betrieben werden können.

5.3.2.2 B-V02 - Anlage von Baustraßen aus Lastverteilungsplatten

Alle Baustraßen, unabhängig von ihrer Bauweise, sind vor Kopf anzulegen, dementsprechend soll der Rückbau ebenso rückschreitend vor Kopf erfolgen. Auf einspurigen Baustraßen, auf denen es zu Begegnungsverkehr kommen kann, sind befestigte Ausweichstellen herzustellen. Bei Gegenverkehr sind nur diese Ausweichstellen zu nutzen.

Bei der Anlage von Baustraßen aus Lastverteilungsplatten sind folgende Punkte zu beachten (vgl. DIN 19639):

- Lastverteilungsplatten können aus Stahl, Aluminium, Holz, Kunststoff oder Betonfertigteilen bestehen. Je nach Größe, Eigengewicht, Verlegeweise und der Art ihrer Verbindung haben sie unterschiedliche lastverteilende Eigenschaften sowie Einsatzgrenzen.
- Die jeweils zum Einsatz kommende Art der Lastverteilungsplatten wird durch die Tragfähigkeit des Bodens und das Gewicht der einzusetzenden Maschinen bestimmt. Die Platten sollen dabei immer quer zur Fahrtrichtung verlegt werden. Erforderlichenfalls bei geringer Tragfähigkeit des Bodens müssen die Platten auch zweilagig, dann längs und quer zur Fahrtrichtung, verlegt werden.
- Die Baustraße ist ausreichend breit zu dimensionieren, da die Platten nicht auf den Kanten befahren werden sollen.
- Baustraßen aus Lastverteilungsplatten müssen eine vollflächige Abdeckung des Bodens gewährleisten. Dazu müssen die Platten mit Überlappung (mind. 20 cm, besser 50 cm) ausgelegt werden. Bei durch Schraubverbindungen, Klammern oder dergl. fest verbundenen Systemen ist keine Überlappung erforderlich.
- Lastverteilungsplatten werden unmittelbar auf der bestehenden Geländeoberfläche angelegt, der Abtrag des humosen Oberbodens ist nicht erforderlich (vgl. Kap. 5.2.2).
- Lose verlegte Stahlplatten verrutschen beim Befahren auch bei Verlegung mit Überlappung leicht. Auf losen Stahlplatten gilt daher eine Geschwindigkeitsbegrenzung von maximal 5 km/h.
- Wenn Platten trotz Überlappung beim Befahren so stark verrutschen, dass dazwischen Boden ungeschützt freiliegt, ist das Befahren einzustellen und die Platten sind zu richten. Die Funktionsfähigkeit der Baustraße (korrekte Lage der Lastverteilungsplatten) ist durch die Bodenkundliche Baubegleitung regelmäßig zu überprüfen.

- Insbesondere lose verlegte Stahlplatten schwimmen auf feuchtem Boden leicht. Sie sind daher auf einer dünnen abstumpfenden Bettung aus Sand (soweit dies mit der jeweiligen Bodenart kompatibel und durch die bodenkundliche Baubegleitung freigegeben ist) bzw. aus Rindenmulch oder Holzhackschnitzel (insbesondere bei Einsatz auf Ackerflächen) zu verlegen. Wenn dies nicht durchführbar ist, müssen lose Stahlplatten bei nassen Witterungsbedingungen oder auf feuchten Böden, etwa unter Grundwassereinfluss, als ungeeignete Lösung angesehen werden.
- Eine ausreichende Lastverteilung durch Platten ist nur auf ebenem Boden gegeben. Bei unebener Oberfläche können die Platten leicht verrutschen. Zudem liegen sie partiell hohl, was den gleichmäßigen flächigen Lastabtrag verhindert. Lastverteilungsplatten sind daher möglichst auf einem Planum zu verlegen, ansonsten sind Baustraßen aus mineralischer Tragschichtschüttung auf unebenem Boden die geeignetere Lösung.
- In geneigtem Gelände sind miteinander zu verbindende Systemelemente einzusetzen, da hier die Gefahr des Verrutschens loser Platten besonders hoch ist. Auch die Rutschgefahr für die Maschinen ist auf Platten mit Längs- oder Querneigung erhöht. Baustraßen aus mineralischer Tragschichtschüttung sind in geneigtem Gelände daher die geeignetere Lösung.
- Die bodenkundliche Baubegleitung berät die Bauleitung in Hinblick auf einen erforderlichen sachgerechten Einsatz von Lastverteilungsplatten.
- Durch die bauausführende Firma sind ausreichend Lastverteilungsplatten vorzuhalten.

5.3.2.3 B-V03 - Anlage von Baustraßen aus mineralischen Substanzen

Alle Baustraßen, unabhängig von ihrer Bauweise, sind vor Kopf anzulegen, dementsprechend soll der Rückbau ebenso rückschreitend vor Kopf erfolgen. Auf einspurigen Baustraßen, auf denen es zu Begegnungsverkehr kommen kann, sind befestigte Ausweichstellen herzustellen. Bei Gegenverkehr sind nur diese Ausweichstellen zu nutzen.

Bei der Anlage von Baustraßen aus mineralischen Substanzen (Schotter) sind folgende Punkte zu beachten (vgl. DIN 19639):

- Baustraßen aus mineralischen Tragschichtschüttungen werden unmittelbar auf der bestehenden Geländeoberfläche angelegt, der Abtrag des humosen Oberbodens ist nicht erforderlich (vgl. Kap. 5.2.2).
- Damit das aufgebrachte Material während der Nutzung und im Zuge des Rückbaus nicht mit dem Untergrund vermischt wird, erfolgt die Trennung vom Boden durch das Auslegen eines Geotextils. Das Geotextil hat eine solche ausreichende Reißfestigkeit (s.u.) aufzuweisen, dass es beim Rückbau der Baustraße nicht reißt. Ein Reißen des Textils bei Rückbau bewirkt den Verbleib von Textilfetzen und Resten der mineralischen Schüttung auf dem Oberboden, die anschließend händisch entfernt werden müssten.
- Das Geotextil wird zu beiden Seiten des zu befestigenden Bereichs mit mindestens 1 m Überstand verlegt, um den Eintrag von mineralischen Baustoffen in den angrenzenden Boden zu vermeiden.

- Die Anforderungen an die Anlage einer Baustraße ergeben sich z.B. aus der DIN 19639, dort Abschnitt 6.3.4: *"Mineralische, nicht gebundene Baustraßen bestehend aus einer Material- bzw. Gesteinsauflage auf reißfestem Geotextil/Vlies (entsprechend M Geok E und TL Geok E-StB) angelegt auf belassenem Oberboden. Um ein Zerreißen beim Rückbau zu verhindern, muss das Geotextil eine hohe Zugfestigkeit aufweisen (z. B. wird nach derzeitigem Erfahrungsstand eine biaxiale Zugfestigkeit von 100 kN/m empfohlen). Mächtigkeit und Qualität der Material- bzw. Gesteinsauflage (i. d. R. Gesteinskörnungsmischungen) sind den Bodenverhältnissen und den zu erwartenden mechanischen Belastungen anzupassen und entsprechend statisch nachzuweisen. Die lastenverteilende Material- bzw. Gesteinslage ist mindestens in einer Stärke von 30 cm auszuführen. Je nach Vorhaben ist eine Mindestauflage von 50 cm und mehr erforderlich."*
- Als mineralische Schüttung kann (in Wasserschutzgebieten: sofern zulässig) güteüberwachtes RC-Material für die Anlage temporärer Baustraßen verwendet werden.
- Die bodenkundliche Baubegleitung berät die Bauleitung in Hinblick auf eine erforderliche Anlage einer Baustraße aus mineralischer Tragschichtschüttung.

5.3.2.4 B-V04 - Vorgängige Begrünung der Baustellenflächen

Bei erfolgter Begrünung des Oberbodens, der temporär als Baustellenflächen beansprucht werden soll, ist die Tragfähigkeit des Bodens günstiger zu beurteilen als beim Befahren des unbewachsenen Bodens. Voraussetzung hierfür ist jedoch die rechtzeitige Anlage sowie mindestens drei Monate Wachstum in der Vegetationsperiode, um eine gut verwurzelte Pflanzendecke auszubilden. Grundsätzlich gelten die oben beschriebenen Belastungsgrenzen des Bodens, die ebenfalls laufend zu überprüfen sind.

Überschreitet der spezifische Kontaktflächendruck dennoch die maximale Tragfähigkeit des jeweiligen Baustellenabschnitts, womit insbesondere außerhalb des Sommerhalbjahrs oder in nassen Witterungsperioden zu rechnen ist, besteht trotz vorgängiger Begrünung das Risiko von Verdichtungen des Bodens. Dann müssen zusätzlich die anderen beschriebenen Maßnahmen B-V01 bis B-V03 (Beschränkung des Kontaktflächendrucks beim Maschineneinsatz, Einsatz von Lastverteilungsplatten bzw. Anlegen temporärer Baustraßen) zur Anwendung kommen.

5.3.2.5 B-V05 - Wiedereinbau des Bodens in den Rohrgraben

Um spätere Setzungen im Unterboden, die zu einer Beschädigung des Rohres führen können, zu vermeiden, ist eine technische Verdichtung des Bodens um das Rohr herum erforderlich. Dazu muß die Grabenverfüllung bis ca. 20 cm über dem Rohrscheitel stark verdichtet werden, üblicherweise durch den Einsatz einer Schafffußwalze oder dergleichen.

Danach erfolgt in einem zweiten Arbeitsgang die Wiederverfüllung des restlichen Grabenprofils in der ursprünglichen Lagerung entsprechenden Lagerungsdichte.

Grundsätzlich ist daher zu vermeiden, den Rohrgraben in nur einem Arbeitsgang zu verfüllen und erst von der Oberkante des B-Horizontes aus den gesamten verfüllten Rohrgraben zu verdichten. Sollte dies doch geschehen sein, sind die Verdichtungen im Rohrgraben bis auf etwa 20 cm über dem Rohrscheitel wieder zu lockern. Eine Sanierung dieser Verdichtung ist

möglich, erfordert jedoch verstärkte Anstrengungen bei der anschließenden Tiefenlockerung (vgl. Kap. 5.4.1).

5.3.3 B-H - Vermeidung der Vermischung der Bodenhorizonte

Böden mit mehrschichtigen Profilen sind nicht nur bei als solche gekennzeichneten seltenen Böden, wie z. B. Moorböden, zu erwarten, sondern können auch unter intensiver landwirtschaftlicher Nutzung stehen. So sind auch weitverbreitete Marschböden häufig von Wechselagerungen von Torf und Sedimenten gekennzeichnet. Auch terrestrischen Böden, wie z. B. Parabraunerden, weisen häufig einen (nahezu) steinfreien B-Horizont über steinhaltigem Untergrund (z.B. Löß über kiesführendem Terrassenmaterial) auf. Insbesondere bei intensiver landwirtschaftlicher (ackerbaulicher) Nutzung kommt einem feinmaterialreichen B-Horizont eine essentielle Funktion für die Ertragsfähigkeit des Standortes zu, er dient insbesondere als Wasser- und Nährstoffspeicher. Steine im B-Horizont verringern diesen Speicher, beim Anbau von Hackfrüchten oder Sonderkulturen können sie zudem zu Beschädigungen der Früchte und der Erntegeräte führen.

Die Böden im Untersuchungsraum, die mit einem mittleren Vermischungsrisiko bewertet werden, weisen einen stratigraphischen Schichtenwechsel im Profil auf, Böden mit hohem Vermischungsrisiko weisen sogar zwei und mehr stratigraphische Schichtenwechsel auf, so dass, neben der separaten Lagerung des Oberbodens, auch zwei oder mehrere getrennte Mieten für das Unterbodenmaterial (Unterboden und Untergrund) erforderlich werden. In Abhängigkeit von der kleinräumigen Entwicklungstiefe der einzelnen Schichten muss in diesen Bereichen fallweise auch mit einer weiteren separat abzutrennenden Fraktion gerechnet werden.

5.3.3.1 B-H01 - Nach Horizonten getrennte Lagerung des Bodenaushubs

Trifft zu für den Boden aus dem Rohrgraben, den Erdbecken und der Stationsflächen.

Die Maßnahme muss in der Umsetzung vor Ort durch die Bodenkundliche Baubegleitung festgelegt werden.

Beim Aushub des Rohrgrabens in Böden, die im Profil durch einen deutlichen Wechsel der Bodenart oder der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Horizonte gekennzeichnet sind, muß der Aushub horizontgetreu ausgehoben, auf räumlich getrennten Mieten gelagert und lagerichtig wieder eingebaut werden (vgl. Maßnahme P-H01). Dazu ist der Baufortschritt kontinuierlich von der bodenkundlichen Baubegleitung zu begleiten.

Eine sorgfältige Trennung ist insbesondere in folgenden Böden erforderlich:

- Moore (Trennung von bereits durch Oxidation vererdeten Torfhorizonten von den tieferen, nassen Torfschichten)
- sulfatsaure Böden (Trennung eines potentiell oder aktuell versauernden oder pyrithaltigen Horizonts von, insbesondere überlagernden carbonathaltigen oder anderweitig nicht potentiell versauernden Horizonten)
- Böden, z.B. Parabraunerden, in denen ein steinfreier B-Horizont von einem steinhaltigen Untergrund unterlagert wird, um einen anschließenden horizontgetreuen Wiedereinbau zu ermöglichen und einen Eintrag von Steinen in ursprünglich steinfreie Bodenschichten zu vermeiden.

Dieses sorgfältige Vorgehen ist auch dann erforderlich, wenn die betreffende Schicht nur wenige Dezimeter Mächtigkeit aufweist.

Bei Böden mit einem steinhaltigen Untergrund ist beim Einsatz eines Padders für die Grabenverfüllung ist und steinfrei zu arbeiten, um eine Kontamination steinfreien Bodens mit Steinen zu vermeiden. Paddergut ist daher erforderlichenfalls sofort aufzunehmen und abzufahren.

Auch beim Verteilen der Überschußmassen im Arbeitsstreifen ist daher, sofern unter dem humosen Oberboden ein steinfreier B-Horizont vorhanden war, in jedem Fall besonders zu vermeiden, aus dem Untergrund stammende Steine auf dessen Oberfläche auszubringen, da diese dann unmittelbar unter dem Oberboden lägen und im Zuge der Bewirtschaftung bis in den Oberboden eingearbeitet würden. Erforderlichenfalls müßten vor dem Wiederauftragen des Oberbodens die Steine unter Einsatz entsprechender Geräte (vgl. Kap. 5.4.3) abgesammelt werden.

5.3.4 B-E - Schutz vor Bodenerosion

Die bodenkundliche Baubegleitung berät die Bauleitung bei der bauzeitlichen Umsetzung in den erosionsgefährdeten Bereichen.

Insbesondere bei den Maßnahmen zum Schutz vor Erosion hat die Bodenkundliche Baubegleitung unter Beachtung der Bauzeit und des Witterungsverlaufs der Bauleitung die notwendigen Maßnahmen zu empfehlen und deren Umsetzung fachlich abzustimmen.

Die Maßnahmen sind insofern optional, als dass weder das Eintreffen eines Erosionsereignisses an sich noch der Zeitpunkt oder Ort vorhergesagt werden können. Es ist daher nicht möglich, für alle Eventualitäten auf allen Baustellenflächen die erforderlichen zusätzlichen Flächen für diese Maßnahmen vorzuhalten. Eine nicht vorhersehbar notwendig werdende Inanspruchnahme von Flächen außerhalb der genehmigten Arbeitsflächen für Maßnahmen des Erosionsschutzes stimmt die Bauleitung des Vorhabenträgers in Verbindung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung daher dann im Einzelfall mit der zuständigen Behörde ab.

5.3.4.1 B-E01 - Minderung von Winderosion

Insbesondere auf den Trassenabschnitten mit hoher Erosionsgefährdung (vgl. Kap. 3.5.6) sollte auf Ackerflächen vorgängig eine Begrünung (vgl. Maßnahme P-V04) etabliert werden.

Eine Begrünung des Oberbodens im Arbeitsstreifen bewirkt vor allem bei einer durch rechtzeitige Anlage gut verwurzelten Pflanzendecke auch eine Minderung des Erosionsrisikos, sowohl durch Wind als auch durch Wasser. Bei einer weitgehenden Vegetationsbedeckung des Arbeitsstreifens kann hierdurch auf Abschnitten mit erhöhtem Erosionsrisiko die Gefahr von Bodenerosion vermindert werden.

Die Oberboden- und Aushubmieten unterliegen einem besonders hohen Erosionsrisiko, das sie in der Regel nicht vegetationsbedeckt sind, das umgelagerte und geschüttete Bodenmaterial seinen Aggregatzusammenhalt verloren hat und die Mietenflanke steil im Wind steht.

Bei einer vorgesehenen Lagerungsdauer der Bodenmiete von über zwei Monaten ist nach DIN 19639 unmittelbar nach Herstellung der Miete zur Vermeidung von Vernässung, Erosion und zum Schutz gegen unerwünschten Aufwuchs eine Zwischenbegrünung vorzunehmen.

Bodenmieten der als grundsätzlich mit einer sehr hohen Erodierbarkeit (Stufe 5) eingestuften ackerbaulich genutzter Moorböden (Hochmoor- oder Niedermoortorfe) sollten zudem insbesondere in Trockenperioden durch Beregnung feucht gehalten werden, um einen Austrag des sehr feinkörnigen Materials zu reduzieren und gleichzeitig die weitere Vererdung zu verlangsamen.

5.3.4.2 B-E02 - Zutritt von Wasser in die Baustelle vermeiden

Oberflächenabfluss, der oberhalb der Baustelle entsteht, ist durch das Bauvorhaben nicht verursacht und kann auch nicht verhindert werden. Das Eindringen dieses Ablaufs in die Baustellenfläche sollte vermieden werden. Sofern sich auf der hangoberen Seite der Baustelle nicht ohnehin eine Bodenmiete mit Dammfunktion befindet, kann der Zufluss in die Baustelle mit Strohballenfiltern, durch kurzfristig anzulegende pflugschartiefe hangparallele Fanggräben oder temporäre Erdwälle am Rand der Baustelle gebremst und außen um die Baustelle umgeleitet werden. Dabei ist ein Überlaufen des abgelenkten Abflusses in geschützte Biotope, in naturnahe Fließgewässer oder auf Verkehrswege zu vermeiden.

Sofern es sich bei diesem Zufluss um eine örtlich bekannte bzw. bereits vorab identifizierbare Abflussbahn handelt, ist auch für diese eine vorherige Begrünung empfehlenswert. Dazu ist eine Abstimmung mit dem jeweiligen Bewirtschafter notwendig.

5.3.4.3 B-E03 - Austritt von Wasser von der Baustelle vermeiden

Sich innerhalb der Baustelle, z.B. auf Lastverteilungsplatten, sammelndes und ablaufendes Wasser muss am unkontrollierten Verlassen der Baustelle gehindert werden. Das Abfließen des sich sammelnden Wassers und ggf. Schlammes soll am Tiefpunkt der Baustelle mit Strohballenfiltern oder durch temporäre Erdwälle vermieden werden.

5.3.4.4 B-E04 - Gestauten / gesammelten Abfluss schadlos abführen

Wasser bzw. Schlamm, der sich in der Baugrube oder an sonstigen Tiefpunkten der Baustelle gestaut hat, muss schadlos abgeführt werden. In Abstimmung mit dem Bewirtschafter der benachbarten Fläche kann der Schlamm unter Vorschaltung von Strohballenfiltern oder Absetzbecken gedrosselt abgepumpt werden. Der Abfluss muss so gedrosselt sein, dass dadurch keinesfalls erneut Erosion ausgelöst wird. Eine Einleitung von ungeklärtem Schlamm in ein Gewässer ist zu vermeiden.

Die gleichen Anforderungen an ein schadloses Abführen gelten auch für die Ableitung von Wasser aus der Wasserhaltung.

5.3.5 B-G - Vermeidung der Beeinträchtigung durch Grundwasser geprägter Böden

(Mineralische) Böden mit hoch anstehendem Grundwasser (semiterrestrische Böden - Marschen, Auen und Gleye) weisen in der Regel eine geringere Tragfähigkeit auf als terrestrische Böden. Gegenüber den terrestrischen Böden ist die Tragfähigkeit bei Moorböden noch einmal deutlich verringert. Daher sind für Moore und andere durch Grundwasser geprägte Böden Maßnahmen zur Vermeidung von Verdichtungen (siehe Kap. 5.3.2) erforderlich. Für die notwendigen lastverteilenden Maßnahmen bestehen erhöhte Anforderungen.

Moore weisen regelmäßig, semiterrestrische Böden häufig Archivfunktion auf. Bei Gleyen und Marschen sind in der Regel zudem deutlich geschichtete Profile (oxidierende über reduzierenden Verhältnissen) gegeben. Daher sind für durch Grundwasser geprägte Böden zumeist die Maßnahmen zur Vermeidung der Vermischung der Bodenhorizonte (siehe Kap. 5.3.3) erforderlich.

Aushub aus potentiell sulfatsauren Marschböden erfordert einen besonderen Umgang (s.u.), um eine aktuelle Versauerung zu minimieren oder zu verhindern.

Auf diese Maßnahmen wird ausdrücklich verwiesen, sie werden zur Vermeidung von Redundanzen hier jedoch nicht erneut aufgeführt.

5.3.5.1 B-G01 - Vermeidung von Drainageeffekten

Grundsätzlich ist vorgesehen, die Wiederverfüllung des Rohrgrabens mit dem autochthonen Aushub in der vorherigen Lagerungsdichte und, bei deutlich unterschiedlichen Horizonten, in der ursprünglichen Horizontierung durchzuführen (s.o.).

Durch die technische Verdichtung unmittelbar um das Rohr (s.o.) ist es unwahrscheinlich, daß die Rohrleitung einen Drainageeffekt bewirkt.

Erforderlichenfalls wird ein Drainageeffekt durch den wiederverfüllten Rohrgraben mittels Einbaus von Tonriegeln verhindert.

5.3.6 B-M - Vermeidung der Beeinträchtigung der Moore

Insbesondere Moorböden weisen nur eine sehr geringe Tragfähigkeit auf. Daher sind für Moore Maßnahmen zur Vermeidung von Verdichtungen (siehe Kap. 5.3.2) erforderlich. Für die notwendigen lastverteilenden Maßnahmen bestehen erhöhte Anforderungen.

Moore weisen regelmäßig Archivfunktion auf. Daher sind für Moore zudem Maßnahmen zur Vermeidung der Vermischung der Bodenhorizonte (siehe Kap. 5.3.3) erforderlich.

Beim Bodenabtrag aus dem Rohrgraben sind dabei die verschiedenen Torfschichten als Bodenhorizonte zu behandeln. Die trockeneren, bereits teilweise oder weitgehend vererdeten oberen Schichten sind von den tieferen, nassen Torfschichten zu trennen. Mineralische Schichten, die zwischen oder unterhalb des Torfs lagern oder andere Horizonte von Moorböden mit unterschiedlichen Eigenschaften sind ebenfalls getrennt abzutragen und zu lagern.

Aushubmieten aus anmoorigen und moorigen Böden sind dauerhaft feucht zu halten. Bei anmoorigem und moorigem Bodenaushub kann das durch Abdecken mit Folien oder Beregnung erfolgen. Die Maßnahmen zum Feuchthalten unmittelbar nach dem Aufmieten aufzunehmen.

Insbesondere Bodenmieten ackerbaulich genutzter Moorböden (Hochmoor- oder Niedermoor- torfe) müssen grundsätzlich mit einem sehr hohen Erosionsrisiko angesehen werden. Sofern eine durchgängige Folienabdeckung der Bodenmieten aus anmoorigen und moorigen Böden vorgesehen wird, ist eine Begrünung zur Verringerung der Erosionsempfindlichkeit (vgl. Maßnahme B-E01) nicht erforderlich. Ansonsten ist eine Begrünung der Miete erforderlich (vgl. Maßnahme B-A03), auch wenn dies zur oberflächigen Abtrocknung beiträgt und damit wiederum einen erhöhten Befeuchtungsbedarf nach sich zieht.

Auf diese Maßnahmen wird ausdrücklich verwiesen, sie werden zur Vermeidung von Redundanzen hier jedoch nicht erneut aufgeführt.

Sofern organischer Boden als Überschußmasse anfällt, soll er, sofern er dazu geeignet ist, bevorzugt zur Verbesserung von mineralischen Böden oder zur Wiederherstellung von Moorböden verwendet werden. Aus Natur- und Bodenschutz-Sicht ist die Verwendung zur Wiederherstellung von Moorböden zu bevorzugen

Wenn überschüssiger Torf zur Wiederherstellung von Moorböden verwendet werden soll, ist seine Entwässerung zu vermeiden. Bei der Verwendung zur Einarbeitung in mineralische Böden muss nasser Torf dagegen zunächst entwässert und dafür zwischengelagert werden.

5.3.6.1 B-M01 - Minimierung der Dauer der Wasserhaltung

Bei hohen Grundwasserständen muss das Grundwasser mit ausreichendem zeitlichem Vorlauf temporär abgesenkt werden, um den Boden in einen umlagerungsfähigen Feuchtezustand zu versetzen und den Rohrgraben frei von Wasser zu halten. Mineralische Böden sind dabei gegenüber einer temporären Wasserhaltung weniger empfindlich.

In Moorböden wird jedoch unmittelbar nach Absenken des Grundwassers und dem Zutritt von Luftsauerstoff in bislang wassergesättigten Torfen eine nicht reversible Torfzersetzung (Vererdung) einsetzen. Daher muss in Abhängigkeit von der Zeitdauer der Wasserhaltung bereits nach relativ kurzer Zeit mit dem Eintreten von Setzungen gerechnet werden, nicht nur an den Flanken des Rohrgrabens und in den Bodenmieten, sondern auch großflächig im gesamten Einwirkungsbereich der Wasserhaltung.

Bei linienhaften Bauvorhaben ist eine Beanspruchung auch von organischen Böden (Moore) nicht immer zu vermeiden. Sofern eine Inanspruchnahme unvermeidlich ist, ist zusätzlich zu den o.a. allgemeinen Anforderungen des Bodenschutzes folgende Maßnahme zu berücksichtigen:

- Um das Ausmaß der Vererdung zu minimieren, muss die erforderliche Dauer der Wasserhaltung je Wasserhaltungsabschnitt so kurz wie möglich werden. Soweit wie technisch noch sinnvoll sollte dazu die Länge des jeweiligen Wasserhaltungsabschnitts verkürzt werden zur Reduzierung der jeweiligen Baudauer bzw. zur Verkürzung der Zeitspanne des geöffneten Rohrgrabens und aufgemieteten Bodenaushubs.

Im hier anstehenden Vorhaben ist gemäß des Erläuterungsberichts (Teil A Unterlage 1) die erforderliche Dauer der Wasserhaltung je Wasserhaltungsabschnitt noch nicht bekannt.

5.3.7 B-S - Umgang mit potenziell sulfatsauren Sedimenten

Grundsätzlich weisen Moore und potenziell sulfatsaure Sedimente eine vergleichbare Dynamik auf - bei einer baubedingten Inanspruchnahme dieser Böden setzen durch Wasserhaltung, Aufgraben und Aufmietung bislang grundwassergesättigter Bodenhorizonte bei Zutritt von Luftsauerstoff unmittelbar eine nicht reversible nachteilige Bodenveränderung ein, deren Ausmaß durch die Minimierung der Dauer der Belüftung minimiert werden muss.

Beim Umgang mit Bodenaushub aus potenziell sulfatsauren Sedimenten ist gem. dem LBEG ("Geofakten 25") nicht nur zu berücksichtigen, dass diese Substrate bei oxidischen

Ablagerungsbedingungen chemisch instabil sind (Pyritoxidation), sondern in der Regel auch erhöhte Gehalte an organischer Substanz (> 8 Gew.-%) aufweisen.

Beim Umgang mit potenziell sulfatsauren Sedimenten sollten grundsätzlich drei Kernstrategien verfolgt werden, die das LBEG wie folgt priorisiert:

1. Vermeidung oder Minimierung des Eingriffs,
2. Vor-Ort-Management,
3. Umlagerung bzw. Ablagerung.

"In jedem Fall muss beim Vorliegen potenziell sulfatsaurer Böden, sofern möglich, eine starke Grundwasserabsenkung vermieden werden, da das Material sonst auch im ungestörten Schichtverband oxidieren kann."

Ist ein Eingriff, der potenziell sulfatsaure Sedimente betrifft, nicht vermeidbar, so sollte das Material möglichst wenig transportiert werden und möglichst umgehend wieder in den reduzierten Bereich des Untergrunds eingebaut werden. Der Wiedereinbau des Bodenaushubs muss dabei unterhalb des mittleren Grundwassertiefstandes erfolgen, um zu gewährleisten, dass im Bodenaushub reduzierende Bedingungen erhalten bleiben. Im Fall von Leitungsbaumaßnahmen (linearer Eingriff) sollte ein rascher schichtenkonformer Wiedereinbau erfolgen."

Sinngemäß sind daher die oben zur Vermeidung der Beeinträchtigung der Moore beschriebenen Maßnahmen auch auf den Trassenabschnitten über potenziell sulfatsaure Sedimente zu treffen:

Für die notwendigen lastverteilenden Maßnahmen bestehen erhöhte Anforderungen

- Maßnahmen zur Vermeidung der Vermischung der Bodenhorizonte, insbesondere beim Wiedereinbau der Überschußmassen
- Wiedereinbau des potenziell sulfatsauren Materials unter reduzierenden Bedingungen unterhalb des mittleren Grundwasserstandes
- Abdeckung bzw. Feuchthalten der Bodenmieten aus dem potenziell sulfatsauren Material
- Minimierung der Dauer der Wasserhaltung und Reduzierung der Baudauer des jeweiligen Bauabschnitts (vgl. Maßnahme B-M01)

Zusätzlich sollte das potenziell bzw. bei durch die Dauer der oxischen Aufmietung bedingt ggf. auch aktuell sulfatsaure Material beim Wiedereinbau in den Rohrgraben zur Vermeidung der Bodenversauerung und Minderung der Schwermetallmobilität gekalkt werden.

5.3.8 B-A - Allgemeine Maßnahmen zum Baustellenrückbau

Die allgemeinen Maßnahmen gelten grundsätzlich, unabhängig vom Bodentyp und seiner jeweiligen Empfindlichkeit, für alle Baustellenflächen des Vorhabens.

5.3.8.1 B-A09 - Wiedereinbau des Bodens

Trifft zu für den Boden aus dem Rohrgraben, den Erdbecken und der Stationsflächen. Aufgrund ihrer geringen Breite und eindeutigen Lokalisierbarkeit werden diese Flächen im Maßnahmenplan (Plananlage C 20.2.7) nicht explizit als "Fläche, auf denen nach der Baumaßnahme eine durchwurzelbare Bodenschicht hergestellt wird" dargestellt.

Unmittelbar nach dem Absenken des Rohrstranges wird der Rohrgraben wieder verfüllt. Grundsätzlich wird dazu das autochthone Aushubmaterial verwendet, das Einsanden der Rohrleitung mit speziellem Bettungsmaterial wird nur in Ausnahmefällen angewandt, wenn der Aushub auch mittels Einsatzes von Sieb- oder Brechmaschinen nicht für den Einbau am Rohr aufbereitet werden kann.

Beim Wiedereinbau ist der Boden in der der ursprünglichen Lagerung entsprechenden Lagerungsdichte einzubauen. Zur Vermeidung von Verdichtung beim Einbau siehe Kap. 5.3.2.5.

Der Wiedereinbau des Bodens hat nach den gleichen Anforderungen wie für den Bodenabtrag, also bei möglichst trockenen Bodenverhältnissen, zu erfolgen (s. Kap. 5.1.3.3). Bei stark feuchten oder nassen Bodenmaterialien ($\geq \text{feu}_4$, $\geq \text{ko}_4$) ist mit dem Wiedereinbau zu warten, bis der Boden ausreichend abgetrocknet ist.

5.3.8.2 B-A10 - Oberbodenauftrag

Trifft zu für den Oberboden aus dem Bereich des Rohrgrabens, der Erdbecken und der Stationsflächen.

Das Wiederauftragen des Oberbodens ist der letzte Schritt der Erdarbeiten bei einer Leitungsverlegung. Vor dem Wiederauftragen ist sicherzustellen, dass ggf. verursachte Verdichtungen des Unterbodens sachgerecht beseitigt worden sind (vgl. Kap. 5.4.1). Ebenso ist sicherzustellen, dass Steine (bei einem ursprünglich steinfreien Horizont unter dem Oberboden) sowie Geotextil- und RC-Reste (im Falle der Anlage einer Baustraße aus mineralischen Tragschichtschüttungen) sachgerecht beseitigt worden sind.

Eine gemeinsame Abnahme des Unterbodens mit der bodenkundlichen Baubegleitung und dem Bewirtschafter vor dem Auftrag des Oberbodens kann sinnvoll sein.

Der Oberboden wird nach der Vorbereitung des Untergrundes wieder aufgetragen. Durch die seitliche Lagerung des Oberbodens am Rand der Baustelle ist sichergestellt, dass nur das autochthone Material wieder aufgetragen wird. Dabei sind Verdichtungen zu vermeiden. Dazu ist auch beim Wiedereinbau des Oberbodens die Umlagerungseignung in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt des Bodens (DIN 19731) zu beachten.

Der Oberboden darf beim Auftrag mit Radfahrzeugen nicht befahren werden. Der Oberboden sollte nach Möglichkeit in einem Arbeitsgang ohne Zwischenbefahrung aufgetragen werden. Ebenso wie beim Abtragen des Oberbodens kommen beim Wiederauftragen ausschließlich Raupenbagger zum Einsatz, keinesfalls schiebende Raupen.

5.3.9 Umgang mit Altlasten und sonstigen Bodenverunreinigungen

Der Umgang mit Altlasten und sonstigen Bodenverunreinigungen ist keine Maßnahme zum Schutz des Bodens bei der Baudurchführung im Sinne dieses Bodenschutzkonzepts.

Die erforderlichen Maßnahmen beim Antreffen einer bekannten, aber auch einer bislang unbekannten Verunreinigung werden im Einzelnen mit den zuständigen Behörden abgestimmt.

5.4 Maßnahmen zu Wiederherstellung, Nachsorge und Sanierung

Ziel eines Nachsorgekonzepts ist eine dauerhafte und schnellstmögliche Stabilisierung und Restrukturierung der Böden sowie eine Wiedererlangung der ursprünglichen Bodeneigenschaften, wie die Ertragsfähigkeit. Alle Rekultivierungsmaßnahmen sind immer bei ausreichend abgetrockneten Bodenverhältnissen durchzuführen, um nicht zusätzliche Schäden des Bodengefüges zu verursachen.

Im hier anstehenden Vorhaben ist gemäß dem Erläuterungsbericht (Teil A Unterlage 1) bei Vorliegen zeitweise oder dauerhaft nicht ausreichend tragfähigen Bodens auf der Baustellenfläche die Anlage einer Baustraße bzw. die Verwendung von Lastverteiplatten vorgesehen. Daher wird davon ausgegangen, dass Bodenverdichtungen im anstehenden Vorhaben weitgehend vermieden werden können.

Die im Folgenden aufgeführten alternativen Maßnahmen zur Wiederherstellung beeinträchtigter Bodenfunktionen sind daher als Hinweise zur Vollständigkeit zu verstehen.

5.4.1 W-01 - Tiefenlockerung

Das Erfordernis, aufgrund von Verdichtungen eine Tiefenlockerung durchzuführen, kann zutreffen auf Baustellenflächen, auf denen keine Lastverteiplatten oder Baustraßen eingesetzt wurden, fallweise aber auch auf Flächen, die eine so geringe Tragfähigkeit aufweisen, dass trotz des Einsatzes von Lastverteiplatten oder Baustraßen Verdichtungen verursacht worden sind.

Grundsätzlich ist vorgesehen, in allen Bereichen, die Verdichtungen² aufweisen, die dadurch beeinträchtigten Bodenfunktionen mittels Tiefenlockerung wieder herzustellen. Dazu ist es erforderlich, die Verdichtung zu unterfahren, d. h. das Lockerungswerkzeug muss unterhalb der Verdichtungssohle ansetzen, um diese zuverlässig aufzubrechen. Dazu muss die Tiefenlage der Verdichtung durch Messungen der Eindringwiderstände vor der Lockerung bestimmt werden.

Dann werden in mehreren Arbeitsgängen, diagonal und längs, die Verdichtungen der Baustellenfläche aufgerissen. Das traditionelle Standardgerät (Raupe mit Heckaufreißer mit starren Zähnen) ist für eine sachgerechte Lockerung von Bodenverdichtungen in der Regel nicht geeignet, weil sie den Boden nur durchschneiden, aber nicht lockern. Eine ähnliche Wirkungsweise, aber ein besseres Lockerungsergebnis haben Wippscharlockerer mit beweglich gelagerten Zähnen.

Bei diesen Geräten ist die maximale Arbeitstiefe durch die Länge der Zähne beschränkt. Die effektive Arbeitstiefe bei der Raupe mit Heckaufreißer liegt meist bei unter 0,5 m, so dass mit diesen Geräten regelmäßig nur Verdichtungen, die nur bis maximal 0,4 m Tiefe reichen,

² Von den baubedingten Schadverdichtungen sind die - in seltenen Fällen - vorhandenen geogenen mineralischen (Ton, Lehm) oder organischen (Seesediment, stark zersetzter Torf) Dichtungsschichten zu unterscheiden, die den Grundwasserkörper eines Niedermoors nach unten abdichten. Diese dürfen keinesfalls durchstoßen werden. Die Tiefenlockerung unterbleibt in diesen Fällen bzw. darf höchstens bis oberhalb der Dichtungsschicht durchgeführt werden. Vor Lockerungsbeginn ist in Mooregebieten das Vorhandensein solcher Schichten zu überprüfen.

gелockert werden könnten. Größer ist die effektive Arbeitstiefe beim Wippscharlockerer mit beweglich gelagerten Zähnen.

Eine erfolgreiche Lockerung mit Heckaufreißer oder Wippscharlockerer ist zudem nur bei ausreichend abgetrocknetem Boden (Feuchtegehalt in Lockertiefe unter 50 % der nFK) gegeben, da ansonsten die Verdichtung nicht aufbricht, sondern nur durchfahren wird. Auf feuchten Böden besteht zudem häufig die Gefahr zusätzlicher Verdichtungen beim Bearbeiten.

Liegt die Sohle der Verdichtung dagegen tiefer oder ist die Verdichtung erheblich, dann sind Heckaufreißer oder Wippscharlockerer ohnehin für ein ausreichendes Lockerungsergebnis nicht geeignet.

Zur erfolgreichen Durchführung der Lockerung müssen dann andere Geräte zum Einsatz kommen. Für die Lockerung des Unterbodens unter diesen Umständen sind dann geeignet Stechhublockerer, die mit einer stechend-hebenden Bewegung zu einer Lockerung ohne wesentliche Durchmischung führen, oder Spatenlockerungsmaschinen (z.B. das Mehrzweck-Meliorationsgerät MM 100), die im Abbruchlockerungsverfahren den verdichteten Boden in kleinen Schollen absticht und entgegen der Fahrtrichtung nach oben, ohne zu wenden, wieder absetzt und dadurch lockert.

Zusätzlich kann das empfindliche, frisch gelockerte Gefüge des Unterbodens durch eine Kalkung des Unterbodens (s.u.) stabilisiert werden.

Durch die Tiefenlockerung wird zwar die Voraussetzung für die funktionale Wiederherstellung des beeinträchtigten Bodens geschaffen. Sie hinterlässt ihn aber zunächst anfällig für erneute Unterbodenverdichtungen. Erst die schonende Folgebewirtschaftung (s.u.) führt zu einem dauerhaft stabilen Bodengefüge. Durch den Anbau einer tiefwurzelnden Kultur (z.B. Luzerne, Lupine) kann das empfindliche, frisch gelockerte Gefüge des Unterbodens daher stabilisiert werden.

5.4.2 W-02 - Kalkung des Unterbodens

Um eine bessere Gefügestabilität zu erhalten, sollte bei der Tiefenlockerung der Unterboden zugleich eine Kalkung erfahren. Die Kalkgabe beim Lockern verteilt den Kalk über das gesamte Unterbodenprofil.

Die Höhe der Kalkgabe sollte sich an den vorliegenden pH-Werten orientieren. Organische Böden sollen nicht gekalkt werden, um die Umsetzung organischen Materials nicht anzuregen.

5.4.3 W-03 - Einsatz eines Steineroders

Die aus dem Rohrgraben stammenden Verdrängungsmassen werden üblicherweise im Arbeitsstreifen verteilt (vgl. Maßnahme B-A06). Sie sollen dabei dem Horizont entstammen, auf den aufgetragen wird, d.h. aus dem obersten Horizont direkt unter dem Oberboden. Sofern dieser Horizont steinfrei ist, sollte es dadurch auch nicht zum Eintrag von Steinen aus den Verdrängungsmassen kommen können (vgl. Maßnahme B-H01).

Insbesondere beim Einsatz eines Padders für die Grabenverfüllung ist sorgfältig zu arbeiten, da es dabei zu einer relativen Anreicherung von Steinen über der Rohrleitung kommt.

Sollten dennoch Steine aus dem Untergrund auf einen ursprünglich steinfreien B-Horizont eingetragen worden sein, müssen diese nach der Lockerung ggf. vorhandener Verdichtungen vor dem Aufbringen des Oberbodens wieder entfernt werden.

Der Steineroder hat eine Arbeitsweise ähnlich dem Kartoffelroder. Mit ihm können Steine und Fremdkörper in der Regel ab 3 cm Durchmesser abgesammelt werden. Zu beachten ist der enge Einsatzbereich des Steineroders: Die Oberfläche des zu reinigenden Unterbodens muß ausreichend abgetrocknet sein, da andernfalls ein erheblicher Austrag lediglich verklumpten Feinmaterials stattfindet.

5.4.4 W-04 - Folgebewirtschaftung

Nach der Lockerung des Unterbodens und dem Wiederauftragen genügt als letzter Schritt der Rekultivierung im Allgemeinen eine oberflächige Lockerung des Oberbodens mit Grubber und Kreiselegge.

Vorbehaltlich der Zustimmung des Flächenbewirtschafters kann zur Absicherung der Lockerungsmaßnahmen und des Aufbaus einer gesunden Bodenstruktur zunächst tiefwurzelnde Pflanzen eingesät werden und die Bewirtschaftung so schonend wie möglich ausgeführt werden. Die Bodenruhe wäre für mindestens ein Jahr vorzusehen. Die einschlägigen Bestimmungen der DIN 19731 sind zu beachten.

6 Räumliche und zeitliche Differenzierung beim Einsatz der Bodenschutzmaßnahmen

Die in diesem Bodenschutzkonzept formulieren Schutz- und Minderungsmaßnahmen beziehen sich auf die standortspezifischen Empfindlichkeiten des jeweiligen Bodens gegenüber den Projektwirkungen. Damit können vermeidbare Beeinträchtigungen des Bodens aufgrund der temporären Inanspruchnahme als Baustellenfläche gemindert oder vermieden werden.

Das Bodenschutzkonzept schließt alle vom Bauvorhaben durch Arbeitsflächen oder Zufahrten betroffene Böden im Trassenverlauf ein. Insbesondere beschränkt sich die Anwendung der Maßnahmen nach dem Bodenschutzkonzept nicht nur auf land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen, sondern ist auf alle Standorte mit unversiegeltem Boden bzw. alle Flächen mit bestehenden Bodenfunktionen anzuwenden.

6.1 Entscheidungsschwellen beim Einsatz von Maßnahmen

Ein im Rahmen der Bestandsbewertung festgestelltes hohes Risiko einer baubedingten Beeinträchtigung für eine bestimmte Baustellenfläche erlaubt nicht den Umkehrschluss, dass auf den anderen Baustellenflächen keine Maßnahme erforderlich wird, es weist nur hin auf die deutlich höhere Wahrscheinlichkeit des Eintreffens eines die Maßnahme bedingenden Bodenzustands.

Zur Verminderung und Vermeidung von Bodenbeeinträchtigungen stehen Maßnahmen in unterschiedlichem Umfang zur Verfügung. Gegenüber einigen Risiken stehen nur wenige Maßnahmen zur Verfügung, gegenüber anderen kann situationsgerecht aus einem Bündel möglicher Maßnahmen gewählt werden. Einige Risiken beruhen nur auf den pedogenen Eigenschaften, andere sind zudem auch von äußeren Faktoren abhängig. Zur Verdeutlichung dient folgende Matrix:

	die erforderliche Maßnahme kann schon im Planungsprozess räumlich weitgehend eingegrenzt werden	die erforderliche Maßnahme kann erst in der Bauausführung situations- bzw. lageabhängig festgelegt werden
das Risiko ist teilweise oder weitgehend von äußeren Faktoren abhängig	<ul style="list-style-type: none">Maßnahmen zum Schutz vor Verdichtung	<ul style="list-style-type: none">Maßnahmen zum Schutz vor ErosionMaßnahmen zum Baustellenrückbau, zur Wiederherstellung, Nachsorge und Sanierung
das Risiko basiert vor allem auf den pedogenen Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none">Maßnahmen zur Vermeidung von HorizontvermischungMaßnahmen zum Schutz grundwassergeprägter Böden	<ul style="list-style-type: none">Allgemeine Bodenschutzmaßnahmen

Abbildung 3: Matrix zur Abhängigkeit der Maßnahmen von äußeren Faktoren

Die hier formulieren Schutz- und Minderungsmaßnahmen sollen dazu dienen, vermeidbare Beeinträchtigungen des Bodens aufgrund der temporären Inanspruchnahme als Baustellenfläche zu mindern oder zu vermeiden. Insbesondere dann, wenn mehrere verschiedene Maßnahmen zur Auswahl stehen, ist ein Entscheidungsprozess erforderlich, beginnend möglichst frühzeitig bzw. bereits in der Planungsphase, um eine möglichst große Wahlfreiheit beim

Einsatz der Maßnahmen zu haben. Dieser Entscheidungsprozess folgt dann einer Kaskade abnehmender Entscheidungsfreiheit.

Das nachfolgende Beispiel anhand der Verdichtungsempfindlichkeit soll einen möglichen Entscheidungsprozess verdeutlichen.

Ausgangssituation: Für eine bestimmte Baustellenfläche ist ein erhöhtes Verdichtungsrisiko ermittelt worden, was mit hoher Wahrscheinlichkeit die Notwendigkeit der Durchführung von Maßnahmen zum Schutz vor Verdichtung erforderlich macht.

Witterungsbedingt oder aufgrund grundsätzlich geringer Belastbarkeit wird für die anstehenden Bauarbeiten eine unzureichende Tragfähigkeit und damit das wahrscheinliche Eintreten von Verdichtungen festgestellt.

Entscheidungsoption 1 Beschränkung des Kontaktflächendrucks beim Maschineneinsatz gemäß Maschinenkataster auf das noch bodenverträgliche Maß (P-V01 / B-V01).

> ja, wird durchgeführt und die Baustelle ist für die vorgesehenen Maschinen noch ausreichend tragfähig

>> keine weiteren Maßnahmen erforderlich

> nein, nicht vorgesehen oder witterungsbedingt wird aktuell die Belastbarkeitsgrenze der Arbeitsfläche auch mit der leichtest möglichen Maschine überschritten

>> Entscheidungsoption 2

Entscheidungsoption 2 Temporäres Einstellen der Bautätigkeit, bis der Boden abgetrocknet und wieder ausreichend tragfähig ist.

> ja, Bauarbeiten werden bis zum Abtrocknen des Bodens unterbrochen

>> keine weiteren Maßnahmen erforderlich

> nein, nicht vorgesehen oder der Boden wird witterungsbedingt oder grundsätzlich voraussichtlich auch langfristig nicht ausreichend tragfähig sein

>> Entscheidungsoption 3

Entscheidungsoption 3 Einsatz von Lastverteilungsplatten oder Anlage einer Baustraße, um den Boden witterungsunabhängig befahrbar zu machen (P-V02 / P-V03 / B-V02 / B-V03).

> ja, Lastverteilungsplatten werden eingesetzt bzw. Baustraße wird angelegt

>> keine weiteren Maßnahmen erforderlich

> nein, Lastverteilungsplatten werden nicht eingesetzt bzw. Baustraße ist nicht vorgesehen

>> Entscheidungsoption 4

Entscheidungsoption 4 aus anderen Gründen wird entschieden, den Boden ohne Schutzmaßnahme zu befahren, obwohl er nicht tragfähig ist.

> daraus folgt, dass voraussichtlich erhebliche Bodenbeeinträchtigungen verursacht werden.

Für die daraus folgende Konsequenz, dass diese Bodenbeeinträchtigungen nach Bauabschluss durch eine sachgerechte Tiefenlockerung saniert werden müssen, besteht dann keine Entscheidungsfreiheit mehr.

Abbildung 4: Entscheidungskaskade am Beispiel Verdichtungsempfindlichkeit

Bei anderen Projektwirkungen ist die mögliche Entscheidungskaskade jedoch deutlich kürzer und beschränkt sich zum Teil auf nur eine Wenn-dann-Option.

Die Aufgabe des Bodenschutzkonzepts ist, die möglichen Risiken einer vermeidbaren Beeinträchtigung des Bodens bei der Baudurchführung zu identifizieren (vgl. Kap. 4 in Verbindung mit dem Maßnahmenplan Plananlage C 20.2.7) und einen Katalog geeigneter Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung zur Verfügung zu stellen (vgl. Kap. 5). Die Festlegung der konkreten Maßnahmen ist dagegen die Aufgabe der technischen Planung bzw. der Bauleitung des Vorhabenträgers in Verbindung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung.

Das oben aufgeführte Beispiel illustriert die Abfolge der möglichen Optionen in einem Entscheidungsprozess. Es darf nicht dahingehend interpretiert werden, dass - hier beim Beispiel des Einsatzes verdichtungs-mindernder Maßnahmen - im konkreten Einzelfall immer die gesamte mehrstufige Entscheidungskaskade zu durchlaufen ist. So könnte beispielsweise mit einer zeitweiligen Ableichterung des Maschinenparks schon nach der Entscheidungsoption 1 eine Baudurchführung ohne schädliche Bodenverdichtung ermöglichen. Bei einem Einstieg in die Kaskade erst bei der Entscheidungsoption 3 macht an gleicher Stelle dagegen den Einsatz von Lastverteilssystemen erforderlich, um Bodenverdichtungen zu vermeiden.

Andererseits bietet der Einstieg in die Kaskade gleich bei der Entscheidungsoption 3 mit der Entscheidung für einen obligaten Einsatz von Lastverteilssystemen die Freiheit der Baudurchführung ohne Einschränkung des Maschinenparks und Berücksichtigung des Witterungsverlaufs.

Letztendlich umfasst dieser Prozess ausdrücklich auch die letzte Option, aus anderen Gründen aktiv auf die Durchführung bestimmter Schutz- und Minderungsmaßnahmen zu verzichten und die dann gegebenenfalls zwangsläufig entstehenden Bodenbeeinträchtigungen im Rahmen der Wiederherstellung soweit möglich zu sanieren. Manche Beeinträchtigungen, z.B. Substratvermischung oder Schadstoffeintrag, sind jedoch gar nicht oder nur mit erheblichem Aufwand für eine Sanierung zugänglich.

Im Rahmen dieses Bodenschutzkonzepts werden diejenigen Maßnahmen besonders empfohlen, die dann im Rahmen der Bauausführung noch möglichst viele Optionen zur Anpassung der Arbeiten auch an unvorhersehbare äußere Faktoren erhalten.

Wie aus der Matrix (Abbildung 3) hervorgeht, sind insbesondere zur Vermeidung von Verdichtung und Erosion die Maßnahmen auch von den aktuellen äußeren Faktoren während der Bauausführung abhängig.

6.2 Räumliche Konkretisierung erforderlicher Maßnahmen

Dieses Bodenschutzkonzept stellt den Böden im Untersuchungsraum und ihrer Empfindlichkeit (Kap. 4) die vorhabenbedingten Einwirkungen (Kap. 3) gegenüber, aus denen sich das Risiko einer Beeinträchtigung des Bodens ergibt. Kap. 5 formuliert dazu Maßnahmen, mit denen Risiko einer Beeinträchtigung des Bodens vermieden oder zumindest soweit technisch möglich minimiert werden können.

Die Allgemeinen Bodenschutzmaßnahmen (P-A und B-A) gelten generell für alle Baustellenflächen.

Räumlich und inhaltlich kann derzeit nur die Maßnahme zur Vermeidung von Horizontvermischung (P-H / B-H) lokalisiert werden.

Die Maßnahmen zum Schutz grundwassergeprägter Böden und Moore (P-G, P-M, B-G und P-M) können zwar räumlich allgemein lokalisiert werden, die dort erforderlichen Teilmaßnahmen können aber inhaltlich noch nicht abschließend bzw. erst, wenn die vorgesehene Baugrunduntersuchung in die Ausführungsplanung eingegangen ist, konkretisiert werden (vgl. Entscheidungskaskade, Abbildung 4). Die Festlegung der konkreten Maßnahmen trifft die

Bauleitung des Vorhabenträgers in Verbindung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung vor Baubeginn.

Insbesondere die Maßnahmen zur Vermeidung von Verdichtung (P-V und B-V) und zum Schutz vor Erosion (P-E und B-E) sind aber auch von den aktuellen äußeren Faktoren während der Bauausführung abhängig und können vor Bauausführung weder räumlich lokalisiert noch inhaltlich konkretisiert werden (vgl. auch hier Entscheidungskaskade).

Im Maßnahmenplan (Plananlage C 20.2.7) zu diesem Bodenschutzkonzept ist die räumliche Verteilung der baubedingten Risiken im Untersuchungsraum dargestellt.

Abgesehen von der Maßnahme zur Vermeidung von Horizontvermischung, den Allgemeinen Bodenschutzmaßnahmen und den Maßnahmen zum Schutz grundwassergeprägter Böden können die übrigen Bodenschutzmaßnahmen aus dem o.a. Grund dabei nicht mit der notwendigen Sicherheit konkretisiert werden. Der Maßnahmenplan (Plananlage C 20.2.7) stellt für diese strenggenommen daher das Risiko dar bzw. die Wahrscheinlichkeit, dass eine entsprechende Maßnahme an dieser Stelle erforderlich wird. Die Auswahl der konkreten Maßnahme aus den hier aufgeführten möglichen an einer Stelle bedingt sich dann aus den aktuellen äußeren, auch terminlichen Bedingungen.

7 Zusammenfassung

Das Bodenschutzkonzept hat die geplante Gasanbindungsleitung Wilhelmshaven - Leer (GWL) in den Landkreisen Friesland, Ammerland und Leer zum Gegenstand. Die Trasse beginnt am Abzweig von der Gasanbindungsleitung WAL Wilhelmshaven (Sande) und führt bis in den Raum Leer (Nütermoor/Jemgum). Die Länge der GWL beträgt insgesamt ca. 69 km. Diese geplante Verlegung einer Erdgashochdruckleitung ist absehbar auch mit Eingriffen in den Boden verbunden. Um dem Gebot zur Vermeidung vermeidbarer und Minderung unvermeidbarer Beeinträchtigungen Rechnung zu tragen und die Belange des Bodenschutzes rechtzeitig zu berücksichtigen, ist dieses Bodenschutzkonzept erstellt worden.

Zentrale Aufgabe des Bodenschutzkonzepts ist die Entwicklung von Maßnahmen, die, beginnend in der Planungsphase, der Vermeidung und Minderung des Eingriffs in das Schutzgut Boden dienen.

Das Bodenschutzkonzept schließt alle Böden im Vorhabenbereich ein. Ebenso beschränkt sich die Anwendung der Maßnahmen nach dem Bodenschutzkonzept nicht nur auf landwirtschaftlich genutzte Flächen, sondern ist auf alle Standorte anzuwenden.

Die Projektwirkungen differieren je nach Vorhabenbestandteil erheblich, sie reichen vom weitgehenden Verlust des Bodens innerhalb der oberirdischen Armaturenstationen bis hin zu Flächen, die lediglich temporär für die Zwischenlagerung von Aushub und Oberboden oder als Rohrlagerplatz in Anspruch genommen werden sollen. Die erheblichsten Projektwirkungen resultieren jedoch im Wesentlichen aus der Anlage des Rohrgrabens und der Erdbecken.

Die Trasse verläuft durch die Naturräumlichen Regionen Niedersachsens 1.2 "Watten und Marschen" der Niedersächsischen Nordseeküste und Marschen und die Region 2 "Ostfriesisch-Oldenburgische Geest". Der Untersuchungsraum der GWL wird maßgeblich von Podsolen und Mooren in der Geest sowie an seinem nördlichen und westlichen Ende von Marschböden eingenommen. Verbreitet sind anthropogene Veränderungen der Böden durch Tiefumbruch, sowohl von Mooren als auch von Mineralböden.

Die Bewertung der Bodeneigenschaften und die Ableitung der Empfindlichkeit erfolgt auf der Basis der digitalen Bodenflächendaten der mittleren Maßstabsebene (Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 - BK50) des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) sowie der Auswertungen zu Bodenfunktionen und Potenzialen des Niedersächsischen Bodeninformati-onssystems (NIBIS).

Der Umfang der jeweiligen Auswirkungen differiert zudem in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit der Bodenfunktionen. Im Untersuchungsraum werden insbesondere erhöhte Empfindlichkeiten gegenüber Verdichtung, der Vermischung unterschiedlicher Horizonte, der Erosion durch Wind und der baubedingten Wasserhaltung gesehen.

Die Empfindlichkeit der Böden im Leitungsverlauf gegenüber den vorhabenspezifischen Projektwirkungen wird für diese Kriterien bewertet:

- Verlust des Bodens / Versiegelung
- Verdichtungsempfindlichkeit
- Empfindlichkeit gegenüber der Vermischung von Horizonten

- Empfindlichkeit gegenüber baubedingter Wasserhaltung, insbesondere in Mooren und potenziell sulfatsauren Marschen
- Empfindlichkeit gegenüber Erosion

Dieses Bodenschutzkonzept formuliert die erforderlichen Schutz- und Minderungsmaßnahmen, mit denen vermeidbare Beeinträchtigungen des Bodens aufgrund der temporären Inanspruchnahme als Baustellenfläche gemindert oder vermieden werden können. Dabei bezieht sich das Bodenschutzkonzept auf die standortspezifischen Empfindlichkeiten des jeweiligen Bodens gegenüber den Projektwirkungen.

Das Bodenschutzkonzept umfasst eine Aufstellung von erprobten und möglichen Maßnahmen zur Vermeidung und Minimierung vermeidbarer Beeinträchtigungen des Bodens und seiner Funktionen aufgrund der temporären Inanspruchnahme als Baustellenfläche. Es unterstützt dabei den vorsorgenden Bodenschutz. Auch wenn das Konzept Hinweise auf die Sanierung eingetretener Bodenschäden enthält, so ist es doch Aufgabe in Planung und Bauausführung, die jeweils erforderlichen Maßnahmen bereits vor Eintreten von Bodenschäden vorzusehen und umzusetzen.

Für Maßnahmen des Bodenschutzkonzepts nicht zugänglich sind jedoch der Verlust des Bodens durch Versiegelung durch Stationsflächen und Armaturen sowie der Verlust der Archivfunktion.

Je fester bereits in der Ausführungsplanung der Baumaßnahme der Bodenschutz verankert wird, desto eher wird in der Praxis auch eine bodenschonende Bauausführung möglich sein. Sämtliche den Boden betreffenden Belange müssen vor Beginn der Bauarbeiten definiert und allen am Bau Beteiligten bekannt sein.

Die Aufgabe des Bodenschutzkonzepts ist, die möglichen Risiken einer vermeidbaren Beeinträchtigung des Bodens bei der Baudurchführung zu identifizieren und einen Katalog geeigneter Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung zur Verfügung zu stellen. Die Festlegung der konkreten Maßnahmen ist dagegen die Aufgabe der technischen Planung bzw. der Bauleitung des Vorhabenträgers in Verbindung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung.

Im Rahmen dieses Bodenschutzkonzepts werden solche Maßnahmen besonders empfohlen, die dann im Rahmen der Bauausführung noch möglichst viele Optionen zur Anpassung der Arbeiten auch an unvorhersehbare äußere Faktoren erhalten.

8 Hinweise auf Schwierigkeiten

Die zur Erstellung des Bodenschutzkonzepts benötigten Grundlagen lagen bereits frühzeitig durch Datenabfragen, Internetrecherche sowie eigene Kartierungen in den jeweils geeigneten Zeiträumen vor. Die angefragten Daten und Informationen wurden rechtzeitig durch die jeweiligen Stellen bereitgestellt. Die übermittelten Daten konnten ohne auftretende Schwierigkeiten für die Erstellung des Bodenschutzkonzepts genutzt werden.

Damit ist gewährleistet, dass das Vorhaben auf Maßstabsebene der Planfeststellung anhand ausreichend vorliegender Datengrundlagen bewertet werden konnte.

Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Unterlagen traten somit nicht auf.

9 Quellenverzeichnis

9.1 Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Regelwerke

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, zuletzt geändert am 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328)

Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten - vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert am 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306)

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) - Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert am 20. Juli 2022 (BGBl. I S. S. 1362, ber. 1436)

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) (2016): Bodenschutz bei Planung und Errichtung von Gastransportleitungen. Merkblatt G 451. Bonn.

Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN) (1998): DIN 19731 (Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial). Berlin.

Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN) (2001): DIN 19688 (Ermittlung der mechanischen Belastbarkeit von Böden aus der Vorbelastung). Berlin.

Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN) (2002): DIN 18918 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen). Berlin.

Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN) (2016): DIN 18917 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Rasen und Saatarbeiten). Berlin.

Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN) (2018): DIN 18915 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten). Berlin.

Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN) (2019): DIN 19639 (Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben). Berlin.

Niedersächsisches Bodenschutzgesetz (NBodSchG) vom 19. Februar 1999 (GVBl. 1999 S. 46), zuletzt geändert am 16. Mai 2018 (GVBl. S. 66)

Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 (IAS-Verordnung) des Europäischen Parlaments und des Rates über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten vom 22. Oktober 2014

9.2 Allgemeine Literatur und Quellen

Ad-hoc-AG Boden (2007): Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Nutzungsfunktion "Rohstofflagerstätte" nach BBodSchG sowie der Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Erosion und Verdichtung. 2. Auflage

Arbeitsgruppe Boden (2005). Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage. Hannover.

- Bayerisches Geologisches Landesamt / Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (2003). Das Schutzgut Boden in der Planung. Bewertung natürlicher Bodenfunktionen und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren. München/Augsburg.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2008): Daten zur Natur 2008. Landwirtschaftsverlag: 10-11. Münster
- Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (1997). Richtlinien zum Schutz des Bodens beim Bau unterirdisch verlegter Rohrleitungen (Bodenschutzrichtlinien). Bern.
- Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2015): Boden und Bauen. Stand der Technik und Praktiken. Umwelt-Wissen Nr. 1508. Bern
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2012). Richtlinien für die sachgerechte Bodenrekultivierung land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz - Arbeitsgruppe Bodenrekultivierung. 2. Auflage. Wien:
- Bundesverband Boden (2004). Handlungsempfehlungen zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion. BVB-Merkblatt Band 1. St. Augustin.
- Bundesverband Boden (2013): Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) - Leitfaden für die Praxis. BVB-Merkblatt Band 2. Bad Essen.
- DRACHENFELS, O. v. (2010): Überarbeitung der Naturräumlichen Regionen Niedersachsens. - Inform. d. Naturschutz Niedersachsen 30, Nr. 4 (4/10): 249-252.
- HORN, R. & HARTGE, K.-H. (2001). Gedanken zum Problem der Verdichtung von Ackerböden. in: Bodenschutz 3/2001.
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2010): Handlungsempfehlungen zur Bewertung und zum Umgang mit Bodenaushub aus (potenziell) sulfatsauren Sedimenten. Geofakten 25. Hannover
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2013): Bodenfunktionsbewertung auf regionaler und kommunaler Ebene. Leitfaden für die Berücksichtigung der Belange des vorsorgenden Bodenschutzes in der räumlichen Planung. GeoBerichte 26. Hannover
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2015): Kohlenstoffreiche Böden auf Basis hochauflösender Bodendaten in Niedersachsen. GeoBerichte 33. Hannover
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2017): Erhalt und Wiederherstellung von Bodenfunktionen in der Planungspraxis. Geofakten 31. Hannover
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2018): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten: Entstehung, Vorerkundung und Auswertungskarten. Geofakten 24. Hannover
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2019): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. GeoBerichte 8. Hannover

- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2020): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS. GeoBerichte 19. Hannover
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2021): NIBIS Kartenserver. Niedersächsisches Bodeninformationssystem. Allgemeine Bodenkarten, Auswertung zu Bodenfunktionen und Potenzialen, Bodengefährdungen und Empfindlichkeiten. Hannover
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR) (2020): Leitfaden Bodenschutz auf Linienbaustellen. Kiel
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR) (2018): Merkblatt sulfatsaure Böden in Schleswig-Holstein - Verbreitung und Handlungsempfehlung. Kiel
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2008): Böden als Archive der Natur- und Kulturgeschichte. Grundlagen und beispielhafte Auswertung. Bodenschutz 20
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2010): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit. Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. Bodenschutz 23
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2012): Das Schutzgut Boden in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. Bodenschutz 24
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2011): Merkblatt Gefahrenabwehr bei Bodenerosion. Bodenschutz 25
- Landesumweltamt Brandenburg (2003). Anforderungen des Bodenschutzes bei Planungs- und Zulassungsverfahren im Land Brandenburg. Handlungsanleitung. Fachbeiträge des Landesumweltamtes Heft Nr. 78 - Bodenschutz 1 -. Potsdam.
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2016): Programm Niedersächsische Moorlandschaften. Grundlagen, Ziele, Umsetzung. Hannover.
- Rosenkranz et al. (1994). Versuch einer Roten Liste natürlicher Böden zum Schutz von Seltenheit und Naturnähe von Böden. In: Bodenschutz: ergänzbares Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser
- RP Geolabor und Umweltservice (2022): Geotechnisches Streckengutachten zum Neubau einer Gasanbindung Wilhelmshaven - Leer (GWL). Baulos 1, 1. Abschnitt. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der EWE Netz. Cloppenburg.
- RP Geolabor und Umweltservice (2022): Geotechnisches Streckengutachten zum Neubau einer Gasanbindung Wilhelmshaven - Leer (GWL). Baulos 1, 2. Abschnitt. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der EWE Netz. Cloppenburg.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (SMUL) (2009): Bodenbewertungsinstrument Sachsen. Aktualisierung 2010. Dresden

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (SMUL) (2013). Gefahrenabwehr bei Bodenerosion. Arbeitshilfe. Dresden.

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (SMUL) (2016). Schädliche Bodenverdichtung vermeiden. Schriftenreihe Heft 10. Dresden.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (2015). Planungshinweise zum Bodenschutz. Leitfaden und Maßnahmenkatalog für den vorsorgenden Bodenschutz in Berlin. Referat VIII C - Bodenschutz. Berlin.