

Inhalt	Seite
6	SCHUTZGUT BODEN..... 1
6.1	Art und Umfang der Erhebungen 1
6.1.1	Abgrenzung und räumliche Untergliederung des UG 1
6.1.2	Datengrundlagen 4
6.1.3	Bewertung der Datenbasis..... 6
6.1.4	Datenverarbeitung (Bodendaten, Ufererosion, Sedimentation)..... 6
6.2	Leitbild für Böden im Außendeichbereich der Tideelbe 7
6.3	Kriterien und Verfahren zur Bewertung der Bodenfunktionen..... 8
6.3.1	Grundsätzliche Verfahrensbestandteile 8
6.3.2	Verfahren zur Bewertung der Teilfunktionen 9
6.3.3	Integration der Ergebnisse der Teilfunktionen und Ableitung von Bodenschutztypen 15
6.3.4	Verfahren zur Gesamtbewertung des Schutzgutes Boden 16
6.3.5	Verfahren zur Prognoseerstellung 17
6.4	Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustands der Böden 17
6.4.1	Verbreitung der Böden im Untersuchungsgebiet..... 17
6.4.2	Bodenbildende Prozesse 23
6.4.2.1	Erosion in Uferbereichen 23
6.4.2.2	Sedimentation im Uferbereich..... 27
6.4.3	Allgemeine chemische und physikalische Kennwerte 27
6.4.4	Belastung der Böden mit Schadstoffen 31
6.4.5	Bewertung der Schadstoffgehalte nach BBodSchV 35
6.4.6	Grundzüge des Bodenwasserhaushalts 36
6.4.7	Beschreibung von Bodenfunktionen 36
6.4.8	Bewertung der Böden anhand ihrer Bodenfunktionen..... 37
6.4.9	Charakterisierung des Untersuchungsgebietes anhand der integrierten Bodenfunktionen 42
6.5	Prognose der Auswirkungen bei Durchführung des Vorhabens 43
6.5.1	Zusammenfassende Bewertung der Auswirkungen 43
6.5.2	Direkte Auswirkungen durch Verbringung von Baggergut an Land..... 44
6.5.3	Indirekte Auswirkungen durch Veränderung der Tidedynamik..... 45
6.5.4	Indirekte Auswirkungen durch Unterwasserab- und -umlagerung von Baggergut..... 47
6.5.5	Indirekte Auswirkungen durch Änderungen schiffserzeugter Wellen 48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 6.1-1:	Charakterisierung der Untersuchungsabschnitte	2
Tabelle 6.1-2:	Bearbeitungsbereich der Nebenflüsse	3
Tabelle 6.1-3:	Beschreibungs- und bewertungsrelevante Bodendaten.....	5
Tabelle 6.3-1:	Eingangsparameter und deren Verwendung bei den einzelnen Teilfunktionen.....	9
Tabelle 6.3-2:	Wertstufenzuordnung für die Teilfunktion "Lebensgrundlage für den Menschen"	10
Tabelle 6.3-3:	Bestimmung der Wertzahlen der Bodeneigenschaften	10
Tabelle 6.3-4:	Zuordnung der Wertzahl für das Kriterium Naturnähe	10
Tabelle 6.3-5:	Zuordnungsmatrix zur Bestimmung der Wertstufe für die Teilfunktion "Lebensgrundlage für Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen".....	11
Tabelle 6.3-6:	Wertstufenzuordnung für die Teilfunktion "Bestandteil des Wasserkreislaufs"	11
Tabelle 6.3-7:	Wertstufenzuordnung für die Teilfunktion "Bestandteil des Nährstoffkreislaufs" anhand des Deckungsgrades der Vegetation oder des Biotoptyps.	11
Tabelle 6.3-8:	Bestimmung des A-Wertes	12
Tabelle 6.3-9:	Bestimmung des B-Wertes	12
Tabelle 6.3-10:	Bestimmung des C-Wertes.....	12
Tabelle 6.3-11:	Einstufung der mikrobiellen Abbauleistung für gehölzbestandene Biotope und Moore.....	13
Tabelle 6.3-12:	Einstufung der mikrobiellen Abbauleistung für Ackerstandorte.....	13
Tabelle 6.3-13:	Einstufung der mikrobiellen Abbauleistung für anthropogene Böden	14
Tabelle 6.3-14:	Bestimmung der Wertstufe für die Teilfunktion "Pufferfunktion für Säuren".....	14
Tabelle 6.3-15:	Bestimmung der Bewertungsgrundzahl für die Teilfunktion "Archiv der Naturgeschichte" über Bodentyp und vorherrschende Bodenart.....	15
Tabelle 6.3-16:	Orientierungsrahmen für die Bewertung von Böden als Archiv der Kulturgeschichte.....	15
Tabelle 6.3-17:	Kriterien zur Ableitung von Bodenschutztypen.....	16
Tabelle 6.4-1:	Verbreitung von Watten und Böden im Untersuchungsgebiet	18
Tabelle 6.4-2:	Abbruchraten in verschiedenen Bereichen der Tideelbe	25
Tabelle 6.4-3:	Veränderung der Abbruchraten: Vergleich zwischen Altdaten und Nullmessung (2001).....	25
Tabelle 6.4-4:	pH(CaCl ₂)-Werte der Vordeichsböden und der oberflächennahen Grundwässer	28
Tabelle 6.4-5:	Elektrische Leitfähigkeit der Boden-Wasserextrakte und der oberflächennahen Grundwässer	28
Tabelle 6.4-6:	Kalkgehalte der Böden	28
Tabelle 6.4-7:	Gehalt an organischer Substanz in den Vordeichsböden	29
Tabelle 6.4-8:	Stickstoffgesamtgehalt (Nges) und C/N-Verhältnis der Vordeichsböden.....	29
Tabelle 6.4-9:	Nitrat- und Ammoniumgehalte im oberflächennahen Grundwasser	30
Tabelle 6.4-10:	Phosphorgesamtgehalte (Pges) und doppellactatlösliche Gehalte (DL-P) der Vordeichsböden.....	30
Tabelle 6.4-11:	Vorsorge- und Prüfwerte für Schadstoffgehalte der BBodSchV (mg/kg Trockenmasse)	32
Tabelle 6.4-12:	Zinkgesamtgehalt der Vordeichsböden und der oberflächennahen Grundwässer	33
Tabelle 6.4-13:	Belastungsstufen der Bodenschadstoffgehalte	35

Tabelle 6.4-14:	Belastungsstufen von Böden und Wattböden	35
Tabelle 6.4-15:	Flächenanteile bewerteter Böden in den einzelnen Abschnitten des Untersuchungsgebietes.....	38
Tabelle 6.4-16:	Flächen (ha) von Wertstufen und Bodenschutztypen in den Abschnitten.....	38
Tabelle 6.4-17:	Flächenanteile (%) von Wertstufen und Bodenschutztypen in den Abschnitten	39
Tabelle 6.5-1:	Zusammenfassende Darstellung der erheblich betroffenen Flächen für das Schutzgut Boden	43
Tabelle 6.5-2:	Maßnahmenbedingte erhebliche Auswirkungen in den Ufervorspülungen und Spülfeldern.....	44
Tabelle 6.5-3:	Maßnahmenbedingte Bodenverluste durch schiffserzeugte Wellenbelastungen	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6.1-1:	Einteilung des Untersuchungsgebietes	3
Abbildung 6.4-1	Jährliche Höhenveränderung durch Sedimentation oberhalb von Abbruchkanten (Quelle: Berechnungen IfB)	27

Abkürzungsverzeichnis

AS	Arsen
AUS	Abschnitt Außenelbe
BRU	Abschnitt Brunsbüttel
BÜK50	Bodenübersichtskarte Niedersachsen 1 : 25.000 (NLFB 2005)
CD	Cadmium
CR	Chrom
CU	Kupfer
CUX	Abschnitt Cuxhaven
DBWK2	Digitale Bundeswasserstraßenkarte 1 : 2.000 (WSD 2002)
DTK25	Digitale Topographische Karte 1 : 25.000(BGK 2005)
GLU	Abschnitt Glückstadt
HG	Quecksilber
HH	Abschnitt Hamburg
KA 3	Bodenkundliche Kartieranleitung 3. Auflage (AG Boden 1982)
KA 4	Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage (AG Boden 1994)
KA 5	Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage (AG Boden 2005)
KAK	Kationenaustauschkapazität, effektiv
KW	Kohlenwasserstoffe
MW	Mittelwert
N	Stickstoff
NI	Nickel
NF	Nebenflüsse
TIC	Total Inorganic Carbon, Anorganischer Kohlenstoff
TM	Trockenmasse
TOC	Total Organic Carbon, Organischer Kohlenstoff
P	Phosphor
PB	Blei
PCB-28	PCB Nr. 28
PCB-52	PCB Nr. 53
PCB-101	PCB Nr. 101
PCB-138	PCB Nr. 138
PCB-153	PCB Nr. 153
PCB-180	PCB Nr. 180
pH (CaCl ₂)	-log der H ⁺ -Konzentration in CaCl ₂ - Lösung
pH (H ₂ O)	-log der H ⁺ -Konzentration in Wasser
RBS	Reichsbodenschätzung
RFA	Röntgenfluoreszenzanalyse
Skelett	Korngrößenfraktion < 2000 µm
SP	Spülfeld
Stabw	Standardabweichung
TK25	Topographische Karte 1 : 25.000 (BGK 2005)
UG	Untersuchungsgebiet
UVSP	Ufervorspülung
UWA	Unterwasserablagerungsfläche
VML	Abschnitt Vier- und Marschlande
WED	Abschnitt Wedel
ZN	Zink

6 SCHUTZGUT BODEN

In diesem Abschnitt werden die Auswirkungen des Vorhabens auf das Schutzgut Boden beschrieben und bewertet. Grundlage dieser Darstellung ist das Gutachten des Instituts für Bodenkunde (IfB) der Universität Hamburg. Das Gutachten ist im Planfeststellungsantrag als Unterlage H.3 enthalten.

6.1 Art und Umfang der Erhebungen

Die Aufgabenstellung für den Fachbeitrag zum Schutzgut Grundwasser im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung zur Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt umfasst die Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustandes mit anschließender Durchführung einer Prognose zur Entwicklung des Schutzgutes nach Realisierung des Vorhabens. Nach den Festlegungen des Untersuchungsrahmens (WSD NORD & BWA 2005) sind bei der Bearbeitung des Schutzgutes Boden folgende schutzgutspezifische Inhalte zu berücksichtigen:

- Bodenbildung, Bodenformen und Bodenvergesellschaftung
- Allgemeine chemische und physikalische Standorteigenschaften der Böden
- Bodenwasserhaushalt und Bodenstoffhaushalt
- Schadstoffbelastung
- Bodenerosion und Sedimentation im Deichvorland
- Bodenfunktionen nach BBodSchG (1998).

6.1.1 Abgrenzung und räumliche Untergliederung des UG

Das UG umfasst den Bereich, in dem die geplanten Ausbaumaßnahmen zu mess- und beobachtbaren Auswirkungen auf das Schutzgut Boden führen können. Als maximales Auswirkungsgebiet gilt

- der gesamte vor den Landesschutzdeichen gelegene Überflutungsbereich der Tideelbe zwischen km 584,8 (Geesthacht) und 755,3 (Außenelbe),
- ihre Nebengewässer (Freiburger Hafenpriel, Barnkruger Loch, Wischafener Südelbe mit Ruthenstrom, Gauensieker Schleusenfleth und Krautsander Binnenelbe),
- die tidebeeinflussten Flussabschnitte der in die Tideelbe mündenden Nebenflüsse (Tabelle 6.1-2).

Das UG wird in sieben Abschnitte unterteilt, die sich aus der unterschiedlichen hydrographischen und gewässerökologischen Ausprägung der Tideelbe ergeben (Tabelle 6.1-1). Die Nebenflüsse werden als eine eigene Kategorie zusammengefasst. Eine Übersicht über die Lage der Abschnitte gibt Abbildung 6.1-1.

Die Untersuchungsgebietsgrenzen für das Schutzgut Boden stellen landseitig die Landesschutzdeiche und wasserseitig die Elbe sowie die Nebenflüsse dar.

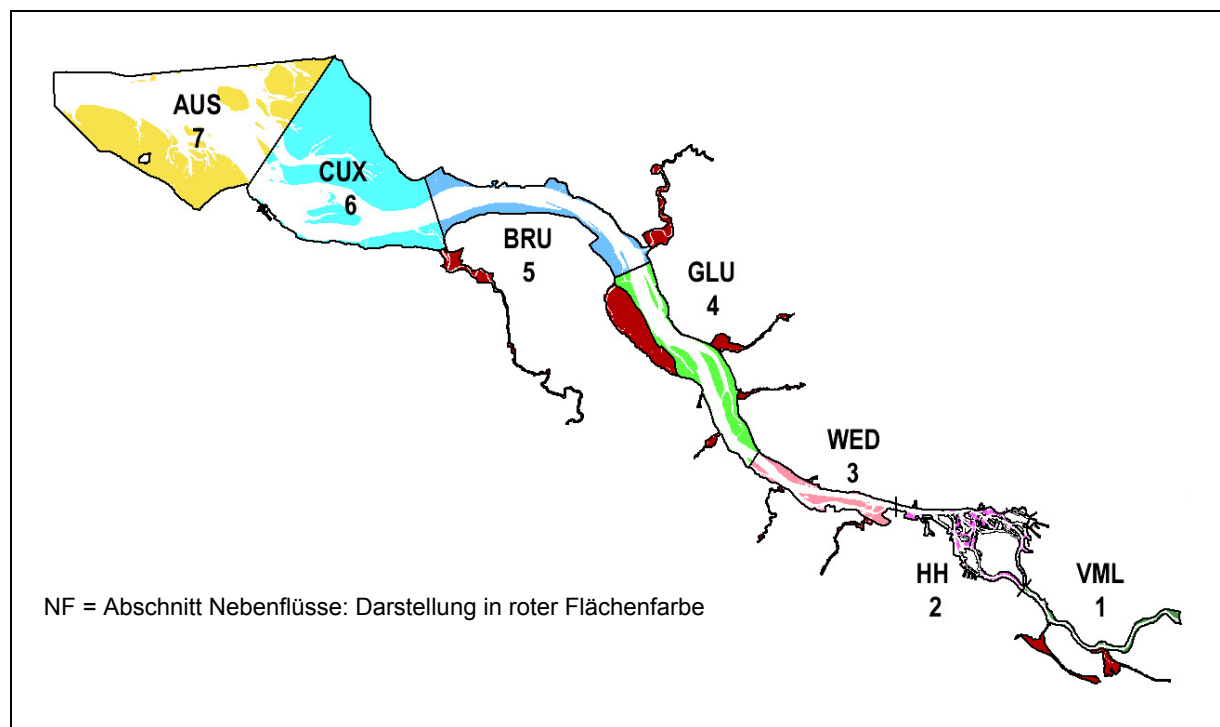
Tabelle 6.1-1: Charakterisierung der Untersuchungsabschnitte

Bezeichnung	Lage	km	Oberflächenwasserkörper gem. WRRL ¹⁾	Kennzeichnung	Salinität (S)	Fläche (ha)	
						Schutzgut	Gesamt
Außenelbe (AUS)	Scharhörn Cuxhaven Kugelbake	755,3 727	Küsten-gewässer	Übergang Ästuar / Nordsee	euhalin bis meso-mixohalin S = 10 - 30 g/l	722	33.268
Cuxhaven (CUX)	Cuxhaven Kugelbake Ostemündung	727 704	Übergangsgewässer	Seeschiffahrtsstraße, weiter Ästuartrichter mit Sanden u. Watten	meso-mixohalin S = 5 - 18 g/l	2.977	28.828
Brunsbüttel (BRU)	Ostemündung Störmündung	704 677		Seeschiffahrtsstraße, keine Nebelnelben, breite Watten	Flusswasser bis meso-mixohalin S = 0,5 - 10 g/l	2.067	10.629
Glückstadt (GLU)	Störmündung Twiefelfleth	677 650		Seeschiffahrtsstraße, mehrere Nebelnelben und Inseln	Flusswasser bis mixo-oligohalin S = 0,5 - 3 g/l	2.900	9.760
Wedel (WED)	Twiefelfleth Teufelsbrück	650 632	Elbe-West	Seeschiffahrtsstraße, wenige Nebelnelben und Inseln	Flusswasser S = <0,5 g/l	850	4.214
Hamburg (HH)	Teufelsbrück Bunthäuser Spitze	632 610	Hafen	Stromspaltungsgebiet mit intensiver Hafennutzung	Flusswasser S = <0,5 g/l	1.404	3.979
Vier- und Marschlande (VML)	Bunthäuser Spitze Geesthacht Wehr	610 585	Elbe-Ost	eingegengter Stromschlauch, Flussschiffahrt	Flusswasser S = <0,5 g/l	605	1.487
Nebenflüsse (NF)	s. Tabelle 6.1-2	-	nicht enthalten	eingegengter Stromschlauch, teilweise intensive und extensive Landnutzung	Flusswasser S = <0,5 g/l	7.036	7.704
Summe						18.561	99.869

1) WRRL = Wasserrahmenrichtlinie

Tabelle 6.1-2: Bearbeitungsbereich der Nebenflüsse

Oste	Mündung bis Hechthausen Straßenbrücke
Stör	Mündung bis Itzehoe Straßenbrücke
Krückkau	Mündung bis Elmshorn Straßenbrücke
Bützflether Süderelbe	Mündung bis Bützfleth
Schwinge	Mündung bis Salztorschleuse Stade
Pinnau	Mündung bis Uetersen Straßenbrücke
Lühe	Mündung bis Horneburg Mühle
Wedeler Au / Hetlinger Binnenelbe	Mündung bis Straßenbrücke
Este	Mündung bis Buxtehude Mühle
Flottbek	Mündung bis Elbchaussee
Seeve	Mündung bis Geestrand
Ilmenau	Mündung bis Fahrenholz Schleuse
Luhe	Mündung bis Winsen



**Abbildung 6.1-1: Einteilung des Untersuchungsgebietes
(Abschnitte und Abschnittsnummern)**

In Bezug auf die Abgrenzung des Schutzgutes Boden zum Schutzgut Wasser ist darauf hinzuweisen, dass gemäß § 2 Abs.1 BBodSchG „Gewässerbetten“ nicht zu den Böden zählen. Nach § 1 Abs.1 WHG wiederum reicht der Gewässergrund bis an die Linie des "mittleren Hochwassers". Aus rechtlicher Sicht sind demnach semisubhydrische Böden (Wattböden) sowie subhydrische Böden (Unterwasserböden) nicht durch das BBodSchG sondern als Bestandteile der Gewässer über das WHG geschützt. Aus fachlicher Sicht werden semisubhydrische Böden (Wattböden) sowie subhydrische Böden (Unterwasserböden) hingegen als Böden angesehen (Kubiens 1950, AG Boden 2005). Darüber hinaus enthält die Bodendefinition die Bedeutung als Standort

für höhere Pflanzen ("Lebensraumfunktion", § 2 Abs. 1a BBodSchG), die auch bei semisubhydrischen Böden gegeben sein kann.

Unter Berücksichtigung dieser unterschiedlichen Definitionen wurde als Grenzlinie zwischen dem Schutzgut Wasser und dem landseitig zu bewertenden Schutzgut Boden die untere Linie des Röhrichts und vergleichbarer Vegetationseinheiten betrachtet. Bei Fehlen einer Vegetationsbedeckung wird die Grenze durch die MTHw-Linie definiert. Vegetationslose Watten werden demnach im Rahmen dieses Gutachtens nicht als Böden, sondern als mehr oder weniger intensiv durch Umlagerungen begriffene Sedimente des Gewässers angesehen. Die Bearbeitung dieser Flächen erfolgt im Gutachten zum Schutzgut Wasser, Teilbereich Sedimente.

Der Grenzziehung zwischen Wattböden und vegetationslosen Watten folgt damit den in der aktualisierten Biotoptypenkartierung (Unterlage H.4a) dargestellten Biotoptypen.

6.1.2 Datengrundlagen

Die Darstellung der bodenkundlichen Verhältnisse im UG basiert im Wesentlichen auf den Daten, die im Rahmen der UVU zur vorherigen Fahrrinnenanpassung erhoben wurden (MIEHLICH et al. 1997a). Zur Aktualisierung der Datengrundlage wurde von verschiedenen Institutionen eine Recherche durchgeführt. Im Rahmen dieser Recherche haben das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB), das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU) sowie die Wasser- und Schifffahrtsämter Cuxhaven und Hamburg (WSA-CUX, WSA-HH) aktuelle Bodendaten zur Verfügung gestellt.

Bei den gesammelten Daten handelt es sich um folgende Bodendaten:

- punktbezogene Daten mit Angaben zu Bodenprofilen sowie zu den im Profil ausgewiesenen Horizonten, wobei die Horizontdaten in der Regel durch Analysendaten zu verschiedenen Parametern ergänzt werden (Tabelle 6.1-3).
- flächenbezogene Daten in Form von Bodenkarten oder Biotoptypenkarten.

Tabelle 6.1-3: Beschreibungs- und bewertungsrelevante Bodendaten

Profildaten	Kopfdaten Ort, Datum, Lage, Höhenlage, Koordinaten, Bodentyp/-subtyp, Nutzung, Vegetation, Humusform, Grundwasserstand
	Horizontdaten Horizontsymbol, Tiefenlage/Mächtigkeit, Substrat, Bodenart/Torfort, Farbe, Gefüge, Fe-Flecken und -konkretionen, Korngrößenverteilung, Skelettgehalte, Zersetzungsstufe (Torf), Bemerkung, Humusgehalte, Kalkgehalte
	Analysendaten <u>Allg. charakterisierende Parameter:</u> C _{org} , C _{anorg} , L _{eff} , Rohdichte trocken, pH (CaCl ₂ /H ₂ O), <u>Wasserhaushaltsdaten:</u> Wassergehalt, Porenvolumen, nFK, FK, <u>Elementgesamtgehalte:</u> insbes. N, P, S sowie Schwer-/halbmetalle Cd, Pb, Cr, Cu, Ni, Hg, Zl, As; <u>Gehalte organischer Schadstoffe:</u> Kohlenwasserstoffe, adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX), polychlorierte Biphenyle (PCB), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Chlorbenzole, Hexachlorcyclohexane (HCH), DDT, DDD, DDE, Hexachlorbutadien, Octachlorstyrol, Endrin und Dieldrin, Butylzinnverbindungen, Dioxine und Furane sowie auch weitere, nicht in gängigen Schadstofflisten enthaltene Stoffe
Daten der Reichsbodenschätzung	Ackerzahl, Grünlandzahl, Koordinaten, Bodenart, Bodentyp, Horizontbezeichnung
Kartendaten	Bodenformenkarten, Topographische Karten und Daten, Biotoptypen- und Nutzungskarten
Topographische Vermessungen	Vermessung der Deichvorländer im Rahmen der Beweissicherung zur vorherigen Fahrriinnenanpassung

Für die Beschreibung des Ist-Zustandes werden folgende Datengrundlagen verwendet:

- UVU 1997: Sämtliche Daten aus der UVU 1997 (Miehlich et al. 1997a)
- Datenauszug IfB: 951 Datensätze aus 113 Bodenprofilen
- Datenauszug LANU: 205 Datensätze aus 46 Bodenprofilen
- Datenauszüge NLFB
 - Datenauszug NLFB-EP (aus geographischem Informationssystem NIBIS): 185 Datensätze aus 16 Bodenprofilen und 22 Oberbodenproben (NLFB 2004a).
 - Datenauszug NLFB-BÜK50 (aus geographisches Informationssystem

NIBIS-BÜK_50): 34 unterschiedliche Musterprofiltypen mit Koordinaten an 125 Positionen.

- Digitale Bodenkarte 1:25.000 (DBK 25) zur vorherigen Fahrriinnenanpassung: Die DBK 25 wurde in der UVU 1997 auf Grundlage der amtlichen bodenkundlichen Karten (BK 25) erstellt. Es wurde entschieden, diese 1997 erstellte DBK 25 auch im aktuellen Verfahren zu verwenden, da diese gegenüber der stark generalisierten BÜK 50 einen höheren Differenzierungsgrad aufweist.
- Karten der Biotoptypen 1 : 5.000 mit folgendem Bearbeitungsstand:
 - Biotoptypenkarte (BFBB 1997): Stand UVU 1997, zwischen km 746 (Außenelbe) und 585 (Wehr Geesthacht)
 - aktualisierte Biotoptypenkarte (BfG 2002): Stand 2002, zwischen km 606 (Heuckenlock) und km 585 (Wehr Geesthacht).

- aktualisierte Biotoptypenkarte (Unterlage H.4a): Stand 2006, zwischen km 755,3 (Außenelbe) und 632 (Wedel).
- Digitale Topographische Karte 1 : 25.000 (DTK 25): In der DTK entsprechen relativ schnell veränderliche topographische Strukturen häufig nicht dem aktuellen Stand (insbesondere für Wattenflächen/Wattrinnen im Küstenbereich sowie für durch Landgewinnung stark veränderliche Uferbereiche).
- Deutsche Bundeswasserstraßenkarte 1 : 2.000 (DBWK 2): Die DBWK liefert über die DTK 25 hinaus genauere Informationen zur derzeitigen Ausdehnung der Wattflächen, dem Verlauf von natürlichen Uferlinien und dem Stand der Uferverbauung.
- Daten der Beweissicherungsdatenbank (WSA Cuxhaven 2005) mit umfangreichen Daten der terrestrischen Beweissicherungsmessungen seit Abschluss der vorherigen Fahrrinnenanpassung.

6.1.3 Bewertung der Datenbasis

Datenqualität und Datendichte

Die Abdeckung von bewertungsrelevanten Daten ist insgesamt hoch, so dass eine Bodenbewertung aus dem vorhandenen Bodenkataster grundsätzlich durchführbar ist. Insgesamt ist sowohl die Qualität der Bodendaten als auch die der Bodenbewertung zugrunde liegenden Datendichte als ausreichend anzusehen.

Qualität der Kartengrundlagen

Die Bodenkarte wurde aus Kartenwerken im Maßstab 1 : 25.000 entwickelt, die als Kartengrundlage für die Fragestellung und die Größe des UG ausreichend ist. Die Biotoptypenkarten (im Maßstab 1 : 5.000) sind auf der Basis von Erhebungen und Luftbildauswertungen aktualisiert, die Typologie differenziert. Die Karte erfüllt damit die gestellten Anforderungen.

6.1.4 Datenverarbeitung (Bodendaten, Ufererosion, Sedimentation)

Verarbeitung der Bodendaten

Die Datenverarbeitung erfolgte mittels ArcMap 9.1 (ESRI 2005) in einem Geographischen Informationssystem ("GIS Boden") in folgenden Arbeitsschritten:

1. Erstellung eines Bodenkatasters:

Aus den punktbezogenen Datenauszügen NLFB-EP, NLFB-BUK50, LANU und IfB wurde ein Bodenkataster erstellt (insgesamt 262 Profile mit 1.584 Horizont-Datensätzen).

2. Aktualisierung der Digitalen Bodenkarte (DBK 25) und Bildung von Referenzprofilen:

Aus den im Bodenkataster vorhandenen Bodendaten innerhalb der in der DBK 25 ausgewiesenen Flächen der Bodeneinheiten Marschböden, Wattböden und Anthropogene Böden wurden 41 flächencharakterisierende Referenzprofile generiert (Profilbeschreibungen und Bodendaten für die Referenzprofile s. Tabelle 9-5 im Anhang von Unterlage H.3). Die Referenzprofile enthalten Angaben zu insge-

samt sechs Parametergruppen (s. Abschnitt 4.1.1.5 in Unterlage H.3). Für vegetationslose Wattflächen, Nass-Strand, Abgrabungen und Sonstige Böden wurden keine Referenzprofile gebildet.

3. Integration der Daten aus Biotoptypenkarte.

Durch die Verschneidung der DBK 25 mit den Daten aus der Biotoptypenkarte (BfBB 1997, BfG 2002, Unterlage H.4a) wurde eine hohe Auflösung der Bodenflächen erreicht.

4. Bewertung der Einzelflächen:

Auf der Basis des entwickelten und aktualisierten Hamburger Verfahrens erfolgt abschließend die Bewertung der Böden (siehe Abschnitt 6.3).

Datenverarbeitung zur Charakterisierung der Ufererosion

Für die Überprüfung der maßnahmebedingten Veränderungen der Erosionsraten wurden aus dem Gesamtdatensatz der Querprofileinmessungen aller Jahre die Abbruchkanten der verschiedenen Messkampagnen aus den 60er-, 70er- und 90er-Jahren sowie die aktuellsten Punkte ermittelt und daraus die jährlichen Abbruchraten/Jahr berechnet.

Datenverarbeitung zur Charakterisierung der Sedimentationsdynamik

Ebenfalls anhand der Daten der Querprofileinmessungen aus den zeitlich verschiedenen Messkampagnen wurden jeweils aus den Bereichen 30 m oberhalb bzw. unterhalb der Abbruchunterkante eines Querprofils die mittlere Geländehöhe ermittelt und daraus die Sedimentationsraten bestimmt.

6.2 Leitbild für Böden im Außendeichbereich der Tideelbe

Der Raum der Tideelbe ist eine Kulturlandschaft, deren ursprüngliche natürliche Landschaftsabfolge seit dem Beginn des Deichbaues im 12. Jahrhundert anthropogen stark verändert wurde. Die Urbarmachung dieser Landschaft (Marschenkultur) besteht im Kern aus einer Entwässerung bei gleichzeitiger Verhinderung der Überflutung (Deichbau).

Das Leitbild für das Schutzgut Boden berücksichtigt diese Kulturtätigkeit des Menschen. Landschaftstypisch sind wechsellagig geschichtete, mehr oder weniger entwässerte Marschenböden unter mesophilem, extensivem Grünland, gemischt mit Röhricht oder Weidenbruch.

Die Hydrologie wurde durch Eindeichung und die Grabenentwässerung verändert. Entstehung und Zerstörung durch Sedimentation und Erosion sind typische dynamische Vorgänge. Ausdruck dieser Dynamik ist die mosaikartige, stark veränderliche Bodenvielfalt als Grundlage der ästuartypischen Biotop- und Artenvielfalt. Für den Bereich zwischen MThw und MTnw sind Wattböden unterschiedlicher Korngrößenzusammensetzungen und unterschiedlichen Salz- bzw. Carbonatgehalts typisch, die im oberen Bereich bereits von Vegetation (Röhrichte, Quellerzone) bestanden sind.

Moderne maschinelle Veränderungen von Landschaft und Böden durch Uferbefestigungen, Wegebau, Rohrdrainagen, Aufspülungen, Kleientnahmen usw. gelten als anthropogene Störungen des Leitbildes (Scherle 1996), wobei als "modern" der seit etwa 1900 verstrichene Zeitraum angesetzt wird. In diesem Sinne sind die stark erhöhten Schadstoffbelastungen der jüngeren Sedimente ebenfalls als nicht leitbildkonform anzusehen.

6.3 Kriterien und Verfahren zur Bewertung der Bodenfunktionen

Vor dem Hintergrund des in Abschnitt 6.2 entwickelten Leitbilds für die Böden im Außenbereich wird die Wertigkeit der Böden im Rahmen der aktuellen UVU durch die im BBodSchG genannten Teilfunktionen bestimmt:

1. "Lebensraumfunktion": Lebensgrundlage für den Menschen und Lebensgrundlage für die Tier- und Pflanzenwelt,
2. "Bestandteil des Naturhaushalts": Teilnahme an Nährstoff- und Wasserkreislauf,
3. "Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen",
4. "Archivfunktion der Natur- und Kulturgeschichte".

Die Bewertungskriterien werden für jede der bei der Bewertung berücksichtigten o. g. Teilfunktion abgeleitet.

Grundlage für die Bewertung des Schutzgutes Boden ist das in Hamburg bereits 1999 entwickelte (Gröngröft et al. 1999, 2000) und nach einem Vergleich bestehender Bodenbewertungsverfahren zwischen 2003 und 2005 überarbeitete Verfahren zur Bewertung von Bodenfunktionen im Rahmen von Planungsprozessen (Hochfeld et al. 2003, Hochfeld 2004, 2005). Für die Zwecke der UVU wurde das Bewertungsverfahren auf semisubhydrische Böden erweitert, sofern eine Vegetationsbedeckung vorhanden ist.

6.3.1 Grundsätzliche Verfahrensbestandteile

Die Bewertung des Ist-Zustandes bezieht sich auf die im "GIS Boden" ausgewiesenen Teilflächen und erfolgt auf der Basis der den Flächen zugeordneten Referenzprofilen mit ihren Horizontdaten und Informationen über die Nutzung. Die dabei betrachteten Teilfunktionen sowie die für die Bewertung der Teilfunktionen benötigten Boden- und Flächenparameter sind in Tabelle 6.3-1 aufgeführt.

Tabelle 6.3-1: Eingangparameter und deren Verwendung bei den einzelnen Teilfunktionen

Eingangparameter	Teilfunktionen									
	LRF1	LRF2	BNH1	BNH2	AAA1	AAA2	AAA3	AAA4	AF1	AF2
Bodenart	+	+			+	+	+	+		
Biototyp		+	+	+					+	+
Bodentyp							+		+	+
Bodenfarbe							+			
Gefüge							+			
GOF		+								
Gutachtereinschätzung	+	+							+	+
Horizontsymbol					+	+	+	+		
Horizontlage		+			+	+	+	+		
Humusform							+	+		
Humusgehalt	+	+			+	+	+	+		
Kalkgehalt								+		
pH-Wert		+			+		+	+		
Rohdichte, trocken								+		
Schadstoffgehalte	+									
Skelettgehalt					+	+	+	+		
Torf-Substanzvolumen		+								
Substrat							+			
Sulfidgehalt					+					
Torfart		+								
Zersetzungsstufe von Torfen		+				+				

LRF = Lebensraumfunktion

BNH = Funktion "Bestandteil des Naturhaushaltes"

AAA = Funktion "Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium..."

AF = "Archivfunktion"

6.3.2 Verfahren zur Bewertung der Teilfunktionen

Die Verfahren zur Bewertung der einzelnen Teilfunktionen mit ihren jeweiligen Wertstufenzuordnungen werden nachfolgend kurz aufgeführt. Detaillierte Erläuterungen zur Methode sowie Verfahrensdiskussionen zu den einzelnen Teilfunktionen sind in Abschnitt 4.1.4.5 der Unterlage H.3 beschrieben.

(1) „Lebensraumfunktionen“ (LRF1, LRF2)

Teilfunktion „Lebensgrundlage für den Menschen“ (LRF 1):

- Kriterium: Schadstofffreiheit des Oberbodens
- Eingangparameter: Schadstoffgehalte nach BBodSchV, Bodenart, Humusgehalt
- Bewertung der Teilfunktion LRF1 gemäß Tabelle 6.3-2.

Tabelle 6.3-2: Wertstufenzuordnung für die Teilfunktion "Lebensgrundlage für den Menschen"

Wertstufe				
5	4	3	2	1
kein Messwert liegt über den Vorsorgewerten	Mindestens ein Messwert liegt über den Vorsorgewerten <u>und</u> kein Messwert liegt über den Prüfwerten für Kinderspielflächen	Mindestens ein Messwert liegt über den Prüfwerten für Kinderspielflächen <u>und</u> kein Messwert über den Prüfwerten für Wohngebiete	Mindestens ein Messwert liegt über den Prüfwerten für Wohnflächen <u>und</u> kein Messwert über den Prüfwerten für Park- und Freizeitanlagen	Mindestens ein Messwert überschreitet die Prüfwerte für Park- und Freizeitanlagen

Teilfunktion „Lebensgrundlage für Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen“ (LRF2):

- Kriterien: Seltenheit der standortrelevanten Bodeneigenschaften und Naturnähe
- Eingangsparameter: KAK_{pot} und pH-Wert des Oberbodens, Feuchtesituation
- Bewertung
 - *Kriterium 1* „standortrelevante Bodeneigenschaften“ gem. Tabelle 6.3-3 und
 - *Kriterium 2* „Naturnähe“ des Bodens gemäß Tabelle 6.3-4.
- *Gesamtbewertung* für jeden Bohrpunkt gemäß Tabelle 6.3-5 durch Verknüpfung der Wertzahlen für „Seltenheit der standortrelevanten Bodeneigenschaften“ und „Naturnähe“.

Tabelle 6.3-3: Bestimmung der Wertzahlen der Bodeneigenschaften

	Wertzahl				
	5	4	3	2	1
Bodenreaktion (S) (pH (CaCl ₂))	<5,0 >7,9	5,0 – 5,2 7,9	5,3 7,8 - 7,7	5,4 – 5,5 7,6 – 7,5	5,5 – 7,4
Nährstoffsituation (N) (KAK _{pot} in mmol _c /kg)	<9	9 – 14	15 – 30	31 – 68	>68
Feuchtesituation (W) (Oberkante *r- oder *d-Horizont in m u. GOF)	<0,2	0,2 – 0,4	0,41 – 0,8	0,81 – 1,3	>1,3

Tabelle 6.3-4: Zuordnung der Wertzahl für das Kriterium Naturnähe

Parameter	Wertzahl Naturnähe				
	5	4	3	2	1
Überprägung	Ungestörte Marschböden ohne Beete, Watten außerhalb von Ab- und Umlagerungen, Schilfgürtel, Bruchwald, extensiv genutzte, renaturierte oder seit mind. 5 Jahren brachliegende Bereiche	Wie Klasse 5, traditionelle Marschenbeete aber zulässig	Wie Klasse 4, aber mit intensiver Grünlandnutzung, Drainage, Arrondierung	Wie Klasse 3, aber mit weitergehenden anthropogenen Veränderungen (Wege, Uferbefestigungen usw.) auf höchstens 30 % der Teilfläche	Stärker gestört als Klasse 2, oder Anthropogene Böden
Biotoptyp	Einstufung nach Tabelle 9-4 (Anhang in Unterlage H.3)				

Tabelle 6.3-5: Zuordnungsmatrix zur Bestimmung der Wertstufe für die Teilfunktion "Lebensgrundlage für Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen"

		Wertzahl Naturnähe				
		5	4	3	2	1
Wertzahl Seltenheit	5	5	4	3	2	2
	4	5	4	3	2	2
	3	5	4	3	2	2
	2	2	3	4	2	1
	1	3	2	2	1	1

(2) Funktion „Bestandteil im Naturhaushalt“ (BNH1, BNH2)

Teilfunktion „Bestandteil im Wasserkreislauf“ (BNH1)

- Kriterium: Fähigkeit des Oberbodens zur Wasseraufnahme
- Eingangsparameter: Biotoptyp
- Bewertung für „Bestandteil im Naturhaushalt“ (BNH1) gemäß Tabelle 6.3-6.

Tabelle 6.3-6: Wertstufenzuordnung für die Teilfunktion "Bestandteil des Wasserkreislaufs"

	Wertstufe				
	5	4	3	2	1
Beschreibung	Starkregen infiltrieren vollständig	Bei mittleren Niederschlägen kann Wasser von zusätzlichen Flächen infiltrieren	mittlere Niederschläge infiltrieren vollständig	Geringe Infiltration, Abfluss bei mittleren Niederschlägen	Sehr geringe Infiltration, Abfluss bereits bei geringen Niederschlägen
Infiltrationskapazität (mm/h)	>100	>20 - 100	>8 - 20	>1 - 8	≤ 1
kf (cm/d)	>240	>48 - 240	>19 - 48	>2,4 - 19	≤ 2,4
Biotoptyp	Einstufung nach Tabelle 9-4 (Anhang in Unterlage H.3)				

Teilfunktion „Bestandteil im Nährstoffkreislauf“ (BNH2)

- Kriterium: Fähigkeit des Bodens zur Nährstoffabgabe an die Vegetation
- Eingangsparameter: Deckungsgrad der Vegetation, Nutzung (Biotoptyp)
- Bewertung für „Bestandteil im Nährstoffkreislauf“ (BNH2) gemäß Tabelle 6.3-7 (Acker- und Gartenbauböden werden mit der Wertstufe 4 bewertet).

Tabelle 6.3-7: Wertstufenzuordnung für die Teilfunktion "Bestandteil des Nährstoffkreislaufs" anhand des Deckungsgrades der Vegetation oder des Biotyps.

Wertstufe	5	4	3	2	1
Deckungsgrad (%)	>75	75 - 51	50 - 26	25 - 6	5 - 0
Biotoptyp	Einstufung nach Tabelle 9-4 im Anhang der Unterlage H.3				

(3) Funktion Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen (AAA1, AAA2, AAA3, AAA4)

Teilfunktion „Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter- und Puffereigenschaften für Schwermetalle“ (AAA1)

- Kriterium: Fähigkeit zur Bindung von Schwermetallen im Boden
- Eingangsparemeter: Horizontsymbol, -lage und -mächtigkeit, Bodenart, Humusgehalt oder Humusstufe, pH-Wert, Skelettgehalt, Sulfide
- Bewertung für Teilfunktion AAA1: Die Bewertungsregeln basieren auf den Bindungseigenschaften von Cadmium. In Abhängigkeit des bestimmten A-Wertes aus dem pH-Wert (Tabelle 6.3-8), des B-Wertes aus der Humusstufe (Tabelle 6.3-9) und des C-Wertes aus der Bodenart (Tabelle 6.3-10) wird die Wertstufe für das Profil ermittelt (nach den Gleichungen gem. Abschnitt 4.1.4.5.3.1 in Unterlage H.3).

Tabelle 6.3-8: Bestimmung des A-Wertes

	A-Wert									
	0,0	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,5	4,0	4,5	5
PH (CaCl ₂)	2,5-2,7	2,8-3,2	3,3-3,7	3,8-4,2	4,3-4,7	4,8-5,2	5,3-5,7	5,8-6,2	6,3-6,7	6,8-8,0

Tabelle 6.3-9: Bestimmung des B-Wertes

	B-Wert			
	0	0,5	1	1,5
Humusstufe, org. Auflagehorizonte	h0, h1, h2, h7	h3, h4, Of-Horizont	h5	h6 + Oh-Horizont

Tabelle 6.3-10: Bestimmung des C-Wertes

	C-Wert	
	0	0,5
Bodenart	Ss, Su2, St2, Sl2, Sl3, Su3+4, Slu, Us, Uu	Sl4, Ut2-4, Uls, Ls3+4, Lsu, Ls2, Lu, St3, Tl, Ts2-4, Tu2-4, Lts, Lt2+3, Ltu, Tt

Teilfunktion „Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter- und Puffereigenschaften für organische Schadstoffe“ (AAA2)

- Kriterium: Fähigkeit zur Bindung von org. Schadstoffen im Boden
- Eingangsparemeter: Bodenart, Humusgehaltsklasse, Horizontsymbol, -lage und -mächtigkeit, Zersetzungsstufe bei Torfen, Skelettgehalt
- Bewertung für Teilfunktion AAA2: Aus den ermittelten H- und T-Werten (Bindungsstufen (a) in Abhängigkeit von der organischen Substanz bzw. (b) der Bodenart) wird die Wertstufe für das Profil bzw. der Teilfläche ermittelt (nach den Gleichungen gem. Abschnitt 4.1.4.5.3.2 in Unterlage H.3).

Teilfunktion „Abbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Stoffumwandlungseigenschaften (organische Schadstoffe)“ (AAA3)

- Kriterium: Fähigkeit zum mikrobiellen Abbau organischer Substanzen
- Eingangsparameter: Bodentyp, Horizontsymbol, Humusform, Gefüge, Farbe, pH-Wert, Humusgehalt, Bodenart, Substrat, Skelett.
- Bewertung der Teilfunktion AAA3: Die Bewertung der Abbauleistung erfolgt über eine Abschätzung der mikrobiellen Biomasse getrennt für gehölzbestandene Biotope und Moore (Tabelle 6.3-11), Ackerstandorte (Tabelle 6.3-12) und für Standorte mit anthropogenen Böden (Tabelle 6.3-13).

Tabelle 6.3-11: Einstufung der mikrobiellen Abbauleistung für gehölzbestandene Biotope und Moore

Humusform	Wertstufe				
	5	4	3	2	1
aeromorph	L-Mull	F-Mull	Moder	Rohhumusartiger Moder, Graswurzelfilzmoder	Rohhumus, Hagerhumus, Streunutzungsrohhumus
hydromorph		Feucht-Mull	Feucht-Moder	Feucht-Rohhumus	
Nasshumus			Anmoor		
Moore		Norm-Niedermoor oder Kalkniedermoor mit pH >4,8	Norm-Niedermoor mit pH <4,8	Übergangsniedermoor	Hochmoor

Tabelle 6.3-12: Einstufung der mikrobiellen Abbauleistung für Ackerstandorte

Humusform	Diagnostische Merkmale (Gefüge, Farbe, pH-Wert)	% Humusgehalt (0 – 0,3 m)	Wertstufe
Wurmmull	kru/sub value <3,5; chroma <3,5 pH >4,8	<4	3
		4 – 15	4
		>15	5
Kryptomull	pol/pri/sub value >3;chroma >3	<1	1
		>1	1
Sandmull	ein/gri pH >4,8	<1	1
		1 – 2	1
		2 - 4	2
		>4	3
Ackermoder	ein/gri pH <4,8	<2	1
		2 - 4	1
		>4	2

ein: Einzelkorngefüge; kru: Krümelgefüge; sub: Subpolyederggefüge; pol: Polyederggefüge; pri: Prismengefüge; gri: Feinkoagulat

Tabelle 6.3-13: Einstufung der mikrobiellen Abbauleistung für anthropogene Böden

Substrat/Bodentyp	A-Horizont	Wertstufe
umgelagertes natürliches Substrat (Bodenart Sand)	-	1
	Ai	1
	Ah	2
umgelagertes natürliches Substrat (Bodenart Lehm oder Ton)	-	1
	Ai	2
	Ah	3
Hortisol	Alle	4

Teilfunktion „Pufferung von Säuren“ (AAA4)

- Kriterium: Fähigkeit zur Neutralisation von Säuren
- Eingangsparemeter: Horizontsymbol, -lage und -mächtigkeit, Tongehalt, Skelettgehalt, Trockenrohddichte, Humusgehalt, pH-Wert, Kalkgehalt
- Bewertung der Teilfunktion AAA4: Aus der für jeden Horizont berechneten Feinbodenmenge und Säureneutralisationskapazität (SNK; bei Waldstandorten zusätzlich für die Humusaufgabe ermittelt) wird die SNK des Profils ermittelt (nach Gleichungen gem. Abschnitt 4.1.4.5.3.4 in Unterlage H.3) und einer Wertstufe gemäß Tabelle 6.3-14 Wertstufe zugeordnet.

Tabelle 6.3-14: Bestimmung der Wertstufe für die Teilfunktion "Pufferfunktion für Säuren"

	Wertstufe				
	1	2	3	4	5
SNK _{Prof} (mol _c /m ²)	<40	40 -100	100 – 250	250 – 600	>600

(4) „Archivfunktion“ (AF1, AF2)

Teilfunktion „Archiv der Naturgeschichte“ (AF1)

- Kriterium: Naturnähe und Seltenheit des Bodens
- Eingangsparemeter: Bodentyp, Biotoptyp
- Bewertung der Teilfunktion AF1: Die Bewertung der in der DBK 25 ausgewiesenen Böden erfolgt über die Einstufung der Seltenheit des Bodentyps gemäß Tabelle 6.3-15.

Tabelle 6.3-15: Bestimmung der Bewertungsgrundzahl für die Teilfunktion "Archiv der Naturgeschichte" über Bodentyp und vorherrschende Bodenart

Seltenheit (Flächenanteil in % Bodenfläche*, natural breaks)					
	<1 %	<2 %	<5 %	<14 %	>14 %
Bodentyp + Bodenart*	Organomarsch MO_1 Kalkmarsch MC_3 Rohmarsch MR_1 Kleimarsch MN_1 Kleimarsch MN_1* Kleimarsch MN_3	Dwogmarsch MD_1 Salzmarsch MR_1*	Vorlandmarsch MV_2 Trockenstrand UA_3	Kalkmarsch MC_2 Kleimarsch MN_2	Salzmarsch MR_2 Kleimarsch MN_1 Kalkmarsch MC_1
Wertzahl	5	4	3	2	1

) ohne anthropogene Böden, ohne Wattflächen; °) _1 = tonig, _1= tonig-schluffsandig, _2 = schluffig-sandig, _3 = sandig

Teilfunktion „Archiv der Kulturgeschichte“ (AF2)

- Kriterium: Erhaltungsgrad und Art von vorindustriellen, über den normalen Ackerbau hinausgehenden Einwirkungen
- Eingangsparmeter: Lage (im Bereich ehemaliger Kulturtätigkeit), Oberflächenmerkmale (für Kulturtätigkeit)
- Bewertung der Teilfunktion AF2 gemäß Tabelle 6.3-16.

Tabelle 6.3-16: Orientierungsrahmen für die Bewertung von Böden als Archiv der Kulturgeschichte

Beschreibung	Wertstufe
Böden auf archäologischen Fundstätten, Wurten, Deichen	5
Traditionelle Marschenbeete unter Grünland	5
Traditionelle Marschenbeete unter Acker	4
Böden im Nahbereich (Radius 100 m) um archäologische Fundstätten, Wurte und Deiche	3
Alle anderen Marsch-, Strand- und Wattböden	2

6.3.3 Integration der Ergebnisse der Teilfunktionen und Ableitung von Bodenschutztypen

Das Bewertungsverfahren liefert für jede Teilfunktionen und jede Teilfläche eine Wertstufe. Das ergibt insgesamt 10 Teilergebnisse für jede Teilfläche. Die Teilergebnisse werden zu einem Gesamtergebnis integriert.

- **Im ersten Schritt** zur Gesamtbewertung des Schutzgutes Boden wird für jede Bodenfunktion (LRF, BNH, AAA) sowie für die Archivfunktion (AF) eine Wertzahl ermittelt:
 - Bei der Integration der „Lebensraumfunktion“ (LRF) entscheidet die Teilfunktion, welche das schlechteste Ergebnis aufweist, über das Gesamtergebnis.
 - Die Bodenfunktionen „Bestandteil im Naturhaushalt“ (BNH) und „Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen“ (AAA) werden integriert mit dem gerundeten arithmetischen Mittelwert der jeweiligen Teilfunktionen bewertet.

- Bei den Teilfunktionen der „Archivfunktion“ (AF) bestimmt jeweils die Teilfunktion das integrierte Ergebnis der Archivfunktion, welche die beste Wertstufe erzielt hat.

Das Gesamtergebnis für jede Teilfläche reduziert sich von 10 auf 4 Wertstufen.

- **Im zweiten Schritt** werden Bodenschutztypen gemäß Tabelle 6.3-17 abgeleitet, die direkt in die Boden-Wertstufe übersetzt werden können. Die Ermittlung der Schutztypen erfolgt durch hierarchisches Abprüfen der Kriterien: Der Boden wird dem Schutztyp zugeordnet, dessen Bedingungen zuerst erfüllt wird.

Beispiel: Ist ein Boden z. B. bereits Schutztyp 4, weil die LRF oder AF Wertstufe 4 erreichen, so ist er nicht gleichzeitig Schutztyp 2a, auch wenn AAA Wertstufe 4 erzielt. Die Schutzwürdigkeit ist umso höher, je größer die Schutztypziffer ist. Die mit a und b getrennten Typen einer Ziffer sind gleichwertig, die Boden-Wertstufe entspricht der jeweiligen Ziffer.

Tabelle 6.3-17: Kriterien zur Ableitung von Bodenschutztypen

Boden-Wertstufe	Schutztyp	Wertstufen der integrierten Bodenfunktionen			
		LRF	AF	AAA	BNH
5	5a	-	5	-	-
	5b	5	-	-	-
4	4a	4	-	-	-
	4b	-	4	-	-
3	3a	3	-	-	-
	3b	-	3	-	-
2	2a	-	-	5 oder 4	-
	2b	-	-	-	5 oder 4
1	1	-	-	-	-

1 - 5 = Wertstufen, "-" = Wertstufe beliebig

6.3.4 Verfahren zur Gesamtbewertung des Schutzgutes Boden

Entscheidend für die Gesamtbewertung der Auswirkungen auf das Schutzgut Boden sind die Veränderungen, die sich bei den Bodenschutztypen ergeben. Zusätzlich ist bei den Auswirkungen auf die Böden die zeitliche Wirksamkeit der Veränderungen zu betrachten. Jede Verschlechterung der Schutztypkategorie bedeutet eine erhebliche und - wegen der Langsamkeit mit der sich Böden entwickeln - auch eine dauerhaft wirksame Veränderung.

Im durchgeführten Verfahren werden als dauerhaft wirksam solche Auswirkungen angesehen, bei denen sich auch nach 3 Jahren der Ausgangszustand nicht wieder eingestellt hat. Diese Situation trifft bei Böden fast immer zu. Es kann somit davon ausgegangen werden kann, dass Auswirkungen auf Böden, die als erheblich bezeichnet werden, auch dauerhaft wirksam sind.

In dem verwendeten Verfahren wird für das Schutzgut Boden eine erhebliche Auswirkung bei Eintreten einer dauerhaft wirksamen Verschlechterung um mindestens eine Bodenwertstufe festgelegt.

6.3.5 Verfahren zur Prognoseerstellung

Für die Prognose von projektbedingten Auswirkungen auf das Schutzgut Boden wird ein Prognosehorizont von 10 Jahren verwendet. Die in dem Hamburger Verfahren allgemein formulierten Vorgaben zur Anwendung im Prognosefall können im Rahmen der UVU auf bereits konkretisierte vorhabensbedingte Veränderungen abstellen:

Die Prognose gliedert sich in zwei Schritte:

1. Schritt: Qualitative Prognose

Ausgehend von der Bewertung der Ist-Zustandsbewertung nach dem Hamburger Verfahren werden die Veränderungen der bewertungsrelevanten Parameter gutachtlich abgeschätzt. Grundlage für die Prognose sind die Vorhabensbeschreibung (Unterlage B.2) und die Prognosen zur Veränderung der hydrologischen Situation und den Veränderungen der sedimentations- und erosionssteuernden Wellenangriffe (Unterlage H.1a und H.1d). Unterschieden werden die direkten und indirekten Auswirkungen auf die Böden.

2. Schritt: Quantitative Prognose

Auf der Basis der prognostizierten maßnahmenbedingten direkten und indirekten Veränderungen der Bodenschutztypen und der im Einzelnen betroffenen Flächen wird der Wertverlust bzw. -gewinn für das Schutzgut Boden bestimmt. Die Prognose der direkten Auswirkungen auf das Schutzgut Boden erfolgt im Maßstab 1 : 5.000.

6.4 Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustands der Böden

Die Beschreibung des Ist-Zustands bezieht sich auf den Zustand des UG zum Zeitpunkt des geplanten Baubeginns 2008. Maßnahmen, die im Zeitraum der Bestandsaufnahme realisiert wurden, werden daher im Sinne des planerischen Ist-Zustandes (PIZ) berücksichtigt (s. Kapitel 1.2.1.1.2).

Die in den PIZ einzustellenden Vorhaben wirken sich vor allem direkt durch Gewinn oder den Verlust von Bodenfläche aus. So kommt es bezüglich der Erweiterung des Europakais Cuxhaven, den Deichverstärkungen sowie in geringem Maße auch bei der Anpassung Einfahrt Vorhafen zur Überbauung bzw. Abtragung von Böden. Die Verfüllung des Kohlenschiffhafens ist mit einem Verlust von Böden verbunden. Im Falle der Kompensationsmaßnahme Hahnöfer Sand kommt es in geringem Maße zu einem Flächenzuwachs an Böden. Die Errichtung eines Tiefwasserliegeplatzes in Finkenwerder und die Herstellung der Zufahrt zum Containerterminal Altenwerder wirken sich nicht direkt auf das Schutzgut Boden aus.

6.4.1 Verbreitung der Böden im Untersuchungsgebiet

Die Beschreibung der im UG auftretenden Böden erfolgt auf Grundlage der aktualisierten digitalen Bodenkarte im Maßstab 1 : 25.000 (DBK 25).

Die im UG vorkommenden Böden sind gemäß AG BODEN (2005) und AK BODEN-SYSTEMATIK (1998) folgenden Klassen zuzuordnen:

- Semisubhydrische Böden (Wattböden)
- Marschböden
- Strandböden
- Terrestrische anthropoge Böden.

Innerhalb der Klassen gibt es verschiedene Bodentypen. Im Falle der Marschböden sind dies u. a. die im UG verbreiteten Rohmarschen (MR), Kalkmarschen, (MC), Kleimarschen (MN), Dwogmarschen (MD) und Organomarschen (MO). Die auftretenden Bodentypen lassen sich wiederum in Abhängigkeit vom Ablagerungsmilieu in drei Subtypen untergliedern. Es sind dies die Norm-, Brack- und Flusstypen des marinen, brackischen und fluviatilen Sedimentationsbereichs. So sind die Norm-Kalkmarsch (MCn), Brackkalkmarsch (MCb) und Fluss-Kalkmarsch (MCf) Subtypen des Bodentyps "Kalkmarsch". Eine weitere Differenzierung in Varietäten erfolgt nach Textur, Höhe des Grundwasserschwankungsbereiches oder besonderen lokalen Ausbildungen.

Die Tabelle 6.4-1 zeigt eine Übersicht über die Verbreitung der Watten und Böden im UG mit Angaben der Flächengrößen in den sieben Untersuchungsabschnitten und im Gesamtgebiet. Die Watten sind der Vollständigkeit halber in der Tabelle mit aufgeführt. Wegen der fehlenden Vegetationsbedeckung zählen sie allerdings nicht zu den Böden.

Tabelle 6.4-1: Verbreitung von Watten und Böden im Untersuchungsgebiet
(Berechnete Flächenanteile bezogen auf die Gesamtfläche Böden bzw. Gesamtfläche Watten).

BODENEINHEIT, *REF	AUS	CUX	BRU	GLU	WED	HH	VML	NF	SUMME	
WATTEN										
W_1: Watt, tonig-schluffig										
	ha	-	275,8	500,4	106,3	319,5	16,2	-	-	1218,1
	%	-	0,8	1,5	0,3	0,9	<0,1	-	-	3,6
W_2: Watt, schluffig-sandig										
	ha	-	2771,8	1400,4	879,6	335,4	-	-	72,8	5459,9
	%	-	8,2	4,2	2,6	<0,1	-	-	0,2	16,3
W_3: Watt, sandig										
	ha	13507,4	11881,7	460,3	293,8	358,3	4,1	94,0	<0,1	26599,5
	%	40,3	35,5	1,4	0,9	1,1	<0,1	0,3	<0,1	79,4
Summe Watten	ha	13507	14929	2361,1	1279,7	1013	20,3	94	72,8	32062
	%	40,3	44,5	7,1	3,8	2	<0,1	0,3	0,2	99,3

BODENEINHEIT, *REF	AUS	CUX	BRU	GLU	WED	HH	VML	NF	SUMME	
WATTBÖDEN										
IW_1: Wattboden, tonig-schluffig										
	ha	66,0	40,8	47,4	30,8	55,1	74,8	-	-	314,9
	%	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	-	-	1,7
IW_2: Wattboden, schluffig-sandig										
	ha	-	221,7	105,1	217,1	59,8	-	-	23,8	627,5
	%	-	1,2	0,5	1,1	0,3	-	-	0,1	3,3
IW_3: Wattboden, sandig										
	ha	-	61,4	20,4	92,0	43,9	2,6	14,8	<0,1	235,1
	%	-	0,3	0,1	0,5	0,2	<0,1	0,1	<0,1	1,3
Summe	ha	66	323,9	172,9	339,9	158,8	77,4	14,8	23,8	1177,5
Wattböden	%	0,4	1,7	0,9	1,8	0,9	0,4	0,1	0,1	6,3
STRANDBÖDEN										
IA_3: Nass-Strand, sandig										
	ha	-	-	121,7	74,7	-	-	-	-	196,4
	%	-	-	0,5	0,3	-	-	-	-	0,9
UA_3: Trockenstrand, sandig										
	ha	326,7	-	-	-	-	-	-	-	326,7
	%	1,8	-	-	-	-	-	-	-	1,8
Summe	ha	326,7	-	121,7	74,7	-	-	-	-	523,1
Strandböden	%	1,8	-	0,5	0,3	-	-	-	-	2,7
ROHMARSCH										
MR_1: Rohmarsch, tonig-schluffig										
	ha	-	142,2	-	-	-	-	-	-	142,2
	%	-	0,8	-	-	-	-	-	-	0,8
MR_1*: Rohmarsch, tonig-schluffsandig										
	ha	231,5	-	-	-	-	-	-	-	231,5
	%	1,2	-	-	-	-	-	-	-	1,2
MR_2: Rohmarsch, schluffig-sandig										
	ha	17,6	1824,6	511,1	30,0	-	-	-	-	2383,3
	%	0,1	9,8	2,8	0,2	-	-	-	-	12,8
Summe	ha	249,1	1966,8	511,1	30	-	-	-	-	2614,8
Rohmarsch	%	0,2	10,6	2,8	0,2	-	-	-	-	14,0
KALKMARSCH										
MC_1: Kalkmarsch, tonig-schluffig										
	ha	-	6,3	571,5	536,8	-	-	-	2177,9	3292,5
	%	-	<0,1	3,1	2,9	-	-	-	11,7	17,7
MC_2: Kalkmarsch, schluffig-sandig										
	ha	-	328,0	465,2	312,5	-	-	-	395,6	1501,4
	%	-	1,8	2,5	1,7	-	-	-	2,1	8,1
MC_3: Kalkmarsch, sandig										
	ha	-	-	10,6	39,9	-	-	-	-	50,5
	%	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	0,3
Summe	ha	-	334,3	1047,3	889,2	-	-	-	2573,5	4844,4
Kalkmarsch	%	-	1,8	5,6	4,8	-	-	-	13,9	26,1

BODENEINHEIT, *REF	AUS	CUX	BRU	GLU	WED	HH	VML	NF	SUMME	
VORLANDMARSCH										
MV_2: Vorlandmarsch, schluffig-sandig										
	ha	-	-	-	558,8	-	-	-	558,8	
	%	-	-	-	3,0	-	-	-	3,0	
KLEIMARSCH										
MN_1: Kleimarsch, tonig-schluffig										
	ha	-	238,0	69,1	182,5	39,4	-	29,0	1987,8	2545,8
	%	-	1,3	0,4	1,0	0,2	-	0,2	10,7	13,7
MN_1*: Kleimarsch, tonig-schluffsandig										
	ha	-	-	-	-	20,8	-	-	144,4	165,2
	%	-	-	-	-	0,1	-	-	0,8	0,9
MN_2: Kleimarsch, schluffig-sandig										
	ha	-	-	-	-	-	-	-	90,2	90,2
	%	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5
MN_3: Kleimarsch, sandig										
	ha	-	-	-	-	-	21,1	121,8	-	142,9
	%	-	-	-	-	-	0,1	0,7	-	0,8
Summe	ha	-	238	69,1	182,5	60,2	21,1	150,8	2222,4	2.944,1
Kleimarsch	%	-	1,3	0,4	1,0	0,3	0,1	0,8	12,0	15,9
DWOGMARSCH, ORGANOMARSCH, NIEDERMOOR										
MD_1: Dwogmarsch, tonig-schluffig										
	ha	-	-	41,4	-	-	-	-	193,2	234,7
	%	-	-	0,2	-	-	-	-	1,0	1,3
MO_1: Organomarsch, tonig-schluffig										
	ha	-	-	-	-	-	-	<0,1	368,6	368,7
	%	-	-	-	-	-	-	<0,1	2,0	2,0
HN_1: Niedermoor (tonig-schluffig)										
	ha	-	-	-	-	-	-	-	9,8	9,8
	%	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1
ANTHROPOGENE BÖDEN UND SONSTIGE BÖDEN										
YF_2: Aufschüttung, schluffig-sandig										
	ha	-	-	42,5	40,4	48,0	22,2	-	68,2	221,2
	%	-	-	0,2	0,2	0,3	0,1	-	0,4	1,2
YS_1: Aufspülung, tonig-schluffig										
	ha	-	-	15,7	23,1	10,5	-	-	2,2	51,5
	%	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	<0,1	0,3
YS_3: Aufspülung, sandig										
	ha	0,5	110,7	157,7	798,0	572,6	1089,8	-	54,9	2784,3
	%	<0,1	0,6	0,8	4,3	3,1	5,9	-	0,3	15,0
X: Sonstige Böden										
	ha	79,5	0,9	-	11,7	-	0,2	30,5	337,6	460,4
	%	0,4	<0,1	-	0,1	-	<0,1	0,2	1,8	2,5
Summe	ha	80	111,6	215,9	873,2	631,1	1112	30,5	462,9	3517,4
Sonstige Böden	%	0,4	0,6	1,1	4,7	3,5	6	0,2	2,5	19
GESAMTSUMME	ha	721,9	2976,8	2066,9	2900,3	850,1	1403,5	605,1	7036,7	18561,4
	%	3,9	16,0	11,1	15,6	4,6	7,6	3,3	37,9	100,0

*) REF = Referenzprofilnummer; Kurzzeichen gem. Symbolschlüssel Tabelle 4-1 in Unterlage H.3.

Watten (W) und Wattböden (IW)

Im UG treten Varietäten des Schlick-, Misch- und Sandwatts auf. Die Flächen liegen i.d.R. deutlich unterhalb des MThw, sind daher vegetationsfrei und unterliegen verstärkt Sedimentumlagerungen. Vegetationsfreie Watten werden im Rahmen der UVU nicht als perennierende Böden aufgefasst und nicht bewertet. Die Watten kommen mit ihren höchsten Flächenanteilen in den Abschnitten Außenelbe und Cuxhaven vor (40 % bzw. 45 % bezogen auf die Gesamtfläche Watten).

Als "Wattböden" werden Flächen definiert, die im Bereich des MThw oder tiefer liegen und eine Bedeckung mit höheren Pflanzen aufweisen. Je nach Salinität des Gewässers lassen sich Normwattboden (Salzwatt, IWma), Brackwattboden (IWbr) und Flusswattboden (IWpm) unterscheiden.

Strandböden (IA, UA)

Die im Bereich des MThw auftretenden Strandböden sind charakterisiert durch überwiegend sandiges Material, das durch Sedimentation bzw. Brandungs- und Strömungserosion unterschiedlich stark in Umlagerung begriffen ist. Strandböden sind daher vegetationslos oder nur ausnahmsweise lückig bewachsen. Insgesamt haben die Strandböden nur einen geringen Flächenanteil von 2,7 % (bezogen auf die Gesamtfläche Boden im UG). Sie sind vertreten in den Abschnitten „Außenelbe“, „Brunsbüttel“ und „Glückstadt“.

Rohmarsch (MR)

Bei Rohmarschen handelt es sich um junge, unentwickelte bis schwach entwickelte Böden des Deichvorlands mit periodischer bzw. episodischer Überflutung und dadurch bedingter periodischer bzw. episodischer Zufuhr von frischen Sedimenten. Neben der regelmäßigen Sedimentation können in Rohmarschen lokal, d. h. in besonders exponierten Bereichen, auch Erosionsvorgänge in Form typischer Abbruchkanten auftreten.

Wie Tabelle 6.4-1 zu entnehmen ist, kommen Rohmarschen nur unterhalb des Untersuchungsabschnittes „Wedel“ vor. Demzufolge lassen sich die Subtypen „Norm-Rohmarschen“ (MRn; „Salzmarschen“) und „Brack-Rohmarschen“ (MRb) unterscheiden. Die Rohmarschen haben einen Flächenanteil von insgesamt 14 % (2.615 m²) im UG. Den höchsten Flächenanteil weisen sie im Abschnitt Cuxhaven mit 10,6 % auf (bezogen auf die Gesamtfläche Boden im UG).

Kalkmarsch (MC)

Kalkmarschen sind junge, bereits stärker entwickelte carbonathaltige Böden, die nur noch episodisch überflutet werden. Im UG sind alle drei Subtypen der Kalkmarschen (Norm-Kalkmarsch (MCn), Brack-Kalkmarsch (MCb) und Fluss-Kalkmarsch (MCf)) vertreten. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt im Abschnitt „Brunsbüttel“, im Abschnitt „Wedel“ treten praktisch keine Kalkmarschen mehr auf.

Vorlandmarsch (MV)

Bei Vorlandmarschen handelt es sich um ehemals genutzte, jetzt aufgelassene, häufig vergleichsweise tief liegende Böden (Geländeoberfläche < 8 dm ü. MThw) mit ausgesprochen heterogenem Bodenaufbau. Da sie typischerweise wenig unterhalb der oberen Brackwassergrenze auftreten, ist ihr Vorkommen im UG nur auf den Untersuchungsabschnitt „Glückstadt“ begrenzt. Der Flächenanteil der Vorlandmarschen im UG ist mit 3 % gering, entsprechend handelt es sich um einen relativ seltenen Bodentyp.

Kleimarsch (MN)

Kleimarschen sind Böden, die bis in eine Tiefe von über 4 dm kalkfrei sind. Dieser Bodentyp ist – mit Ausnahme des Abschnittes Außenelbe – im gesamten UG weit verbreitet (Flächenanteil im UG 16 %). Kleimarschen kommen als Subtyp Norm-Kleimarsch (MNn), Brack-Kleimarsch (MNn) und Fluss-Kleimarsch (MNn) vor.

Dwogmarsch (MD)

Dwogmarschen sind alte, stets sehr tonreiche und in der Regel kalkfreie Böden mit wasserstauenden Horizonten ("Dwog-Horizonte"). Das Auftreten der Dwogmarschen beschränkt sich auf relativ flussferne, strömungsberuhigte Sedimentationsbereiche (tidebeeinflusste Abschnitte im Oberlauf der Nebenflüsse oder elbferne Nebeneelbe-Bereiche wie die Wischhafener Nebeneelbe). Aufgrund ihrer geringen flächenhaften Ausdehnung (Flächenanteil 1,3 %) sind diese Böden innerhalb des UG als selten anzusehen.

Organomarsch (MO)

Organomarschen bestehen aus sehr tonigen, stark humosen Kleien, die auch Torfcharakter annehmen können. Einschaltungen von geringmächtigen Torflagen sind häufig. Organomarschen einschließlich der Sonderform „Moormarsch“ (Typ MM) sind ebenfalls seltener und kommen nur auf kleinen Flächen im Bereich der Ilmenau und der Seeve sowie in sehr geringem Umfang im Abschnitt Vier- und Marschlande vor.

Niedermoor (HN)

Die Niedermoore finden sich im UG ausschließlich am geestnahen Oberlauf der Seeve mit einem äußerst geringen Flächenanteil von < 0,1 %.

Anthropogene Böden (Y) und sonstige Böden (X)

Bei den anthropogenen Böden im UG handelt es sich um Aufschüttungen (YF) sowie um sandige und tonig-schluffige Aufspülungen (YS). Sie erreichen im UG einen relativ hohen Flächenanteil von 16,5 %.

- Sandige Aufspülungen (YS_3) sind weit verbreitet und nehmen große Flächen der Elbufer, insbesondere in und unterhalb Hamburgs (Abschnitte Hamburg, Wedel, Glückstadt) und auf den Sänden Schwarztonnensand, Pagensand, Rhinplatte und Neßsand.

- Tonig-schluffige Aufspülungen (YS_1) sind gering verbreitet, sie treten kleinräumig u.a. auf Pagensand (Abschnitt Glückstadt) und Lühesand (Abschnitt Wedel) auf.
- Die Aufschüttungen (YF) mit sehr heterogenen Böden treten vor allem in den wirtschaftlich stärker genutzten Abschnitten Brunsbüttel, Glückstadt und Wedel in relativ gleich bleibenden Anteilen auf.

Sonstige Böden sind nur in unwesentlichen Anteilen (Flächenanteil gesamt 2,5 %) im UG zu finden. In dieser Gruppe werden Parabraunerden, Pseudogleye, grundwasserbeeinflusste Böden und ihre Übergangstypen, kleinräumig auftretende Gartenböden und Rigosole sowie nicht näher differenzierte Böden aus anthropogenen Substraten zusammengefasst.

6.4.2 Bodenbildende Prozesse

In den Watten und Marschböden des UG, die durch regelmäßige oder episodische Überflutungen gekennzeichnet sind, treten folgende bodenbildenden Prozesse auf:

- Sedimentation und Erosion
- Gefügebildung
- Entsalzung und Entkalkung
- Humusanreicherung
- Oxidation und Reduktion, Bildung hydromorpher Merkmale.

In einem Tideästuar stellen die permanenten Umlagerungs-, Sedimentations- und Erosionserscheinungen in Ufer- und Randbereichen typische dynamische Prozesse dar. Die Prozesse resultieren aus komplexen Wechselbeziehungen zwischen den natürlichen Einflussfaktoren und den anthropogenen Wirkungen. Aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für das Schutzgut Boden im UG werden die Prozesse ausführlicher beschrieben.

6.4.2.1 Erosion in Uferbereichen

In dem durch eine hohe Gezeitendynamik geprägten UG sind morphologische Veränderungen grundsätzlich auch als Resultat natürlicher Prozess zu verstehen. Hierzu zählen beispielsweise Sedimentationsvorgänge auf den Vordeichflächen während Sturmtiden oder Uferabbrüche und Neuanlandung im Rahmen des natürlichen Mäandrierens von Hauptstrom und Nebenelben. Sowohl das Phänomen von Uferabbrüchen als auch die Tendenz zur Verschlickung der Nebenelben sind Prozesse, die bereits seit mehreren Jahrhunderten wirken und beobachtet werden.

Anthropogene Einflüsse wie Vordeichungen, Strombaumaßnahmen, Vertiefung und Verbreiterung der Fahrrinne etc. haben teilweise deutliche Veränderungen der Tidedynamik und infolgedessen der Morphodynamik ausgelöst. Auch die Belastungen der Ufer durch die Belastungen durch schiffserzeugte Wellen können in exponierten Bereichen ein bedeutender Faktor der morphologischen Entwicklung im Uferbereich sein.

Bodenverluste durch Erosion sind dabei für das Schutzgut Boden von besonderer Bedeutung sind.

Bodenverluste in Bereichen mit flach ansteigenden Ufern

Flach geneigte Ufer treten am Ufer der Elbe als Strände oder Röhrichte mit einer meist breiten vorgelagerten Wattfläche auf. In diesen Bereichen sind erosive und nicht-erosive Bodenverluste möglich:

- Erosive Verluste treten in vielen, i. d. R. sehr Wellenschlag-exponierten Bereichen, vor allem in Fahrrinnennähe auf (z. B. am Nordufer des Hanskalbsands oder stromauf der Mündung der Wischhafener Nebenelbe). Sie setzen im Uferbereich, aber auch bereits unterhalb der MThw-Linie im unteren Watt und Flachwasser ein.
- Nicht-erosive Bodenverluste können durch Veränderungen der Tidedynamik auftreten. So führt ein Anstieg des MThw zu einer landwärts gerichteten Verschiebung der MThw-Linie, was zunächst unmittelbar einen Flächenverlust von Böden an den flach geneigten Ufern bedeutet.

Bodenverluste in Uferbereichen mit Abbruchkanten

Bodenverluste können in Bereichen naturnaher Uferstrukturen stattfinden, in denen Abbruchkanten (Kliffs) ausgebildet sind.

Im Rahmen der Beweissicherung zur vorangegangenen Fahrrinnenanpassung (WSA Cuxhaven 2005) wurden fünf aktive und räumlich zusammenhängende Abbruchbereiche entlang der Tideelbe identifiziert, in denen die Uferlinie in der Vergangenheit unterschiedlich stark zurückverlegt wurde:

- Neufelder Watt
- beidseitig der Ostemündung (inkl. Belumer Außendeich und Hadelner Außendeich)
- Bütteler Außendeich
- beidseitig des Freiburger Hafenspriel (inkl. Allwörderer Außendeich und Brammer Sand)
- Bereich Eschschallen.

Daneben tritt der Ufertyp "Kliff" vereinzelt in folgenden Bereichen auf:

- Außendeichs Blomesche Wildnis
- Außendeichs Krautsand
- Asseler Sand
- Bützfleth
- Schwarztonnensand
- Hanskalbsand
- Weitere Abbruchkanten können entlang der Nebenflüsse auftreten.

Zu der deichwärts unterschiedlich starken Rückverlegung der Abbruchkanten kommt typischerweise ein "Aufwärtswandern" der Abbruchunterkanten im Laufe der Zeit, d.h. der aktuelle Wellenangriff an der Abbruchunterkante erfolgt in einer höheren Geländelage als früher.

Die Abbruchkanten werden durch das regelmäßige Tidegeschehen überwiegend nur schwach beeinflusst. Uferabbrüche entstehen vielmehr als eine Folge auftretender Belastungsspitzen in Form von starkem Wellenschlag, wobei diese regelmäßig (Schiffsverkehr) oder unregelmäßig (bspw. Sturmzeiten) auftreten können.

In Tabelle 6.4-2 sind die Abbruchraten für Messungen der Beweissicherung aus den Jahren 1997/98 (Nullmessung) und 2001 (Wiederholungsmessung) dargestellt. Die Mittelwerte variieren zwischen 0,43 m/a und 2,54 m/a. Erhöhte Abbruchraten von im Mittel mehr als 1 m/a treten im Längsprofil der Tideelbe in verschiedenen Abschnitten auf.

Tabelle 6.4-2: Abbruchraten in verschiedenen Bereichen der Tideelbe

Vergleich zwischen Nullmessung der Beweissicherung (1997/1998) und erster Wiederholungsmessung (2001)

Abbruchbereich	Abbruchraten (m/a)			
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Anzahl Querprofile
Neufelder Watt	1,48	0,13	3,47	12
Ostemündung	2,54	-0,20	9,25	51
Bütteler Außendeich	0,56	0,05	2,07	20
Freiburger Hafentriel	0,87	-0,74	4,25	40
Eschschallen	0,43	-0,06	1,65	13
Außendeichs Blomesche Wildnis	1,87	1,34	2,73	4
Krautsand	1,60	1,52	1,68	2
Asseler Sand	1,25			1
Bützfleth	(0,11*)			1

* Wert für den Bereich Bützfleth untypisch, da benachbart zu dem Querprofil Abbruchraten bis 3,7 m/a aufgetreten sind. Als Gebietsmittel mit 1,8 m/a gerechnet.

Der Vergleich der seit der vorangegangenen Fahrrinnenanpassung festgestellten jährlichen Abbruchraten mit älteren Abbruchraten sowie zwischen denen aus 1965-1977 und 1977-1998 zeigt, dass sich die Abbruchraten i.d.R. deutlich verringert haben (s. Tabelle 6.4-3). Ausnahmen bilden hierbei vereinzelte Profile.

Tabelle 6.4-3: Veränderung der Abbruchraten: Vergleich zwischen Altdaten und Nullmessung (2001)

Abbruchbereich	Abbruchraten (m/a)							
	Mittelwert		Minimum		Maximum		Anzahl Querprofile	
	1965-1977	1977-1998	1965-1977	1977-1998	1965-1977	1977-1998	1965-1977	1977-1998
Neufelder Watt	-	3,83	-	2,83	-	5,12	-	5
Ostemündung	-	4,04	-	1,44	-	6,25		7
Bütteler Außendeich	-	1,44		1,37		1,50		2
Freiburger Hafentriel	3,98	1,66	0,40	-0,31	7,65	4,18	25	31
Eschschallen	0,73	1,00	0,12	0,11	1,48	1,84	11	9
Außendeichs Blomesche Wildnis	-	-	-	-	-	-	-	-
Krautsand	-	-	-	-	-	-	-	-
Asseler Sand	4,08	0,14						1
Bützfleth								4

Die an der Ausbildung von Abbruchkanten bzw. Ufererosion beteiligten Faktoren sind nicht klar voneinander abgrenzbar. Insgesamt sind regional unterschiedliche Faktoren

bedeutsam. Der festgestellte Rückgang der Ufererosion deutet insgesamt auf ein sich stabilisierendes System mit einer vergleichsweise stabilen Hydrodynamik der Tideelbe hin. Weiterhin zeigt sich, dass dem Abstand zur Fahrrinne eine hohe Bedeutung für die Ufererosion zukommt. Aus der Datenlage ist ein Rückschluss auf den Einfluss des nach 2001 stark angestiegenen Schiffsverkehrs noch nicht möglich.

Die BAW hat die Wirkungsmechanismen, die aktuellen Dimensionen und die ausbaubedingten Veränderungen der schiffserzeugten Wellenbelastungen für das UG in Unterlage H.1d dargestellt. In Bezug auf mögliche Ufererosionen lassen sich die Wirkungsmechanismen wie folgt zusammenfassen:

- Maßgebliche Schiffswellensysteme sind
 - das durch den Absunk (z_A) angeregte langwellige Primärwellensystem (H_P) und
 - das kurzwellige Sekundärwellensystem (H_S).
- Die schiffserzeugten Belastungen in seitlich und zur Tiefe begrenzten Gewässern hängen im wesentlichen ab von
 - a) der Schiffsgeschwindigkeit durch Wasser,
 - b) dem Passierabstand zum Ufer,
 - c) den Teilquerschnittsverhältnissen von Schiff und Wasserstraße und
 - d) dem Verhältnis von Tiefgang des Schiffs zur Gesamtwassertiefe.
- Die Höhe der Primärwellen nimmt mit größer werdenden Querschnittsverhältnissen von Hamburg Richtung Nordsee tendenziell ab, die Höhe der Sekundärwellen zu.
- Die langwelligen Primärwellen wirken insbesondere durch Porenwasserüberdrücke und dadurch ausgelöste Materialablösungen auf die Ufer während die kurzwelligen Sekundärwellen dynamische Belastungen ausüben.

Aufgrund der Morphologie von Fahrrinne und Seitenbereichen lässt sich gemäß BAW das Elbe-Ästuar hinsichtlich der Wirksamkeit der Schiffswellenbelastungen in 3 Hauptbereiche unterteilen:

- Abschnitt Hafen-Hamburg bis Schwarztonnensand (km 620 – 666)
Abschnitt mit tiefen- und seitenbegrenzten Fahrwasser (Kanalfahrt), in dem der Absunk Werte von $z_A \approx 0,5 - 1,1$ m und die Sekundärwellenhöhe Werte von H_S bis $\approx 1,0$ m erreichen.
- Übergangsbereich Schwarztonnensand bis Brunsbüttel (km 666 – 698)
Abschnitt mit einer unterschiedlichen Wellenausbreitung in Abhängigkeit von den Schiffsgrößen und Werten im Maximum von $z_A \approx 1,2$ m und H_S bis $\approx 1,1$ m.
- Abschnitt Brunsbüttel bis zur See (km >698)
Abschnitt, in dem bei normalen Wetterlagen die schiffserzeugten Wellen von Windwellen überlagert werden. Bei größeren Passierabständen zum Ufer sind die langperiodischen Schiffswellen i. A. vernachlässigbar, die kurzperiodischen Sekundärwellen können $H_S < 1,0$ m erreichen. Zwischen Osteriff und Altenbruch treten aufgrund des geringeren Passierabstands am südlichen Ufer Belastungen mit Werten von $z_A \approx 0,5$ m und H_S bis $\approx 1,4$ m auf.

6.4.2.2 Sedimentation im Uferbereich

Die Höhenveränderungen durch Sedimentation in den durch Abbruchkanten betroffenen Vordeichsländer liegen im Median bei 1 cm/a, als Mittelwert bei 2,1 cm/a (Abbildung 6.4-1). Eine Abnahme der Sedimentationsrate deutet sich von der Zeitspanne 1965 – 1975 auf die Zeitspanne 1975 – 1998 an. Die Sedimentation findet in ähnlicher Größenordnung auch auf den Flächen statt, die nicht durch Abbruchkanten geprägt sind.

Anzahl Querprofile

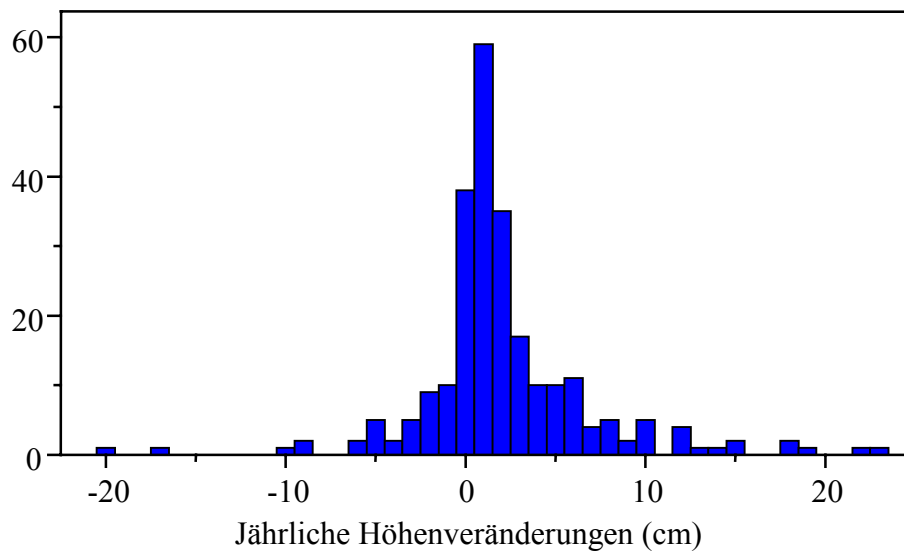


Abbildung 6.4-1 Jährliche Höhenveränderung durch Sedimentation oberhalb von Abbruchkanten (Quelle: Berechnungen IfB)

6.4.3 Allgemeine chemische und physikalische Kennwerte

Bodenacidität

Die pH-Werte der Böden steigen von Geesthacht (ca. pH 5 - 6) bis zur Elbmündung (ca. pH 7,5 - 8) generell an (s. Tabelle 6.4-4). Die pH-Werte liegen im optimalen Bereich für die Nährstoffversorgung und die biologische Aktivität. Zu pH-abhängigen erhöhten Schwermetallfreisetzungen könnte es möglicherweise in belasteten Böden oberhalb Hamburgs kommen, da unterhalb von pH 6,5 eine zunehmende Mobilisierung der Schwermetalle einsetzen kann.

Tabelle 6.4-4: pH(CaCl₂)-Werte der Vordeichsböden und der oberflächennahen Grundwässer

Abschnitt	Oberböden		Unterböden		oberflächennahes Grundwasser	
	Spanne	Median	Spanne	Median	Spanne	Median
VML	4,8 – 6,7	5,8	5,2 - 6,9	5,9	5,8 - 7,4	6,4
HH	6,3 – 7,1	6,6	4,9 - 7,2	6,4	6,5 - 7,6	7,0
WED	4,0 – 7,6	7,1	4,3 - 7,7	7,15	6,7 - 7,4	7,0
GLU	5,7 – 7,3	7,1	6,1 - 7,6	7,2	6,6 - 7,6	7,1
BRU	7,0 – 7,8	7,3	6,2 - 7,8	7,4	6,6 - 7,6	7,0
CUX	6,6 – 8,0	7,6	7,5 - 8,1	7,75	6,7 - 7,3	7,0

Elektrische Leitfähigkeit

Der marine Einfluss auf die Elbe und damit auch auf die Vordeichsböden der Elbe erstreckt sich nach den Werten der elektrischen Leitfähigkeit etwa bis Höhe Glückstadt (s. Tabelle 6.4-5). In den Abschnitten "Vierlande" bis "Glückstadt" liegen die elektrische Leitfähigkeiten in den Extrakten der Bodenproben meist unter 1000 µS/cm.

Tabelle 6.4-5: Elektrische Leitfähigkeit der Boden-Wasserextrakte und der oberflächennahen Grundwässer

Abschnitt	Oberböden (µS/cm)		Unterböden (µS/cm)		Oberflächennahes Grundwasser (µS/cm)	
	Spanne	Median	Spanne	Median	Spanne	Median
VML	65 – 202	115	19 – 340	75,5	457 – 1006	726
HH	124 – 698	298	24 – 1136	136	671 – 1423	915
WED	30 – 774	205	11 – 870	364,5	868 – 1831	1481
GLU	37 – 1795	447	14 – 3220	583,5	664 – 2390	1306
BRU	399 – 2720	675	190 – 2840	1033	1610 - 11230	4250
CUX	150 – 5170	3380	242 – 4790	2115	2970 - 19800	9900

Kalkgehalte

In den Abschnitten "Vierlande" und "Hamburg" sind die Kalkgehalte sehr niedrig (Tabelle 6.4-6). Unterhalb Hamburgs (Abschnitte "Wedel" bis "Cuxhaven") variiert der Kalkgehalt in den Böden sehr stark (insgesamt allgemein als schwach bis mittel carbonathaltig).

Tabelle 6.4-6: Kalkgehalte der Böden

Abschnitt	Oberböden (% C _{anorg})		Unterböden (% C _{anorg})	
	Spanne	Median	Spanne	Median
VML	0 – 0,05	0	0 – 0,06	0
HH	0 – 0,08	0	0 – 0,21	0
WED	0 – 0,72	0,64	0 – 0,4	0,2
GLU	0 – 0,92	0,32	0 – 0,75	0,43
BRU	0,06 – 1,03	0,65	0 – 0,82	0,57
CUX	0 – 0,82	0,42	0 – 0,77	0,46

Organische Substanz

In den Oberböden nehmen die Gehalte an organischer Substanz von Geesthacht bis zur Mündung tendenziell ab (s. Tabelle 6.4-7). Auch die großen Spannweiten der Werte verringern sich in Richtung Elbmündung. Im Vergleich zu den Oberböden weisen die Unterböden meist deutlich niedrigere Gehalte an organischer Substanz auf. Das Maximum der Unterbodengehalte liegt im Untersuchungsabschnitt "Glückstadt".

Tabelle 6.4-7: Gehalt an organischer Substanz in den Vordeichsböden

Abschnitt	Oberböden (%)			Unterböden (%)		
	Spanne	Median	arithm. Mittelwert*	Spanne	Median	arithm. Mittelwert
VML	0,11 – 17,48	5,26	6,11	<0,01 – 13,76	0,89	1,74
HH	1,50 – 18,04	8,89	9,42	0,10 – 18,82	0,58	2,68
WED	0,71 – 10,77	6,78	6,43	0,17 – 6,52	2,50	2,77
GLU	1,05 – 15,81	6,99	7,31	<0,01 – 6,66	2,98	2,93
BRU	2,61 – 9,61	5,62	5,72	0,19 – 4,70	2,08	2,05
CUX	1,10 – 10,32	4,23	4,72	0,28 – 2,87	0,87	1,09

Nährstoffe

In Abhängigkeit von den Gehalten an organischer Substanz in den Vordeichsböden schwanken auch die **Stickstoffgesamtgehalte** in weiten Grenzen (s. Tabelle 6.4-8). Die Gehalte in den Oberböden der Außendeichsflächen liegen häufig über 4 g/kg und sind als hoch zu bezeichnen. Die C/N-Verhältnisse liegen in den meisten der untersuchten Vordeichsböden zwischen 10 und 15, die Böden weisen daher eine hohe biologische Aktivität auf.

Tabelle 6.4-8: Stickstoffgesamtgehalt (N_{ges}) und C/N-Verhältnis der Vordeichsböden

Abschnitt	Oberböden				Unterböden			
	Nges (g/kg)		C/N-Verhältnis		Nges (g/kg)		C/N-Verhältnis	
	Spanne	Median	Spanne	Median	Spanne	Median	Spanne	Median
VML	0,2 - 6,8	2,6	10 - 16	12	NG - 5,5	0,4	7 - 17	12
HH	NG - 8,6	4,2	11 - 16*	13*	NG - 6,4	0,2	10 - 22	14
WED	0,2 - 5,2	3,4	10 - 24	12	NG - 3,1	1,4	9 - 17*	12*
GLU	0,3 - 8,3	3,7	9 - 20	11	NG - 3,6	1,5	8 - 19*	13*
BRU	1,6 - 5,6	2,7	5 - 15	12,5	0,1 - 2,1	0,9	7 - 25	14
CUX	0,4 - 5,7	2,1	10 - 18	12	0,1 - 1,6	0,5	6 - 17	11

* = Einzelne Proben wurden aufgrund sehr niedriger Gehalte an organischem Kohlenstoff oder an Stickstoff nicht in die Berechnung einbezogen.

NG = Gehalt unterhalb der Nachweisgrenze (0,1 g/kg)

Im Vergleich zu den häufig hohen Stickstoffgesamtgehalten in den Böden sind die Gehalte an gelöstem **Ammonium** und **Nitrat** als niedrig zu bezeichnen (s. Tabelle 6.4-9).

Tabelle 6.4-9: Nitrat- und Ammoniumgehalte im oberflächennahen Grundwasser

Abschnitt	Nitrat (mg N/l)			Ammonium (mg N/l)		
	Spanne	Median	arithm. Mittelwert*	Spanne	Median	arithm. Mittelwert*
VML	<0,23 - 33,61	4,54	8,84	<0,1 - 0,40	<0,1	0,02
HH	<0,23 - 6,01	3,46	2,78	<0,1 - 0,35	<0,1	0,05
WED	<0,23 - 2,35	<0,23	0,18	<0,1 - 1,64	0,12	0,28
GLU	<0,23 - 12,2	<0,23	1,10	<0,1 - 1,30	0,16	0,27
BRU	<0,23 - 8,54	<0,23	0,24	<0,1 - 9,40	0,25	1,18
CUX	<0,23 - 3,82	<0,23	0,14	<0,1 - 11,74	0,48	0,83

Bei Gehalten unterhalb der Nachweisgrenze (1 mg NO₃/l, 0,23 mg NO₃-N/l bzw. 0,1 mg NH₄-N/l) wurde zur Berechnung des arithmetischen Mittelwertes "0" eingesetzt.

Die **Phosphorgesamtgehalte** der Böden können – im Vergleich zu Böden anderer Naturräume – als hoch bis sehr hoch bezeichnet werden (s. Tabelle 6.4-10). Da auf den Vordeichflächen über die Düngung keine Phosphoreinträge stattfinden (Ausnahme: Gülle- und Jauche-Düngung), sind die hohen Phosphorgehalte auf Einträge durch Ablagerung frischer Sedimente zurückzuführen.

Sehr niedrige **DL-P-Gehalte** (als Kennzeichnung der Phosphorversorgung; s. Tabelle 6.4-10) treten vor allem in den Böden des Abschnittes "Vierlande" sowie auch in sandigen Horizonten von Böden der übrigen Abschnitte auf. Sehr hohe DL-P-Gehalte kommen fast ausschließlich in den schlickreichen Böden des Abschnittes "Hamburg". Die Böden der übrigen Untersuchungsabschnitte nehmen eine Mittelstellung ein.

Tabelle 6.4-10: Phosphorgesamtgehalte (P_{ges}) und doppelactatlösliche Gehalte (DL-P) der Vordeichsböden

Abschnitt	P _{ges} – Oberböden (g/kg)		P _{ges} – Unterböden (g/kg)		DL-P – Oberböden (g/kg)	
	Spanne	Median	Spanne	Median	Spanne	Median
VML	0,16 - 6,28	0,77	0,11 - 2,52	0,53	<0,01 - 0,46	0,06
HH	0,19 - 4,61	1,25	0,15 - 3,02	0,30	0,18 - 0,49	0,36
WED	0,28 - 2,00	1,21	0,23 - 1,08	0,66	0,01 - 0,19	0,11
GLU	0,35 - 2,78	1,11	0,30 - 1,64	0,73	0,01 - 0,17	0,15
BRU	0,56 - 1,44	1,00	0,20 - 1,11	0,58	0,03 - 0,16	0,05
CUX	0,44 - 1,60	0,80	0,24 - 0,68	0,41	<0,01 - 0,13	0,08

Die Oberbodenproben weisen **Schwefelgehalte** zwischen 0,5 und 2,5 g/kg auf. In den Unterbodenproben liegen die Gehalte häufig unterhalb der Oberbodenwerte. Insgesamt liegen die Schwefelgesamtgehalte im Bereich häufiger angetroffener Bodengehalte zwischen 0,2 bis 2 g/kg.

Die **Kaliumgesamtgehalte** der Böden liegen meist zwischen 8 und 20 g/kg. In der Mehrzahl der Böden weist die DL-Kaliumgehalte auf eine ausreichende Kaliumversorgung der Vegetation hin.

Die **Magnesiumgesamtgehalte** der Böden zeigen eine den Kaliumgesamtgehalten sehr ähnliche Verteilung mit großen Schwankungen in Abhängigkeit von der Bodenart

(0,5 - 12 g/kg; geringe Gehalte in sandigen Böden, höhere Gehalte bei hohen Ton- und Schluffgehalten). Die Medianwerte steigen vom Untersuchungsabschnitt "Wedel" Richtung Cuxhaven deutlich an.

Die **Calciumgesamtgehalte** weisen eine ähnliche Verteilung wie die des Kalks auf (s. o.). Bei ebenfalls niedrigen Gehalten in sandigen Böden ist ein Maximum der Calciumgesamtgehalte in den Abschnitten "Glückstadt" und "Brunsbüttel" zu erkennen.

Die **Natriumgesamtgehalte** steigen in den Vordeichsböden zwischen Geesthacht und Cuxhaven relativ gleichmäßig an. Die Gehalte vom Abschnitt "Vierlande" bis in den Abschnitt "Glückstadt" sind einheitlich niedrig und steigen innerhalb des Abschnittes "Glückstadt" (Untersuchungsfläche Assel) in Richtung Außenelbe deutlich an.

Die **Eisengesamtgehalte** der Böden schwanken körnungsbedingt in allen Abschnitten zwischen 1 und 50 g/kg (Einzelproben bis 95 g/kg). Sandige Böden weisen niedrige und feinkornreiche Horizonte - insbesondere mit höherem Gehalt an organischer Substanz - höhere Eisengehalte auf. Die Mangangesamtgehalte der Vordeichsböden weisen eine dem Eisengesamtgehalt bzw. Gehalt an organischer Substanz ähnliche Verteilung auf.

6.4.4 Belastung der Böden mit Schadstoffen

Böden in Überflutungsbereichen von Flüssen stellen eine Senke für die mit dem Fluss antransportierten Schadstoffe dar. In Abhängigkeit von der Sedimentationsrate und der Herkunft der abgelagerten Partikel sind die Böden des UG unterschiedlich stark mit Schadstoffen belastet. Eine Einstufung der anorganischen und organischen Schadstoffbelastungen von Böden wird gemäß der Vorsorge- und Prüfwertlisten der BBodSchV (1999) vorgenommen (s. Tabelle 6.4-11). Die Bindungsfähigkeit für Schadstoffe ist in Böden stark vom Anteil adsorptionsfähiger Bestandteile (Organische Substanz und Tongehalt) sowie von der Acidität der Böden und dem Lösungsverhalten der jeweiligen Stoffe abhängig.

Tabelle 6.4-11: Vorsorge- und Prüfwerte für Schadstoffgehalte der BBodSchV (mg/kg Trockenmasse)

Parameter	Vorsorgewerte			Prüfwerte		
	Bodenart/ Humusklasse ⁵ nach KA 4			Kinderspiel- flächen	Wohn- gebiete	Park- und Freizeitanlagen
	T, o. >h4	L/U	S, o. ≤ h4			
Arsen				25	50	125
Blei	100 ²	70 ⁴	40	200	400	1.000
Cadmium	1,5 ¹	1 ³	0,4	10	20	50
Chrom	100	60	30	200	400	1.000
Cyanide				50	50	50
Nickel	70 ¹	50 ³	15	70	140	350
Quecksilber	1	0,5	0,1	10	20	50
Zink	200 ¹	150 ³	60			
Al drin				2	4	10
Benzo(a)pyren	1		0,3	2	4	10
DDT				40	80	200
Hexachlorbenzol				4	8	20
HCH-Gemisch				5	10	25
Pentachlorphenol				50	100	250
PCB	0,1		0,05	2	4	10

¹ Bei pH <6 gelten die Vorsorgewerte für Lehm; ² Bei pH <5 gelten die Vorsorgewerte für Lehm
³ Bei pH <6 gelten die Vorsorgewerte für Sand; ⁴ Bei pH <5 gelten die Vorsorgewerte für Sand
⁵ Humusklasse nur für organische Schadstoffe

Spuremetalle:

T Bodenarten mit hohem Tongehalten: Tt, Tu2, Tu3, Tu4, Tl, Ts2, Lt3
S Bodenarten mit geringen Tongehalten: Ss, St2, Su2, Su3, Su4, Sl2, Sl3
L/U: alle übrigen Bodenarten

Organische Schadstoffe:

>h4 Böden mit hohem Gehalt an organischer Substanz: ≥ 8 %C.
≤ h4 Böden mit geringerem Gehalt an organischer Substanz: <8 %C.

Schwermetalle

Den **Zinkgehalten** kommt eine Indikatorfunktion für die Schwermetallbelastung der Böden zu. Generell kann davon ausgegangen werden, dass in Böden mit hohen Zinkgehalten auch andere Schwermetalle in erhöhten Konzentrationen vorliegen. Feinkornreiche Böden mit hohen Anteilen an organischer Substanz weisen die höchsten und Böden aus Sand meist nur sehr niedrige Zinkgesamtgehalte auf. Im UG werden die Vorsorgewerte für Zink der BBodSchV (60 mg/kg für Sand, 150 mg/kg für Schluff/Lehm, 200 mg/kg für Ton) häufig überschritten (in 60 % der Ober- und in weniger als 25 % der Unterbodenproben). Von den Wattproben weisen die Sandproben niedrige Zinkgehalte und die Schlickproben in der Mehrzahl Gehalte oberhalb der Vorsorgewerten auf.

In den feinkörnigen, humusreichen Horizonten häufig überfluteter Böden in den Abschnitten "Vierlande" und "Hamburg" werden die höchsten (600 – 3000 mg/kg; Tabelle 6.4-12), in den Abschnitten "Wedel" und "Glückstadt" ebenfalls hohe (300 – 600 mg/kg) und in den Abschnitten "Brunsbüttel" und "Cuxhaven" meist unterhalb

300 mg/kg liegende Zinkgesamtgehalte gefunden. Durch Einmischung von nicht oder gering belasteten marinen Sedimenten, nimmt die Zinkbelastung in den Böden in Richtung Cuxhaven ab.

Tabelle 6.4-12: Zinkgesamtgehalt der Vordeichsböden und der oberflächennahen Grundwässer

Abschnitt	Oberböden (mg/kg)		Unterböden (mg/kg)		oberflächennahes Grundwasser (µg/l)	
	Spanne	Median	Spanne	Median	Spanne	Median
VML	48 – 1538	161	16 - 838	83	<10 - 90	28
HH	33 – 1808	476	19 - 3267	37	<10 - 365	46
WED	20 – 909	273	17 - 371	76	<10 - 62	16
GLU	28 – 727	336	28 - 608	95	<10 - 70	15
BRU	100 – 302	212	19 - 257	86	<10 - 227	21
CUX	54 – 431	137	26 - 159	54	<10 - 249	76

Die Kupfer- und Bleigehalte weisen eine den Zinkgehalten ähnliche Verteilung auf. Für **Kupfer** kommen Überschreitungen der Vorsorgewerte der BBodSchV (20 – 60 mg/kg) bei etwa 20 % der Proben vor (im wesentlichen aus dem Oberboden).

Die Mehrzahl der Proben weist **Bleigesamtgehalte** in der Größenordnung der Vorsorgewerte der BBodSchV (40 – 100 mg/kg) auf. Bei den Proben mit erhöhten Bleigehalten handelt es sich meist um Oberböden und Schlicke, der Maßnahmenwert für Grünlandflächen im Hinblick auf die Pflanzenqualität (1.200 mg/kg) wird dabei nicht überschritten. Mit Abnahme der Belastung der Elbsedimente in Richtung Nordsee sinkt auch die Belastung der bindigen, humosen Böden. Sandige, humusarme Böden (Uferwälle, hoch aufgespülte Inseln) weisen in allen Abschnitten ebenfalls die geringsten Bleigesamtgehalte auf.

Auch **Nickel** und **Chrom** werden hauptsächlich über belastete Sedimente in die Böden eingetragen. Von der überwiegenden Mehrzahl der Böden wird der Vorsorgewert der BBodSchV (Ni: 15 - 70 mg/kg; Cr: 30 - 100 mg/kg) nicht oder nur geringfügig überschritten. Erhöhte Gehalte kommen auch hier vor allem in Oberböden und Schlickten vor. Mit der abnehmenden Belastung der Sedimente in Richtung Nordsee nehmen auch die Belastungen der Vordeichsböden mit Nickel und Chrom generell ab.

Die schon bei den anderen Schwermetallen beschriebene Belastungsverteilung trifft auch für **Cadmium** zu. Böden mit Überschreitungen der Vorsorgewerte der BBodSchV für Cadmium (0,4 - 1,5 mg/kg) kommen in allen Abschnitten vor, meistens handelt es sich um Oberböden mit hohen Anteilen an organischer Substanz und Ton bzw. im Schlick. In den schlickigen Böden der Abschnitte "Vierlande" und "Hamburg" treten Werte > 10 mg/kg auf, die allerdings die Maßnahmenwerte für Grünland im Hinblick auf die Pflanzenqualität (20 mg/kg) nicht überschreiten.

Auch bei **Quecksilber** erfolgt der Haupteintrag in die Vordeichsböden über die Ablagerung feinkörniger, humoser Sedimente. Die hohe Quecksilberbelastung der aus den letzten Jahrzehnten stammenden Sedimente wird durch die meist sehr hohe Belastung der Oberböden im Vergleich zu den Unterböden deutlich. Der Vorsorgewert der

BBodSchV (0,1 - 1 mg/kg) wird daher vor allem in Oberbodenproben überschritten. In allen Abschnitten werden in einzelnen hoch belasteten Schlickten die Maßnahmenwerte für Grünland im Hinblick auf die Pflanzenqualität (2 mg/kg) überschritten.

Zur Einstufung der Gesamtgehalte an **Arsen** liegen in der BBodSchV keine Vorsorgewerte vor, die Belastungen können aber im Vergleich zu natürlichen Hintergrundwerten als mittel bis hoch eingestuft werden. In den Abschnitten Vierlande – Glückstadt übersteigen einzelne Oberbodenproben die Maßnahmenwerte für Grünland im Hinblick auf die Pflanzenqualität (50 mg/kg).

Organische Schadstoffe

Die Belastung der Böden mit organischen Schadstoffen – analog zu den anorganischen Spurenelementen – ist im wesentlichen abhängig vom Gehalt an organischer Substanz, der Körnung sowie der Überflutungshäufigkeit.

Die Gehalte an **Mineralöl-Kohlenwasserstoffen** (KW) der untersuchten Oberböden liegen überwiegend unterhalb der Nachweisgrenze (< 50 mg KW/kg). Die Schlicke in den Abschnitten "Vierlande" und "Hamburg" enthalten zwischen 60 und 250 mg KW/kg enthalten (eine hochbelastete Einzelprobe mit fast 4.400 mg/kg).

Die Gehalte an absorbierbaren organischen Halogenverbindungen (**AOX**) liegen in den Abschnitten "Brunsbüttel" und "Cuxhaven" mit 50 - 75 mg/kg relativ niedrig. In den übrigen Abschnitten weisen einige Böden zwar ähnlich niedrige Gehalte auf, es kommen in Schlickten oder schlickreichen Böden jedoch auch AOX-Gehalte bis etwa 175 mg/kg vor.

Die **PCB**-Gehalte (PCB Summe 6¹) liegen mit Konzentrationen von <1 bis 57 µg/kg (mit Ausnahme einer Probe) unterhalb der Vorsorgewerte der BBodSchV (s. Tabelle 6.4-11).

Die Mehrzahl der Böden weist niedrige Gehalte an **PAK** (PAK 16²) sowie Benzo(a)pyren als Einzelstoff unterhalb des jeweiligen Vorsorgewertes (3 bzw. 0,3 mg/kg) auf. Nur einzelne Schlicke aus den Abschnitten "Vierlande" und "Hamburg" liegen darüber. Die Böden der Abschnitte "Wedel" bis "Cuxhaven" können als gering, die der Abschnitte "Vierlande" und "Hamburg" (Schlicke) als gering bis mäßig mit PAK belastet eingestuft werden.

Die Konzentrationen der in den rechtselbischen Vordeichsländer bestimmten **Dioxinen** gehen von ca. 43 ng I-TEQ/kg bei Geesthacht über 15 ng/kg im Bütteler Außen-deich auf ca. 6 ng/kg im Bereich Neufelder Koog zurück. Im Mündungsbereich der Nebenflüsse traten Werte bis zu 75 ng I-TEQ/kg auf, allerdings auch hier mit einem abnehmenden Trend zur Nordsee.

¹ DIN 51527: PCB-Kongeneren Nr. 28, 52, 101, 138, 153, 180

² EPA-Liste 610 (=PAK 16): Naphthalin, Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Benzo(a)anthracen, Chrysen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren (BaP), Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dibenzo(a,h)anthracen, Benzo(g,h,i)perylen

6.4.5 Bewertung der Schadstoffgehalte nach BBodSchV

Die abschnittsweise Bewertung der Schadstoffbelastung in den Böden erfolgt gemäß Tabelle 6.4-13 anhand der Vorsorge- und Prüfwerte der BBodSchV (s. Tabelle 6.4-11).

Tabelle 6.4-13: Belastungsstufen der Bodenschadstoffgehalte

Belastungsstufe	Kriterien
5	kein Schadstoff liegt über den Vorsorgewerten
4	Mindestens ein Schadstoff liegt über den Vorsorgewerten und kein Messwert liegt über den Prüfwerten für Kinderspielflächen
3	Mindestens ein Schadstoff liegt über den Prüfwerten für Kinderspielflächen und kein Messwert über den Prüfwerten für Wohngebiete
2	Mindestens ein Schadstoff liegt über den Prüfwerten für Wohnflächen und kein Messwert über den Prüfwerten für Park- und Freizeitanlagen
1	Mindestens ein Schadstoff überschreitet die Prüfwerte für Park- und Freizeitanlagen

Als Grundlage zur Einstufung dienen die Schadstoffdaten des Bodenkatasters und ergänzend des Sedimentschadstoffkatasters für die Wattböden (Unterlage H.2c). Die Einstufung der einzelnen Abschnitte des UG zeigt Tabelle 6.4-14.

Tabelle 6.4-14: Belastungsstufen von Böden und Wattböden

Abschnitt	alle Böden ohne sandige Spülfelder	Sandwattböden, Strände, sandige Spülfelder	Misch- u. Übergangs-Wattböden mit Vegetationsbedeckung	Schlickwattböden mit Vegetationsbedeckung
AUS	5 ⁽¹⁾	5 (55)	5 (60)	4 ⁽¹⁾
CUX	4 (26)	5 (26)	5 (41)	4 (3)
BRU	4 (29)	5 (12)	4 (29)	4 (6)
GLU	4 (54)	5 (21)	4 (45)	4 (6)
WED	4 ⁽²⁾	4 (12)	4 (23)	4 (4)
HH	3 (13)	4 ⁽²⁾	4 (27)	3 (52)
VML	4 (18)	4 (15)	4 (16)	3 (4)
NF (Nebenflüsse)	wie jeweiliger Abschnitt1 ⁽¹⁾		4(16)	

⁽¹⁾ keine Belastungsdaten vorhanden, Zuordnung erfolgte nach gutachterlicher Einschätzung

⁽²⁾ zu geringe Datengrundlage (n=4), Wertstufe wurde auf "4" festgelegt

In den **terrestrischen und semiterrestrischen Böden** werden die Vorsorgewerte überwiegend überschritten (Belastungsstufe 4). Im UG ist unterhalb des Abschnittes "Hamburg" eine Abnahme der Schadstoffbelastung zu beobachten. Hamburg selbst stellt einen Belastungsschwerpunkt dar (Belastungsstufe 3). Im Vergleich liegen die Schadstoffgehalte im Abschnitt "Vier- und Marschlande" etwas tiefer. Allgemein gering

belastet sind alle Böden im Abschnitt "Außenelbe" sowie die feinkornarmen Böden der sandigen Spülfelder und Strandböden (Belastungsstufe 5).

Größere Belastungsspannweiten zeigen die in ihrer Textur stärker differenzierten **subhydrischen Wattböden**. Niedrige Belastungen weisen die Sandwattböden auf (Belastungsstufe 5). Lediglich in den Abschnitten "Hamburg" und "Vier- und Marschlande" wird eine Belastungsstufe von 4 erreicht. Bei Misch- und Übergangswattböden liegen die Belastungsstufen etwas höher als bei den Sandwattböden. Die höchsten Belastungen weisen die Schlickwattböden auf (Belastungsstufe 4), mit der höchsten Belastungsstufe in den Abschnitten "Hamburg" und "Vier- und Marschlande" (Stufe 3).

In den **Nebenflüssen** ergibt sich für die Wattböden ein Belastungswert von 4.

6.4.6 Grundzüge des Bodenwasserhaushalts

Als Kompartimente des Ökosystems nehmen die Böden am Wasserkreislauf teil. Infolge ihrer porösen Struktur können sie Wasser aufnehmen, speichern und auch wieder an andere Kompartimente abgeben.

Der Wasserhaushalt der Vordeichsböden wird neben anderen hydrologischen Faktoren (Niederschlag, Abfluss, Verdunstung usw.) - im Gegensatz zu anderen Böden - durch einen zusätzlichen hydrologischen Prozess, nämlich den tideabhängigen Einträgen von Elbwasser geprägt.

Der Einfluss der Elbe ist zeitlich und örtlich sehr verschieden und hängt von

1. den hydraulischen Eigenschaften der Böden (Porenverteilung, gesättigte und ungesättigte Wasserleitfähigkeiten)
2. der Höhenlage und damit der Überflutungshäufigkeit,
3. der Nähe zum Vorfluter und
4. der Strukturierung der Vorlandmarsch durch Priele und Grüppen

ab.

Der Bodenwasserhaushalt ist von den verschiedenartig aufgebauten Böden und lokal unterschiedlichen topographischen Situationen abhängig. Eine Klassifizierung der Bodenwasserhaushaltstypen des UG in Abhängigkeit von topographischen und Nutzungsfaktoren erfolgte durch Miehlich et al. (1997).

6.4.7 Beschreibung von Bodenfunktionen

Böden erfüllen grundsätzlich zahlreiche Funktionen im Naturhaushalt, als Produktionsfaktor wie auch als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.

Die Funktionalität der Böden im UG ist Basis für die Bodenbewertung, die sich nach den im § 2 durch das BBodSchG definierten und damit zu schützenden Bodenfunktionen richtet (Einzelheiten zur Definition und Bewertung der Bodenfunktionen siehe Kapitel 6.3)

Die im UG vorherrschenden Watt- und Marschböden sind hinsichtlich ihrer natürlichen Funktionen im besonderen Maße mit den abiotischen und biotischen Faktoren des Tideästuars verbunden. Die Böden werden dabei sowohl von dem Fluss und Meer "beeinflusst", nehmen aber auch regulierend Einfluss auf die angrenzenden Systemkompartimente.

Die besondere Funktionalität der Böden als Lebensraum und Lebensgrundlage für die spezifische Vegetation und Tierwelt wie auch die im Boden lebenden Organismen ist offensichtlich.

Die hohen Nährstoffgehalte und die auch in sommerlichen Trockenzeiten hohe Verfügbarkeit von Bodenwasser bedingen eine hohe Produktivität der natürlichen Pflanzengesellschaften. Die auf die zeitweise wassergesättigten Verhältnisse angepasste Bodenöziose kann die Biomasse mehr oder weniger wirksam umsetzen und stellt wiederum eine wichtige Nahrungsgrundlage für die in großen Zahlen im Gebiet rastenden Zugvögel und Wintergäste dar. Die durch Sedimentumlagerungen und Wellen- und Eisbelastungen jungen Böden der Uferzone bilden einen Lebensraum für seltene Pionierarten.

Die Böden erfüllen auch eine wichtige Transformatorfunktion bei der Umsetzung von eingetragenen Stoffen. Dies betrifft sowohl die am Standort produzierte organische Substanz wie auch die Stoffe, die bei den Überflutungen mit dem Elbwasser eingetragen werden (z. B. Stickstoffverbindungen, organische Schadstoffe). Für einen Teil der eingetragenen Stoffe stellen die regelmäßig überfluteten Böden einen langfristigen Speicher dar und schützen somit andere Kompartimente (z. B. Nordsee) vor Belastungen. Über die in den Böden umgesetzten Kohlenstoffverbindungen gelangen erhebliche Mengen an gelöstem Hydrogencarbonat in die Tideelbe und die angrenzende Nordsee.

Aufgrund der vorwiegend geringen anthropogenen Überprägung und dichten Vegetation können die Marschböden am Wasser- und Stoffhaushalt der Landschaft intensiv teilnehmen. Hinsichtlich des Wasserhaushalts ist aber der Einfluss der Elbe auf die Böden intensiver als dass die Böden die Hydrologie der Tideelbe selbst beeinflussen können. In Abhängigkeit von der Morphologie wird im Falle von Sturmfluten ein Teil der Wellenenergie bereits in den Vordeichsländer verbraucht. Damit erfüllen die Flächen auch eine Funktion für den Küstenschutz.

Von besonderer Bedeutung sind die Funktionen für das Klima der Region, da die hohe Bodenfeuchte für eine starke Dämpfung von Temperaturschwankungen sorgt und zu einer gleichmäßig hohen Luftfeuchte beiträgt.

6.4.8 Bewertung der Böden anhand ihrer Bodenfunktionen

Die für das Schutzgut Boden bewertete Gesamtfläche beträgt insgesamt 16.444 ha (= 89 % der Fläche der Böden und Wattböden von insgesamt 18.561 ha). 11 Prozent der Bodenfläche konnten aufgrund der entstandenen Inkonsistenzen bei der Verschneidung der Bodenkarte mit der Biotoptypenkarte sowie der nicht definierbaren Eigenschaften bei den Flächen der Einheit "Sonstige Böden" nicht bewertet werden.

Die Bewertung der Böden im Ist-Zustand wurde nach dem Hamburger Verfahren zunächst für alle Teilfunktionen durchgeführt und anschließend entsprechend der Vorgaben zur Integration für alle Flächen die Schutztypen abgeleitet.

Die Flächenanteile der bewerteten Böden und Bodenschutztypen zeigen die Tabelle 6.4-15 bis Tabelle 6.4-17. Die flächenhafte Verteilung der Wertstufen kann der Karte der Bodenbewertung entnommen werden (Anlage 2 in Unterlage H.3).

Tabelle 6.4-15: Flächenanteile bewerteter Böden in den einzelnen Abschnitten des Untersuchungsgebietes

Abschnitte	AUS	CUX	BRU	GLU	WED	HH	VML	NF	Gesamt
Gesamtfläche	721,9	2976,8	2066,9	2900,3	850,1	1403,5	605,1	7036,7	18561,4
bewertete Fläche (ha)	620,8	2761,1	1950,3	2774,8	826,0	1086,8	523,8	5899,9	16443,5
nicht bewertete Fläche (ha)	101,1	215,7	116,6	125,5	24,1	316,7	81,3	1136,8	2117,9
Anteil bewertete Fläche (%)	86,0	92,8	94,4	95,7	97,2	77,4	86,6	83,8	88,6

Tabelle 6.4-16: Flächen (ha) von Wertstufen und Bodenschutztypen in den Abschnitten

Abschnitte	AUS (ha)	CUX (ha)	BRU (ha)	GLU (ha)	WED (ha)	HH (ha)	VML (ha)	NF (ha)	Gesamt (ha)	
Boden-Wertstufen										
5	583,5	855,6	872,2	990,3	151,7	183,2	370,6	930,4	4.937,5	
4	7,5	1.422,4	385,6	178,5	23,2	34,9	67,7	549,5	2.669,2	
3	27,7	133,4	184,6	57,1	<0,1	<0,1	8,8	414,5	826,0	
2	0,5	297,6	423,1	1.480,6	559,7	247,9	27,5	3.848,7	6.885,6	
1	1,6	52,2	84,8	68,4	91,5	620,8	49,1	156,8	1.125,1	
Summe	620,8	2.761,1	1.950,3	2.774,8	826,0	1.086,8	523,8	5.899,9	16.443,5	
Schutztypen										
5a	566,8	851,6	872,2	990,3	151,7	183,2	370,6	930,4	4.916,8	
5b	16,7	4,1	-	-	-	-	-	-	20,8	
4a	7,5	1.294,9	349,0	69,6	19,2	-	7,3	192,6	1.940,1	
4b	-	127,5	36,6	108,9	4,0	34,9	60,4	356,9	729,1	
3a	-	133,4	184,2	57,1	-	<0,1	8,8	413,8	797,2	
3b	27,7	-	0,4	-	-	-	-	0,7	28,8	
2a	<0,1	202,2	293,3	643,8	39,3	17,6	11,4	1.907,7	3.115,3	
2b	0,4	95,4	129,8	836,8	520,4	230,3	16,1	1.941,0	3.770,3	
1	1,6	52,2	84,8	68,4	91,5	620,8	49,1	156,8	1.125,1	
Summe	620,8	2.761,1	1.950,3	2.774,8	826,0	1.086,8	523,8	5.899,9	16.443,5	
Wertstufen der integrierten Bodenfunktionen										
AF	5	566,8	851,6	872,2	990,3	151,7	183,2	370,6	930,1	4.916,5
	4	24,2	1.092,8	304,6	175,7	23,2	34,9	60,4	546,9	2.262,6
	3	27,7	3,6	138,0	35,3	<0,1	<0,1	5,5	39,5	249,6
	2	1,6	719,5	458,9	765,9	43,8	13,7	87,3	4.292,2	6.382,9
	1	0,4	93,6	176,5	807,6	607,4	855,0	<0,1	91,3	2.632,0
Summe	620,8	2.761,1	1.950,3	2.774,8	826,0	1.086,8	523,8	5.899,9	16.443,5	

Abschnitte		AUS (ha)	CUX (ha)	BRU (ha)	GLU (ha)	WED (ha)	HH (ha)	VML (ha)	NF (ha)	Gesamt (ha)
LRF	5	540,9	237,3	17,6	87,0	-	-	-	-	882,9
	4	50,1	1442,3	654,1	893,2	169,7	-	234,3	479,8	3.923,6
	3	-	277,9	216,1	158,8	0,8	182,0	68,0	792,0	1.695,6
	2	29,3	650,4	836,3	757,8	40,6	38,8	180,3	4.416,9	6.950,5
	1	0,4	153,2	226,1	877,9	614,9	866,0	41,2	211,2	2991,0
Summe		620,8	2.761,1	1.950,3	2.774,8	826,0	1.086,8	523,8	5.899,9	16.443,5
AAA ³	5	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,5
	4	16,7	2.085,4	1.503,8	1.437,0	39,3	17,6	44,5	2.650,1	7.794,3
	3	226,1	310,5	256,2	967,2	540,5	335,5	337,8	3.161,0	6.134,8
	2	312,0	41,3	17,3	30,8	87,4	671,0	126,7	63,5	1.350,0
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe		554,8	2.437,2	1.777,3	2.435,0	667,2	1.024,1	509,0	5.876,1	15.280,6
BNH	5	619,2	2.660,6	1.818,9	2.594,5	683,6	436,7	454,2	5.585,6	14.853,3
	4	-	35,0	-	107,2	50,5	26,4	15,7	12,0	246,8
	3	1,6	16,2	37,0	1,8	1,1	11,6	11,3	191,9	272,5
	2	-	13,4	22,5	13,5	3,0	205,9	15,4	37,0	310,7
	1	<0,1	36,0	71,8	57,8	87,8	406,2	27,2	73,4	760,2
Summe		620,8	2.761,1	1.950,3	2.774,8	826,0	1.086,8	523,8	5.899,9	16.443,5

Tabelle 6.4-17: Flächenanteile (%) von Wertstufen und Bodenschutztypen in den Abschnitten

Abschnitte	AUS (%)	CUX (%)	BRU (%)	GLU (%)	WED (%)	HH (%)	VML (%)	NF (%)	Gesamt (%)
Boden-Wertstufen									
5	94,0	31,0	44,7	35,7	18,4	16,9	70,8	15,8	40,9
4	1,2	51,5	19,8	6,4	2,8	3,2	12,9	9,3	13,4
3	4,5	4,8	9,5	2,1	-	<0,1	1,7	7,0	3,7
2	0,1	10,8	21,7	53,4	67,8	22,8	5,3	65,2	30,9
1	0,3	1,9	4,4	2,5	11,1	57,1	9,4	2,7	11,1
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Schutztypen									
5a	91,3	30,8	44,7	35,7	18,4	16,9	70,8	15,8	40,5
5b	2,7	0,1	-	-	-	-	-	-	0,4
4a	1,2	46,9	17,9	2,5	2,3	-	1,4	3,3	9,4
4b	-	4,6	1,9	3,9	0,5	3,2	11,5	6,0	4,0
3a	-	4,8	9,4	2,1	-	<0,1	1,7	7,0	3,1
3b	4,5	-	<0,1	-	-	-	-	<0,1	0,6
2a	<0,1	7,3	15,0	23,2	4,8	1,6	2,2	32,3	10,8
2b	0,1	3,5	6,7	30,2	63,0	21,2	3,1	32,9	20,1
1	0,3	1,9	4,4	2,5	11,1	57,1	9,4	2,7	11,1
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100

³ Ohne semisubhydrische Böden (Wattböden, Nass-Strand)

Abschnitte	AUS (%)	CUX (%)	BRU (%)	GLU (%)	WED (%)	HH (%)	VML (%)	NF (%)	Gesamt (%)	
Wertstufen der integrierten Bodenfunktionen										
AF	5	91,3	30,8	44,7	35,7	18,4	16,9	70,8	15,8	40,5
	4	3,9	39,6	15,6	6,3	2,8	3,2	11,5	9,3	11,5
	3	4,5	0,1	7,1	1,3	-	-	1,0	0,7	1,8
	2	0,3	26,1	23,5	27,6	5,3	1,3	16,7	72,7	21,7
	1	0,1	3,4	9,1	29,1	73,5	78,7	-	1,5	24,4
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
LRF	5	87,1	8,6	0,9	3,1	-	-	-	-	12,5
	4	8,1	52,2	33,5	32,2	20,5	-	44,7	8,1	24,9
	3	-	10,1	11,1	5,7	0,1	16,7	13,0	13,4	8,8
	2	4,7	23,6	42,9	27,3	4,9	3,6	34,4	74,9	27,0
	1	0,1	5,5	11,6	31,6	74,4	79,7	7,9	3,6	26,8
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AAA ⁴	5	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1
	4	2,7	75,5	77,1	51,8	4,8	1,6	8,5	44,9	33,4
	3	36,4	11,2	13,1	34,9	65,4	30,9	64,5	53,6	38,8
	2	50,3	1,5	0,9	1,1	10,6	61,7	24,2	1,1	18,9
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe	89,4	88,3	91,1	87,8	80,8	94,2	97,2	99,6	91,1	
BNH	5	99,7	96,4	93,3	93,5	82,8	40,2	86,7	94,7	85,9
	4	-	1,3	-	3,9	6,1	2,4	3,0	0,2	2,1
	3	0,3	0,6	1,9	0,1	0,1	1,1	2,2	3,3	1,2
	2	-	0,5	1,2	0,5	0,4	18,9	2,9	0,6	3,1
	1	<0,1	1,3	3,7	2,1	10,6	37,4	5,2	1,2	7,7
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Wertstufen und Schutztypen der Böden

Die Böden des UG weisen hinsichtlich ihrer Wertigkeit zwei Schwerpunkte auf.

Im UG dominieren die hochwertigen und sehr hochwertigen Böden mit der Wertstufe 4 (13,4 %) und Wertstufe 5 (40,9 %). Große Anteile nehmen gleichzeitig auch die weniger wertvollen Böden der Wertstufe 2 ein (30,9 %). Böden mit der mittleren Wertstufe 3 treten in allen Abschnitten in nur untergeordnetem Maße auf (< 0,1 % bis 9,5 %, im Mittel 3,5 %). Böden geringer Wertigkeit (Wertstufe 1) nehmen einen mittleren Flächenanteil von 11,1 % ein.

Innerhalb der einzelnen Abschnitte zeigen sich je nach der Natürlichkeit bzw. der Intensität der anthropogenen Überprägung deutliche Verschiebungen der Wertigkeiten. Die Abschnitte „Hamburg“ und „Wedel“ sowie die „Nebenflüsse“ weisen größere Anteile geringwertiger Böden auf. In den Abschnitten „Außenelbe“ bis „Brunsbüttel“ und „Vier- und Marschlande“ herrschen hochwertige Böden vor. In den noch relativ leitbildkonformen Abschnitten wie "Außenelbe", "Cuxhaven" und "Vier- und Marschlande"

⁴ Ohne semisubhydrische Böden (Wattböden)

ist ersichtlich, dass im UG die Dominanz hochwertiger Böden als leitbildtypisch anzusehen ist (bereits mit starkem Rückgang der Böden der Wertstufe 3 und unbedeutenden Anteilen an den Wertstufen 2 und 1).

Die Einstufung der sehr wertvollen Böden in Wertstufe **5** (40,9 %) erfolgt vor allem aufgrund ihrer sehr hohen Bedeutung hinsichtlich der Funktion „Archiv der Kultur- und Naturgeschichte“ (AF).

- Der Schutztyp 5a (AF) tritt in sämtlichen Abschnitten des UG in hohen Anteilen auf, im Abschnitt Außenelbe nahezu ausschließlich (mit naturnahen und/oder seltenen Marschen- und Wattböden oder Böden mit typischer Marschenkultivierung).
- Böden des Schutztyps 5b (Lebensraumfunktion LRF) sind nur zu einem geringen Anteil in der Wertstufe 5 vertreten. Es sind ausschließlich Böden der Abschnitte "Außenelbe" und "Cuxhaven" mit der geringsten Schadstoffbelastung. Aufgrund der flussaufwärts zunehmenden Schadstoffbelastung der Böden sind keine Bodenflächen der übrigen Abschnitte in den Schutztyp 5b eingeordnet.

Eine ähnliche Zusammensetzung zeigen die Böden der Wertstufe **4** (13,4 %) mit noch hoher Bedeutung hinsichtlich der „Lebensraumfunktion“ (LRF, Schutztyp 4a) oder der Funktion als „Archiv der Kultur- und Naturgeschichte“ (AF, Schutztyp 4b). Typische Bodentypen dieser Schutztypklasse sind Roh-, Kalk- und Kleimarschen.

In der Wertstufe **3** sind Böden mit mittlerer Bedeutung für die Lebensraumfunktion (Schutztyp 3a) sowie für die Funktion als Archiv der Kultur- und Naturgeschichte (Schutztyp 3b) vertreten. Die betroffenen Bodenflächen nehmen nur 3,7 % des UG ein, treten dabei aber in allen Abschnitten auf. In diese Schutztypklasse ist neben den klassischen Marschenböden auch der Bodentyp Vorlandmarsch enthalten.

Die weniger wertvollen Böden der Wertstufe **2** (30,9 %) beinhalten zu einem Drittel den Schutztyp 2a und zu zwei Dritteln den Schutztyp 2b.

- In den Schutztyp 2a (mit hohem Wert als „Aufbau-, Ausgleichs-, Abbaumedium“, AAA) fallen weit verbreitete Marschentypen (Roh-, Kalk-, Kleimarsch) mit einem regional sehr unterschiedlichen Grad der Natürlichkeit (Intensivnutzung, naturnaher Typ) sowie auch anthropogene Böden (tonige Aufspülungen, schluffige Aufschüttungen) mit guter Bewertung als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen.
- Der Schutztyp 2b (mit hoher Wertigkeit für die Funktion als „Bestandteil im Naturhaushalt“ BNH) repräsentiert ca. 20 % der Bodenflächen. Diesem Schutztyp sind Roh-, Kalk- und Kleimarschen mit intensiven landwirtschaftlichen oder besonderen standortfremden Nutzungen sowie aufgespülte sandige Substrate in den Abschnitten "Vier- u. Marschlande" bis "Glückstadt" (mit guter Fähigkeit zur Wasseraufnahme und ggf. zur Nährstoffabgabe an die Vegetation) zugeordnet.

Böden des **Schutztyps 1** (11,1 %) weisen für keine Funktion eine sehr hohe, hohe oder mittlere Bedeutung auf. Diesem Schutztyp sind die vegetationslosen Bodenflächen wie sandige Aufspülungen in Ufernähe und durch teilweise Überbauung sehr stark anthropogen überprägte Böden zugeordnet. Der Schutztyp 1 tritt in den Abschnitten überwiegend nur in untergeordneten Anteilen auf. Lediglich im Abschnitt "Hamburg" werden mit 57 % sehr hohe Anteile erreicht.

6.4.9 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes anhand der integrierten Bodenfunktionen

Archivfunktionen (AF; Seltenheit und Natürlichkeit der Böden (AF1) sowie Art und Erhaltungsgrad vorindustrieller Nutzungen (AF2):

In den Abschnitten "Außenelbe", "Cuxhaven", "Brunsbüttel" treten in großer Ausdehnung relativ seltene Bodentypen (Rohmarschen, Trockenstrände) auf, mit beträchtlichen Anteilen an hochwertigen und sehr hochwertigen Böden (90 % der Flächen entfallen auf die Wertzahl 5).

In den Abschnitten "Cuxhaven", "Brunsbüttel", "Glückstadt" werden seltene Bodentypen zunehmend von häufigen Bodentypen (tonigen und tonig-schluffigen Kalk- und Kleimarschen) abgelöst, aufgrund ihrer Natürlichkeit häufig ebenfalls mit hoher oder sehr hoher Bewertung (Wertstufe 4 bzw. 5).

Die Anteile von häufigen oder anthropogenen Böden (Spülfelder) z. T. mit intensiver Nutzung oder Flächen mit anthropogener Störungen (Wertstufen 1 und 2) nehmen oberhalb des Abschnitts "Cuxhaven" zu, mit Verschiebung der Wertstufen in Richtung der Wertstufe 1. Im Bereich "Wedel" und "Hamburg" entfallen 73 % bzw. 79 % der Bodenflächen auf die Wertstufe 1. Der Abschnitt "Vier- u. Marschlande" ähnelt in der Einstufung den Abschnitten "Außenelbe" und "Cuxhaven". Im Bereich der Nebenflüsse treten weniger seltene Böden auf (mehr als 70 % der Fläche in Wertstufe 2).

Lebensraumfunktion (LRF; Schadstofffreiheit (LRF1) und Seltenheit der Standorteigenschaften (LRF2)).

Im Abschnitt "Außenelbe" nehmen weitgehend schadstofffreie Böden große Flächen ein (87 %). In den stärker belasteten Abschnitten "Cuxhaven", "Brunsbüttel" und "Glückstadt" treten große Anteile an Böden der Wertstufe 2 auf. Böden der Wertstufe 5 fehlen in diesen und den stromaufwärtigen Abschnitten. In gleichem Maße nehmen weniger wertvolle Böden mit relativ häufigen Standorteigenschaften (Wertstufe 2) zu. Böden der Wertstufe 1 (sandige vegetationslose Aufspülungen, teilweise überbaute Böden) nehmen im Abschnitt "Glückstadt" 30 % sowie in den Abschnitten "Wedel" und "Hamburg" mehr als 70 % ein. Im Abschnitt "Vier- u. Marschlande" treten große Anteile hochwertiger Boden auf (44,7 %), die aber aufgrund der erhöhten Schadstoffbelastung lediglich die Wertstufe 2 erreichen. In den Nebenflüssen dominieren mit über 70 % Böden der Wertstufe 2 aufgrund vorherrschender häufiger Böden mit weit verbreiteten Bodeneigenschaften.

Funktion als Aufbau-, Ausgleichs- und Abbaumedium (AAA; Fähigkeit zur stofflichen Umsetzung bzw. Speicherung von Schadstoffen und Säuren).

Die Böden des UG zeigen ganz allgemein mittlere bis gute Bewertungen. Große Anteile der Wertstufe 4 finden sich in den Abschnitten "Cuxhaven", "Brunsbüttel" und "Glückstadt" und den "Nebenflüssen" (45 – 77 %), der Wertstufe 3 dagegen in den Abschnitten "Wedel", "Hamburg" und "Vier- u. Marschlande" (mit sandigen Böden bzw. sandigen Aufspülungen; 30 – 65 %). Die mäßige bis schlechte Einstufung von über 85 % der Böden im Abschnitt "Außenelbe" (Wertstufen 2, 3) ist auf die weite

Verbreitung von Böden mit hohem Grundwasserstand (eingeschränkte Luftkapazität) zurückzuführen.

Funktion Bestandteil des Naturhaushalts (BNH; Fähigkeit der Böden zu Wasseraufnahme (BNH1) und zur Nährstoffabgabe an die Vegetation (BNH2).

In fast allen Abschnitten wird mit hohen Flächenanteilen von über 90 % die Wertstufe 5 erreicht. Ausnahmen sind die Abschnitte "Wedel" und "Hamburg" mit größeren Anteilen teilweise überbauter Böden und sandigen Spülfeldern und zum Teil nur geringer Vegetationsbedeckung. Entsprechend werden in den Abschnitten "Hamburg" 37,4 % und im Abschnitt "Wedel" 10,6 % der Flächen mit der Wertstufe 1 bewertet.

6.5 Prognose der Auswirkungen bei Durchführung des Vorhabens

6.5.1 Zusammenfassende Bewertung der Auswirkungen

Die geplanten Maßnahmen zur Anpassung der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt wirken direkt und indirekt auf die Böden des UG.

Es werden folgende Wirkfaktorenkomplexe unterschieden:

- *Direkte Auswirkungen*
 - durch Verbringung von gebaggerten Sedimenten an Land bzw. im Watt
- *Indirekte Auswirkungen*
 - durch Veränderung der Tidedynamik
 - durch Ab- und Umlagerung von Baggergut im Gewässer
 - durch Änderungen schiffserzeugter Belastungen.

Im Folgenden werden die für das Schutzgut Boden prognostizierten direkten und indirekten Auswirkungen zusammenfassend dargestellt.

Die maßnahmenbedingten Auswirkungen werden als erheblich negativ bewertet, wenn sich die Bodenwertstufe um eine oder mehr Wertstufen verschlechtert.

Eine tabellarische Darstellung der erheblich negativ betroffenen Flächen erfolgt in Tabelle 6.5-1.

Tabelle 6.5-1: Zusammenfassende Darstellung der erheblich betroffenen Flächen für das Schutzgut Boden

Maßnahmenbedingte Veränderung	Erheblich betroffene Fläche		Auswirkung auf die Böden Beschreibung
	Größe (ha)	mittlere Änderung der Bodenwertstufe	
Überdeckung von Böden	98,7	-1,6	Änderung der Bodenfunktionen, Änderung der Bodenwertstufe
Verlust durch schiffsbedingte Wellenbelastungen	9,5	-3,8	Erosion von Bodenflächen
SUMME	108,2	-	-

6.5.2 Direkte Auswirkungen durch Verbringung von Baggergut an Land

Der überwiegende Teil der **Uferverspülungen** (UVSP) soll bis auf ein Niveau von etwa 0,1 m unterhalb des örtlichen MThw (UVSP Brokdorf; Glückstadt/Stör ober- und unterhalb; Kollmar A, B und C; Lühe-Wisch) erfolgen. Aufspülungen oberhalb der MThw-Linie (bis + 3 m NN) sind bei den UVSP Hetlingen und Wittenbergen geplant.

Als Folge der Aufspülung kommt es neben der Überdeckung bestehender Böden zur Entstehung neuer Bodenflächen (Anthropogene Böden) auf Kosten von Wattflächen.

Etwa 2,3 Mio. m³ Baggergut sollen auf **Spülfeldern** im südlichen Teil des Schwarztonnensands und auf Pagensand (3 Spülflächen) abgelagert werden. Während der Verspülung und auch nach Beendigung der Maßnahme ist vor allem im Bereich der Spülfelder mit Stoffausträgen durch Sickerwasser zu rechnen.

Hinsichtlich der ausführlichen und detaillierten Darstellung der Auswirkungen auf die Bodenfunktionen in den Einzelflächen der Uferverspülungen und Spülfelder wird auf das Kapitel 7.2.1.2 in Unterlage H.3 verwiesen.

Durch die Anlage von Uferverspülungen kommt es durch die Überdeckung zu negativen Änderungen der Bodenfunktionen der betroffenen Böden. Damit sind Änderungen der Bodenwertstufe verbunden, die als erheblich negativ bewertet können. Die mittlere Änderung des Schutztyps und die Größe der betroffenen Flächen sind zusammenfassend in Tabelle 6.5-2 dargestellt.

Tabelle 6.5-2: Maßnahmenbedingte erhebliche Auswirkungen in den Uferverspülungen und Spülfeldern

Verbringungsfläche	Bodenfläche*		Anteil erheblich betroffener Böden		mittlere Änderung des Schutztyps (gewichtet)
	(%)	(ha)	(%)	(ha)	
Uferverspülungen					
UVSP Glückstadt / Stör (unterhalb)	17,8	20,2	99,1	20	-3,0
UVSP Glückstadt / Stör (oberhalb)	7,30	7,7	98,6	7,6	-2,9
UVSP Kollmar A	15,86	3,1	91,5	2,8	-2,8
UVSP Kollmar B	18,27	2,6	86,8	2,3	-2,8
UVSP Brokdorf	8,73	2,4	89,3	2,1	-2,5
UVSP Kollmar C	16,83	1,8	29,9	0,5	-2,0
UVSP Hetlingen	19,02	2,7	21,2	0,6	-1,3
UVSP Wittenbergen	15,92	3,9	17,8	0,7	-1,0
UVSP Lühe-Wisch	3,78	0,5	37,8	0,2	-2,3
Spülfelder					
SP Schwarztonnensand	100	61,9	100	61,9	-1,0
SP Pagensand (I, II, III)	100	34,7	0	0	keine
SUMME	-	-	-	98,7	-

*) bezogen auf Gesamtfläche des Maßnahmensgebietes

Die maßnahmenbedingten Auswirkungen in den Verbringungsflächen lassen sich wie folgt zusammenfassen.

- Die Überdeckung von Böden zeigt in den UVSP Glückstadt/Stör (oberhalb) und Glückstadt/Stör (unterhalb) die stärksten Auswirkungen (mittlere Änderung des

Schutztyps = -3). Hier sind große Flächen (7,6 bzw. 20 ha) mit ausschließlich natürlichen semiterrestrischen Böden, Stränden und Wattböden betroffen.

- Ebenfalls erhebliche Auswirkungen sind in den UVSP Brokdorf, Kollmar A und Kollmar B festzustellen (mittlere Änderung des Schutztyps = -2,5 bis -3), hier sind Flächen von 2,3 bis 2,8 ha betroffen.
- Im Vergleich zu den o. g. UVSP ist in den UVSP Kollmar C und Lühe-Wisch die mittlere Änderung des Schutztyps mit -2 bis -2,3 niedriger. Es handelt sich um kleinere Flächen zwischen 0,2 und 0,5 ha.
- Die geringsten mittleren Änderungen des Schutztyps mit -1 bis -1,3 sind in den UVSP Hetlingen und Wittenbergen zu verzeichnen, da hier zum großen Teil bereits bestehende aufgespülte Flächen vorliegen. Es handelt sich um kleine Flächen von 0,6 bzw. 0,7 ha.
- Auf den Spülfeldern treten erhebliche maßnahmenbedingte Auswirkungen auf Schwarztonnensand auf. Es handelt sich bei den hier vorhandenen Böden um etwa 30 Jahre alte, sandige und nährstoffverarmte Regosole. Die Änderung der Bodenwertstufe beträgt -1, jedoch ist mit ca. 60 ha eine relativ große Fläche betroffen.
- Bei den bestehenden Böden auf Pagensand handelt es sich um ältere Aufspülungen von sandigen und schluff-tonigen und mit Schadstoffen belasteten Sedimenten. Die nach der Aufspülung entstehenden Böden weisen gleiche Einstufungen auf (keine Veränderung der Bodenwertstufe).

Bei der Durchführung der Maßnahme sollen landseitig oberhalb der MThw-Linie liegende und vegetationsbestandene Flächen nicht überspült werden. Dadurch kann ein Teil der maßnahmenbedingten negativen Auswirkungen auf Böden vermieden werden. Vegetationsbestandene Wattböden sind hiervon verfahrensbedingt jedoch überwiegend ausgenommen, da diese häufig bis 0,6 m (maximal 1,3 m) unter MThw herabreichen. Da ihre Überspülung die Erheblichkeit der Auswirkungen wesentlich bestimmt, ist davon auszugehen, dass die prognostizierten erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Boden bei Durchführung der Maßnahme überwiegend eintreten.

Die Auswirkungen des **Eintrags von Sickerwasser** in die Elbe wird als unerheblich, der Eintrag in die im Randbereich des Spülfeldes liegenden Böden als negativ, jedoch nicht erheblich eingestuft. Die mögliche Belastung der Elbe durch sauerstoffzehrende Verbindungen im Ablaufwasser des Spülvorgangs wird ebenfalls als nicht erheblich bewertet.

6.5.3 Indirekte Auswirkungen durch Veränderung der Tidedynamik

Die Angaben über die maßnahmebedingte Veränderung der Tidedynamik (Veränderung von MThw, MTnw, MThb, der Überflutungshäufigkeit und -dauer, der ufernahen Strömung und der Salzgehalte) stützen sich auf die Ergebnisse der Berechnungen der BAW (Unterlage H.1a).

Änderung der flächenhaften Ausdehnung von Vordeichböden

Auswirkungen auf die morphologischen Veränderungen der Vordeichsländer und des oberen Watts aufgrund von Änderungen der Tidedynamik werden zum Teil als negativ, jedoch nicht als erheblich eingestuft.

In Bereichen mit erhöhtem MThw treten negative Auswirkungen einerseits in Form einer zunehmenden Wellenbelastung von Abbruchkanten und einem Trend zur verstärkten Erosion von Böden und Sedimenten in stromexponierten Bereichen bei gleichzeitiger Bildung von neuen Böden durch Sedimentation in geschützten Seitenbereichen (Nebenelben) auf.

Insgesamt lässt sich schlussfolgern, dass es bei einer maßnahmenbedingten Erhöhung des MThw im Ufervorfeld nicht zwangsläufig zu einer landwärtigen Verschiebung der mittleren Hochwasserlinie-Linie und damit nicht zu Bodenverlusten kommt. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die neugebildeten semisubhydrischen Wattböden und semiterrestrischen Böden die Verluste in stärker exponierten Bereichen kompensieren. Es werden daher durch maßnahmenbedingte Wasserstandsänderungen keine Bodenverluste und damit keine erheblichen Auswirkungen eintreten.

Veränderung des Wasserhaushaltes

Veränderte Tidewasserstände können einen Einfluss auf alle die Böden haben, die wenigstens bei extremen Hochwässern überflutet werden bzw. bei denen der Grundwasserstand unter diesen Bedingungen einen Beitrag für die Wasserversorgung der Vegetation leistet.

Die hochliegenden Sande werde von einer veränderten Tidedynamik nicht betroffen. In sandigen Böden des Uferbereichs bestimmen die Tidewasserstände den Grundwasserstand; Änderungen des MThw und des MTnw wirken sich damit auf den Wasserhaushalt grundsätzlich aus. In den bindigen und nicht dränierten Böden ist der Bodenwasserhaushalt stark von der Höhenlage bzw. der Häufigkeit und jahreszeitlichen Verteilung der Überflutungen geprägt. Die bindigen dränierten Böden der Vordeichgebiete werden von der Intensität der Drainage gesteuert.

Insgesamt sind die Auswirkungen der geänderten Tidedynamik auf den Wasserhaushalt der Böden neutral zu beurteilen, da die verstärkten Sedimentationsvorgänge die Änderung der Überflutungsvorgänge kompensieren und der Wasserhaushalt der großflächigen, als Grünland genutzten Marschböden insbesondere von der künstlichen Entwässerungsintensität gesteuert wird.

Veränderung der Nährstoff-/Schadstoffsituation in Vordeichsböden

Ein Anstieg des MThw und der so bewirkten Verlängerung der Überflutungsdauer und -häufigkeit führt zu einer erhöhten Ablagerung von Flusssedimenten und zu einer stärkeren Infiltration von Elbwasser in die Böden. Hiermit verbunden ist ein zusätzlicher Eintrag von Nähr- und Schadstoffen.

Der Nährstoffeintrag über die Sedimente in nichtgedüngten Biotopen des UG stellt die wichtigste Nährstoffquelle dar. In landwirtschaftlich genutzten Biotopen kommt die

Düngung hinzu. Auch für die Schadstoffeinträge ist die Ablagerung von Sedimenten die wichtigste Quelle.

Nach den Untersuchungen zur Entwicklung der Sedimentqualität (Teilgutachten H.2b) hat der Gehalt fast aller Schadstoffe in den vergangenen Jahren abgenommen. Es ist zu erwarten, dass dieser Trend anhält und die im Prognosezeitraum abgelagerten Sedimente geringer belastet sein werden als die Oberböden im Ist-Zustand. Auch die Nährstoffgehalte der Makronährstoffe Stickstoff und Phosphor haben in den vergangenen Jahren sowohl im Elbwasser als auch im Sediment abgenommen, was gegenüber dem Ist-Zustand im Hinblick auf den Zielzustand ebenfalls eine Verbesserung der Bodenfunktionen bedeutet.

Die Abnahme der Nähr- und Schadstoffgehalte in den Oberböden der Vordeichsländer wird langsam ablaufen, aber dauerhaft sein, solange die Gehalte der Elbsedimente geringer als die der Oberböden sind. Da die Maßnahme insgesamt zu einer Verbesserung der Bodenfunktionen führt, werden keine erheblichen negativen Auswirkungen auf das Schutzgut Boden entstehen.

Veränderung der Salzgehalte in Vordeichsböden

Durch die Verschiebung der Brackwasserzone werden süßwassergeprägte Flusswatten und -marschen in salzwasserbeeinflusste Bodenformen umgewandelt werden. Gemäß Unterlage H.3 nehmen unter Berücksichtigung der Abgrenzungen der Salinitätszonen für semiterrestrische Böden der BÜK 50⁵ die halinen Böden um 60 ha zu, die brackischen um 20 ha und die limnischen um 40 ha ab.

Da das verwendete Bewertungsverfahren den verschiedenen Salinitäten der Böden keine unterschiedlichen Wertigkeiten zuordnet und beide Bodenformen im Ist-Zustand als sehr wertvolle Böden (Bodenwertstufe 5) einstuft, tritt eine Änderung der Wertstufe nicht ein.

Gleichwohl sind die maßnahmenbedingten Änderungen als negativ einzuschätzen, weil die limnischen Böden und Wattböden auf nationaler wie internationaler Ebene erheblich seltener als die salzbeeinflussten Formen sind.

6.5.4 Indirekte Auswirkungen durch Unterwasserab- und -umlagerung von Baggergut

Durch die Verbringung von Sedimenten in Unterwasserablagerungsflächen und Umlagerungsstellen kann es zu lokalen und zeitlich begrenzten Erhöhungen des Schwebstoffkonzentrationen, zu Veränderungen der Stoffgehalte in den Schwebstoffen wie auch zu zeitlich und örtlich begrenzten Veränderungen der im Wasser gelösten Stoffe kommen.

⁵ Die Grenze zwischen marinen Marschen und Brackmarschen wird gemäß BÜK 50 in Höhe der Einfahrt Nord-Ostseekanal (km 698) festgelegt, die Grenze von Brack- zu Flussmarschen befindet sich an der Mündung des Ruthenstroms (km 670).

Aufgrund ihrer räumlichen und zeitlichen Begrenzung führen diese Prozesse innerhalb des Prognosezeitraums zu keinen maßnahmenbedingten Veränderungen der Böden.

Ein wesentlicher Wirkungspfad besteht vor allem durch eine mögliche Verstärkung ufernaher Strömungen. Bis auf wenige und in ihrer Größenordnung vernachlässigbare Beträge prognostiziert die BAW in Uferbereichen keine Zunahme von Strömungsgeschwindigkeiten. Da die erosive Wirkung auf Ufer auch auf weiteren, zum Teil stärker wirkenden Faktoren beruht, wird die Anlage von Unterwasserablagerungsflächen als auswirkungsneutral betrachtet.

6.5.5 Indirekte Auswirkungen durch Änderungen schiffserzeugter Wellen

Durch die Verstärkung der schiffsbedingten Belastungen von Ufern kann es zu einer Zunahme der Erosion von Böden kommen. Dies betrifft die Erosion flachgeneigter und zumeist sandiger Ufer sowie die an die Rückverlegung von Abbruchkanten gebundene Erosion von bindigen Böden.

Eine Prognose der die Wellenbelastung stark beeinflussenden Entwicklung der Schiffsgeschwindigkeit liegt bisher nicht vor. Zum Erhalt der Unterwasser- und Uferstrukturen werden in der Vorhabensbeschreibung für alle Abschnitte Festlegungen der maximalen Schiffsgeschwindigkeiten getrennt für die tideabhängig verkehrenden Abgänger und den tideunabhängigen Verkehr getroffen, die sich auf die energiewirksame Fahrt durchs Wasser beziehen. Die Festlegungen sind auch Grundlage der getroffenen Prognose zu den Auswirkungen schiffserzeugter Belastungen.

Änderungen schiffserzeugter Belastungen folgen aus der prognostizierten Verkehrszunahme und aus den zunehmenden Schiffgrößen, die eine Erhöhung von Primär- und Sekundärwellen verursachen. Die Verstärkung der schiffsbedingten Belastungen auf die Ufer führt zu einer Zunahme der Erosionsrate von Uferböden, insbesondere durch Abbruchkanten. Der durch schiffsinduzierte Wellenbelastungen verursachte Bodenverlust errechnet sich zu etwa 9,5 ha (Tabelle 6.5-3). Dieser Verlust von Böden wird als erheblich negativ eingestuft.

Tabelle 6.5-3: Maßnahmenbedingte Bodenverluste durch schiffserzeugte Wellenbelastungen

Abbruchbereich	Mittlere Abbruchrate (Ist-Zustand) (m/a)	Maßnahmenbedingte Zunahme der Abbruchrate (m/a)	Betroffene Uferstrecke (m)	Bodenverlust in 10 Jahren (ha)	Betroffene Bodenwert-stufen
Neufelder Watt (705 – 708)	1,48	0	4.160	0	4a
Ostemündung (703,5 – 710,5)	2,54	0,91	7.450	6,78	Ost: 4a West: 4b
Bütteler Außendeich (691,5 – 692)	0,56	0,17	4.770	0,81	2b 50 %, 5a 50 %
Freiburger Hafenspriel (684,5 – 688)	0,87	0,07	13.190	0,92	West: 3a 50% 2a 50% Ost: 2a 50% 3a 20% 5a 30%
Eschschallen (660,5 – 663,5)	0,43	0	3.150	0	5a
Blomesche Wildnis (676 – 677,5)	1,87	0,15	800	0,12	3a 50%, 4a 50%
Krautsand (670,5 – 671,5)	1,60	0,13	100	0,01	4a
Asseler Sand (663)	1,25	0,18	100	0,02	4b
Bützfleth (658,5)	1,80	0,52	1.680	0,87	4b
Summe Bodenverluste				9,53	