

Unterlage F
Umweltverträglichkeitsuntersuchung

Kapitel F 7
Schutzgut Boden

Inhaltsverzeichnis

7	Schutzgut Boden	1
7.1	Untersuchungsinhalte	1
7.2	Betrachtungsraum	1
7.3	Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustandes	2
7.3.1	Art und Umfang der Erhebungen	2
7.3.2	Bewertung der Datenbasis und Hinweis auf Kenntnislücken	2
7.3.3	Bodenbewertungsverfahren	2
7.3.4	Beschreibung des Bestands	5
7.3.5	Bewertung des Bestands	23
7.4	Beschreibung und Bewertung vorhabensbedingter Auswirkungen	27
7.4.1	Baubedingte Auswirkungen	27
7.4.2	Anlagebedingte Auswirkungen	29
7.4.3	Betriebsbedingte Auswirkungen	30
7.4.4	Übersicht über die vorhabensbedingten Auswirkungen	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 7.3-1:	Bodenregionen und Bodengroßlandschaften von Niedersachsen (Gehrt & Sbresny 1999)	6
Abbildung 7.3-2:	Idealisierter Schnitt durch die Bodengroßlandschaften Nordseeinseln, des Watts der Nordseeküste und der Marschen und Moore im Tideeinflussbereich (Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005)	7
Abbildung 7.3-3:	Seebuhnsystem am Südweststrand der Insel Borkum (Quelle: www.wsv.de/wsa-emd/wasserstraßen/Insel_Borkum/index.html , Datum des Zugriffs: 15.01.2010)	11
Abbildung 7.3-4:	Bodentypen im Bereich der Stadt Borkum	12
Abbildung 7.4-1:	Ergebnisse des Abgleichs von Seekarten 2005 und 2009	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 7.3-1:	Wertelemente und Funktionen gemäß WSD Nordwest (2009)	4
Tabelle 7.3-2:	Bewertungsrahmen zum Schutzgut Boden - (verändert ¹⁾ nach NU & NLÖ 2003)	5
Tabelle 7.3-3:	Vorkommen der Bodentypen im Betrachtungsraum	8
Tabelle 7.3-4:	Flächenanteile der Böden bezogen auf die Gesamtfläche Böden im Betrachtungsraum	8
Tabelle 7.3-5:	PCDD/F + dl-PCB Gehalte im Überflutungsbereich	18
Tabelle 7.3-6:	Altablagerungen	19
Tabelle 7.3-7:	Bewertung der Böden in den Teilbereichen des Betrachtungsraumes	26
Tabelle 7.4-1:	Vorhabensbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Boden	36

7 Schutzgut Boden

7.1 Untersuchungsinhalte

Der Untersuchungsrahmen (WSD Nordwest 2009) legt für die Untersuchung des Schutzgutes Boden im Rahmen der UVU folgende Leitparameter fest:

- Bodenbildung, Bodenformen und Bodenvergesellschaftungen
 - Terrestrische und semiterrestrische Böden
 - Semisubhydrische Böden (Wattböden)
 - Sedimente – Schadstoffe in Sedimenten

Anmerkung: Die Schadstoffe in den Sedimenten werden unter dem „Schutzgut Wasser“ beschrieben und bewertet (s. Kap. F 8.4).

- Allgemeine chemische und physikalische Eigenschaften der Bodentypen
- Wasser- und Stoffhaushalt der Böden inklusive Schadstoffbelastungen
- Wertelement und Bodenfunktionen nach BBodSchG:
 - Wertelement von Natur und Landschaft
 - Biotische Lebensraumfunktionen
 - Funktion im Wasserhaushalt
 - Zeuge erdgeschichtlicher Entwicklung
 - Ertragsfunktion.
- Besonders geschützte Böden (Verbreitung und Ausdehnung)
- Funktionsbezogene Bodenbewertung.

7.2 Betrachtungsraum

Gemäß Untersuchungsrahmen der WSD Nordwest (2009) umfasst der Betrachtungsraum die terrestrischen und semiterrestrischen Böden in den Außendeichflächen und Uferbereichen sowie die semisubhydrischen Böden (Watten), jeweils bis Leer. Der Betrachtungsraum des Schutzgutes Boden ist in Karte F7-1 (s. Kap. F 17.4) dargestellt. Als untere Wattgrenze wird entsprechend der Vorgehensweise beim Schutzgut Pflanzen – Höhere Pflanzen und Biotope das Seekartennull (LAT) festgelegt (vgl. Kap. F 5.1.3.1). Die Darstellung der unteren Wattgrenze in den Bodenkarten (Kap. F 17.4, Karte F7-1 bis Karte F7-6) basiert auf der Abgrenzung in der aktuellen Ausgabe der amtlichen Karten für die Sportschifffahrt (BSH 2009).

Der besseren Übersichtlichkeit halber wird der Betrachtungsraum des Schutzgutes Boden in die drei Teilbereiche „Unterems von Leer bis Pogum“, „Dollart und Außenems“ sowie „Ems-Küstengewässer“ unterteilt.

7.3 Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustandes

7.3.1 Art und Umfang der Erhebungen

Für die Darstellung und Beschreibung der Böden im Betrachtungsraum wurden folgende grundlegende Unterlagen und Informationsquellen herangezogen und ausgewertet:

- Internetzugang zum Niedersächsischen Bodeninformationssystem (NIBIS®): Kartenserie Boden (Bodengroßlandschaften, Bodenübersichtskarte 1:50.000, Suchräume für schutzwürdige Böden, Standortbezogenes natürliches ackerbauliches Ertragspotenzial, Altablagerungen) (NIBIS®Kartenserver 2012a, 2012b)
- Informationen aus dem Niedersächsischen Bodeninformationssystem (NIBIS®): Digitale Bodenübersichtskarte 1:50.000 (BÜK 50) mit Auszug aus der NIBIS-Datenbank.
- Bodenkarten von Niedersachsen 1:25.000 (BK 25): verfügbare Druckausgaben des Betrachtungsraumes (NLFB 1963, 1967, 1982).
- Bodemkaart van Nederland, Blad 8 (Stichting voor Bodemkartering 1985)
- Teilergebnisse der Bodenuntersuchungen im Zusammenhang der Aktivitäten des LBEG zur Ermittlung der dl-PCB / PCDD/F-Gehalte im Boden im Untersuchungsgebiet Ems (LBEG 2008a, Schneider 2009)
- Bodenkundliche Kartieranleitung (Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005)
- Weitere verfügbare Literatur zu Böden in Niedersachsen (Hinweise im Text).

7.3.2 Bewertung der Datenbasis und Hinweis auf Kenntnislücken

Die Festlegung des Untersuchungsrahmens (WSD Nordwest 2009) fordert in Abschnitt A.5 den Nachweis, dass „Quantität und Qualität (insbesondere auch Aktualität) vorhandener Daten ausreichend für eine Beurteilung / Prognose aus Umweltsicht“ ist. Zudem sind „etwaige Kenntnislücken oder sonstige Schwierigkeiten [...] klar zu benennen.“ Dem wird hier gefolgt.

Die Beschreibung und Bewertung des Bestandes zum Schutzgut Boden erfolgt auf der Grundlage der in Abschnitt 7.3.1 genannten Unterlagen sowie allgemein zugänglicher Literatur. Dabei ist zu beachten, dass flächendeckende Ergebnisse aus Bodenuntersuchungen, inklusive Schadstoffanalysen, nicht vorliegen. Allerdings sind die zur Verfügung stehenden bewertungsrelevanten Informationen zu den Böden hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Zugehörigkeit zum Landschaftsraum so beschaffen, dass eine Funktionsbewertung anhand des in Kapitel F 7.3.3 dargestellten Bewertungsrahmens durchführbar ist.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Quantität und Qualität der vorliegenden Daten und Informationen für eine den Anforderungen des UVPG genügende Bearbeitung des Schutzgutes Boden ausreichend sind.

7.3.3 Bodenbewertungsverfahren

Für die Bewertung von Böden im Rahmen von Genehmigungs- und Zulassungsverfahren gibt es zahlreiche Verfahren, die sich insbesondere hinsichtlich der zur Anwendung erforderlichen Datengrundlage unterscheiden. Die Kriterien zur Bewertung der Bodenleistungen werden bei den meisten Bewer-

tungsverfahren aus den Bodenfunktionen im Sinne von § 2 Abs. 2 Nr. 1, 2 Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) abgeleitet.

Für das Bodenbewertungsverfahren im Rahmen der UVU zur Außenemsvertiefung sind zunächst die sich aus dem Untersuchungsrahmen der WSD Nordwest (2009) ergebenden Anforderungen von Bedeutung. Gemäß Untersuchungsrahmen ist eine funktionsbezogene Bodenbewertung durchzuführen. Dazu werden im Untersuchungsrahmen unter dem Leitparameter „Bodenfunktionen nach BBodSchG“ folgende Bodenfunktionen und ein Wertelement aufgeführt:

- Wertelement von Natur und Landschaft
- Biotische Lebensraumfunktion
- Funktion im Wasserhaushalt
- Zeuge erdgeschichtlicher Entwicklung
- Ertragsfunktion.

Die im Untersuchungsrahmen genannten Bodenfunktionen bzw. Wertelemente entsprechen jedoch nur einem Teil der Bodenfunktionen gemäß § 2 Abs. 2 Nr. 1, 2 BBodSchG und weichen zudem in der Bezeichnung von den Bodenfunktionen gemäß BBodSchG ab. Daher ist für diese UVU ein Bewertungsverfahren zu entwickeln, das einerseits die sich aus dem Untersuchungsrahmen ergebenden Anforderungen erfüllt und andererseits den im BBodSchG formulierten Zielen der Sicherung der Bodenfunktionen und der Abwehr von schädlichen Bodenveränderungen Rechnung trägt.

Zur Durchführung einer Bewertung aller Funktionen des BBodSchG – wie es z. B. der Entwurf „Entwicklung eines Bodenbewertungsverfahrens zur Durchführung von UVUs an Bundeswasserstraßen“ (AG UVU 2008) vorsieht – sind umfangreiche Daten zu einer großen Anzahl von Einzelparametern erforderlich. Da die für die Anwendung des o. g. Bewertungsverfahrens erforderliche Datengrundlage nicht vorhanden ist (s. Kap. F 7.3.2), muss ein Bewertungsverfahren zu Grunde gelegt werden, das auf die verfügbare Datengrundlage abgestimmt ist.

Die im Untersuchungsrahmen der WSD Nordwest (2009) genannten Funktionen decken sich weitgehend mit denen, die im Rahmen der Bewertungspraxis von Böden bei räumlichen Planungen in Niedersachsen häufig Berücksichtigung finden (vgl. dazu LBEG 2008b, Ostmann 2005, NLÖ 2003).

In der nachfolgenden Tabelle 7.3-1 sind in Form einer Übersicht die Bodenfunktionen nach BBodSchG, die zu bewertenden Funktionen gemäß Untersuchungsrahmen und die für die Bewertung des Schutzgutes Boden abgeleiteten Bewertungskriterien aufgeführt.

Tabelle 7.3-1: Wertelemente und Funktionen gemäß WSD Nordwest (2009)

Bodenfunktionen nach BBodSchG	Bodenfunktion gemäß Untersuchungsrahmen (WSD NW 2009)	abgeleitetes Bewertungskriterium
Lebensraumfunktion	Biotische Lebensraumfunktion	Besondere Standorteigenschaften (Extremstandorte) Naturnähe ¹⁾
	Ertragsfunktion (Standort für Pflanzen / auch Nutzpflanzen)	Natürliche Bodenfruchtbarkeit (Ertragspotenzial ²⁾)
Bestandteil des Naturhaushalts	Funktion des Bodens im Wasserhaushalt	Allgemeine Beurteilung des Wasserhaushaltes eines Standortes
Archiv der Naturgeschichte ³⁾	Zeuge erdgeschichtlicher Entwicklung	Naturgeschichtliche Bedeutung Seltenheit
	Wertelement von Natur und Landschaft ⁴⁾	Zugehörigkeit zum Landschaftsraum

¹⁾ Entsprechend der allgemeinüblichen Systematisierung von Bodenfunktionen ist die „Naturnähe“ nicht explizit einer Bodenteilfunktion zuzuordnen. Vielmehr ist sie auf eine allgemeine Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Böden, insbesondere der Lebensraumfunktionen, unter dem Blickwinkel von anthropogenen Einflüssen gerichtet (vgl. dazu Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 2003).
²⁾ Die „Ertragsfunktion“ im Sinne der Nutzungsfunktion der Böden als Standort für landwirtschaftliche Nutzungen ist von nachrangiger Bedeutung, zumal die Außendeichsböden im Betrachtungsraum entweder höchstens extensiv genutzt oder ungenutzt bzw. nicht nutzbar sind. Da sich die Bedeutung zur Produktion von Pflanzen im Zusammenhang mit anthropogener Nutzung ergibt und letztere nicht als Schutzgut gilt, wird diese nicht als Bewertungsmaßstab verwendet. Die im Kartenserver des NIBIS[®] hinsichtlich des Ertragspotentials ausgewerteten Flächen, die im Betrachtungsraum liegen, werden aber in Kapitel F 7.3.4.7 dargestellt.
³⁾ Im Rahmen der Bodenbewertung erfolgt die Bewertung als Zeuge der erdgeschichtlichen Entwicklung im Sinne des naturgeschichtlichen Archivs.
⁴⁾ Entsprechend der Systematisierung von Bodenfunktionen ist das „Wertelement von Natur und Landschaft“ nicht explizit einer Bodenfunktion zuzuordnen. Dieses „Wertelement“ wird dem Kriterium „Zugehörigkeit zum Landschaftsraum“ zugeordnet.

Bewertungsverfahren und Bewertungsrahmen

Die Böden werden durch die integrale Verknüpfung einzelner, den Teilfunktionen zugeordneten Kriterien abgeprüft und einer Wertstufe zugeordnet. Dabei werden die Bodenfunktionen aus dem Untersuchungsrahmen gleichrangig behandelt. Nach dem Maximalwertprinzip bestimmt der jeweils höchste Funktionswert für die bewerteten Funktionen den Gesamtwert der jeweiligen Flächeneinheit (hier Teilbereich des Betrachtungsraumes). Dieses Bewertungsprinzip findet beispielsweise in Verfahren des Landes Niedersachsen zur Eingriffsregelung bei Bodenabbauvorhaben Anwendung (NU & NLÖ 2003) und wird der Bewertung des Schutzgutes Boden im Rahmen der UVU zu Grunde gelegt.

Nach dem Niedersächsischen Bewertungsrahmen werden die Stufen für die sehr hohe und die hohe Wertigkeit zu einer Wertstufe 5/4 zusammengefasst (vgl. NU & NLÖ 2003). Aufgrund der vorliegenden Verbreitung der Böden mit besonderer Bedeutung der Watten und Marschen wird die Zusammenfassung der beiden höchsten Wertstufen zu einer Wertstufe aus dem o. g. Bewertungsverfahren übernommen. Die nachfolgende Tabelle 7.3-2 zeigt die Wertstufen des Bewertungsrahmens.

Tabelle 7.3-2: Bewertungsrahmen zum Schutzgut Boden - (verändert¹⁾ nach NU & NLÖ 2003)

Wertstufe		Definition der Wertstufe
5/4	Böden von besonderer Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> • Böden mit besonderen Standorteigenschaften/Extremstandorte, sofern selten, z. B. <ul style="list-style-type: none"> – sehr nährstoffarme Böden – sehr nasse Böden mit natürlichem Wasserhaushalt oder nur geringfügig abgesenkten Wasserständen – sehr trockene Böden – Salzböden
		<ul style="list-style-type: none"> • Naturnahe Böden, sofern selten <ul style="list-style-type: none"> – natürlicher Profilaufbau weitgehend unverändert – keine nennenswerte Entwässerung – keine neuzeitliche ackerbauliche Nutzung
		• <i>charakteristisch für die natürlichen Verhältnisse des Landschaftsraumes</i>
		• <i>Böden mit erdgeschichtlicher Bedeutung</i>
		• sonstige seltene Böden
3	Böden von mittlerer Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> • durch Nutzungen überprägte organische und mineralische Böden (durch wasserbauliche, kulturtechnische oder bewirtschaftungsbedingte Maßnahmen)
		<ul style="list-style-type: none"> • extensiv bewirtschaftete oder brachliegende/nicht mehr genutzte, überprägte organische und mineralische Böden
		• <i>für die natürlichen Verhältnissen des Landschaftsraumes nur noch eingeschränkt charakteristisch</i>
2	Böden von geringer Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> • durch Abbau entstandene Rohböden
		<ul style="list-style-type: none"> • anthropogene Böden, durch Kulturverfahren völlig vom natürlichen Bodenaufbau abweichend (z. B. Auftragsböden)
		<ul style="list-style-type: none"> • für die natürlichen Verhältnissen des Landschaftsraumes nur noch wenig charakteristisch
1	Böden von sehr geringer Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> • kontaminierte Böden
		<ul style="list-style-type: none"> • versiegelte Böden
		• <i>für die natürlichen Verhältnissen des Landschaftsraumes nicht entsprechend</i>

Erläuterung: ¹⁾ Ergänzungen, die gegenüber dem Niedersächsischen Bewertungsverfahren vorgenommen wurden, sind kursiv dargestellt

7.3.4 Beschreibung des Bestands

7.3.4.1 Bodenregion und Bodengroßlandschaft

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Bodenregion des Küstenholozäns, deren Ausdehnung in Niedersachsen in der nachfolgenden Abbildung 7.3-1 dargestellt ist.



Abbildung 7.3-1: Bodenregionen und Bodengroßlandschaften von Niedersachsen (Gehrt & Sbresny 1999)

Die Bodenregion des Küstenholozäns ist gegliedert in die in Abbildung 7.3-2 idealisiert dargestellten Bodengroßlandschaften

- Nordseeinseln,
- Watt und
- Küstenmarschen.

Die Insel Borkum gehört zur Bodengroßlandschaft der Nordseeinseln. Sie befindet sich im Verbreitungsgebiet der Dünen und Flugdecksande bzw. der marinen Sedimente.

Die Bodengroßlandschaft der Watten liegt vollständig im Gezeitenbereich und der Bereich der Ems wird den Küstenmarschen zugeordnet.

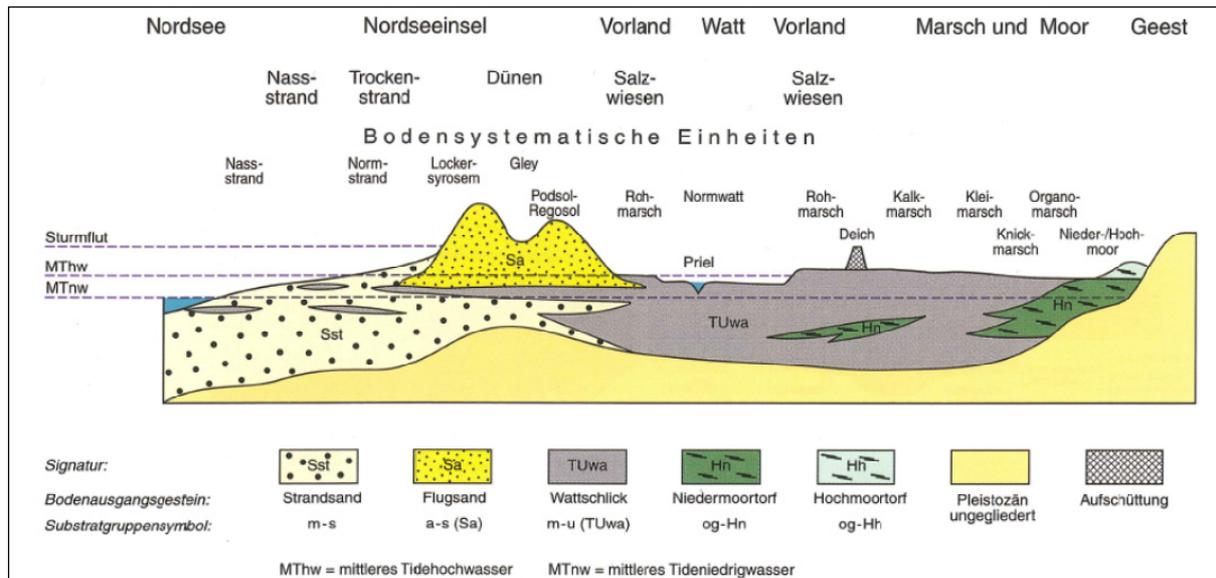


Abbildung 7.3-2: Idealisierter Schnitt durch die Bodengroßlandschaften Nordseeinseln, des Watts der Nordseeküste und der Marschen und Moore im Tideeinflussbereich (Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005).

Als geologisches Ausgangsmaterial der Bodenbildung herrschen im Betrachtungsraum natürliche Substrate vor. Überwiegend handelt es sich um marine und brackische Substrate, die im Gezeiteneinflussbereich des Meeres abgelagert wurden. In Abbildung 7.3-2 werden diese Substrate exemplarisch durch den Wattschlick und den Strandsand dargestellt (Substratgruppensymbol mit einem vorangestellten „m“). Darüber hinaus kommen als natürliche Substrate äolische Ablagerungen in Form von Flugsanden im Betrachtungsraum vor. Neben den natürlichen Substraten gibt es vereinzelt auch anthropogene Substrate in Form von Aufschüttungen oder Aufspülungen.

7.3.4.2 Verbreitung der Böden

Die Beschreibung der im Betrachtungsraum vorkommenden Böden erfolgt anhand der anstehenden Bodentypen. Für die Bestandsbeschreibung wurden die in Kapitel F 7.3.1 aufgeführten Kartengrundlagen (BÜK 50, BK 25, Bodemkaart van Nederland) ausgewertet und zu einer Bodenkarte für die UVU zusammengeführt. Die Bodenkarte (Maßstab 1:50.000) besteht aus sechs Blättern, die als Karte F7-2 bis Karte F7-6 in Kapitel F 17.4 beigefügt sind.

Im Betrachtungsraum kommen die in Tabelle 7.3-3 aufgeführten Bodentypen vor.

Tabelle 7.3-3: Vorkommen der Bodentypen im Betrachtungsraum

Bodenabteilungen	Bodenklasse	Bodentyp	Kurzzeichen ¹⁾
Terrestrische Böden	Klasse O Terrestrische Rohböden	Syrosem	OO
	Klasse R Ah/C-Böden	Regosole	RQ
Semiterrestrische Böden	Klasse M Marschböden	Rohmarschen	MR
		Kalkmarsch	MC
		Kleimarschen	MN
		Knickmarsch	MK
	Klasse G Gleye	Gley	GG
	Klasse Ü Strandböden	Strand	ÜA
Semisubhydrische und subhydrische Böden	Klasse I Semisubhydrische Böden	Watt	IW
¹⁾ Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden (2005)			

Die prozentuale Verteilung der Bodentypen bezogen auf die Gesamtfläche der Watten und übrigen Böden ist in Tabelle 7.3-4 zusammengefasst.

Tabelle 7.3-4: Flächenanteile der Böden bezogen auf die Gesamtfläche Böden im Betrachtungsraum

Bodentyp	Fläche [km ²]	Fläche [%]
Watten	241,37	88,11
Rohmarschen	13,60	4,96
Kalkmarschen	1,23	0,45
Kleimarschen	1,27	0,46
Knickmarschen	1,45	0,53
Roh-/Kalk-/Kleimarschen (nur Außendeich am Dollart NL)	7,87	2,87
Gley	2,10	0,77
Strand	0,38	0,14
Syrosem	0,03	0,01
Regosole	0,99	0,36
Gley-Regosol	0,12	0,04
Böden aus Landgewinnung	3,56	1,30
Summe	273,95	100

Die Watten haben mit etwa 88 % den höchsten Flächenanteil. Zusammen mit den Marschen stellen sie nahezu die gesamte Fläche der Böden im Betrachtungsraum (etwa 97 %).

Die folgende Beschreibung des Bestandes der Bodentypen im Betrachtungsraum beginnt in der Unterems bei Leer (ab Bingum nördlich der Leda-Mündung), führt über den Dollart und die Außenems zum Küstengewässer der Ems und endet auf Borkum.

Teilbereich „Unterems Leer bis Pogum“

► Siehe Bodenkarte – Blatt 1 (Kap. F 17.4 Karte F7-2).

Die Außendeichsflächen an der Unterems zwischen Leer und Pogum werden *beidseitig* von Rohmarschen aus teilsalzen, schluffig-tonigen marinen Sedimenten (Brackrohmarschen) dominiert.

Am linken Ufer zwischen Bingum und Soltborg finden sich Knickmarschen mit dichten, tonreichen Bodenhorizonten als Folge fortschreitender Entkalkung und Tonverlagerung. Knickmarschen sind auch auf der vorgelagerten Insel „Bingumer Sand“ prägend.

Zwischen Jemgum und Eilingwehr begleiten am linken Ufer schmale Knickmarschen die hier sonst prägenden Rohmarschen. Stromabwärts von Eilingwehr gehen die Knickmarschen in Kleimarschen über. Diese wechseln ab Hatzum in Rohmarschen, die sich dann bis Pogum erstrecken.

Die prägenden Böden der *drei Emsinseln* „Hatzumer Sand“, „Midlumer Sand“ und „Jemgumer Sand“ sind schwach entwickelte brackige Kleimarschen aus oberflächennah entkalkten, schluffig-sandigen bis sandigen marinen Ablagerungen.

Auch *am rechten Emsufer* – ab Bingum bis Oldersum – werden die hier dominierenden Rohmarschen von schmalen Knickmarschen aus brackigen Ablagerungen begleitet. Zwischen Oldersum und Gandersum sind Knickmarschen ausschließlich vorhanden. Im Naturschutzgebiet des Petkumer Deichvorlandes (Höhe Petkum) dominieren wieder Rohmarschen.

Im gesamten Teilbereich sind ufernah schmale, schluffig-tonig ausgeprägte (Brack-)Watten den Marschböden vorgelagert. Die Watten zeigen rohmarschartige Bodenentwicklungen.

Teilbereich „Dollart und Außenems“

► Siehe Bodenkarte – Blatt 2 (Kap. F 17.4 Karte F7-3) bis Blatt 4 (Kap. F 17.4 Karte F7-5).

Die großen Wattflächen des *Dollarts* (Reiderplaat, De Laagte, Hoogeplaat, Oost Friesche Plaat, Maanplaat, Hoogsand) werden durch ein komplexes Prielsystem be- und entwässert, das über das Groote Gat und den Gatjebogen mit der Außenems verbunden ist. Schlickwatten aus schluffig-tonigen Sedimenten dominieren im Dollart.

Zwischen Watt und Seedeich erstreckt sich im Westen, Süden und Osten ein breiter Saum aus Vorländern, wovon ein kleinerer Teil auf die deutsche Seite entfällt.

Im *deutschen* Küstenbereich des Dollarts sind Rohmarschen die charakteristischen Böden der Vorländer mit Übergängen zu schmalen Kleimarschen und Kalkmarschen. Auf der *niederländischen* Seite des Dollarts gibt es Außendeichsflächen bis Punt van Reide. Die Böden sind in der niederländischen Bodenkarte (Stichting voor Bodemkartering 1985) als unterschiedlich gereifte Tonböden (Slikvaaggronden, Gorsvaaggronden, Nesvaaggronden, Poldervaaggronden) ausgewiesen. Nach der deutschen Bodensystematik (Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005) handelt es sich um Marschböden (Roh-, Kalk-, Kleimarsch). An der Landzunge des Naturschutzgebietes Punt van Reide besteht der Boden aus kalkreichem Klei.

An der Nordseite des Dollarts trennt der Geiserücken (Geiseleitdamm) mit seinen Watten den Dollart vom Emdener Fahrwasser. Dort sind die Ufer vor allem zwischen Emden und Rysum nahe der Wasserlinie gesichert. Gley-Regosole aus künstlichen Auffüllungen dominieren die versiegelten Böden des Emdener Hafengebietes.

Watten mit Übergängen zu Kalkmarschen bzw. Rohmarschen bilden die Böden der Bühnenfelder entlang des Wybelsumer Polders, am Knockster Watt und entlang des Rysumer Nackens.

Etwa zwischen Rysum und Greetsiel erstrecken sich an der Krummhörner Küste die größeren Wattflächen

- Rysumer Nacken¹
- Manslagter Nacken
- Pilsumer Watt
- Greetsieler Nacken.

Deichvorländer aus Maßnahmen der Landgewinnung kennzeichnen den Übergang zwischen Watten des Rysumer Nackens und Kalkmarschen aus marinen Sedimenten bis etwa Höhe Campen. Die Bodenbildung ist unterschiedlich weit fortgeschritten (vgl. Stadt Emden 2006). Auf Höhe Campen sind Rohmarschen prägend.

Von etwa Höhe Upleward bis etwa Höhe Pilsum bilden ebenfalls Flächen der Landgewinnung den Wechsel zwischen Watten (Manslagter Nacken) und Kalkmarschen (etwa bis Höhe Manslagt) bzw. Knickmarschen (Höhe Pilsum). Lokal sind Rohmarschen den o. g. Kalk- bzw. Knickmarschen vorgelagert (Höhe Dysterkrug und südlich Leuchtturm Pilsum).

Fast im gesamten *niederländischen* Küstenbereich zwischen Punt van Reide und Eemshaven sind die Ufer nahe der Wasserlinie durch Uferbefestigungen gesichert. In der niederländischen Bodenkarte (Stichting voor Bodemkartering 1985) werden dort keine Böden ausgewiesen.

Wattflächen erstrecken sich auf niederländischer Seite bis Eemshaven. Östlich schließen sich, getrennt durch die „Bucht von Watum“, auf einer Größe von ca. 2.500 ha die als Europäisches Vogelschutzgebiet ausgewiesenen Sandbänke Hund und Paapsand an.

Teilbereich „Küstengewässer“

- ▶ Siehe Bodenkarte – Blatt 4 (Kap. F 17.4 Karte F 7-5) bis Blatt 5 (Kap. F 17.4 Karte F 7-6).

Randzel-Watt

Im Teilbereich „Küstengewässer“ liegen westlich des Manslagter Nackens die Wattflächen der Emshörn-Plate und der Dukegatplate. An diese Flächen schließt sich nordwestlich das große Randzel-Watt an, das mit Teilflächen im Betrachtungsraum liegt.

Borkum

Im Betrachtungsraum liegen Inselteilflächen westlich, südlich und südöstlich der Stadt Borkum bzw. des sog. Westlandes. Der Westteil der Insel Borkum wird durch ein System von Deckwerken und Bühnen geschützt (s. Abbildung 7.3-3).

¹ Betrachtet werden die Wattflächen des Rysumer Nackens. Das binnendeichs im Westen des Emdener Stadtgebietes gelegene Gelände des Rysumer Nackens wird nicht betrachtet, weil es nicht im Betrachtungsraum liegt.



Abbildung 7.3-3: Seebuhnsystem am Südweststrand der Insel Borkum
(Quelle: www.wsv.de/wsa-emd/wasserstraesen/Insel_Borkum/index.html,
Datum des Zugriffs: 15.01.2010)

Westlich der Stadt Borkum beginnen am „Süd-Bad“ die Strandböden, die sich entlang des südöstlichen Inselgelände (s. u.) bis zur „Ronde Plate“ (in Richtung des Leitdamms) erstrecken. Entlang des Westufers findet man sowohl Bade- als auch naturnahen Sandstrand. Die Strandböden erstrecken sich bis zum Süden von Borkum (s. Abbildung 7.3-4).

Im Süden der Insel liegt die „Greune Stee“, ein ausgedehnter Sumpfwald (Moorbirken, Grauweiden), der an trockenen Stellen von Dünen („Woldedünen“) durchzogen ist. Daran schließen sich Salzwiesen neben der „Ronde Plate“ mit darin gelegenen offenen Wasserflächen an. Der „Ronde Plate“ mit dem Südstrand sind Wattflächen in Richtung Leitdamm und Hafen von Borkum vorgelagert.

Im Bereich „Greune Stee“ sind die Regosole aus nacheiszeitlichen Dünensanden unregelmäßig mit Kleimarschen aus marinen Ablagerungen verzahnt. In südöstliche Richtung schließen sich im Bereich der Ronde Plate Gleye aus Flugsand an, die wiederum zu Watten mit Übergängen zu Rohmarschen überleiten. Parallel zur Bahnlinie verlaufen Rohmarschen in einem unterschiedlich breiten Streifen. Westlich des Yachthafens Borkum haben sich in einem schmalen Streifen Syroseme als Rohböden aus den zur Uferbefestigung verwendeten Materialien entwickelt (s. Abbildung 7.3-4).

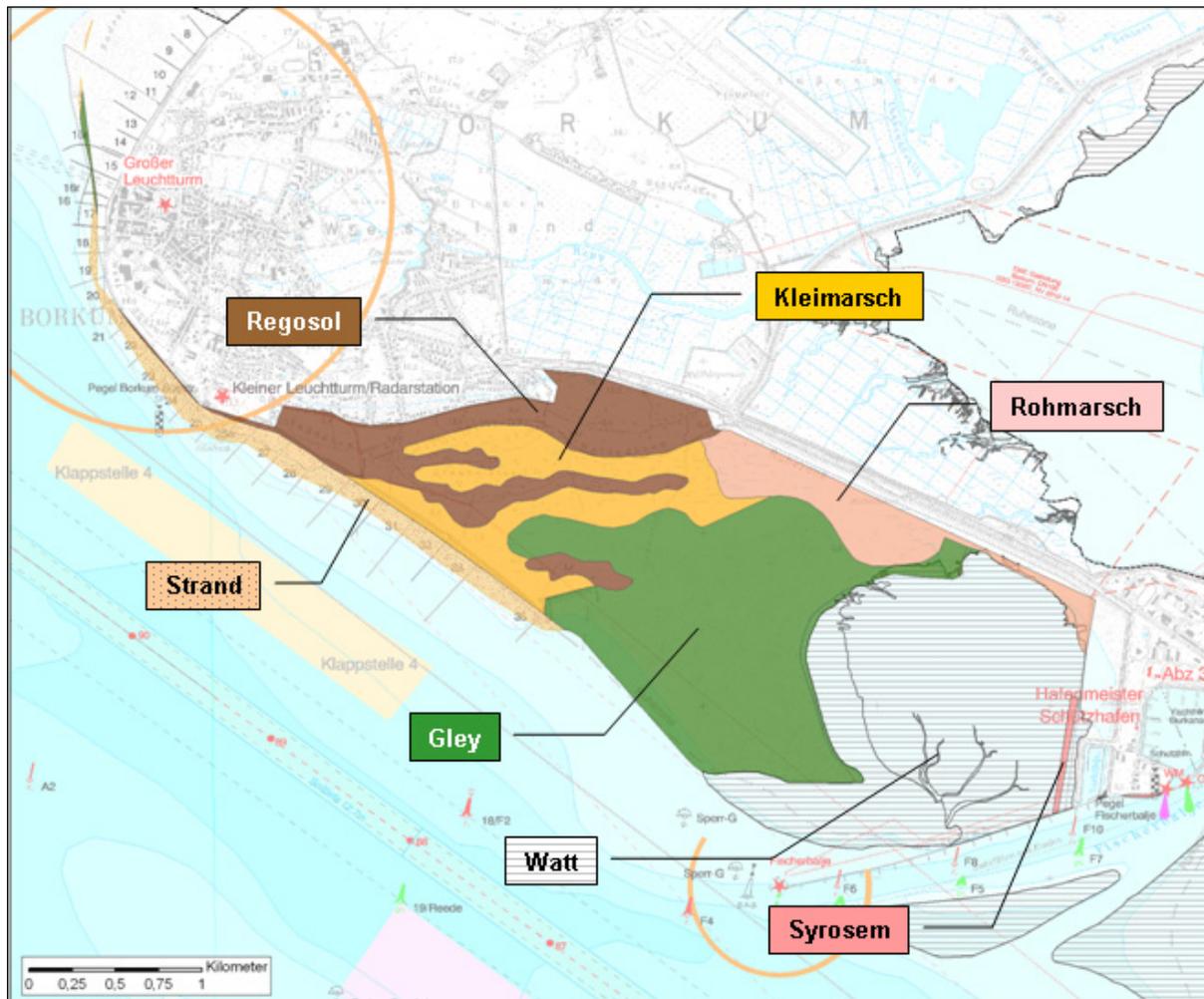


Abbildung 7.3-4: Bodentypen im Bereich der Stadt Borkum

7.3.4.3 Allgemeine bodenbildende Prozesse

Die wesentlichen Ausgangssubstrate für die Bodenbildung sind marine, brackische und perimarine Sedimente, zum Teil ergänzt durch Dünen sands, Flugsands und Moore.

Es treten folgende grundlegende bodenbildende Prozesse auf:

- *Sedimentation und Erosion*

Die Böden sind durch das normale Tidegeschehen (Watten) sowie episodische Sturmtiden/-fluten gekennzeichnet, mit denen kontinuierlich Materialumlagerungen verbunden sind und die die Bodenbildung maßgeblich steuern. Sedimentation und Erosion finden in den Watten großflächig bei jeder Tide, auf den betroffenen Außendeichsflächen nur bei Sturmtiden oder Sturmfluten statt. Mit dem Sedimentauftrag ist stets eine „Verjüngung“ des Oberbodens und eine relative Tieferlegung der übrigen Horizonte verbunden. Entsprechend verändern sich die physikalisch-chemischen Milieubedingungen.

- *Gefügebildung*

Oxidation und Austrocknung der Ablagerungen während längerer Trockenphasen führen zur Ausbildung eines Bodengefüges. Die Entwicklung der Vegetation verbunden mit wiederkehrenden Austrocknungsprozessen in oberen Bodenbereichen führen zur Ausbildung eines Makrogefüges.

ges, das wiederum maßgeblich den Wasser- und Lufthaushalt, die Verfügbarkeit von Nährstoffen und die Durchwurzelbarkeit beeinflusst.

- *Entsalzung und Entkalkung*

Aus den Ablagerungen im marinen oder brackischen Bereich findet niederschlagsbedingt ein ständiger Salzaustrag statt, der durch die Gefügebildung (siehe oben) und die damit einhergehende Wasserdurchströmung der Sedimente erst ermöglicht wird. In den kalkhaltigen Rohmarschen bleiben aufgrund von Hochwasserereignissen die typischen Salzgehalte vorwiegend erhalten. In den höher aufsedimentierten Kalk- und Kleimarschen werden bereits geringere Salzgehalte im oberflächennahen Grundwasser festgestellt.

- *Humusanreicherung*

Die Humusanreicherung kann eine Folge der Ablagerung humushaltiger Sedimente sowie des Streuumsatzes sein. Durch entsprechende Sedimentationsbedingungen können Marschenböden mit zwischengeschalteten Torflagen entstehen. Hohe Wassergehalte insbesondere in den auf niedriger Geländehöhe liegenden Böden verhindern die Mineralisation der organischen Substanz und konservieren damit die vorhandenen Humusbestandteile.

- *Oxidation und Reduktion, Bildung hydromorpher Merkmale*

Die Zufuhr von Luftsauerstoff in den oberen Bereichen bei Niedrigwasser führt zur Oxidation reduzierter Verbindungen (Sulfide, Ammonium). Mit fortschreitender Bodenbildung dehnt sich der Bereich vorwiegend oxidativer Zustände zur Tiefe hin stark aus. Der Reduktionsbereich verlagert sich auf die dauerhaft wassergesättigten Horizonte. Bei steigenden Grundwasserständen stellen sich in der Oxidationszone reduzierende Bedingungen ein. Infolge des ständigen Wechsels von oxidierten und reduzierten Zuständen im Bereich der Grundwasserwechselzone findet eine Verlagerung von Eisen- und Manganverbindungen statt, die zur Ausbildung von charakteristischen hydromorphen Merkmalen (Rostflecken, Bleichzonen) führt.

Weiter steuern Eingriffe des Menschen durch Landgewinnung, Landwirtschaft, Hochwasserschutz oder wasserbauliche Maßnahmen die Entwicklung der Böden auf Teilflächen im Betrachtungsraum.

7.3.4.4 Allgemeine Eigenschaften der Böden und deren Wasser- und Stoffhaushalt

7.3.4.4.1 Watt

Die Watten als amphibisches Sedimentationsgebiet mit den höchsten Flächenanteilen (88 %) nehmen aufgrund ihrer Eigenschaft mit aktiver Überflutungsdynamik in vollem Umfang am Wasserhaushalt teil. Entsprechend gering bzw. nicht vorhanden ist die Bodenentwicklung.

Der Salzgehalt der Nordsee von 35 ‰ nimmt küstenwärts allgemein ab. Auf den Wattflächen der Nordsee schwankt der Gehalt an löslichen Salzen etwa zwischen 22 und 33 ‰.

Aufgrund der räumlich unterschiedlichen Sedimentationsbedingungen treten die Watten in der typischen seewärtigen Abfolge von Schlick-, Misch- und Sandwatten auf (Köster 1998):

- Das trittfeste Sandwatt besteht überwiegend aus Fein- und Mittelsand mit Schluff- und Tonanteilen von 0 bis 10 %. Der Anteil der organischen Substanz ist gering (ca. 1 %). Der Wassergehalt in den obersten Schichten liegt bei ca. 25 %.
- Beim relativ gut begehbaren Mischwatt wechseln die Schluff- und Tonanteile oft sehr stark (10 – 50 %). Organische Substanz ist in der Größenordnung von 4 % enthalten. Der Wassergehalt liegt zwischen 25 und 50 %.

- Beim Schlickwatt stellen Schluff und Ton die Hauptfraktionen. Der Anteil organischer Substanz ist hoch (ca. 5 – 10 %). Schlickwatt ist stark wasserhaltig (ca. 50 – 70 % in den obersten Schichten). Luftmangelsituationen mit anaeroben Verhältnissen prägen den Bodenwasser- und Lufthaushalt in den Schlick- und Mischwatten.

Aufgrund des vergleichsweise hohen Gehaltes an primärer organischer Substanz durch Rückstände der marinen Flora und Fauna setzen bereits im Watt starke Reduktionsprozesse ein, die vor allem Eisen, Mangan und Schwefel betreffen. Der Grad der Reduktion nimmt von der Wattoberfläche nach unten hin zu und ist abhängig vom Gehalt an organischen Substanzen sowie der Luft- und Wasserdurchlässigkeit (sprich Korngrößenzusammensetzung). Lebewesen im Watt überwinden diese lebensfeindlichen Bodeneigenschaften durch die Bildung von Hohlraumssystemen, die das Sediment belüften.

Die natürlichen, langfristig mobilisierbaren Nährstoffreserven im Watt sind sehr hoch. Die biologische Aktivität der Watten ist aufgrund des Angebotes an Nährstoffen und organischer Substanz sowie eines häufig gegebenen engen C/N-Verhältnisses hoch. Entsprechende Stoffverlagerungen sind Bestandteil natürlicher Stoffkreisläufe.

7.3.4.4.2 Marschböden

Rohmarschen

Rohmarschen bilden sich aus meist carbonat- und sulfidhaltigem Gezeitensediment der Wattenküsten und Fluss-Mündungsbereiche. Sie unterliegen ebenfalls dem direkten Nordseeinfluss und werden periodisch bzw. episodisch überflutet mit Zufuhr von frischen Sedimenten.

Auf die regelmäßigen Überflutungen sind die Rohmarschen zur Erhaltung ihrer Eigenschaften (Salzgehalt, Gefüge) angewiesen. Im marinen Milieu sind sie salzhaltig, im tidal-fluviatilen Bereich nimmt ihr Salzgehalt ständig ab. Bei Ausbleiben oder Einschränkungen der Überflutungsdynamik gehen die Rohmarschen in Kalk- bzw. Kleimarschen über.

In den Oberböden der Rohmarschen ist Humus angereichert. Die Humusgehalte können stark schwanken und reichen von mittel humos (2 bis < 4%) bis extrem humos (15 bis < 30%). Rohmarschen enthalten i. d. R. hohe Mengen an Wasser und Nährstoffen sowie ein hohes Bindungsvermögen für Nährstoffe. Die pH-Werte liegen häufig in der Größenordnung oberhalb pH 7 und damit im optimalen Bereich für die Nährstoffversorgung und die biologische Aktivität (s. u.).

Rohmarschen bieten einen Lebensraum für die an den Meereseinfluss angepassten Biozönosen, deren biologische Aktivität aufgrund des Nährstoffangebotes und organischer Substanz entsprechend hoch ist.

Aufgrund des hochanstehenden Grundwassers sind Rohmarschen flachgründig. Die Wasserversorgung ist sehr gut (bei hohen kapillaren Aufstiegsraten aus dem Grundwasser). Aufgrund ihrer Eigenschaft mit aktiver Überflutungsdynamik und den nicht vorhandenen anthropogenen Einschränkungen bei der Wasserinfiltration nehmen die Rohmarschen am Wasserhaushalt im Betrachtungsraum maßgeblich teil.

Es ist davon auszugehen, dass die Böden der Landgewinnung entlang der Krummhörner Küste (s. Kapitel F 7.3.4.2) aufgrund ihrer Entstehungsgeschichte (fortschreitende Sedimentation und Überdeckung) in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften weitgehend den hier angetroffenen Marschböden (Roh-, Kalk- und Knickmarschen) entsprechen.

Kalkmarschen

Kalkmarschen entstehen aus Rohmarschen durch Entsalzung des Oberbodens. Dabei werden Magnesium- und vor allem Natrium-Ionen ausgewaschen. Die Böden werden nur noch selten bei Sturmfluten überspült und als Folge der zunehmenden Belüftung intensivieren sich Oxidationsprozesse, die wiederum zum Abbau der organischen Substanz, zur Bildung von Eisenoxiden und zur Gefügeausbildung beitragen. Am Ende dieser Prozesskette bilden sich Kalkmarschen als bereits stärker entwickelte carbonathaltige Böden. Oberflächlich können Kalkmarschen bereits entkalkt sein, wobei die Entkalkungstiefe vom primären Carbonatgehalt abhängig ist und per Definition nicht mehr als 40 cm betragen darf.

Das Substrat der Kalkmarschen ist i. d. R. gut durchwurzelbar. Die Böden sind gut belüftet und wasserdurchlässig. Die Oberböden sind humos, die Werte ihrer Feld- und Kationenaustauschkapazität sind hoch bis sehr hoch, so auch die natürlichen, langfristig mobilisierbaren Nährstoffreserven.

Die i. d. R. gut entwässerten Kalkmarschen bieten damit einen gut durchlüfteten sowie ausreichend mit Wasser und Kalk versorgten Lebensraum. Im Hinblick auf die Regelungsfunktionen ist die biologische Aktivität bzw. der Nährstoffumsatz hoch, ihr Wasserhaushalt in Abhängigkeit von der Entwässerung ausgeglichen.

Insgesamt weisen die Kalkmarschen die von Bodenart, Gefüge und Chemismus günstigsten Bedingungen aller Marschböden auf und sorgen für eine hohe natürliche Bodenfruchtbarkeit (vgl. Kap. F 7.3.4.7).

Kleimarschen

Bei den Kleimarschen handelt es sich um bis in Tiefen von ≥ 4 dm unter GOF entkalkte Marschböden. Die Körnung der Sedimente, aus denen die Böden entstanden sind, kann in breiter Spanne vom Feinsand bis zum schluffigen Ton schwanken. Kennzeichnend ist jedoch die gute Sortierung innerhalb einer geologischen Schicht.

Unabhängig von der Entkalkungstiefe ähneln die Bodeneigenschaften der Kleimarschen denen der Kalkmarschen. Die Oberböden sind mit Humus angereichert. Kleimarschen bieten einen hohen natürlichen Nährstoffgehalt, eine hohe Fähigkeit der Nährstoffbindung sowie eine gute Wasser- und Luftversorgung (hohe Feld- und Kationenaustauschkapazität²).

Kleimarschen bieten einen ausreichend mit Wasser versorgten Lebensraum. Hinsichtlich ihrer Regelungsfunktion weist die Kleimarsch eine entsprechend hohe biologische Aktivität auf, bei einem – in Abhängigkeit von der Entwässerung – relativ ausgeglichenen Wasserhaushalt. Der Nährstoffumsatz ist hoch.

Knickmarschen

Bei den Knickmarschen handelt es sich um oberflächlich vollständig entkalkte Böden, in deren Unterboden durch Verlagerung eine verdichtete Tonschicht (Knick) zu finden ist. Sie zeigen entsprechend eine saure Bodenreaktion.

Der profilprägende Prozess ist die Bildung des Knicks unterhalb des humosen Oberbodens. Der tonreiche Knick konnte nach Entsalzung, Entkalkung und beginnender Versauerung durch Tonverlagerung und starke Gefügeentwicklung (Quellung und Schrumpfung) entstehen. Der Knick-Horizont ist tonreich und weist in trockenem Zustand ein prismatisches Gefüge (mit vertikalen Rissen) auf. In feuchtem Zustand wirkt er bei ausreichender Quellung des Tons als Staukörper gegenüber dem Si-

² Feldkapazität: Wassergehalt eines natürlich gelagerten Bodens, der sich zwei bis drei Tage nach voller Wassersättigung gegen die Schwerkraft einstellt (Kuntze et. al. 1994)
Kationenaustauschkapazität: Summe der austauschbaren Kationen (Ca, Mg, Na, K) eines Bodens.

ckerwasser. Knickmarschen sind als Böden im Tideeinflussbereich also sowohl grund- als auch stauwasserbeeinflusste Böden.

Das Substrat der Knickmarschen weist eine beschränkt durchwurzelbare Bodenschicht auf. Die Oberböden sind mittel bis stark humos. Sie verfügen über eine mittlere bis hohe Feldkapazität. Ihre Kationenaustauschkapazität ist hoch bis sehr hoch, ebenso ihre natürlichen, langfristig mobilisierbaren Nährstoffreserven.

Hinsichtlich der Regelungsfunktionen verfügen die Knickmarschen - im Vergleich zu den o. g. Marschböden - über geringere biologische Aktivitäten und Nährstoffumsätze. Der Wasserhaushalt ist aufgrund dichter stauender Horizonte durch Schwankungen gekennzeichnet.

7.3.4.4.3 Strand

Die Strandböden aus marinen Ablagerungen liegen im tidal beeinflussten Bereich der Nordsee oberhalb des mittleren Hochwassers. Sie werden periodisch und episodisch überflutet und sind dadurch in ständiger Materialumlagerung begriffen. Des Weiteren ist der Bereich oberhalb der MThw-Linie durch äolische Prozesse (Deflation, Flugsandablagerung) als hoch dynamisch einzustufen. Die Folge ist eine sichtbare Kornsortierung durch überwiegend sandige Anteile.

Aufgrund der ständigen Materialumlagerungen weisen die erosionsanfälligen Strandböden nur eine geringe bzw. nicht vorhandene Vegetations- und Bodenentwicklung auf. Lediglich bei stärker festgelegten Sedimenten sind durch anfänglichen Pflanzenbewuchs sogenannte redoximorphe Merkmale durch wechselnde Sauerstoffgehalte (z. B. Rostflecken aufgrund von Eisenumlösungen) im Oberboden feststellbar.

Die Strandablagerungen sind mit etwa 0,5 % Carbonat carbonatarm. Ausnahme sind Muschelbänke mit deutlich höheren Carbonatgehalten. In den Strandböden oberhalb der MThw-Linie ist immer von erhöhten Salzgehalten mit elektrischen Leitfähigkeiten von 0,5 bis 14 mS cm⁻¹ auszugehen (Sponagel et. al. 2009). Mit den entsprechenden Salzgehalten von 0,1 bis 10 ‰ ist das Milieu als brackisch zu bezeichnen.

Der Gehalt an organischer Substanz in den Strandböden ist gering bis sehr gering, häufig nicht mehr analytisch nachweisbar. Dies gilt auch für den oberen Horizont. Die Strandböden weisen insgesamt einen geringen Nährstoffgehalt auf. Das Wasserspeichervermögen der Strandböden ist gering.

7.3.4.4.4 Regosol

Regosole aus Dünensand treten südöstlich der Stadt Borkum im Bereich des Naturschutzgebietes „Greune Stee“ auf.

Regosole sind gering entwickelte Böden aus carbonatfreiem bzw. -armen Lockergestein. Unter dem humosen Oberboden folgt das nur schwach verwitterte kalkfreie Ausgangsgestein von mindestens ≥ 3 dm Mächtigkeit (Dünensande). Der den Bodentyp prägende Prozess ist damit die Humusakkumulation im Oberboden mittels Huminstoffbildung aus dem Bestandsabfall und die Einmischung in den Mineralboden durch Bodenorganismen.

Regsole der Dünen sind gut durchwurzelbar und durchlüftet. Sie sind zwar tiefgründig und stellen einen großen potenziellen Wurzelraum, aber ihre nutzbare Feldkapazität und Kationenaustauschkapazität ist gering. Die biologische Aktivität ist entsprechend niedrig.

Gley-Regosol

Gley-Regosole aus künstlichen Auffüllungen (mit Grundwasseranschluss und wenig entwickelten Oberbodenhorizonten) sind prägend für die Böden im Emder Hafengebiet. Aufgrund der Versiegelung der Böden sind der Wasser- und Lufthaushalt deutlich gestört und die Grundwasserneubildung ist stark eingeschränkt oder unterbrochen.

7.3.4.4.5 Gley

Südöstlich der Stadt Borkum im Bereich der „Ronde Plate“ (s. Kap. F 7.3.4.2) finden sich Gleye aus Flugsanden in der typischen Ausprägung (Ah–Go–Gr–Profil). Sie sind unter dem Einfluss des Grundwassers entstanden, welches im ständig nassen Gr-Horizont zu reduzierenden Bedingungen und zur Lösung von Fe- und Mn-Verbindungen führt. Mit dem Anstieg des Grundwasserpegels können die reduzierten Verbindungen aufwärts verlagert und unter Sauerstoffeinfluss zu Eisen- und Manganoxiden oxidiert werden (typische Rostflecken in den Go-Horizonten).

Die Humusakkumulation im Ah-Horizont (Größenordnung mittel humos, 2 bis < 4 %) des Gleys kann in Folge mangelnder Sauerstoffzufuhr gegenüber trockeneren Böden erhöht sein.

Die Eigenschaften der Gleye sind an das Vorhandensein von Grundwasser gebunden, das Ausgangsmaterial zeichnet hier nicht den Weg der Bodenbildung vor.

7.3.4.4.6 Syrosem

Westlich des Yachthafens in Borkum haben sich im Bereich der Uferbefestigungen Syrosem gebildet, die eine sehr geringe Bodenentwicklung aufweisen und deren Eigenschaften durch das lockere Ausgangsgestein (aus Sandaufspülungen) charakterisiert sind. Syrosem sind im Allgemeinen sehr trocken und nährstoffarm.

7.3.4.5 Schadstoffbelastungen

Bodenbelastungen

Schadstoffanalysen, die die Belastung der Böden in Fläche und Tiefe repräsentativ beschreiben, liegen nicht vor (vgl. Kapitel F 7.3.1).

Aus jüngster Zeit liegen Ergebnisse aus Schadstoffuntersuchungen im Zusammenhang mit den in Niedersachsen festgestellten Höchstmengenüberschreitungen in Futtermitteln für dioxinähnliche Polychlorierte Biphenyle (dl-PCB) sowie Dioxine und Furane (PCDD/F) vor³. Auf der Suche nach möglichen Ursachen für die festgestellten Gehalte hat das LBEG⁴ Schadstoffuntersuchungen auch in Bodenproben der Außendeichsflächen der Ems durchgeführt (LBEG 2008a, Schneider 2009).

Insgesamt wurden an der Ems 17 Standorte im Überflutungsbereich (Schadstoffeinträge über den Wasserpfad möglich) in Tiefen von 0 – 10 cm und 10 – 30 cm untersucht. Eine genaue Lagezuord-

³ Bei der Untersuchung von Grasproben aus Weideflächen im Deichvorland der Unterems wurden Überschreitungen der Grenzwerte bei dioxinähnlichen PCB sowie Dioxinen und Furanen festgestellt. Wie sich inzwischen herausgestellt hat, sind die Grasproben erst im Untersuchungslabor beim Trocknungsvorgang mit Dioxin und PCB verunreinigt worden. Bei Nachuntersuchungen wurden die ursprünglichen Analyseergebnisse nicht bestätigt, d. h. die Grasproben stellten sich als nicht belastet heraus. Allerdings wiesen drei mit Erde verunreinigte Grasproben erhöhte Dioxinwerte auf.

⁴ In Kooperation mit den Stellen, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (MU), Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Landwirtschaftskammer Biedersachsen (LWK), Landkreis Leer, Landkreis Emsland, Stadt Emden.

nung der Probenahmestellen ist – nach Auskunft des LBEG – mit den öffentlich zugänglichen Unterlagen nicht möglich (LBEG 2008a).

Die Bodenproben wurden auf die Schadstoffparameter polychlorierte Dibenzdioxine und -furane (PCDD/F), polychlorierte Biphenyle (PCB₆), dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB) und Schwermetalle nach BBodSchV untersucht.

Die Einzelergebnisse der PCDD/F und dl-PCB-Gehalte in den Bodenproben aus dem Außendeichsbereich sind veröffentlicht (Schneider 2009) und in Tabelle 7.3-5 zusammengefasst. Ergebnisse der Schwermetallanalysen liegen nicht vor, sie werden vom LBEG qualitativ auf der Basis der Vorsorgewerte gemäß BBodSchV eingestuft (LBEG 2008a).

Die Ergebnisse sind nach den vorliegenden Unterlagen wie folgt zusammenzufassen und zu bewerten:

- Die untersuchten Marschböden im Außendeichsbereich der Ems sind durch Gehalte an PCDD/F + dl-PCB als Summenparameter zwischen etwa 15 – 25 ng/kg (50. bzw. 90. Perzentil) TE WHO charakterisiert. Damit liegen die PCDD/F-Werte unterhalb des Maßnahmenwertes der BBodSchV (Anhang 2) von 100 ng/kg für die direkte Aufnahme von Dioxinen/Furanen auf Kinderspielflächen (vgl. Schneider 2009).
- Die ermittelten Gehalte an Schwermetallen liegen nach Angabe des LBEG (2008a) im Bereich der Vorsorgewerte der BBodSchV.

Tabelle 7.3-5: PCDD/F + dl-PCB Gehalte im Überflutungsbereich

Probe/ Profil Nr.	PCDD/F (TE ng/kg)			dl-PCB (TE ng/kg)			Σ PCDD/F+dl-PCB (TE ng/kg)		
	0 - 2	0 - 10	10 - 0	0 - 2	0 - 10	10 - 30	0 - 2	0 - 10	10 - 30
Tiefe (cm)									
71 = 1		19	24		3,9	4,1		22,9	28,1
3		14	15		1,8	2,1		15,8	17,1
5		18	24		2,4	3,4		20,4	27,4
6		17	22		2,1	3,2		19,1	25,2
9		13	13		1,8	2,2		14,8	15,2
10		17	18		1,5	2,1		18,5	20,1
13		13	14		1,9	2,2		14,9	16,2
15		13	13		1,8	1,9		14,8	14,9
35		15	12		1,8	2,2		16,8	14,2
36		17	37		2,1	4,7		19,1	41,7
4	10	12	18	1,1	1,6	2,4	11,1	13,6	41,7
14		11	12		1,2	1,2		12,2	13,2
27		11	13		1,3	1,9		12,3	14,9
28	10	10	13	1,3	1,5	1,6	11,3	11,5	14,6
30		12	18		1,5	2,4		13,5	20,4
LK leer								24,9	22,6
LK leer								17,6	21,6

Altablagerungen

In dem interaktiven Kartenserver des NIBIS[®] sind Altablagerungen mit potenziellen Schadstoffquellen für den Betrachtungsraum genannt (NIBIS[®] Kartenserver 2012b) Die im Betrachtungsraum vorkommenden Altablagerungen sind in der folgenden Tabelle 7.3-6 zusammengestellt.

Tabelle 7.3-6: Altablagerungen

Teilbereich	Altablagerung	Lagerungsform	Standortnr.	Handlungsbedarf nach NMU (2010)
Leer bis Dollart	Bentumersiel	Grube	4570124002	Erkundung nachrangig
	Am Jemgumer Hafen	Grube	4570124001	Erkundung zu vernachlässigen
	Petkum/Petkumer Siel; Fährstr.	Grube	4020004011	Erkundung zu vernachlässigen
Außenems/ Dollart	Hamswehrumer Tief/ Deich	Grube	4520144025	Erkundung zu vernachlässigen
	Hamswehrumer/ Leehaus	Grube	4520144004	Erkundung nachrangig

Nach den Handlungsempfehlungen des LEBG wird keine der kartierten Altablagerungen der Kategorie „vorrangige Erkundung“ zugeordnet. Die Altablagerungen sind in den meisten Fällen in die Handlungskategorie „Erkundung zu vernachlässigen“, gefolgt von „Erkundung nachrangig“ einzustufen.

An der niederländischen Küste ist der Bereich zwischen Delfzijl und Dollart als leicht verunreinigt eingestuft (Provincie Groningen 2007). Über die genaue Lage von Altablagerungen im Betrachtungsraum auf niederländischer Seite liegen keine genauen Angaben vor. Gemäß Landelijk Informatiebeheer Bodem (2007) gelten Altstandorte, z. B. in Delfzijl als saniert.

7.3.4.6 Beschreibung von Bodenfunktionen

Böden erfüllen grundsätzlich zahlreiche Funktionen im Naturhaushalt, als Produktionsfaktor wie auch als Archiv (Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 2003). Basis der Bewertung der Böden ist die Funktionalität der Böden im Betrachtungsraum.

Sowohl die den Betrachtungsraum prägenden Watten und Marschen als auch Böden mit geringeren Flächenanteilen wie Regosole weisen bezüglich ihrer natürlichen Funktionen eine besondere Beziehung zwischen Organismen (Biozön) und der sie umgebenden abiotischen Umwelt auf. Die Böden werden vom „Wasser“ (Meer, Fluss) beeinflusst, sie nehmen gleichzeitig auch regulierend Einfluss auf die angrenzenden Bereiche.

Neben ihrer Bedeutung hinsichtlich der Funktion als Archiv der Naturgeschichte (erdgeschichtliche Zugehörigkeit zum Küstenholozän) weisen die hier typischen Böden eine besondere Lebensraumfunktionalität für die angepasste Vegetation und Tierwelt wie auch die im Boden lebenden Organismen auf.

Eine nahezu ganzjährig hohe Verfügbarkeit von Bodenwasser und hohe Gehalte an Nährstoffen weisen auf die außerordentliche Funktionalität im Naturhaushalt hin mit hohem Energie- und Stoffumsatz als hochproduktiver Lebensraum für Pflanzengesellschaften mit großen Biomassen.

Als Teil der Nahrungskette sind die Lebensgemeinschaften in den betroffenen Böden Nahrungsgrundlage für die Existenz der höheren Lebewesen (insbesondere der Avifauna).

Einen hohen Stellenwert kann auch der natürlichen Bodenfunktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium bzw. der Umsetzung von eingetragenen Stoffen zugeschrieben werden. Alle Vordeichsböden filtern die Stoffflüsse vom Binnenland zur Ems (und damit zur Nordsee) und damit auch die Stoffe, die bei den Überflutungen aus dem Meer und der Ems eingetragene werden.

Je nach Geländemorphologie wird im Falle von Sturmfluten ein Teil der Wellenenergie bereits in den Vordeichsländern verbraucht, womit die Vordeichsländer auch eine wichtige Funktion für den Küstenschutz erfüllen. Ebenfalls von Bedeutung ist die Funktion für das Klima der Region. Hohe Bodenfeuch-

ten sorgen für eine starke Dämpfung von Temperaturschwankungen und tragen zu einer gleichmäßig hohen Luftfeuchte bei.

Die im Betrachtungsraum vorkommenden anthropogenen Böden übernehmen vorwiegend nur Nutzungsfunktionen und kaum natürliche Funktionen.

7.3.4.7 Schutzwürdige Böden hinsichtlich der Lebensraumfunktion

Aus Sicht der Bodenschutz-Vorsorge sind die besonders schutzwürdigen Böden hinsichtlich der Lebensraumfunktion mit den u. g. Zuordnungen zu berücksichtigen. Dazu werden im Kartenserver des NIBIS[®] (2012a) bzw. in der Arbeitshilfe des LBEG (2008b) die schutzwürdigen Böden dargestellt und klassifiziert.

- Böden mit hoher Lebensraumfunktion (biotische Bodenfunktionen)
 - Böden mit besonderen Standorteigenschaften
 - Naturnahe Böden
 - Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit

Böden mit besonderen Standorteigenschaften

Bei der Ausweisung schützwürdiger Böden in Niedersachsen (NIBIS[®] Kartenserver 2012a) werden die Rohmarschen, die in den Außendeichsflächen und auf Teilflächen südlich der Stadt Borkum charakteristisch sind, als Böden mit besonderen Standorteigenschaften benannt.

Schutzwürdig sind die Rohmarschen wegen ihrer extrem hohen Nässe. Diese Standorte sind aufgrund der weitreichenden Veränderungen infolge landwirtschaftlicher Nutzung selten. Auf diesen extrem nassen Standorten kann sich eine an diese Bedingungen besonders angepasste Vegetation entwickeln (hohe Lebensraumfunktion).

Naturnähe der Böden

Die Naturnähe eines Bodens ist ein Maß für weitgehend anthropogen unbeeinflusste Bodenbildung, bei der zugleich eine im Wesentlichen den natürlichen Bedingungen entsprechende Lebensraumfunktion gegeben ist⁵.

Unter Kenntnis ihrer Entstehungs- und Nutzungsgeschichte weisen

- die Watten und Marschen mit den höchsten Flächenanteilen sowie auch
- die übrigen natürlichen Böden mit vergleichsweise geringerer Verbreitung

einen hohen Grad an Naturnähe mit einem weitgehend unverändertem Profilaufbau auf. Mit dieser Naturnähe erfüllen die Böden wichtige ästuartypische Bodenfunktionen, insbesondere die Lebensraumfunktion sowie ihre jeweils spezifische Funktion im Wasserhaushalt.

Eine geringe Naturnähe weisen die unversiegelten, durch Landgewinnung entstandenen Böden dar.

Naturfern sind die versiegelten Böden der Uferbefestigungen auf deutscher und niederländischer Seite.

⁵ Als Veränderungen werden insbesondere Vermischungen der natürlichen Bodenhorizontierung, der Abtrag von Bodenmaterial oder die Überlagerung mit Fremdmaterialien verstanden

Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit

Ein Kriterium zur Beurteilung der Lebensraumfunktion (Pflanzen) ist die natürliche Bodenfruchtbarkeit. Sie beinhaltet die Fähigkeit des Bodens, Pflanzen, auch Nutzpflanzen, bei Verzicht auf anthropogene Maßnahmen gute bis sehr gute Wachstumsbedingungen zu bieten.

Dazu erfolgt die Ausweisung der Böden auf der Basis der Auswertungsmethode des NIBIS® Kartenservers (2012a) für das „Standortbezogenes ackerbauliches Ertragspotenzial“ (AE_{pot}).

Kalkmarschen zählen mit zu den produktivsten Standorten und erreichen Höchstwerte in der Bodenschätzung (hoch bis sehr hoch). Die in den Außendeichsbereichen vorherrschenden Rohmarschen sowie die in geringen Flächenanteilen vorkommenden Klei- und Knickmarschen und die auf Borkum vorkommenden Regosole weisen ein äußerst bzw. sehr geringes Ertragspotenzial auf.

7.3.4.8 Schutzwürdige Böden hinsichtlich der Archivfunktion

Unter der Archivfunktion werden Böden als Zeuge erdgeschichtlicher Entwicklung sowie auch seltene Böden klassifiziert und bewertet (NIBIS® Kartenserver 2012a, Boess et. al. 2002, LBEG 2008b).

Böden als Zeuge erdgeschichtlicher Entwicklung

Erdgeschichtlich bilden der Nordseeraum, die Ostfriesischen Inseln, die Watten und Marschen gemeinsam die jüngsten Landschaftselemente im Betrachtungsraum. Alle natürlichen Bodentypen im Betrachtungsraum sind ein Zeugnis des naturgeschichtlichen Werdegangs im Holozän.

Die bis heute unverändert andauernden Ablagerungen der nacheiszeitlichen Meeressedimente sind erdhistorisch bedeutsam. Sie gelten in ihren raumtypischen Ausprägungen als repräsentativ und weisen für den Landschaftsraum „Ems-Ästuar“ charakteristische Bodenprofile auf.

Mit der Zugehörigkeit der natürlichen Böden zur Bodenregion des Küstenholozäns weisen die Böden in ihrer Zusammensetzung eine hohe Funktion als Archiv der Naturgeschichte auf.

Seltene Böden

Zu den Böden mit hoher Archivfunktion in Niedersachsen zählen die Regosole, die entsprechend ihrer naturnahen Vegetationsverhältnisse und ihrer Bodenentwicklung aus Dünenansanden als seltene Böden ausgewiesen sind.

Als seltene Böden sind Regosole südöstlich der Stadt Borkum im Bereich des Naturschutzgebietes „Greune Stee“ in geringem Flächenumfang vertreten (s. Abschnitt 7.3.4.2).

7.3.4.9 Wertelement von Natur und Landschaft

Die holozäne Entwicklung des Küstenraumes hat dem Ems-Dollart-Gebiet und den darin auftretenden Böden eine besondere naturräumliche Eigenart verliehen, die sich von anderen Bodenlandschaften Deutschlands signifikant unterscheidet. Die natürlichen Böden bieten mit ihren vielfältigen Eigenschaften die Grundlage für besondere Lebensraumfunktionen der dort vorkommenden Flora und Fauna.

Daher kommt der Erhaltung des Naturraumes „Watten und Marschen“ als einzigem Naturraum Niedersachsens, in dem noch großflächig annähernd natürliche Ökosysteme vorhanden sind, eine besondere Bedeutung zu. Vorrangig schützenswert sind daher die Inseln mit Stränden und Dünen, die Watten mit ihren Rinnensystemen, die Salzwiesen und die Außendeichsflächen mit den Flusswatten.

Die regionalen Raumordnungspläne der Landkreise Leer und Aurich beschreiben die Watten als schützenswert (vgl. LK Aurich 2004, LK Leer 2006).

Teile der o. g. (Boden-)Ökosysteme sind als Feuchtgebiete internationaler Bedeutung (insbesondere als Lebensraum für Wasser- und Watvögel) nach der Ramsar Konvention benannt. Dazu gehört auch das im Betrachtungsgebiet liegende Niedersächsische/Ostfriesische Wattenmeer mit dem Dollart. Zum Schutz dieses ökologisch sensiblen Gebiets wurde der Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (seit 1986) geschaffen. Das gesamte norddeutsche Wattenmeer steht seit 1991 unter internationalem Schutz und gilt als Biosphärenreservat der UNESCO.

Darüber hinaus gelten die Außendeichsflächen und Sände von Terborg bis Emden auch als Feuchtgebiete von nationaler Bedeutung.

7.3.4.10 Planerischer Ist-Zustand

Andere Vorhaben im Untersuchungsgebiet, die derzeit geplant und die bis zum geplanten Baubeginn zur Vertiefung der Außenems bis Emden realisiert sein werden, sind im Sinne eines planerischen Ist-Zustands (PIZ) in der vorliegenden UVU zu berücksichtigen. Die methodische Vorgehensweise zur Bearbeitung des planerischen Ist-Zustands ist in Kapitel F 2.3 beschrieben. In Tabelle 2.4-2 sind die genehmigten oder die planerisch verfestigten Vorhaben aufgelistet, die Bestandteil des PIZ sind. Die bereichsweise Anpassung der Unterems und des Dortmund-Ems-Kanals (Vorhaben Nr. 2), die Soleeinleitung bei Rysum (Vorhaben Nr. 4) sowie die Planänderung zum Vorhaben „Neubau eines Dalbenliegeplatzes mit Ro/Ro-Anlage an der Emspier im Außenhafen Emden“ (Vorhaben Nr. 8) können auf das Schutzgut Boden wirken sind somit nachfolgend betrachtungsrelevant.

Für das Vorhaben Nr. 2 wurden aufgrund der Baumaßnahmen im Zuge des Umbaus der Jann-Berghaus-Brücke lokal erhebliche Beeinträchtigungen von hochwertigen Marschböden prognostiziert. Die Eingriffe in den Naturhaushalt werden durch geeignete Ersatzmaßnahmen kompensiert (WSD Nordwest 2007).

Das Vorhaben Nr. 4 betrifft die Gewässerbereiche in der Umgebung der Einleitungsstelle. Im direkten Umfeld der Soleeinleitungsstelle bei Rysum ist eine Erhöhung der Salzgehalte auf Werte >35 PSU auf einer Fläche von max. 1 ha über eine Dauer von 30 Jahren prognostiziert (vgl. BAW 2008, LBEG 2009). Diese Salzgehalte übersteigen die natürlichen Verhältnisse im Übergangsgewässer des Ems-Ästuars (rd. 25 PSU). Somit ist nicht auszuschließen, dass es im Nahbereich der Einleitungen zu höheren Salzeinträgen in die Wattflächen und Marschen kommt. Da in dem betreffenden Gewässerabschnitt sowohl die Wattflächen als auch die regelmäßig überfluteten Rohmarschen durch Salzeinträge gekennzeichnet sind, werden keine erheblich negativen Auswirkungen auf das Schutzgut Boden erwartet. Großräumig sind ebenfalls keine negativen Auswirkungen auf das Schutzgut Boden zu erwarten.

Durch das Vorhaben Nr. 8 kommt es im aquatischen Bereich zu einer Überbauung von Wattflächen (NPorts 2010).

In Unterlage J 1.1 werden die durch die o.g. Vorhaben hervorgerufenen Veränderungen der Hydrodynamik, der Salzgehaltsverteilung, des Schwebstoffgehalts und -transports sowie der Wassertemperatur als planerischer Ist-Zustand betrachtet (s. Unterlage J 1.1). Mögliche ausbaubedingte Veränderungen des Schutzgutes Boden durch Veränderungen der Hydrodynamik, der Salzgehaltsverteilung sowie des Schwebstoffgehalts und -transports basieren dementsprechend auf dem Planerischen Ist-Zustand.

Die dargestellten Veränderungen durch genannte Vorhaben werden bei der Bestandsbewertung des Schutzgutes Boden berücksichtigt.

7.3.5 Bewertung des Bestands

Die Bewertung der in den Teilbereichen des Betrachtungsraumes vorkommenden Böden erfolgt nach dem in Kapitel F 7.3.3 beschriebenen Verfahren.

Vorab kann festgestellt werden, dass es sich bei den im gesamten Betrachtungsraum dominierenden Watten um Böden mit besonderen Standorteigenschaften handelt. Diese semisubhydrischen Böden stellen aufgrund der regelmäßigen Überflutungen nasse Extremstandorte dar, die charakteristisch für die natürlichen Verhältnisse des Landschaftsraumes sind. Wegen ihrer besonderen Eigenschaften verfügen die Watten über ein hohes Biotopentwicklungspotenzial und eine entsprechend hoch zu bewertende Lebensraumfunktion.

Insgesamt sind die Watten wegen ihrer hochwertigen Funktionen als Lebensraum und Bestandteil des Wasserhaushalts als „Böden von besonderer Bedeutung“ zu bewerten und erhalten daher die Wertstufe 4/5.

Nachfolgend wird die Bewertung der semiterrestrischen und terrestrischen Böden in den drei Teilbereichen des Betrachtungsraumes vorgenommen.

7.3.5.1 Teilbereich „Unterems von Leer bis Pogum“

Die im Teilbereich „Unterems von Leer bis Pogum“ dominierenden Böden der Rohmarschen sowie die kleinflächig vorkommenden Kalk-, Klei- und Knickmarschen sind charakteristisch für die natürlichen Verhältnisse im Teilbereich „Unterems von Leer bis Pogum“. Die Böden sind im Profilaufbau ungestört und weisen eine nur geringe anthropogene Überprägung infolge extensiver Nutzung (Beweidung durch Schafe) auf.

Insbesondere die Rohmarschen repräsentieren die besonderen Eigenschaften periodisch überfluteter feuchter bis nasser Extremstandorte. Dabei erfüllen die Böden mit ihren Übergangsformen aufgrund ihres feuchten und dynamischen Bodenwasserhaushaltes eine standortgemäße Funktion als Bestandteil des Wasserhaushaltes.

Wegen ihrer besonderen Eigenschaften verfügen die Marschböden über ein hohes Biotopentwicklungspotenzial und eine entsprechend hoch zu bewertende Lebensraumfunktion. Die besonderen Bodeneigenschaften ermöglichen die Ausbildung und Entwicklung einer daran angepassten und seltenen Biozönose. Die hochwertige Lebensraumfunktion findet Ausdruck in der Bedeutung der Böden für den Naturschutz.

Die Böden im Teilbereich „Unterems von Leer bis Pogum“ werden aufgrund ihrer charakteristischen Zugehörigkeit zum Landschaftsraum, der Lebensraumfunktion sowie der Funktion im Wasserhaushalt und ihrer Archivfunktion als „Böden von besonderer Bedeutung“ eingestuft und erhalten entsprechend die Wertstufe 4/5. Die besonderen Standorteigenschaften und die damit einhergehende Schutzwürdigkeit der Böden überwiegen deutlich die geringe anthropogene Überprägung aufgrund der extensiven Nutzung. Da nach dem anzuwendenden Maximalwertprinzip (vgl. Kap. F 7.3.3) der jeweils höchste Funktionswert den Gesamtwert bestimmt, führt die geringe anthropogene Überprägung nicht zu einer Abwertung. Die Bewertung gilt auch für die im Teilbereich auf kleineren Flächen vorkommenden Kalk-, Klei- und Knickmarschen.

7.3.5.2 Teilbereich „Dollart und Außenems“

Die Außendeichsflächen und Watten des Teilbereichs „Dollart und Außenems“ sind als schutzwürdige Böden durch besondere Standorteigenschaften gekennzeichnet. Die nassen Böden besitzen einen hohen Wert hinsichtlich der Lebensraumfunktion aufgrund ihres hohen Biotopentwicklungspotenzials, der Funktion als Bestandteil im Wasserhaushalt sowie der Archivfunktion. Dies gilt auch für Kalk- und Kleimarschen, die in ungenutztem Zustand wertvolle Bodenfunktionen im Ästuar erfüllen.

An die Watten zwischen Emden und Rysum schließen sich die Böden entlang der Krummhörner Küste an. Die zum Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ gehörenden Flächen sind durch naturnahe, extrem feuchte bis nasse Böden gekennzeichnet. Daraus leitet sich für diese Böden ein hoher Wert hinsichtlich der Lebensraumfunktion und der Funktion als Bestandteil des Wasserhaushalts ab. Die entlang der Krummhörner Küste durch Landgewinnung entstandenen Böden bilden einen Übergang von den Watten zu den Böden des Vorlandes. Diese unversiegelten, jungen Böden erfüllen ästuartypische Bodenfunktionen, besitzen allerdings aufgrund ihres vergleichsweise geringen Alters einen geringeren Wert hinsichtlich der Archivfunktion. Nach dem Maximalwertprinzip (s. Kap. F 7.3.3) bestimmt aber auch bei diesen Böden der hohe Wert bei der Lebensraumfunktion den Gesamtwert der Flächeneinheit.

Die Böden im niederländischen Teil des Betrachtungsraumes sind naturnah und unterliegen bis auf Teilflächen des Punt van Reide keiner Nutzung. Sie gehören zum niederländischen FFH- und Vogelschutzgebiet „Waddenzee“ und haben bezüglich der Lebensraumfunktion und Funktion im Naturhaushalt eine hohe Bedeutung für die Organismen.

Insgesamt sind die zuvor beschriebenen Böden im Teilbereich „Außenems bis Dollart“ wegen ihrer hochwertigen Funktionen als Lebensraum und Bestandteil des Wasserhaushalts sowie ihrer erdgeschichtlichen Bedeutung als „Böden von besonderer Bedeutung“ zu bewerten und erhalten daher die Wertstufe 4/5. Die Bewertung gilt auch für die im Teilbereich kleinflächig vorkommenden Kalk- und Kleimarschen.

Vorbelastungen des Bodens bestehen in geringen Flächenanteilen auf deutscher und niederländischer Seite durch Hafenanlagen und Uferbefestigungen. Im Bereich von Hafenanlagen stehen infolge von Versiegelung keine Böden mehr an der Oberfläche an. Diese Flächen werden aufgrund fehlender Bodenfunktionen als „Böden von sehr geringer Bedeutung“ eingestuft und erhalten die Wertstufe 1. Die durch umfangreiche Uferbauwerke gesicherten Böden am Nordufer des Emders Fahrwasser sind deutlich überprägt und für die natürlichen Verhältnissen des Landschaftsraumes nur noch eingeschränkt charakteristisch. Diese Flächen werden als „Böden von mittlerer Bedeutung“ eingestuft und erhalten die Wertstufe 3.

7.3.5.3 Teilbereich „Ems-Küstengewässer“

Bei den im Teilbereich „Ems-Küstengewässer“ überwiegend vorkommenden Watten handelt es sich um Böden mit besonderen Standorteigenschaften. Aufgrund der regelmäßigen Überflutungen stellen sie nasse Extremstandorte dar, die charakteristisch für die natürlichen Verhältnisse des Landschaftsraumes sind.

Die im Teilbereich vorkommenden semiterrestrischen Böden (Rohmarschen, Kleimarschen, Gleye und Strandböden bei Borkum) sind naturnah und ungenutzt. Sie besitzen mit ihrer ästuartypischen Lebensraumfunktion und hohem Biotopentwicklungspotenzial, ihrem besonders feuchten und dynamischen Bodenwasserhaushalt sowie ihrer erdgeschichtlichen Bedeutung einen besonderen Wert. Die

bei Borkum ebenfalls vorkommenden Regosole gehören zu den terrestrischen Böden und sind aufgrund ihrer Seltenheit ebenfalls besonders wertvoll.

All diese Böden im Teilbereich „Ems-Küstengewässer“ werden wegen ihrer hochwertigen Funktionen als „Böden von besonderer Bedeutung“ eingestuft und erhalten die Wertstufe 4/5.

Die westlich des Borkumer Yachthafens vorkommenden anthropogen überprägten Böden der Uferbefestigungen werden aufgrund der verwendeten Materialien als „Böden von geringer Bedeutung“ eingestuft und erhalten die Wertstufe 2.

7.3.5.4 Zusammenfassung der Bestandsbewertungen

In Tabelle 7.3-7 sind die in den drei Teilbereichen vorkommenden Böden, die für die Bewertung maßgebenden Kriterien und die Wertstufe aufgeführt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im überwiegenden Teil des Betrachtungsraumes die Böden aufgrund

- ihrer charakteristischen Zugehörigkeit zum Landschaftsraum,
- der Lebensraumfunktion sowie
- der Funktion im Wasserhaushalt und ihrer Archivfunktion

als Böden von besonderer Bedeutung die höchste Wertstufe 4/5 erhalten.

Ausgenommen hiervon sind lediglich die versiegelten Flächen im Bereich von Hafenanlagen und die naturfernen Bereiche mit Uferbefestigungen. Die aus Uferbefestigungsmaterial hervorgegangenen Rohböden erhalten als „Böden von geringer Bedeutung“ die Wertstufe 2. Die versiegelten Böden im Bereich von Hafenanlagen und Uferbefestigungen erhalten als „Böden von sehr geringer Bedeutung“ die Wertstufe 1.

Tabelle 7.3-7: Bewertung der Böden in den Teilbereichen des Betrachtungsraumes

Teilbereich „Unterems von Leer bis Pogum“		
Watten	<ul style="list-style-type: none"> • Böden mit besonderen Standorteigenschaften: regelmäßig überflutete nasse Extremstandorte • charakteristisch für die natürlichen Verhältnisse des Landschaftsraumes 	Böden von besonderer Bedeutung Wertstufe 4/5
Rohmarschen Kalkmarschen Kleimarschen Knickmarschen	<ul style="list-style-type: none"> • Böden mit besonderen Standorteigenschaften: periodisch überflutete feuchte bis nasse Extremstandorte • Naturnahe Böden: <ul style="list-style-type: none"> – natürlicher, weitgehend unveränderter Profilaufbau – keine nennenswerte Entwässerung – extensive Nutzung • charakteristisch für die natürlichen Verhältnisse des Landschaftsraumes 	Böden von besonderer Bedeutung Wertstufe 4/5
Teilbereich „Dollart und Außenems“		
Watten	<ul style="list-style-type: none"> • Böden mit besonderen Standorteigenschaften: regelmäßig überflutete nasse Extremstandorte • charakteristisch für die natürlichen Verhältnisse des Landschaftsraumes 	Böden von besonderer Bedeutung Wertstufe 4/5
Rohmarschen Kalkmarschen Kleimarschen	<ul style="list-style-type: none"> • Böden mit besonderen Standorteigenschaften: periodisch überflutete feuchte bis nasse Extremstandorte • Naturnahe Böden: <ul style="list-style-type: none"> – natürlicher, weitgehend unveränderter Profilaufbau – keine nennenswerte Entwässerung – extensive Nutzung • charakteristisch für die natürlichen Verhältnisse des Landschaftsraumes 	Böden von besonderer Bedeutung Wertstufe 4/5
Hafenanlagen Uferbefestigungen	<ul style="list-style-type: none"> • versiegelte Böden 	Böden von sehr geringer Bedeutung Wertstufe 1
Buhnenfelder vor Wybelsumer Polder: Watten mit Übergängen zu Kalkmarschen bzw. Rohmarschen	<ul style="list-style-type: none"> • für die natürlichen Verhältnissen des Landschaftsraumes nur noch eingeschränkt charakteristisch 	Böden von mittlerer Bedeutung Wertstufe 3
Teilbereich „Küstengewässer“		
Watten	<ul style="list-style-type: none"> • Böden mit besonderen Standorteigenschaften: regelmäßig überflutete nasse Extremstandorte • charakteristisch für die natürlichen Verhältnisse des Landschaftsraumes 	Böden von besonderer Bedeutung Wertstufe 4/5
Rohmarschen Kleimarschen	<ul style="list-style-type: none"> • Böden mit besonderen Standorteigenschaften: periodisch überflutete feuchte bis nasse Extremstandorte • Naturnahe Böden: <ul style="list-style-type: none"> – natürlicher, weitgehend unveränderter Profilaufbau – keine nennenswerte Entwässerung • charakteristisch für die natürlichen Verhältnisse des Landschaftsraumes 	Böden von besonderer Bedeutung Wertstufe 4/5
Strandböden	<ul style="list-style-type: none"> • Böden mit besonderen Standorteigenschaften: <ul style="list-style-type: none"> – periodische und episodische Überflutung – ständige Materialumlagerung • naturnahe Böden 	Böden von besonderer Bedeutung Wertstufe 4/5
Regosole aus nacheiszeitlichen Dünensanden	<ul style="list-style-type: none"> • seltene Böden 	Böden von besonderer Bedeutung Wertstufe 4/5
Gley aus Flugsand	<ul style="list-style-type: none"> • Böden mit besonderen Standorteigenschaften • naturnahe Böden 	Böden von besonderer Bedeutung Wertstufe 4/5
Syroseme im Bereich von Uferbefestigungen	<ul style="list-style-type: none"> • anthropogene Böden • für die natürlichen Verhältnissen des Landschaftsraumes nur noch wenig charakteristisch 	Böden von geringer Bedeutung Wertstufe 2

7.4 Beschreibung und Bewertung vorhabensbedingter Auswirkungen

Grundlage der Beschreibung und Bewertung der vorhabensbedingten Wirkungen auf das Schutzgut Boden sind die in Planfeststellungsunterlage J 1.1 dokumentierten Ergebnisse der von der BAW durchgeführten wasserbaulichen Systemanalyse. Dabei werden – sofern nicht anders erwähnt – die von der BAW prognostizierten ausbaubedingten Änderungen für mittlere Tideverhältnisse bei einem Oberwasserzufluss von 44 m³/s (Szenario M 1, häufigster Oberwasserzufluss Herbrum) zugrunde gelegt.

Bei der nachfolgenden Beschreibung und Bewertung der vorhabensbedingten Auswirkungen auf das Schutzgut Boden sind unter dem Oberbegriff „Böden“ – sofern nicht anders erwähnt – sowohl die terrestrischen (z. B. Syrosem und Regosol) und semiterrestrischen (z. B. Marschböden und Strandböden) als auch die semisubhydrischen Böden (Watt) zu verstehen (s. Tabelle 7.3-3).

7.4.1 Baubedingte Auswirkungen

Die Baggerungen zur Vertiefung der Fahrrinne einschließlich der Herstellung der Wendestelle sowie die Verbringung der gebaggerten Sedimente auf den Klappstellen 2, 4, 5 und 7 sind auf den aquatischen Bereich beschränkt. Direkte baubedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Boden sind daher nicht zu erwarten.

Indirekte baubedingte Auswirkungen auf die Böden können zum einen durch die Entnahme und Umlagerung von Baggergut hervorgerufen werden. Dabei kann es zu lokalen und zeitlich begrenzten Erhöhungen der Schwebstoffkonzentrationen kommen, die theoretisch wiederum veränderte Stoffeinträge in die Böden verursachen können.

Zum anderen können die während der Bauphase eingesetzten Nassbagger indirekte Auswirkungen hervorrufen, wenn sich durch die Baggarbeiten die schiffserzeugten Wellen- und Strömungsbelastung verstärken sollten und infolgedessen das Risiko einer Erosion von Böden in strömungsexponierten Bereichen steigt.

Die indirekten Auswirkungen durch die Entnahme und Umlagerung von Baggergut sind folgendermaßen zu bewerten:

- Auf die Klappstellen 2 und 4 soll sandiges Baggergut verbracht werden. Untersuchungen der BAW (2009, 2010) haben ergeben, dass das in der Vergangenheit auf den Klappstellen 2 und 4 umgelagerte sandige Baggergut in den tieferen Rinnenstrukturen des Emsästuars (insbes. im Fahrwasser) überwiegend nach Südosten transportiert wurde. Dabei wurden nach Angaben der BAW insgesamt nur kleine Mengen an Feinschluff transportiert (s. Kap. F 8.2.4.1). Aus den durchgeführten Untersuchungen ergeben sich keine Hinweise auf Stoffeinträge in Böden infolge des Transports von Sedimenten aus dem Bereich der Klappstellen 2 und 4. Da sich an diesem generellen Verteilungsmuster bei der Umlagerung des sandigen Baggerguts aus dem Erstausbau nichts ändern wird, sind baubedingt keine messbaren Stoffeinträge in die Böden zu erwarten.
- Das auf den Klappstellen 5 und 7 umgelagerte Baggergut wird vorwiegend in südöstliche bis süd-südöstliche Richtung transportiert, wobei Feinschluff bis in das Emdener Fahrwasser hinein verdriften kann. Zwar wird das Material überwiegend in den Haupt- und Nebenrinnen (Emshörn) transportiert, ein Teil gelangt aber auf Teilflächen des Pilsumer und Manslagter Watts (BAW 2009, 2010). An dieser Situation wird sich grundsätzlich nichts ändern, nur wird die Intensität des Eintrags von Feinmaterial in die bereits heute betroffenen Wattflächen während der Bauphase erhöht sein. Wie in den Kapiteln F 8.2.4 und F 8.4.4 erläutert, weist das auf den Klappstellen 5 und 7 während der Bauphase umzulagernde Material vergleichbare physikalische und che-

mische Eigenschaften auf wie das im bisherigen Unterhaltungsbetrieb umgelagerte Material, so dass durch das Vorhaben keine messbaren Veränderungen der Stoffeinträge in Böden zu erwarten sind. Somit sind durch die Baggergutumlagerung keine Auswirkungen auf die Nähr- und Schadstoffgehalte der Watten des Pilsumer und Manslagter Watts zu erwarten.

- Wie in Kap. F 8.3.4.1 erläutert sind baubedingt im ungünstigsten Fall äußerst gering negative Veränderungen einzelner chemischer Gewässergüteparameter zu erwarten. Die Veränderungen sind so gering, dass Auswirkungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt der Böden durch eine ausbaubedingte Änderung der Wasserbeschaffenheit nicht zu erwarten sind.

Hinsichtlich der schiffserzeugten Wellen- und Strömungsbelastungen durch die für den Ausbau eingesetzten Hopperbagger ist zunächst festzuhalten, dass sich die Intensität der durch die einzelnen Baggerumläufe hervorgerufenen Belastungen gegenüber dem Ist-Zustand nicht ändern wird, weil die für den Ausbau eingesetzten Hopperbagger in Bezug auf die für die Größe der schiffserzeugten Belastungen maßgebenden Parameter (Schiffsabmessungen, Schiffsform, Geschwindigkeit, Passierabstand) den im derzeitigen Unterhaltungsbetrieb eingesetzten Geräten entsprechen werden. Allerdings wird sich die Anzahl der erforderlichen Baggerumläufe während der Bauphase erhöhen.

Bei der Bewertung der durch Nassbagger verursachten Wellen- und Strömungsbelastungen sind insbesondere die Schiffsgeschwindigkeiten zu berücksichtigen. Während des Baggerprozesses fahren die Baggerschiffe in Abhängigkeit von ihrer technischen Ausstattung und den Tideverhältnissen zwischen 3 und 6 Knoten⁶. Für die Fahrt vom Baggerbereich zum Unterbringungsort gibt das WSA Emden eine durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit von 12 Knoten an (WSA Emden 2012). Beim Verklappen werden die Hopperbagger fast vollständig aufgestoppt, so dass die Schiffsgeschwindigkeiten auf bis zu 0 Knoten abnehmen⁷.

Die während der Bauphase zu erwartenden schiffserzeugten Belastungen sind wie folgt zu bewerten:

- In dem von Übertiefen geprägten Abschnitt der Ems von km 57,0 bis km 74,6 sind lediglich lokal begrenzte Vertiefungen der Fahrrinnensohle erforderlich. Da zudem die von den Ausbaubaggerungen betroffenen Bereiche der Fahrrinne in großer Entfernung zum Ufer bzw. zu den unteren Wattlinien liegen, sind unter Berücksichtigung der während des Baggervorgangs gefahrenen Schiffsgeschwindigkeiten keine von den eingesetzten Hopperbaggern verursachten schiffserzeugten Belastungen im Uferbereich und auf den Watten zu erwarten.
- Im Vorhabensbereich zwischen Ems-km 48 und Ems-km 57 sind ebenfalls aufgrund der während des Baggervorgangs gefahrenen Geschwindigkeiten und der Entfernung zwischen Fahrrinnenrand und Ufer bzw. unterer Wattlinie keine signifikanten durch die Hopperbagger erzeugten Wellen- und Strömungsbelastungen zu erwarten. Eine Gefährdung des Nord- bzw. Ostufers der Ems im Abschnitt von ca. Ems-km 48 bis zum seewärtigen Ende des Leitdamms Seedeichs (ca. Ems-km 59,5) ist zudem nicht gegeben, weil dieser Gewässerabschnitt durch Steinschüttungen, Bühnen und Leitdämme gesichert ist.
- Im Abschnitt von Ems-km 40,7 bis ca. Ems-km 48,0 liegen die zu vertiefenden Bereiche der Fahrrinne vergleichsweise dicht am Ufer der Ems. Auch hier ist während des Baggervorgangs aufgrund der geringen Schiffsgeschwindigkeiten des Hopperbaggers sowie der im gesamten Abschnitt vorhandenen Ufersicherung durch Steinschüttungen, Bühnen und Leitdämme nicht mit baubedingten Auswirkungen auf die Böden durch schiffserzeugte Belastungen zu rechnen.
- Die für die Umlagerung des Baggerguts vorgesehenen Klappstellen 2, 4, 5 und 7 liegen in Bereichen der Außenems bzw. des Ems-Küstengewässers, in denen die maßgebenden Wellenereignisse durch Seegang verursacht werden. Die im Rahmen dieses Vorhabens durchgeführten Er-

⁶ E-Mail des WSA Emden vom 04.09.2012. Betreff: Baggergeschwindigkeiten.

fassungen der schiffserzeugten Wellen- und Strömungsbelastungen (Unterlage J 7) haben ergeben, dass insbesondere vor Borkum die von Schiffen hervorgerufenen Wellen von dem aus der Nordsee einlaufenden Seegang überlagert werden. Da sich an dieser Situation ausbaubedingt nichts ändern wird, ist davon auszugehen, dass die von den Nassbaggern verursachten Wellenereignisse während des Transportvorgangs durch den Seegang überlagert werden. Während des Verklappvorgangs ist aufgrund der geringen Schiffsgeschwindigkeiten nicht mit signifikanten, durch den Hopperbagger erzeugten Wellen- und Strömungsbelastungen zu rechnen. Unter Berücksichtigung weiterer Randbedingungen (Sicherung der in der Nähe von Klappstelle 4 gelegenen Uferabschnitte der Insel Borkum durch Buhnen, große Entfernung zwischen Ufer und Klappstellen 2, 5 und 7) sind durch die von den Hopperbagger erzeugten Wellen- und Strömungsbelastungen nicht geeignet, negative Auswirkungen auf die Böden hervorzurufen.

7.4.2 Anlagebedingte Auswirkungen

Anlagebedingte Auswirkungen des Vorhabens auf das Schutzgut Boden können aus

- der Umwandlung von Wattflächen in Unterwasserflächen im Bereich der Wendestelle,
- den ausbaubedingten Änderungen der Tidedynamik,
- den veränderten Flut- und Ebbestromgeschwindigkeiten sowie
- den ausbaubedingten Änderungen der Salzgehalte

resultieren.

Umwandlung von Wattflächen in Unterwasserflächen

Durch die Neumodellierung der südlichen Böschung im Bereich der Wendestelle werden auf einer Fläche von ca. 3,04 ha Wattflächen in Unterwasserflächen umgewandelt. Auf dieser Fläche gehen die Bodenfunktionen der Wattflächen verloren.

Wie in Kapitel F 7.3.5.2 ausgeführt, sind die durch umfangreiche Uferbauwerke gesicherten Böden am Nordufer des Emder Fahrwassers bereits im Ist-Zustand deutlich überprägt. Da sie für die natürlichen Verhältnisse des Landschaftsraumes nur noch eingeschränkt charakteristisch sind, werden die Böden mit Wertstufe 3 bewertet. Vor dem Hintergrund der in Kapitel F 8.2.3.3.1.4 beschriebenen deutlichen Zunahme der Ausdehnung von Wattflächen im Dollart und in der Außenems kann die punktuelle Abnahme von anthropogen deutlich überprägten Wattflächen im Bereich der geplanten Wendestelle als äußerst gering negative Veränderung bewertet werden. Die anlagebedingten Auswirkungen auf das Schutzgut Boden durch die Umwandlung von Wattflächen in Unterwasserflächen werden äußerst gering negativ (Veränderungsgrad $\ll -1$), punktuell und andauernd sein. Die Auswirkungen sind als unerheblich nachteilig zu bewerten.

Änderungen der Tidedynamik

Ausbaubedingte Änderungen der Tidedynamik können sich theoretisch auf die flächenhafte Ausdehnung von Böden auswirken, weil in Bereichen mit ausbaubedingt erhöhtem MThw die Wellenbelastung von Abbruchkanten zunehmen und daraus resultierend eine verstärkte Erosion von Böden in stromexponierten Bereichen auftreten kann. In Bereichen mit ausbaubedingt erhöhten Tnw könnte theoretisch eine verstärkte Erosion an der unteren Wattlinie auftreten.

Die von der BAW prognostizierten ausbaubedingten Änderungen von Tidehoch- und Tideniedrigwasser fallen allerdings so gering aus, dass sie anhand von Naturmessungen nicht statistisch signifikant

nachgewiesen werden können. Eine ausbaubedingte landwärts gerichtete Verschiebung der mittleren Hoch- oder Niedrigwasserlinie und damit einhergehende Bodenverluste sind daher nicht zu erwarten.

Aufgrund der geringen Änderungen des Tidehochwassers sind mess- und beobachtbare Veränderungen der Überflutungsdauer und -häufigkeit der Vordeichböden, die sich auf den Wasser- und Stoffhaushalt der Böden auswirken könnten, ebenfalls nicht zu erwarten.

Somit sind die prognostizierten ausbaubedingten Änderungen der Tideparameter nicht geeignet, sich auf die flächenhafte Ausdehnung sowie den Wasser- und Stoffhaushalt der Böden im Betrachtungsraum auszuwirken.

Änderungen des Strömungsgeschehens

Die BAW prognostiziert die stärksten Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeiten im Gewässerabschnitt wenige Kilometer stromauf und stromab der Querschnittseinengung, hervorgerufen durch die Verlängerung des Buhnenpaares 6/7 (stromaufwärts der Querschnittseinengung Anstieg der maximalen Flutstromgeschwindigkeit von bis zu ca. 0,3 m/s, stromabwärts Anstieg der maximalen Ebbestromgeschwindigkeit von bis zu ca. 0,35 m/s). Die Änderungen konzentrieren sich auf die Fahrrinnenmitte und klingen zu den Ufern hin ab, so dass sich die Strömungsgeschwindigkeiten im ufernahen Bereich im Strömungsschatten der Querschnittseinengung reduzieren (Unterlage J 1.1). Da die Ufer zudem befestigt sind, können Auswirkungen des veränderten Strömungsgeschehens auf das Schutzgut Boden in dem Gewässerabschnitt zwischen Pogum und Knock ausgeschlossen werden.

In den Gewässerabschnitten seewärts der Knock und oberhalb von Pogum sowie im Dollart werden – ebenfalls bezogen auf die Fahrrinnenmitte – ausbaubedingte Änderungen der Strömungsgeschwindigkeiten von weniger als 2,5 cm/s prognostiziert. Diese Änderungen sind so gering, dass daraus resultierende Auswirkungen auf das Schutzgut Boden nicht zu erwarten sind.

Insgesamt ist nicht davon auszugehen, dass sich die von der BAW prognostizierten Änderungen der Strömungsgeschwindigkeiten auf die Böden im Uferbereich auswirken werden.

Veränderung der Salzgehalte in Vordeichsböden

Im Gewässerabschnitt zwischen Pogum und Leer prognostiziert die BAW ausbaubedingt eine geringfügige Veränderung der mittleren maximalen Salzgehalte von -0,1 bis +0,4 PSU⁷ (Unterlage J 1.1). Die Wattflächen und Marschböden in diesem Abschnitt der Unterems sind bereits heute durch den Einfluss wechselnder Salzgehalte geprägt (s. Kap. F 7.3.4.2). Vor dem Hintergrund der bestehenden Salzgehaltsschwankungen sind die von der BAW prognostizierten ausbaubedingten Änderungen der Salzgehalte im Wasser nicht geeignet, mess- und beobachtbare Auswirkungen auf die Salzgehalte der Wattflächen und Vordeichböden hervorzurufen.

7.4.3 Betriebsbedingte Auswirkungen

Betriebsbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Boden können theoretisch aus folgenden Vorhabenswirkungen resultieren:

- Zunahme schiffserzeugter Belastungen durch die prognostizierte ausbaubedingte Erhöhung der zukünftigen Unterhaltungsbaggerungen und die daraus resultierende erhöhte Beaufschlagung der Klappstellen 5 und 7
- Veränderte Stoffeinträge in Böden durch die zusätzlichen Unterhaltungsbaggerungen und die ausbaubedingt erhöhte Beaufschlagung der Klappstellen 5 und 7
- Zunahme schiffserzeugter Belastungen durch veränderten Schiffsverkehr.

⁷ tiefengemittelte Werte im Längsschnitt der Fahrrinnenmitte bei einem Oberwasserzufluss von 44 m³/s

Zunahme schiffserzeugter Belastungen durch ausbaubedingte Erhöhung der Unterhaltungsbaggerungen

Für die Bewertung der schiffserzeugten Belastungen durch die ausbaubedingt zusätzlich erforderlichen Unterhaltungsbaggerungen gelten die in Kapitel F 7.4.1 für die Ausbaubaggerungen getroffenen Aussagen gleichermaßen.

Somit gilt generell, dass sich die Intensität der bei den einzelnen Umläufen durch den Nassbagger erzeugten Wellen- und Strömungsbelastung ausbaubedingt nicht ändern wird, weil sich die für die Größe der schiffserzeugten Belastungen maßgebenden Parameter (Schiffsabmessungen, Schiffsförmigkeit, Geschwindigkeit, Passierabstand) ausbaubedingt nicht ändern. Lediglich die Anzahl der erforderlichen Umläufe wird aufgrund der von der BAW prognostizierten Zunahme der Unterhaltungsbaggerungen geringfügig ansteigen.

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel F 7.4.1 sind zudem

- im Abschnitt der Ems von km 57,0 bis km 74,6 aufgrund des dominierenden Einflusses des Seegangs und aufgrund der Entfernung zwischen Ufer und Fahrrinne bzw. Unterbringungsarten sowie
- am Nord- bzw. Ostufer der Ems von Ems-km 48 bis zum seewärtigen Ende des Leitdamms Seedeichs (ca. Ems-km 59,5) und von Ems-km 40,7 bis 48,0 aufgrund der in diesen Abschnitten vorhandenen Ufersicherungen durch Steinschüttungen, Buhnen und Leitdämme

keine betriebsbedingten Auswirkungen auf das Schutzgut Boden durch veränderte schiffserzeugte Belastungen zu erwarten.

Veränderte Stoffeinträge in Böden durch die zusätzliche Entnahme und Umlagerung von Baggergut

Auch für die Bewertung möglicher indirekter Auswirkungen infolge der Umlagerung von Baggergut gelten die in Kapitel F 7.4.1 getroffenen Aussagen. Demnach sind durch die ausbaubedingt zusätzlich erforderlichen Unterhaltungsbaggerungen und die ausbaubedingt erhöhte Beaufschlagung der Klappstellen 5 und 7 keine messbaren Stoffeinträge in Böden und demzufolge auch keine Auswirkungen auf die Nähr- und Schadstoffgehalte der Böden zu erwarten.

Auswirkungen auf den Stoffhaushalt der Böden durch eine ausbaubedingte Änderung der Wasserbeschaffenheit sind ebenfalls nicht zu erwarten. Wie in Kap. F 8.3.4.3 erläutert sind betriebsbedingt im ungünstigsten Fall äußerst geringe negative Veränderungen einzelner chemischer Gewässergüteparameter zu erwarten. Die Veränderungen sind so gering, dass daraus resultierende Auswirkungen auf den Stoffhaushalt der Böden nicht zu erwarten sind.

Zunahme schiffserzeugter Belastungen durch veränderten Schiffsverkehr

Betriebsbedingte Auswirkungen auf die Böden im Betrachtungsraum sind theoretisch möglich, wenn die durch den veränderten Schiffsverkehr erzeugten Wellen- und Strömungsbelastungen die Erosion von Böden auslösen oder bereits bestehende Erosionstendenzen verstärken.

Die BAW hat die ausbaubedingten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen stromab der Hafeneinfahrt Emden bis zum seeseitigen Ende des Untersuchungsgebietes bei Ems-km 100,0 untersucht (s. Unterlage J 1.2). Ausbaubedingte Änderungen der schiffserzeugten Belastungen können sich aus

- den baulichen Veränderungen durch die Vertiefung der Fahrrinne, die Herstellung der Wendestelle und die Querschnittseinengung durch die Buhnenverlängerung,
- der Tiefgangzunahme großer Schiffe sowie
- den Tidefahrplanänderungen für bemessungsrelevante Schiffe

ergeben.

Gemäß den Ergebnissen der von der BAW durchgeführten Untersuchungen werden – jeweils bezogen auf die Fahrrinnenränder – folgende ausbaubedingte Änderungen der schiffserzeugten Belastungen erwartet (s. Unterlage J 1.2):

- Abschnitt Hafeneinfahrt Emden bis seewärtiges Ende des Emders Fahrwassers (ca. Ems-km 40 bis Ems-km 48):
 - In Teilabschnitten mit deutlichen Vertiefungen der Fahrrinne werden keine Belastungszunahmen erwartet
 - In nicht zu vertiefenden Strecken werden für die Parameter Absunk Z_A , Primärwellenhöhe H_P und Rückstromgeschwindigkeit V_R geringe Belastungszunahmen von maximal 10 % prognostiziert.
 - Im Bereich Bereich der Querschnittseinengung durch die Verlängerung der Buhnen 6 und 7 werden örtlich begrenzt maximale Zunahmen des Absunks und der Primärwellenhöhe von 15 bis 20 % erwartet.
- Abschnitt Gatjebogen bis Emshörn (innerer Ästuartrichter von ca. Ems-km 49 bis Ems-km 68):
 - Im Abschnitt von Ems-km 49 (Höhe Knockster Watt) bis Ems-km 52 (Höhe Knock) sind aufgrund der bereichsweisen Vertiefungen keine bzw. nur sehr geringe Zunahmen der schiffserzeugten Belastungen durch Absunk und Primärwellen von $< + 10\%$ prognostiziert.
 - Am Siel- und Schöpfwerk Knockster Tief sind aufgrund des großen Abstandes zur Fahrrinnen (ca. 1.600 m) – wie bereits im Ist-Zustand – keine messbaren schiffserzeugten Belastungen zu erwarten.
 - In dem sich seewärts anschließenden Abschnitt vom Gatjebogen (ca. Ems-km 52) bis Emshörn (Ems-km 68) werden Zunahmen der schiffserzeugten Belastungen durch Absunk und Primärwellen von maximal 15% für tideunabhängige Verkehre (etwa bei MTnw) und max. 10% für tideabhängige Verkehre (etwa bei MThw) prognostiziert.
 - Aufgrund des geringen Abstandes zur Fahrrinne werden die Belastungszunahmen insbesondere im Bereich des Ufers am Rysumer Nacken und am Ostufer von Hund und Paapsand wirksam.
- Abschnitt Emshörn bis seewärtiges Ende des Untersuchungsgebietes (äußerer Ästuartrichter von ca. Ems-km 69 bis Ems-km 100):
 - Mit Ausnahme des Mövensteerts werden maximale tideunabhängige Erhöhungen von Absunk Z_A , Primärwellenhöhe H_P und Rückstromgeschwindigkeit V_R von 10 % prognostiziert.
 - Im südöstlichen Bereich des Mövensteerts (ca. Ems-km 79 bis Ems-km 81) werden vornehmlich bei Tideniedrigwasser (tideunabhängige Fahrt) für die Parameter Absunk Z_A , Primärwellenhöhe H_P und Rückstromgeschwindigkeit V_R ausbaubedingte Belastungszunahmen von ca. 15% prognostiziert.

Unabhängig von den betrachteten Abschnitten sind gemäß BAW-Gutachten folgende Ergebnisse festzuhalten:

Etwa 3 % der im Ist-Zustand erfassten schiffserzeugten Wellen- und Strömungsereignisse sind den tiefgangsrelevanten Schiffsverkehren zuzuordnen. Die Häufigkeit der schiffserzeugten Belastungen durch tiefgangsrelevante Schiffe wird ausbaubedingt um etwa 2 % zunehmen. Insgesamt ist daher auch in Zukunft von einem geringen Anteil der tiefgangsrelevanten Schiffe am Gesamtaufkommen des Schiffsverkehrs auszugehen.

- Zusammenfassend stellt die BAW fest: „Die schiffserzeugte Belastung der Außenems sowie deren ausbaubedingte Änderungen sind als relativ gering ... zu bewerten.“ (Unterlage J 1.2).

Die von der BAW prognostizierten Veränderungen der schiffserzeugten Belastungen sind in Bezug auf das Risiko von Erosionserscheinungen an Böden folgendermaßen zu bewerten:

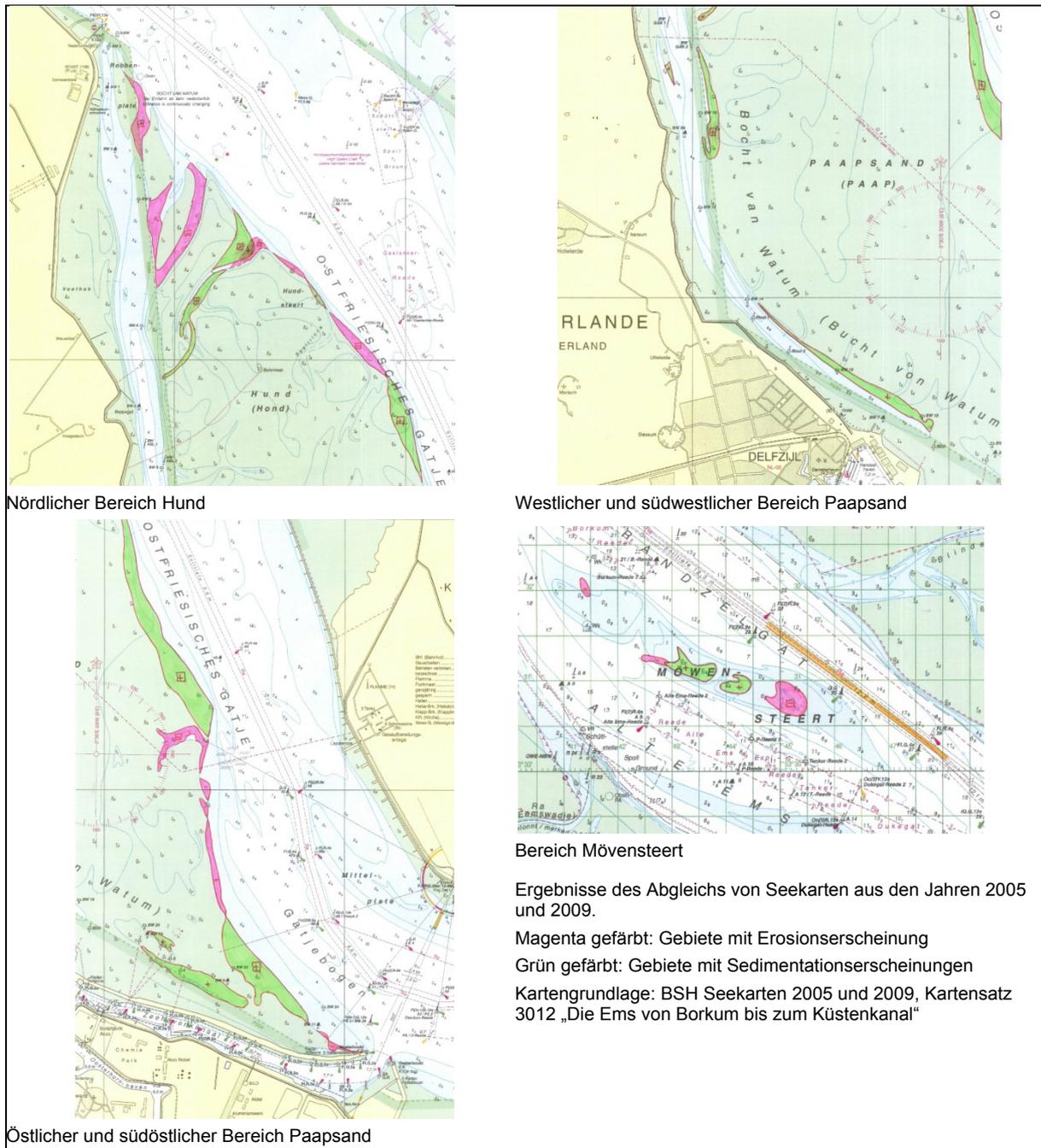
- Im Gewässerabschnitt des äußeren Ästuartrichters (Ems-km 69 – 100) werden die schiffserzeugten Wellen- und Strömungsbelastungen durch den dominierenden Seegang überlagert. Neben dem Seegang sind Erosionserscheinungen auf Wattflächen und im Uferbereich insbesondere auf Sturmflutereignisse zurückzuführen. Eine Gefährdung von unbefestigten Ufern durch die für den äußeren Ästuartrichter prognostizierten Änderungen der schiffserzeugten Wellen- und Strömungsbelastungen ist zudem aufgrund des großen Abstandes zwischen Fahrrinne und Ufer nicht zu erwarten. Zusammenfassend sind daher im überwiegenden Teil des äußeren Ästuartrichters keine Auswirkungen auf das Schutzgut Boden durch die prognostizierte lokale Zunahme schiffserzeugter Belastungen zu erwarten.
- Generell gelten die Aussagen auch für den südöstlichen Mövensteert als Bereich mit den höchsten, im äußeren Ästuartrichter prognostizierten Zunahmen der schiffserzeugten Belastungen. Der Mövensteert ist bereits im Ist-Zustand durch eine intensive natürliche Morphodynamik geprägt. Ein Abgleich von Seekarten aus den Jahren 2005 und 2009 zeigt, dass sich die Wattflächen des Mövensteerts in den vergangenen Jahren nach Nordwesten verlagert haben (s. Abbildung 7.4-1), wobei sich Wattflächenverlust einerseits und Auflandung andererseits in etwa ausgleichen. Erosion und Sedimentation im Bereich des Mövensteerts werden auch zukünftig überwiegend durch Seegang, Sturmflutereignisse und weitere Faktoren des natürlichen tidedynamischen Geschehens geprägt. Die von der BAW prognostizierte Zunahme der schiffserzeugten Belastungen im südöstlichen Mövensteert kann allerdings kurzzeitig⁸ und lokal zur ohnehin stattfindenden Erosion beitragen. Da ein möglicher lokaler Wattflächenverlust in strömungsexponierten Bereichen mit einer Auflandung an andere Stelle einhergeht, werden die Auswirkungen in diesem Bereich neutral (Veränderungsgrad 0), punktuell und kurzzeitig sein. Die Auswirkungen sind daher als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.
- Für den Abschnitt des unbefestigten Ufers im Bereich des Knockster Watts (ca. Ems-km 48,5 bis 51) prognostiziert die BAW keine bis sehr geringe Zunahmen der schiffserzeugten Belastungen in der Fahrrinne (Unterlage J 1.2, Prognose der ausbaubedingten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen, Kap. F 7.1.5). Der geringste Abstand zwischen der unteren Wattlinie des Knockster Watts und der Fahrrinne beträgt etwa 500 m. In diesem Abschnitt sorgt zudem das flach ausgebildete Unterwasserprofil für eine gewisse Dämpfung der schiffserzeugten Wellen und Strömungen.
- Im Gewässerabschnitt von der Hafeneinfahrt Emden bis zum seewärtigen Ende des Emdener Fahrwassers (ca. Ems-km 40 bis Ems-km 48) sowie am Ostufer der Ems zwischen Gatjebogen und dem seewärtigen Ende des Leitdamms Seedeich (ca. Ems-km 59,5) sind die Ufer vollständig durch Uferbauwerke gesichert. In diesen Abschnitten sind daher keine Auswirkungen auf das Schutzgut Boden durch die prognostizierte lokale Zunahme schiffserzeugter Belastungen zu erwarten. Die Auswirkungen auf das Westufer der Ems zwischen Ems-km 48 und ca. Ems-km 59,5 werden nachfolgend bewertet.

Auf den Wattflächen an der Ostseite von Hund und Paapsand (geringster Abstand zwischen Fahrrinne und Watt: ca. 250 m) sind Erosionsereignisse aufgrund der ausbaubedingten Zunahme der schiffserzeugten Belastungen und eine daraus resultierende Erosion von Wattflächen aufgrund des geringen Abstandes zur Fahrrinne nicht auszuschließen.

⁸ Die durch schiffserzeugte Wellen- und Strömungsbelastungen vereinzelt ausgelösten Erosionsereignisse werden enden, sobald sich für diesen Wirkfaktor ein morphologische Gleichgewicht eingestellt hat. Siehe hierzu auch die Bewertung der Auswirkungen auf die Wattgebiet von Hund und Paapsand.

Die Wattflächen von Hund und Paapsand unterliegen bereits heute einer intensiven natürlichen Morphodynamik mit einem z. T. kleinräumigen Wechsel von Sedimentation und Erosion. Im Ergebnis dieser gewässerdynamischen Prozesse hat die Ausdehnung der Wattflächen des Hund und Paapsandes deutlich zugenommen. Dies belegen unter anderem die Untersuchungen von Herrling & Niemeyer (2007). Abbildung 8.2-10 in Kapitel F 8.2.3.3.1.4 zeigt deutlich die Vergrößerung der Wattflächen des Hund und Paapsandes in den vergangenen 150 Jahren.

Hinweise auf die morphologische Entwicklung der letzten Jahre gibt eine Auswertung von Seekarten aus den Jahren 2005 und 2009. Der Kartenabgleich (s. Abbildung 7.4-1) bestätigt zunächst einmal den kleinräumigen Wechsel von Sedimentation und Erosion, wobei Erosionserscheinungen insbesondere an der Nordspitze (Zunahme und Verlagerung von Prielen) und dem Nordostteil (Ufererosion von ca. 200 m Breite) des Hunds zu beobachten sind, während an der östlichen und südlichen Inselfläche (Breite 250 – 500 m) die Wattflächen durch Sedimentation größer geworden sind.



Ergebnisse des Abgleichs von Seekarten aus den Jahren 2005 und 2009.
Magenta gefärbt: Gebiete mit Erosionserscheinung
Grün gefärbt: Gebiete mit Sedimentationserscheinungen
Kartengrundlage: BSH Seekarten 2005 und 2009, Kartensatz 3012 „Die Ems von Borkum bis zum Küstenkanal“

Abbildung 7.4-1: Ergebnisse des Abgleichs von Seekarten 2005 und 2009

Es ist nicht auszuschließen, dass die überwiegend von natürlichen Faktoren (Tidedynamik, Strömungsgeschehen, Seegang, Sturmflutereignisse etc.) bestimmten morphodynamischen Prozesse auf den Wattflächen von Hund und Paapsand bereits heute vereinzelt durch schiffserzeugte Wellen- und Strömungsbelastungen verstärkt werden. Dabei wird es sich jedoch um Einzelereignisse handeln, die von den ständig wirkenden natürlichen morphodynamisch wirksamen Faktoren überlagert werden. Im Ergebnis führt das Zusammenwirken aller Faktoren zu Erosion und Wattverlust in strömungsexponierten Bereichen und zu Sedimentation und Wattentstehung in strömungsberuhigten Bereichen von Hund und Paapsand. An dieser Situation wird sich ausbaubedingt nichts ändern.

Die von der BAW prognostizierte Zunahme der schiffserzeugten Belastungen am Ostufer des Paapsandes betrifft somit Teilabschnitte, die bereits heute von Erosion und Sedimentation betroffen

sind. Es ist nicht auszuschließen, dass in diesen Teilabschnitten die betriebsbedingte Zunahme der schiffserzeugten Belastungen zum Sedimentabtrag durch einzelne Wellenereignisse beitragen wird. Das abgetragene Material wird dabei vermutlich umgelagert und in strömungsberuhigten Bereichen von Hund und Paapsand sedimentieren. Die durch schiffserzeugte Wellen- und Strömungsbelastungen vereinzelt ausgelösten Erosionsereignisse werden enden, sobald der Abstand zwischen Fahrrinnen- und Wattkante so groß ist, dass die Räumkraft der schiffserzeugten Wellen und Strömungen nicht mehr für eine Erosion der Wattkanten ausreicht. Wenn sich dieses morphologische Gleichgewicht für den Wirkfaktor schiffserzeugte Wellen- und Strömungsbelastungen eingestellt hat, wird die Erosion an den Wattkanten ausschließlich von natürlichen Faktoren bestimmt.

Die betriebsbedingte Zunahme der schiffserzeugten Belastungen am Ostufer von Hund und Paapsand und ihre Auswirkungen auf die Wattflächen werden nicht zu einer Veränderung der Bestandswerte in den betroffenen Bereichen führen. Die Auswirkungen werden neutral (Veränderungsgrad 0), punktuell und kurzzeitig (bis zur Einstellung eines morphologischen Gleichgewichtszustandes) sein. Die Auswirkungen sind daher als weder nachteilig noch vorteilhaft zu bewerten.

7.4.4 Übersicht über die vorhabensbedingten Auswirkungen

Die vorhabensbedingten Auswirkungen auf das Schutzgut Boden sind in Tabelle 7.4-1 zusammengefasst.

Tabelle 7.4-1: Vorhabensbedingte Auswirkungen auf das Schutzgut Boden

Wirkungszusammenhang		Beschreibung und Bewertung der Auswirkung		
Vorhabenswirkung (Ursache)	Auswirkung	Wertstufe Prognose Wertstufe Ist Differenz	Grad der Veränderung Räumliche Ausdehnung Dauer der Auswirkung	Erheblichkeit
Baubedingte Auswirkungen - keine baubedingten Auswirkungen				
Anlagebedingte Auswirkungen				
Veränderte Gewässerstruktur: Ausbauzustand Wendestelle	Umwandlung von Wattflächen in Unterwasserflächen im Bereich der Wendestelle	Prognose: WS 3 Ist: WS 3 Veränderungsgrad: <<-1	äußerst gering negativ punktuell andauernd	unerheblich nachteilig
Betriebsbedingte Auswirkungen				
Veränderter Schiffsverkehr (Zunahme von Schiffen mit größerem Tiefgang):	Zunahme schiffserzeugter Wellen- und Strömungsbelastungen Ort: Ostufer von Hund und Paapsand und südöstlicher Bereich des Mövensteert	Prognose: WS 4/5 Ist: WS 4/5 Veränderungsgrad: 0	neutral punktuell kurzzeitig	weder nachteilig noch vorteilhaft

Erläuterung: Zur Bewertung der vorhabensbedingten Auswirkung bzw. Kategorisierung des Veränderungsgrades, der Dauer der Auswirkung und der räumlichen Ausdehnung der Auswirkung: s. Kap. F 2.3.3.

	Projekt-Nr.: 829	Kurztitel: Vertiefung der Außenems bis Emden	Bearbeitet: H. Born J. Stroebel	Datum: 19.12.2012	Geprüft: P. Ruland 
---	------------------	---	---------------------------------------	----------------------	--