

## Geopotenzial Deutsche Nordsee Modul B

Dokumentation Nr. 3 - Fallstudie

### **Prospektion potenzieller Spülsandvorkommen im Niedersächsischen Küstenraum**

Bearbeitet von: Dr. Michael Naumann, Dr. Carsten Schwarz, Wolfgang Poßin

Hannover / Hamburg, 21.07.2011

Team Modul B:

BSH: Dr. Manfred Zeiler, Maria Lambers-Huesmann, Wolf-Udo Laurer

LBEG: Dr. Carsten Schwarz, Joachim Fritz, Dr. Stefan Viola, Michael Naumann

BGR: Dr. Lutz Reinhardt, Dr. Annemiek Vink, Claudia Thürnagel



Inhalt

		ab Seite
1	Aufgabenstellung.....	3
2	Parametrisierung.....	4
3	Datengrundlage.....	5
4	Ergebnisse.....	8
	4.1 Median der Korngrößenverteilung von Oberflächenproben.....	8
	4.2 Bohrdaten.....	10
	4.3 Flachseismik.....	14
5	Zusammenfassung.....	17
	Literatur.....	18
	Anhang 1.....	19

# 1 Aufgabenstellung

Mit dieser Dokumentation werden Datengrundlagen, Vorgehensweise und Ergebnisse in Bezug auf Möglichkeiten zur Sedimentgewinnung für Küstenschutz Zwecke im Küstenvorfeld der Niedersächsischen Barriere-Inseln beschrieben.

## Fragestellung /Bedarfsanalyse

In dem im Jahr 2010 erstellten *Generalplan Küstenschutz Niedersachsen – Ostfriesische Inseln* wird ausgeführt, dass durch den säkularen Anstieg des Meeresspiegels und potenzielle Auswirkungen des Klimawandels die Belastung der ostfriesischen Inseln mit ihren sandigen Küsten langfristig zunehmen wird. Der Ausgleich von Sedimentdefiziten durch Aufspülungen als Schutz vor Erosion kann diesem Prozess entgegen wirken. Neben der gezielten Umlagerung von küstenparallel transportiertem Sediment durch Aufspülungen ist hierzu bedarfsweise auch die Gewinnung von Sediment aus dem Küstenvorfeld erforderlich, um eine dynamische Anpassung der Inseln und des Watts an diese Entwicklungen zu ermöglichen.

Die langfristige rechtliche Absicherung geeigneter Sedimentgewinnungsgebiete im Küstenvorfeld über die raumordnerische Festlegungen wird als erforderlich angesehen, um den Küstenschutz für die Inseln als wichtiges Element der Daseinsvorsorge nachhaltig sicher zu stellen.

Im Rahmen der geplanten Änderungen des Landesraumordnungsprogramms Niedersachsen soll unter Ziffer 1.4 die Möglichkeit geschaffen werden, Vorranggebiete für marine Sandentnahmen zum Zwecke des Küstenschutzes auszuweisen. Diese raumordnerische Maßgabe soll der Umsetzung der Zielsetzungen des *Generalplans Küstenschutz* dienen. Insbesondere für die seewärtig der Inseln bis zum Verkehrstrennungsgebiet liegenden Bereiche werden belastbare Fachinformationen zur Geologie und Sedimentologie des Seebodens bis in mehrere Meter Tiefe durch den Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Norden benötigt, um eine räumliche Abgrenzung der in Frage kommenden Bereiche vornehmen zu können.

Der NLWKN arbeitet derzeit daran, die fachlichen und rechtlichen Vorbereitungen zu treffen, um Sandentnahmen im Küstenvorfeld realisieren zu können und ist deshalb an einer Kooperation mit LBEG und BSH im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts GPDN sehr interessiert.

Aus diesem Anlass wurde im GPDN - Modul B die vorliegende Arbeit als Fallstudie durchgeführt, um anhand dieser konkreten Anfrage die im Projekt bereits entwickelten Auswertungswerkzeuge zu testen und zielführend für zukünftig anstehende Beratungsaufgaben weiter zu entwickeln.

## Informationsbasis und Verlauf der Arbeiten

Auf den dringenden Bedarf einer entsprechenden Dienstleistung wurde bereits frühzeitig zu Beginn des Projektes Geopotenzial Deutsche Nordsee in einer Besprechung im Juli 2009 seitens NLWKN hingewiesen. Nach Akquisition und Qualitätssicherung von sedimentologischen sowie geophysikalischen Datensätzen in den ersten beiden Projektjahren wurde im Januar 2011 eine erste Auswertung vorgenommen. Die Ergebnisse

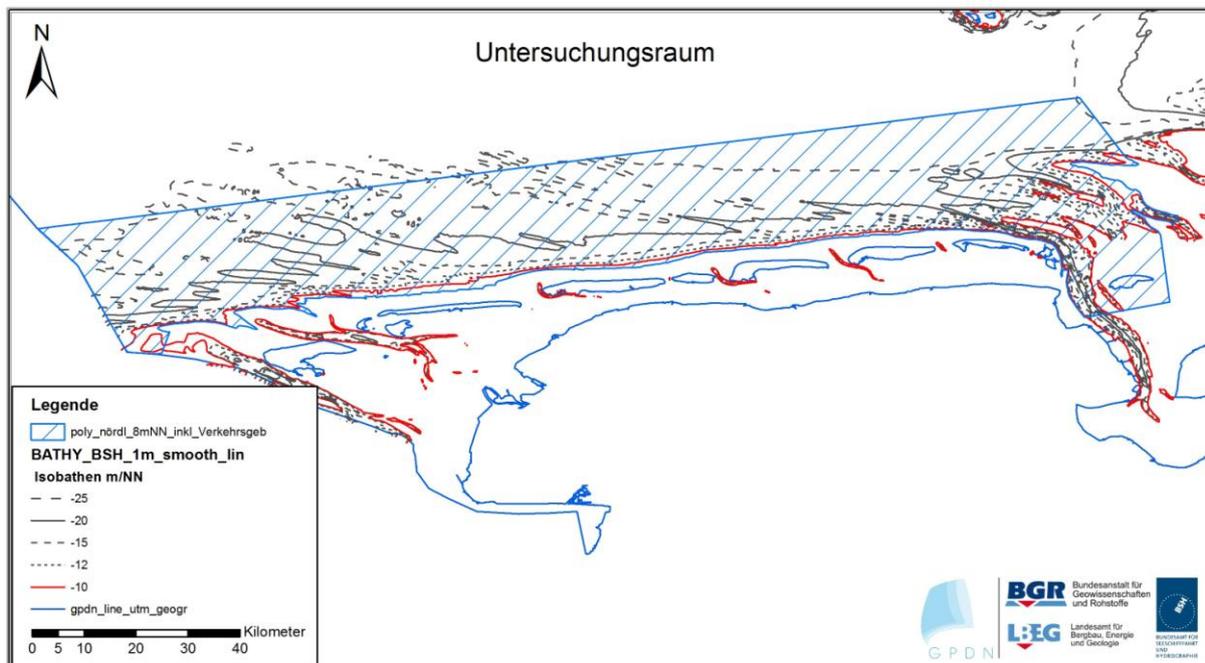
wurden am 08.02.2011 in einer gemeinsamen Besprechung zwischen Vertretern aus LBEG, BSH und NLWKN im Geozentrum Hannover diskutiert (Protokoll 2011-04-04). Mit daraus hervorgehenden Vorstellungen und weiter präzisierten Parametern wurde im Zeitraum April-Mai 2011 eine zweite Auswertung durchgeführt, die am 17. Mai den zuständigen Sachbearbeitern des NLWKN vorgestellt wurde.

Anschließend konnten basierend auf diesen Ergebnissen während einer GPDN-Expedition vom 25.5.-14.6.2011 mit dem Forschungsschiff „RV Celtic Explorer“ 12 neue Bohrungen abgeteuft, 11 Oberflächenproben entnommen und 2 Geophysikprofile gemessen werden, um die Datenbasis für diese Fragestellung zu erweitern. Diese neuerhobenen Daten wurden in die vorläufigen Ergebnisse der zweiten Auswertungsphase nachträglich integriert und sind in der hier vorgelegten Dokumentation enthalten. Die Dokumentation stellt ein vorläufiges Endergebnis in dieser Fragestellung dar.

## 2 Parametrisierung

### Untersuchungsraum

Das Arbeitsgebiet umfasst den Bereich nördlich der Ostfriesischen Inseln und wird durch die -10 m/NN Isobathe im Süden und das Verkehrstrennungsgebiet im Norden begrenzt. Die West-Ost Ausdehnung erstreckt sich von der Deutsch-Niederländischen Staatsgrenze bis zum Jade-Weser Ästuar. Um einen Einblick in unmittelbar angrenzende Datensätze zu erhalten, ist das Gebiet bereits ab der -8 m/NN Isobathe im Süden betrachtet worden.



**Abbildung 1:** Topographische Lage des Arbeitsgebietes (blau schraffierte Fläche) mit Nordsee Bathymetrie in m/NN (GPDN, Stand Februar 2010).

### Sedimenteigenschaften

In diesem Küstenraum werden nach Angaben des NLWKN aktuell gut sortierte Sande mit einem Median von 200 µm für Sedimentaufspülungen verwendet. Das bevorzugte Korngrößenspektrum umfasst Fein- bis Mittelsand mit Medianwerten der Korngrößenverteilung von 150 bis 300 µm. Die Ausschlusskriterien für eine Sandentnahme sind Torf-, Ton- und Kiesanteile in größerem Umfang in den potenziell geeigneten Schichtpaketen.

### **Teufenspektrum**

Für die Sandentnahme stehen technisch bedingt zwei Varianten zur Verfügung, eine oberflächennahe flächenhafte sowie und eine mehr punktuell orientierte Tiefenentnahme bis maximal -20 m unter Meeresboden.

Die hier vorgelegten Auswertungen wurden für die flächenhafte Entnahme auf die oberen 3 m der Sedimente beschränkt, da z.B. aus Umweltschutzaspekten für Sand- und Kiesabbauunternehmen eine maximale Entnahmetiefe von 2,5 m plus 0,5 m Baggertoleranz besteht.

Die Betrachtung der Tiefenentnahme wurde unterteilt in zwei Teufenbereichen durchgeführt (0-10 m/GOK und 0-20 m/GOK). Nur vereinzelt liegen geologische Informationen bis in 20 m Teufe vor. Diese lassen keine sinnvolle flächendeckende Auswertung zu, so dass die Ergebnisse bis 10 m/GOK eine wertvolle Zusatzinformation darstellen um potenzielle Spülsandvorkommen zu kennzeichnen.

## **3 Datengrundlage**

Im Rahmen der Projektarbeiten im Modul B wurden die nachfolgend aufgeführten sedimentologischen und geophysikalischen Daten von den drei Projektpartnern, sowie externen Institutionen, qualitätsgesichert zusammengeführt. Zusätzlich konnten mit Hilfe von projekteigenen Expeditionen eine Reihe von Datenlücken geschlossen werden.

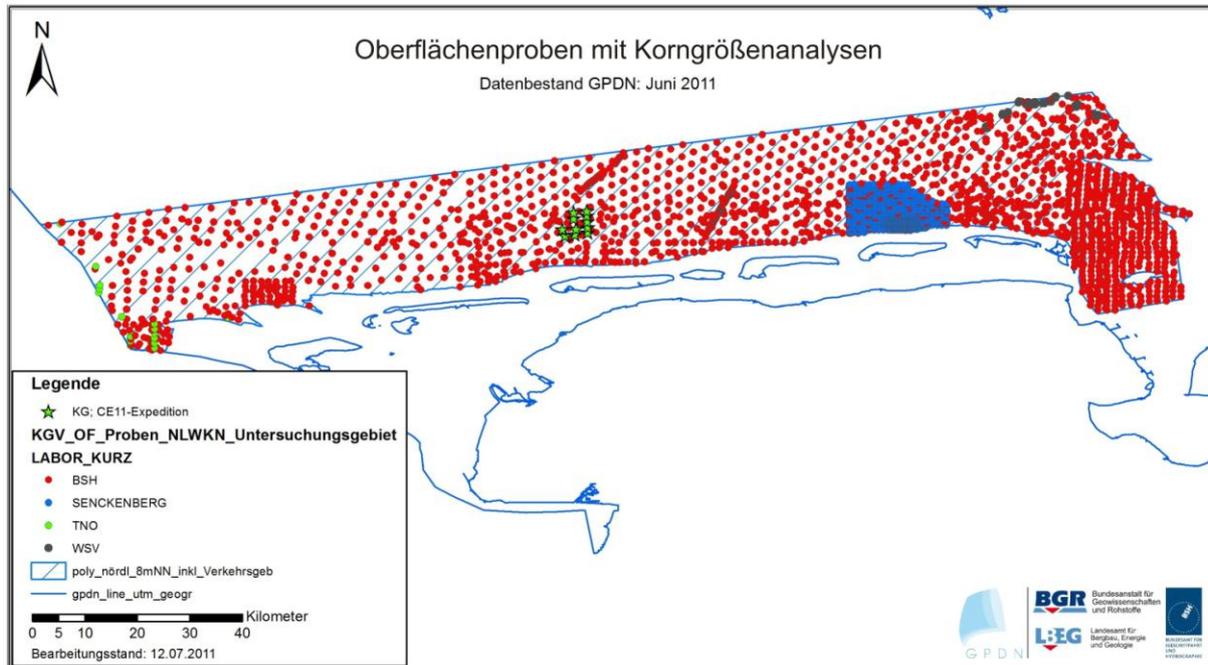
Im Juni 2011 standen somit insgesamt 2601 Proben der Sedimentoberfläche am Meeresboden, 293 Bohrungen und 112 flachseismische Profile zur Verfügung. Die Abbildungen 2-4 und Tabellen 1-3 geben einen Eindruck über die räumliche Verteilung der lokalen Datendichte, sowie selektierte Metadaten.

### **Oberflächenproben**

Der Auswertung standen 2038 Medianberechnungen von Korngrößendaten des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) sowie der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) zur Verfügung (Abb.2: rote und dunkelgraue Punktsignatur). Übrige Datensätze konnten nicht verwendet werden, weil der Aufwand für Einzelberechnungen weiterer Datensätze im Rahmen dieser Studie einen unverhältnismäßig hohen Zeitaufwand bei einer geringen Verbesserung der Aussagegenauigkeit bedeutet hätte.

Datenhalter	Probenanzahl	Entnahmezeitraum
BSH	1888	1910-90 (90% zw. 1950-70)
Senckenberg	637	1987-89 / 2005
WSV	50	2005-07
TNO (NL)	17	unbekannt
BGR+LBEG+BSH	11	2011

**Tabelle 1:** Metadaten der Oberflächenproben



**Abbildung 2:** Datengrundlage von Oberflächenproben (bis 0,2 m Eindringung) mit Korngrößenanalysen (NIBIS Labordatenbank: GPDN-Daten, Stand 11.04.2011 und Beprobung der CE11-Expedition).

In Abbildung 2 sind in grüner Sternsignatur die im Juni 2011 gewonnen Oberflächenproben der Schiffsausfahrt mit „RV Celtic Explorer (CE11-Expedition) dargestellt, die zur erweiterten Erkundung einer in Auswertungsphase 2 detektierten Potenzialfläche nördlich von Norderney durchgeführt wurden.

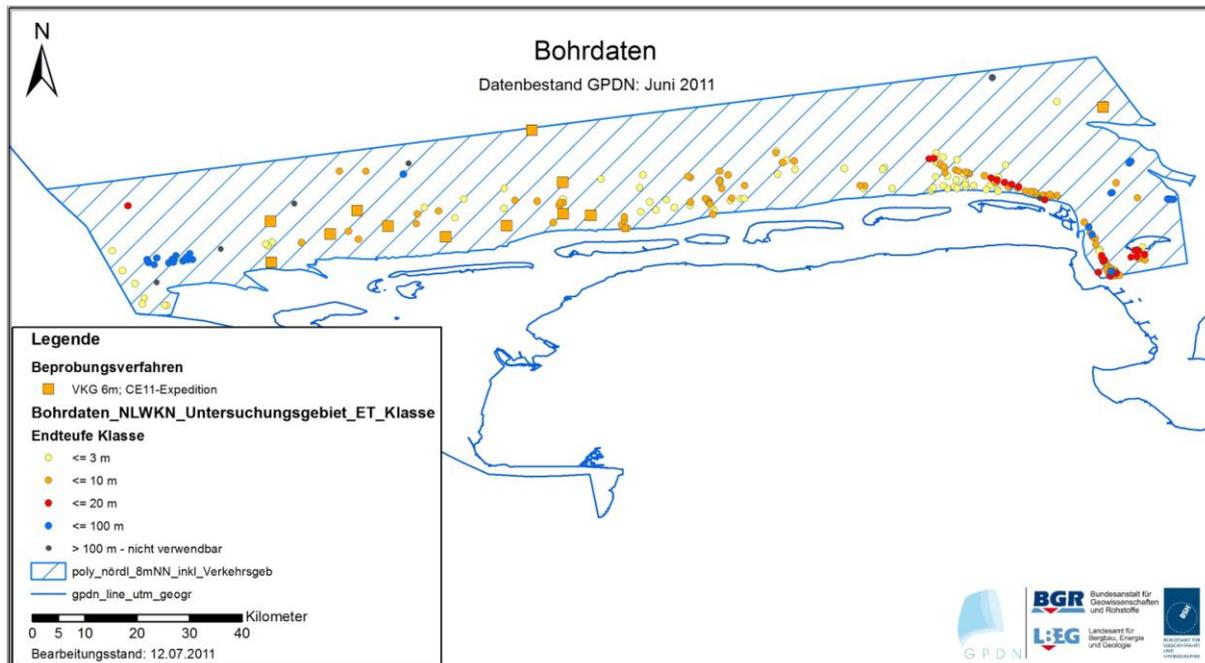
**Bohrdaten**

Einen Überblick der im Gebiet für das jeweilige Teufenspektrum zur Verfügung stehenden Bohrdaten liefert Tabelle 2. Von insgesamt 293 Bohrungen können 6 Tiefbohrungen (Abb.3: graue Punktsignatur / Endteufe > 100 m) der Erdöl- /Erdgasindustrie nicht genutzt werden, weil die geologische Schichtansprache der quartären Deckschicht nur stark generalisiert beschrieben und damit für diese Fragestellung unbrauchbar ist. In die Auswertung gingen daher 287 Datensätze ein, von denen 59 Bohrungen für die Auswertung der Tiefenentnahme bis -20 m genutzt werden konnten. Für das Tiefenintervall bis -10 m/GOK standen 167 Bohrdaten zur Verfügung, während für eine Flächenentnahme bis -3 m/GOK alle 287 Anwendung fanden.

Endteufen-Klasse	Anzahl an Bohrungen
<= 3 m	120
<= 10 m	108
<= 20 m	22
<= 100 m	37
> 100 m	6

**Tabelle 2:** Bohrdaten klassifiziert nach Endteufe (Stand: Juni 2011)

Die räumliche Verteilung der Bohrdaten zeigt Abbildung 3. In orangen Quadraten sind die im Juni 2011 abgeteufte Bohrungen (CE11-Expedition) gekennzeichnet, die Bereiche vor Borkum, Juist und Norderney vertiefend untersucht und damit die Befunde älterer Auswertungen sinnvoll ergänzt haben.



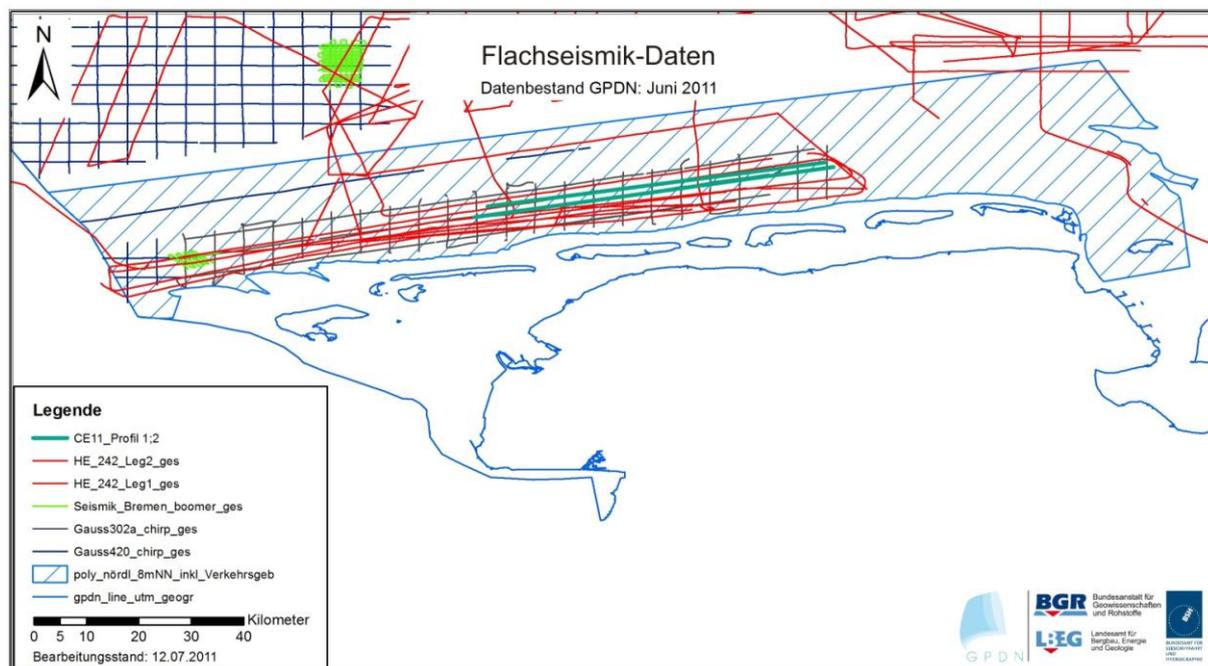
**Abbildung 3:** Datengrundlage von Bohrungen (Bohrdatenbank Niedersachsen: Bohrgruppe GPDN, Stand 04.05.2011 sowie Bohrungen der CE11-Expedition).

### Geophysik-Daten

Im Arbeitsgebiet liegen 112 flachseismische Profile qualitätsgesichert vor (Tab. 3, Abb. 4). Beispiele über Eindringtiefe und Auflösungsbereich der unterschiedlichen Systeme werden in Kapitel 4.3 aufgezeigt. In die Abgrenzung von potenziellen Spülsandvorkommen wurden diese geophysikalischen Daten zum jetzigen Arbeitsstand nicht einbezogen, da mit der Interpretation im Rahmen des GPDN-Projektes erst begonnen wurde und sich auf den Bereich zwischen den nördlich gelegenen Verkehrstrennungsgebieten konzentriert (Vorranggebiete für Offshore-Windparks). Zusätzlich wird eine Interpretation von ChirpSonar-Daten des BSH (ZEILER, M. et al. 2000) in Bezug auf die Mächtigkeit der mobilen Deckschicht, die vorrangig aus sandigen Korngrößenfraktionen besteht, zur Auswertung heran gezogen (Abb. 4: graue Liniensignatur).

Datenhalter	Ausfahrt	Technik	Profilanzahl
BSH	Gauss302a	ChirpSonar	55
BSH	Gauss420	ChirpSonar	10
BGR	HE-242 Leg1	Innomar Sedimentecholot	16
BGR	HE-242 Leg2	Innomar Sedimentecholot	20
BGR /Uni Bremen	FRA-07	Mehrkanalseismik - Mini Air Gun	9
BGR /Uni Bremen	CE11	Boomer, Mehrkanalseismik – Mini Air Gun	2

**Tabelle 3:** Metadaten der Flachseismikdaten (Stand: Juni 2011)



**Abbildung 4:** Flachseismikdaten bis max. 50 m Eindringtiefe (IESX Geoframe Datenbank: Flachseismik Nordsee GPDN-Projekt, Stand Juni 2011 und Messungen der CE11-Expedition).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Median der Korngrößenverteilung von Oberflächenproben

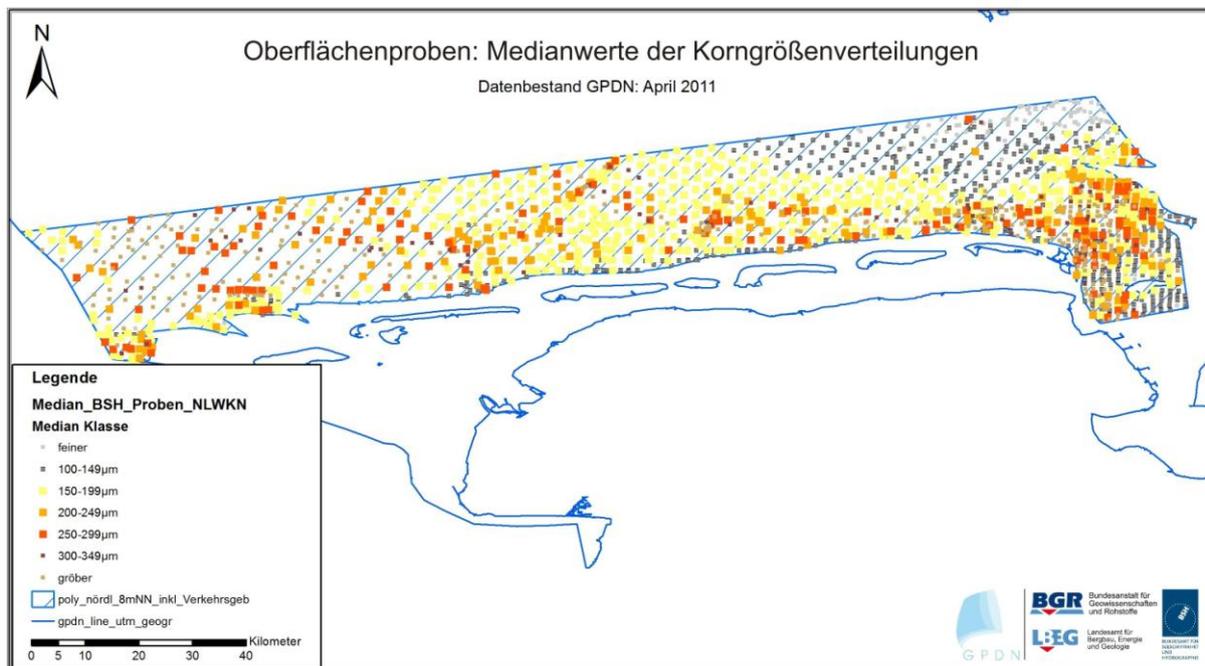
Die Medianwerte der Korngrößenverteilung von 2038 Oberflächenproben wurden in 7 Gruppen zusammengefasst und sind in Abbildung 5 mit entsprechenden Farbabstufungen kartographisch dargestellt. Dabei wurden folgende Klassen unterschieden: < 100 µm, 100-149 µm, 150-199 µm, 200-249 µm, 300-349 µm, > 350 µm. Mit gelber, orangener bis roter Signatur sind Proben des gesuchten Korngrößenspektrums gekennzeichnet. Diese wurden anschließend mit den nachgewiesenen Ausschlusskriterien Torf-, Ton-, Schluff- sowie Kiesanteile aus der Bohrdatenanalyse (siehe nachfolgenden Abschnitt) verschnitten und, darauf basierend, potentielle Spülsandvorkommen als Kartenlayer erstellt (Abb. 6).

Bei der Bewertung der Ergebnisse ist die Eindringtiefe von max. etwa 0,2 m der verwendeten Bodengreifer zu berücksichtigen, die keine belastbaren Aussagen über eine Gesamtmächtigkeit potenzieller Spülsandvorkommen zulässt.

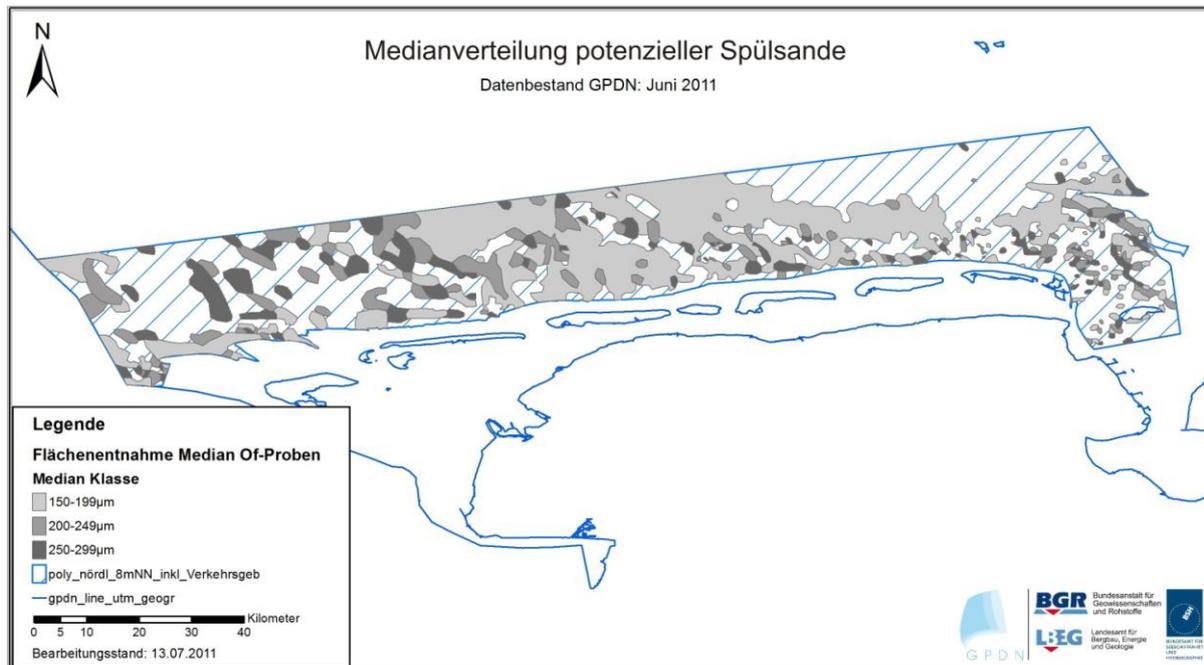
Da die Mehrheit der Bodenproben über einen Zeitraum von etwa 50 Jahren aus diesem Seegebiet entnommen wurde, sind zusätzlich morpho- und sedimentdynamische Veränderungen zu berücksichtigen wie z.B. die Verlagerung der sog. „Shoreface-connected Sand Ridges“ oder Zungenriffe im Sinne von Reineck (z. B. Antia 1996).

Neu gewonnene Oberflächenproben im Küstenvorfeld vor Norderney (Mai 2011) bestätigen anhand der makroskopischen Geländeansprache (Feinsand als Hauptfraktion und mittelsandiges Nebengemenge) das auf Altproben basierende Ergebnis im lokalen Maßstab.

Insgesamt stellt dieses Ergebnis eine erste Informationsgrundlage für die Ausweisung möglicher Spülsandvorkommen zur Flächenentnahme dar, ist aber nicht geeignet für eine konkrete Umgrenzung möglicher Vorkommen. Eine detaillierte Abgrenzung der in Frage kommenden Areale durch weitere Bohrungen ist aus Sicht der Bearbeiter unumgänglich.



**Abbildung 5:** Medianverteilung als klassifizierte Punktdaten (NIBIS-Labordatenbank: GPDN-Daten, Stand: 11.04.2011)



**Abbildung 6:** Karte der Medianverteilung von 150-300 µm für potenzielle Spülsandvorkommen (NIBIS-Labordatenbank: GPDN-Daten, Stand: 11.04.2011)

## 4.2 Bohrdaten

Für flächendeckende Erkundungen unter Verwendung einer Vielzahl von Bohrungen wurde innerhalb des GPDN Projektes, Modul-B, eine auf die Bohrdatenbank abgestimmte Methode entwickelt und in die MeMaS-Methodendatenbank des LBEG integriert (MeMaS-Methode: „BDN-Auswertung oberflächennaher Untergrund“). Diese basiert auf der vorangehend entwickelten Formel zur Parametrisierung von Schichtdaten in Korngrößenverteilungen (MeMaS-Methode: „BDN Korngrößenklassen“), die auf ältere Überlegungen von H.-H. Voss aufsetzt (LBEG Archivbericht: 010930; Voss 1982). Ergebnisse dieser Berechnung von Korngrößenverteilungen wurden an 480 Proben mit makroskopischer Geländebeschreibung im Vergleich mit Laboranalysen getestet und ergaben eine gute Übereinstimmung. Ausführliche Beschreibungen dieser Methodenwendungen liegen als interne Dokumentationen im GPDN-Projekt vor.

Zur Bearbeitung der Fragestellung wurden 27 Auswertungen der Bohrdatenbank mit gezielten Parametereinstellungen geplant. Tabelle 4 zeigt zeilenweise die jeweilig gewählten Parameter zusammen mit der zutreffenden Anzahl von Bohrungen im Untersuchungsraum. Die ersten neun Zeilen werten die lithologischen Ausschlusskriterien Kies, Ton sowie zusammenfassend die < 63 µm Fraktion aus. Hier sind Bohrungen als Treffer gekennzeichnet, wenn sie ≥ 20 % Mächtigkeit der jeweilig gesuchten Korngrößenfraktion im eingeschränkten Teufenbereich (z.B. 0 bis 3 m) enthalten. Dieser Wert wurde anhand der im Protokoll (04.04.2011) beschriebenen Definition von „im größeren Umfang“ gewählt. Dieser Grenzwert kann in Absprache geändert werden. Die übrigen Parametereinstellungen spezifizieren die Sandfraktion nach feinsandigen sowie mittelsandigen Gemengeanteilen in unterschiedlichen Konzentrationen und Teufenintervallen.

### Erläuterung (Tab. 4, Zeile 10):

In diesem Beispiel wird nach Bohrungen gefiltert, deren Aufbau aus Sand (Spalte: Hauptfraktion) mit einer Schichtmächtigkeit von größer oder gleich 75 % im eingeschränkten Teufenbereich von 0 bis -1 m/GOK besteht (≥ 0,75 m Mächtigkeit). Diese Berechnung liefert

96 zutreffende Bohrungen für das Untersuchungsgebiet. Zusätzlich wird in dieser Parametereinstellung nach feinsandigen Gemengeanteilen (Spalte: Unterfraktion) gesucht. Damit die Unterfraktion einen Treffer liefert, muss sie mindestens 50 % der abgefragten Hauptfraktionsschichtmächtigkeit umfassen (in diesem Fall mehr als 0,375 m Gesamtmächtigkeit im oberen Meter der Sedimentation). Diese zusätzliche Berechnung ergab, dass 31 Bohrungen (in Tab. 4 fett markierte Zahlen) von den insgesamt 96 sandigen Bohrungen erhöhte Feinsandanteile enthalten.

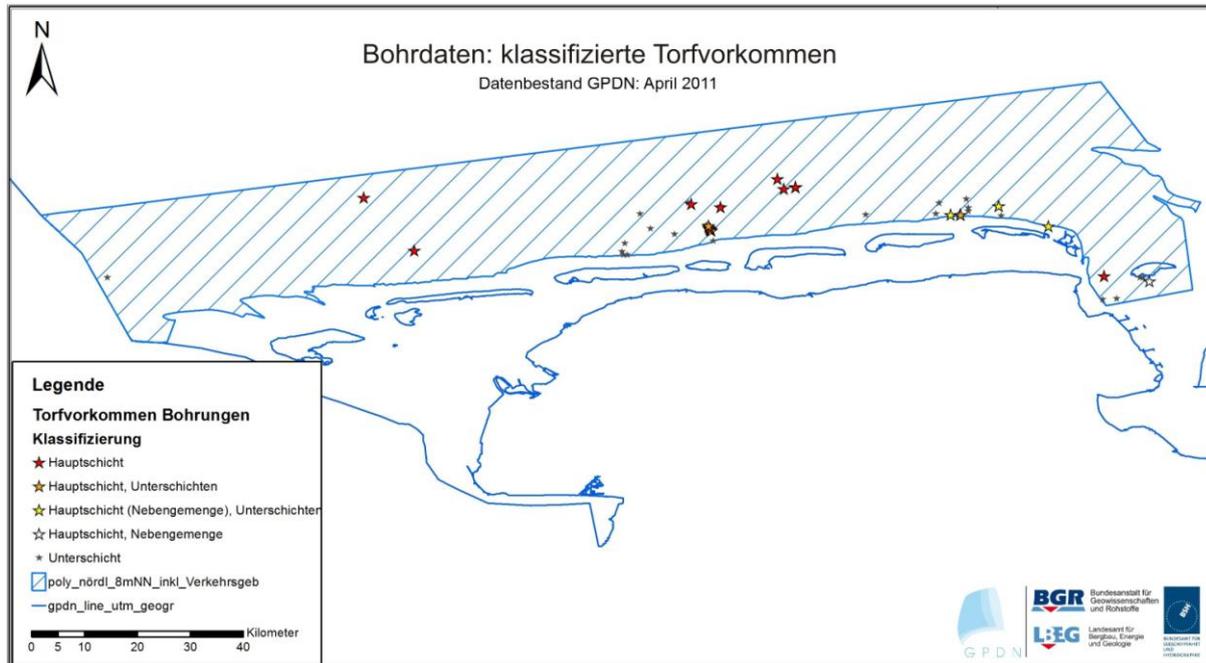
Die 12 neuen Bohrungen der „RV Celtic Explorer“ – Expedition von 2011 wurden manuell bewertet, die Ergebnisse im GIS dargestellt und in die Auswertung mit einbezogen.

Hauptfraktion	Unterfraktion	Teufenbereich	75 %	50 %	20 %
Kies	nicht gesetzt	0 bis 3 m			0
Kies	nicht gesetzt	0 bis 10 m			0
Kies	nicht gesetzt	0 bis 20 m			0
Ton	nicht gesetzt	0 bis 3 m			13
Ton	nicht gesetzt	0 bis 10 m			6
Ton	nicht gesetzt	0 bis 20 m			8
Schluff + Ton	nicht gesetzt	0 bis 3 m		13	
Schluff + Ton	nicht gesetzt	0 bis 10 m		6	
Schluff + Ton	nicht gesetzt	0 bis 20 m		4	
Sand	<b>feinsandig</b>	0 bis 1 m	96 / <b>31</b>		
Sand	<b>feinsandig</b>	1 bis 2 m	94 / <b>34</b>		
Sand	<b>feinsandig</b>	2 bis 3 m	84 / <b>36</b>		
Sand	<b>feinsandig</b>	0 bis 3 m	38 / <b>12</b>	63 / <b>24</b>	
Sand	<b>feinsandig</b>	0 bis 10 m	3 / <b>3</b>	11 / <b>9</b>	
Sand	<b>feinsandig</b>	0 bis 20 m	0 / <b>0</b>	4 / <b>2</b>	
Sand	<b>mittelsandig</b>	0 bis 1 m	96 / <b>45</b>		
Sand	<b>mittelsandig</b>	1 bis 2 m	94 / <b>45</b>		
Sand	<b>mittelsandig</b>	2 bis 3 m	84 / <b>33</b>		
Sand	<b>mittelsandig</b>	0 bis 3 m	38 / <b>19</b>	63 / <b>29</b>	
Sand	<b>mittelsandig</b>	0 bis 10 m	3 / <b>0</b>	11 / <b>1</b>	
Sand	<b>mittelsandig</b>	0 bis 20 m	0 / <b>0</b>	4 / <b>1</b>	

**Tabelle 4:** Ergebnisse der MeMaS-Berechnungen in Anzahl von Bohrungen im Untersuchungsraum (Berechnung: 04.05.2011).

Der Parameter „Torfvorkommen“ wurde per Datenbankabfrage für die Bohrungen des Untersuchungsgebietes gefiltert und anschließend manuell bewertet. Dabei ist je nach Information in den Schichtenverzeichnissen das Vorkommen unterschieden in Haupt- und Unterschichten, sowie Teufenbereich und Mächtigkeit zusammengefasst worden. Diese Parameter sind differenziert für die Fragestellung nutzbar. Wenn z.B. Torf nur in Unterschichten ohne Mächtigkeitsangabe vermerkt ist, wird vermutlich das Vorkommen nur sehr geringe Ausmaße in diesem Gebiet annehmen (beispielsweise Torfreste als Bröckchen von 1-2 cm Durchmesser). Diese potenziell geringen Torfanteile (umgelagerte Reste in Folge von Erosionsprozessen) wurden in der Standortbewertung nicht als Ausschlusskriterium verwendet, falls die lithologischen Auswertungen für diese Gebiete ein Potenzial angezeigt haben. Abbildung 7 zeigt die nachgewiesene Verbreitung von Torf im Arbeitsgebiet. Nördlich

der Inseln Baltrum und Langeoog lassen sich vermutlich größere Areale zusammenfassen, die eine Auswahl von solchen Standorten beeinträchtigen.



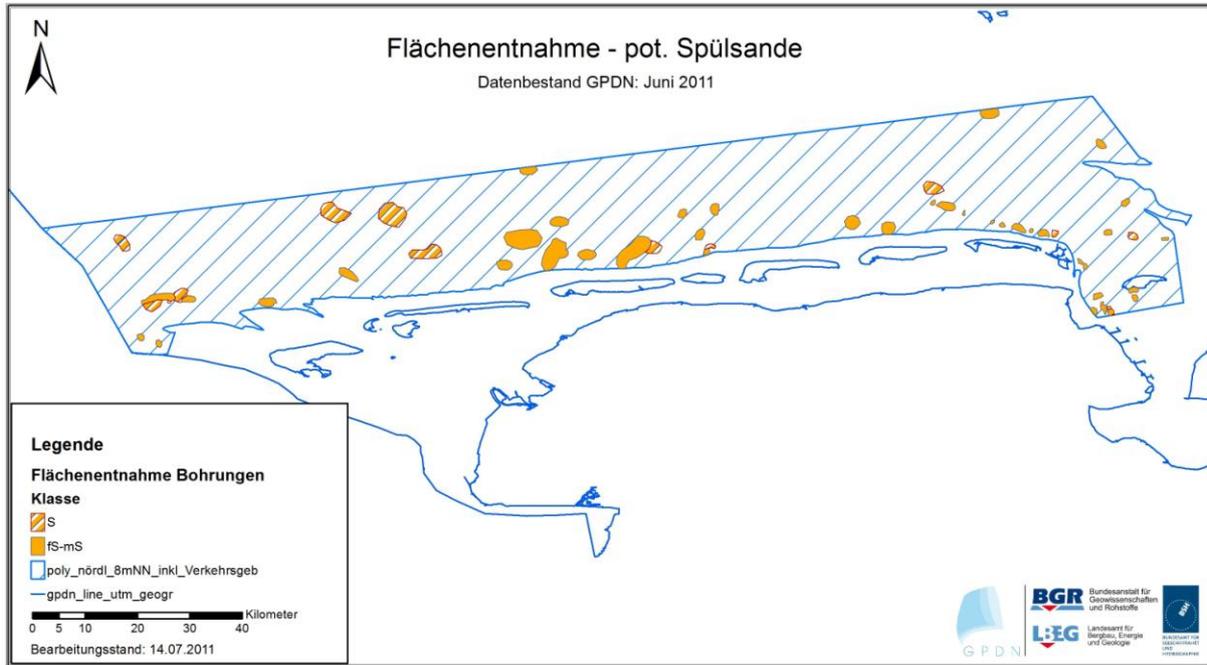
**Abbildung 7:** Nachgewiesene Verbreitung von Torfvorkommen im Untersuchungsraum, klassifiziert aufgrund der Beschreibung in Haupt- bzw. Unterschichten in Schichtenverzeichnissen von Bohrungen (Quelle: BDN, Bohrgruppe GPDN, Stand: 06.05.2011).

Alle Ergebnisse wurden anschließend im GIS räumlich dargestellt, um durch Überlagerung einzelner Parameter gezielt unterschiedliche Fragestellungen zu bewerten und mögliche potenzielle Spülsandvorkommen abzuleiten. Die Kennzeichnung von möglichen Entnahmegebieten erfolgte dabei bis maximal 1 km Umkreis zu geeigneten Bohrungen. Für die Bewertung der Flächenentnahme fand die Medianverteilungskarte (Abb. 6) zusätzlich Berücksichtigung, so dass z.B. um Bohrungen mit ungeeigneten Medianergebnissen im Umfeld die Flächen entsprechend klein gehalten wurden (Abb. 9).

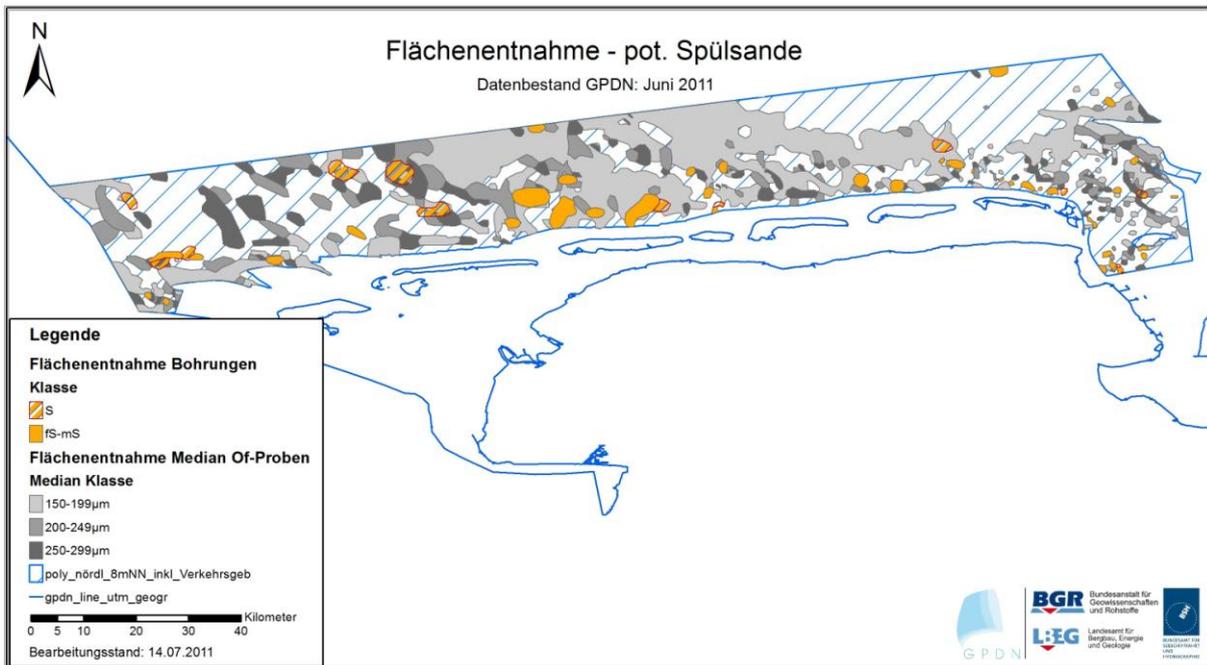
**Ergebnisse für potentielle Flächenentnahme**

Abbildung 8 zeigt das Ergebnis für die Möglichkeit der flächenhaften Entnahme in den oberen 3 m Sedimentbedeckung. In orange-weißer Schrägschraffur sind Gebiete markiert, in denen die Sandfraktion in Schichtbeschreibungen von Bohrungen nicht weiter konkretisiert ist. Flächig orange Signaturen kennzeichnen Feinsand- bis Mittelsandvorkommen und sind als qualitativ hochwertigste Ergebnisse MZ: geeignete Bereiche in Bezug auf die Fragestellung einzuschätzen. Zusammen mit der Medianverteilung von Oberflächenproben (Abb. 9) zeichnet sich eine Konzentration potenziell geeigneter Flächen im Vorfeld der Inseln Juist, Norderney und Baltrum ab. Darüber hinaus deuten sich für das Gebiet nördlich von Langeoog und Spiekeroog anhand der Ergebnisse von Oberflächenproben weitere Vorkommen an. Diese sind mit der in diesem Teilgebiet jedoch nur sehr geringen Bohrdatendichte nicht sicher belegbar (Abb. 3).

Die Fragestellung zur Ausweisung von möglichen Vorrang- oder Vorbehaltsgebieten für eine flächenhafte Spülsandentnahme sollte daher mit Hilfe einer detaillierten Kartierung aufsetzend auf diesen schon bestehenden Datensätzen näher untersucht werden.



**Abbildung 8:** Potenziell geeignete Gebiete zur flächenhaften Entnahme von Spülsanden anhand von Bohrdaten (BDN: GPDN-Bohrgruppe, Berechnung vom 04.05.2011 und aufgrund von RV Celtic Explorer-Expedition, Stand: 14.07.2011).

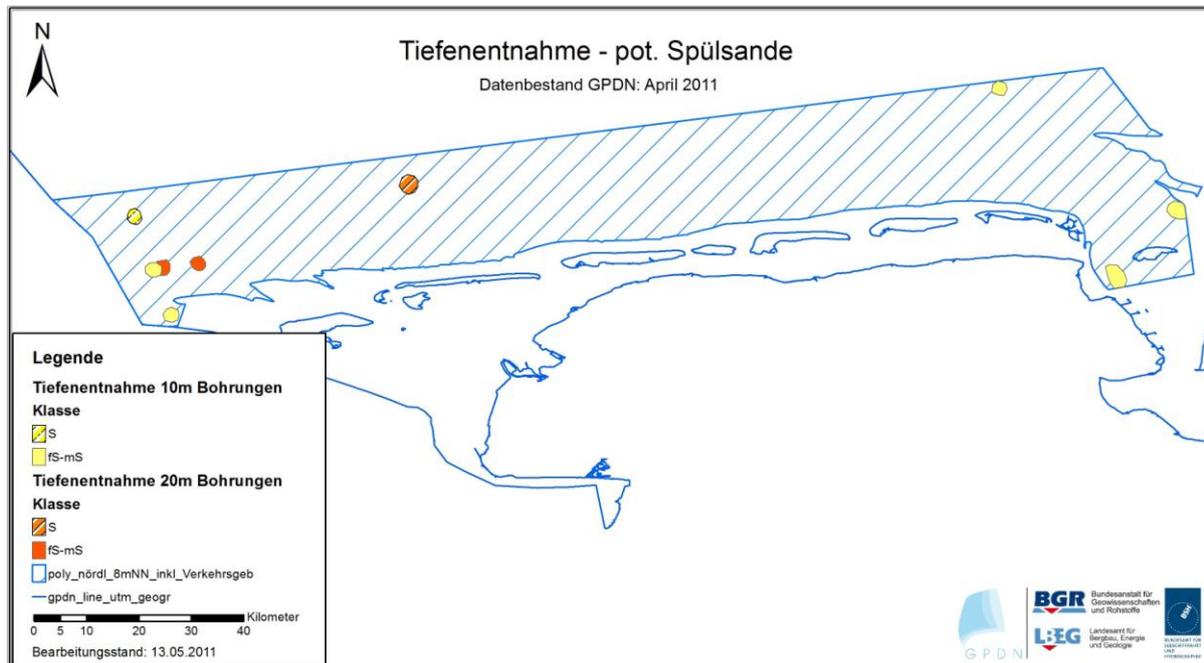


**Abbildung 9:** Potenziell geeignete Gebiete zur flächenhaften Entnahme von Spülsanden anhand von Bohrdaten (orange Signatur) und Medianverteilung von Oberflächenproben (graue Signaturen).

**Ergebnisse für potentielle Tiefenentnahme**

Die Auswertungen für die zwei gewählten Teufenintervalle können aufgrund der zu geringen Datenbelegung mit mitteltiefen Bohrungen (Abb. 3: Bohrungen mit 10 – 100 m Endteufe) nur erste Anhaltspunkte für diese Fragestellung liefern. Abbildung 10 zeigt in gelben und orangen Signaturen die Ergebnisse die bis auf -10 m/GOK bzw. -20 m/GOK Endteufe beschränkt berechnet wurden. Diese Standorte enthalten das gesuchte

Korngrößenspektrum zu mindestens 50 % der jeweilig eingeschränkten Gesamtmächtigkeit. In Anbetracht der geringen Datengrundlage sind keine räumlich bezogenen Abgrenzungen möglich, die andere Gebiete ausschließen.



**Abbildung 10:** Potenziell geeignete Gebiete zur Tiefenentnahme von Spülsanden bis 10 m (gelbe Signaturen) und 20 m (orange Signaturen) anhand von Bohrdaten (BDN: GPDN-Bohrgruppe, Berechnung 04.05.2011).

Eine Überlegung für die weitere Einschätzung der Tiefenentnahme könnte die Beschränkung auf den Teufenbereich bis in -6 m/GOK sein. Dieses wäre ein Kompromiss zwischen den beiden zur Auswahl stehenden Entnahmetechniken. Diesen Teufenbereich bis maximal 6,10 m Endteufe erkundet der Vibrocoring, der vom Kosten-Nutzen-Standpunkt betrachtet methodisch das effektivste Bohrgerät zur flächendeckenden Kartierung in mittel- bis grobklastischen marinen Räumen darstellt. Tiefer in die Sedimentoberfläche eindringende Bohrungen sind an spezielle Bohrschiffe gebunden, die deutlich höhere Kosten verursachen und deswegen vermutlich mittelfristig für die Verbesserung der Datenlage in der Fläche kaum herangezogen werden dürften.

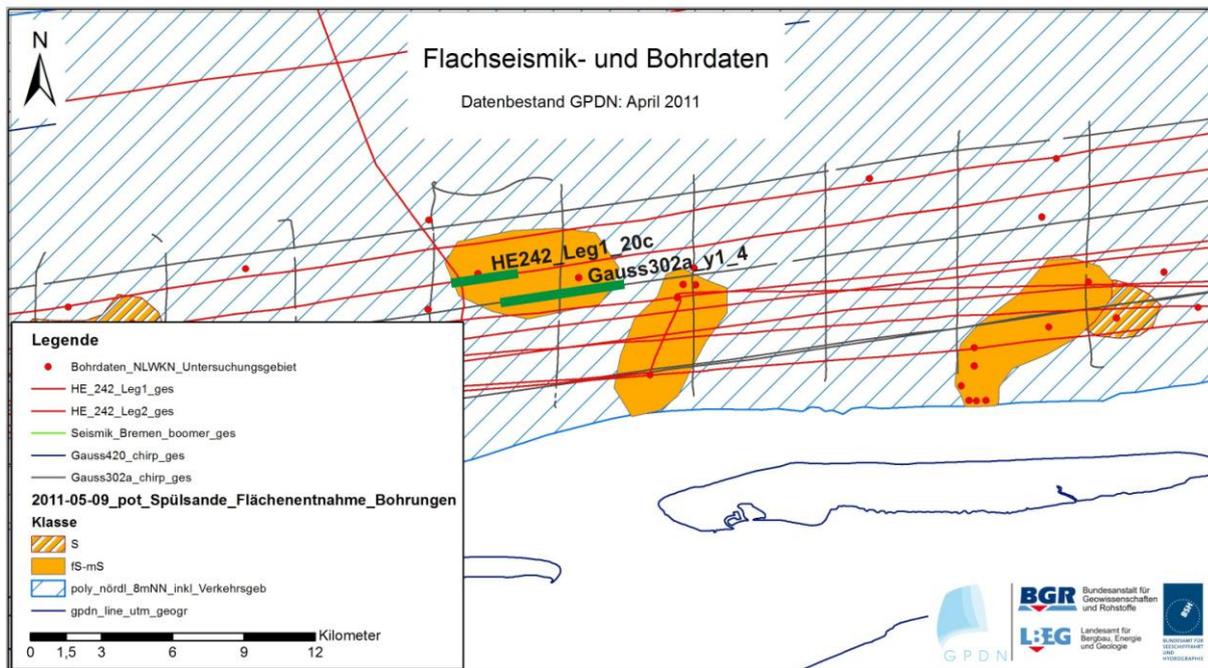
### 4.3 Flachseismik

Im Anschluss an die Auswertung sedimentologischer Daten für eine potenzielle Flächenentnahme wurden in den kartierten Flächen die zur Verfügung stehenden flachseismischen Daten im Überblick interpretiert, um die Möglichkeiten zur Erweiterung der flächenhaften Aussage zu bewerten.

Generell ist anzumerken, dass keines der hochfrequent arbeitenden Messgeräte Impedanzunterschiede innerhalb der Sandfraktion abbildet und Abgrenzungen zwischen z.B. mittelsandigen und grobsandigen Ablagerungen zulässt. Die geophysikalischen Messungen können sowohl petrographische Änderungen als auch Unterschiede in der Lagerungsdichte als Reflektoren erfassen. Eine Interpretation des Reflexionsmusters ist daher zwingend an die Korrelation mit Sedimentdaten gebunden. Als Beispiel haben

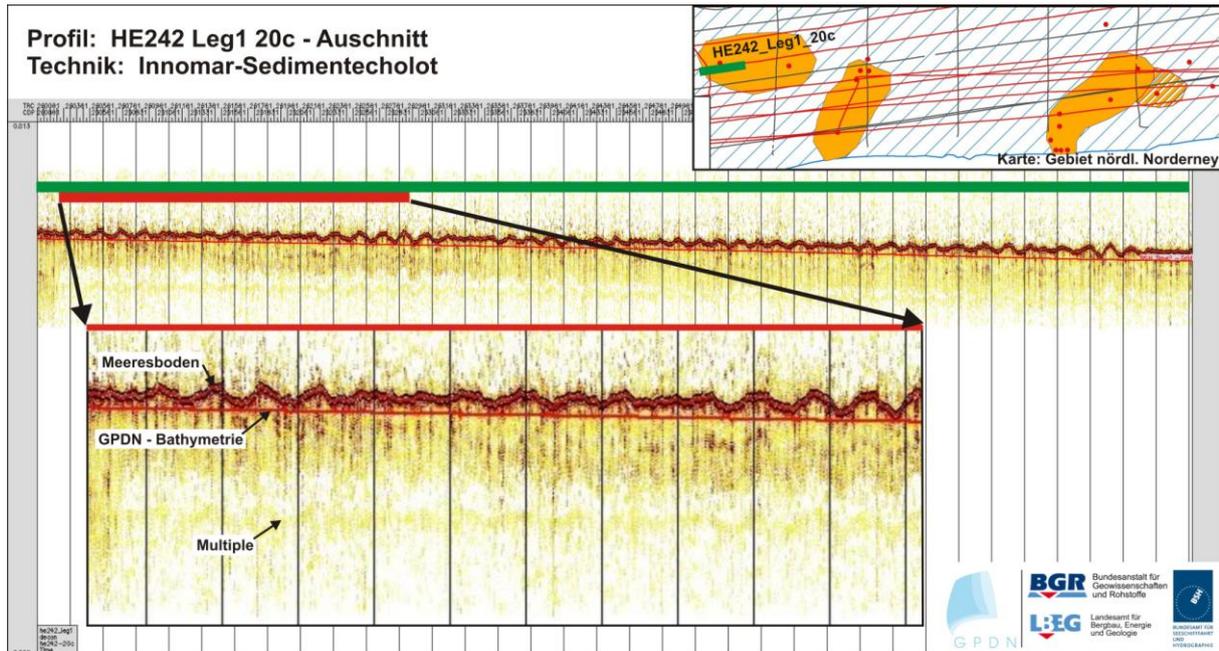
Handpenetrometermessungen an Bohrkernen innerhalb faziell und granulometrisch homogener Sandpakete deutliche Sprünge der Lagerungsdichte angezeigt, die mit Teufenlagen von harten Reflektoren einher gehen. Für die Fragestellung dieser Arbeit ist eher die Kartierung größerer struktureller Einheiten von Bedeutung, wie z.B. pleistozäne Rinnenstrukturen, die häufig feinklastisch verfüllt sind, oder Geschiebemergelauftragungen. Die räumlichen Lagen dieser Strukturen bilden die Grenzen potenzieller Spülsandvorkommen und sollten für Planungen berücksichtigt werden. Eine derartige Interpretation steht in der aktuellen Projektphase in diesem Untersuchungsgebiet jedoch erst am Anfang.

Nachfolgend sind zwei Profilausschnitte unterschiedlicher Messgeräte abgebildet, die in einem potenziellen Spülsandvorkommen nördlich von Norderney liegen (Abb. 11).



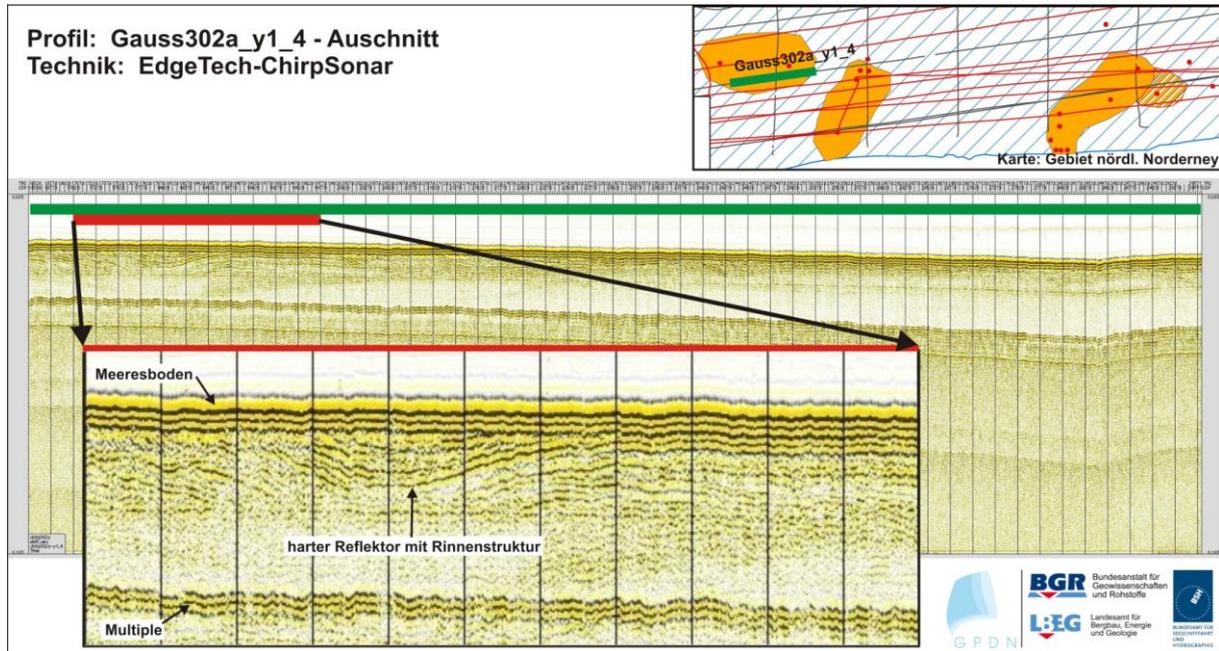
**Abbildung 11:** Übersichtskarte für zwei Beispiele von Flachseismikdaten in potenziellen Spülsandvorkommen nördlich von Norderney.

Abbildung 12 zeigt einen Ausschnitt von einer Sedimentecholotmessung mit einem Gerät der Firma Innomar, der während einer BGR-Expedition im Jahr 2005 aufgenommen wurde. Im Kartenausschnitt ist der grün hervorgehobene Profilausschnitt im Hintergrund dargestellt, der zur optischen Verdeutlichung im Vordergrund vergrößert wurde. Die Witterung zum Aufnahmezeitpunkt muss stark dynamisch mit entsprechend hoher Dünung gewesen sein, was anhand des unruhigen und teilweise mit Aussetzern verlaufenden Meeresbodenreflektors deutlich wird. Das Profil ist auf die im GPDN-Projekt modellierte Bathymetrie mit m/NN Bezug nivelliert (rote Linie) und weist ein stark diffuses Reflektorenband unterhalb des Meeresboden auf. Diese einzig kartierbare Sequenz zeigt ein sehr chaotisches Reflexionsmuster mit deutlich geringer Kontinuität interner Reflektoren, die sich nur bedingt bis schlecht zu Strukturen rekonstruieren lassen. Die Eindringtiefe dieses Systems umfasst etwa die oberen 6-8 m/GOK, während die Aussagekraft stark von der witterungsbeeinflussten Aufnahmequalität abhängt.



**Abbildung 12:** HE242 Leg1 20c - Profilausschnitt als Beispiel für Sedimentecholot-Aufnahmen im Untersuchungsgebiet.

Im Vergleich haben deutlich bessere Messbedingungen mit dem ChirpSonar-System (X-Star der Firma EdgeTech) in Abbildung 13 geherrscht, da das Seismogramm relativ frei von Artefakten in Form hydroakustischer Störungen ist. Das Profil wurde während einer BSH-Expedition im Jahr 1997 aufgezeichnet. Das parametrische Sedimentecholot und ChirpSonar messen in annähernd gleichem Frequenzbereich und bilden je nach Untergrundverhältnissen maximal die oberen 10 m unterhalb des Meeresbodens ab. Der Unterschied liegt darin, dass der Frequenzgeber im Chirp Sonar eine größere Oberfläche besitzt und dadurch der Schalleintrag (Schallhärte) in die Sedimentoberfläche verbessert wird. Zusätzlich handelt es sich hierbei um ein tiefgeschlepptes Messsystem, dass die Beeinflussung der Dünung sehr gering hält. Dadurch gewinnen die Aufzeichnungen grundsätzlich an Qualität. Im vergrößerten Ausschnitt sieht man ebenfalls, wie in Abbildung 12, deutlich die Unterkante eines harten Reflektorenbandes, jedoch ist dieses intern durch weitere Reflektoren strukturiert. Man erkennt in diesem Fall eine geschnittene Struktur, die als Rinne interpretiert wird. Derartige, durch einen fluviatilen Prozess bedingte Strukturen können potenzielle Spülsandvorkommen unterbrechen bzw. räumlich eingrenzen.



**Abbildung 13:** Gauss302 y1\_4 - Profilausschnitt als Beispiel für ChirpSonar-Aufnahmen im Untersuchungsgebiet.

Im Vergleich dazu arbeiten Boomersysteme etwas niederfrequenter mit höherer Schallhärte. Die Eindringtiefe variiert in Abhängigkeit an die Untergrundbeschaffenheit und reicht bis maximal 50 m unter den Meeresboden; bedingt durch das niedrigere Frequenzspektrum des Boomer ist die Auflösung (Detailierungsgrad) geringer. Eine Steigerung dazu stellen Messungen mit einer Mini Air-Gun als Schallgeber dar, die im Idealfall bis in 150 m Teufe blicken können. Die Qualität und Aussagekraft ist jedoch bei allen Systemen in erster Linie an die Witterung, sowie Lithologie und Aufnahmeparameter gebunden. Es ergeben sich daraus große Unterschiede in der Interpretationsmöglichkeit der zur Verfügung stehenden Daten.

Für die Prospektion von Spülsandvorkommen können geophysikalische Daten daher eher unterstützend herangezogen werden. Ergänzend zu den Bohrdaten kann dadurch das geologische Ablagerungsmilieu des Gesamttraumes flächenhaft verstanden werden.

## 5 Zusammenfassung

### Fazit und Ausblick

Durch die vorliegende Studie konnten erste Hinweise auf mögliche potenzielle Spülsandvorkommen im niedersächsischen Küstenvorfeld nachgewiesen werden. Die Auswertungen wurden für drei Teufenbereiche (0-3 m, 0-10 m und 0-20) durchgeführt, um eine Erstbewertung der Entnahmepotenziale zu ermöglichen. Aufgrund der mangelhaften Datengrundlage bis in 20 m Teufe kann jedoch die effektivere Abbauweise (Tiefen- oder Flächenentnahme) nicht abschließend diskutiert werden. Es zeichnen sich jedoch Gebiete ab, in denen eine weitere konkrete Vorerkundung durchgeführt werden sollte, um Abbauflächen zuverlässiger abzugrenzen. In einigen Teilgebieten des Untersuchungsraums besteht zur Zeit nur eine geringe Bohrdatendichte, so dass weitere potenzielle Spülsandvorkommen nicht grundsätzlich auszuschließen sind. Es hat sich gezeigt, dass zur planerischen Unterstützung und Mitwirkung bei Geländearbeiten das GPDN-Projekt und hier besonders die Arbeitsgruppe aus Modul-B wichtige und wesentliche Vorinformationen liefern

kann. Die Ergebnisse der hier vorgelegten Fallstudie können mit vollständigem Zitat (vgl. Anhang 1) sowie unter Beachtung der AGB der beteiligten Kooperationspartner LBEG, BGR und BSH für Belange der Raumordnung und vorausschauenden Landesplanung verwendet werden.

### Übergebene Datensätze

Alle GIS-Daten sind als Shapeformat im geodätischen Referenzsystem WGS84 abgelegt.

- Medianverteilung  
2011-07-13\_pot\_Spülsande\_Flächenentnahme\_Median\_Of-Proben.shp
- Flächenentnahme  
2011-07-14\_pot\_Spülsande\_Flächenentnahme\_Bohrungen.shp
- Tiefenentnahme  
2011-05-09\_pot\_Spülsande\_Tiefenentnahme\_10m\_Bohrungen.shp  
2011-05-09\_pot\_Spülsande\_Tiefenentnahme\_20m\_Bohrungen.shp
- ChirpSonar-Interpretation im Niedersächsischen Küstenvorfeld  
Zeiler\_et\_al\_2000\_Auswertung\_AREA1A.xls

### Literatur

ANTIA, A.A. (1996): Rates and patterns of migration of shoreface-connected sandy ridges along the southern North Sea coast. - Journal of Coastal Research, Bd. 12.

NLWKN (2010): Generalplan Küstenschutz Niedersachsen – Ostfriesische Inseln. – Küstenschutz Bd. 2, S. 40

NLWKN (2011): Besprechung LBEG, BSH, NLWKN bzgl. Sandgewinnungsmöglichkeiten für den Küstenschutz / Synergien mit dem Projekt Geopotenzial Deutsche Nordsee (GDPN). Vermerk vom 04.04.2011: Az. 62150, S. 4

VOSS, H.-H. (1982): Unterlagen über Material und Methoden zur Vereinheitlichung der Korngrößenansprache bei der geologischen und bodenkundlichen Landesaufnahme. - LBEG Archivbericht: 010930

ZEILER, M.; SCHULZ-OHLBERG, J.; FIGGE, K. (2000): Mobile sand deposits and shoreface sediment dynamics in the inner German Bight (North Sea). – Marine Geology 170 (2000), S. 363-380.

## Anhang 1

- Datennutzung

Die mit dieser Studie übergebenen Datensätze unterliegen der eingeschränkten Verwendung zur Unterstützung der Ausweisung von marinen Sandentnahmen zum Zwecke des Küstenschutzes (Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen, Ziffer 1.4).

- Zitat ... ?

- Verweis auf die AGB's der Institutionen LBEG, BGR und BSH

→ LBEG und BGR: <http://ginoneu.nlf.bgr.de/C11/C9/Vergütungsordnung/Dokumente/BGR-LBEG%20AGB-Unternehmer%202008-deutsch.pdf>

→ BSH: [http://www.bsh.de/de/Produkte/Preise/AGB\\_deutsch.pdf](http://www.bsh.de/de/Produkte/Preise/AGB_deutsch.pdf)