

# **Seegras-Monitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2007**

Forschungsbericht zur Bodenkartierung ausgewählter  
Seegrasbestände im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2007

Endbericht: Juni 2008



**Dr. Tobias Dolch**

**Prof. Dr. Karsten Reise**

Wattenmeerstation Sylt

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung



Im Auftrag des

Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek

Juni 2008



# Inhaltsverzeichnis

## Zusammenfassung

1	Einleitung.....	1
2	Material und Methoden.....	3
2.1	Untersuchungsgebiet .....	3
2.2	Kartierung der Seegraswiesen .....	5
2.3	Erstellung von Karten.....	7
3	Ergebnisse .....	9
3.1	Ergebnisse der Dauermessstellen .....	9
3.2	Ergebnisse der Kontrollstellen .....	31
3.3	Ergebnisse der 1/6-Kartierung.....	37
4	Diskussion.....	51
4.1	Dauermessstellen.....	53
4.2	Kontrollstellen .....	57
4.3	1/6-Kartierung .....	58
4.4	Guidelines for seagrass monitoring.....	59
5	Literatur.....	63



## **Zusammenfassung**

Insgesamt wurden die Seegrasbestände an 12 festgelegten, dauerhaften Messstandorten und an 2 Kontrollstellen überprüft, sowie der gesamte Seegrasbestand in 1/6 des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres mittels Bodenkartierung erfasst.

In den meisten Fällen war *Zostera noltii* die bestandsbildende Art, aber die kartierten Seegraswiesen zeigten große Unterschiede in ihren Ausmaßen und Bewuchsdichten. Die Größen reichten von 0,5 bis zu 1202,5 ha. Insgesamt wurden 25 Seegraswiesen erfasst, wobei lediglich bei 3 kleinen Wiesen nur eine Bewuchsdichte von unter 20 % festgestellt wurde. Von diesen 3 Fällen abgesehen, wiesen durchschnittlich 78 % der Gesamtfläche aller Seegraswiesen eine Dichte von über 20 % auf, wobei die Standardabweichung 17 % betrug.

An 4 der 12 festgelegten, dauerhaften Messstandorte konnte kein Seegrasbestand festgestellt werden. Diese 4 potentiellen Seegrasstandorte liegen im Dithmarscher Wattenmeer. Das Gesamtbild der kartierten Seegraswiesen im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer ergibt eine heterogene räumliche Verteilung: Während im Nordfriesischen Wattenmeer (Wasserkörper N2) großflächige und dicht ausgeprägte Seegraswiesen festzustellen sind, fielen die Seegrasbestände südlicheren Dithmarscher Wattenmeer (Wasserkörper N4) gering und spärlich aus.



## 1 Einleitung

Seegraswiesen zeichnen sich durch eine hohe ökologische Bedeutung für Küstenökosysteme aus. Sie stellen bedeutsame Habitats dar, durch welche die Artenvielfalt und die Produktivität eines Ökosystems erhöht werden. Seegraswiesen bieten Lebensraum und Schutz vor Räubern für eine Vielzahl von Organismen und dienen zudem als Laichgebiet und Kinderstube für Fische (Fonseca 1996, Asmus und Asmus 2000, Polte et al. 2005, Polte und Asmus 2006). Darüber hinaus sind sie eine wichtige Nahrungsquelle für Zugvögel (Nacken und Reise 2000).

Seegras stellt aber auch hohe ökologische Anforderungen an seine Umgebung. Es reagiert auf erhöhte Nährstoffeinträge, Trübung des Wassers sowie auf Veränderungen der Temperatur, des Salzgehaltes, der Gezeitenströmung und Wellenexposition (Philipart 1994, Schanz und Asmus 2003).

In der Nordsee kommen 2 Arten von Seegras vor: das Zwerg-Seegras *Zostera noltii* und das Gewöhnliche Seegras *Zostera marina* (den Hartog 1970). *Zostera marina* war noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts im flachen Sublitoral des Wattenmeeres zu finden. Von 1931 bis 1934 dezimierte jedoch der eingeschleppte Schleimpilz *Labyrinthula zosterae* die Seegrasbestände auf beiden Seiten des Nordatlantiks (den Hartog 1987). Während sich in den benachbarten europäischen Küstenregionen die Bestände von *Zostera marina* wieder erholten, ist es bis heute nicht im Sublitoral des Wattenmeeres zu finden. Es wird vermutet, dass dies auf eine veränderte Hydrodynamik, eine verstärkte Trübung des Wassers, den Verlust an wellen- und strömungsgeschützten Räumen sowie auf den Verlust an Seegras an sich zurückzuführen ist (Schanz und Reise 2006).

Ein weiterer Rückgang der Seegraswiesen im Europäischen Wattenmeer betraf die intertidalen Bestände in den 1970er Jahren. Beginnend in den Niederlanden, zog sich der Rückgang entlang der niedersächsischen Küste (de Jonge et al. 1993, Kastler und Michaelis 1999). Die Seegrasbestände im nördlichen Wattenmeer wurden hiervon weniger betroffen und blieben trotz Schwankungen vergleichsweise stabil (Reise 2006). Für den Rückgang der Seegrasbestände werden ähnliche Gründe aufgeführt, die auch die Wiederansiedlung von *Zostera marina* im Sublitoral verhindern: Eine durch Eutrophierung hervorgerufene Schwächung des Seegrases (Philipart 1994, Schanz et al. 2002) und eine veränderte Hydrodynamik (Schanz und Asmus 2003). Hinzu kommen reduzierte Lichtverhältnisse durch eine Trübung des Wassers als Folge des Dredgens nach

Herzmuscheln und Lahnungsarbeiten (Reise et al. 2005) sowie Algenteppiche, die sich im oberen Gezeitenbereich absetzen und das Seegras unter ihnen ersticken (Reise und Siebert 1994).

Seit den 90er Jahren ist jedoch wieder eine Zunahme der Seegrasbestände in den Niederlanden und Schleswig-Holstein zu erkennen (Reise et al. 2005).

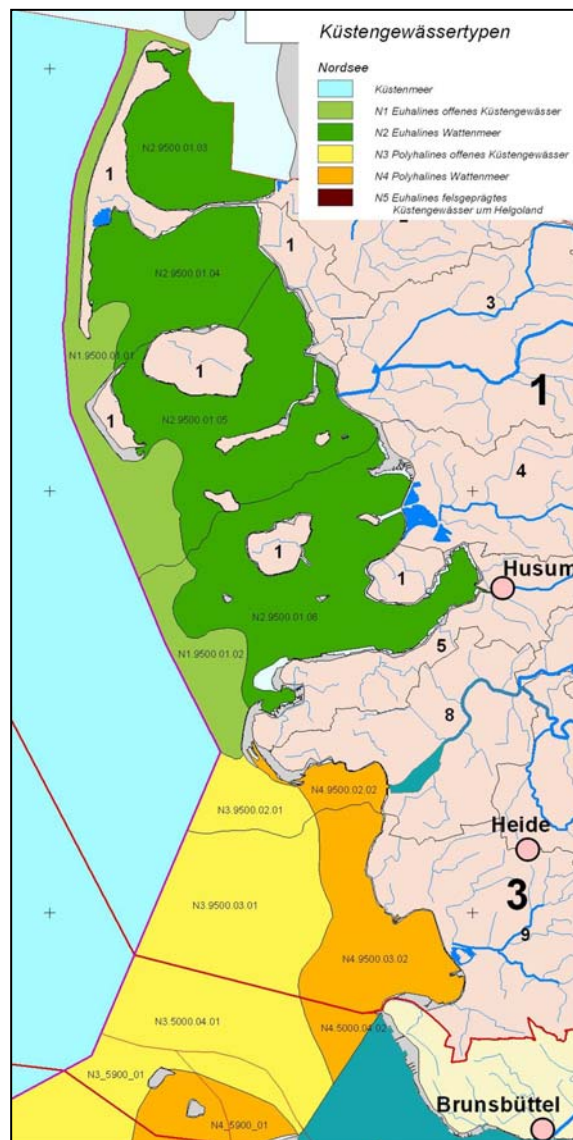
Aufgrund ihrer hohen ökologischen Bedeutung, aber auch wegen ihrer ökologischen Anforderungen stellt Seegras einen wichtigen Indikator dar. Daher wird für die europäischen Küstengewässer ein umfangreiches Monitoring empfohlen (Borum et al. 2005). Im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer findet 3mal jährlich zu verschiedenen Vegetationsstadien eine Kartierung aller Seegraswiesen aus der Luft statt. Zur Verifizierung wird einmal im Jahr der Seegrasbestand an ausgewählten Standorten durch eine Bodenkartierung erfasst.



## 2 Material und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Die Bodenkartierung im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer erstreckte sich vom Königshafen im Norden von Sylt bis zum Trischendamm in Nähe der Elbemündung. Auf dieser Distanz wurden 12 ausgewählte, dauerhafte Messstandorte auf ihre Seegrassbestände hin untersucht.



**Karte 1:** Die verschiedene Wasserkörper an der Nordseeküste Schleswig-Holsteins, eingestuft gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie.

Laut Einstufung gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist die Küste Schleswig-Holsteins in verschiedene Wasserkörper unterteilt. Die 12 Messstandorte verteilen sich

hierbei auf 6 verschiedene Wasserkörper, die sich entlang der Schleswig-Holsteinischen Nordseeküste befinden. 7 Beprobungsstellen liegen im Wasserkörper vom Typ N2 (mesotidale euhaline geschützte Wattenmeerküste), während die übrigen 5 Standorte im Wasserkörper Typ N4 zu finden sind (meso- makrotidale polyhaline Wattenmeerküste). Wie in der Karte 1 zu sehen ist, befinden sich die 4 Wasserkörper, die zum Typ N2 gehören, vor der Küste Nordfrieslands, wohingegen die 2 Wasserkörper des Typs N4 vor der Küste Dithmarschens lokalisiert sind. Pro Wasserkörper wurden 1 bis 4 potentielle Seegrasstandorte beprobt. Eine genaue Auflistung der Beprobungsstandorte findet sich in Tabelle 1.

**Tabelle 1:** Übersicht der festgelegten dauerhaften Messstandorte in den jeweiligen Wasserkörpern. Der Hoch- und Rechtswert geben die zentrale Koordinate der Beprobungsstelle wieder.

Nummer	Name	Datum	Rechtswert	Hochwert	Wasserkörper
1	Tonnenlegerbucht	01.08.2007	3463652	6099957	N2.9500.01.03
2	Braderup Süd	02.08.2007	3459195	6089307	N2.9500.01.03
3	Puan Klent	03.08.2007	3454708	6073503	N2.9500.01.04
4	Dagebüll	04.08.2007	3480874	6065048	N2.9500.01.05
5	Schlüttsiel	05.08.2007	3486647	6058697	N2.9500.01.05
6	Hamburger Hallig	05.08.2007	3488918	6051983	N2.9500.01.06
7	Lundenberger Sand	06.08.2007	3499056	6037986	N2.9500.01.06
8	Westerkoog	07.08.2007	3487587	6005433	N4.9500.03.02
9	Estsiel	08.08.2007	3488112	6003027	N4.9500.03.02
10	Büsum	08.08.2007	3492105	5999484	N4.9500.03.02
11	Trischendamm Nord	08.08.2007	3487675	5988281	N4.9500.03.02
12	Trischendamm Süd	08.08.2007	3487716	5988059	N4.5000.04.02

Neben der Beprobung der festgelegten, dauerhaften Messstandorte wurde an zwei Stellen im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer durch ein „ground-truthing“ überprüft, ob es sich hier um ein Seegras- oder Makroalgenvorkommen handelt (siehe Tabelle 2). Eine Bestimmung während der Luftkartierung erwies sich als schwierig, weswegen eine Verifizierung am Boden durchgeführt wurde. Diese Kontrollen wurden in den Wasserkörpern N2.9500.01.06 und N4.9500.02.02 vorgenommen.

**Tabelle 2:** Übersicht der Kontrollstandorte mit den Hoch- und Rechtswerten eines zentralen Punktes.

Nummer	Name	Datum	Rechtswert	Hochwert	Wasserkörper
K1	Norderhafen	06.08.2007	3488250	6042469	N2.9500.01.06
K2	Wesselburen	07.08.2007	3488153	6013196	N4.9500.02.02

Innerhalb von 6 Jahren ist eine Komplett-Kartierung der Seegrasbestände im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer angesetzt. Hierfür wurde das Wattgebiet in 6 Teilgebiete untergliedert, wobei in jedem Jahr ein Teilgebiet komplett erfasst und das gesamte Schleswig-Holsteinische Wattenmeer so sukzessiv kartiert werden soll. In diesem Rahmen wurden 15 Seegrasvorkommen beprobt, welche auf den Wattflächen um die Insel Sylt liegen. Die Wattflächen bei Sylt stellen das erste Teilgebiet dar und liegen in den Wasserkörpern N2.9500.01.03 und N2.9500.01.04. Nähere Angaben sind in Tabelle 3 aufgeführt.

**Tabelle 3:** Übersicht der Seegraswiesen um Sylt, die im Rahmen der 1/6-Kartierung erfasst wurden.

Nummer	Name	Datum	Rechtswert	Hochwert	Wasserkörper
S1	Ostfeuerwatt	14.08.2007	3463646	6102170	N2.9500.01.03
S2	Gröningwatt	14.08.2007	3461694	6101250	N2.9500.01.03
S3	Mövenbergwatt	14.08.2007	3462823	6101174	N2.9500.01.03
S4	Uthörn	14.08.2007	3463474	6100483	N2.9500.01.03
S5	Tonnenlegerbucht	01.08.2007	3463652	6099957	N2.9500.01.03
S6	Kampen-Kinderheim	15.08.2007	3458972	6093319	N2.9500.01.03
S7	Kampen-Leghörn	18.08.2007	3459175	6091721	N2.9500.01.03
S8	Braderup Nord	22.08.2007	3459115	6089895	N2.9500.01.03
S9	Braderup Süd	02.08.2007	3459195	6089307	N2.9500.01.03
S10	Munkmarsch	22.08.2007	3459242	6088694	N2.9500.01.03
S11	Keitum	22.08.2007	3460387	6085390	N2.9500.01.03
S12	Keitum Ost	22.08.2007	3462723	6084687	N2.9500.01.03
S13	Hindenburgdamm	23.-29.08.2007	3470703	6084807	N2.9500.01.03
S14	Rantum	19.08.2007	3455150	6079370	N2.9500.01.04
S15	Puan Klent	03.08.2007	3454708	6073503	N2.9500.01.04

## 2.2 Kartierung der Seegraswiesen

Die Bestandsgrößen der einzelnen Seegraswiesen wurden durch Begehung der Wattflächen mit GPS-Geräten ermittelt. Die GPS-Geräte wurden so eingestellt, dass sie alle 10 Sekunden automatisch eine Position aufzeichneten. Durch Umlaufen der Seegraswiese konnte somit ihre Position, Form und Größe erfasst werden. Bei jeder Seegraswiese wurden 2 Grenzen kartiert: zum einen die Grenze einer Bedeckungsdichte mit Seegras von mehr als 20 % und zum anderen der Grenzverlauf einer Bedeckungsdichte von mehr als 5 %. Auf diese Weise wurden bei jeder Seegraswiese ein dichter Kernbereich sowie ein dünnerer äußerer Randbereich aufgenommen.

Um Bestandsmerkmale des Seegrases im Inneren der Wiese zu erfassen, wurde je nach Größe der Wiese eine bestimmte Anzahl von Transekten durch sie gelaufen. Die Transekte beginnen jeweils am Rand der 5 %igen Bedeckungsdichte und durchqueren die Wiese senkrecht zum Verlauf dieses Randes. Sobald sich Bestandsmerkmale repräsentativ für eine Fläche von mindestens 10 x 10 m änderten, wurde eine neue Koordinate mittels GPS erfasst und die veränderten Bedingungen notiert. Folglich wurden bei homogenen Wiesen weniger Punkte als bei heterogenen Seegrassbeständen aufgenommen. Ergänzend wurden Daten vom Rand der Wiese aufgezeichnet, wobei sich die hier erfassten Merkmale nur auf einen 10 bis 15 m breiten äußeren Randbereich der Wiese beziehen. Jeder aufgenommene Punkt wurde zudem durch Fotos dokumentiert.

Die 5 %-Grenze der Seegrasswiese sowie die Datenpunkte entlang der Transekte und im Randbereich wurden mit dem GPS Gerät „Trimble GeoXT handheld“ aufgezeichnet. Der in das GPS-Gerät integrierte Computer ermöglicht neben einer Positionsbestimmung eine gleichzeitige Erfassung mehrerer zugehöriger Attribute. So wurden zu jedem Punkt die Koordinaten sowie die folgenden Parameter gleich im Feld aufgenommen: Datum, Zeit, Dichte des Seegrassbestandes, Seegrassarten, Epiphytendichte, Makroalgendichte, Makroalgenarten, Art des Bodens und Kommentar. Darüber hinaus wurden lokale Besonderheiten, die für die Seegrasswiese von Bedeutung sind, wie z.B. Megarippelstrukturen, hohe Dichten von *Arenicola* oder *Litorina* etc. mit aufgezeichnet.

Die Positionsbestimmung der 20 %-Grenze erfolgte parallel mittels des GPS-Gerätes „Grain etrex legend“.

Für die Feldarbeiten wurde ein Beprobungszeitraum von Mitte Juli bis Mitte September 2007 angesetzt. Das Wetter im Sommer war jedoch häufig durchwachsen, was mit hohen Wasserständen einherging, die ein Arbeiten im Watt nicht zuließen. Von daher schränkte sich der tatsächliche Beprobungszeitraum deutlich ein und das Monitoring musste vom 01.08. bis 29.08.2007 durchgezogen werden.

### **2.3 Erstellung von Karten**

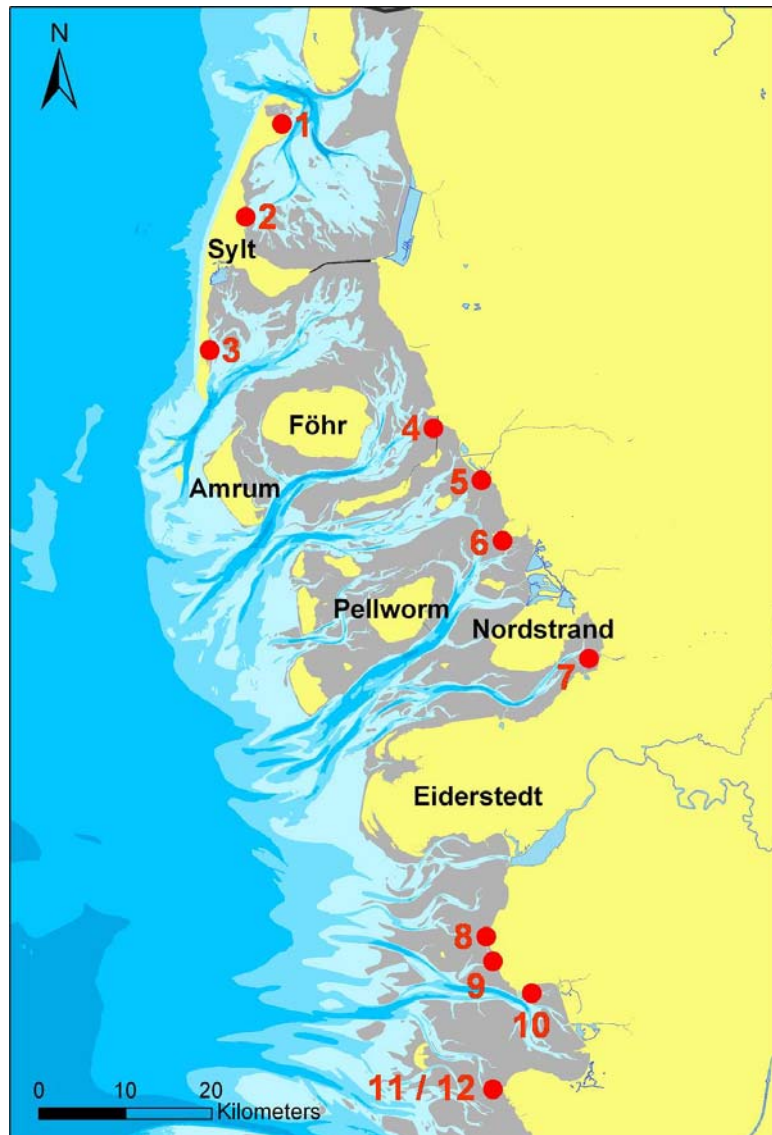
Alle GPS-Daten wurden im Gauss-Krüger-Koordinatensystem erfasst. Die aufgezeichneten Koordinaten und die dazugehörigen Attribute wurden vom GPS-Gerät runter geladen und in GIS-Shape-Dateien umgewandelt. Diese wurden in das GIS-Programm ArcGIS 9.2 geladen und dort kartographisch aufbereitet sowie Umfänge und Flächen der Seegraswiesen berechnet.



## 3 Ergebnisse

### 3.1 Ergebnisse der Dauermessstellen

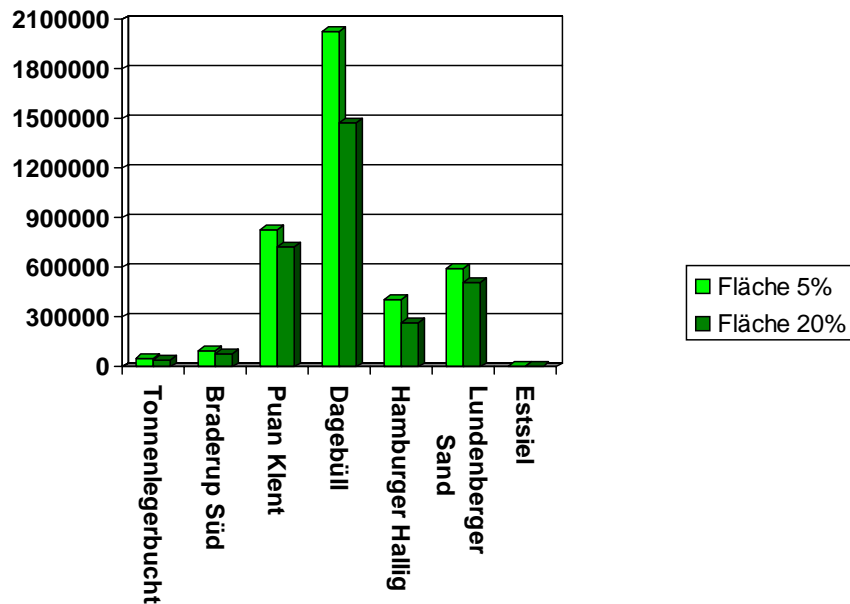
Die Karte 2 zeigt die Lage der 12 festgelegten, dauerhaften Messstandorte an der Nordseeküste Schleswig-Holsteins. In Tabelle 4 ist eine dazugehörige Übersicht der Ergebnisse zu sehen. Neben den Flächen- und Umfangangaben für die Gebiete mit einer Seegrasdichte von mehr als 5 % bzw. mehr als 20 % ist zu erkennen, welchen Prozentanteil die dichte Fläche (> 20 %) an der Gesamtfläche bzw. dem Gesamtumfang einnimmt. Die graphische Darstellung der Flächenangaben ist in Abbildung 1 gegeben, während Tabelle 5 die Durchschnittswerte der ökologischen Parameter zeigt, die an den Dauermessstellen erhoben wurden.



**Karte 2:** Die 12 festgelegten, dauerhaften Messstandorte an der Nordseeküste Schleswig-Holsteins mit Standortnummern.

**Tabelle 4:** Flächen (in m<sup>2</sup>), Umfang (in m) und Anteil (in %) der Bedeckung mit >20% an der Gesamtfläche und dem Gesamtumfang für die jeweiligen Seegraswiese an den 12 Dauermessstellen. Da die Dauermessstelle „Schlüttsiel“ nur über Transekte kartiert werden konnte, liegen keine Flächenangaben vor. Die 5%-Bedeckung der Seegraswiese „Hamburger Hallig“ konnte nicht komplett erfasst werden, weswegen die Angaben zu Gesamtfläche, Gesamtumfang und den jeweiligen Anteilen eingeschränkt werden musste.

Nr	Name	Gesamtfläche (5% und 20%-Bedeckung)	Fläche > 20%-Bedeckung	Flächenanteil > 20%-Bedeckung	Gesamtumfang (5% und 20%-Bedeckung)	Umfang > 20%-Bedeckung	Umfanganteil > 20%-Bedeckung
1	Tonnenlegerbucht	48750	44617	91,5	1652	1584	95,9
2	Braderup Süd	96135	76152	79,2	2633	2222	84,4
3	Puan Klent	827559	724040	87,5	6760	6436	95,2
4	Dagebüll	2027379	1476779	72,8	8580	7458	86,9
5	Schlüttsiel						
6	Hamburger Hallig	> 407899	267214	< 65,5	> 4022	3234	< 80,4
7	Lundenberger Sand	595641	510825	85,8	4694	4137	88,1
8	Westerkoog	5175	2048	39,6	339	199	58,7
9	Estsiel						
10	Büsum						
11	Trischendamm Nord						
12	Trischendamm Süd						



**Abb. 1:** Flächen (in m<sup>2</sup>) mit > 5 %- und > 20 %-Bedeckungsdichte der Seegraswiesen an den festgelegten, dauerhaften Messstandorten.



**Tabelle 5:** Die ökologischen Parameter, die an den Dauermessstellen erhoben wurden. Die dargestellten Ergebnisse zeigen die Durchschnittswerte der jeweiligen Messstelle.

Nr	Name	Seegrasdichte (%)	Seegrasart	Epiphyten-dichte (%)	Makroalgen-dichte (%)	Makroalgenart	2. Makroalgenart
1	Tonnenlegerbucht	40 - 60%	Zostera marina	keine	40 - 60%	Chaetomorpha	keine
2	Braderup Süd	40 - 60%	Zostera noltii	25 - 75%	keine	keine	keine
3	Puan Klent	60 - 80%	Zostera noltii	< 25%	keine	keine	keine
4	Dagebüll	20 - 40%	Mixed Zostera	keine	keine	keine	keine
5	Schlüttsiel	20 - 40%	Mixed Zostera	keine	< 20%	Gracilaria	Ulva
6	Hamburger Hallig	20 - 40%	Zostera noltii	keine	< 20%	Gracilaria	keine
7	Lundenberger Sand	60 - 80%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
8	Westerkoog	20 - 40%	Zostera noltii	keine	< 20%	Ulva	keine
9	Estsiel	-	-	keine	keine	keine	keine
10	Büsum	-	-	keine	> 80%	Chaetomorpha	keine
11	Trischendamm Nord	-	-	keine	keine	keine	keine
12	Trischendamm Süd	-	-	keine	keine	keine	keine

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Seegraswiesen folgt auf den nächsten Seiten.

**Tonnenlegerbucht (01.08.2007)**

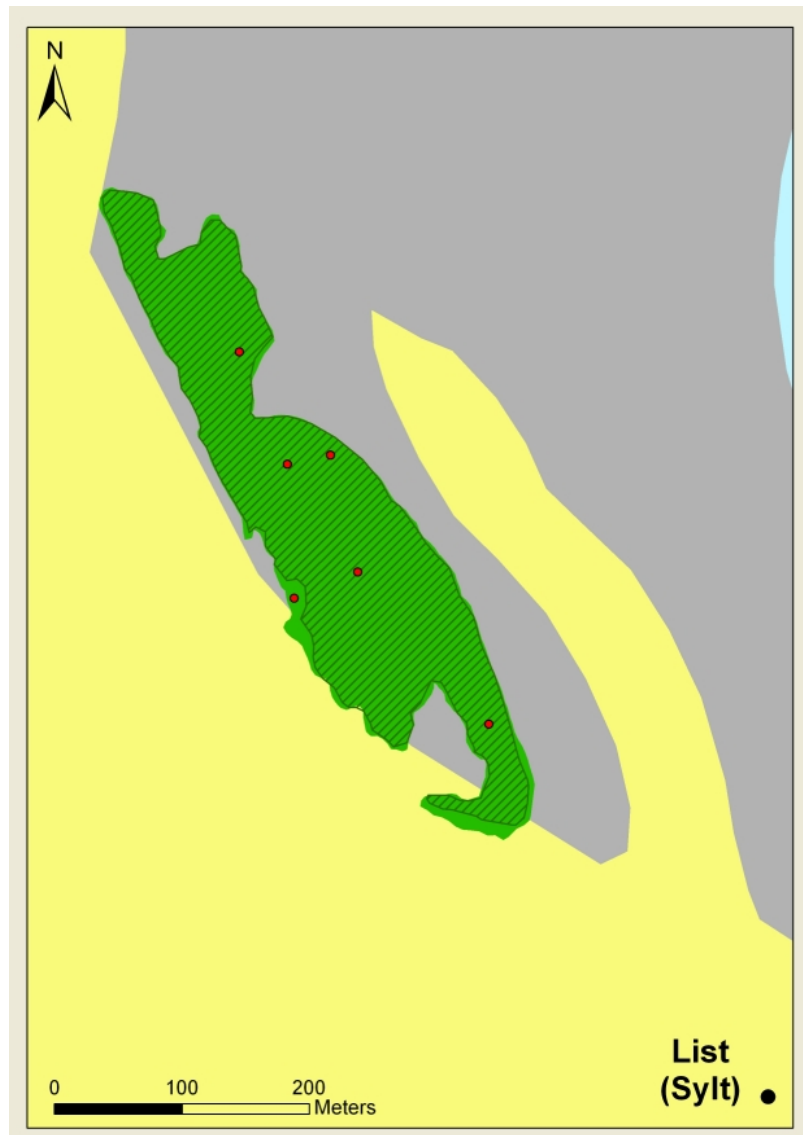
Standort 1, Wasserkörper: N2.9500.01.03

Die Tonnenlegerbucht ist Teil des Sylter Königshafens und befindet sich in seiner südöstlichen Ecke. Die schmale Bucht wird durch den Mövenbergdeich im Süden und Westen sowie durch den Lister Sandhaken im Osten begrenzt. Obwohl die Tonnenlegerbucht im exponierten Äußeren Königshafen nahe des Subtidals und des Priels Lister Ley liegt, ist sie durch die Lage des Lister Haken geschützt. Hierdurch konnte sich ein schlickiger Untergrund ausbilden, der zur Öffnung der Bucht nach Norden hin in Sandwatt übergeht.

Wie der Karte 3 zu entnehmen ist, füllt die Seegraswiese in der Tonnenlegerbucht nahezu die gesamte Bucht aus und reicht sowohl nahe an den Deich als auch an den Lister Haken. Die südlichen 3/4 der Wiese befinden sich im Lee des Lister Hakens. Ein kleiner, seegrasfreier Priel durchquert die Wiese in Nord-Süd-Richtung und teilt sie.

Die Seegraswiese zeichnet sich durch hohe Homogenität, hohe Bedeckungsdichte und scharfe Grenzen aus. *Zostera marina* ist die bestandsbildende Art und dominiert die gesamte Wiese. Verhältnismäßig wenig *Zostera noltii* findet sich an der Süd- und Westgrenze. Die Seegrasbedeckung beträgt häufig um 60 % und mehr und aufgrund der scharfen Grenzen der Wiese verlaufen die 5 %-Grenze und 20 %-Grenze über weite Strecken deckungsgleich (siehe Karte 3).

In der Verteilung opportunistischer Makroalgen ist eine deutliche Zonierung zu erkennen. Während im Norden am Eingang der Bucht keine Makroalgen zu finden sind, nimmt die Makroalgendichte allmählich nach Süden hin zu. Vor allem im strömungsberuhigten inneren Bereich der Bucht ist eine deutliche Makroalgen-Dominanz festzustellen. Hier beträgt ihre Bedeckungsdichte 40 - 60 %, während die Dichte des an der Oberfläche liegende Seegrases auf 20 - 40 % abgenommen hat.



**Karte 3:** Die Seegraswiese in der Tonnenlegerbucht. Die hellgrüne Fläche zeigt die Ausmaße der Bedeckungsdichte von mehr als 5 %. Die schraffierte dunklere Fläche bezieht sich auf eine Dichte von mehr als 20 %. Die roten Punkte markieren Positionen, an denen Bestandsmerkmale der Wiese erfasst wurden.

**Braderup Süd (02.08.2007)**

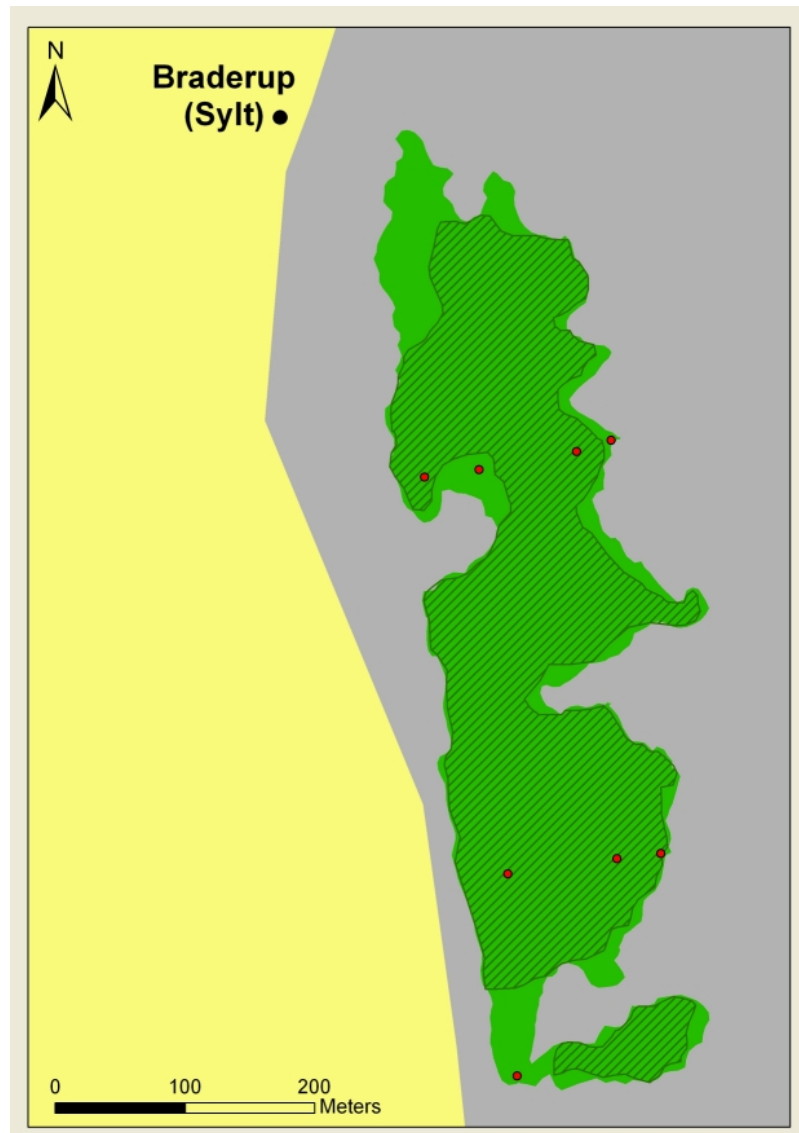
Standort 2, Wasserkörper: N2.9500.01.03

Die südliche Seegraswiese in der Nähe der Sylter Ortschaft Braderup befindet sich im südwestlichen Teil des Lister Tidebeckens.

Es handelt sich hierbei um eine relativ schmale Wiese mit einer deutlichen Nord-Süd-Ausrichtung (siehe Karte 4), die auf leicht schlickigem Untergrund wächst, wobei der Schlickgehalt im unteren Gezeitenniveau zunimmt. Die Seegraswiese beginnt direkt am Strand, welcher ihre westliche Begrenzung darstellt, während die östliche, seewärtige Grenze des Seegrases über weite Strecken mit dem mittleren Tideniedrigwasser einhergeht. Diese beiden Grenzen sind scharf und deutlich erkennbar. Im Norden und Süden läuft die Wiese ohne Begrenzung aus und zeichnet sich hier durch diffuse Grenzen aus.

Die Seegraswiese ist eine reine *Zostera noltii*-Wiese, die einen dichteren Kernbereich aufweist dessen Bedeckung meistens zwischen 40 - 60 % liegt. Nach Außen zur seewärtigen Seite hin wird das Seegraskommen patchy. Das nördliche und südliche Ende weisen eine Dichte von unter 20 % auf und die Seegraswiese dünnt in diesen beiden Abschnitten allmählich aus.

Makroalgen sind so gut wie keine zu verzeichnen und es wurde nur vereinzelt ganz wenig *Ulva* gefunden. Allerdings zeichnete sich diese Seegraswiese durch einen hohe Epiphytendichte aus Rotalgen aus, die mit zunehmender Dichte und somit besonders im Inneren der Wiese in sehr hohen Abundanzen (> 75 %) zu finden waren. Auffallend war zudem eine deutliche negative Korrelation von *Arenicola marina* und *Zostera*, die vor allem in der westlichen seegrasfreien Ausbuchtungen auf Höhe der Mitte der Wiese zu beobachten war. Eine weitere Besonderheit stellte die Rohreinleitung dar, die vermutlich von der Kläranlage Braderup stammt. Im Einflussbereich des ausströmenden Süßwassers war kein Seegras zu finden.



**Karte 4:** Die Seegraswiese „Braderup Süd“. In hellgrün ist die Fläche mit einer Dichte von mehr als 5 % dargestellt, während die Schraffierung die 20 %ige Bedeckung zeigt. An den roten Punkten wurden Bestandsmerkmale der Wiese erfasst.

**Puan Klent (03.08.2007)**

Standort 3, Wasserkörper: N2.9500.01.04

Diese Seegraswiese liegt südlich des Hamburger Jugenderholungsheim Puan Klent auf Sylt und gehört zum Hörnum-Becken.

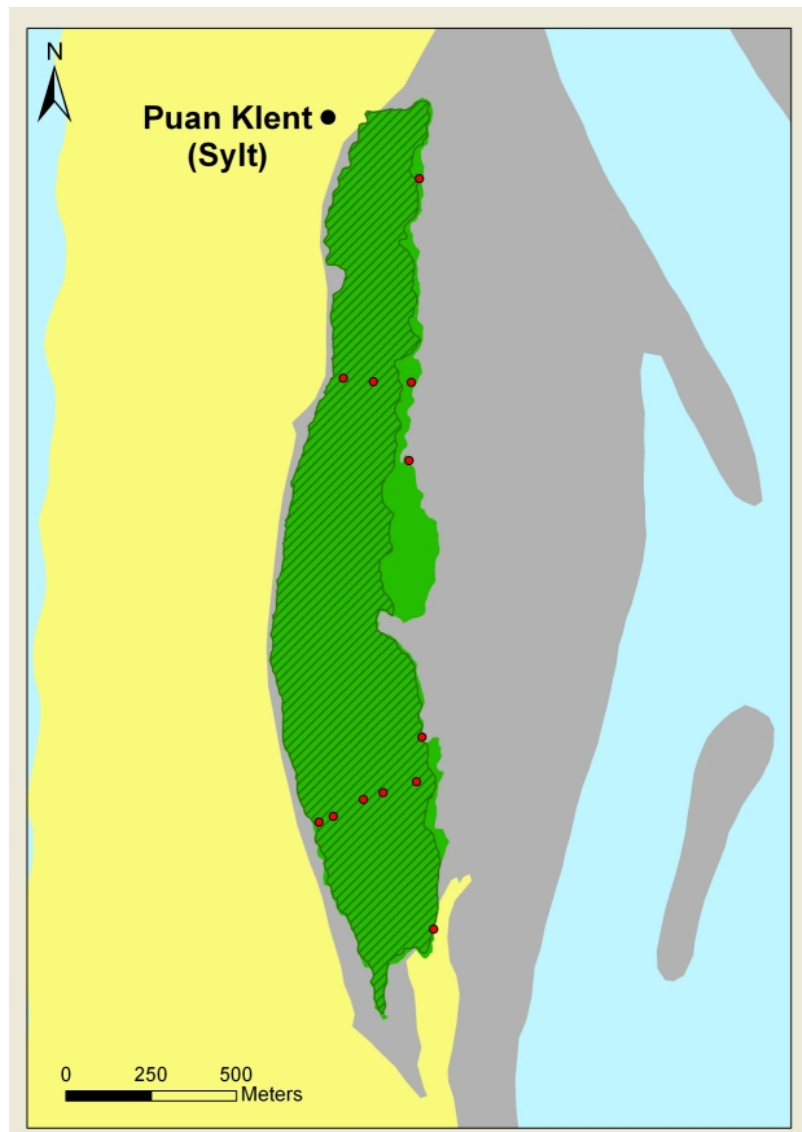
Sie weist eine deutliche Nord-Süd-Erstreckung auf (siehe Karte 5) und befindet sich auf sandigem Sediment. An der westlichen landwärtigen Seite reicht die Seegraswiese bis zur Hochwasserlinie. Zwischen dem Strand und der Wiese befindet sich ein *Spartina*-gürtel, der sich entlang der gesamten Westseite des Seegrasvorkommens erstreckt. Obwohl das Seegras zwischen den einzelnen *Spartina*-horsten vorkommt, ist eine scharfe Bestandsgrenze an Seegras zu erkennen. Am Nord- und am Südende geht die Seegraswiese ebenfalls in *Spartina*-bestände über, während sie an der seewärtigen, östlichen Seite Richtung Niedrigwasserlinie deutlich ausdünt. Im nördlichen Teil der Seegraswiese verlaufen die östliche 5 %- und die 20 %-Grenze parallel, liegen aber durchschnittlich ca. 30 m auseinander. Im mittleren Teil der Wiese befinden sich die beiden Grenzen mit durchschnittlich ca. 100 m bis maximal 160 m am weitesten voneinander entfernt, während ihre Distanz in der südlichen Hälfte nur noch bis zu 10 m beträgt.

Im nördlichen Teil ist die Seegraswiese an ihrer Ostgrenze patchy ausgebildet. Seegras findet sich in erster Linie auf kleinen, wasserfreien Sandanhöhen, was vor allem in dem Bereich mit einer Seegrasdichte von 5 % bis 20 % zu beobachten ist. Südlich daran anschließend, aber immer noch in der nördlichen Hälfte, sind Megarippelstrukturen zu erkennen. Lediglich deren Südflanke ist in Längsrichtung mit Seegras bewachsen, wodurch eine heterogene streifenförmige Verteilung des Seegrases sowie die Bedeckungsdichte von unter 20 % zu verzeichnen ist. Im südlichen Teil ist die Wiese an ihrer Ostseite bedeutend dichter und zeigt eine homogene Verteilung des Seegrases.

*Zostera noltii* dominiert die Wiese und ist die bestandsbildende Art. *Zostera marina* kommt dagegen nur im südlichen dichten Teil der Wiese vor, ist dort aber mit ca. 10 - 20 % gleichmäßig verteilt. Insgesamt zeichnet sich diese Wiese durch eine hohe Seegrasdichte aus, die vielfach über 80 % liegt.

Epiphyten in Form von Rotalgen kommen in erster Linie in kleinen wasserführenden Gezeitenpools vor. Hierbei ließ sich eine sehr deutliche negative Korrelation zu den kleinräumig gehäuften Vorkommen von *Litorina* beobachten. Es war sehr auffällig, dass die ansonsten rot-überzogenen Seegrasblätter grün und epiphytenfrei waren, wo sich viele

Litorinen befanden. Insgesamt waren nur wenige Makroalgen zu beobachten, wobei es sich in erster Linie um *Ulva*, *Enteromorpha* und *Chaetomorpha* handelte.



**Karte 5:** Die Seegraswiese bei Puan Klent mit 5 %- (hellgrün) und 20 %-Seegrasdichte (schraffiert). Attribute zum Seegrasbestand wurden an den roten Punkten aufgenommen.

**Dagebüll (04.08.2007)**

Standort 4, Wasserkörper: N2.9500.01.05

Die Seegraswiese liegt südlich der Ortschaft Dagebüll direkt in Nähe der Badestelle Dagebüll Süd.

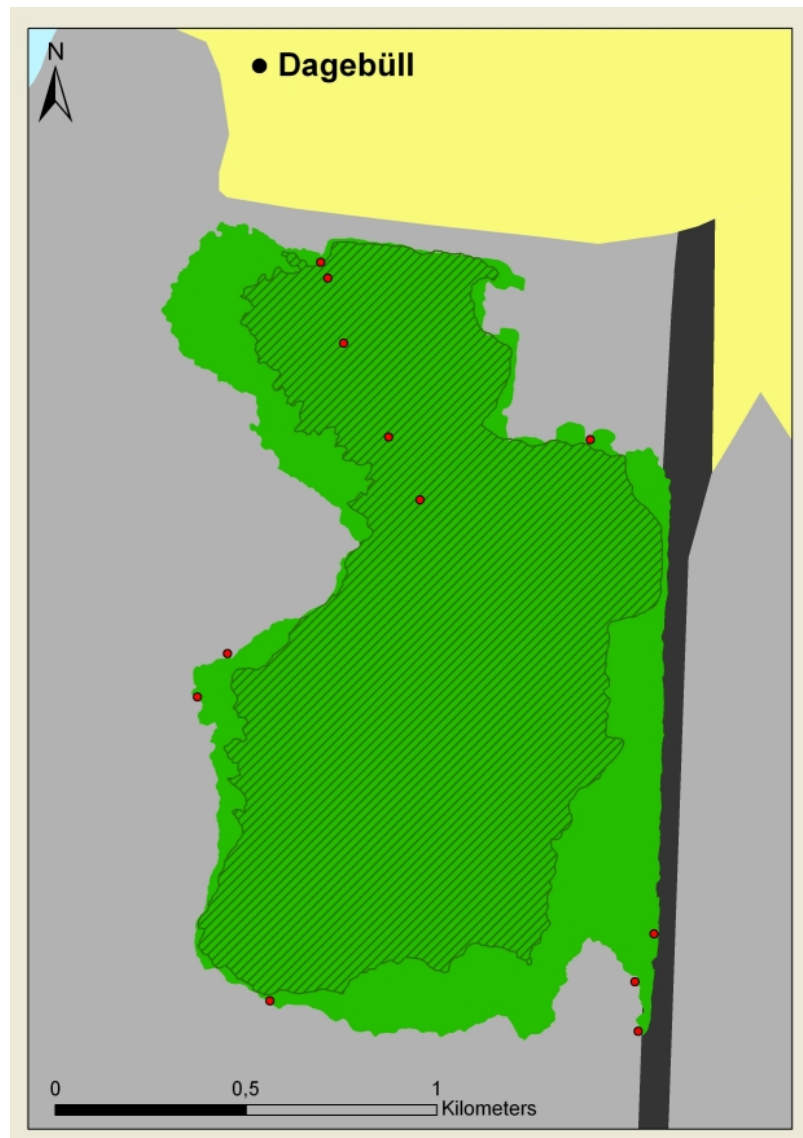
Der Untergrund in diesem Untersuchungsgebiet ist hauptsächlich sandig mit einigen leicht schlickigen Bereichen, z.B. in Nähe des Damms nach Oland. In der Süd-Ost-Ecke der Seegraswiese steht Klei- bzw. Marschboden an.

Die Seegraswiese ist in Karte 6 zu sehen. Sie reicht im Norden relativ nah an den Deich heran. Im Nord-Westen ist sie in Deichnähe durch eine Buhne begrenzt, dünnt aber im weiteren Verlauf an der Westseite ohne Begrenzung sehr allmählich und diffus nach Westen hin aus. Gleiches gilt für die Südseite der Seegraswiese. Besonders in Richtung der Halligen nach Süd-Westen hin läuft die Wiese ganz allmählich aus. Homogen verteilte, einzelne Seegraspflanzen finden sich hier auch jenseits der 5 %-Grenze, die jedoch aufgrund der geringen Bedeckungsdichte bei der Kartierung nicht mehr berücksichtigt wurden. Im Süd-Osten wird die Seegraswiese durch einen Priel und im Osten durch den Damm nach Oland (Steinschüttung) begrenzt. Im Nord-Osten bilden Lahnungsfelder, welche die Wiese teilweise noch untergliedern, den Abschluss des Seegrasbestandes.

Insgesamt handelt es sich hier um eine Mixed-*Zostera*-Wiese, wobei aber *Zostera noltii* deutlich stärker vertreten ist. *Zostera marina* kommt vornehmlich in Gezeitentümpeln vor, bildet aber auch in der Süd-Ost-Ecke der Seegraswiese in Prielnähe einen kleinen, aber reinen Bestand aus. Im Ganzen ist die Wiese patchy und mit ca. 40 % Bedeckung relativ dünn. Zudem ist die Seegraswiese durch ihren sehr weit auslaufenden Bereich im Süd-Westen charakterisiert. Während im Westen das Seegras vor allem auf leicht erhöhten, spärlich verteilten Patches vorkommt, ist der Seegrasbestand im Süd-Westen relativ homogen und dünn verteilt. An beiden Grenzen liegt die Dichte des Bestandes nah an der 5 %-Marke und ein Abschluss der Seegraswiese war schwer zu definieren.

Insgesamt war kaum Bewuchs auf den Seegrasblättern festzustellen, und falls doch, beschränkte sich das Epiphytenvorkommen fast ausschließlich auf wasserführende Gezeitentümpel. Makroalgen, zumeist *Ulva*, waren ebenfalls nur vereinzelt und in sehr geringen Dichten zu erkennen.





**Karte 6:** Die Seegraswiese bei Dagebüll. Die hellgrüne Fläche zeigt die Ausmaße der Bedeckungsdichte von mehr als 5 %. Die schraffierte dunklere Fläche bezieht sich auf eine Dichte von mehr als 20 %. Die roten Punkte markieren Positionen, an denen Bestandsmerkmale der Wiese erfasst wurden.

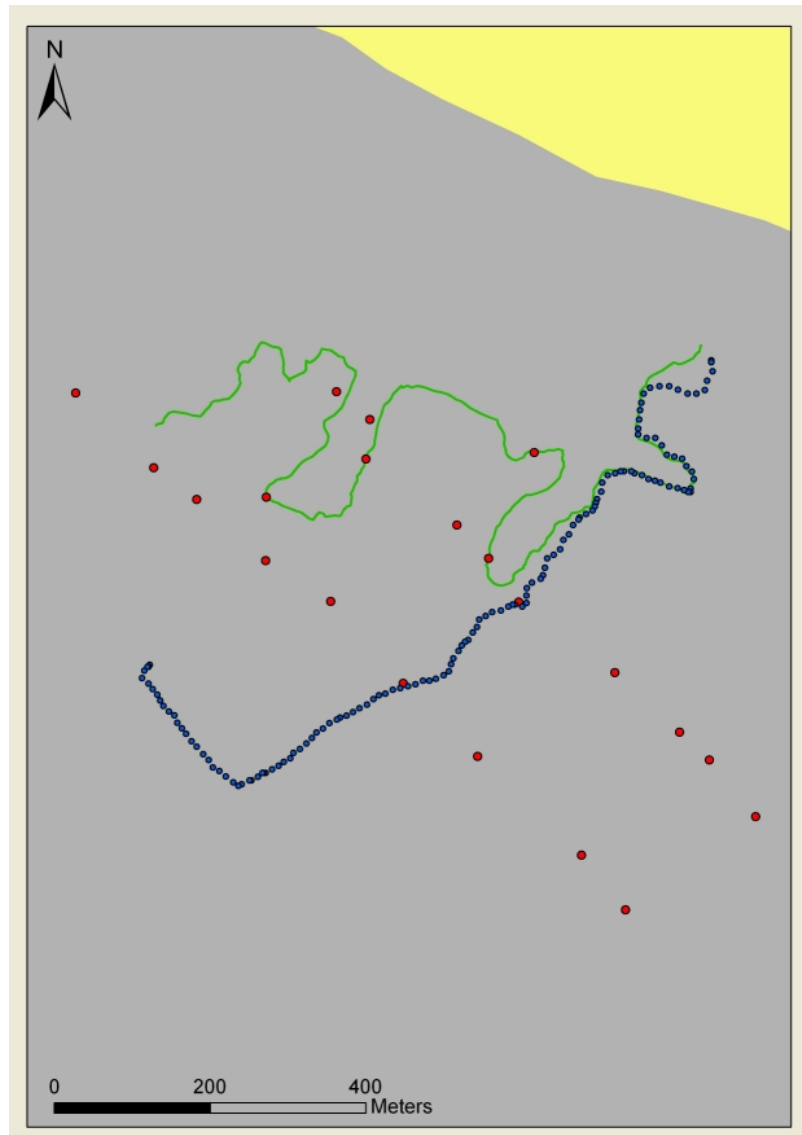
**Schlüttsiel (05.08.2007)**

Standort 5, Wasserkörper: N2.9500.01.05

Die Seegraswiese bei Schlüttsiel beginnt gleich hinter dem Deich in einem größeren Lahnungsfeld. Teile der Wiese befinden sich auch in den benachbarten, angrenzenden Lahnungsfeldern im Nord-Westen und Süd-Osten, wodurch sie durch die Lahnungsfelder unterteilt ist. Im Bereich der Lahnungen weist die Seegraswiese eine maximale Bedeckung von 60 bis 80 % auf. Der flächenmäßige Hauptteil des Seegrasbestandes befindet sich allerdings seewärts, außerhalb der Lahnungsfelder und erstreckt sich parallel zum Deich. Hier nimmt die Bedeckungsdichte kurz hinter den Lahnungen jedoch schnell bis auf unter 20 % ab. Das Seegrasvorkommen außerhalb der Lahnungen ist zwar großflächig, aber auch durch eine sehr dünne und diffuse Seegrasbedeckung gekennzeichnet. Aufgrund dieser Beschaffenheit verliefen hier sich die Grenzen der 5- und 20 %igen Bedeckung, die innerhalb der Lahnungsfelder noch gut erkennbar waren, recht schnell und waren nicht mehr auszumachen. Von daher musste die Flächenkartierung abgebrochen werden und das Seegrasvorkommen wurde anhand zweier küstenparalleler Transekte erfasst (siehe Karte 7). Die Transekte erfassen nur einen Teil des Seegrasbestandes, da die Wiese sich süd-westlich zur seewärtigen Seite hin ebenso wie küstenparallel nach Nord-Westen und Süd-Osten großflächig und dünn erstreckt.

Nach Nord-Westen und Süd-Osten ist die Wiese sehr weitläufig, verzeichnet aber eine konstant dünne Bedeckung von unter 20 %. In der Artenzusammensetzung ist der Seegrasbestand relativ homogen, auch wenn sich die Anteile lokal leicht verschieben. Es handelt sich um eine Mixed-*Zostera*-Wiese, die dahingehend eine deutliche Zonierung aufweist, dass *Zostera marina* fast nur in flachen, kleinen Gezeitentümpeln vorkommt und *Zostera noltii* in Patches auf wasserfreien, leichten Erhebungen angeordnet ist. Die Patch-Struktur lässt sich vor allem in der Mitte der Seegrastransekte erkennen, während an den äußeren Bereichen der Transekte die Wiese eher gleichmäßig verteilt und nicht strukturiert ist. Am nord-westlichen Ende der Transekte ist eine Dominanz von *Zostera marina* zu verzeichnen.

Insgesamt sind die Transekte durch eine geringe Makroalgendichte von ca. 10 % gekennzeichnet, wobei die Arten *Gracilaria*, *Ulva* und *Chaetomorpha* zu gleichen Anteilen vorkommen. Es wurden keine Epiphyten festgestellt.



**Karte 7:** Die Seegrasswiese bei Schlüttsiel. Die hellgrüne Linie zeigt den Versuch den äußeren Rand der 5 %-Bedeckungsdichte zu kartieren, während die gepunktete blaue Linie den Ansatz der 20 %igen Bedeckung darstellt. Beide Versuche dieser Art der Kartierung mussten abgebrochen werden und wurden durch die beiden parallelen rot-gepunkteten Transekte ersetzt.

**Hamburger Hallig (05.08.2007)**

Standort 6, Wasserkörper: N2.9500.01.06

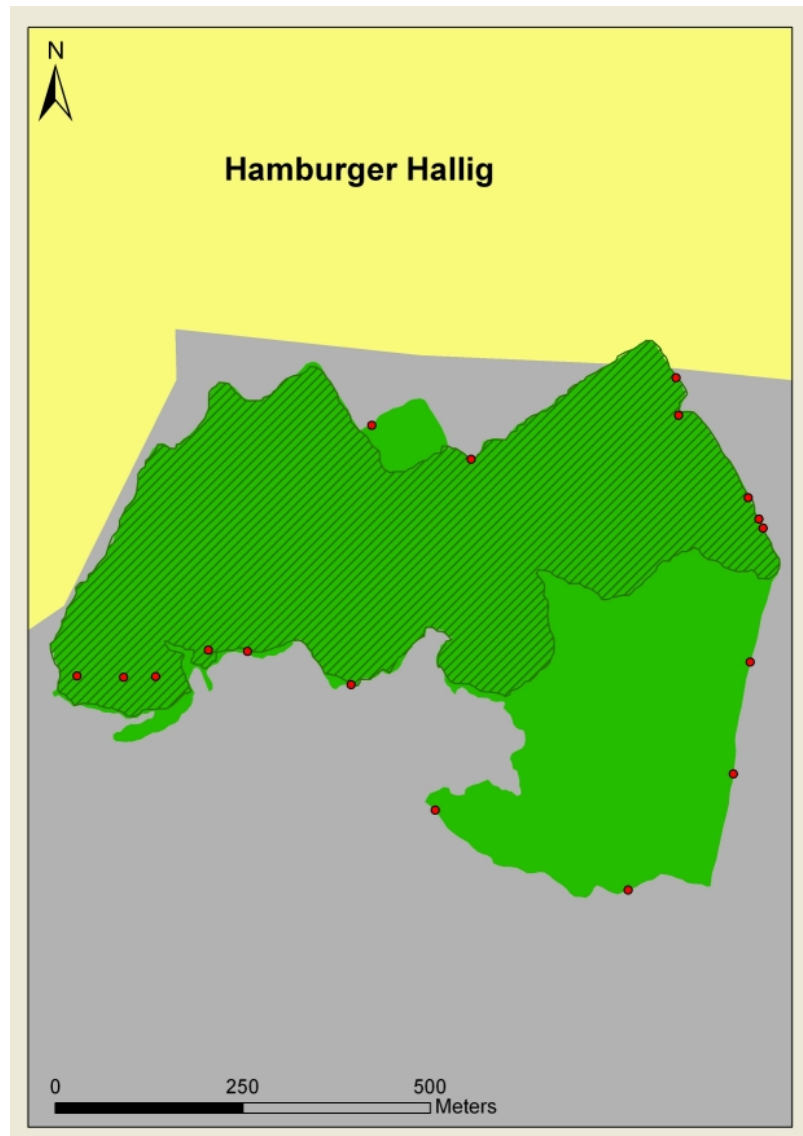
Die Seegraswiese befindet sich südlich des seewärtigen Endes der Halbinsel Hamburger Hallig und ist in Karte 8 zu sehen.

Der Untergrund in diesem Untersuchungsgebiet ist größtenteils sandig bis leicht schlickig. Der nördliche Teil der Seegraswiese wird durch Lahnungsfelder begrenzt, während sie im Westen mit der Uferbefestigung abschließt. Im Osten grenzt das Seegrasvorkommen direkt an *Spartina*-bestände an und Lahnungen bilden auch hier den scharf-gezogenen Abschluss der Wiese, wohingegen sie im Süden ohne Begrenzung auslaufen kann.

Die komplette nördliche Hälfte der Seegraswiese befindet sich innerhalb größerer Lahnungsfelder, wodurch sie in Parzellen unterteilt ist. Insgesamt weist die Wiese in diesem Bereich eine hohe Bedeckungsdichte auf. Die südliche Hälfte liegt hingegen außerhalb der Lahnungsfelder. Am westlichen und mittleren Teil der Südgrenze verlaufen die 5- und 20 %-Bedeckungsgrenze noch nahezu identisch. Im Süd-Osten dagegen dünnt die Seegraswiese stark aus und erstreckt sich über weite Flächen. Da die Seegraswiese hier eine dünne, aber konstante Bedeckungsdichte aufweist und nach Süd-Osten hin sehr weitläufig wird, wurde am südlichen Teil der Ostgrenze ein Transekt zurück zum dichteren Teil der Seegraswiese gezogen, um einen Abschluss herbeizuführen. Auffällig war, dass Seegras mittig an der Nordgrenze in dichten Streifen vorliegt, denen jeweils ein komplett seegrasfreier Streifen folgt.

Insgesamt ist *Zostera noltii* in dieser Seegraswiese die bestandsbildende Art.

Bezüglich der Makroalgen fiel auf, dass *Gracilaria* im süd-westlichen Teil der Seegraswiese in relativ hohen Dichten anzufinden war. Epiphyten wurden hingegen nicht beobachtet.



**Karte 8:** Die Seegraswiese an der Südküste der Hamburger Hallig. Attribute zum Seegrasbestand wurden an den roten Punkten aufgenommen, während die Fläche mit 5 % Bedeckungsdichte hellgrün und mit 20 % Dichte schraffiert dargestellt ist.

**Lundenberger Sand (am Finkhaushalligkoog) (06.08.2007)**

Standort 7, Wasserkörper: N2.9500.01.06

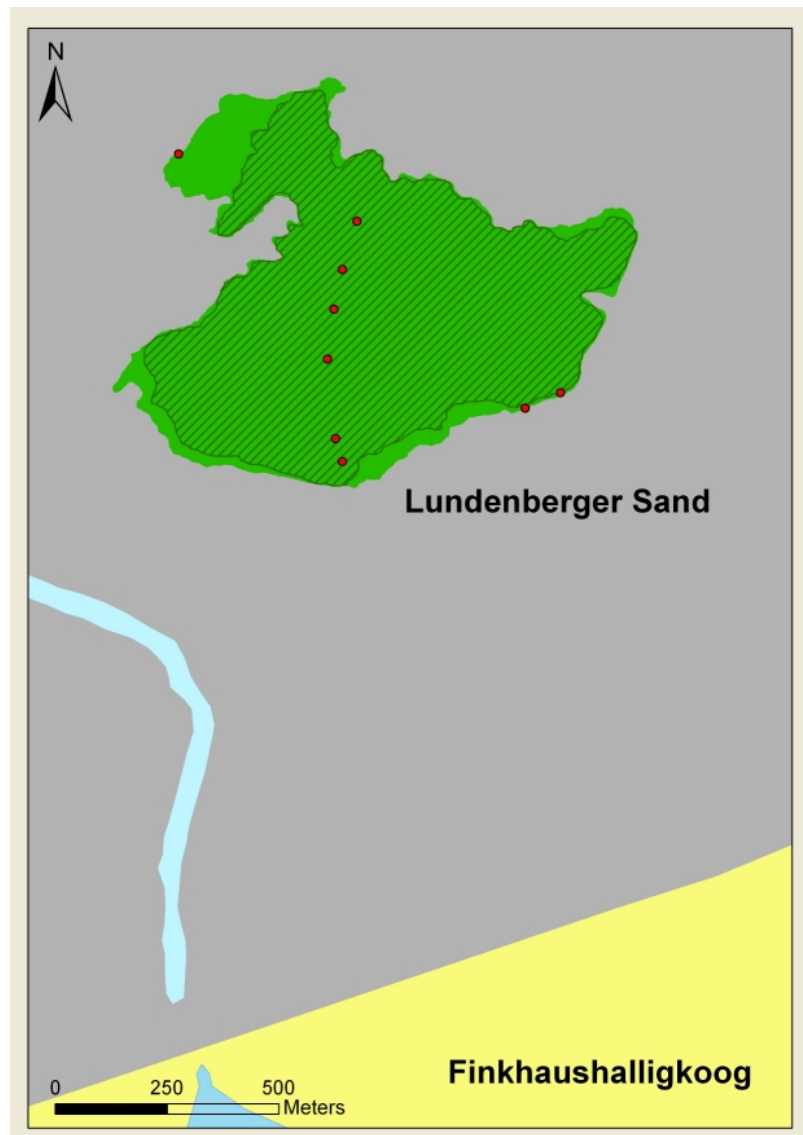
Die Seegraswiese auf dem Lundenberger Sand wird in Karte 9 gezeigt und befindet sich in der Husumer Bucht. Hier liegt sie mit einer Entfernung von ca. 2 km zum Deichfuß relativ weit draußen zwischen den deichnahen Lahnungsfeldern und dem Fahrwasser zum Husumer Hafen.

Der Wattboden ist in diesem Untersuchungsgebiet leicht schlickig.

Dieser Seegrasbestand wird allein durch *Zostera noltii* gebildet und stellt eine sehr homogene, dichte Wiese mit einer Bedeckung von meistens über 80 % dar. Die 5 %- und 20 %-Grenze liegen zumeist nah beieinander, mit Ausnahme im Norden. Hier befindet sich in Richtung Fahrwasser ein dünner weitläufiger Teil der Wiese, der trotz einer geringen Bedeckungsdichte von ca. 5-10 % eine deutlich erkennbare Grenze ausgebildet hat. An der Nord- und an der Ostseite ist die Seegraswiese häufig durch wasserführende Vertiefungen eingebuchtet.

Epiphyten und auch Makroalgen ließen sich kaum feststellen.

Die Seegraswiese befindet sich in direkter Nähe zu weiteren Wiesen: In Süd-Osten grenzt sie nah an eine benachbarte Seegraswiese an, die sich in einem größeren Lahnungsfeld befindet. Im Nord-Westen liegt in nur ca. 40 m Entfernung ebenfalls eine weitere Seegraswiese, die von der untersuchten Wiese nur durch einen flachen Priel getrennt wird.



**Karte 9:** Die Seegrasswiese auf dem Lundenberger Sand. Die hellgrüne Fläche zeigt die Ausmaße der Bedeckungsdichte von mehr als 5 %. Die schraffierte dunklere Fläche bezieht sich auf eine Dichte von mehr als 20 %. Die roten Punkte markieren Positionen, an denen Bestandsmerkmale der Wiese erfasst wurden.

**Westerkoog (07.08.2007)**

Standort 8, Wasserkörper: N4.9500.03.02

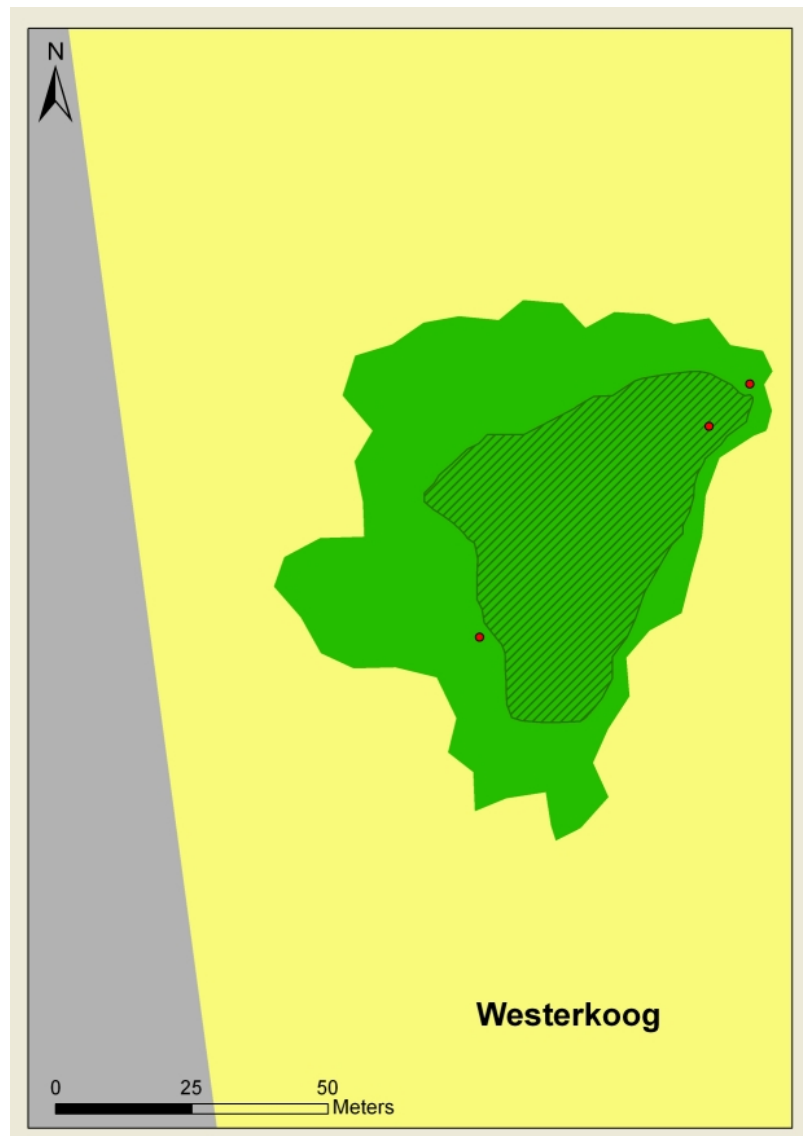
Die Seegraswiese am Westerkoog (siehe Karte 10) befindet sich direkt an einer Badestelle, wo der ufernahe Bereich von Lahnungen durchzogen ist. Die Seegraswiese, die direkt hinter dem Deich beginnt, beschränkt sich auf das Zentrum eines einzigen Lahnungsfeldes und wird durch die gezogenen Lahnungen in ihrer Ausbreitung nicht begrenzt. Es handelt sich hierbei um eine kleine, lokal sehr begrenzte Seegraswiese, die auf sehr sandigem, festem Untergrund wächst.

Die Wiese wird vermutlich ausschließlich aus *Zostera noltii* gebildet. Da die kleine Seegraswiese allerdings einen direkten Süßwasserzufluss durch eine Dusche an der Badestelle erfährt, wäre hier auch ein Vorkommen von *Ruppia maritima* möglich. Dies konnte anhand der zu dieser Zeit nicht vorhandenen Blütenstände im Feld nicht mehr genau überprüft werden. Auffallend war jedoch der hohe Anteil brauner, vermutlich verbrannter Seegrasblätter.

Die Seegraswiese wird neben des sehr lokal begrenzten Vorkommens auch durch eine heterogene Verteilung in Form einzelner Patches charakterisiert.

Opportunistische Markoalgen sind durch *Ulva* in recht hoher Dichte vertreten, während keine Epiphyten ausgemacht wurden. Im Randbereich der Seegraswiese befanden sich einzelne Horste des Schlickgrases *Spartina*.





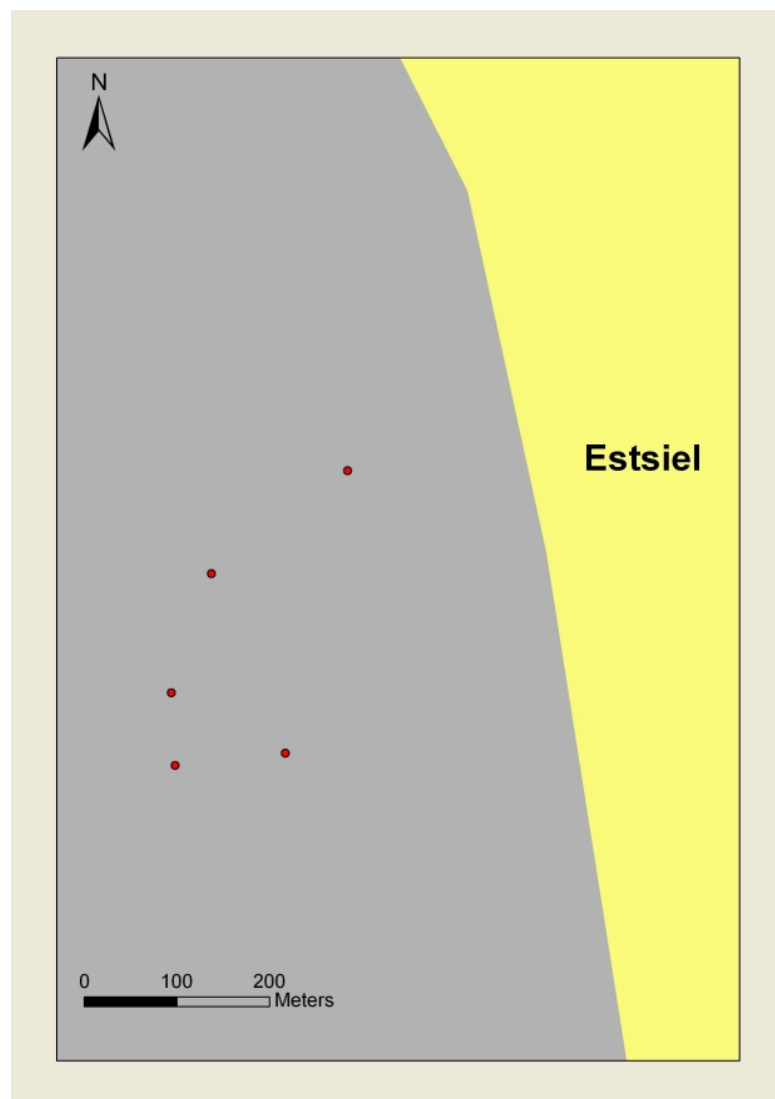
**Karte 10:** Die Seegrasswiese vor dem Westerkoog, dargestellt in 5 %iger (hellgrün) und 20 %iger Bedeckung (schraffiert). An den roten Messpunkten wurden Bestandseigenschaften erhoben.

**Estsiel (08.08.2007)**

Standort 9, Wasserkörper: N4.9500.03.02

Der Standort „Estsiel“ befindet sich an einer Badestelle direkt am Deich (siehe Karte 11). Hier wurde 2006 eine Seegraswiese im Bereich der Lahnungsfelder kartiert.

2007 konnte trotz intensiver Suche kein Seegras gefunden werden. Angespültes Seegras, was auf ein vorzeitiges Verschwinden der Wiese hätte hindeuten können, war ebenfalls nicht zu beobachten. Auffällig war, dass das Sandwatt an diesem Standort eine extrem hohe *Arenicola*-Dichte zu verzeichnen hatte, was mit einem Seegrasvorkommen negativ korreliert ist. Zudem war bemerkenswert, dass größere Mengen der Makroalge *Chaetomorpha* innerhalb der Lahnungsfelder als auch am äußeren seewärtigen Rand der Lahnungen zusammengespült waren.

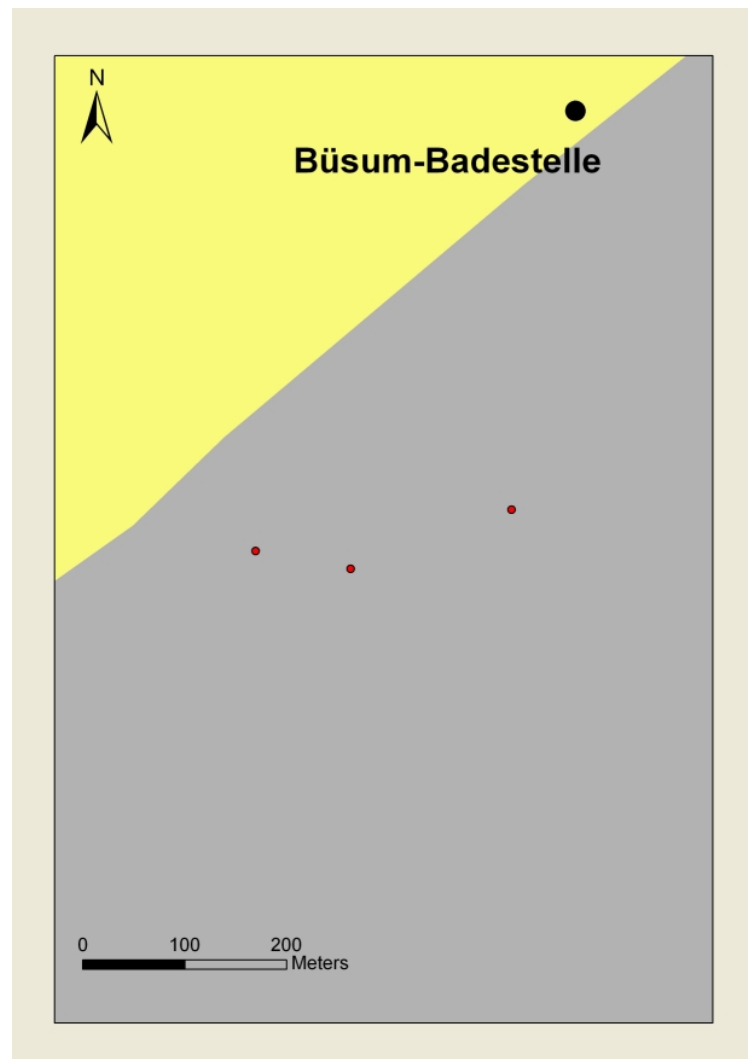


**Karte 11:** Bei Estsiel konnte kein Seegrasbestand festgestellt werden. An den roten Punkten wurden Merkmale zum Watt aufgenommen.

**Büsum Badestelle (08.08.2007)**

Standort 10, Wasserkörper: N4.9500.03.02

Die Badestelle „Büsum-Süd“ (siehe Karte 12) wurde auf eventuelle Seegrasvorkommen untersucht. Was durch eine kräftige Grünfärbung aus der Entfernung auf eine große Seegraswiese vermuten ließ, entpuppte sich bei der Begehung als sehr großes *Chaetomorpha*-Feld. Die Makroalge *Chaetomorpha* bildete direkt an der Badestelle einen sehr dichten Bestand mit über 80 % Bedeckung und scharfen Gebietsgrenzen aus. Die Begehung ergab keinen Seegrasfund und auch angespültes Seegras konnte nicht beobachtet werden. Allerdings konnten andere Makroalgen ebenfalls nicht ausfindig gemacht werden. Wie an dem Standort „Estsiel“ zeichnete sich das Sandwatt hier ebenfalls durch eine auffällig hohe *Arenicola*-Dichte aus.



**Karte 12:** Auf den Wattflächen vor der Badestelle Büsum konnte kein Seegrasvorkommen entdeckt werden. Die roten Punkte markieren die Stellen, an denen Detailinformationen zu dem dichten Makroalgenfeld aufgenommen wurden.

**Trischen Damm (08.08.2007), Untersuchungsgebiet 11 / 12**

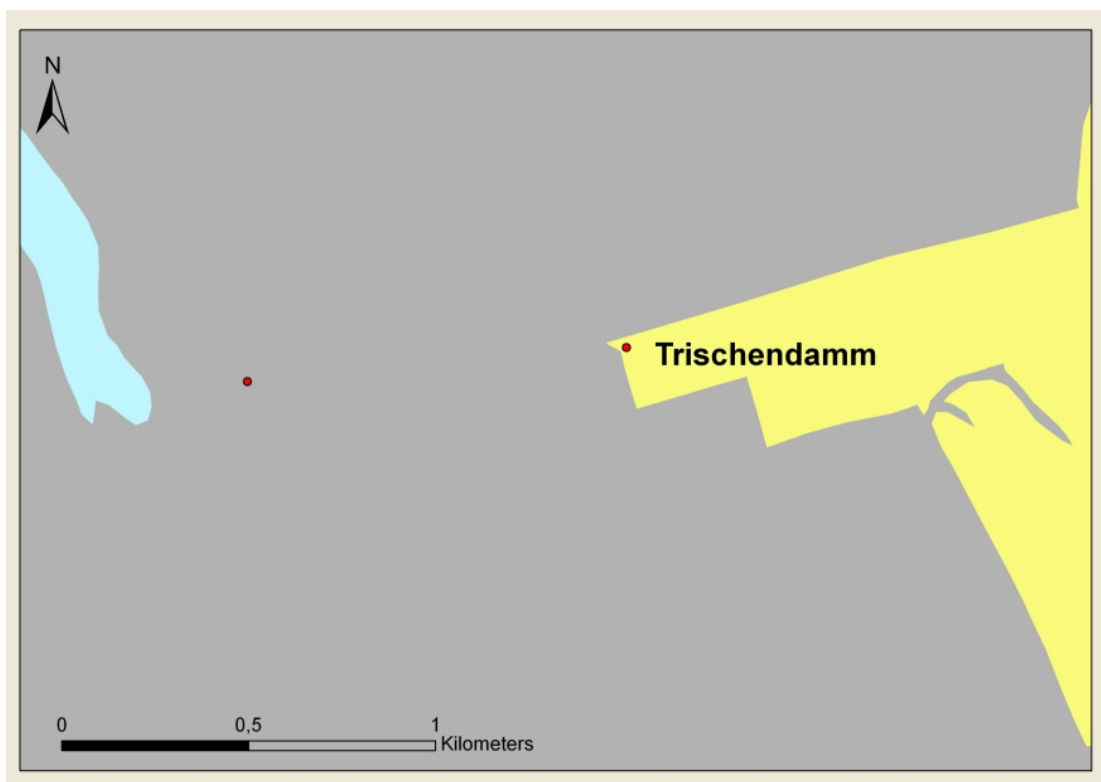
Trischendamm Nord, Standort 11, Wasserkörper: N4.9500.03.02

Trischendamm Süd, Standort 12, Wasserkörper: N4.5000.04.02

Da der künstlich aufgeschüttete Trischendamm die Wasserkörper N4.9500.03.02 und N4.5000.04.02 voneinander trennt, können in diesem Untersuchungsgebiet zwei Standorte beprobt werden, die sich nördlich und südlich des Damms sich befinden (siehe Karte 13).

Nördlich des 2,4 km langen Trischendamms existieren Lahnungsfelder entlang seiner gesamten Länge. Das Watt ist hier geprägt durch Vorkommen von *Arenicola*, wenig *Spartina* und eine geringe Makroalgendichte. Eine Seegraswiese konnte nicht festgestellt werden und auch angespülte Seegrasblätter wurden nicht beobachtet.

An der südlichen Seite des Trischendamms befinden sich entlang der ersten 1,5 km Salzwiesen, die auf dem letzten seewärtigen Kilometer durch anschließende Lahnungsfelder abgelöst werden. In diesen Lahnungsfeldern ist ein vermehrtes Vorkommen von *Spartina* festzustellen. Seegraswiesen als auch zusammengespültes Seegras wurden auch an der Südseite des Trischendamms nicht gefunden.



**Karte 13:** Die roten Punkte markieren den Verlauf des Trischendamms, wobei der seewärtige Punkt das Ende des Damms darstellt. Südlich und nördlich des Trischendamms wurden keine Seegrasvorkommen beobachtet.

### 3.2 Ergebnisse der Kontrollstellen

An den 2, in Karte 14 gezeigten Stellen im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer sollte mittels Bodenkartierung überprüft werden, ob es sich um ein Seegras- oder Makroalgenvorkommen handelt. Eine Bestimmung während der Luftkartierung erwies sich als schwierig, weswegen ein ground-truthing vorgenommen wurde. Tabelle 6 zeigt die Durchschnittswerte der ökologischen Parameter, die an den Kontrollstellen erhoben wurden.



**Karte 14:** Übersichtskarte der Nordseeküste Schleswig-Holsteins mit den beiden Kontrollstellen, die auf Seegrasvorkommen überprüft wurden.

**Tabelle 6:** Die ökologischen Parameter, die an den Kontrollstellen erhoben wurden. Die dargestellten Ergebnisse zeigen die Durchschnittswerte der jeweiligen Kontrollstelle.

Nr	Name	Seegrasdichte (%)	Seegrasart	Epiphytendichte (%)	Makroalgendichte (%)	Makroalgenart	2. Makroalgenart
K1	Norderhafen	-	-	keine	40 - 60%	Chaetomorpha	Gracilaria
K2	Wesselburen	20 - 40%	<i>Zostera noltii</i>	keine	keine	keine	keine

### Norderhafen (06.08.2007)

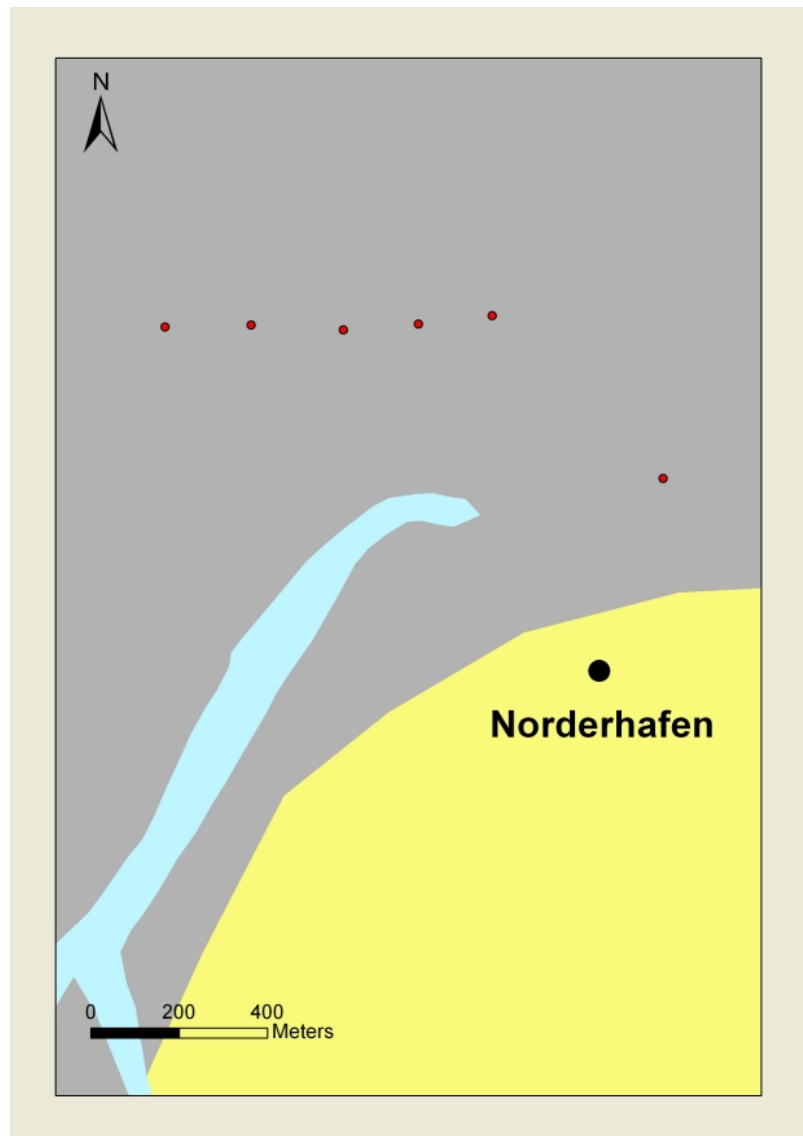
Kontrollstelle K1, Wasserkörper: N2.9500.01.06

Die Kontrollstelle K1 befindet sich nördlich der Halbinsel Nordstrand, nord-westlich der Badestelle Norderhafen und verläuft parallel zur Küste (siehe Karte 15). Deswegen wurde, am äußeren Punkt der Kontrollfläche angekommen, ein Transekt in Ost-West-Richtung gelaufen. Der Wattboden ist, abgesehen von einem Kleivorkommen in Deichnähe, schlickig.

600 – 700 m nördlich der Deichkante beginnt der zu untersuchende Bereich im Osten mit einer Seegraswiese, die einen Mixed-*Zostera*-Bestand aufweist. Hierbei war eine deutliche Zonierung zu beobachten, wobei *Zostera marina* fast ausschließlich in wasserführenden Gezeitentümpeln und *Zostera noltii* auf den leicht erhöhten Patches vorkam. In diesem Bereich war eine geringe Makroalgendichte zu verzeichnen.

Ca. 100 m weiter westlich handelt es sich immer noch um eine Mixed-*Zostera*-Wiese, wobei der Anteil an *Zostera noltii* stark zugenommen hat und die Wiese nun eine maximale Dichte von 40 - 60 % zu verzeichnen hat. Nur 100 m weiter westlich von diesem Punkt wird die Seegraswiese jedoch konstant dünner und Makroalgen nehmen zu. Dieser Trend setzt sich nach Westen hin weiter fort. Der Seegrasbestand hat sich alleine auf *Zostera noltii* reduziert und dabei immer weiter abgenommen, während die Makroalge *Chaetomorpha* immer weiter zunimmt und sukzessiv das Seegras komplett ersetzt. Insgesamt ist nur ein 300 m breiter, epiphytenfreier Seegrasstreifen festzustellen, der in ein großes *Chaetomorpha*-Feld übergeht, was eine Dichte von 40 - 60 % aufweist. Aufgrund des nur geringen Seegrasvorkommens und der Dominanz des *Chaetomorpha*-Feldes, wird in Tabelle 6 kein Seegras aufgeführt.

Auf dem Weg zur Kontrollstelle wurde ca. 150 - 200 m nördlich des Deichs ein lokal begrenztes Vorkommen an *Zostera noltii*-Patches, mit einer Bedeckungsdichte von 20-40 % gefunden.



**Karte 15:** Beprobungspunkte entlang des Kontrolltransekts auf den Wattflächen vor Norderhafen.

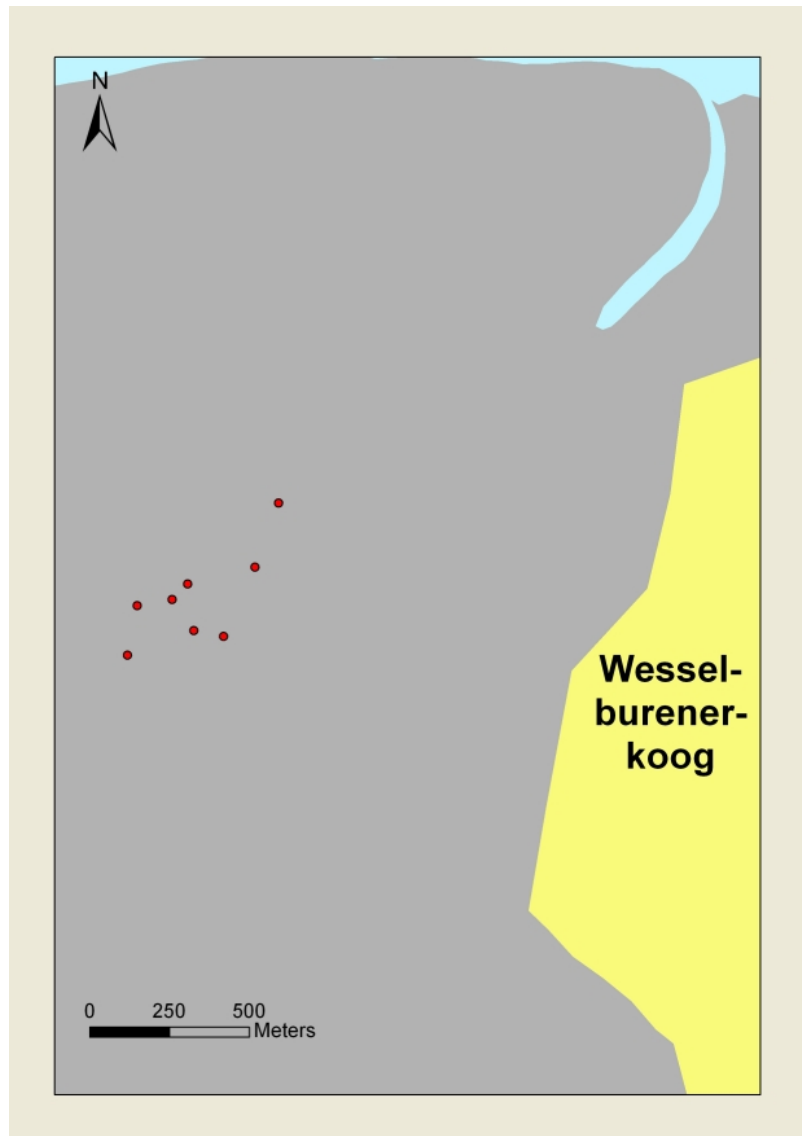
**Wesselburenerkoog (07.08.2007)**

Kontrollstelle K2, Wasserkörper: N4.9500.02.02

Die Stelle K2, die auf Seegras hin überprüft werden sollte, befindet sich im Wesselburener Watt, ca. 1,2 km westlich des Wesselburenerkoogs und westlich des Fahrwassers zum Eidersperrwerk (siehe Karte 16). Der Wattboden in diesem Untersuchungsgebiet ist fein sandig.

Der untersuchte Abschnitt beginnt im Nord-Osten und erstreckt sich von hier aus nach Süd-Westen. Im Nord-Osten beginnt ein *Zostera noltii*-Vorkommen, wobei in diesem Bereich das Seegras noch in weitverteilten Patches angeordnet ist und eine geringe Dichte von ca. 15-20 % aufweist. Nach Süd-Westen hin werden die Seegras-Patches größer und münden allmählich in die eigentliche *Zostera noltii*-Wiese. Das Seegras in der Wiese ist ebenfalls in Patches gruppiert, die eine Bedeckung von mindestens 40 %, eher aber 60 % bieten. Zwischen den Patches, in den seegrasfreien Bereichen, war ein deutliches *Arenicola*-Vorkommen zu beobachten. Epiphytenbewuchs wurde nicht festgestellt. Aufgrund des möglichen Süßwassereinflusses aus dem Eidersperrwerk könnte ein *Ruppia*-Vorkommen möglich sein, was sich allerdings im Feld aufgrund des fehlenden Blütenstandes nicht feststellen ließ. Diese Wiese hat eine längliche Ausrichtung und erstreckt sich weitläufig in Richtung Süd-Westen. Die Bestandsgrenzen sind im untersuchten Teil scharf ausgebildet.





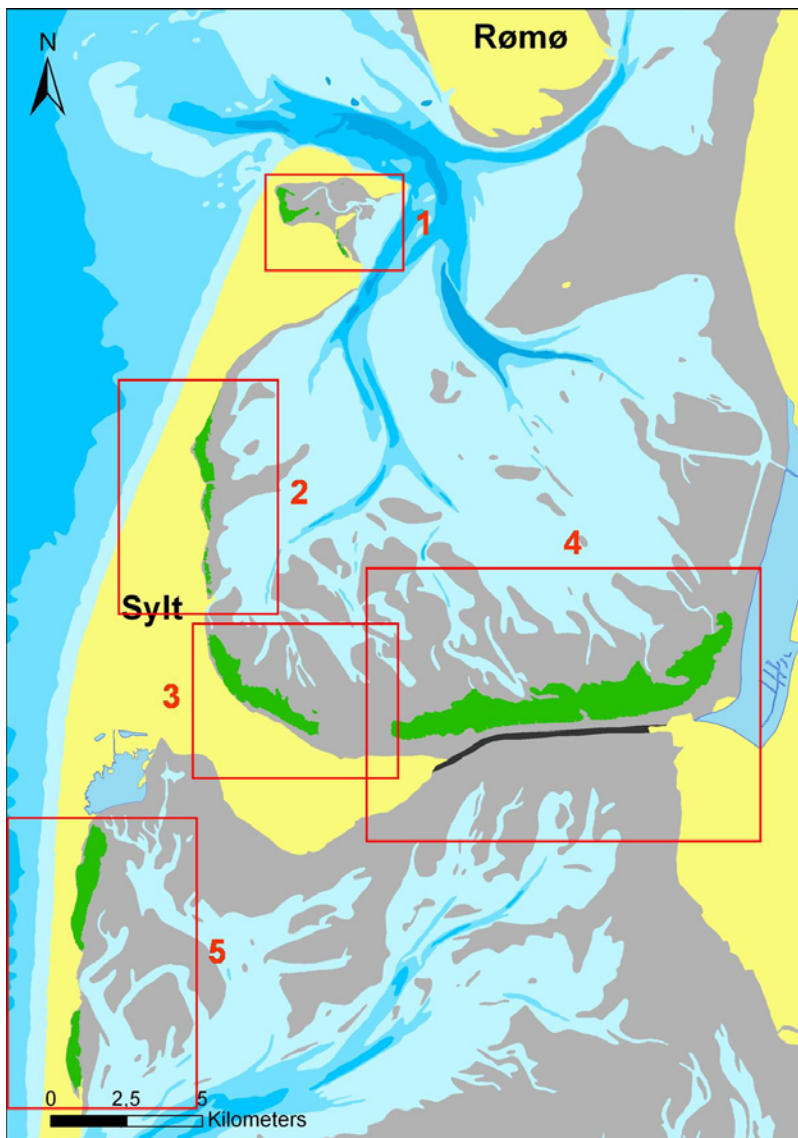
**Karte 16:** Kontrollpunkte auf den Wattflächen vor dem Wesselburenerkoog.



### 3.3 Ergebnisse der 1/6-Kartierung

Innerhalb von 6 Jahren ist eine Komplett-Kartierung der Seegrassbestände im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer angesetzt. Hierfür wurde das Wattgebiet in 6 Teilbereiche untergliedert. In einem Jahr sollen die Seegrassbestände eines Teilgebietes komplett erfasst und das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer so sukzessiv kartiert werden. Der erste Teilbereich umfasst die Seegrassvorkommen um Sylt.

Das Wattenmeer um Sylt wurde in die 5 Teilgebiete Königshafen (1), Kampen / Braderup (2), Keitum (3), Hindenburgdamm (4) und Südsylt (5) untergliedert (siehe Karte 17). In diesen 5 Gebieten wurden insgesamt 15 Seegrasswiesen (S1 bis S15) kartiert.

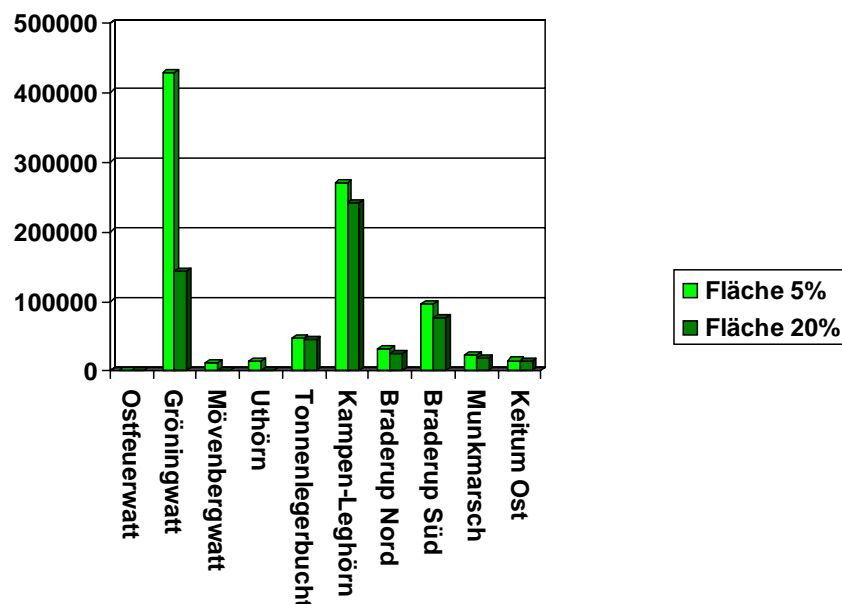


**Karte 17:** Die Wattflächen um die Insel Sylt stellen den Bereich der diesjährigen 1/6-Kartierung dar. Dieses Untersuchungsgebiet wurde zur näheren Beschreibung in 5 kleinere Teilgebiete unterteilt.

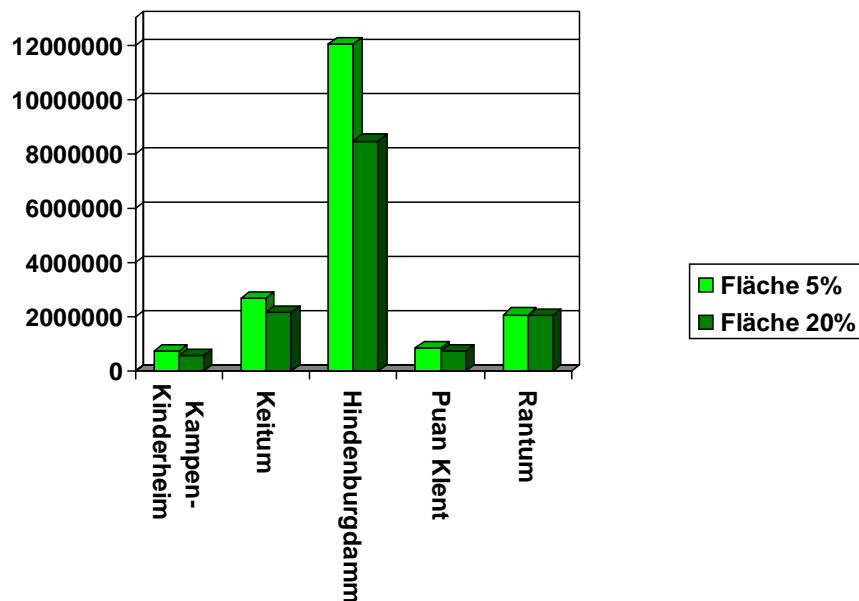
In Tabelle 7 ist eine Übersicht der Ergebnisse der 1/6-Kartierung zu sehen. Neben den Flächen- und Umfangangaben für die Gebiete mit einer Seegrasdichte von mehr als 5 % bzw. mehr als 20 % ist zu erkennen, welchen Prozentanteil die dichte Fläche (> 20 %) an der Gesamtfläche bzw. dem Gesamtumfang einnimmt. Die graphische Darstellung der Flächenangaben ist den Abbildungen 2 und 3 zu entnehmen. Aufgrund stark unterschiedlicher Größen der Seegraswiesen, erfolgte die Darstellung in zwei Graphiken mit verschiedenen Skalen. Tabelle 8 zeigt die Durchschnittswerte der ökologischen Parameter der Seegraswiesen der 1/6-Kartierung.

**Tabelle 7:** Flächen (in m<sup>2</sup>), Umfang (in m) und Anteil (in %) der Bedeckung mit >20% an der Gesamtfläche und dem Gesamtumfang der Seegraswiese der 1/6-Kartierung.

Nr	Name	Gesamtfläche (5% und 20%- Bedeckung)	Fläche > 20%- Bedeckung	Flächen- anteil > 20%- Bedeckung	Gesamtumfang (5% und 20%- Bedeckung)	Umfang > 20%- Bedeckung	Umfang- anteil > 20%- Bedeckung
S1	Ostfeuerwatt	1690	0	0,0	187	0	0,0
S2	Gröningwatt	428334	143509	33,5	4911	2149	43,8
S3	Mövenbergwatt	12486	0	0,0	438	0	0,0
S4	Uthörn	13589	0	0,0	771	0	0,0
S5	Tonnenlegerbucht	48750	44617	91,5	1652	1584	95,9
S6	Kampen-Kinderheim	740525	553165	74,7	8167	5754	70,5
S7	Kampen-Leghörn	270035	240783	89,2	6069	5765	95,0
S8	Braderup Nord	32766	26348	80,4	1483	1226	82,7
S9	Braderup Süd	96135	76152	79,2	2633	2222	84,4
S10	Munkmarsch	23869	17948	75,2	970	962	99,2
S11	Keitum	2659645	2162790	81,3	14729	11742	79,7
S12	Keitum Ost	15472	14242	92,0	590	573	97,1
S13	Hindenburgdamm	12025225	8469387	70,4	40250	35845	89,1
S14	Rantum	2081044	2061440	99,1	9916	9700	97,8
S15	Puan Klent	827559	724040	87,5	6760	6436	95,2



**Abb. 2:** Flächen (in m<sup>2</sup>) mit > 5 %- und > 20 %-Bedeckungsdichte der kleineren Seegraswiesen der 1/6-Kartierung.



**Abb. 3:** Flächen (in m<sup>2</sup>) mit > 5 %- und > 20 %-Bedeckungsdichte der größeren Seegraswiesen der 1/6-Kartierung.

**Tabelle 8:** Die Durchschnittswerte der ökologischen Parameter, die an den Seegraswiesen der 1/6-Kartierung erhoben wurden.

Nr	Name	Seegrasdichte (%)	Seegrasart	Epiphyten-dichte (%)	Makroalgen-dichte (%)	Makroalgenart	2. Makroalgenart
S1	Ostfeuerwatt	< 20%	Zostera noltii	< 25%	< 20%	Enteromorpha	keine
S2	Gröningwatt	20 - 40%	Zostera noltii	< 25%	20 - 40%	Chaetomorpha	Ulva
S3	Mövenbergwatt	< 20%	Zostera noltii	< 25%	keine	keine	keine
S4	Uthörn	< 20%	Mixed Zostera	< 25%	20 - 40%	Enteromorpha	Chaetomorpha
S5	Tonnenlegerbucht	40 - 60%	Zostera marina	keine	40 - 60%	Chaetomorpha	keine
S6	Kampen-Kinderheim	20 - 40%	Zostera noltii	keine	< 20%	Enteromorpha	keine
S7	Kampen-Leghörn	40 - 60%	Zostera noltii	25 - 75%	keine	keine	keine
S8	Braderup Nord	60 - 80%	Zostera noltii	> 75%	keine	keine	keine
S9	Braderup Süd	40 - 60%	Zostera noltii	25 - 75%	keine	keine	keine
S10	Munkmarsch	40 - 60%	Zostera noltii	< 25%	keine	keine	keine
S11	Keitum	60 - 80%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
S12	Keitum Ost	20 - 40%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
S13	Hindenburgdamm	40 - 60%	Zostera noltii	keine	20 - 40%	Enteromorpha	keine
S14	Rantum	> 80%	Zostera noltii	< 25%	keine	keine	keine
S15	Puan Klent	60 - 80%	Zostera noltii	< 25%	keine	keine	keine

### **Gebiet 1: Königshafen**

Seegraswiesen S1 bis S5, Wasserkörper: N2.9500.01.03

Das Gebiet 1 umfasst den gesamten Sylter Königshafen mit 5 Seegraswiesen und ist in Karte 18 zu sehen.

Die Seegraswiese im Ostfeuerwatt (S1) stellt einen kleinen Seegrasbestand dar, dessen Bedeckungsdichte unter 20 % beträgt.

Die Seegraswiese im Gröningwatt (S2) bildet mit einer Fläche von 428334 m<sup>2</sup> und einem Umfang von 4911 m die größte Wiese im Königshafen.

Der Seegrasbestand (S3) im Mövenbergwatt ist fast völlig aufgelöst und weist nur eine relativ kleine Fläche mit einer Bewuchsdichte von unter 20 % auf.

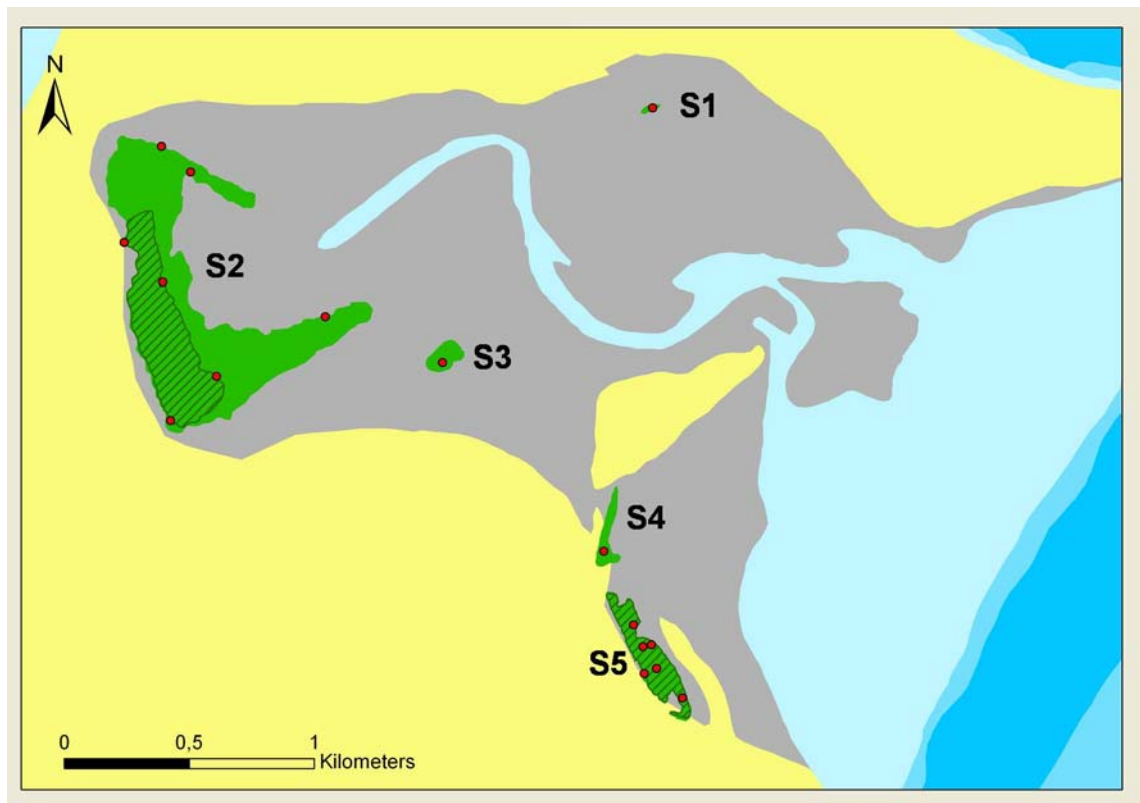
Vor der Insel Uthörn hat sich im Oddewatt ein schmaler, streifenförmiger Seegrasbestand ausgebildet (S4).

Die Seegraswiese in der Tonnenlegerbucht (S5) wurde im Rahmen der ausgewählten Standort kartiert und ist im Detail auf den Seiten 10-11 beschrieben.

Insgesamt weist der Königshafen ein kleinräumiges, dünnes und verstreutes Seegrasvorkommen auf. Nur die Seegraswiesen im Gröningwatt und in der Tonnenlegerbucht weisen Dichten von mehr als 20 % auf. Beide Wiesen liegen in geschützter Lage und wachsen auf schlickigem Sediment. Währenddessen sind die Wiesen, die zentral im Königshafen liegen, klein, weisen eine geringe Bewuchsdichte auf und befinden sich auf Sandwatt.

Insgesamt dominiert *Zostera noltii* den Artenbestand im Königshafen. *Zostera marina* kommt vornehmlich im äußeren Königshafen sowie im südlichen Ausläufer der Gröningwatt-Seegraswiese vor.

Der Anteil der Epiphyten liegt zumeist unter 25 %. Ein verstärktes Auftreten von Makroalgen war im Oddewatt und in der Tonnenlegerbucht sowie im süd-westlichen Teil des inneren Königshafens (südlicher Teil des Gröningwatts) zu beobachten.



**Karte 18:** Gebiet 1 (Königshafen) der 1/6-Kartierung von 2007 mit den Seegraswiesen S1 bis S5. Die roten Punkte markieren die Stellen, an denen Detailinformationen zu den Seegraswiesen aufgenommen wurden.

## Gebiet 2: Kampen-Braderup

Seegraswiesen S6 bis S10, Wasserkörper: N2.9500.01.03

Das Gebiet 2 mit den einzelnen Seegraswiesen ist in Karte 19 dargestellt. Die Seegraswiese „Kampen Kinderheim“ (S6) erstreckt sich in Nord-Süd-Richtung und reicht bis unmittelbar an den Strand heran. Im Nord-Süd-Verlauf ist die Wiese sehr unterschiedlich ausgeprägt. Im Norden bildet sie einen langen, sehr schmalen Streifen, in dem das Seegras eine hohe Bedeckungsdichte erreicht, es aber regelmäßig von *Spartina*-Horsten durchsetzt ist. Die Wiese verbreitert sich nach Süden hin und weist in ihrem mittleren und südlichen Teil einen dichten großflächigen Kernbereich auf. Seewärts hieran angrenzend, ist das Seegrasvorkommen patchy und aufgrund von Megarippelstrukturen heterogen verteilt. Es handelt sich um eine fast reine *Zostera noltii*-Wiese, die im Süden und Süd-Westen stark von der Makroalge *Enteromorpha* überdeckt ist. Epiphyten sind dagegen nur am Ostrand zu finden.

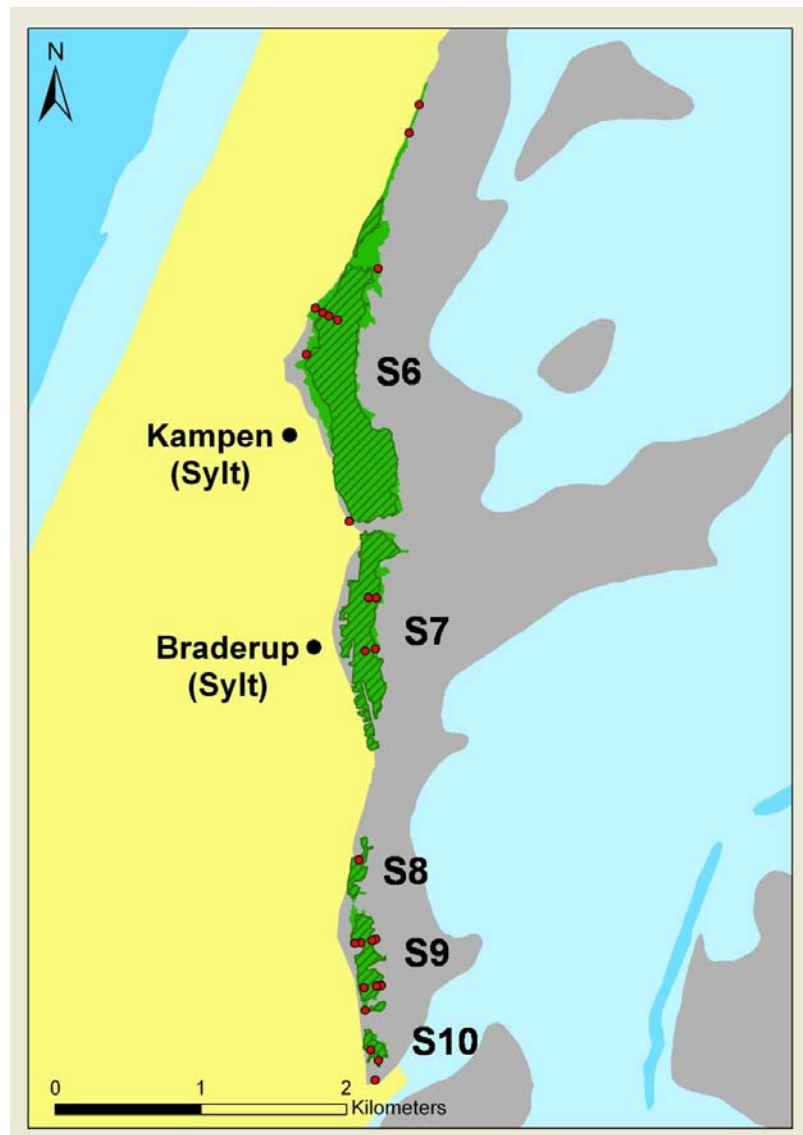
Die Wiese Kampen-Leghörn (S7) erstreckt sich ebenfalls in Nord-Süd-Richtung und bildet den Anschluss an die Seegraswiese „Kampen Kinderheim“. Entlang der gesamten landwärtigen Seite ziehen sich Lahnungen, wobei die Seegraswiese sich oft in den Lahnungsfeldern bis zum Strand hin fortsetzt. Im Süden läuft die Seegraswiese allmählich aus und ist nur noch als inselhaftes Vorkommen innerhalb der Lahnungsfelder zu verzeichnen. Insgesamt handelt es sich hier um eine relativ dichte Wiese, bei der die 5 %- und die 20 %-Grenze sehr nah beieinander verlaufen. *Zostera noltii* ist die bestandsbildende Art und es sind nur wenig bis keine Makroalgen zu verzeichnen.

„Braderup Nord“ (S8) ist eine kleine Seegras-Wiese mit dichterem Kern und dünneren Ausläufern, vor allem am südlichen Ende. Sie wird im Norden durch Lahnungen begrenzt und reicht im Westen zum Strand. Insgesamt handelt es sich um eine recht homogene *Zostera noltii*-Wiese.

Die Seegraswiese „Braderup Süd“ (S9) wurde im Rahmen der ausgewählten Standort erfasst und ist auf Seite 12 beschrieben.

Der Seegrasbestand am Hafen Munkmarsch (S10) liegt in einer kleinen Bucht, die durch einen Sandhaken gebildet wird. Die kleine Wiese ist durch einen dichterem Kern und dünneren Ausläufern aus *Zostera noltii* gekennzeichnet. Der Seegraswiese vorgelagert befindet sich ein breiter Streifen zusammengespülten Seegrases.





**Karte 19:** Gebiet 2 (Kampen-Braderup) der 1/6-Kartierung von 2007 mit den Seegraswiesen S6 bis S10. An den roten Punkten wurden Eigenschaften zu den Seegrasvorkommen aufgezeichnet.

### Gebiet 3: Keitum

Seegraswiesen S11 und S12, Wasserkörper: N2.9500.01.03

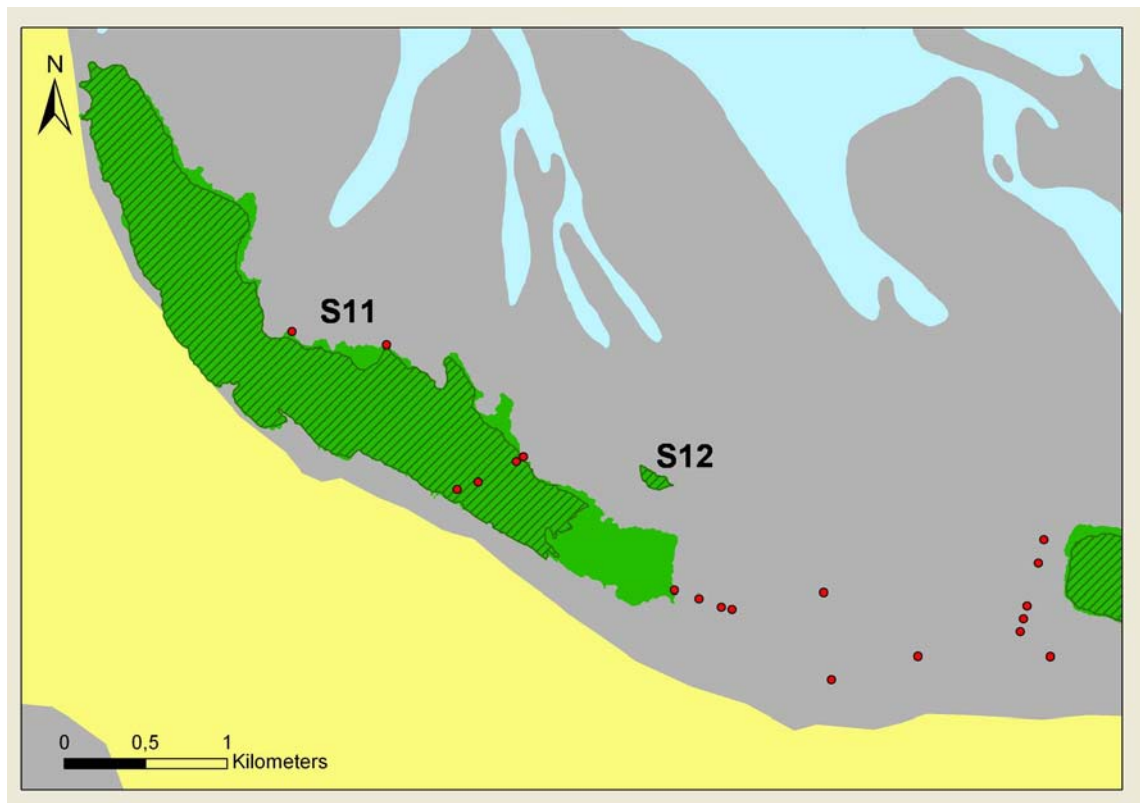
Die Seegraswiese vor Keitum (S11) ist in Karte 20 dargestellt. Sie reicht an ihrer landwärtigen Seite bis ans Ufer und bildet somit eine deutlich erkennbare Grenze. Ihre Nordgrenze ist scharf ausgebildet und die 5 %- und 20 %-Grenze verlaufen hier nahezu identisch. An der seewärtigen Seite sind beide Grenzen ebenfalls gut zu bestimmen, aber sie liegen zum Teil recht weit auseinander, weil die Seegraswiese zur See hin ausdünt. Ein dünnes und diffuses Auslaufen ist aber in erster Linie an ihrer Ostseite zu beobachten.

Insgesamt ist die Keitumer Seegraswiese aber sehr dicht, relativ homogen und wird fast nur aus *Zostera noltii* gebildet. *Zostera marina* tritt nur an der landwärtigen Grenze auf, wo es aber nur Dichten von ca. 10 % erreicht und verstreut inmitten von *Zostera noltii* zu finden ist.

Makroalgen sind vor allem an der landwärtigen Seite zu beobachten, wo sie zu einem breiteren Streifen zusammengespült sind und das Seegras zum Teil überdecken. Ansonsten ist die Makroalgendichte im restlichen Teil der Wiese gering.

Die Wiese Keitum Ost (S12) ist eine kleine Seegraswiese, die vermutlich mal mit der Wiese S11 verbunden war und separiert wurde. Sie besteht ebenfalls aus *Zostera noltii*.

Östlich der Keitumer Seegraswiese befindet sich keine geschlossene Seegraswiese. Trotzdem lässt sich hier ein streifenförmiges Auftreten von Seegras beobachten. Die Seegrasstreifen treten in Abständen zwischen 50 und 150 m auf, sind nur ca. 5 bis 10 m breit und verlaufen in Nord-Süd-Richtung. Zwischen den Streifen ist kein Seegras festzustellen. Mit zunehmender Entfernung von der Keitumer Wiese laufen die Streifen jedoch aus.



**Karte 20:** Gebiet 3 (Keitum) der 1/6-Kartierung von 2007 mit den Seegraswiesen S11 und S12 und Punktdaten, an denen Eigenschaften zu den Watt- und Seegrasflächen aufgenommen wurden.

#### **Gebiet 4: Hindenburgdamm**

Seegraswiese S13, Wasserkörper: N2.9500.01.03

Nördlich des Morsum Kliffs ist ein sehr dünnes und diffuses Seegrasvorkommen festzustellen. Das Seegras ist heterogen auf Patches mit einer geringen Bedeckungsdichte verteilt, die weit und verstreut auseinander liegen. Auf die Fläche bezogen ist die Bedeckung mit Seegras deutlich unter 5 %.

Östlich geht dieses diffuse Seegrasvorkommen in die Seegraswiese „Hindenburgdamm“ (S13) über, was in Karte 21 zu sehen ist. Zur Beschreibung wird diese sehr große Wiese in vier Abschnitte unterteilt.

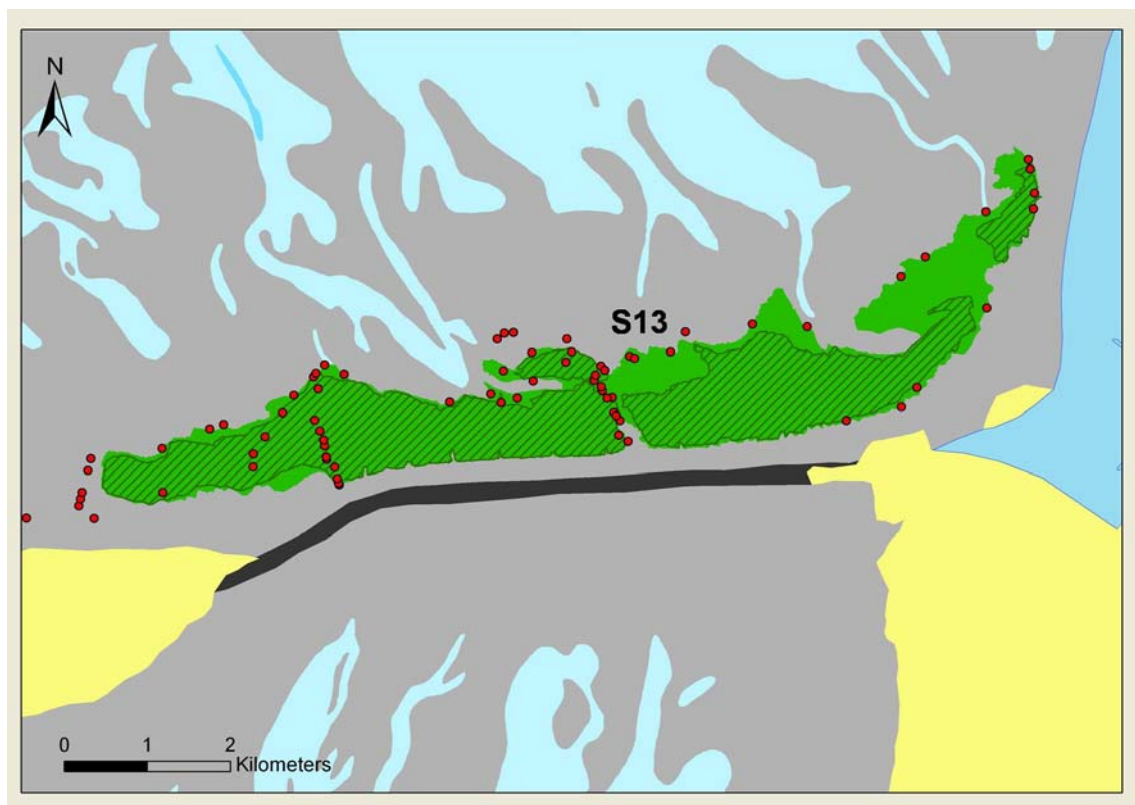
Im westlichen Viertel liegt der dichte Teil der Seegraswiese an der seewärtigen Seite. Die Nordgrenze ist scharf gezogen und die 5 %- und 20 %-Grenze liegen relativ nah beieinander. An der landwärtigen Seite im Süden ist die Wiese eher dünn und die Bedeckungsdichte befindet sich um 20 %. Die Seegraswiese läuft in diesem Abschnitt diffus nach Süden aus. Der Bestand wird aus *Zostera noltii* gebildet.

Im mittleren westlichen Viertel hat sich die Seegraswiese zur Südgrenze hin verdichtet und verbreitert. Die dichte Seegraswiese reicht bis an die Lahnungsfelder des Hindenburgdamms heran. An der Nordgrenze wird die Wiese durch eine seichte Senke, die bis 40 cm Tiefe Wasser führt, tief eingebuchtet. In dieser Senke ist nur noch *Zostera marina* anzufinden, an dem ein starker Grünalgenaufwuchs festzustellen ist. Im übrigen Teil setzt sich die Wiese hauptsächlich aus *Zostera noltii* zusammen. Während im Zentrum der Seegraswiese nur wenige Makroalgen zu finden sind, nimmt die Makroalgendichte am Nordrand stark zu. Im Norden ist ein sehr starkes Vorkommen der Makroalge *Enteromorpha* zu verzeichnen. *Enteromorpha* bildet große Teppiche, die sukzessiv nach Norden hin zunehmen, den Seegrasbestand überdecken und ihn letztendlich komplett ablösen.

Im mittleren östlichen Abschnitt setzt sich das Bild fort. Während die Seegraswiese in erster Linie eine hohe Bedeckungsdichte und wenige Makroalgen aufweist und im Süden bis an die Lahnungsfelder des Hindenburgdamms heranreicht, ist die Nordgrenze durch ein allmählich stärker werdendes Makroalgenvorkommen (*Enteromorpha* und *Ulva*) gekennzeichnet. Hinzu kommt, dass die Bedeckungsdichte von Seegras unter 20 % fällt und die Wiese diffus ausdünt. Dieser Bereich wird in erster Linie durch *Zostera marina* gebildet, was aber nach und nach in einen reinen Makroalgenbestand übergeht.

Im östlichen Viertel ist das Makroalgenvorkommen an der Nordgrenze nicht mehr so stark ausgeprägt und es hat eine Verschiebung in der Artendominanz hin zu *Chaetomorpha* stattgefunden. Die Seegraswiese wird in erster Linie aus *Zostera noltii* gebildet. *Zostera marina* findet sich jedoch verstärkt in der Nähe einer großen, flachen, wasserführenden Senke, die den Ausläufer eines Priels darstellt.

Über große Flächen weist die Seegraswiese eine Bedeckungsdichte von unter 20 % auf, wobei an der deutsch-dänischen Grenze noch mal eine dichtere Wiese zu verzeichnen ist.



**Karte 21:** Gebiet 4 (Hindenburgdam) der 1/6-Kartierung von 2007 mit der Seegrasswiese S13. Die roten Punkte markieren die Stellen, an denen Detailinformationen zur Seegrasswiese aufgenommen wurden.

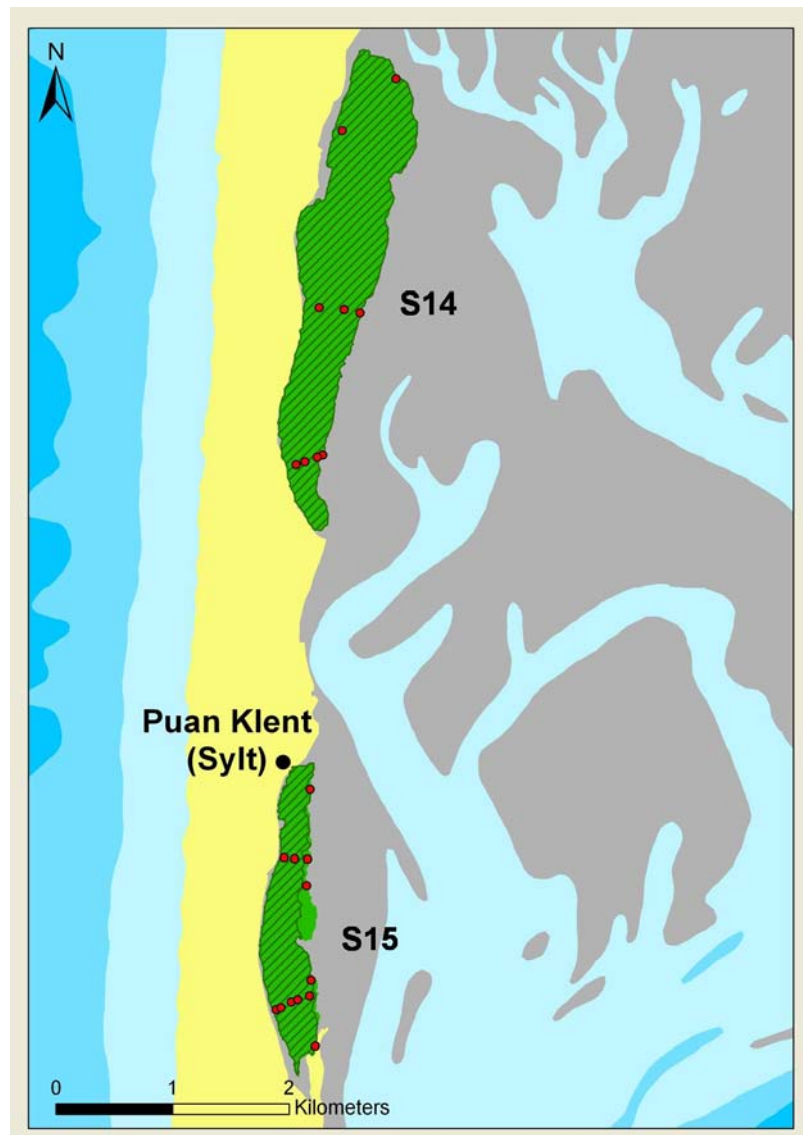
**Gebiet 5: Südsylt**

Seegraswiesen S14 und S15, Wasserkörper: N2.9500.01.04

Das Südsylt mit den einzelnen Seegraswiesen ist in Karte 22 dargestellt. Bei der Seegraswiese bei Rantum (S14) handelt es sich um eine recht große Wiese, die sich durch eine hohe Homogenität sowie eine hohe Bedeckungsdichte auszeichnet und entlang des gesamten Umfangs scharfe Grenzen ausgebildet hat, wo die 5 %- und 20 %-Grenze nahezu identisch verlaufen. Im Westen, an ihrer landwärtigen Seite, ist die Seegraswiese von *Spartina*-Horsten durchsetzt, wobei das Seegras hier bis an Strand heranreicht. Im Süden wird die Wiese durch eine Sandbank begrenzt und die Ostgrenze verläuft in ihrer südlichen Hälfte entlang eines langen flachen Priels. Im Norden erstreckt sich die Seegraswiese bis zum Rantumer Hafen. Der Wattboden ist zumeist sandig, wird aber im Norden vor allem zwischen den Lahnungen schlickig.

Abgesehen von einem kleinen, nicht bestandsbildenden *Zostera marina*-Vorkommen in der nord-westlichen Ecke, wird die Wiese fast ausschließlich aus *Zostera noltii* aufgebaut. Auf den Seegrasblättern ist teilweise eine hohe Epiphytendichte zu verzeichnen, während kaum Makroalgen festzustellen sind.

Die Seegraswiese bei Puan Klent (S15) wurde im Rahmen der ausgewählten Standorte kartiert und ist im Detail auf Seite 14 beschrieben.



**Karte 22:** Gebiet 5 (Südsylt) der 1/6-Kartierung von 2007 mit den Seegraswiesen S14 und S15.  
An den roten Punkten wurden Eigenschaften zu den Seegrasvorkommen aufgezeichnet.





## 4 Diskussion

Für das Monitoring der Seegraswiesen ist ein zweimonatiger Zeitraum von Mitte Juli bis Mitte September vorgesehen. Dieses zeitliche Fenster ist dadurch festgelegt, dass Seegraswiesen zu dieser Zeit ihre maximale Ausdehnung und Bedeckung haben. In der Regel ist ein zweimonatiger Beprobungszeitraum für die Kartierung ausreichend. Der Sommer 2007 war bezüglich des Wetters allerdings relativ durchwachsen. Schlechte Witterungsbedingungen im Juli und September, die mit hohen Wasserständen einhergingen und eine Begehung der Seegraswiesen zu dieser Zeit unmöglich machten, reduzierten die tatsächliche Beprobungszeit auf den Monat August. Diese Halbierung der vorgesehenen Zeit machte eine flexible und ziel-gerichtete Kartierung nötig, was am Beispiel der beiden Dauermessstellen „Hamburger Hallig“ und „Schlüttsiel“ verdeutlicht werden soll.

Im Süd-Osten weist die Seegraswiese „Hamburger Hallig“ eine sehr konstante und weitläufige, aber dünne Bedeckung mit einer Dichte von mehr als 5 % auf. Um die Kartierung innerhalb eines Niedrigwassers abschließen zu können, musste ein Transekt gezogen werden. Der Umfang und die Fläche der 5 %igen Bedeckung konnten bei dieser Seegraswiese somit nicht genau ermittelt werden, wohl aber die ökologisch wichtigen Parameter. Der dichtere Kern (20 %-Bedeckung) der Seegraswiese wurde komplett erfasst, so dass insgesamt verwertbare Daten vorliegen.

Eine weitere Besonderheit stellt die Seegraswiese „Schlüttsiel“ dar. Diese Seegraswiese weist nur im ufernahen Bereich eine dichtere Bedeckung und eine erkennbare 5 %- und 20 %-Grenze auf, die sich allerdings nach ca. 200 – 300 m zur Seeseite hin komplett verlieren. Die Seegraswiese weist schnell eine konstante, weitläufige, aber dünne Bedeckung von unter 20 % auf. Eine sinnvolle Beprobung zur Erfassung der ökologisch-wichtigen Parameter war nur durch eine punktuelle Beprobung entlang von Transekten möglich.

Die beiden Beispiele der Seegraswiesen „Hamburger Hallig“ und „Schlüttsiel“ sollen verdeutlichen, was angesichts eines begrenzten Beprobungszeitraums unter flexibler und ziel-gerichteter Kartierung zu verstehen ist. In bestimmten Fällen erfordern es die Gegebenheiten vor Ort, von der üblichen Kartierungsmethode abzuweichen und eine flexible Alternative zu finden, die der aktuellen Situation angepasst ist, um überhaupt ein Ergebnis erzielen zu können.

Ein Vorteil der Kartierungsmethode ist die Tatsache, dass alle Parameter direkt im Feld erhoben werden und eine Probennahme für zusätzliche Laboruntersuchungen nicht vorgesehen ist. Dies erleichtert den logistischen Aufwand der Kartierung erheblich und fördert zudem die Flexibilität, falls die Methodik spontan den lokalen Gegebenheiten angepasst werden muss.

Während in den vergangenen Jahren die Seegraswiesen ausschließlich entlang ihrer dichteren 20 %-Bedeckungsgrenze kartiert wurden, wurde im Sommer 2007 zusätzlich die 5 %-Bedeckungsgrenze mit aufgenommen. Die Größe des dichteren Kerns der Seegraswiese und ihres dünneren äußeren Rahmens bzw. das anteilige Verhältnis dieser beiden Flächen sind wichtige ökologische Parameter. Die Entwicklung des anteiligen Verhältnisses dieser beiden Flächen über einen Zeitraum von mehreren Jahren stellt ein zusätzliches Kriterium zur Beurteilung des ökologischen Status der Seegraswiese dar.

Die Festlegung der 5 %-Bedeckungsgrenze kann bei diffus auslaufenden Wiesen (wie z.B. bei den Seegraswiesen „Dagebüll“ und „Schlüttsiel“) problematisch sein und erfordert vom Kartierer einige Übung und Felderfahrung. Dennoch scheint die Erfassung beider Bedeckungsgrenzen eine sinnvolle Ergänzung zu sein, die auch dazu beiträgt, dem Leser ein umfassenderes Bild von der individuellen Beschaffenheit der Seegraswiese zu vermitteln. Die Tabellen 4 und 7 zeigen, dass es deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Seegraswiesen bezüglich des Anteils des Bedeckungsgrades  $> 20\%$  an der Gesamtfläche gibt. Zudem weisen die Seegraswiesen „Ostfeuerwatt“, „Mövenbergwatt“ und „Uthörn“ insgesamt nur eine Bedeckung von unter 20 % auf und wären ohne die Erfassung der 5 %-Bedeckungsgrenze gar nicht erfasst worden.

Dauermessstellen, Kontrollstellen und die 1/6-Kartierung sind jeweils unterschiedliche Formen des ground-truthings, welche die Kartierungen aus der Luft ergänzen, da beispielsweise eine Unterscheidung der Seegrasarten, eine Abgrenzung von Seegras und Makroalgen oder der Grad des Epiphytenaufwuchses vom Flugzeug aus nicht bestimmt werden kann. Zudem ermöglicht das ground-truthing eine diversifizierte Kartierung. Als Beispiel sei die Einteilung des Bedeckungsgrades in 20%-Schritte genannt, während die Luftkartierung nur eine Einteilung der Bedeckung in über oder unter 50% zulässt.

## 4.1 Dauermessstellen

Die 12 Dauermessstellen ziehen sich entlang des gesamten Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres. Das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer unterteilt sich in das südlichere Dithmarscher Wattenmeer und das nördlichere Nordfriesische Wattenmeer. Das Dithmarscher Wattenmeer erstreckt sich von der Elbemündung bis zur Halbinsel Eiderstedt und nimmt ca. 1/3 der Fläche des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres ein. Das Nordfriesische Wattenmeer umfasst von Eiderstedt bis zur Deutsch-Dänischen Grenze die nördlichen 2/3 des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres. Diese beiden Wattenmeere stellen zwei große, in sich relativ einheitliche Wasserkörper dar (Karte 1), die sich vornehmlich anhand des Salzgehaltes unterscheiden lassen. Der Wasserkörper des Dithmarscher Wattenmeeres ist polyhaline, da er durch Süßwasserzuflüsse geprägt ist. Da keine nennenswerten Süßwasserzuflüsse ins Nordfriesische Wattenmeer vorliegen, ist dieser Wasserkörper euhaline. Einheitlich für das Nordfriesische Wattenmeer kann auch festgehalten werden, dass innerhalb einer jeden Tide ca. 50 % des Wasservolumens eines Tidebeckens im Nordfriesischen Wattenmeer neu mit Küstenwasser durchmischt werden.

Abgesehen von einer je nach Strömungssituation und Exposition bedingten Dynamik und Variabilität der Seegraswiesen innerhalb eines Tidebeckens, lässt die historische Betrachtung der Entwicklung der Seegrasvorkommen innerhalb eines jeden Wasserkörpers insgesamt gesehen keine divergierende Tendenz erkennen. Dies deutet darauf hin, dass die Einteilung in die beiden großen Wasserkörper „Dithmarschen“ und „Nordfriesland“ ökologisch sinnvoll ist. Da eine weitere Untergliederung dieser Wasserkörper keine Ökosystemgrenzen wiedergibt, sollte eine ökologische Bewertung nur auf der Ebene dieser beiden großen Wasserkörper vorgenommen werden.

Schanz und Reise (2006) schlagen eine Reihe von Parametern vor, die zur Beurteilung der ökologischen Qualität von Seegraswiesen herangezogen werden können. Für die Bodenkartierung der Seegrasbestände scheinen folgende Parameter sinnvoll:

- die Flächenentwicklung einer Seegraswiese
- der Bedeckungsgrad der Seegräser pro Fläche (in %)
- das Vorkommen einer oder beider Arten (*Zostera noltii* und *Zostera marina*) sowie der Anteil der Arten am Grad der Bedeckung
- der Grad des Algenaufwuchses (Epiphyten)
- der allgemeine „Gesundheitszustand“ des Seegrases

Angesichts der Dynamik und Variabilität des Vorkommens von Seegraswiesen, lässt die Flächenentwicklung erst nach einem Zeitraum von mehreren Jahren Rückschlüsse auf den ökologischen Zustand der jeweiligen Wiese zu.

Ähnliches gilt für den Bedeckungsgrad der Seegraswiese. Der Bedeckungsgrad aus einem Jahr ermöglicht keine Schlussfolgerung auf den ökologischen Status der Seegraswiese. Erst die Entwicklung über einen Zeitraum von mehreren Jahren gibt einen zuverlässigen Aufschluss.

Aufgrund der Umweltbedingungen im Wattenmeer ist potentiell ein Wachstum beider Seegrasarten, *Zostera noltii* und *Zostera marina*, möglich. Während *Zostera noltii* bevorzugt im oberen bis mittleren Eulitoral vorkommt, ist *Zostera marina* auf eine längere Wasserbedeckungszeit angewiesen und vornehmlich im mittleren bis unteren Gezeitenbereich angesiedelt. In vielen Seegraswiesen ist potentiell das Vorhandensein beider Arten zu vermuten und im Grunde sollten beide Arten über das gesamte Wattenmeer vorkommen. Diese Untersuchung zeigt aber eine eindeutige Dominanz von *Zostera noltii*. Die Abwesenheit von *Zostera marina* in einem Jahr lässt noch keine Schlussfolgerung auf den ökologischen Zustand einer Seegraswiese zu. Während *Zostera noltii* über ein ausdauerndes Rhizom verfügt und somit persistent ist, ist das Rhizom von *Zostera marina* weniger ausdauernd. Folglich ist *Zostera marina* auch weniger persistent. Erst bei dauerhafter Abwesenheit von *Zostera marina* ist dies als negativ zu bewerten. Hierbei müssen aber örtliche Unterschiede berücksichtigt werden, da die Position der Wiese (oberes oder unteres Eulitoral) das Vorkommen der Seegrasart beeinflussen kann.

Eine hohe Epiphytendichte ist vor allem während dem Ende der Wachstumsperiode an Seegras festzustellen. Der Effekt der Epiphyten ist im Beobachtungsjahr gering und negative Folgen zeigen sich erst im darauf folgenden Jahr. Seegras, was einen starken Epiphytenaufwuchs aufweist, bildet aufgrund verminderter Photosyntheseleistung weniger Speicherstoffe. Daraus resultiert, dass sich Seegras im nächsten Jahr nur in verminderter Form an der Oberfläche ausbilden kann. Dies ist aber nicht zwangsläufig der Fall, da dieses Defizit durch Samenimport wieder ausgeglichen werden kann.

Epiphyten wachsen nur bei einem hohen Nährstoffangebot und fehlender Beweidung (z.B. durch *Litorina*) auf Seegras. Seegras reagiert ebenfalls empfindlich auf Eutrophierung. Das Vorhandensein von Epiphyten deutet auf Eutrophierung hin, was negativ zu bewerten ist. Auf der anderen Seite deutet die Abwesenheit von Epiphyten aber nicht darauf hin, dass keine Eutrophierung vorliegt, da der Epiphytenbewuchs durch Beweidung ausgeglichen werden kann.

Unter dem allgemeinen „Gesundheitszustand“ des Seegrases ist zu verstehen, ob beispielsweise das Rhizom freigespült ist, Seegras unter Sediment verschüttet ist, durch Megarippelstrukturen beeinträchtigt ist oder die Seegrasblätter schwarze Flecken aufweisen, die möglicherweise durch *Labyrinthula* verursacht sind. Solche Phänomene gilt es zu beobachten, aber sie konnten beim Seegras-Monitoring 2007 nicht in auffälliger Form festgestellt werden.

Insgesamt muss festgehalten werden, dass eine abgesicherte ökologische Bewertung aufgrund einer einjährigen Momentaufnahme der Seegrassituation nicht zu leisten ist. Die einmalige Beobachtung der Dauermessstellen erlaubt keine ökologische Beurteilung bzw. Klassifizierung der Seegraswiesen oder Wasserkörper in „good“, „moderate“ oder „poor“. Laut der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist eine Beurteilung eines ökologischen Zustandes erst nach einem 6-Jahres Zeitraum abzugeben. Extremfälle, wie z.B. eine 100%ige Bedeckung einer oder mehrerer Seegraswiese mit Grünalgen oder ein sehr starker großflächiger Epiphytenaufwuchs, sind alarmierende und eindeutige, negative Zeichen, die sofort entsprechend bewertet werden können. Allerdings wurden solche Phänomene während des Monitorings 2007 nicht beobachtet.

Wird Seegras als Monitoring-Parameter verwendet, um aus seiner Entwicklung eine Aussage über den ökologischen Status eines Gebietes abzuleiten, sollte die Bewertung auf Wasserkörperebene stattfinden. Im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer lässt sich

generell eine heterogene räumliche Verteilung der kartierten Seegraswiesen erkennen. Von den 12 Dauermessstellen befinden sich 7 im Nordfriesischen und 5 im Dithmarscher Wattenmeer. Während alle 7 nordfriesischen Dauermessstellen Seegraswiesen mit einer Größe von bis zu 202 ha (im Durchschnitt 66 ha) aufweisen, war im Dithmarscher Wattenmeer nur an der nördlichsten Dauermessstelle eine 0,5 ha große Seegraswiese zu finden. Folglich ist die Situation des Seegrases im Nordfriesischen Wattenmeer besser zu bewerten als die im Dithmarscher Wattenmeer.

Entwicklungstendenzen der beiden Wasserkörper sind aus der Bewertung der aktuellen Situation nicht abzusehen. Aufgrund eines Wechsels der Dauermessstellen in den letzten Jahren, liegt derzeit noch keine durchgehende Datenreihe vor, die lang genug ist, um gesicherte Beurteilungstendenzen zuzulassen. Viele der hier aufgezeigten Parameter erlauben erst eine Aussage über den ökologischen Zustand, wenn die Entwicklung des Parameters über mehrere Jahre analysiert wird. Der Wert der Dauermessstellen liegt folglich darin, dass sie eine zeitliche Entwicklung wiedergeben, weswegen ihre Position über Jahre festgelegt sein muss. Dauermessstellen dienen in erster Linie dazu, ergänzende Daten zu den Seegraskartierungen aus dem Flugzeug zu liefern. Phänomene, die aus den Seegrasbefliegungen nicht erkennbar sind, können am Boden festgestellt werden und ursächliche Erklärung für eine aus der Luft beobachtete Veränderung des Seegrasbestandes liefern.

## 4.2 Kontrollstellen

Im Gegensatz zu den festgelegten Dauermessstellen, sind Kontrollstellen eine variable Form des ground-truthings. Die Stellen im Wattenmeer, die aus der Luft nicht eindeutig bestimmt werden können, machen eine Verifizierung durch eine Wattbegehung notwendig. In den meisten Fällen muss überprüft werden, ob es sich um eine Seegraswiese oder einen Makroalgenbestand handelt. Aufgrund der Dynamik dieser beiden Strukturen werden die Kontrollstellen jedes Jahr neu gewählt.

Die Kartierung der Seegraswiesen aus dem Flugzeug ergab für zwei Stellen im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer kein eindeutiges Ergebnis. In diesem Rahmen wurden die beiden Kontrollstellen „Norderhafen“ und „Wesselburenerkoog“ untersucht.

Während am „Wesselburenerkoog“ ein reiner Seegrasbestand vorgefunden wurde, zeigt das Beispiel „Norderhafen“ die Notwendigkeit eines ground-truthing. Hier konnte nur ein schmaler Seegrasstreifen festgestellt werden, der schnell und sukzessiv in einen großflächigen Makroalgenbestand übergeht. Angesichts der Ausdehnung des Makroalgenbestands war das periphere Seegrasvorkommen nur marginal und die Fläche wurde insgesamt als Makroalgenfeld gewertet. Dieses räumliche Muster konnte aus den Luftbeobachtungen nicht erkannt werden.

Es ist empfehlenswert, ground-truthing im Zweifelsfall durchzuführen. Hierbei sollte aber darauf geachtet werden, dass der Aufwand gerechtfertigt ist. Liegt die zu kontrollierende Stelle zu weit vom Ufer entfernt oder wird die Erreichbarkeit durch Sedimentverhältnisse deutlich erschwert, sollte der Wert der zu erhebenden Daten mit dem Aufwand sorgfältig abgewogen werden.

### 4.3 1/6-Kartierung

Innerhalb von 6 Jahren ist eine Komplett-Kartierung der Seegrasbestände im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer angesetzt. Hierfür wurde das Wattgebiet in 6 Teilbereiche untergliedert. In einem Jahr sollen die Seegrasbestände eines Teilgebietes komplett erfasst und das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer so sukzessiv kartiert werden. Diese Form der Kartierung dient der biologischen Inventarisierung des Seegrasbestandes im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. Die großflächige Begehung hat zudem Frühwarncharakter. Innerhalb von 6 Jahren werden alle Seegrasvorkommen des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres einmal aufgesucht und deren ökologische Parameter erfasst, was dazu dient, Erklärungsansätze zu liefern, warum sich Seegrasvorkommen einer Region in eine positive oder negative Richtung entwickeln. Starker Aufwuchs von Epiphyten oder eine dichte Bedeckung mit Makroalgen kann eine ursächliche Erklärung für Veränderungen sein. Zudem dient diese großflächige Kartierung auch dazu, bisher noch nicht erkannt Phänomene, wie z.B. eine Invasion seegrasbeeinträchtigender Arten, zu erkennen.

Im Jahr 2007 erfolgte die 1/6-Kartierung im Nordfriesischen Wattenmeer um die Insel Sylt. Die 1/6-Kartierung im Wattenmeer um Sylt ergab, dass sich die größten Seegrasvorkommen den zentralen und südlichen Gebieten zu finden sind; in „Keitum“, „Hindenburgdamm“ und „Südsylt“. Die Seegrasvorkommen südlich des Hindenburgdammes zwischen dem Festland und Rantum konnten aufgrund der schlechten Witterung und der hohen Wasserstände nicht mehr erfasst werden. Insgesamt gaben die Ergebnisse der 1/6-Kartierung jedoch keinen Anlass die Güteklassifizierung aus den Luftbeobachtungen zu korrigieren.

Um in Zukunft eine räumlich einseitige Gewichtung des Monitorings zu vermeiden, sollte ein Teil der 1/6-Kartierung in Dithmarscher und einen Teil in Nordfriesischem Wattenmeer erfolgen.



#### 4.4 Guidelines for seagrass monitoring

The monitoring of seagrass beds is carried out by field surveys. The shape, size and position of a seagrass bed are collected by circulating the bed on foot with a GPS device. For logistical and for safety reasons at least two surveyors should do the monitoring simultaneously, each of them equipped with a GPS device.

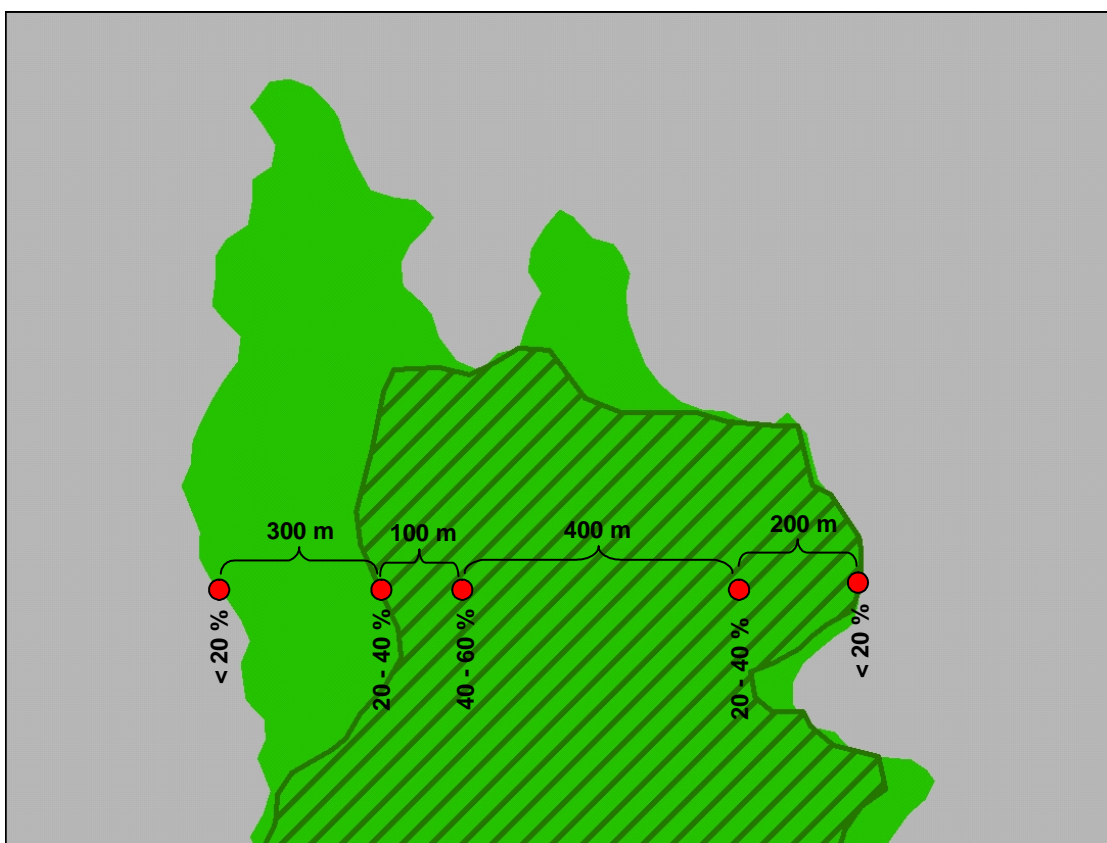
Each seagrass bed has to be surveyed according to its  $> 5\%$  and  $> 20\%$  cover density. Usually a seagrass bed has an inner denser core ( $> 20\%$  cover) and an outer frame with lower cover density ( $5 - 20\%$ ). At first, the borderlines of  $> 5\%$  and  $> 20\%$  cover density need to be determined. For the synchronisation of the two surveyors it is recommended, that they determine both borderlines of the first few seagrass beds together. The best practice is to cross the seagrass bed starting from outside the bed. As soon as the seagrass cover reaches  $5\%$ , the borderline for the  $> 5\%$  cover density is found. Now, one surveyor circulates the seagrass bed along this borderline. The borderline for the  $> 20\%$  cover density can be determined by the second surveyor according to the same method. It is recommended that the two surveyors circulate the seagrass bed parallel. The GPS device should be set in a way so that they automatically collect positions every 10 seconds. This ensures that the shape and size of the seagrass bed is accurately mapped.

In order to collect data from inside the seagrass bed, transects which are intersecting the bed have to be determined. The data from inside the bed is necessary to define the overall cover density.

A transect should start at the  $5\%$ -borderline and run perpendicular to it. Positions, where parameters of the seagrass bed are recorded, have to be placed in certain distances along the transect. Parameters that have to be recorded at each point are listed below. The heterogeneity of the seagrass bed determines the number of data points along the transect and their distance to each other. The first data point should be located at the  $5\%$ -borderline. Its position has to be recorded with the GPS device and all data according to the parameters have to be collected. Walking along the transect, the next data point has to be recorded when a parameter has changed so much that it corresponds with another class, e.g. when the seagrass bed shows now a cover of  $20 - 40\%$ . In order to avoid local phenomena, the changed parameter has to be observed in a larger area. For this reason, the situation within a  $10\text{ m}$  radius has to be regarded. The next data point has to be recorded when the next parameter changes according to the classification. Regarding the seagrass cover this is either the case when the density increases to  $40 - 60\%$  or decreases

back to  $< 20\%$ . By this method the entire seagrass bed has to be intersected and finally, it ends with a number of data points along a transect. In order to determine the overall character of the seagrass bed the data points have to be calculated according to the weighted average. The distance between the single data points determines the weighting. As a new data point is only recorded when the seagrass situation changes according to the classification the distance from one data point to the other represents the space where a certain situation prevails. The example in map 23, showing a transect through a seagrass bed with varying cover densities, makes it clear. Starting from the west the seagrass bed has a cover of  $< 20\%$  over a length of 300 m, followed by a 100 m long section with a cover of 20 – 40 % and a 400 m section with 40 – 60 % cover and finally a 200 m long section with a cover of 20 – 40 % again.

The weighted average can be calculated not only for the cover density but for each parameter.



**Map 23:** A transect through a seagrass bed with varying cover densities. The distances between the red data points determine the weighting for the calculation of the weighted average.

In addition to the position, the parameters that have to be recorded at each data point are:

- 1) date
- 2) time
- 3) seagrass cover (< 20 %, 20 – 40 %, 40 – 60 %, 60 – 80 %, > 80 %)
- 4) seagrass species composition (*Zostera noltii*, *Zostera marina*, Mixed *Zostera*, *Ruppia maritima*)
- 5) epiphyte cover (none, < 25 %, 25 - 75 %, > 75 %)
- 6) macro algae cover (none, < 20 %, 20 – 40 %, 40 – 60 %, 60 – 80 %, > 80 %)
- 7) macro algae species (none, *Gracilaria*, *Enteromorpha*, *Chaetomorpha*, *Ulva*)
- 8) second most macro algae species (none, *Gracilaria*, *Enteromorpha*, *Chaetomorpha*, *Ulva*)
- 9) substrate (tidal flat, marsh / kley)

It is recommended to take pictures at each data point in order to document the seagrass situation, like e.g. species composition, epiphyte cover etc. Pictures should be taken vertically from about 1 m height. A folding role as a scale should be in the picture as well.

Apart from transects, data points can also be recorded from the edge of the seagrass bed in case an interesting feature is observed. This can be megaripple interfering with seagrass, strong macro algae cover, unusual high cover with epiphytes etc. The data points from the edge are just additional information and do not contribute to the calculation of the weighted average.

At least one transect should be determined through the centre of the seagrass bed. However, the number of transects depends to a lesser degree on the size or shape of the seagrass bed but more on its homogeneity or heterogeneity and most important on the time which is available for the survey. If possible, the survey of seagrass beds should be commenced 3 or at least 2 hours before low tide. The major part of the survey, especially the monitoring of the seaward borderlines which are located in the lower intertidal, should be completed at low tide.

In this regard it has to be pointed out that flexible surveying is highly important. In case that the weather deteriorates or the tides are rising quickly, the survey has to be adjusted to this conditions by reducing the number of transects or the survey has to be abridged even

though it covers only half of the seagrass bed then. This is the better option than otherwise trying to survey the rest of the bed later. A bad weather period accompanied by unusual high water levels can significantly reduce the survey period and a return to the seagrass bed might not be possible. Even if just half of the seagrass bed is mapped, the ground-truth data can be completed by airborne data.

The data from the field surveys should be transferred to a Geographic Information System and analysed with it. This can be conducted in the form of calculations of the area, the perimeter or the weighted average of the ecological parameters.

## 5 Literatur

- Asmus H, Asmus R (2000) Material exchange and food web of seagrass beds in the Sylt Römö Bight: how significant are community changes at the ecosystem level? *Helgoland Marine Research* 54: 137-150
- Borum J, Duarte CM, Krause-Jensen D, Greve TM (2004) European seagrasses: an introduction to monitoring and management. A publication by the EU project Monitoring and Managing of European Seagrasses (M&MS) EVK3-CT-2000-00044, 88 pp
- de Jonge, V., Essink, K., Boddeke, R. (1993) The Dutch Wadden Sea: a changed ecosystem. *Hydrobiologia* 265: 45-71
- den Hartog, C. (1970) The sea-grasses of the world North-Holland Publ Comp, Amsterdam, London
- den Hartog, C. (1987) "Wasting disease" and other dynamic phenomena in *Zostera* beds. *Aquat. Bot.* 1: 141-147
- Fonseca MS (1996) The role of seagrasses in nearshore sedimentary processes: a review. In: Nordstrom KF, Roman CT (eds) *Estuarine shores: evolution, environments, and human alterations*. Wiley, Chichester, pp 261-186
- Kastler, T., Michaelis, H. (1999) The decline of seagrass, *Zostera marina* and *Zostera noltii*, in the Wadden Sea of Lower Saxony. *Senckenbergiana maritima* 29: 77-80
- Nacken, M., Reise, K. (2000) Effects of herbivore birds on intertidal seagrass beds in the northern Wadden Sea. *Helgoland Marine Research* 54: 87-94
- Philipart, C.J.M. (1994) Eutrophication as a possible cause of decline in the seagrass *Zostera noltii* of the Dutch Wadden Sea. Thesis Wageningen: 1-157
- Polte, P., Schanz, A., Asmus, H. (2005) The contribution of seagrass (*Zostera noltii*) cover to the function of tidal flats as a juvenile habitat for dominant, mobile epibenthos in the Wadden Sea. *Marine Biology*, 147: 813-822
- Polte, P., Asmus H. (2006) Influence of Seagrass beds (*Zostera noltii*) on the species composition of juvenile fishes temporarily visiting the intertidal zone of the Wadden Sea. *Journal of Sea Research* 55: 244-252
- Reise, K., Siebert, I. (1994) Mass occurrence of green algae in the German Wadden Sea. *Dt. Hydrogr. Z. Suppl.* 1: 171-180
- Reise, K., Jager, Z., de Jong, D., van Katwijk, M., Schanz, A. (2005) Seagrass. In: Essink, K., Dettmann, C., Farke, H., Laursen, K., Lüerßen, G., Marencic, H., Wiersinga, W. (eds.) *Wadden Sea quality Status Report 2004*. Wadden Sea Ecosystem No. 19. Trilateral Monitoring and assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany, 155-160
- Reise, K. (2006) Vorkommen von Grünalgen und Seegrass im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 2005. Forschungsbericht im Auftrag des Landesamtes für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning, S. 1-17
- Schanz, A., Polte, P., Asmus, H. (2002) Cascading effects hydrodynamics on an epiphyte-grazer system in intertidal seagrass beds of the Wadden Sea. *Marine Biology*, 141: 287-297
- Schanz, A., Asmus, H. (2003) Impact of hydrodynamics on development and morphology of intertidal seagrasses in the Wadden Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 261: 123-134
- Schanz, A., Reise, K. (2006) Referenz und Klassifizierungsansatz für die Makrophytenvegetation des Nordfriesischen Wattenmeeres gemäß der Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)