

Seegras-Monitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2008

Forschungsbericht zur Bodenkartierung ausgewählter Seegrasbestände

Endbericht: Mai 2009



Dr. Tobias Dolch

Dr. Christian Buschbaum

Prof. Dr. Karsten Reise

Wattenmeerstation Sylt

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung



Im Auftrag des

Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Material und Methoden.....	5
2.1	Untersuchungsgebiet.....	5
2.2	Kartierung der Seegraswiesen.....	9
2.3	Überführung ins GIS und Darstellung in Karten.....	11
3	Ergebnisse.....	13
3.1	Ergebnisse der Dauermessstellen.....	13
3.2	Zusammenfassung der Ergebnisse der Dauermessstellen.....	38
3.3	Ergebnisse der 1/6-Kartierung.....	39
3.4	Zusammenfassung der Ergebnisse der 1/6-Kartierung.....	59
4	Diskussion.....	61
4.1	Veränderungen der Seegraswiesen an den Dauermessstellen (2007 – 2008).....	61
4.2	Handlungsempfehlung für die Dauermessstelle Schlüttsiel.....	65
4.3	Übersicht der 1/6-Kartierungen von 2007 und 2008.....	67
4.4	Validierung der Flugkartierungsdaten aus dem Niedersächsischen und Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer.....	69
4.5	Bewertungsverfahren der Küstengewässertypen Nordfriesland und Dithmarschen.....	70
4.6	Aufgaben der verschiedenen Methoden der Seegraserfassung.....	75
4.7	Vergleich der Ergebnisse der Boden- und Flugzeugkartierung.....	80
4.8	Integrierung von Boden- und Flugzeugkartierungsdaten in die Bewertungsmatrix.....	83
4.9	Aktuelle Einschätzung des ökologischen Zustands des Gebiets der 1/6-Kartierung 2008.....	85
4.10	Auswertung der Luftbilder von 1958 / 1959.....	87
4.11	Validierung der Referenzen der Küstengewässertypen Nordfriesland und Dithmarschen.....	90
4.12	Überprüfung der Wasserkörpergruppe Nordfriesland.....	92
5	Literatur.....	93

1 Einleitung

Seegräser sind blütentragende Pflanzen, die zumeist in Gemeinschaft auftreten und Wiesen bilden. Weltweit sind sie die dominierende Vegetation flacher, sandiger Küstengebiete (den Hartog 1970) und kommen vom oberen Eulitoral bis ins flache Sublitoral vor. Im Europäischen Wattenmeer sind Seegraswiesen heute auf das Eulitoral beschränkt.

Seegraswiesen sind weltweit einer der produktivsten Küstenvegetationstypen und zeichnen sich durch eine hohe ökologische Bedeutung aus. Sie bieten für eine Vielzahl von Organismen Lebensraum sowie Schutz vor Räubern und dienen zudem als Laichgebiet und Kinderstube für Fische (Fonseca 1996, Polte et al. 2005, Polte und Asmus 2006). Darüber hinaus sind sie eine wichtige Nahrungsquelle, besonders für Zugvögel (Ganter 2000, Nacken und Reise 2000), und unterstützen die komplexe, detritus-basierte Nahrungskette (Cunha et al. 2005). Ferner stabilisieren Seegräser das Sediment und verstärken die Sedimentation, indem sie durch ihre Blätter die Rauigkeit des Untergrunds erhöhen und Strömungsgeschwindigkeiten herabsetzen (Fonseca 1996).

Um wachsen und gedeihen zu können, stellen Seegräser hohe ökologische Anforderungen an ihre Umgebung. Sie reagieren empfindlich auf erhöhte Nährstoffeinträge, Trübung des Wassers (Lichtlimitierung), Sedimentinstabilität, zu starke Gezeitenströmung und Wellenexposition sowie auf Veränderungen der Temperatur und des Salzgehaltes (de Jonge und de Jong 1992, Philippart et al. 1992, Philippart 1994, Koch 2001, Schanz und Asmus 2003). Die räumliche Verbreitung von Seegraswiesen wird durch diese Faktoren bestimmt und Seegräser reagieren sehr schnell auf veränderte Umweltbedingungen.

In der Nordsee kommen 2 Arten von Seegras vor: das Zwerg-Seegras *Zostera noltii* und das Gewöhnliche Seegras *Zostera marina*. Während *Zostera noltii* bevorzugt im oberen bis mittleren Eulitoral vorkommt, ist *Zostera marina* vornehmlich im mittleren bis unteren Eulitoral anzutreffen (den Hartog 1970). Seegraswiesen auf den Wattflächen durchlaufen eine saisonale Entwicklung: Seegras sprießt im Mai und die Wiesen erreichen ihre maximale Ausdehnung und Bedeckungsdichte im August. Zum Herbst / Winter hin werden sie von Zugvögeln beweidet und die verbliebenen, oberirdischen Blätter fallen bis Dezember ab.

Besonders seit dem 20. Jahrhundert ist ein weltweiter Rückgang der Seegrasbestände zu beobachten, was in erster Linie auf menschliche Einflüsse zurückgeführt werden kann (Hemminga und Duarte 2000, den Hartog und Phillips 2001, Green und Short 2003). Noch

zu Beginn des 20. Jahrhunderts war *Zostera marina* im flachen Sublitoral des Wattenmeeres zu finden. Von 1931 bis 1934 dezimierte der eingeschleppte Schleimpilz *Labyrinthula zosterae* (ab hier *Labyrinthula* genannt) 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 ins Sublitoral des Wattenmeeres zurückgekehrt (de Jonge und de Jong 1992). 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 Seegrasbeständen, die als Ausgangspopulation fungieren, zurückzuführen ist (Giesen et al. 1990, Schanz und Reise 2006).

Ein weiterer Rückgang der Seegraswiesen im Europäischen Wattenmeer betraf die eulitoral Bestände in den 1960er/1970er Jahren. Beginnend in den Niederlanden, setzte sich der Rückgang der Seegraswiesen Richtung Osten entlang der niedersächsischen Küste fort (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 veränderte Hydrodynamik (Schanz und Asmus 2003) sowie eine durch Eutrophierung hervorgerufene Schwächung des Seegrases (Philippart 1994, Schanz et al. 2002), die vor allem im südlichen Wattenmeer mit seinen großen Flussmündungen vertreten war. Hinzu kommen reduzierte Lichtverhältnisse durch eine Trübung des Wassers als Folge der Eutrophierung, von Lahnungsarbeiten sowie des Dredgens nach Herzmuscheln (Reise et al. 2005). Zudem wurde durch die Eutrophierung die Bildung großer Algenteppe ermöglicht, die sich im oberen Gezeitenbereich absetzen und das Seegras unter sich ersticken können (Reise und Siebert 1994).

Seit den 90er Jahren wird eine Abnahme der Nährstoffzufuhr ins Wattenmeer gemessen und seit Mitte der 90er Jahre ist wieder eine Zunahme der Seegrasbestände in den Niederlanden und vor allem Schleswig-Holstein festzustellen (Reise et al. 2005, Reise und Kohlus 2008).

Seegraswiesen zeichnen sich durch ihre hohe ökologische Bedeutung und durch hohe ökologische Anforderungen an ihre Umwelt aus. Die schnelle Reaktion von Seegras auf veränderte Umweltbedingungen resultiert in einer sehr hohen Variabilität ihrer räumlichen

Ausbreitung (Robbins 1997, Frederiksen et al. 2004a, 2004b). Deshalb werden Seegraswiesen als ein wichtiger Indikator für den ökologischen Zustand der Küstengewässer angesehen. Aus diesem Grund wird für die europäischen Küstengewässer ein umfangreiches Monitoring empfohlen (Borum et al. 2004). Im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer findet 3mal jährlich zu verschiedenen Vegetationsstadien (Juni, Juli, August) eine Kartierung aller Seegraswiesen aus der Luft statt. Zur Verifizierung der Ergebnisse der Luftkartierung und für eine detaillierte Beprobung werden einmal im Jahr der Seegrasbestand an ausgewählten Standorten durch eine Bodenkartierung erfasst.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer unterteilt sich in das nördliche Nordfriesische Wattenmeer und das südliche Dithmarscher Wattenmeer. Das Nordfriesische Wattenmeer umfasst dabei die Wattgebiete von der deutsch-dänischen Grenze bis zur Halbinsel Eiderstedt und nimmt ca. 2/3 der Fläche des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres ein. In Karte 1 ist das Nordfriesische Wattenmeer in grün und mit N2 gekennzeichnet. Das Dithmarscher Wattenmeer erstreckt sich von der Halbinsel Eiderstedt bis zur Elbemündung und umfasst ca. 1/3 der Fläche des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres. Es ist in orange dargestellt und in Karte 1 mit N4 bezeichnet. In den Wasserkörpern der Typen N1 und N3 kommt Seegrass nicht vor.



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

Gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie sind die Küstengewässer der Westküste Schleswig-Holsteins in verschiedene Wasserkörper unterteilt (z.B. N2.9500.01.03, N4.9500.03.02 etc; siehe Karte 1). Abweichend von dieser Klassifikation werden in diesem Bericht für eine nähere Ansprache nur die Küstengewässertypen N2 und N4 unterschieden, da eine weitere Untergliederung in einzelne Wasserkörper in diesem Fall keine ökologische Relevanz hat. Die beiden Wattgebiete Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer stellen zwei große, in sich relativ einheitliche Küstengewässertypen dar, die sich vornehmlich anhand des Salzgehaltes unterscheiden. Das Nordfriesische Wattenmeer (N2) ist euhalin, da keine nennenswerten Süßwasserzuflüsse vorliegen (Küstengewässertyp N2: mesotidale euhaline geschützte Wattenmeerküste). Im Gegensatz dazu ist das Dithmarscher Wattenmeer polyhalin (N4), da es durch Süßwasserzuflüsse geprägt ist; hauptsächlich durch die Elbe, aber auch durch die Eider (Küstengewässertyp N4: meso- makrotidale polyhaline Wattenmeerküste).

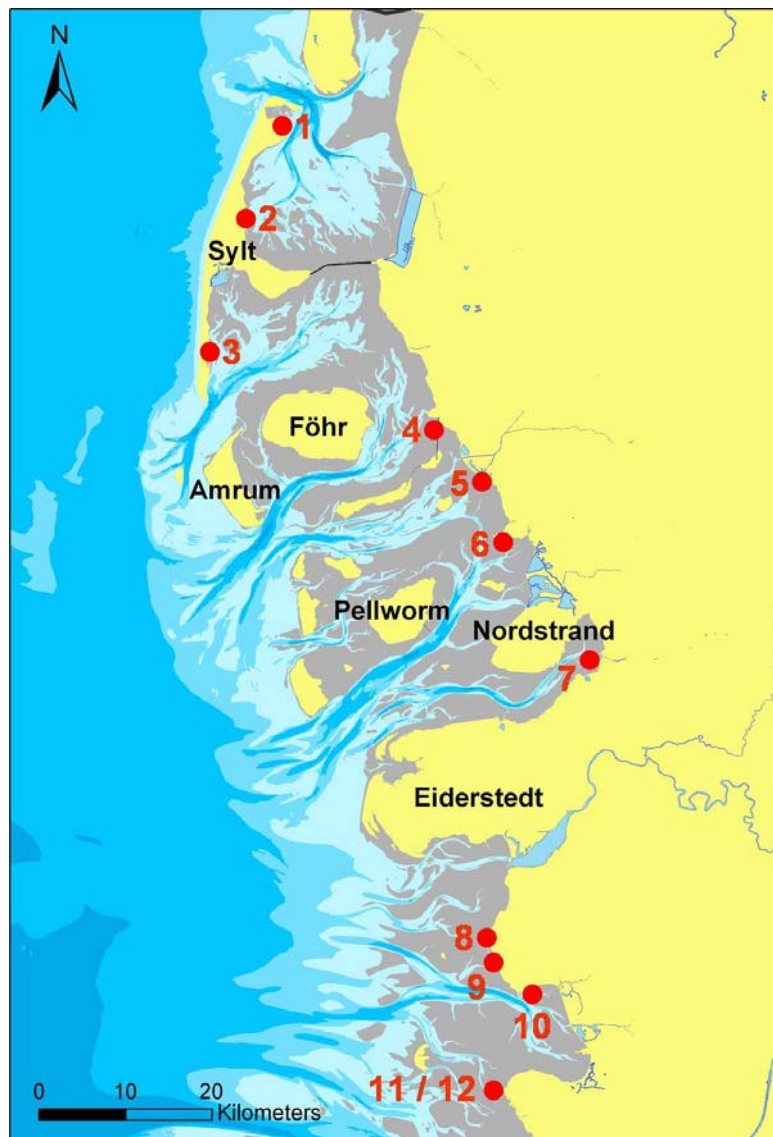
Die Bodenkartierung im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer erstreckte sich vom Königshafen im Norden von Sylt bis zum Trischendamm in Nähe der Elbemündung und erfasst somit beide Wattgebiete. Im Rahmen der Kartierung werden jährlich 12 Dauermessstellen sowie 1/6 der Wattfläche auf ihre Seegrassbestände hin untersucht.

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

Nr	Name	Datum	Rechtswert	Hochwert	Wasserkörper
1	Tonnenlegerbucht	16.07.2008	3463652	6099957	N2.9500.01.03
2	Braderup Süd	17.07.2008	3459195	6089307	N2.9500.01.03
3	Puan Klent	18.07.2008	3454708	6073503	N2.9500.01.04
4	Dagebüll	23.07.2008	3480874	6065048	N2.9500.01.05
5	Schlüttsiel	25.07.2008	3486647	6058697	N2.9500.01.05
6	Hamburger Hallig	24.07.2008	3488918	6051983	N2.9500.01.06
7	Lundenberger Sand	25.07.2008	3499056	6037986	N2.9500.01.06
8	Westerkoog	28.07.2008	3487587	6005433	N4.9500.03.02
9	Estsiel	28.07.2008	3488112	6003027	N4.9500.03.02
10	Büsum	28.07.2008	3492105	5999484	N4.9500.03.02
11	Trischendamm Nord	28.07.2008	3487675	5988281	N4.9500.03.02
12	Trischendamm Süd	28.07.2008	3487716	5988059	N4.5000.04.02

Bei den Dauermessstellen handelt es sich um 12 festgelegte Standorte, die seit mehreren aufeinander folgenden Jahren aufgesucht werden, um die dortigen Seegrassbestände dauerhaft zu erfassen. Die 12 Dauermessstellen sind gleichmäßig verteilt und erstrecken sich entlang des gesamten Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres (Karte 2).

7 Beprobungsstellen liegen im Nordfriesischen Wattenmeer, während die übrigen 5 Standorte im Dithmarscher Wattenmeer zu finden sind. Alle Messstellen befinden sich in Küstennähe. Eine genaue Auflistung der Beprobungsstandorte findet sich in Tabelle 1.



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

Die 1/6-Kartierung der Seegrasbestände wird im Rahmen einer Komplett-Kartierung der Seegraswiesen im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer durchgeführt, wofür 6 Jahre angesetzt sind. Zu diesem Zweck wurde das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer in 6 Teilgebiete untergliedert, wobei in jedem Jahr alle Seegrasbestände eines Teilgebietes komplett erfasst und das gesamte Schleswig-Holsteinische Wattenmeer so sukzessiv innerhalb eines 6-Jahres-Turnus auf Seegras kartiert werden soll. Die jährliche 1/6-Kartierung ist so aufgeteilt, dass in jedem Jahr Flächen im Nordfriesischen als auch im Dithmarscher Wattenmeer erfasst werden. 2008 wurden die Wattflächen nördlich und

südlich der Halbinsel Eiderstedt (von Husum bis Büsum) kartiert. In diesem Rahmen wurden 22 Seegraswiesen und zusammen liegende Seegrasvorkommen beprobt. Nähere Angaben sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Übersicht der Seegraswiesen zwischen Husum und Büsum, die im Rahmen der 1/6-Kartierung erfasst wurden. Der Hoch- und Rechtswert geben die zentrale Koordinate der Beprobungsstelle wieder.

Nr	Name	Datum	Rechtswert	Hochwert	Wasserkörper
Eid1	Lundenberger Sand	30.07.2008	3499057	6037986	N2.9500.01.06
Eid2	Simonsberger Koog	31.07.2008	3496660	6036613	N2.9500.01.06
Eid3	Simonsberger Koog - Lahnung	31.07.2008	3497453	6036336	N2.9500.01.06
Eid4	Uelvesbüller Koog	31.07.2008	3493818	6032099	N2.9500.01.06
Eid5	Sophien-Sommer-Koog	01.08.2008	3491914	6031072	N2.9500.01.06
Eid6	Sieversfletherkoog - Yachthafen	01.08.2008	3489029	6031481	N2.9500.01.06
Eid7	Norderheverkoog	02.08.2008	3486770	6032927	N2.9500.01.06
Eid8	Augustenkoog	07.08.2008	3480217	6030080	N2.9500.01.06
Eid9	Norderdeich	09.08.2008	3478485	6029918	N2.9500.01.06
Eid10	Tümlauer Bucht - Süderdeich	09.08.2008	3477891	6026284	N2.9500.01.06
Eid11	Tümlauer Bucht - Sperrwerk	09.08.2008	3478850	6026116	N2.9500.01.06
Eid12	Tümlauer Bucht - Süd-Ost	09.08.2008	3478855	6025207	N2.9500.01.06
Eid13	Tümlauer Bucht - Süd, Lahnungen	10.08.2008	3476701	6024155	N2.9500.01.06
Eid14	Tümlauer Bucht - Süd	10.08.2008	3476158	6023753	N2.9500.01.06
Eid15	Süderhöft	15.08.2008	3481046	6017337	N4.9500.02.02
Eid16	Kleine Vollerwiekplate	15.08.2008	3482320	6017473	N4.9500.02.02
Eid17	Kleine Vollerwiekplate - Estensiel	16.08.2008	3483096	6017710	N4.9500.02.02
Eid18	Kleine Vollerwiekplate - Westerdeich	16.08.2008	3484586	6017527	N4.9500.02.02
Eid19	Große Vollerwiekplate	16.08.2008	3486497	6016539	N4.9500.02.02
Eid20	Wesselburener Watt	23.08.und 25.08.2008	3486917	6012545	N4.9500.02.02
Eid21	Westerkoog	28.07.2008	3487583	6005445	N4.9500.02.02
Eid22	Blauortsand	24.08.2008	3483454	6004128	N4.9500.02.02

Kontrollstellen, die als direktes „ground-truthing“ der Luftkartierung dienen, mussten 2008 nicht aufgenommen werden. „Ground-truthing“ wird angesetzt, wenn aus dem Flugzeug eine Unterscheidung zwischen Seegras- und Grünalgenbeständen nicht möglich ist. Dies war 2008 nicht der Fall.

2.2 Kartierung der Seegraswiesen

Die Größe, Zusammensetzung und die relevanten ökologischen Parameter der einzelnen Seegraswiesen werden durch Kartierungen ermittelt, die zu Fuß und mit GPS-Geräten durchgeführt werden. Für die Begehung der Wiesen auf den Wattflächen wurden die GPS-Geräte so eingestellt, dass sie alle 10 Sekunden automatisch die Position als Gauss-Krüger-Koordinate aufzeichneten. Durch Umlaufen einer Seegraswiese konnte somit ihre Position, Form und Größe erfasst werden.

Bei den 12 dauerhaften Messstellen wurde jede Seegraswiese entlang ihrer 20 %-Bedeckungsgrenze kartiert, so dass die Fläche mit einer Seegras-Bedeckungsdichte von mehr als 20 % erfasst wurde. Bei den Seegraswiesen der 1/6-Kartierung wurde zusätzlich die 5 %-Bedeckungsgrenze mit GPS-Geräten aufgezeichnet. Auf diese Weise wurden bei den Seegraswiesen der 1/6-Kartierung ein dichter Kernbereich sowie ein dünnerer äußerer Randbereich aufgenommen. Bei dichten Wiesen mit einer deutlich ausgeprägten Seegrasgrenze kam es vor, dass die 5 %- und 20 %-Bedeckungsgrenze deckungsgleich verliefen (z.B. Eid3 und Eid18; siehe Tabelle 5).

Neben der Position, Form und Größe einer Seegraswiese wurden auch Bestandsmerkmale und ökologisch relevante Parameter aus dem Inneren der Seegraswiese erfasst. Diese waren:

- Datum,
- Zeit,
- Dichte des Seegrasbestandes,
- Seegrasarten,
- Epiphytendichte,
- Makroalgendichte,
- Makroalgenarten,
- Art des Untergrunds und
- Kommentar.

Unter „Epiphytendichte“ wird die Bewuchsdichte von aquatischen Algen auf Seegrasblättern verstanden.

Bei den „Makroalgenarten“ wurden die aus dem Pazifik eingeschleppte Rotalge *Gracilaria vermiculophylla* (ab hier *Gracilaria* genannt) sowie die Grünalgen der Gattungen *Ulva*, *Enteromorpha* und *Chaetomorpha* unterschieden. Bei den Grünalgen kann aufgrund des umfangreichen Artenspektrums (insbesondere der Artenkomplex *Ulva* / *Enteromorpha*) keine sichere Artansprache im Gelände erfolgen, weswegen nur die Gattung berücksichtigt wird.

In dem Feld „Kommentar“ wurden lokale Besonderheiten aufgezeichnet, die für die Seegraswiese von Bedeutung sind, wie z.B. Megarippelstrukturen, hohe Dichten des Wattwurms *Arenicola marina* (ab hier *Arenicola* genannt) oder der Wattschnecke *Littorina littorea* (ab hier *Littorina* genannt) etc.

Diese ökologisch relevanten Parameter wurden mittels Transektkartierungen erfasst. Je nach Größe der Wiese wurde eine bestimmte Anzahl von Transekten durch sie gelaufen. Die Transekte beginnen am Rand der 5 %igen bzw. 20 %igen Bedeckungsdichte und durchqueren die Wiese senkrecht zum Verlauf dieses Randes. Sobald sich mindestens einer der ökologisch relevanten Parameter repräsentativ für eine Fläche von mindestens 10 x 10 m änderte, wurde eine neue Koordinate mittels GPS erfasst und alle Bestandsmerkmale neu notiert. Folglich wurden bei homogenen Wiesen weniger Punkte als bei heterogenen Seegrasbeständen 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, um bei späteren Unklarheiten eine Verifizierung vornehmen zu können. Nähere Informationen zur Durchführung und Auswertung von Seegraskartierungen sind in Dolch und Reise (2008) dargestellt.

Die eingesetzten GPS-Geräte waren „Trimble GeoXT handheld“ und „Garmin etrex legend“. Das GPS-Gerät „Trimble GeoXT handheld“ hat den Vorteil, dass es einen integrierten Computer enthält, der neben einer Positionsbestimmung gleichzeitig eine Erfassung aller zugehörigen Bestandsmerkmale ermöglicht.

Die Feldarbeiten wurden vom 16.07. bis 25.08.2008 durchgeführt und befinden sich somit in dem festgelegten Beprobungszeitraum von Mitte Juli bis Mitte September.

2.3 Überführung ins GIS und Darstellung in Karten

Alle GPS-Daten wurden im Gauss-Krüger-Koordinatensystem erfasst.

Die mit dem GPS-Gerät „Trimble GeoXT handheld“ aufgezeichneten Koordinaten und die dazugehörigen Bestandsmerkmale wurden direkt in GIS-Shape-Dateien umgewandelt.

Die Koordinaten, die mit dem „Garmin etrex legend“ erfasst wurden, mussten in mehreren Schritten bearbeitet, in GIS-Shape-Dateien konvertiert und die entsprechenden Bestandsmerkmale manuell hinzugefügt werden.

Die GIS-Shape-Dateien wurden anschließend mit dem Programm ArcGIS 9.2 editiert und im Einzelfall nachbearbeitet. Die Darstellung in Karten sowie die Berechnung der Umfänge und Flächen der Seegraswiesen erfolgte ebenfalls mit ArcGIS 9.2.

Bei genauerer Betrachtung der Karten fällt auf, dass gelegentlich ufernahe Seegraswiesen so dargestellt sind, als würden sie sich zum Teil auf dem Festland befinden. Dies ist in den Karten 3, 5, 17, 19, 20, 21 und 24 zu sehen. Diese Darstellung ist fehlerhaft und ist durch die geringere Auflösung der veralteten Kartengrundlage zu erklären. Die Seegraswiesen wurden positionsgenau und hochaufgelöst mit präzisen GPS-Geräten erfasst.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Dauermessstellen

Karte 2 zeigt die Lage der 12 festgelegten, dauerhaften Messstandorte an der Nordseeküste Schleswig-Holsteins. In Tabelle 3 ist eine dazugehörige Übersicht der Ergebnisse zu sehen, wobei sich die Angaben zu Fläche und Umfang auf eine Seegrasbedeckungsdichte von mehr als 20 % beziehen. Die Seegraswiesen variieren in ihrer Größe stark: von 0,2 bis 159 ha in der Fläche und von 323 bis 8859 m im Umfang.

Die graphische Darstellung der Flächen ist in Abbildung 1 und 2 gegeben, während Tabelle 4 die Durchschnittswerte der ökologischen Parameter zeigt, die an den Dauermessstellen erhoben wurden.

Tabelle 3: Flächen (in m²) und Umfang (in m) der Seegraswiesen an den 12 Dauermessstellen. Erfasst wurden die Seegraswiesen ab einer Bedeckungsdichte von > 20 %. Der Seegrasbestand an der Messstelle Schlüttsiel konnte nicht in der Fläche erfasst werden und wird daher in der Tabelle mit “?” angegeben. An den untersuchten Messstellen Estsiel, Büsum, Trischendamm Nord und Trischendamm Süd wurde kein Seegras festgestellt.

Nr	Name	Fläche > 20%-Bedeckung (in m ²)	Umfang > 20%-Bedeckung (in m)
1	Tonnenlegerbucht	37923	1742
2	Braderup Süd	64488	2136
3	Puan Klent	736044	7761
4	Dagebüll	1591969	8859
5	Schlüttsiel	?	?
6	Hamburger Hallig	176118	4162
7	Lundenberger Sand	762060	8501
8	Westerkoog	2711	323
9	Estsiel	0	0
10	Büsum	0	0
11	Trischendamm Nord	0	0
12	Trischendamm Süd	0	0

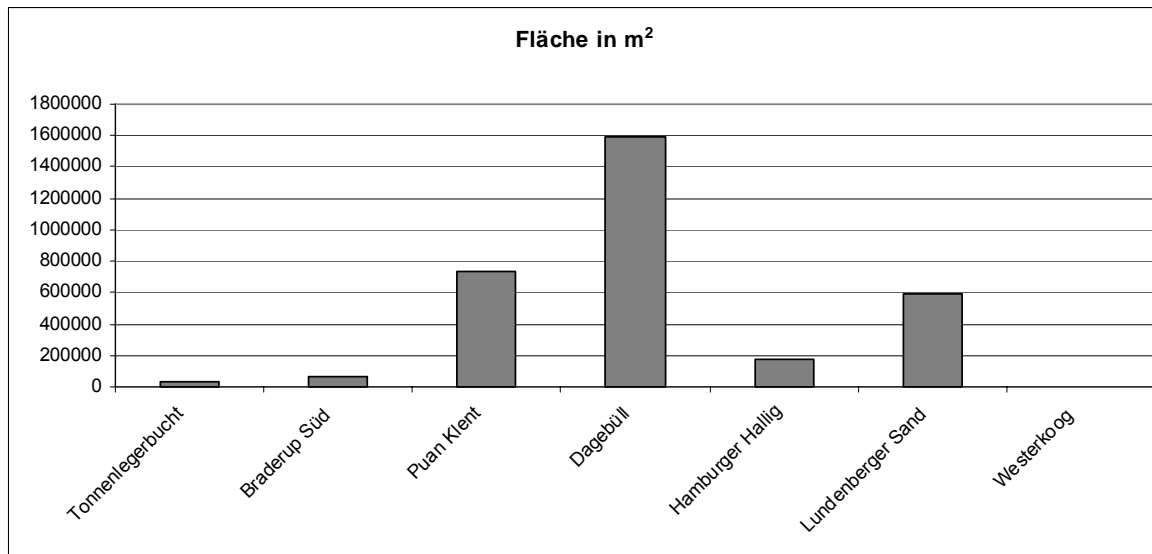


Abb. 1: Flächen (in m²) der Seegrasswiesen an den festgelegten, dauerhaften Messstandorten. Berücksichtigt wurden in der Darstellung nur die Seegrasswiesen, die in der Fläche erfasst werden konnten.

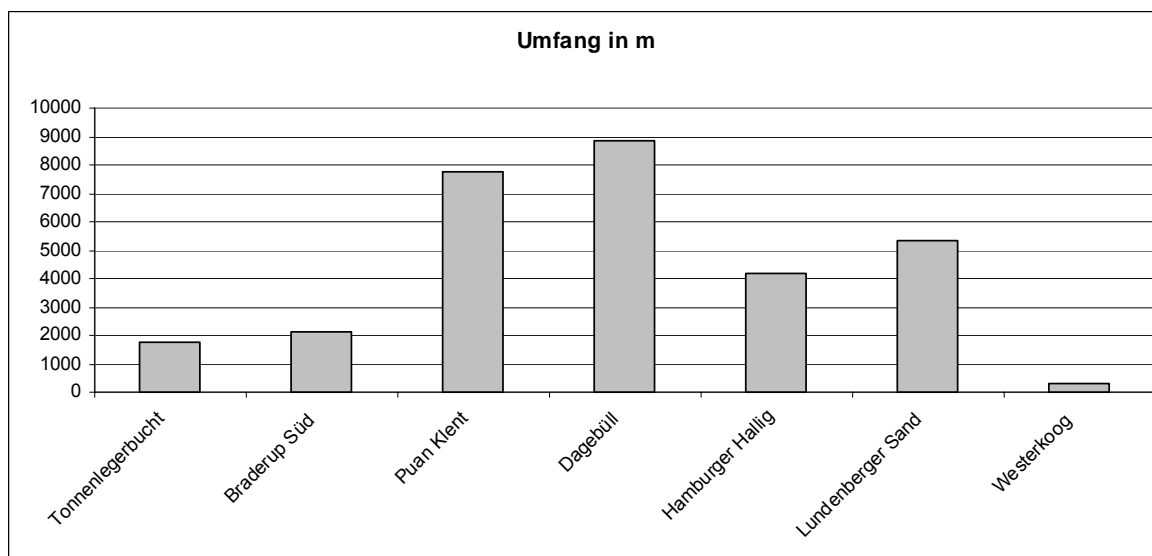


Abb. 2: Umfang (in m) der Seegrasswiesen an den festgelegten, dauerhaften Messstandorten. Berücksichtigt wurden in der Darstellung nur die Seegrasswiesen, bei denen der Umfang zu messen war.

Tabelle 4: Die ökologischen Parameter der Gesamtbewertung der Seegraswiesen an den Dauermessstellen. Die Gesamtbewertung basiert auf den Transektkartierungen.

Nr	Name	Seegrasdichte (%)	Seegrasart	Epiphyten-dichte (%)	Makroalgen-dichte (%)	Makroalgenart	2. Makroalgenart
1	Tonnenlegerbucht	60 - 80%	Zostera marina	keine	20 - 40%	Chaetomorpha	keine
2	Braderup Süd	20 - 40%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
3	Puan Klent	60 - 80%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
4	Dagebüll	20 - 40%	Mixed Zostera	< 25%	20 - 40%	Enteromorpha	keine
5	Schlüttsiel	20 - 40%	Mixed Zostera	keine	< 20%	Enteromorpha	Ulva
6	Hamburger Hallig	40 - 60%	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	0	0	keine	keine	keine	keine
10	Buesum	0	0	keine	20 - 40%	Enteromorpha	Ulva
11	Trischendam Nord	0	0	keine	keine	keine	keine
12	Trischendam Süd	0	0	keine	keine	keine	keine

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Seegraswiesen folgt auf den nächsten Seiten. Die Lage der jeweiligen Dauermessstelle im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer ist der Karte 2 zu entnehmen.

Tonnenlegerbucht (16.07.2008)

Standort 1, Wasserkörper: N2.9500.01.03

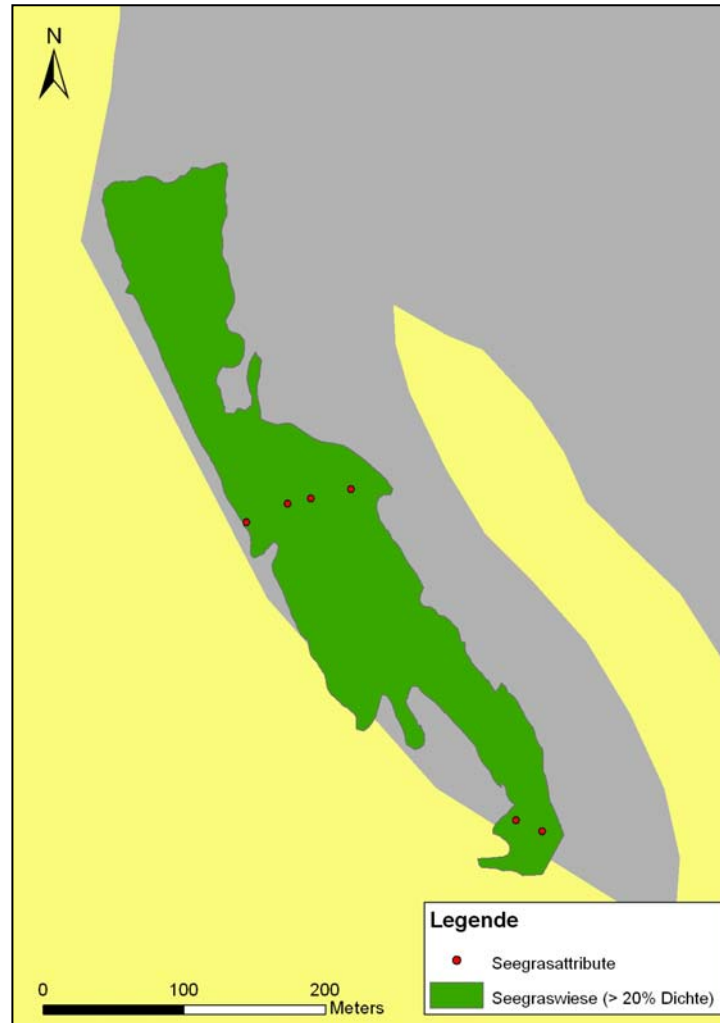
Die Tonnenlegerbucht ist die nördlichste Dauermessstelle und befindet sich in Norden der Insel Sylt. Sie ist schmal und erstreckt sich von Norden nach Süden. Die Tonnenlegerbucht wird durch den Mövenbergdeich im Süden und Westen sowie durch einen ca. 500 m langen Sandhaken (Lister Haken) im Osten begrenzt (Karte 3). Hierdurch befindet sich die Tonnenlegerbucht in einer strömungs- und windgeschützten Lage, in der sich ein schlickiger Untergrund ausbilden konnte. Nach Norden, zur Öffnung der Bucht, geht das Schlickwatt in Sandwatt über. Ein kleiner Priel durchquert die Tonnenlegerbucht in Nord-Süd-Richtung.

Es hat sich hier eine Seegraswiese ausgebildet, welche die Bucht nahezu komplett ausfüllt. Die Wiese ist ca. 550 m lang und 100 m breit. Die bestandsbildende Art dieser Wiese ist das Gewöhnliche Seegras *Zostera marina*, welches fast ausschließlich vorkommt. *Zostera noltii* ist in geringen Anteilen im Süden und Westen der Seegraswiese zu beobachten.

Die Seegraswiese ist in sich sehr homogen und weist eine hohe Bedeckungsdichte sowie scharfe, deutlich erkennbare Grenzen auf. Der Bedeckungsgrad der Wiese beträgt zumeist 60 – 80 %. Geringere Bedeckungsdichten sind im Norden und im Süden zu verzeichnen. Im Norden ist dies auf die exponiertere Lage am Eingang der Bucht zurückzuführen. Im Süden ist die geringere Seegrasdichte von 20 – 40 % durch ein erhöhtes Vorkommen von Makroalgen zu erklären, die das Seegras überdecken und dadurch schädigen. Zudem ist der Priel in der Tonnenlegerbucht seegrasfrei.

Opportunistische Makroalgen sind im Norden und in der Mitte der Seegraswiese nur wenig anzutreffen, nehmen nach Süden hin jedoch stark zu. Im geschützten, strömungsberuhigten Inneren der Tonnenlegerbucht, werden Makroalgen zusammengespült, akkumulieren sich und erreichen Bedeckungsgrade von 40 – 60 %. Hauptsächlich handelte es sich um die Alge *Chaetomorpha*.

Anmerkung: Im Süden und Süd-Westen scheint sich die kartierte Seegraswiese auf das Land zu erstrecken. Diese Passungengenauigkeit ist in der Kartengrundlage begründet. Alle Seegraswiesen wurden sehr positionsgenau und detailliert erfasst. Die ältere Kartengrundlage bietet diese präzise Genauigkeit nicht und weist kleinräumige Ungenauigkeiten auf. Diese werden besonders in Bereichen offensichtlich, wo die Seegraswiesen in die Uferzonen übergehen.



Karte 3: Die Seegraswiese in der Tonnenlegerbucht. Die roten Punkte markieren Positionen, an denen Bestandsmerkmale der Wiese erfasst wurden. Die leichte Passungenauigkeit ist in der Kartengrundlage begründet.



Foto 1: Die Seegraswiese in der Tonnenlegerbucht mit dem Mövenbergdeich im Hintergrund.

Braderup Süd (17.07.2008)

Standort 2, Wasserkörper: N2.9500.01.03

Die Seegraswiese befindet sich im süd-westlichen Teil des Lister Tidebeckens in der Nähe der Sylter Ortschaft Braderup. Der Untergrund im Untersuchungsgebiet ist leicht schlickig, wobei der Schlickgehalt zum unteren Gezeitenniveau hin zunimmt.

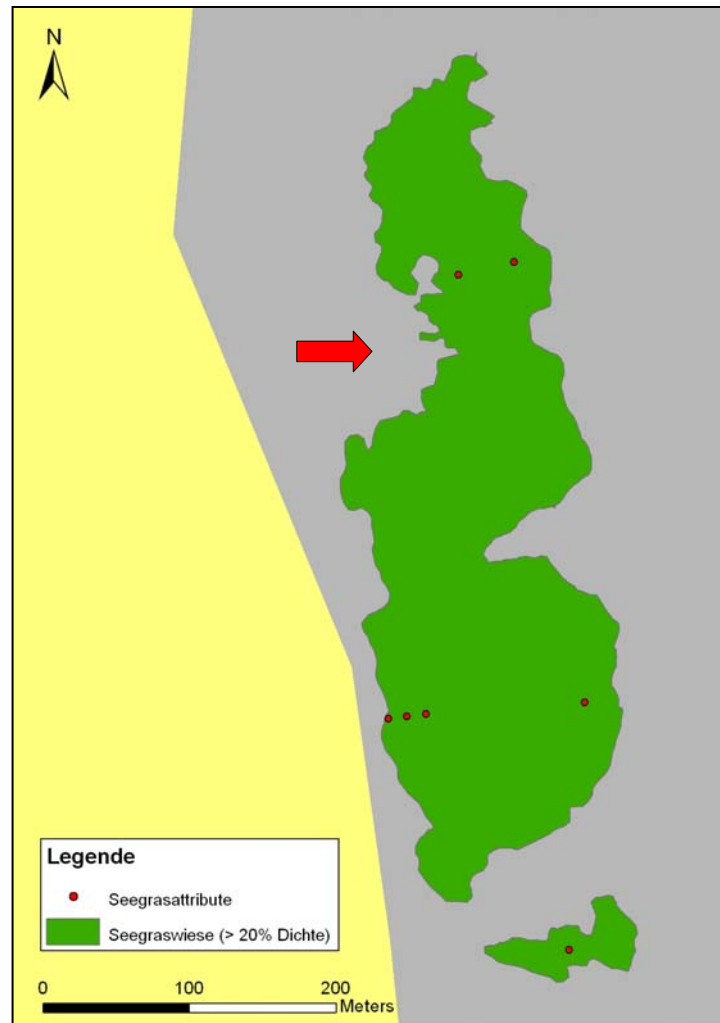
Die Seegraswiese befindet sich in direkter Ufernähe und ihre südliche Hälfte grenzt unmittelbar an den Strand. Der Verlauf der östlichen, seewärtigen Grenze der Seegraswiese geht über weite Strecken mit der mittleren Tideniedrigwasserlinie einher. Es handelt sich um eine relativ schmale Wiese, die ca. 150 m breit und 600 m lang ist, und sich in Nord-Süd-Ausrichtung erstreckt (Karte 4). Südlich der Wiese befindet sich ein kleineres Seegrasvorkommen, was aus methodischen Gründen mit aufgenommen wurde, da es bereits 2007 mit kartiert wurde.

Die Seegrasvorkommen setzen sich ausschließlich aus *Zostera noltii* zusammen. Während die Artenzusammensetzung sehr homogen ist, weisen die Grenzen der Seegraswiese und die Bedeckungsdichten räumliche Unterschiede auf. Die Grenzen an der seewärtigen, östlichen Seite sind eher diffus auslaufend und schwer zu erfassen. Dies liegt in erster Linie daran, dass die Seegraswiese hier räumlich heterogen verteilt in Form von Patches vorliegt. In Strandnähe, im Westen ist der Seegrasbestand dagegen eher gleichmäßig verteilt und die Grenze deutlich ausgeprägt und leicht zu definieren. Dies trifft vor allem auf die südliche Hälfte der Seegraswiese zu. Hier erreicht sie einen Bedeckungsgrad von 40 – 60 %, wobei das Seegras überwiegend gleichmäßig verteilt ist. Nur an der seewärtigen Seite dünnt das Vorkommen zunehmend aus und nimmt ein Patchstruktur ein. In der nördlichen Hälfte sind die Grenzen insgesamt diffuser als im Süden. Dies liegt vornehmlich an der geringeren Bedeckungsdichte von 20 – 40 % und der stärkeren fleckenhaften Anordnung des Seegrasbestandes (Patchstruktur).

Das inselartige Seegrasvorkommen im Süden weist eine Dichte von 20 – 40 % auf.

Insgesamt wurden keine Makroalgen und nur ein sehr geringer Epiphytenaufwuchs auf den Seegrasblättern festgestellt.

Die nördliche Hälfte der Seegraswiese ist an ihrer Westseite durch eine deutliche Einbuchtung gekennzeichnet, die komplett seegrasfrei ist (Karte 4). Hier wurde eine sehr hohe Dichte des Wattwurms *Arenicola* auf trittfestem Sandwatt beobachtet.



Karte 4: Die Seegraswiese Braderup Süd. In der seegrasfreien Einbuchtung im Westen der nördlichen Hälfte (roter Pfeil) kommt der Wattwurm *Arenicola* in sehr hohen Dichten vor.



Foto 2: Die Seegraswiese Braderup Süd grenzt zum Teil direkt an den Strand an.

Puan Klent (18.07.2008)

Standort 3, Wasserkörper: N2.9500.01.04

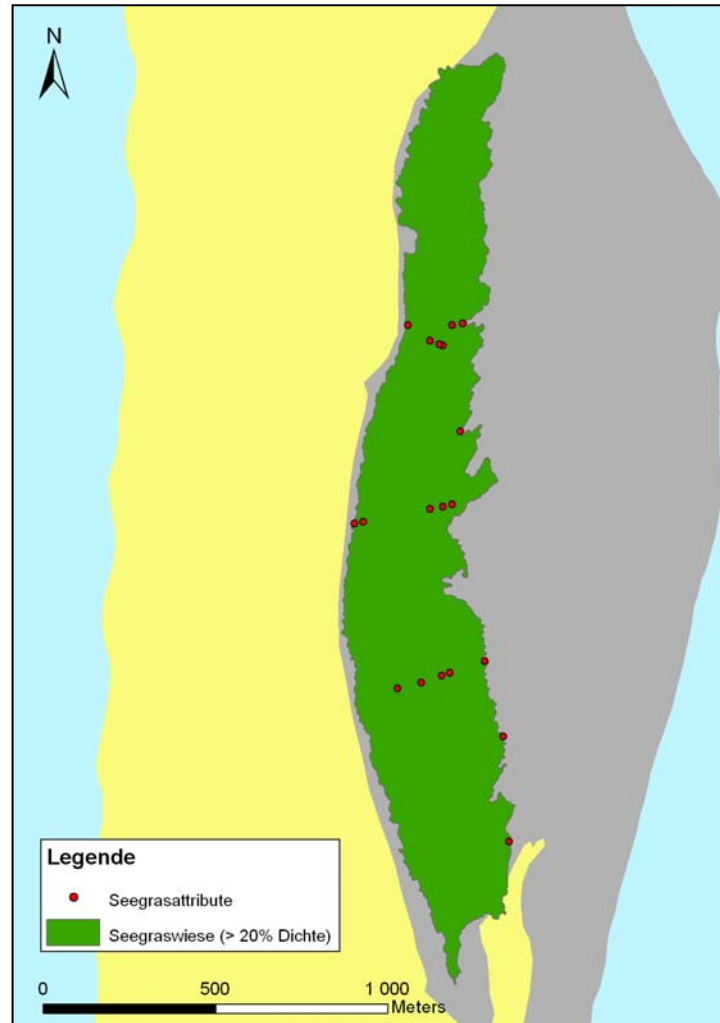
Diese Seegraswiese liegt südlich des Jugenderholungsheims Puan Klent auf Sylt und gehört zum Hörnum-Becken. Der Untergrund besteht aus festem Sandwatt.

Die Seegraswiese Puan Klent ist ca. 2500 m lang und 250 - 400 m breit und weist eine deutliche Nord-Süd-Ausrichtung auf (Karte 5). Sie reicht an ihrer westlichen landwärtigen Seite bis zur Hochwasserlinie und wird im Süden durch einen Sandhaken begrenzt. Im Norden stößt die Seegraswiese an höher liegendes Sandwatt und verläuft im Osten parallel zur Niedrigwasserlinie.

Entlang der gesamten Westseite des Seegrasvorkommens erstreckt sich zwischen Strand und Wiese ein Gürtel, der aus dem Schlickgras *Spartina anglica* (ab hier *Spartina* genannt) gebildet wird. Obwohl das Seegras zwischen den einzelnen *Spartina*-Horsten vorkommt, ist eine scharfe Bestandsgrenze der Seegraswiese zu erkennen. Am Nord- und am Südende geht die Wiese ebenfalls in *Spartina*-Bestände über, während sie ohne Begrenzung an der seewärtigen, östlichen Seite Richtung Niedrigwasserlinie ausläuft.

Insgesamt ist die Seegraswiese überwiegend dicht und der Bestand gleichmäßig verteilt. Der Bedeckungsgrad beträgt im Durchschnitt 60 – 80 %, erreicht aber vor allem in der südlichen Hälfte der Wiese Maxima von über 80 %. An der seewärtigen, östlichen Grenze dünnt der Bestand jedoch deutlich aus, wird fleckig und erreicht vornehmlich Dichten von 20 – 40 %. Dies resultiert auch in einem diffusen und verschwommenen Grenzverlauf im Osten. Dies trifft vor allem auf das nördliche Drittel der Wiese zu. Insgesamt ist die Seegraswiese im nördlichen Drittel nicht so dicht und homogen wie in der restlichen Wiese. Dies kommt auch durch das Auftreten von Megarippeln zustande, die das nördliche Drittel der Seegraswiese durchziehen. Diese sind weitestgehend seegrasfrei und somit für eine heterogene räumliche Verteilung der Pflanzen verantwortlich. Während die Seegrasdichte auf den Megarippelrücken 20 – 40 % und unter 20 % beträgt, liegt sie zwischen den Megarippeln bis über 80 %.

Zostera noltii dominiert eindeutig den Seegrasbestand. *Zostera marina* kommt nur im südlichsten dichten Teil der Wiese vor, ist dort aber mit ca. 10 % gleichmäßig verteilt. Epiphytenaufwuchs als auch Makroalgen waren so gut wie nicht vorhanden.



Karte 5: Die Seegrasswiese bei Puan Klent. Attribute zum Seegrassbestand wurden an den roten Punkten aufgenommen.



Foto 3: Die Seegrasswiese Puan Klent mit ihrer hohen Bedeckungsdichte.

Dagebüll (23.07.2008)

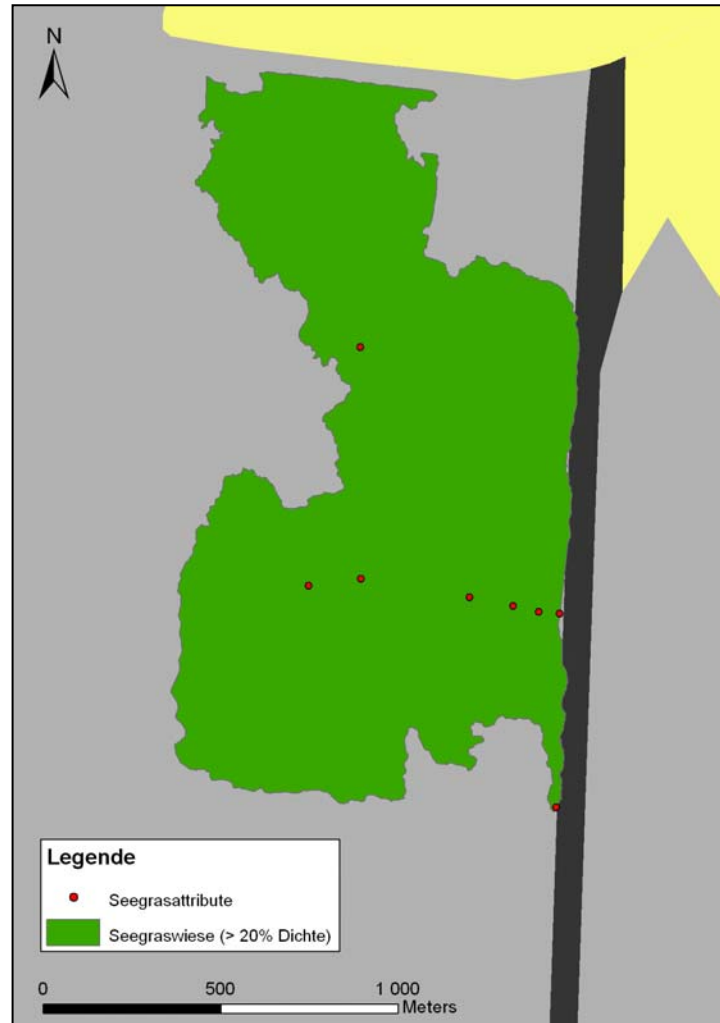
Standort 4, Wasserkörper: N2.9500.01.05

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 grenzt im Osten und Norden an einen Deich, Lahnungen oder den Damm nach Oland (Karte 6). Im Westen und Süden verläuft sie dagegen ohne Begrenzung. Die Seegraswiese misst ca. 2000 m in der Länge und 1000 m in der Breite. Im Osten und Norden, wo sie auf Begrenzungen trifft, sind ihre Grenzen deutlich zu erkennen. Im Süden und vor allem im Westen läuft sie dagegen diffus aus und der Verlauf der 20 %-Bedeckungsgrenze ist hier schwer zu definieren. Hinzu kommt, dass vor allem an der Westseite die Seegraswiese relativ stark mit der opportunistischen Makroalge *Enteromorpha* durchsetzt ist. *Enteromorpha* ist hier vorwiegend in Trichtern verankert, welche durch den Wattwurm *Arenicola* gebildet wurden. Da an der Westseite eine starke Durchmischung von Makroalgen und Seegras vorherrscht, die beide eine Bedeckung von ca. 20 – 40 % aufweisen, ist ein Erkennen des Verlaufs der Seegraswiesengrenze sehr schwierig. *Enteromorpha* ist auch in der restlichen Wiese die vorherrschende Makroalgenart, kommt hier aber mit einer geringeren Bedeckung von überwiegend 20 % vor.

Insgesamt ist die Seegrasdichte mit einem Grad von 20 – 40 % relativ gering, wobei die Bedeckung vielfach eher bei 20 % liegt. Das Seegras ist allerdings recht homogen verteilt. *Zostera noltii* ist die bestandsbildende Art, aber *Zostera marina* ist ebenfalls in der gesamten Wiese anzufinden. Der Epiphytenaufwuchs auf den Seegrasblättern beträgt bezogen auf die gesamte Wiese unter 25 %.



Karte 6: Die Seegraswiese bei Dagebüll, die im Osten an den Damm nach Oland angrenzt.



Foto 4: Die Seegraswiese Dagebüll. Vorne rechts im Bild sind Makroalgen zu sehen (rote Pfeile).

Schlüttsiel (25.07.2008)

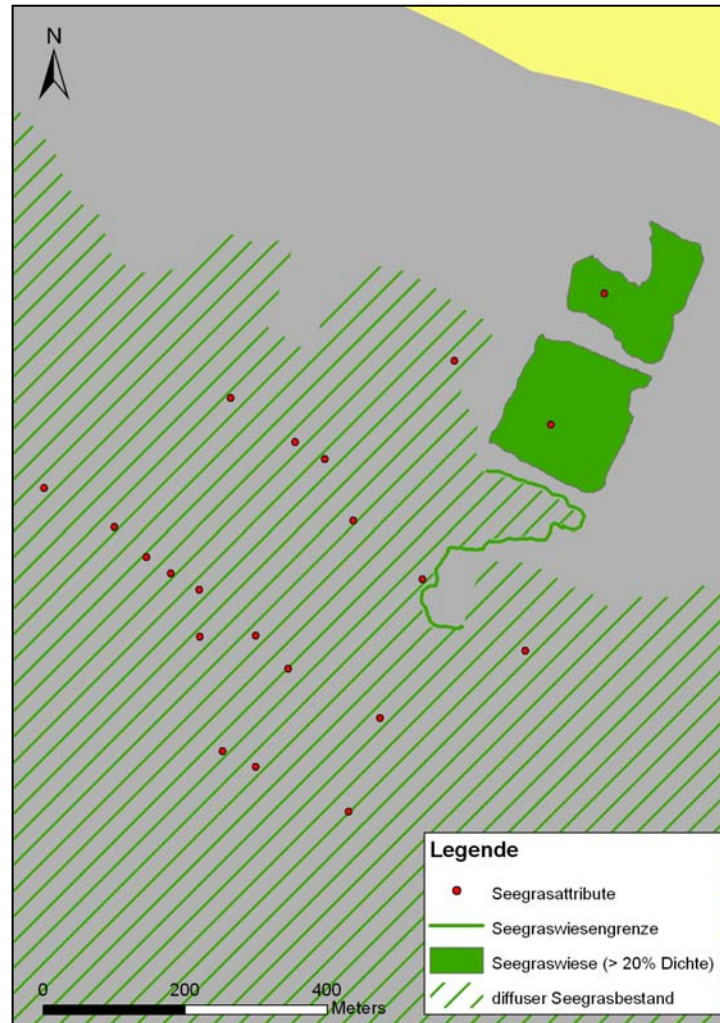
Standort 5, Wasserkörper: N2.9500.01.05

Die Seegraswiese bei Schlüttsiel beginnt gleich hinter dem Deich in einem größeren Lahnungsfeld. Die Seegraswiese erstreckt sich weiter auf das benachbarte Lahnungsfeld im Süden. In diesem deichnahen Abschnitt wird die Seegraswiese durch Lahnungsfelder unterteilt und begrenzt. Südlich dieser beiden Reihen von Lahnungsfeldern befindet sich keine Begrenzung und die Seegraswiese geht in einen sehr weitläufigen, dünnen und diffusen Bestand mit wechselnder Bedeckungsdichte über. Der flächenmäßige Hauptteil des Seegrasbestandes befindet sich seewärts, außerhalb der Lahnungsfelder und erstreckt sich parallel zum Deich.

Innerhalb der beiden Lahnungsfelder setzt sich die Seegraswiese aus *Zostera noltii* zusammen und weist eine Bedeckung von 40 – 60 % auf. Die Pflanzen sind homogen verteilt und es finden sich weder Makroalgen noch Epiphyten. Außerhalb der Lahnungsfelder musste der Versuch einer Flächenkartierung abgebrochen werden, da sich die 20 %-Bedeckungsgrenze schnell in einem diffusen Seegrasbestand verlief. Das Seegrasvorkommen wurde mittels dreier, küstenparalleler Transektkartierungen erfasst (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 hin großflächig und dünn erstreckt und nicht gänzlich erschlossen werden konnte.

In der Artenzusammensetzung ist der Seegrasbestand außerhalb der Lahnungsfelder relativ homogen, auch wenn sich die Anteile lokal leicht verschieben. Es handelt sich um eine gemischte *Zostera*-Wiese (Mixed-*Zostera*). Sie weist eine deutliche Zonierung auf, da *Zostera marina* fast nur in flachen, kleinen Gezeitentümpeln vorkommt und *Zostera noltii* in Flecken auf wasserfreien, leichten Erhebungen angeordnet ist. Die Seegrasdichten bewegen sich meistens um 20 – 40 %, wechseln allerdings oft von unter 20 % bis 40 – 60 %. Epiphytenaufwuchs wurde kaum festgestellt und Makroalgen waren immer mit unter 20 % vertreten, wobei *Ulva*, *Enteromorpha* und die aus dem Pazifik eingeschleppte Rotalge *Gracilaria* vorkamen.

Es ist noch zu vermerken, dass während der Vegetationsperiode Grüppelarbeiten entlang der Lahnungsreihen stattfanden, die den Rand der Seegraswiese beschädigt haben. Zudem waren in der Seegraswiese deutliche Fahrspuren eines Wattbaggers zu beobachten (Foto 5).



Karte 7: Die Seegraswiese bei Schlüttsiel. Die grüne Linie zeigt den Versuch den äußeren Rand der 20 %-Bedeckungsdichte zu kartieren. Die Flächenkartierung mussten abgebrochen werden und wurde durch die parallelen rot-gepunkteten Transektkartierungen ersetzt.



Foto 5: Fahrspuren eines Wattbaggers in der Seegraswiese Schlüttsiel (innerhalb der Lahnungsfelder).

Hamburger Hallig (24.07.2008)

Standort 6, Wasserkörper: N2.9500.01.06

Wie in Karte 8 zu sehen ist, befindet sich die Seegraswiese südlich der Spitze der Hamburger Hallig. Das Substrat in diesem Untersuchungsgebiet ist größtenteils sandig bis leicht schlickig.

Die Seegraswiese liegt nahezu komplett innerhalb von Lahnungsfeldern, durch die sie in Parzellen unterteilt und begrenzt wird. Nur die südlichsten Seegrasvorkommen liegen außerhalb der Lahnungsfelder und wachsen hier ohne Begrenzung. Im Norden und Westen grenzt die Seegraswiese direkt an die Uferbefestigung bzw. an ufernahe Lahnungen heran, während im Osten eine lang gezogene Lahnungsreihe den abrupten Abschluss des Seegrasvorkommens bildet.

Aufgrund der starken Unterteilung der Seegraswiese in Parzellen wurde keine Transektkartierung vorgenommen, da der Seegrasbestand innerhalb einer Parzelle recht homogen ausgebildet war, wohingegen die Seegrasdichte der verschiedenen Parzellen variiert. Im Durchschnitt lässt sich eine Bedeckungsdichte von ca. 40 % für den Seegrasbestand Hamburger Hallig festhalten. Es handelt sich um eine Wiese, die sich komplett aus *Zostera noltii* zusammensetzt. Epiphytenaufwuchs wurde nicht festgestellt. Die Makroalgendichte lag innerhalb der Lahnungsfelder bei unter 20 % und stieg in den Seegrasvorkommen südlich der Lahnungen auf 20 – 40 %. Die Makroalgenart war fast ausschließlich die eingeschleppte Rotalge *Gracilaria*.

Die Seegraswiese Hamburger Hallig war 2008 sehr stark durch Grüppelarbeiten geprägt, durch welche sie von Gräben und Wällen zerfurcht war (Foto 6). Besonders der mittlere und nord-östliche Teil der Wiese waren betroffen, in dem größere Seegrasflächen durch diese Arbeiten zerstört wurden. Der auffällig gerade und oftmals rechtwinkelige Verlauf der Seegraswiesengrenzen ist ebenfalls auf die Grabungsarbeiten zurückzuführen. In den noch erhaltenen Teilen der Wiese wurde das Seegras vielfach durch fahrende Bagger beschädigt, deren Spuren noch deutlich sichtbar waren.



Karte 8: 2008 wurde die Fläche der Seegraswiese an der Südküste der Hamburger Hallig durch Grüppelarbeiten deutlich reduziert.



Foto 6: Grüppelarbeiten in der Seegraswiese Hamburger Hallig.

Lundenberger Sand (25.07.2008)

Standort 7, Wasserkörper: N2.9500.01.06

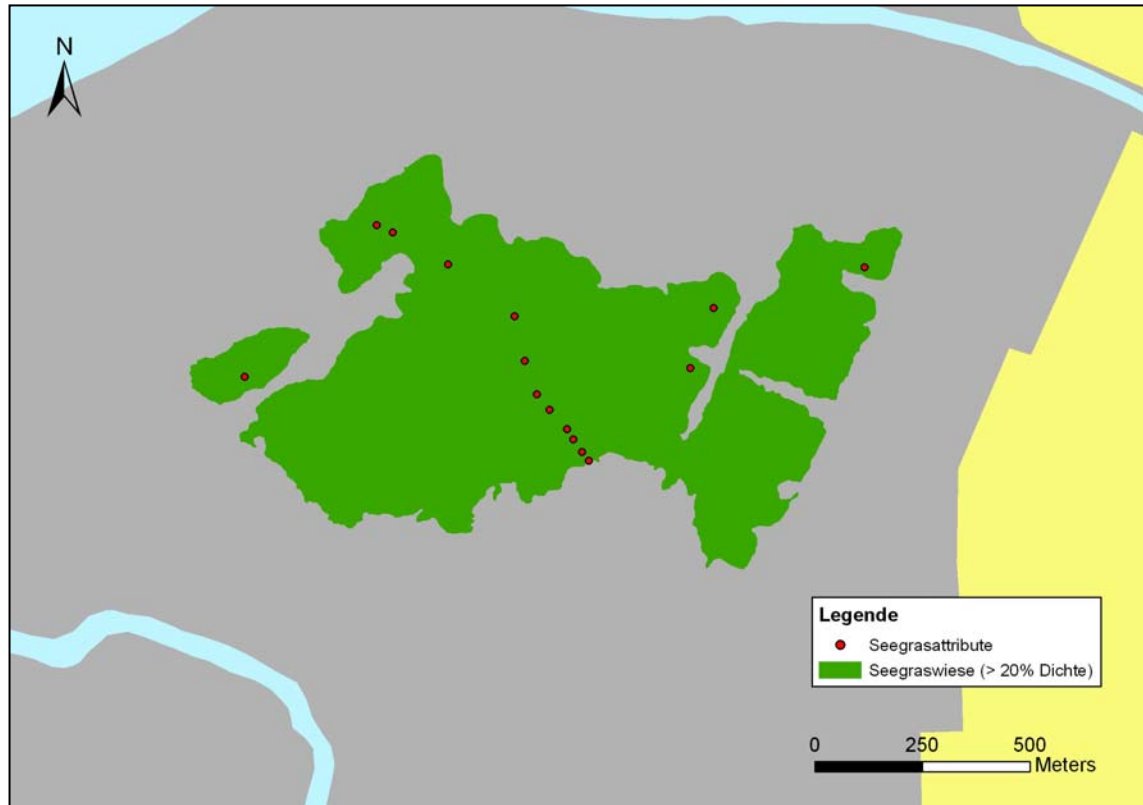
Die Seegraswiese befindet sich auf der Wattfläche Lundenberger Sand in der Husumer Bucht (Karte 9). Sie liegt ca. 1,2 km zum Deichfuß entfernt zwischen den ufernahen Lahnungsfeldern und dem Fahrwasser zum Husumer Hafen. Der Wattboden im Untersuchungsgebiet ist leicht schlickig.

Die Seegraswiese wächst zumeist ohne Begrenzung auf der Wattfläche. Nur im Süd-Osten grenzt sie an Lahnungen und wächst mit ihrem süd-östlichen Ausläufer in die Lahnungsfelder hinein. Die Seegraswiese zeichnet sich durch ihre beträchtliche Größe, hohe Bedeckungsdichte und weitläufige Homogenität aus. Sie wird komplett aus *Zostera noltii* gebildet. Die Seegrasdichte beträgt zumeist um 80 %. Nur die Randbereiche sowie die Ausläufer im Westen, Norden und Süd-Osten weisen Bedeckungsgrade von 20 – 40 % auf. Mit Ausnahme dieser drei Ausläufer, wo der Grenzverlauf diffus und der Übergang zur unbewachsenen Wattfläche fließend ist, erschien die Grenze der Seegraswiese scharf und deutlich ausgeprägt.

Das Seegras ist innerhalb der Wiese hauptsächlich homogen verteilt. Patches finden sich nur im westlichen und süd-östlichen Ausläufer. Zum Westen ist zu vermerken, dass neben den Seegraspatches zu gleichen Teilen auch Patches aus Mies- und Herzmuschelkonglomeraten vorkommen. Zudem ist der Untergrund in diesem Gebiet sehr stark von Muschelschalen durchsetzt.

Makroalgen - *Ulva* und *Enteromorpha* - waren in geringen Dichten von unter 20 % nur im westlichen und nördlichen Ausläufer vertreten. In der gesamten Seegraswiese wurde kein Epiphytenaufwuchs festgestellt.

Die Ausläufer der Seegraswiese im Westen und Süd-Osten waren 2007 noch eigene Seegrasbestände, die 2008 über Korridore aus Seegras mit der Hauptwiese zusammengewachsen sind und so bei der Kartierung mit aufgenommen wurden.



Karte 9: Die Seegraswiese auf dem Lundenberger Sand. Die roten Punkte markieren Positionen, an denen Bestandsmerkmale der Wiese erfasst wurden.



Foto 7: Die Seegraswiese Lundenberger Sand mit ihrer hohen Bedeckungsdichte.

Westerkoog (28.07.2008)

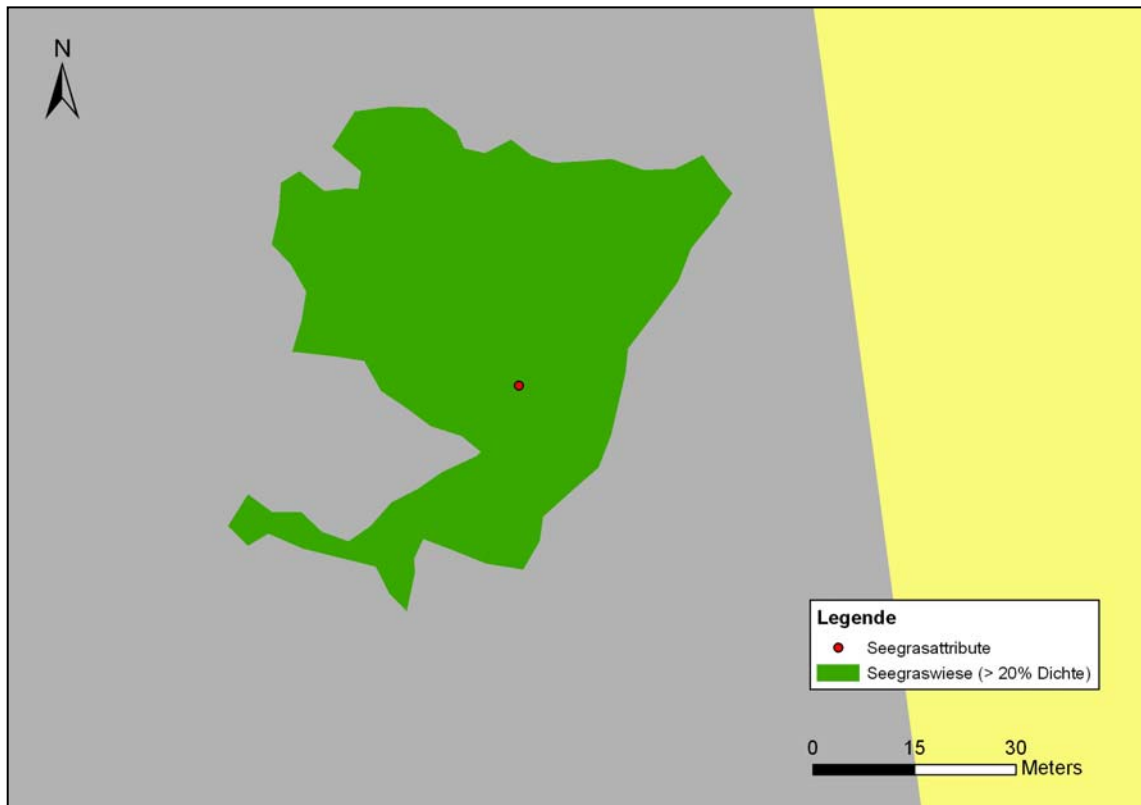
Standort 8, Wasserkörper: N4.9500.03.02

Die Seegraswiese am Westerkoog befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Deich (Karte 10), direkt an einer Badestelle. Der Wattboden im Untersuchungsgebiet ist sehr sandig und fest.

Der ufernahe Bereich ist von Lahnungen durchzogen und das Vorkommen der Seegraswiese beschränkt sich auf das Zentrum eines einzigen Lahnungsfeldes. Aufgrund der geringen Größe der Wiese und ihrer zentralen Lage im Lahnungsfeld, wird sie in ihrer Ausbreitung nicht durch die gezogenen Lahnungen begrenzt.

Bei der Seegraswiese Westerkoog handelt es sich um ein sehr kleines, lokal sehr begrenztes Seegrasvorkommen. Die Wiese wird ausschließlich aus *Zostera noltii* gebildet. Der Seegrasbestand ist stark in Patchform strukturiert und die Dichte wurde insgesamt auf 20 % beziffert. Auffallend war der hohe Anteil brauner, vermutlich durch starke Sonneneinstrahlung geschädigter Seegrasblätter.

Opportunistische Markoalgen waren durch die Gattung *Ulva* in geringen Dichten von unter 20 % vertreten. Es konnten keine Epiphyten ausgemacht werden. Im Randbereich der Seegraswiese befanden sich einzelne Horste des Schlickgrases *Spartina*.



Karte 10: Die Seegraswiese vor dem Westerkoog.



Foto 8: Die Seegraswiese Westerkoog zeichnet sich durch eine heterogene räumliche Verteilung des Seegrases aus (Seegraspatches).

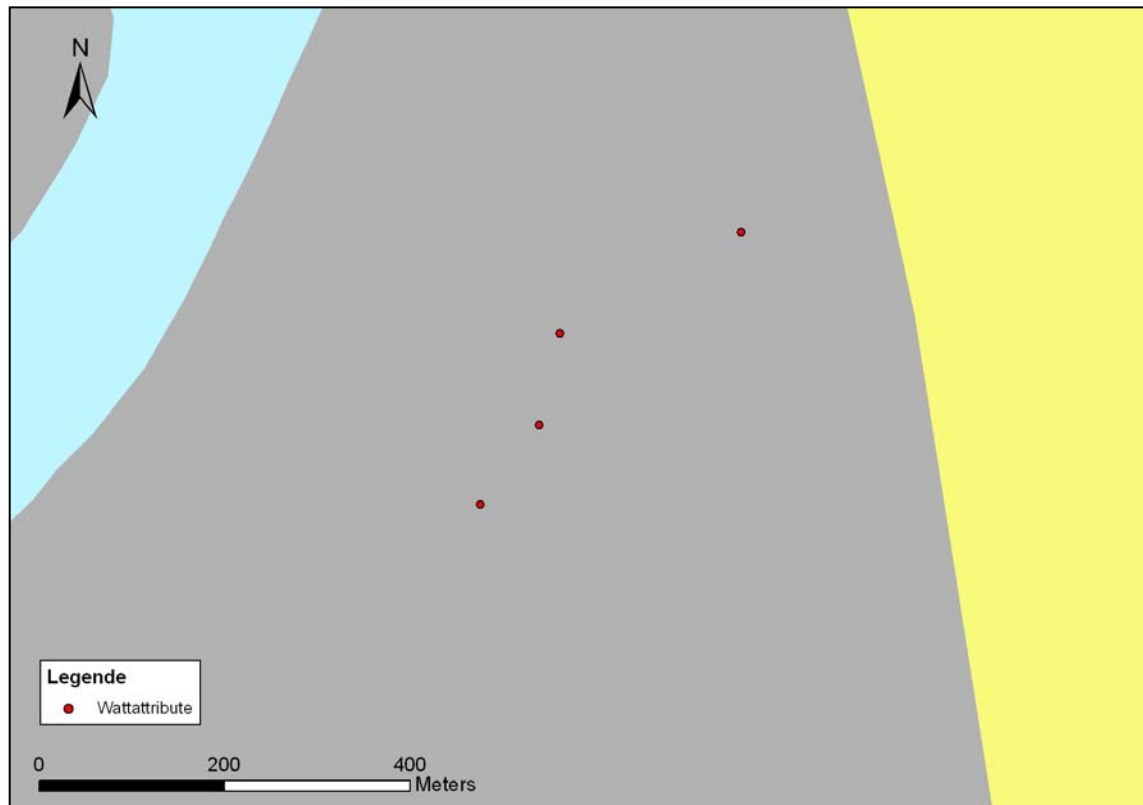
Estsiel (28.07.2008)

Standort 9, Wasserkörper: N4.9500.03.02

Der Standort Estsiel befindet sich an einer Badestelle in direkter Nähe zum Deich (Karte 11). Der Untergrund besteht aus sehr festem Sandwatt. 2006 wurde hier eine Seegraswiese im Bereich der deichnahen Lahnungsfelder kartiert.

2008 konnte trotz intensiver Suche weder wachsendes Seegras noch Hinweise auf einen vergangenen oder entfernt gelegenen Seegrasbestand gefunden werden. Angespültes Seegras, das auf ein vorzeitiges Verschwinden der Wiese hätte hindeuten können, war nicht zu beobachten. Auffällig war, dass das Sandwatt an diesem Standort eine extrem hohe Dichte des Wattwurms *Arenicola* zu verzeichnen hatte (Foto 9), was mit einem Seegrasvorkommen negativ korreliert ist (Philippart 1994).

Zwischen den Lahnungen in Deichnähe wurde ein dichtes, aber vereinzelt und lokal sehr begrenztes Feld bestehend aus der Makroalge *Chaetomorpha* gesichtet. Außerhalb der Lahnungsfelder sowie am äußeren seewärtigen Rand der Lahnungsreihen waren keine Makroalgen zu finden.



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



Foto 9: Das Sandwatt bei Estsiel ist durch eine hohe *Arenicola*-Dichte geprägt. Es wurde kein Seegrasbestand festgestellt.

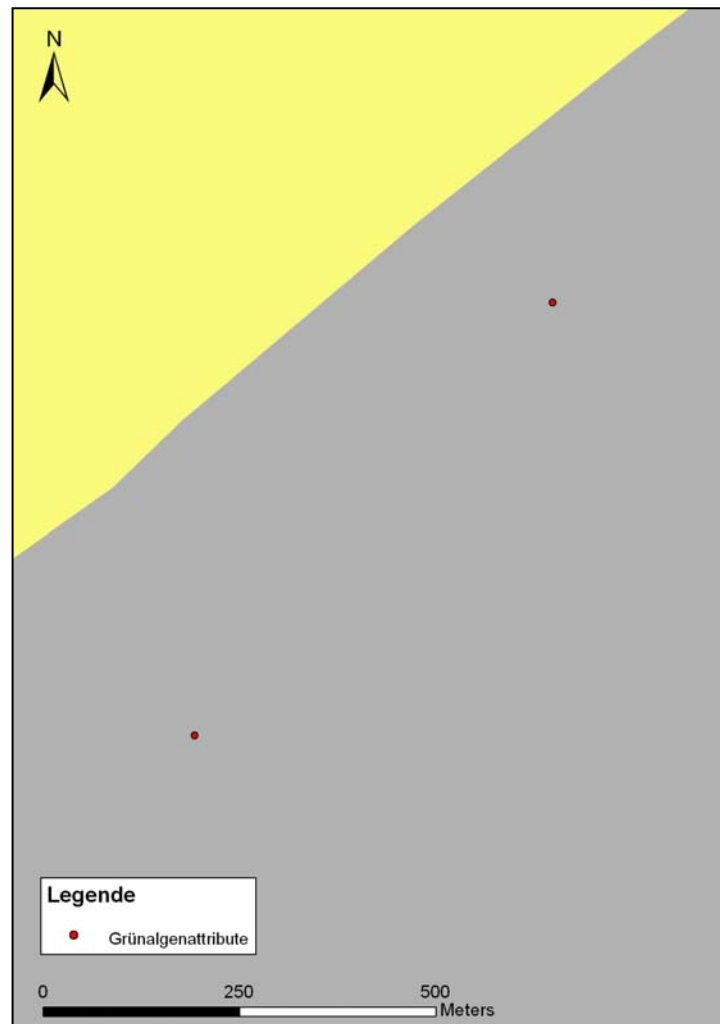
Büsum (28.07.2008)

Standort 10, Wasserkörper: N4.9500.03.02

Der zu untersuchende Standort befindet sich an der Badestelle Büsum-Süd, östlich des Büsumer Hafens (Karte 12). Der Wattboden im Untersuchungsgebiet ist sandig und fest und durch eine hohe Dichte des Wattwurms *Arenicola* gekennzeichnet.

Trotz intensiver Begehung des Gebietes konnte an diesem Standort weder Seegras noch angespültes Seegras festgestellt werden. Am westlichen Untersuchungspunkt wurde südlich eines kleinen Priels ein großes Makroalgenfeld, bestehend aus *Ulva* beobachtet (Foto 10). Auffällig waren sowohl die Ausmaße des Feldes als auch die sehr homogene Verteilung der einzelnen *Ulva*-Thali innerhalb des Feldes. Der Bedeckungsgrad wurde auf ca. 60 % beziffert.

Am östlichen Untersuchungspunkt war in Nähe der Lahnungen ein *Enteromorpha*-Feld festzustellen. Der Bedeckungsgrad betrug hier 20 – 40 %.



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



Foto 10: Das *Ulva*-Feld am westlichen Untersuchungspunkt am Standort Büsum.

Trischendamm (28.07.2008), Untersuchungsgebiet 11 / 12

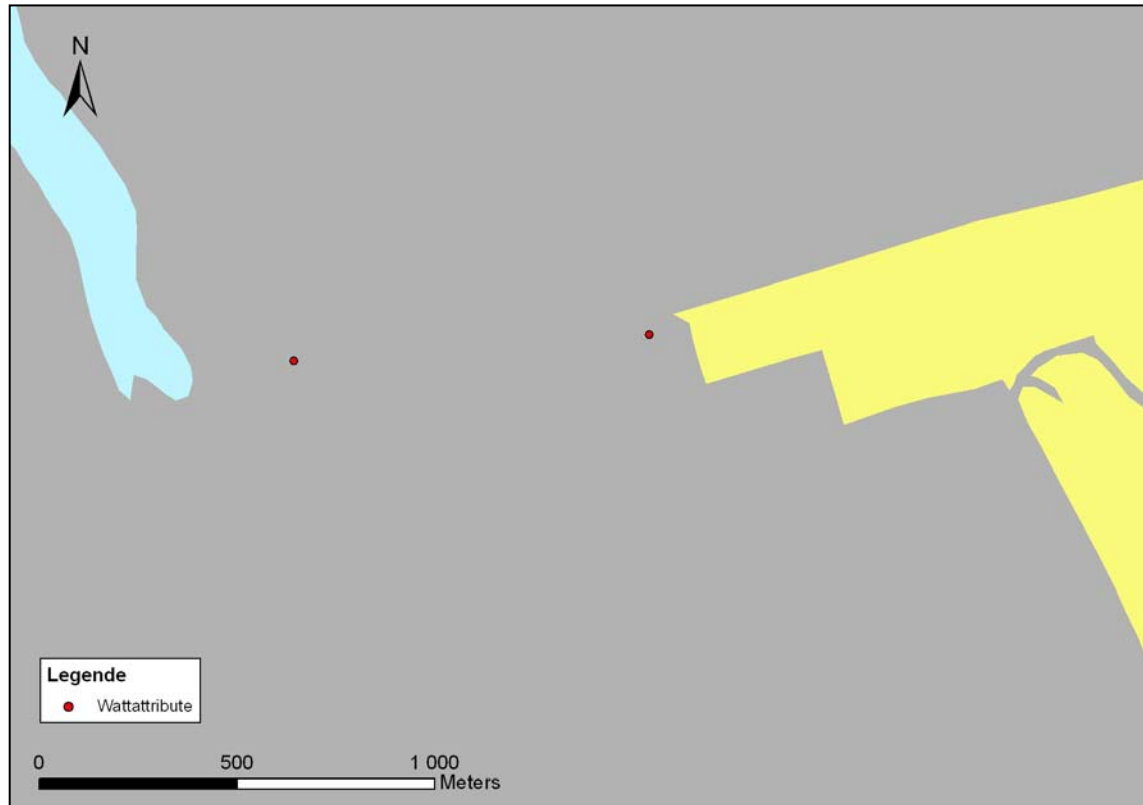
Trischendamm Nord, Standort 11, Wasserkörper: N4.9500.03.02

Trischendamm Süd, Standort 12, Wasserkörper: N4.5000.04.02

Der künstlich aufgeschüttete Trischendamm trennt die Wasserkörper N4.9500.03.02, der nördlich des Trischendamms liegt, und N4.5000.04.02, welcher sich südlich des Damms befindet. Somit können in diesem Untersuchungsgebiet zwei Standorte beprobt werden (Karte 13). Die Beobachtungen und Begehungen wurden jeweils vom Trischendamm ausgehend in senkrechten südlichen und nördlichen Transekten durchgeführt.

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

An der südlichen Seite des Trischendamms befindet sich entlang der ersten 1,5 km eine Salzwiese (Foto 11), die auf dem letzten seewärtigen Kilometer durch anschließende Lahnungsfelder abgelöst wird. In diesen Lahnungsfeldern ist ein vermehrtes Vorkommen von *Spartina* festzustellen. Seegraswiesen und zusammengespültes Seegras wurden auch an der Südseite des Trischendamms nicht festgestellt.



Karte 13: Die roten Punkte markieren Kontrollstellen auf der Mitte und am Ende des Trischendamms. Neben diesen Kontrollstellen wurden Beobachtungen und Begehungen in Form von senkrechten Transekten entlang des gesamten Damms durchgeführt.



Foto 11: Der Trischendamm mit nördlich gelegenen Wattflächen und südlich angrenzender Salzwiese.

3.2 Zusammenfassung der Ergebnisse der Dauermessstellen

Insgesamt wurden 12 festgelegte, dauerhafte Messstandorte, die sich relativ regelmäßig verteilt entlang der gesamten Westküste Schleswig-Holsteins befinden, in Bezug auf Seegras untersucht (Karte 2). 7 Beprobungsstellen liegen im größeren Nordfriesischen Wattenmeer, während die übrigen 5 Standorte im Dithmarscher Wattenmeer zu finden sind.

An 4 der 12 Dauermessstellen konnte kein Seegrasbestand festgestellt werden. Alle 4 Messstellen liegen im Dithmarscher Wattenmeer und repräsentieren Standorte, an denen Seegras potentiell vorkommen könnte. Nur an der nördlichsten Dauermessstelle des Dithmarscher Wattenmeeres (Westerkoog) befindet sich ein Vorkommen, wobei es sich mit 0,27 ha um die kleinste Seegraswiese aller Dauermessstationen handelt.

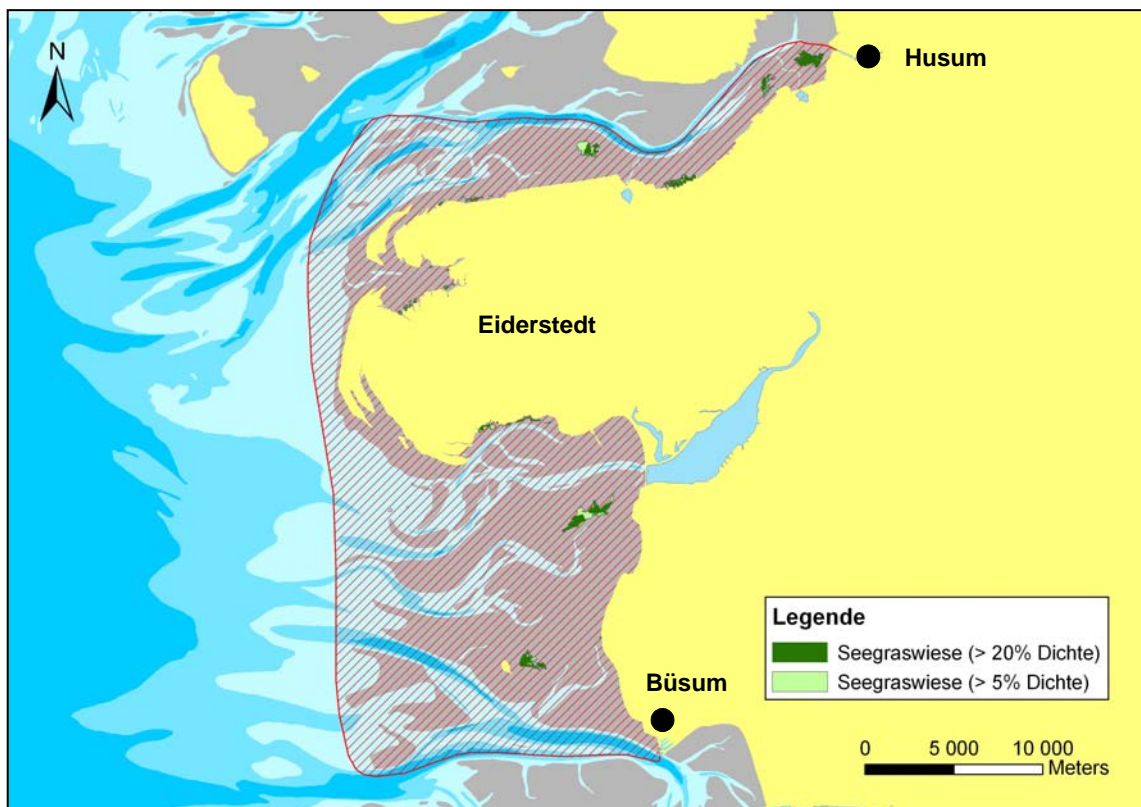
An allen 7 Dauermessstellen in Nordfriesland liegen Seegraswiesen vor. Ihre Größe variiert von 3,8 ha bis 159,2 ha (Tabelle 3).

Alle Seegraswiesen der Dauermessstellen weisen Bewuchsdichten von über 20 % auf und in den meisten Fällen ist *Zostera noltii* die bestandsbildende Art. Nur an der nördlichsten Dauermessstelle Schleswig-Holsteins (Tonnenlegerbucht) bildet sich der Bestand in erster Linie aus *Zostera marina*, während sich die Seegraswiesen in Dagebüll und Schlüttsiel aus beiden Seegrasarten zusammensetzten (Tabelle 4). Insgesamt fiel auf, dass kaum Epiphytenaufwuchs und nur ein relativ geringer Makroalgenbestand in den Seegraswiesen festgestellt werden konnte.

Das Gesamtbild der kartierten Seegraswiesen an den Dauermessstellen im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer ergibt eine heterogene räumliche Verteilung: Während im Nordfriesischen Wattenmeer (Küstengewässertyp N2) großflächige und dicht ausgeprägte Seegraswiesen festzustellen sind, fielen die Seegrasbestände im südlicheren Dithmarscher Wattenmeer (Küstengewässertyp N4) vergleichsweise gering und spärlich aus.

3.3 Ergebnisse der 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. Der Teilbereich von 2008 umfasst die Seegrasvorkommen um die Halbinsel Eiderstedt von den Städten Husum bis Büsum (Karte 14).



Karte 14: Die rot-schraffierte Fläche zeigt das Untersuchungsgebiet der 1/6-Kartierung 2008. Auf den Wattflächen zwischen Husum und Büsum wurden alle Seegrasbestände erfasst, die in der Karte in hell- (> 5 % Dichte) und dunkelgrün (> 20 % Dichte) dargestellt sind.

Die Kartierung ergab, dass das Untersuchungsgebiet mit den Seegrasvorkommen in 8 Teilgebiete untergliedert werden kann (Karte 15):

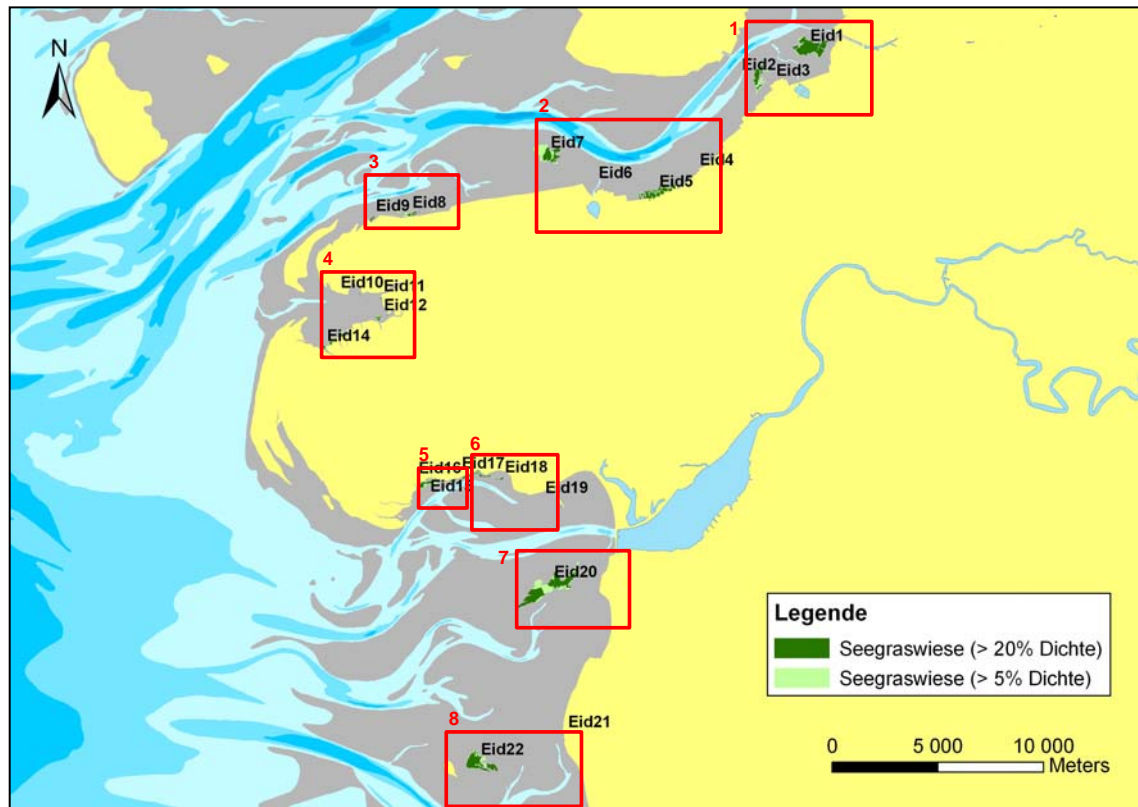
- Lundenberger Sand (1),
- Sophien-Sommer-Koog (2),
- Norderdeich (3),
- Tümlauer Bucht (4),
- Süderhöft (5),
- Kleine Vollerwiekplate (6),
- Wesselburener Watt (7) und
- Blauortsand (8).

In diesen 8 Gebieten wurden insgesamt 22 Seegraswiesen bzw. zusammen liegende Seegrasbestände (Eid1 bis Eid22) kartiert.

Die Seegraswiesen lassen sich einteilen in Wiesen, die

- a) frei auf den Wattflächen ohne Begrenzung durch Lahnungen wachsen,
- b) innerhalb von Lahnungsfeldern wachsen und durch die Lahnungen parzelliert, fragmentiert und in ihrer räumlichen Ausdehnung begrenzt werden.

Die Seegraswiesen, die ohne Begrenzung wachsen, sind deutlich heterogener in ihrem Bestand, weswegen die Zusammensetzung dieser Wiesen über Transektkartierungen erfasst wurde. Der Seegrasbestand einer Wiese innerhalb eines Lahnungsfeldes ist relativ homogen, weshalb eine Transektkartierung innerhalb eines Feldes nicht nötig war. Die Bestandsmerkmale wurden stattdessen einmal zentral für die einzelnen Lahnungsfelder erhoben.



Karte 15: Das Untersuchungsgebiet der 1/6-Kartierung 2008 wurde zur näheren Beschreibung in 8 Teilgebiete untergliedert.

In Tabelle 5 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 einnimmt. Auf die Darstellung des Anteils des Umfangs der dichten Fläche (> 20 %) am Gesamtumfang wurde verzichtet, da eine dichte Fläche, die ähnliche Ausmaße wie die Gesamtfläche hat, dabei aber stark eingebuchtet ist, einen größeren Umfang haben kann als der Umfang der Gesamtfläche.

Tabelle 6 zeigt die Durchschnittswerte der ökologischen Parameter, die im Rahmen der 1/6-Kartierung an der jeweiligen Seegraswiese erhoben wurden.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Teilgebiete mit jeweils einer graphischen Darstellung der Flächen folgt auf den nächsten Seiten. Aufgrund der stark unterschiedlichen Größen der Seegrasbestände, ist bei den Graphiken auf die Skalierung zu achten. Die Lage der einzelnen Teilgebiete ist jeweils der Karte 15 zu entnehmen.

Tabelle 5: Flächen (in m²), Umfang (in m) und Anteil (in %) der Bedeckung mit > 20 % an der Gesamtfläche der Seegrasswiesen der 1/6-Kartierung.

Nr	Name	Gesamtfläche (> 5%- und > 20%- Bedeckung; in m ²)	Fläche > 20%- Bedeckung (in m ²)	Anteil > 20%- Fläche an Gesamtfläche (in %)	Gesamtumfang (> 5%- und > 20%- Bedeckung; in m)	Umfang > 20%- Bedeckung (in m)
Eid1	Lundenberger Sand	847462	762060	90	8979	8501
Eid2	Simonsberger Koog	349016	196784	56	8538	5121
Eid3	Simonsberger Koog - Lahnung	818	818	100	303	303
Eid4	Uelvesbüller Koog	1330	0	-	178	0
Eid5	Sophien-Sommer-Koog	428786	353528	82	11859	12120
Eid6	Sieversfletherkoog - Yachthafen	436	0	-	138	0
Eid7	Norderheverkoog	688263	307799	45	6853	6328
Eid8	Augustenkoog	110613	42469	38	7554	4078
Eid9	Norderdeich	17915	16425	92	1034	965
Eid10	Tümlauer Bucht - Süderdeich	6090	3248	53	875	493
Eid11	Tümlauer Bucht - Sperrwerk	8663	3175	37	607	368
Eid12	Tümlauer Bucht - Süd-Ost	45235	25985	57	2027	1452
Eid13	Tümlauer Bucht - Süd, Lahnungen	94435	48402	51	5209	3166
Eid14	Tümlauer Bucht - Süd	33625	15796	47	873	505
Eid15	Süderhöft	203616	84934	42	4897	3259
Eid16	Kleine Vollerwiekplate	16553	12479	75	1925	1368
Eid17	Kleine Vollerwiekplate - Estensiel	111493	79200	71	5495	5454
Eid18	Kleine Vollerwiekplate - Westerdeich	11109	11109	100	972	972
Eid19	Große Vollerwiekplate	442	0	-	99	0
Eid20	Wesselburener Watt	1476721	937576	63	12616	11768
Eid21	Westerkoog	5066	2711	54	317	323
Eid22	Blauortsand	678878	523449	77	9891	10817

Tabelle 6: Die ökologischen Parameter der Gesamtbewertung der Seegraswiesen, die im Rahmen der 1/6-Kartierung erhoben wurden. Die Gesamtbewertung basiert auf den Transektkartierungen.

Nr	Name	Seegrasdichte (%)	Seegrasart	Epiphyten-dichte (%)	Makroalgen-dichte (%)	Makroalgenart	2. Makroalgenart
Eid1	Lundenberger Sand	60 - 80%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
Eid2	Simonsberger Koog	40 - 60%	Zostera noltii	keine	< 20%	Ulva	Enteromorpha
Eid3	Simonsberger Koog - Lahnung	20 - 40%	Zostera noltii	< 25%	< 20%	Ulva	keine
Eid4	Uelvesbüller Koog	< 20%	Zostera noltii	keine	< 20%	Ulva	keine
Eid5	Sophien-Sommer-Koog	40 - 60%	Zostera noltii	keine	< 20%	Enteromorpha	Ulva
Eid6	Sieversfletherkoog - Yachthafen	< 20%	Zostera noltii	keine	20 - 40%	Enteromorpha	keine
Eid7	Norderheverkoog	40 - 60%	Mixed Zostera	keine	20 - 40%	Chaetomorpha	Enteromorpha
Eid8	Augustenkoog	20 - 40%	Zostera noltii	keine	< 20%	Chaetomorpha	keine
Eid9	Norderdeich	60 - 80%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
Eid10	Tümlauer Bucht - Süderdeich	20 - 40%	Zostera noltii	keine	< 20%	Gracilaria	keine
Eid11	Tümlauer Bucht - Sperrwerk	20 - 40%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
Eid12	Tümlauer Bucht - Süd-Ost	20 - 40%	Zostera noltii	keine	< 20%	Gracilaria	keine
Eid13	Tümlauer Bucht - Süd, Lahnungen	20 - 40%	Zostera noltii	keine	< 20%	Gracilaria	Ulva
Eid14	Tümlauer Bucht - Süd	40 - 60%	Zostera noltii	keine	< 20%	Gracilaria	keine
Eid15	Süderhöft	20 - 40%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
Eid16	Kleine Vollerwiekplate	20 - 40%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
Eid17	Kleine Vollerwiekplate - Estensiel	40 - 60%	Zostera noltii	keine	< 20%	Ulva	keine
Eid18	Kleine Vollerwiekplate - Westerdeich	20 - 40%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
Eid19	Große Vollerwiekplate	< 20%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
Eid20	Wesselburener Watt	20 - 40%	Zostera noltii	keine	keine	keine	keine
Eid21	Westerkoog	20 - 40%	Zostera noltii	keine	< 20%	Ulva	keine
Eid22	Blauortsand	40 - 60%	Zostera noltii	keine	< 20%	Ulva	keine

Gebiet 1: Lundenberger Sand (30.07. – 31.07.2008)

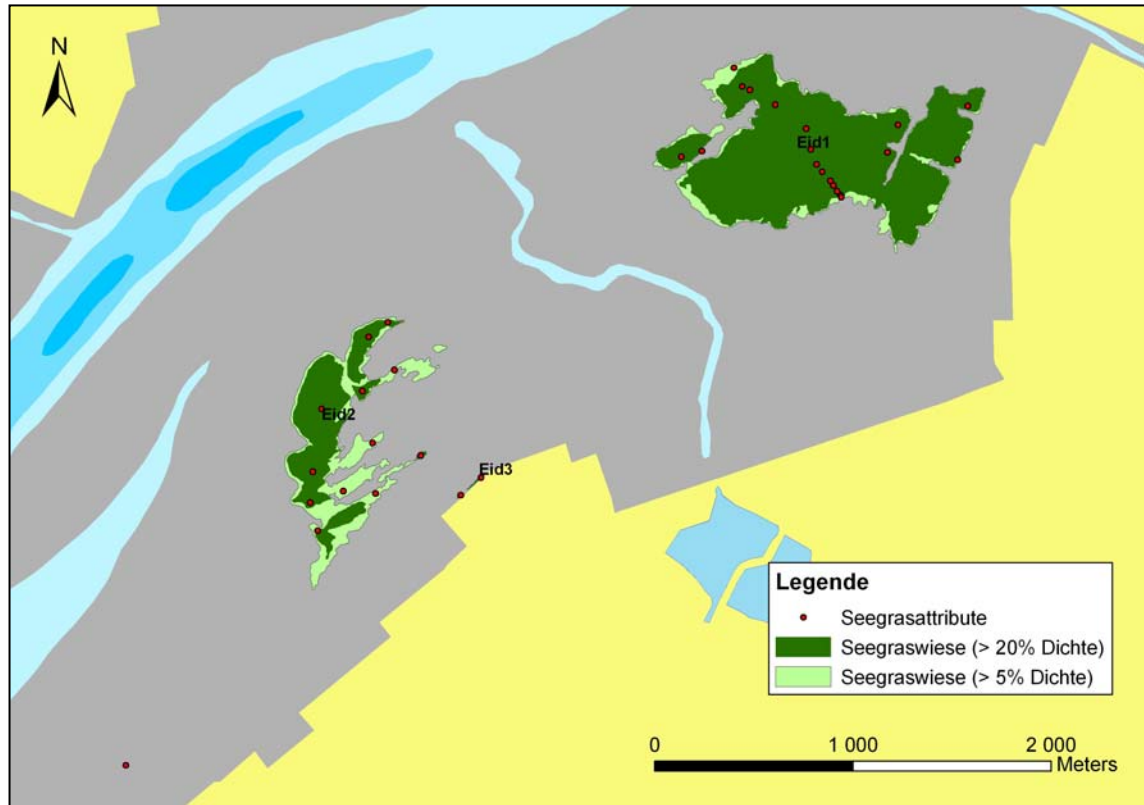
Seegraswiesen Eid1 bis Eid3, Wasserkörper: N2.9500.01.06

Das Gebiet 1 stellt die Wattfläche Lundenberger Sand und die Watten vor dem Simonsberger Koog dar, auf denen sich 3 Seegraswiesen befinden (Karte 16). Alle 3 Wiesen liegen in einiger Entfernung zum Ufer zwischen Deich und Westerheverstrom. Sie wachsen weitestgehend ohne Begrenzung auf den Wattflächen.

Die Seegraswiese Lundenberger Sand (Eid1) ist bezogen auf ihre Gesamtfläche mit 84 ha die zweitgrößte Seegraswiese, die im Rahmen der 1/6-Kartierung 2008 erfasst wurde. Sie zeichnet sich neben der großen Ausdehnung auch durch einen homogenen Seegrasbestand und einer hohen Seegrasdichte von zumeist 80 % aus. Makroalgen sind nur in den nördlichen Rändern der Wiese zu finden - an der Seite, die dem Westerheverstrom zugewandt ist. Da diese Wiese zudem eine Dauermessstelle ist, ist sie im Detail auf den Seiten 28-29 beschrieben.

Die Seegraswiese Simonsberger Koog (Eid2) setzt sich komplett aus *Zostera noltii* zusammen und hat in ihrem dichten Kern überwiegend einen Bedeckungsgrad von 40 – 60 %. Sie weist aber zudem im Osten und Süden lang gezogene, dünne Ausläufer mit einer Seegrasdichte von unter 20 % auf. In der gesamten Wiese sind Makroalgen, vornehmlich *Enteromorpha* und *Ulva*, zu finden, die jedoch lediglich einen Bedeckungsgrad von unter 20 % einnehmen. Epiphyten waren so gut wie keine vorhanden.

Bei dem Seegrasbestand Eid3 handelt es sich um ein lang gestrecktes kleines Vorkommen, was an der Außenkante einer Lahnungsreihe befindet. Der Seegrasbestand wird aus *Zostera noltii* gebildet und weist eine Dichte von 20 – 40 % auf. Epiphyten (< 25 %) sowie die Makroalge *Ulva* (< 20 %) finden sich nur in der nördlich-östlichen Hälfte.



Karte 16: Gebiet 1 (Lundenberger Sand) der 1/6-Kartierung von 2008 mit den Seegrasswiesen Eid1 bis Eid3.

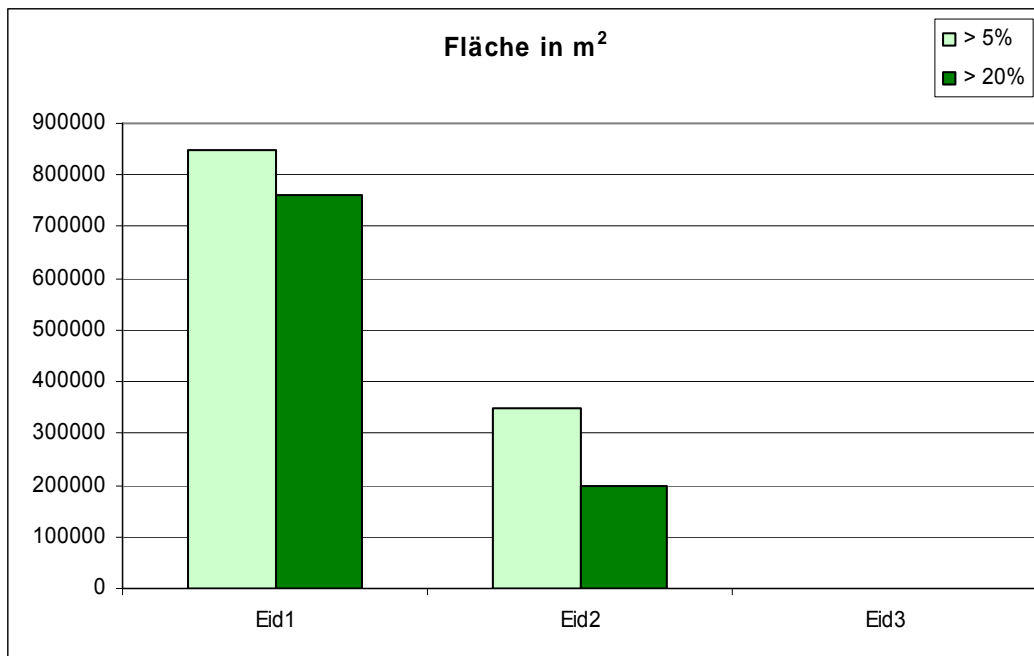


Abb. 3: Gesamtfläche (> 5 %) und Fläche des dichten Kerns (> 20 %) der Seegrasswiesen Eid1, Eid2 und Eid3.

Gebiet 2: Sophien-Sommer-Koog (31.07. – 02.08.2008)

Seegraswiesen Eid4 bis Eid7, Wasserkörper: N2.9500.01.06

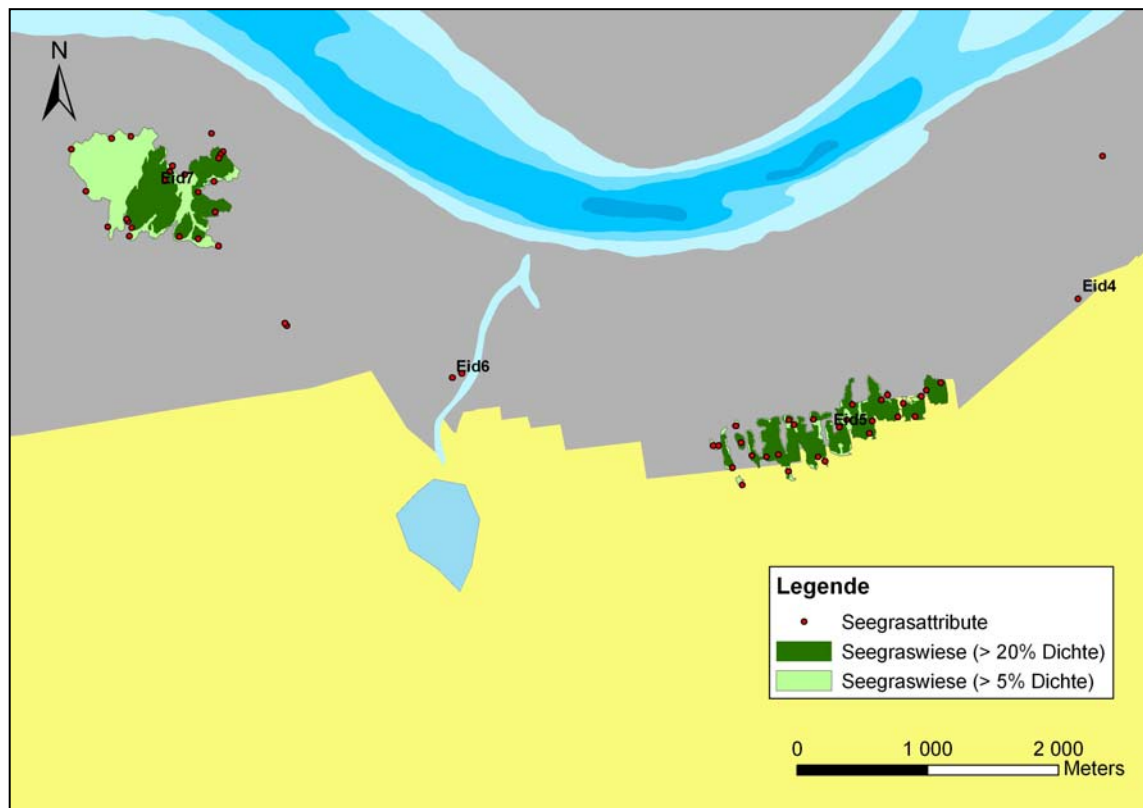
Bei dem Seegrasbestand Eid4 handelt es sich um ein sehr kleines, dünnes (< 20 %) und vereinzelt *Zostera noltii*-Vorkommen, in dem die Makroalge *Ulva* mit unter 20 % vertreten ist.

Die Seegraswiese Sophien-Sommer-Koog (Eid5) ist einer mächtigen Salzwiese vorgelagert, an welche sie unmittelbar angrenzt. Die Wiese befindet sich in Bereich von Lahnungen und wird durch die einzelnen Lahnungsfelder begrenzt und parzelliert. Hieraus ergibt sich eine charakteristische Form der Seegraswiesen, die sich aus Quadraten zusammensetzt (Karte 17). Vielfach füllt der Seegrasbestand, der ausschließlich aus *Zostera noltii* gebildet wird, die Lahnungsfelder komplett aus. Der mittlere Bedeckungsgrad beläuft sich auf 40 – 60 %, wobei lediglich die Ränder der einzelnen „Seegrasparzellen“ gelegentliche Dichten von 5 – 20 % aufweisen. In allen Teilen der Seegraswiese sind Makroalgen in geringer Dichte (< 20 %) zu finden, wobei hauptsächlich *Enteromorpha* und wenig *Ulva* vorkommen. Epiphyten sind nicht angetroffen worden.

Der Seegrasbestand Eid6 ist dem Sieversfletherkoog vorgelagert und befindet sich in einem Lahnungsfeld in Nähe des Fahrwassers zum Yachthafen. Das lokale, kleine *Zostera noltii*-Vorkommen weist eine Dichte von unter 20 % auf. Die Makroalge *Enteromorpha* ist mit der gleichen Bedeckungsdichte zu finden. Epiphyten waren nicht auszumachen.

Die Seegraswiese Norderheverkoog (Eid7) wächst ohne Begrenzung durch Lahnungen in der Nähe des Westerheverstroms. Sie ist mit 68 ha die drittgrößte Seegraswiese der 1/6-Kartierung von 2008. Die Wiese lässt sich in eine dünne (5 - 20 %), westliche Hälfte und eine dichte, östliche Hälfte, die einen mittleren Bedeckungsgrad um 60 % aufweist, einteilen. Die östliche Hälfte hat eine deutlich ausgeprägte Grenze, während die westliche Seite sukzessive in einen *Chaetomorpha*-Bestand übergeht. Während *Chaetomorpha* im Osten der Seegraswiese zusammen mit anderen Markoalgen lediglich eine Dichte von unter 20 % erreicht, nimmt ihr Anteil nach Westen und Norden hin immer weiter zu. Die Makroalgendichte übersteigt die Seegrasdichte und weist an der West- und Nordgrenze, die dem Westerheverstrom zugewandt sind, eine Bedeckung von bis zu 40 - 60 %. In diesem dichten Makroalgenfeld ist die Seegrasgrenze nur sehr schwer auszumachen. Insgesamt besteht die Seegraswiese Norderheverkoog sowohl aus *Zostera noltii* als auch *Zostera marina*. Beide Arten sind in verschiedenen Teilen der Seegraswiese

bestandsbildend, aber kommen auch zu ähnlichen Anteilen nebeneinander vor (Mixed *Zostera*). Es wurden keine Epiphyten gesichtet.



Karte 17: Gebiet 2 (Sophien-Sommer-Koog) der 1/6-Kartierung von 2008 mit den Seegrasswiesen Eid4 bis Eid7. Die leichte Passungsgenauigkeit von Eid5 liegt in der Kartengrundlage begründet.

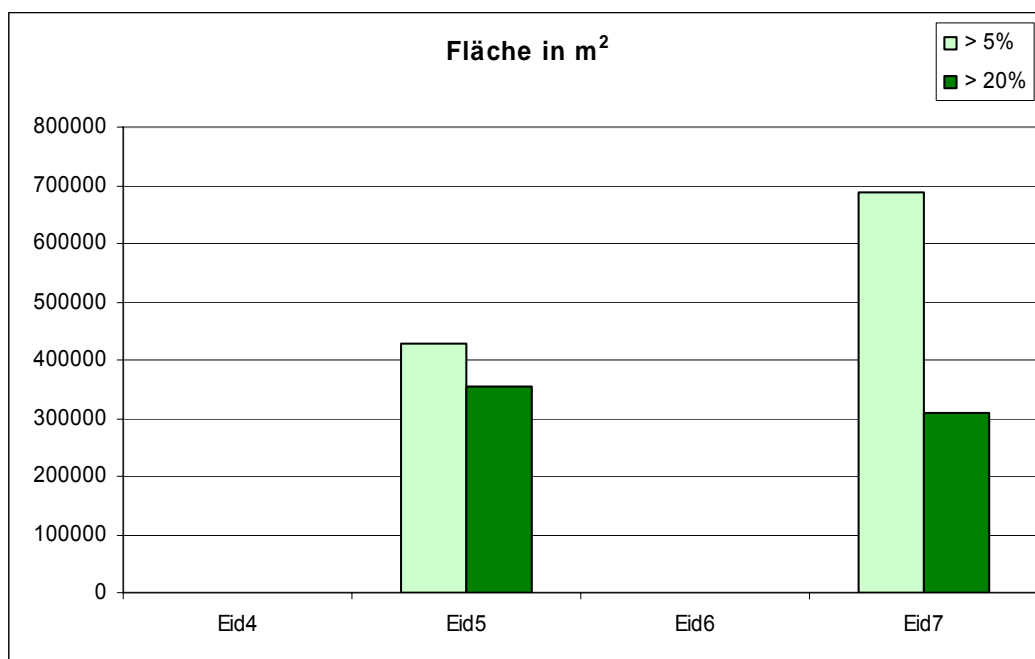


Abb. 4: Gesamtfläche (> 5 %) und Fläche des dichten Kerns (> 20 %) der Seegrasswiesen Eid4 bis Eid7.

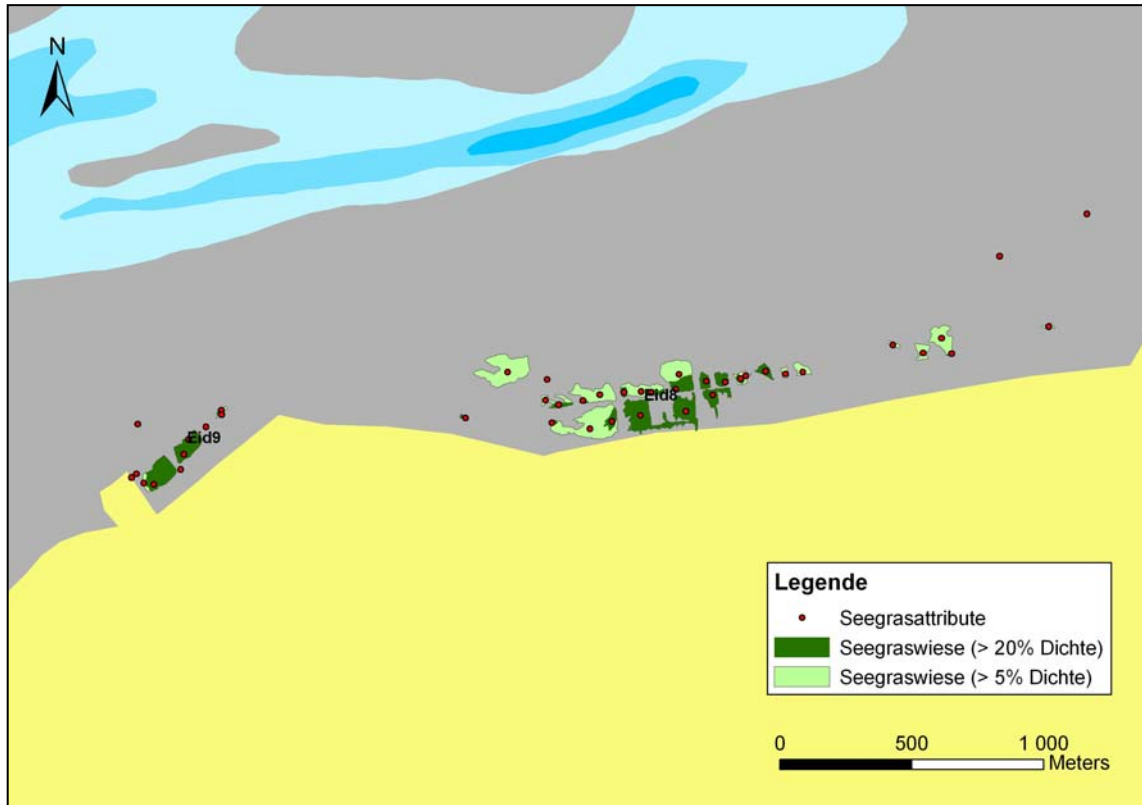
Gebiet 3: Norderdeich (07.08. – 09.08.2008)

Seegraswiesen Eid8 und Eid9, Wasserkörper: N2.9500.01.06

Die Seegraswiesen Eid8 und Eid9 liegen am nord-westlichen Ende der Halbinsel Eiderstedt (Karte 18). Sie befinden sich in Nähe des Westerheverstroms und des Westerheversands und wachsen aufgrund der exponierten Lage nur im Schutz der Lahnungen.

Unter Eid8 (Augustenkoog) wurden eine Seegraswiese und angrenzende Seegrasbestände im Osten zusammengefasst. Die Seegrasvorkommen sind einer Salzwiese unmittelbar vorgelagert und wachsen innerhalb von Lahnungsfeldern, durch die der Seegrasbestand begrenzt, parzelliert und fragmentiert wird. Das gesamte Vorkommen wird aus *Zostera noltii* gebildet und erreicht hauptsächlich Bedeckungsdichten von 20 - 40 %. Die Seegrasbestände im Osten sowie die westlichen Ausläufer der Seegraswiese sind durch geringere Dichten von 5 - 20 % gekennzeichnet. Makroalgen wurden keine oder maximal unter 20 % ausgemacht, wobei es sich dann um *Enteromorpha* und *Chaetomorpha* handelte. Epiphyten wurden nicht festgestellt.

Die Seegraswiese Norderdeich (Eid9) stellt ein kleineres, dichtes *Zostera noltii*-Vorkommen innerhalb von Lahnungsfeldern dar. Die 5 %- und 20 %-Bedeckungsgrenze verlaufen in weiten Teilen deckungsgleich und die Seegrasdichte erreicht oftmals 60 - 80 %. In diesem Bestand wurden weder Makroalgen noch Epiphyten beobachtet. Weiter westlich befindet sich der Westerheversand, auf dem keine Seegrasvorkommen festgestellt wurde



Karte 18: Gebiet 3 (Norderdeich) der 1/6-Kartierung von 2008 mit den Seegraswiesen Eid8 und Eid9.

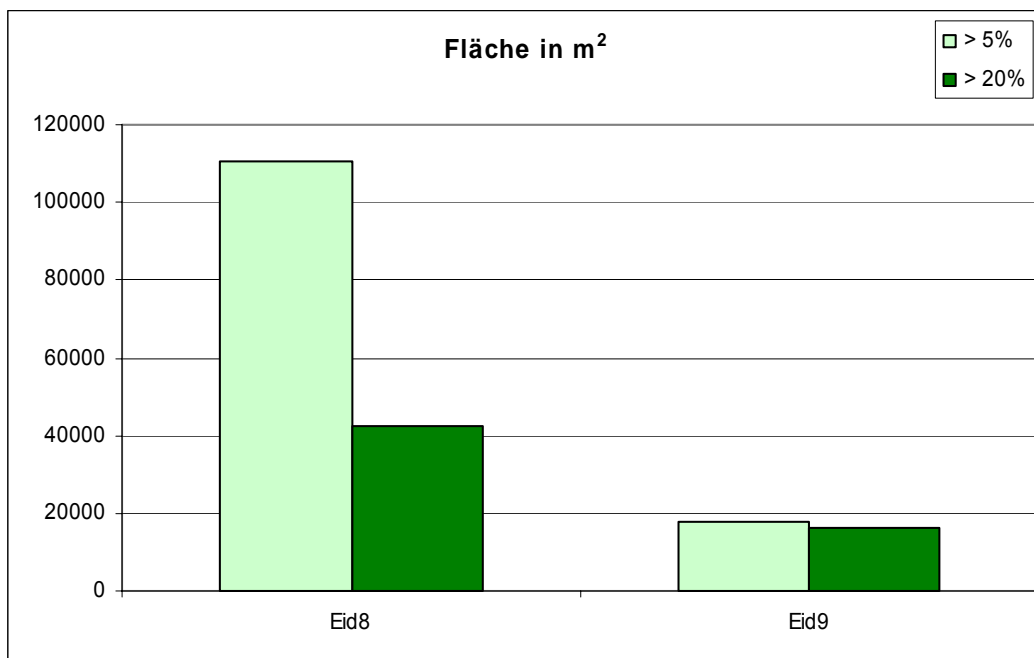


Abb. 5: Gesamtfläche (> 5 %) und Fläche des dichten Kerns (> 20 %) der Seegraswiesen Eid8 und Eid9.

Gebiet 4: Tümlauer Bucht

Seegraswiese Eid10 bis Eid14, Wasserkörper: N2.9500.01.06

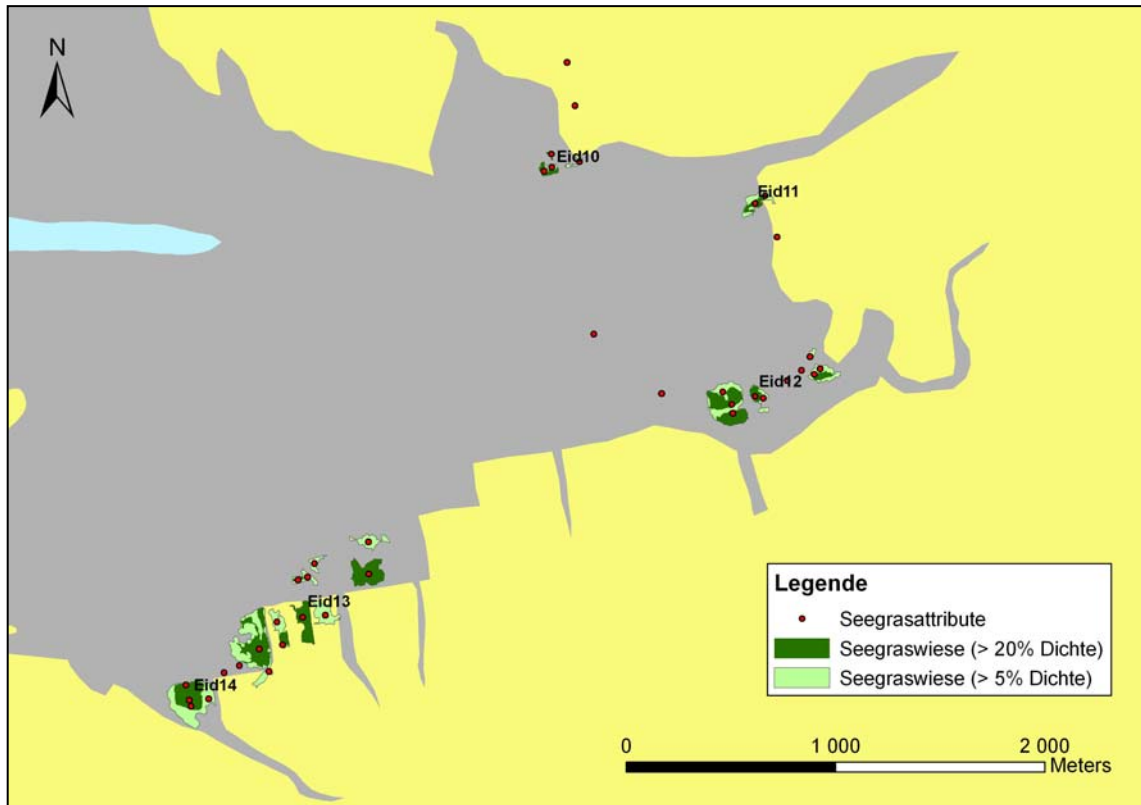
Die Tümlauer Bucht am westlichen Ende der Halbinsel Eiderstedt bildet einen geschützten Bereich, in dem sich mehrere Seegraswiesen ausbilden konnten (Karte 19). Alle Wiesen sind am Rande der Bucht, vornehmlich im Süden, zu finden. Während die Seegrasbestände Tümlauer Bucht – Süderdeich (Eid10) und Tümlauer Bucht - Süd, Lahnungen (Eid13) innerhalb von Lahnungsfeldern vorkommen, wachsen die Wiesen Tümlauer Bucht - Sperrwerk (Eid11), Tümlauer Bucht - Süd-Ost (Eid12) und Tümlauer Bucht – Süd (Eid14) ohne Begrenzung.

Bei der Seegraswiese Tümlauer Bucht – Süderdeich (Eid10) handelt es sich um drei sehr kleine zusammen liegende *Zostera noltii*-Vorkommen, die eine Dichte um 20 % aufweisen. Erwähnenswert ist das Auftreten der Makroalge *Gracilaria*, wenn auch in geringen Dichten von unter 20 %. Epiphyten wurden nicht beobachtet.

Die Seegraswiese Tümlauer Bucht - Sperrwerk (Eid11) befindet sich südlich eines größeren Priels. Die bestandsbildende Art ist ausschließlich *Zostera noltii* mit Bedeckungsgraden von 20 - 40 % in einem kleinen Kernbereich, aber zumeist von unter 20 %. Makroalgen und Epiphyten wurden nicht festgestellt.

Bei dem Seegrasbestand im Süd-Osten der Tümlauer Bucht (Eid12) handelt es sich um kleine, beieinander liegende Wiesen, die aus *Zostera noltii* gebildet werden. Neben dichten Kernbereichen sind diese Wiesen durch einen Rand mit geringer Seegrasdichte gekennzeichnet. In dieser Ecke der Bucht wurde ebenfalls *Gracilaria* in geringen Dichten vorgefunden (< 20 %).

Die Seegrasbestände Eid13 und Eid14 liegen ufernah und in kurzer Entfernung zueinander. Sie unterschieden sich in erster Linie dadurch, dass Eid13 innerhalb von Lahnungsfeldern vorkommt, während Eid14 ohne Begrenzung wächst. Es handelt sich hierbei um die größten Seegrasvorkommen in der Tümlauer Bucht. Sie setzen sich ausschließlich aus *Zostera noltii* zusammen und weisen stark variierende Dichten auf. Insbesondere bei dem Seegrasbestand Eid13 fiel eine räumliche heterogene Verteilung des Seegrases in Form von Patches und Streifen auf. In diesen süd-westlichen Teil der Bucht wurden Makroalgen, hauptsächlich *Gracilaria* und *Ulva*, in geringen Dichten (< 20 %) gefunden. Epiphyten wurden nicht festgestellt.



Karte 19: Gebiet 4 (Tümlauer Bucht) der 1/6-Kartierung von 2007 mit den Seegrasswiesen Eid10 bis Eid14. Die leichte Passungengenauigkeit (z.B. Eid13) liegt in der Kartengrundlage begründet.

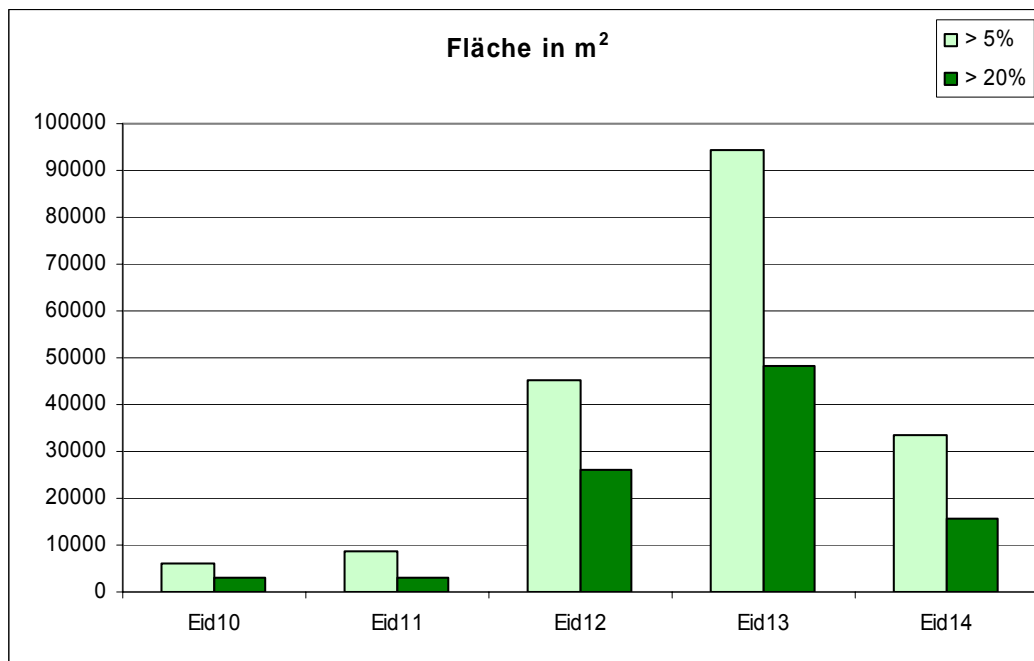


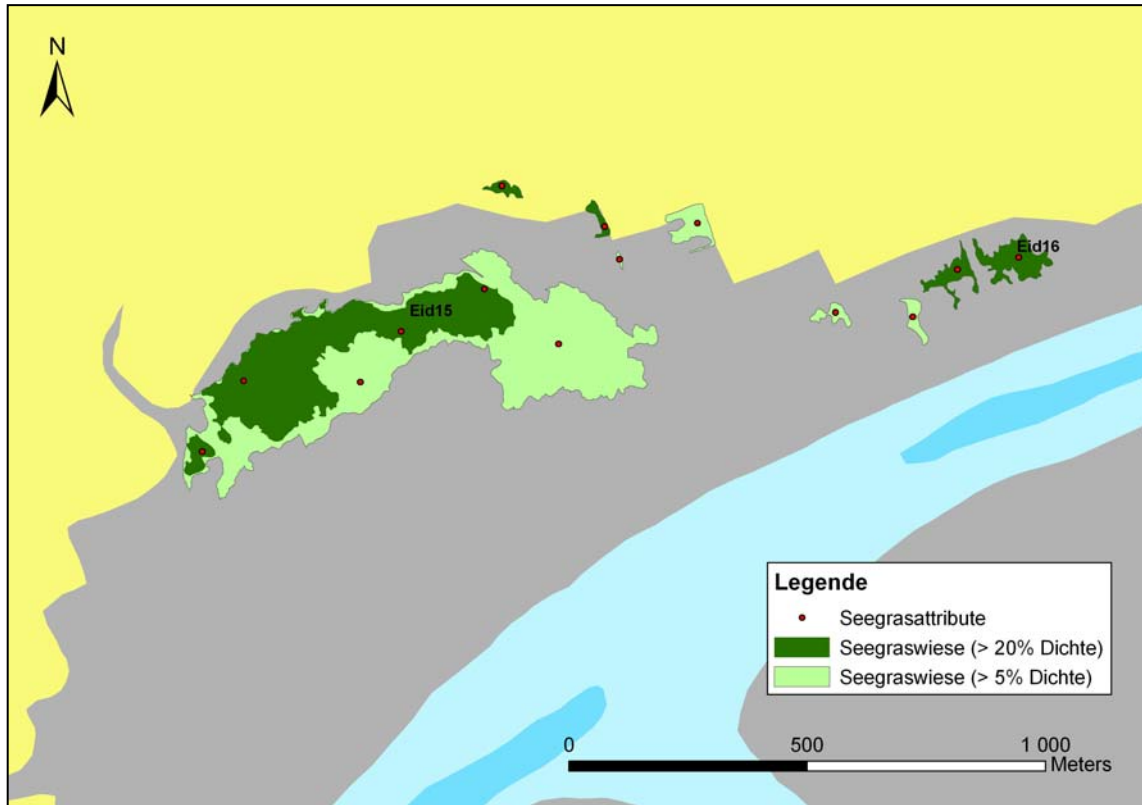
Abb. 6: Gesamtfläche (> 5 %) und Fläche des dichten Kerns (> 20 %) der Seegrasswiesen Eid10 bis Eid14.

Gebiet 5: Süderhöft (15.08.2008)

Seegraswiesen Eid15 und Eid16, Wasserkörper: N4.9500.02.02

Die Seegraswiese Süderhöft (Eid15) konnte sich in der geschützten Lage eines Festlandsvorsprungs ausbilden (Karte 20). Sie wächst ohne Begrenzung in unmittelbarer Ufernähe, aber außerhalb der Lahnungen. Die Wiese setzt sich ausschließlich aus *Zostera noltii* zusammen und hat einen, dem Ufer zugewandten, dichten Kern mit einem Bedeckungsgrad von 40 - 60 %. Im Süden und Osten, wo die Seegraswiese einem Priel zugewandt ist und zum Teil nah an diesen heranreicht, weist sie weitläufige Bereiche mit einer geringen Bedeckungsdichte von unter 20 % auf. Der Bestand ist insgesamt räumlich heterogen verteilt und vielfach in Patches und Streifen angeordnet. Makroalgen und Epiphyten wurden nicht festgestellt.

Unter der Messstelle Kleine Vollerwiekplate (Eid16) wurden die fragmentierten, leicht verstreuten Seegrasbestände, die in Ufernähe innerhalb der Lahnungsfelder vorkommen, zusammengefasst. Die Seegrasvorkommen konzentrieren sich auf den Bereich innerhalb der Lahnungen und werden komplett aus *Zostera noltii* gebildet. Die Seegrasdichte ist innerhalb eines Lahnungsfeldes recht homogen, variiert aber zwischen den einzelnen Parzellen von unter 20 % bis 40 - 60 %. Makroalgen und Epiphyten waren in den Seegrasparzellen nicht auszumachen.



Karte 20: Gebiet 5 (Süderhöft) der 1/6-Kartierung von 2008 mit den Seegraswiesen Eid15 und Eid16. Die Passungengenauigkeit der nördlichsten Seegraswiese liegt in der Kartengrundlage begründet.

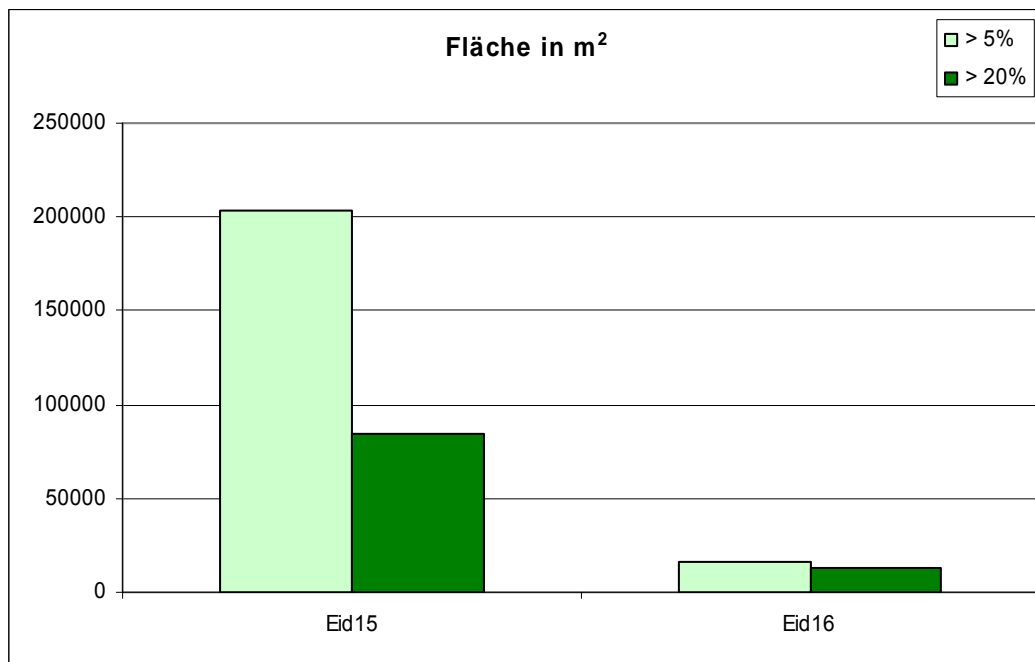


Abb. 7: Gesamtfläche (> 5 %) und Fläche des dichten Kerns (> 20 %) der Seegraswiesen Eid15 und Eid16.

Gebiet 6: Kleine Vollerwiekplate (16.08.2008)

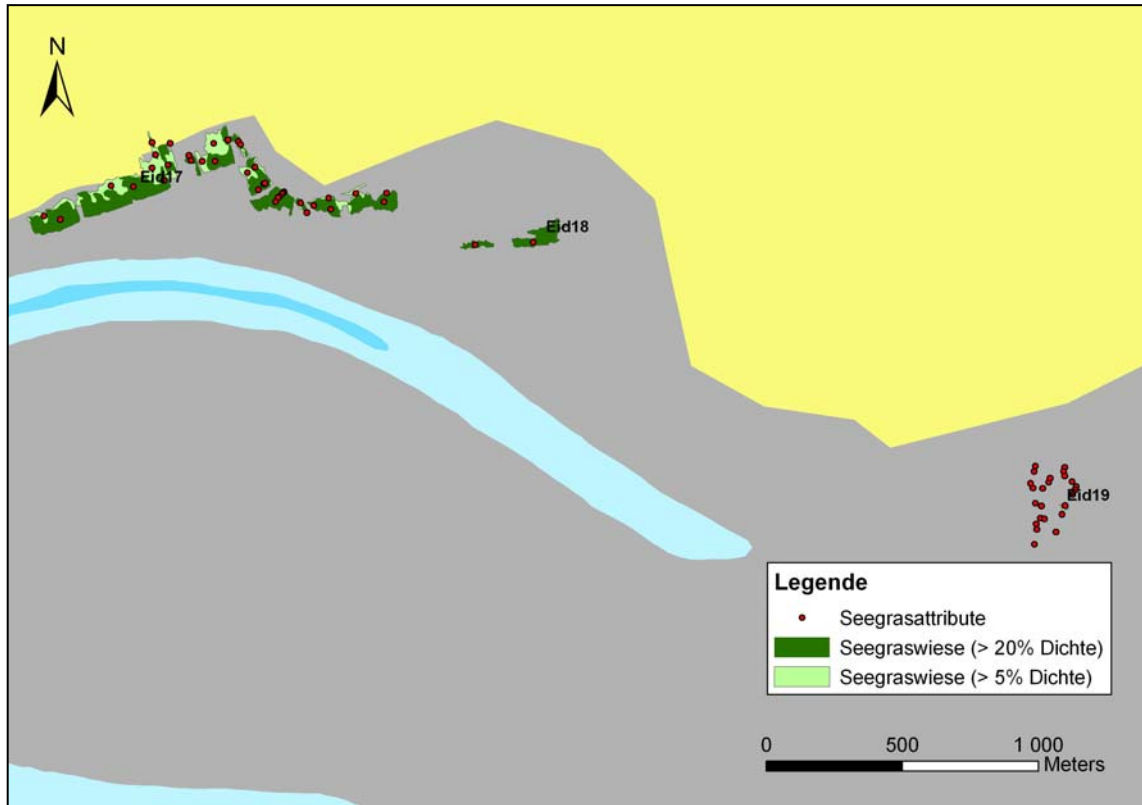
Seegraswiesen Eid17 bis Eid19, Wasserkörper: N4.9500.02.02

Die Seegraswiesen im Bereich Kleine Vollerwiekplate liegen südlich der Halbinsel Eiderstedt (Karte 21).

Die Seegraswiese Kleine Vollerwiekplate – Estensiel (Eid17) befindet sich innerhalb der Lahnungen in unmittelbarer Nähe zum Ufer. Während die westliche Hälfte der Seegraswiese einer Salzwiese vorgelagert ist, grenzt die östliche Hälfte direkt an den Deich. Das Vorkommen der Seegraswiese beschränkt sich auf den Bereich innerhalb der Lahnungen. Der Seegrasbestand wird durch die Lahnungsfelder in Parzellen unterteilt, in denen er recht homogen ist. Die bestandsbildende Art ist ausschließlich *Zostera noltii*, die eine mittlere Dichte von 40 - 60 % erreicht. Makroalgen wurden kaum festgestellt – mit Ausnahme eines lokalen, dünnen (< 20 %) *Ulva*-Vorkommens in Nähe eines Priels. Epiphyten konnten nicht ausgemacht werden.

Das Seegrasvorkommen Kleine Vollerwiekplate – Westerdeich (Eid18) wird aus zwei kleinen, lokal begrenzten Seegrasvorkommen gebildet, die sich in der geschützten Lee-Lage zweier Lahnungsreihen ausgebildet haben und durch eine senkrechte Lahnungsreihe voneinander separiert sind. Die Wiesen setzen sich rein aus *Zostera noltii* zusammen, haben eine mittlere Bedeckungsdichte um 40 % und weisen weder Makroalgen noch Epiphyten auf.

Die Messstelle Vollerwiekplate (Eid19) wird durch eine sehr kleine *Zostera noltii*-Seegraswiese gebildet, die durch ihre geringe Seegrasdichte (< 20 %) und die sehr heterogene räumliche Verteilung des Seegrases in Form von Patches charakterisiert ist. Im Umfeld dieser kleinen Seegraswiese befindet sich eine Vielzahl weiterer Seegraspaches, die ebenfalls aus *Zostera noltii* zusammengesetzt sind und eine geringe Dichte aufweisen. Diese Patches sind so kleinräumig und liegen in so großer Entfernung zueinander, dass die Seegrasdichte insgesamt weit unter der 5 %-Grenze liegt und somit eigentlich nicht als Wiese erfasst werden. Zur Vervollständigung der Seegrasvorkommen im Untersuchungsgebiet wurden trotzdem 24 Patches exemplarisch aufgenommen, die alle eine Größe von 0,2 x 0,2 m bis maximal 2 x 2 m aufweisen. Es wurden weder Makroalgen noch Epiphyten auf der Seegraswiese und den verstreuten Patches festgestellt.



Karte 21: Gebiet 6 (Kleine Vollerwiekplate) der 1/6-Kartierung von 2008 mit den Seegrasswiesen Eid17 bis Eid19.

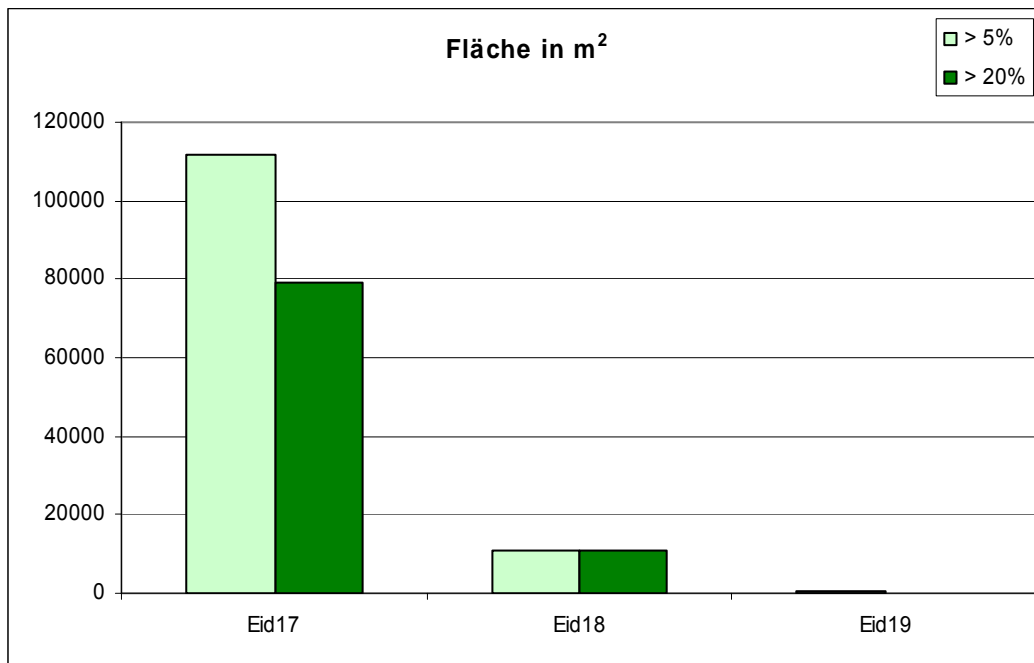


Abb. 8: Gesamtfläche (> 5 %) und Fläche des dichten Kerns (> 20 %) der Seegrasswiesen Eid17, Eid18 und Eid19.

Gebiet 7 und 8: Wesselburener Watt, Westerkoog und Blauortsand (28.07.2008, 23.08. – 25.08.2008)

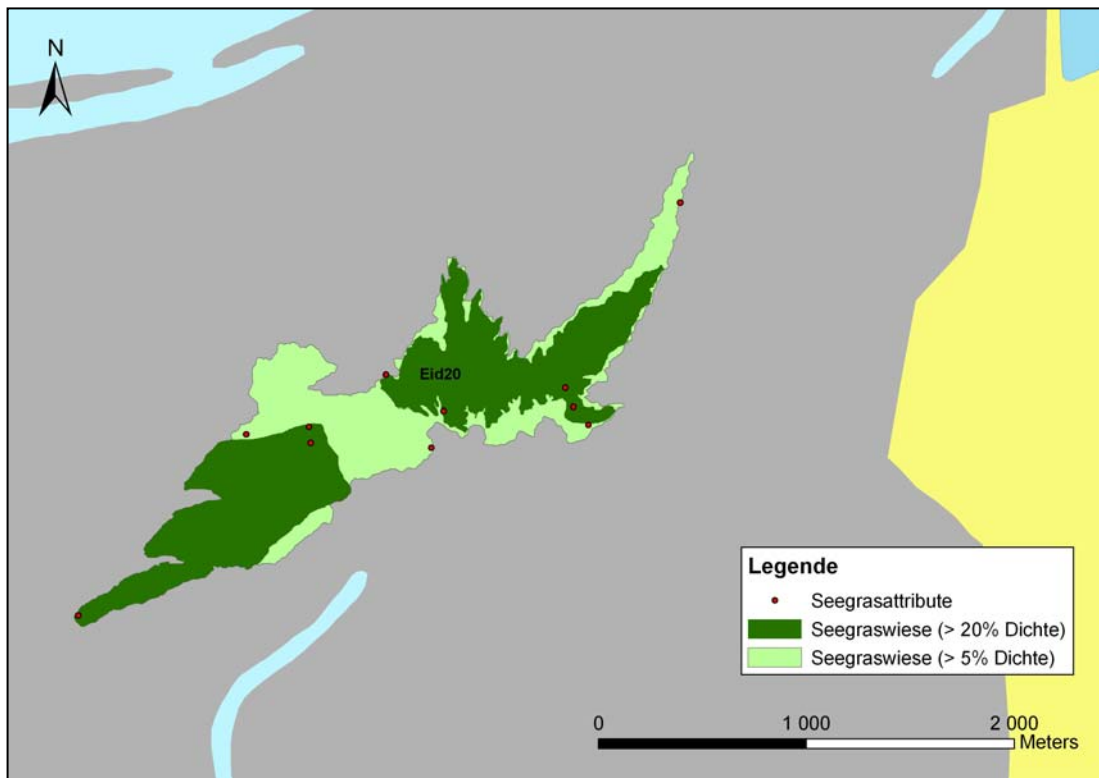
Seegraswiesen Eid20, Eid21 und Eid22, Wasserkörper: N4.9500.02.02

Bei den Seegraswiesen Wesselburener Watt (Eid20) und Blauortsand (Eid22) handelt es sich um Wiesen, die frei und ohne Begrenzung wachsen und in einer Entfernung von mindestens 1,5 bis 3,5 km zum Deich liegen (Karte 22 und Karte 23).

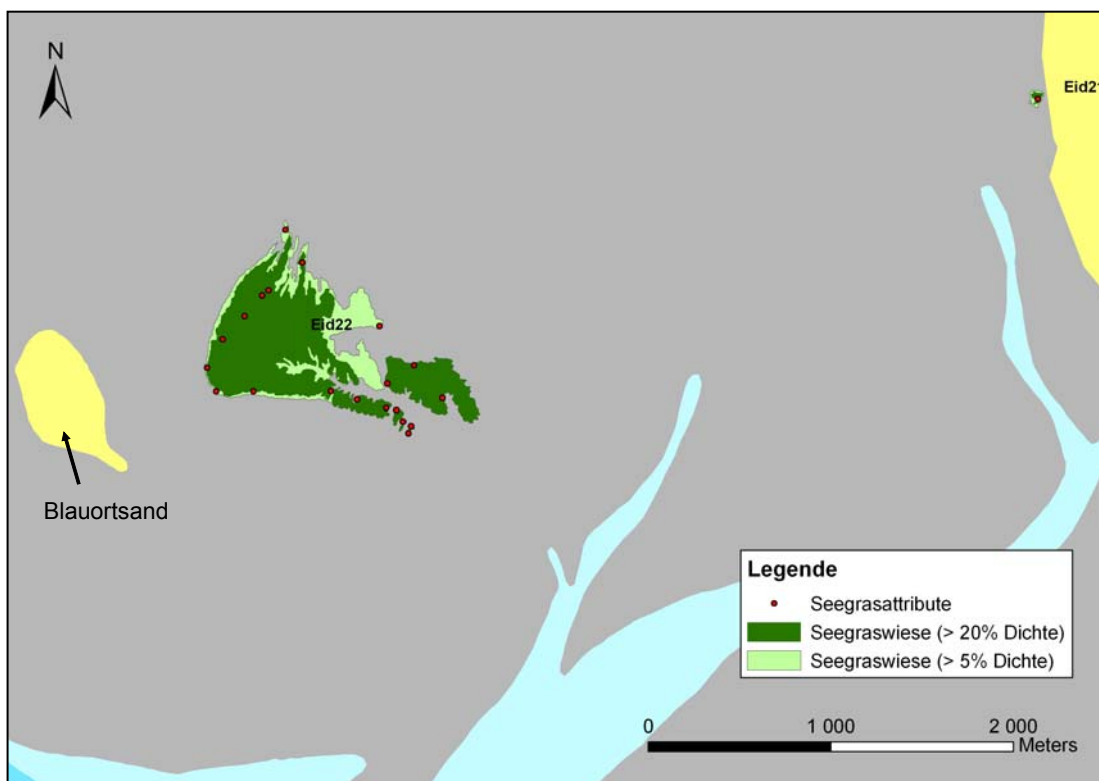
Die Seegraswiese Wesselburener Watt (Eid20) ist mit einer Gesamtfläche von 147 ha die größte Wiese, die im Rahmen der 1/6-Kartierung erfasst wurde. Sie befindet sich südlich des Priels vom Eidersperrwerk und erstreckt sich parallel zum Prielverlauf in Ost-West-Richtung. Die Seegraswiese wird komplett aus *Zostera noltii* gebildet. Die durchschnittliche Dichte des Seegrasbestandes beträgt 20 - 40 %, wobei die Wiese einen mittleren Abschnitt besitzt, der ca. 400 m breit ist und lediglich eine Dichte von 5 - 20 % aufweist. Der nord-westliche Ausläufer, der sich parallel zu einem Nord-Süd-verlaufendem Priel erstreckt, ist von ähnlich geringer Dichte. Makroalgen und Epiphyten wurden in keiner relevanten Dichte beobachtet.

Die Seegraswiese Eid 21 (Westerkoog) befindet sich in direkter Ufernähe innerhalb eines Lahnungsfeldes. Verglichen mit den Seegraswiesen Eid20 und Eid22 ist ihre Flächenausdehnung sehr gering. Es handelt sich um ein lokal begrenztes Seegrasvorkommen von geringer Dichte (ca. 20 %), das ausschließlich aus *Zostera noltii* gebildet wird und stark in Patchform strukturiert ist. Opportunistische Makroalgen waren durch die Art *Ulva* in ebenfalls geringen Dichten von unter 20 % vertreten.

Die Seegraswiese Blauortsand (Eid22) stellt die südlichste und viertgrößte Wiese (67 ha) des Untersuchungsgebietes dar. Sie befindet sich in einer Entfernung von 3,5 km zum Festland in der geschützten Lee-Lage des hohen Sandes „Blauortsand“ und grenzt direkt an diesen an. Die bestandsbildende Art der Seegraswiese ist ausschließlich *Zostera noltii*, das in mittleren Dichten von 40 - 60 % vorkommt. Der Hauptteil der Seegraswiese weist einen Rand mit einem geringeren Bedeckungsgrad auf. Im Süd-Osten finden sich zudem im Einflussbereich eines kleinen Priels eine Einbuchtung sowie nördlich davon gelegen, im Osten, zwei Ausläufer der Seegraswiese, die ebenfalls nur eine Dichte von 5 - 20 % erreichen. Im Süd-Westen ist die Seegraswiese stark vom Schlickgras *Spartina* durchsetzt. Makroalgen in Form von *Ulva* sind nur sehr vereinzelt und in sehr geringen Dichten zu finden, während Epiphyten gar nicht beobachtet wurden.



Karte 22: Gebiet 7 (Wesselburener Watt) der 1/6-Kartierung von 2008 mit der Seegrasswiese Eid20.



Karte 23: Gebiet 8 (Blauortsand) der 1/6-Kartierung von 2008 mit den Seegrasswiesen Eid21 (Westerkoog) und Eid 22. Die Seegrasswiese Eid22 grenzt direkt an die östliche Flanke des Blauortsands an, was aufgrund der veralteten Kartengrundlage hier nicht ersichtlich ist.

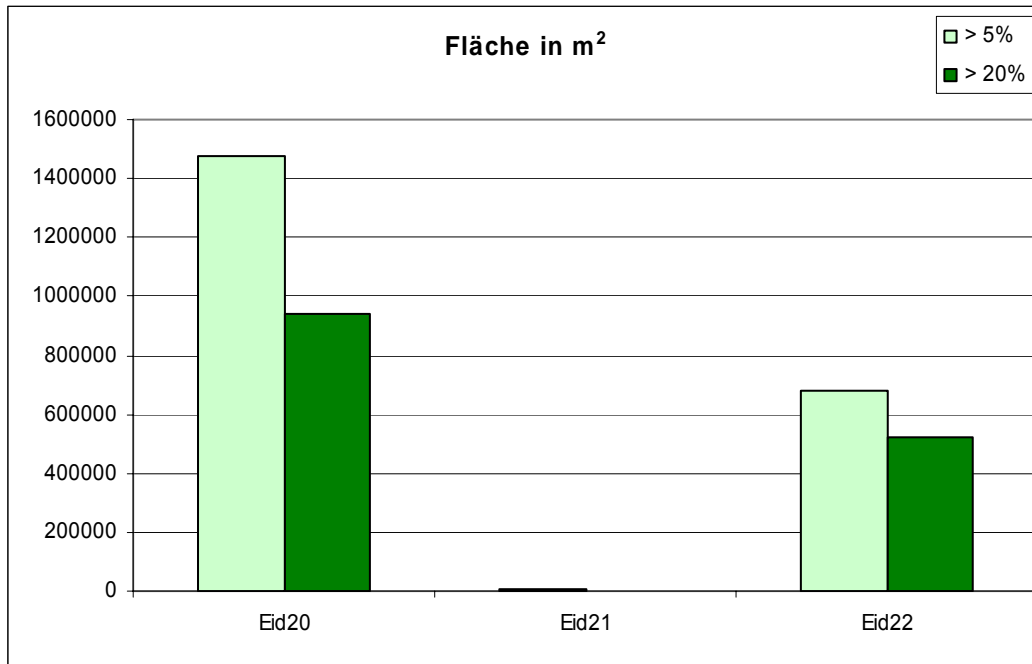


Abb. 9: Gesamtfläche (> 5 %) und Fläche des dichten Kerns (> 20 %) der Seegraswiesen Eid20, Eid 21 und Eid22.

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der 1/6-Kartierung

Im Rahmen der 1/6-Kartierung des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres wurden 2008 alle Seegrasbestände auf den Wattflächen zwischen den Städten Husum und Büsum und um die Halbinsel Eiderstedt herum aufgenommen (Karte 14). Insgesamt wurde eine Wattfläche von 25366 ha auf ihren Seegrasbestand hin untersucht, wobei 7718 ha auf das Nordfriesische Wattenmeer und 17647 ha auf das Dithmarscher Wattenmeer entfielen. Die Fläche der Seegraswiesen betrug 263 ha in Nordfriesland, was bezogen auf die untersuchte Wattfläche eine Bedeckung von 3,4 % ergibt. In Dithmarschen belief sich die Seegraswiesenfläche auf 250 ha, was einem Bedeckungsgrad von 1,4 % entspricht.

Insgesamt wurden 22 Seegraswiesen bzw. zusammen liegende Seegrasbestände im Untersuchungsgebiet erfasst. Ihre Größe variiert von 0,04 ha bis 147,67 ha (Tabelle 5) und lediglich bei 3 kleinen Wiesen wurde nur eine Bewuchsdichte von unter 20 % festgestellt (Eid4, Eid6 und Eid19). Durchschnittlich wiesen 66,7 % der Gesamtfläche aller Seegraswiesen eine Dichte von über 20 % auf.

Die Seegraswiesen lassen sich einteilen in Wiesen, die frei auf den Wattflächen ohne Begrenzung durch Lahnungen wachsen, und in Wiesen, die innerhalb von Lahnungsfeldern vorkommen und durch die Lahnungen parzelliert, fragmentiert und in ihrer räumlichen Ausdehnung begrenzt werden. Generell sind die Seegraswiesen ohne Begrenzung vielfach größer in ihrer Fläche, heterogener in ihrer Bestandsdichte, haben diffus auslaufende Grenzen und weisen in der Regel breite Randbereiche mit einer dünnen Bedeckungsdichte von 5 % bis 20 % auf. Als Beispiele sind Eid1, Eid2, Eid7, Eid20 und Eid22 zu nennen.

Seegrasbestände, die ufernah innerhalb von Lahnungen vorkommen, werden in ihrer räumlichen Ausdehnungen vielfach durch die Größe des Lahnungsfeldes begrenzt und durch die senkrecht verlaufenden Lahnungsreihen parzelliert und fragmentiert. Beispiele hierfür sind Eid5, Eid8, Eid13 und Eid17. Des Öfteren wurde beobachtet, dass ein Seegrasbestand ein Lahnungsfeld dicht und komplett ausfüllt, während im benachbarten, direkt angrenzenden Lahnungsfeld gar kein Seegras vorhanden war. Der Seegrasbestand innerhalb eines Lahnungsfeldes ist relativ homogen.

Auffällig ist die deutliche Dominanz von *Zostera noltii* als bestandsbildende Art. Nur die Seegraswiese „Norderheverkoog“ (Eid7) setzte sich aus beiden Seegrasarten zusammen (Tabelle 6). Insgesamt konnte auf dem Seegras im Untersuchungsgebiet kaum Epiphytenaufwuchs festgestellt werden und nur in 14 der 22 Seegraswiesen wurden Makroalgen gesichtet – fast immer in Bedeckungsdichten von unter 20 %.

4 Diskussion

4.1 Veränderungen der Seegraswiesen an den Dauermessstellen (2007 – 2008)

Ein Vergleich der Seegraswiesen an den Dauermessstellen zeigt, dass von 2007 bis 2008 keine entscheidenden Veränderungen eingetreten sind, die nicht erklärt werden konnten. 2008 zeichnete sich die gleiche heterogene räumliche Verteilung an der Küste Schleswig-Holsteins wie 2007 ab: An 4 der 12 Dauermessstellen konnte kein Seegrasbestand festgestellt werden, wobei all diese Messstellen im Dithmarscher Wattenmeer liegen und die südlichsten Stationen des Messnetzes darstellen. Die kleinste Seegraswiese befindet sich ebenfalls im Dithmarscher Wattenmeer, während die Dauermessstellen in Nordfriesland in der Regel großflächige und dicht ausgeprägte Seegraswiesen aufweisen.

Ein Vergleich der ökologischen Parameter, die an jeder Seegraswiese aufgenommen wurden, zeigt, dass von 2007 zu 2008 nirgendwo signifikante Unterschiede in der Zusammensetzung aufgetreten sind (siehe auch Dolch und Reise 2008). Bezüglich der Größe der Seegraswiesen liegen auch keine bedeutsamen Veränderungen vor (Tabelle 7 und Abb. 10). Diese Beobachtung konnte durch die im gleichen Zeitraum stattgefundenen Flugzeugkartierungen bestätigt werden und gilt zudem für alle Seegraswiesen im Wattenmeer Schleswig-Holsteins.

Tabelle 7: Flächenvergleich (in m²) der Seegraswiesen von 2007 und 2008 an den Dauermessstellen. Die Differenz zeigt, in wie weit die Flächen zu- oder abgenommen haben.

Nr	Name	Fläche > 20%- Bedeckung 2007 (in m ²)	Fläche > 20%- Bedeckung 2008 (in m ²)	Differenz der Flächen (in m ²)
1	Tonnenlegerbucht	44617	37923	-6693
2	Braderup Süd	76152	64488	-11664
3	Puan Klent	724040	736044	+12003
4	Dagebüll	1476779	1591969	+115189
6	Hamburger Hallig	267214	176118	-91095
7	Lundenberger Sand	510825	762060	+251235
8	Westerkoog	2048	2711	+663
Summe:				+269692

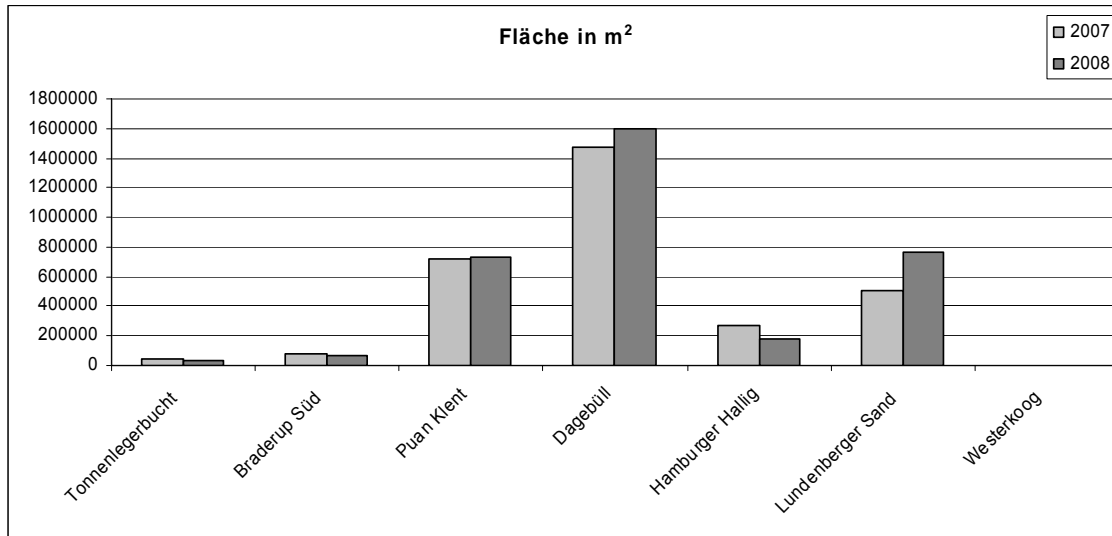


Abb. 10: Flächen (in m²) der Seegraswiesen an den festgelegten, dauerhaften Messstandorten. Berücksichtigt wurden in der Darstellung nur die Seegraswiesen, bei denen 2007 und 2008 Seegras flächenmäßig zu erfassen war.

Augenscheinliche Veränderungen fallen in erster Linie an den Messstellen Dagebüll, Lundenberger Sand, Büsum und Hamburger Hallig auf.

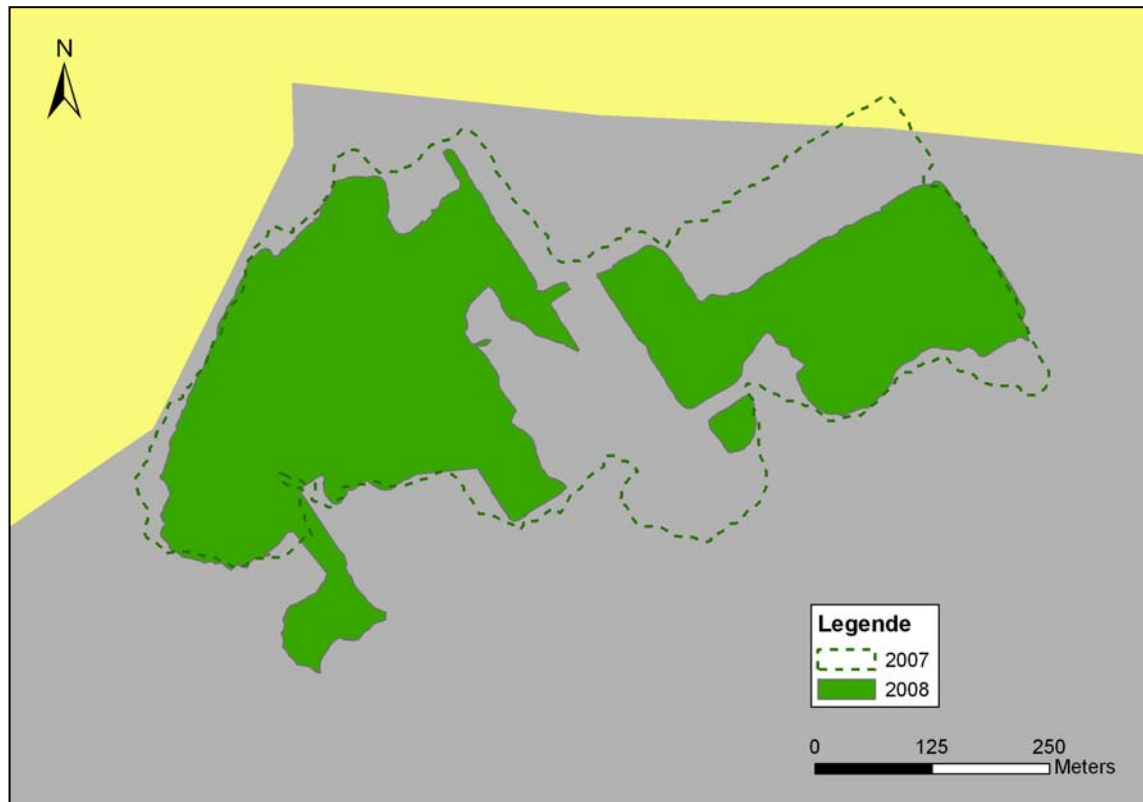
In Dagebüll weist die Seegraswiese im Westen einen dünnen Bestand um 20 % auf. Leichte Veränderungen im Bedeckungsgrad führen hier zu einer deutlichen Verschiebung der Seegraswiesengrenze, was aber keine ökologische Relevanz hat. Im Gesamtbild hat sich die Seegraswiese von 2007 zu 2008 nicht entscheidend verändert.

Die Seegraswiese auf dem Lundenberger Sand hat in einem Jahr 25 ha an Fläche gewonnen. Diese Ausdehnung wurde dadurch erzielt, dass sich "Korridore" aus Seegras gebildet haben, die den Hauptbestandteil der Wiese mit in der Nähe vorkommenden, benachbarten Seegrasbeständen im Osten und Süd-Osten zusammenwachsen ließen. Dies vermittelt den Eindruck einer größeren Seegrasexpansion, während die tatsächliche Ausbreitung eher gering ausfällt.

An der Dauermessstelle Büsum wurde 2007 ein sehr großes Feld, bestehend aus der Makroalge *Chaetomorpha*, festgestellt. Dieses Feld zeichnete sich durch deutliche Bestands Grenzen und eine hohe Bedeckungsdichte von über 80 % aus. 2008 wurden im gleichen Bereich nur 2 kleinere Makroalgenfelder, bestehend in einem Fall aus *Ulva* und im anderen Fall aus *Enteromorpha*, gesichtet. Beide Felder wiesen deutlich geringere Bedeckungsgrade als der *Chaetomorpha*-Bestand von 2007 auf. *Chaetomorpha* wurde

2008 an der Dauermessstelle Büsum nicht beobachtet. Offenbar zeichnen sich Makroalgenfelder durch eine sehr hohe Mobilität aus.

Die Seegraswiese an der Hamburger Hallig hat 2008 im Vergleich zu 2007 34 % ihrer Fläche eingebüßt. Dies geschah durch Grüppelarbeiten, bei denen die Wiese von Gräben und Wällen durchzogen wurde. Besonders im mittleren und nord-östlichen Teil wurden größere Seegrasflächen durch diese Arbeiten zerstört (Karte 24).



Karte 24: Die Seegraswiese an der Hamburger Hallig in ihrer Erstreckung 2007 und 2008. Die großen Flächenverluste kamen durch Lahnungsarbeiten zustande.

Lahnungen können die vorherrschende Hydrodynamik eines Gebietes soweit herabsetzen, dass es Seegras ermöglicht wird, innerhalb der Lahnungsfelder zu wachsen. Dies kann zum Beispiel für die ufernahen Seegrasvorkommen im Süden der Halbinsel Eiderstedt vermutet werden. Vielfach wurde aber auch beobachtet, dass Lahnungen, die vor Salzwiesen eingerichtet werden, die Sedimentationsrate erhöhen, was sich wiederum negativ auf das Seegras auswirkt. Neben einer erhöhten Sedimentationsrate lagern sich zudem aufgrund der herabgesetzten Hydrodynamik oft auch Makroalgen in den Lahnungsfeldern ab. Wenn Makroalgen Seegrasbestände innerhalb der Lahnungen bedecken, kann dies zum Absterben der betroffenen Seegräser führen. Aus diesen Gründen stehen Lahnungen häufig im Konflikt zu Seegraswiesen. Besonders kritisch zu bewerten sind Grüppelarbeiten, die

der Entwässerung des Lahnungsbereichs dienen. Das Beispiel der Seegraswiese an der Hamburger Hallig hat sehr eindrucksvoll gezeigt, wie stark das Ausheben von Gräben und das Aufschütten von Wällen den Seegrasbestand schädigen. Das Errichten von Lahnungen in bereits existierende Seegraswiesen sollte unterbleiben. Es wird empfohlen, die Effekte von Lahnungsbau und Grüppelarbeiten auf Seegraswiesen anhand von hochaufgelösten Luftbildern zu analysieren und zu bewerten.

Abweichend zur Methodik von 2007 wurde 2008 auf eine Erfassung der 5 %-Bedeckungsgrenze von Seegraswiesen an den Dauermessstellen verzichtet und nur die 20 %-Bedeckungsgrenze aufgenommen. Hieraus wurde sich eine Zeitersparnis bei der Kartierung erhofft. In der Praxis konnte jedoch keinerlei Zeit- oder Aufwandsersparnis festgestellt werden, da an der Bodenkartierung in jedem Fall zwei Personen mitarbeiten müssen. Aus diesem Grund und zur Angleichung an die Methodik der 1/6-Kartierung und an die der niedersächsischen Kollegen, wird für 2009 wieder empfohlen, sowohl die 5 %- als auch die 20 %-Bedeckungsgrenze bei den Seegraswiesen der Dauermessstellen zu kartieren.

4.2 Handlungsempfehlung für die Dauermessstelle Schlüttsiel

Die Seegraswiese bei Schlüttsiel beginnt gleich hinter dem Deich in einem Lahnungsfeld und erstreckt sich weiter auf das benachbarte südliche Lahnungsfeld. Südlich dieser beiden Lahnungsfelder befindet sich der flächenmäßige Hauptteil dieser Seegraswiese, der hier allerdings ohne Begrenzung in einen sehr weitläufigen, dünnen und diffusen Bestand übergeht (Karte 25). In diesem Bereich mussten 2008 und auch schon 2007 Versuche einer Flächenkartierung abgebrochen werden, da hier der Seegrasbestand sehr divers wird und die Bedeckungsdichten um 5 % und 20 % so stark schwanken, dass keine eindeutige Seegraswiesengrenzen ausgemacht werden konnten. Zudem zeigen auch die Ergebnisse der Flugzeugkartierung, dass dieser Seegrasbestand für eine flächenmäßige Erfassung zu weitläufig ist, als dass er während eines Niedrigwassers umlaufen werden könnte. 2007 und 2008 musste jeweils während der Kartierung die Methode geändert werden. Um für zukünftige Kartierungen eine einheitliche Methodik zur Erfassung des Seegrasbestandes zu haben, wird eine Handlungsempfehlung ausgegeben.

Um einen Ansatz der flächenmäßigen Erfassung der Seegraswiese zu haben, wird empfohlen, die beiden ufernahen Abschnitte der Wiese, die sich in den Lahnungsfeldern befinden, durch Umlaufen zu kartieren. Die beiden zentralen Koordinaten dieser Wiesenabschnitte sind unter Nummer 1 und 2 der Tabelle 8 zu entnehmen.

Tabelle 8: Koordinaten für die empfohlene Beprobung der Seegraswiese Schlüttsiel. Bei den Nummern 1 und 2 werden die zentralen Koordinaten der Seegraswiese innerhalb der Lahnungsfelder angegeben, während die Nummern 3 bis 8 den Start- und Endpunkt der 3 uferparallelen Transekte angeben (siehe auch Karte 25).

Nr	Rechtswert	Hochwert
1	3487124	6058839
2	3487019	6058684
3	3487108	6058331
4	3486620	6058681
5	3486968	6058187
6	3486480	6058536
7	3486828	6058047
8	3486340	6058396

Hauptsächlich soll der Seegrasbestand allerdings mittels dreier, uferparalleler Transektkartierungen erfasst werden. Die Transekte befinden sich außerhalb des

Lahnungsbereichs in dem weitläufigen, diffusen Teil der Seegraswiese. Jedes Transekt ist 600 m lang und die Distanz zwischen den einzelnen Transekten beträgt 200 m. Eine graphische Darstellung des Beprobungsdesigns findet sich in Karte 25, wobei die Koordinaten für die Start- und Endpunkte der Transekte in Tabelle 8 aufgeführt sind. Die Transektkartierung soll entsprechend der Erfassung der ökologisch relevanten Parameter einer Seegraswiese durchgeführt werden (siehe Kapitel 2.2). Bei dem Seegrasbestand von Schlüttsiel müssen Veränderungen weniger über die Fläche als viel mehr über die Zusammensetzung und den internen Bedeckungsgrad erfasst werden.

Nähere Informationen zur Durchführung und Auswertung von Transektkartierungen sind in Dolch und Reise (2008) dargestellt.



Karte 25: Die Seegraswiese Schlüttsiel mit dem empfohlenen Beprobungsdesign. Neben 2 Abschnitten der Seegraswiese innerhalb der Lahnungsfelder soll der Seegrasbestand entlang dreier, uferparalleler Transekte aufgenommen werden.

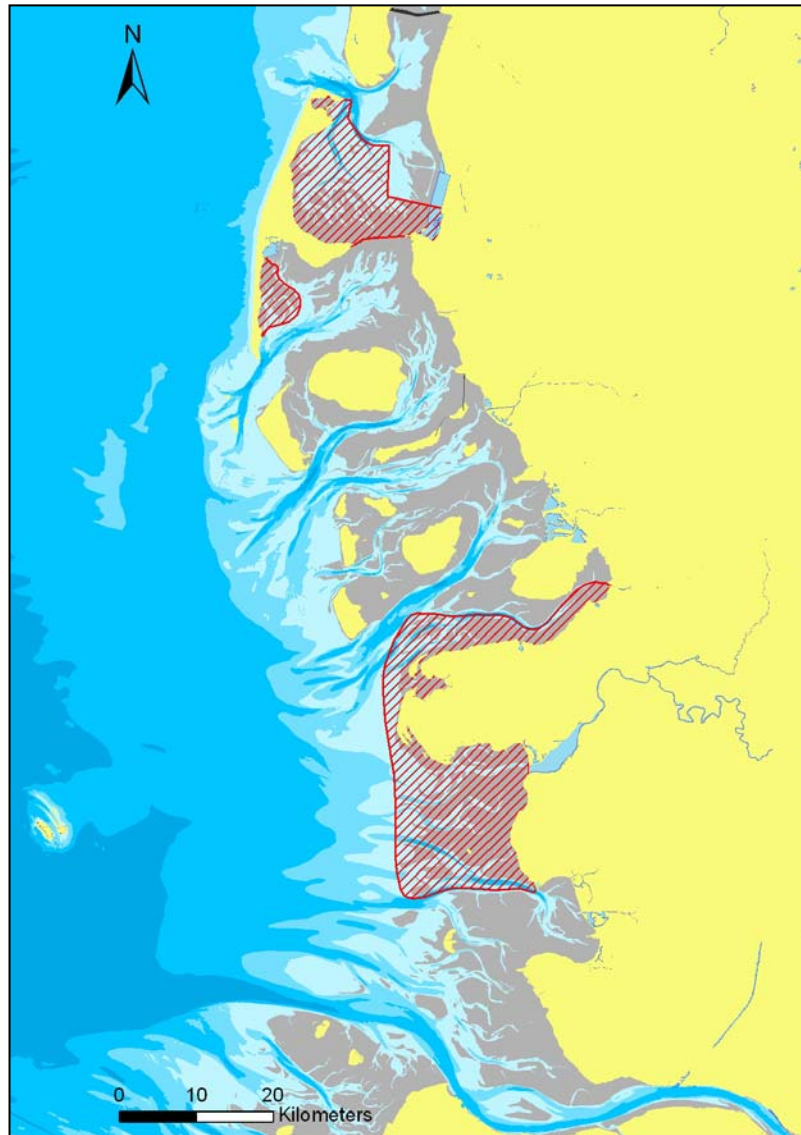
4.3 Übersicht der 1/6-Kartierungen von 2007 und 2008

Im Rahmen der 1/6-Kartierung des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres wurden 2007 die Seegraswiesen auf den Wattflächen um Sylt kartiert (Dolch und Reise 2008), während 2008 die Seegrasbestände zwischen Husum und Büsum erfasst wurden (Karte 26). Diese beiden Untersuchungsgebiete weisen große Unterschiede bezüglich ihrer Größe und ihrer Seegrasvorkommen auf.

2007 wurde um Sylt eine Wattfläche von 10594 ha auf ihren Seegrasbestand hin untersucht. Die ermittelte Seegraswiesenfläche betrug 1927,71 ha, was einer Bedeckung der untersuchten Wattfläche von 18,2 % entspricht. Im darauf folgenden Jahr wurde zwischen Husum und Büsum eine 25366 ha große Wattfläche bezüglich ihrer Seegrasvorkommen kartiert. Die Seegraswiesenfläche belief sich auf 513,66 ha, was einen Bedeckungsgrad von 2,0 % ergibt. Während die untersuchte Wattfläche 2008 ca. 2,5-mal so groß war wie die im Vorjahr, entsprach der kartierte Seegrasbestand 2008 ca. $\frac{1}{4}$ der Fläche, die 2007 erfasst wurde. Durchschnittlich wiesen 2007 im Untersuchungsgebiet um Sylt 75,4 % der Gesamtfläche aller Seegraswiesen eine Dichte von über 20 % auf, während dies 2008 für das Untersuchungsgebiet um Eiderstedt 66,7 % waren.

Insgesamt wurden in beiden Jahren 37 Seegraswiesen bzw. zusammen liegende Seegrasbestände kartiert, wobei die Größen von 0,04 ha bis 1202,52 ha variierten. In beiden Untersuchungsgebieten war *Zostera noltii* klar dominierend und in fast allen Fällen die bestandsbildende Art. Während im Nordfriesischen Wattenmeer geringe Vorkommen von *Zostera marina* entdeckt wurden, konnte im Dithmarscher Wattenmeer gar kein *Z. marina* beobachtet werden.

Im Vergleich zu 2007 fiel auf, dass 2008 weitaus geringere Vorkommen von Epiphyten und Makroalgen auftraten. Aus den Feldbeobachtungen der 1/6-Kartierung und an den Dauermessstellen entstand der Eindruck, dass dies nicht in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten sondern in der zeitlichen Komponente begründet liegt.



Karte 26: Die rot-schraffierte Fläche zeigt die Untersuchungsgebiete der 1/6-Kartierung von 2007 und 2008. 2007 wurden im Norden die Seegraswiesen auf den Wattflächen um Sylt kartiert, während 2008 im Süden die Seegrasbestände zwischen Husum und Büsum erfasst wurden.

4.4 Validierung der Flugkartierungsdaten aus dem Niedersächsischen und Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer

Kartierungen aus dem Flugzeug werden in Schleswig-Holstein und Niedersachsen nach der gleichen Methodik durchgeführt. Um beurteilen zu können, ob von beiden Seiten Seegraswiesen und Grünalgen gleich beurteilt und erfasst werden, wurde für 2008 eine Validierung der Flugkartierungsdaten angesetzt. Dieser Methodenabgleich sollte in Form einer überlappenden Kartierung vom Dithmarscher Watt (Schleswig-Holstein) und Wurster Watt (Niedersachsen) erfolgen.

Im Rahmen der Flugkartierung der Schleswig-Holsteinischen Wattflächen wurde zusätzlich das niedersächsische Wurster Watt zwischen Elbe und Weser kartiert. Da in diesem Gebiet aus der Luft keine Seegraswiesen ausgemacht werden konnten, wurde auf eine Kartierung von Makroalgen ausgewichen. 2008 erwies sich allerdings als ein Jahr mit geringem Makroalgenaufkommen, was auch durch die Bodenkartierungen bestätigt wurde. Leider konnten im Juli 2008 auch keine Grünalgen auf dem Wurster Watt beobachtet werden. Eine Wiederholung der Kartierung im August / September scheiterte an ungünstigen Flugbedingungen aufgrund schlechten Wetters.

Da eine Validierung der Flugkartierungsdaten für Schleswig-Holstein und Niedersachsen nach wie vor als notwendig angesehen wird, wird für 2009 ein erneuter Versuch empfohlen.

4.5 Bewertungsverfahren der Küstengewässertypen Nordfriesland und Dithmarschen

Die Bewertung der beiden Küstengewässertypen Schleswig-Holsteins, Nordfriesland und Dithmarschen, erfolgt auf Grundlage der Bewertung der Seegraswiesen und Grünalgenvorkommen auf den jeweiligen Wattflächen. Die eulitoralen Seegraswiesen werden in ihrer Ausdehnung, in ihrer Dichte und in ihrer Zusammensetzung durch die beiden *Zostera*-Arten beurteilt. Hinzu kommt eine Bewertung der Ausdehnung und Dichte opportunistischer Algen (Makro-Grünalgen). Diese beiden Metrics werden über ihre jeweiligen normierten Ecological Quality Ratios (EQR) miteinander verrechnet.

Die Wattflächen des euhalinen, Nordfriesischen und des polyhalinen, Dithmarscher Wattenmeeres werden in diesem Verfahren getrennt bewertet (Tabelle 9 und 10), aber innerhalb dieser Bereiche wird nicht differenziert, weil (a) fortlaufend Thalli von Makroalgen und im Herbst Samen tragende Sprosse vom Seegras in großem Umfang mit der Gezeitenströmung zwischen den Tidebecken also innerhalb der genannten Wattgebiete ausgetauscht werden und (b) Grünalgenmatten und Seegraswiesen besonders häufig auf den Wattwasserscheiden zwischen Tidebecken (oft die Grenzen zwischen Wasserkörpern) vorkommen.

Wesentliche Grundlage zur Bestimmung einer Referenzsituation ist eine Vegetationskarte von Nienburg (1927), die allerdings nur den Königshafen bei Sylt umfasst. Für die anderen Bereiche liegen nur qualitative Hinweise vor und teilweise auswertbare Luftaufnahmen (siehe Dolch 2008). Generell überwiegen Angaben für Nordfriesland, während Hinweise für das Dithmarscher Wattgebiet spärlich sind (z.B. Raabe 1987). Früheren Quellen zufolge sind beide Seegrasarten, *Zostera noltii* und *Z. marina*, in beiden Bereichen vorhanden gewesen. In der relativ geschützten Wattenbucht Königshafen waren 1924 zwei Drittel der Fläche mit Seegras bewachsen. Unter Berücksichtigung der Wattformologie und Hydrodynamik wird daraus die Annahme abgeleitet, dass 30 % oder mehr der Fläche des Eulitorals in Nordfriesland und 10 % oder mehr der Fläche in Dithmarschen bewachsen waren, zu einer Zeit vor spürbarer Eutrophierung. In diese Zeitspanne fallen im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer aber auch mehrere Großeindeichungen von Wattflächen, die direkt und wahrscheinlich auch indirekt die Seegrasbestände reduzierten. Die generell niedrigere Seegras-Referenz für Dithmarschen ist begründet durch die nur schwach ausgebildete seewärtige Barriere aus Inseln und hohen Sänden, als auch durch die Nähe zur Trübstofffahne der Elbe.

Auch der Referenzwert für opportunistische Makroalgen (Grünalgenmatten) ist aus der Vegetationskarte von Nienburg (1927) abgeleitet. Die Beobachtungen zu Grünalgenmatten seit dem Massenaufreten zu Beginn der 1990er Jahre legen nicht nahe, dass deren Vorkommen an bestimmte morphologische und hydrodynamische Wattstrukturen gebunden ist (Reise und Siebert 1994). Daher werden gleiche Referenzwerte und Klassengrenzen für Nordfriesland und Dithmarschen angenommen, wobei die Kategorie „schlecht“ den Beobachtungen von 1991 entspricht.

Tabelle 9: Bewertungsmatrix für den Wattbereich Nordfriesland gemessen an den Modulen „Seegras“ und „Grünalgen“.

Bewertungsmatrix Nordfriesland Makrophytobenthos-Index								
Qualitätskategorien	0	1	2	3	4	Gewichtung %	Norm-EQR gemäß Gewichtung für 6-Jahre-Intervall	
	Schlecht	Unbefriedigend	Mäßig	Gut	Sehr gut			
Norm-EQR	0 – 0.2	0.2 – 0.4	0.4 – 0.6	0.6 – 0.8	0.8 – 1.0			
Modul Seegras ⁶	Eulitorale Fläche (%) ¹	0 - 2	3 - 6	7 - 14	15 - 29	30 - 100 ⁸	50	Mittelwerte aller Parameter-EQRs über 6 Jahre
	Anteil ≥ 60 % Bedeckung (%) ²	0 - 5	6 - 11	12 - 24	25 - 49	50 - 100	10	
	Präsenz beider Arten (%) ³	0 - 19	20 - 39	40 - 59	60 - 79	80 - 100	10	
Modul Grünalgen ⁷	Eulitorale Fläche (%) ⁴	100 - 25	24 - 13	12 - 7	6 - 4	3 - 0	20	
	Anteil ≥ 60 % Bedeckung (%) ⁵	100 - 50	49 - 25	24 - 12	11 - 6	5 - 0	10	

- 1 Seegraswiesen mit ≥ 20% Bedeckung auf eulitorale Fläche.
- 2 Flächenanteil von Seegraswiesen mit ≥ 20% Bedeckung, wo die Bedeckung ≥ 60% liegt.
- 3 Einzelfunde werden nicht berücksichtigt.
- 4 Grünalgenmatten mit ≥ 20% Bedeckung auf eulitorale Fläche.
- 5 Flächenanteil von Grünalgenmatten mit ≥ 20% Bedeckung, wo die Bedeckung ≥ 60% liegt.
- 6 Angaben beziehen sich auf das beobachtete Maximum der Wuchssaison eines Jahres (August / September).
- 7 Angaben beziehen sich auf das beobachtete Maximum der Wuchssaison eines Jahres (variabel zwischen Juni bis September).
- 8 Bei deutlich über 30% müsste eine grundlegende Neubewertung erfolgen.

Im Bewertungsverfahren folgen die Klassengrenzen für Flächenanteile der Seegraswiesen als auch der relative Anteil sehr dicht gewachsener Wiesen (≥ 60 % Seegras-Bedeckung des Wattbodens in einer Seegraswiese) einer absteigenden geometrischen Reihe, ausgehend von der angenommenen Referenzsituation. Diese Abstufungen sind erforderlich, weil große Seegrasbestände stärker von Jahr zu Jahr variieren können als kleine Seegrasbestände. Ist die bewachsene Fläche insgesamt groß, bedingt der Samendruck, dass auch suboptimale Bereiche bewachsen werden, wo schon geringer Stress einen großen Rückgang auslösen kann. Ist die bewachsene Fläche insgesamt klein, konzentriert sich die Metapopulation (*sensu* Hanski 1999, Grimm et al. 2003) auf optimale Bereiche, wo erst erheblicher Stress einen weiteren Rückgang bewirken kann. Diese Annahmen werden gestützt durch Beobachtungen von Hauxwell et al. (2003), wo *Zostera*

marina bei linearer Zunahme der Stickstoffbelastung einen exponentiellen Abfall der Ausdehnung zeigte.

Tabelle 10: Bewertungsmatrix für den Wattbereich Dithmarschen gemessen an den Modulen „Seegras“ und „Grünalgen“.

Bewertungsmatrix Dithmarschen Makrophytobenthos-Index								
Qualitätskategorien	Norm-EQR	0	1	2	3	4	Gewichtung %	Norm-EQR gemäß Gewichtung für 6-Jahres-Intervall
		Schlecht	Unbefriedigend	Mäßig	Gut	Sehr gut		
		0 – 0.2	0.2 – 0.4	0.4 – 0.6	0.6 – 0.8	0.8 – 1.0		
Modul Seegras ⁶	Eulitorale Fläche (%) ¹	0 - 0.9	1.0 - 1.9	2 - 4	5 - 9	10 - 100 ⁸	50	Mittelwerte aller Parameter-EQRs über 6 Jahre
	Anteil ≥ 60 % Bedeckung (%) ²	0 - 5	6 - 11	12 - 24	25 - 49	50 - 100	10	
	Präsenz beider Arten (%) ³	0 - 19	20 - 39	40 - 59	60 - 79	80 - 100	10	
Modul Grünalgen ⁷	Eulitorale Fläche (%) ⁴	100 - 25	24 - 13	12 - 7	6 - 4	3 - 0	20	
	Anteil ≥ 60 % Bedeckung (%) ⁵	100 - 50	49 - 25	24 - 12	11 - 6	5 - 0	10	

1 Seegraswiesen mit ≥ 20% Bedeckung auf eulitorale Fläche.

2 Flächenanteil von Seegraswiesen mit ≥ 20% Bedeckung, wo die Bedeckung ≥ 60% liegt.

3 Einzelfunde werden nicht berücksichtigt.

4 Grünalgenmatten mit ≥ 20% Bedeckung auf eulitorale Fläche.

5 Flächenanteil von Grünalgenmatten mit ≥ 20% Bedeckung, wo die Bedeckung ≥ 60% liegt.

6 Angaben beziehen sich auf das beobachtete Maximum der Wuchssaison eines Jahres (August / September).

7 Angaben beziehen sich auf das beobachtete Maximum der Wuchssaison eines Jahres (variabel zwischen Juni bis September).

8 Bei deutlich über 30% müsste eine grundlegende Neubewertung erfolgen.

Bei den opportunistischen Makroalgen wird aus demselben Grund ebenso verfahren. Nur werden hier eine große Ausdehnung und dichte Bedeckung als schlecht bewertet, während beim Seegras eine große Ausdehnung und dichte Bedeckung als sehr gut angesehen werden. Diese Einschätzung basiert darauf, dass Nährstofffrachten als Schlüsselfaktor für die jeweilige Abundanz angesehen werden. Anders wird die Artenzusammensetzung der Seegraswiesen gewichtet. Da es sich nur um zwei Arten handelt, wird deren Präsenz (Einzelfunde bleiben unberücksichtigt) in linearer Abstufung in der Bewertung einbezogen.

Das umfangreiche Artenspektrum bei den Grünalgen (insbesondere der Artenkomplex *Ulva / Enteromorpha*) wird nicht berücksichtigt, da eine sichere Artansprache im Gelände nicht möglich ist. Die Biomasse der Grünalgen-Gattungen wird zwar in zwei Buchten monatlich ermittelt, die aber nicht als repräsentativ gelten können. Gemessen wird die Biomasse, um sie ggfs. für internationale Vergleiche von Bedeckungsgraden umrechnen zu können.

Die Gewichtung gemessener Parameter für den Makrophytobenthos-Index in der Bewertungsmatrix für Nordfriesland und Dithmarschen folgt einem gleichen Schema. Das Modul Seegras wird mit 70 % stärker gewichtet als das Modul Grünalgen (30 %), weil bei der Flächenausdehnung der Seegräser die Variabilität von Jahr zu Jahr viel geringer ist als bei den Grünalgenmatten. Das Aufkommen von Grünalgenmatten scheint sehr von aktuellen Wetterbedingungen abhängig zu sein und ist daher weniger verlässlich als Indikator für Eutrophierungseffekte. Andererseits wird die Gewichtung relativiert durch Grünalgenmatten, die sich über Seegras legen und dann vom Flugzeug aus nur als Grünalgen registriert werden, ohne dass das darunter möglicherweise noch nicht abgestorbene Seegras. Hier kann also ein zunehmendes Grünalgenvorkommen in zweifacher Hinsicht wirken. Einerseits dehnt es sich aus, bei gleichzeitiger Abnahme der Seegraswiesenflächenbedeckung, wodurch der Faktor Grünalgenvorkommen stärker in das Bewertungsschema eingeht. Grünalgen amplifizieren also den Eutrophierungseffekt auf das Seegras und sind daher kein ganz unabhängiges Modul.

Innerhalb des Moduls Seegras wird der von Seegras bewachsene Flächenanteil als Schlüsselparameter am stärksten gewichtet (50 %). Die Bewuchsdichte ist damit meist korreliert und ist methodisch weniger verlässlich. Sie ist stark vom Flugtermin abhängig und ist oft unscharf, wenn Grünalgen und Seegras gemischt vorkommen. Auch die Artenzusammensetzung wird nur gering gewichtet, da gewöhnlich *Z. noltii* dominiert mit nur geringen Einmischungen von *Z. marina*, die leicht übersehen werden können. Beide Parameter (Bewuchsdichte und Artenzusammensetzung) werden mit 10 % im Modul Seegras gewichtet. Bei den Grünalgenmatten erhält der Anteil dichter Bedeckung des Wattbodens mit Grünalgen ($\geq 60\%$) relativ zum Flächenanteil mehr Gewichtung als beim Seegras, da es meist nur die sehr dichten Grünalgenmatten sind, die Anoxie im Sediment darunter auslösen und Seegras durch Überschattung zum Absterben bringen.

Das hier vorgestellte Bewertungsverfahren basiert auf dem jetzigen wissenschaftlichen Stand. Die Bewertungsmatrix und die Klasseneinteilung wurden auf Referenz historischer Daten erstellt. Insbesondere die Bildung von Bewertungsklassen der Seegraswiesenfläche anteilig zur eulitoral Fläche beruht auf historischen Karten und Luftbildern.

Bei der Auswertung der hochaufgelösten Luftbilder von 1958 / 1959 sind im Dithmarscher Wattenmeer unklare Strukturen auffällig geworden. Leider gibt es aus dieser Zeit keine Kartierung der Gegend oder andere historische Referenzen, die darüber Aufschluss geben könnte, ob es sich bei den Strukturen um Seegraswiesen handelt. Bei der Auswertung der

Luftbilder wurde konservativ verfahren, d.h. es wurde im Zweifelsfall entschieden, dass es sich nicht um Seegras handelt. Daher wurden diese unklaren Strukturen im Dithmarscher Wattenmeer nicht als Seegras gedeutet. Es hat sich gezeigt, dass Ende der 1950er Jahre Seegras nur auf 0,5 % der Wattflächen Dithmarschens eindeutig nachgewiesen werden kann. Aufgrund der Schwierigkeiten in der Luftbildauswertung und dem Fehlen historischer Referenzen, wäre eine jetzige Bewertung des Küstengewässertyps N4 unsicher und mit großen Schwierigkeiten behaftet.

Zur sicheren Bewertung und zur Überprüfung der Ergebnisse aus den Luftbildern wird empfohlen, die vorhandenen hochaufgelösten Luftbilder, die im Zeitraum von 1935 – 1939 vom Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer aufgenommen wurden, auszuwerten. Sollten sich in diesen Luftbildern eindeutig Seegraswiesen an den Stellen identifizieren lassen, an denen 1958 / 1959 unklare Strukturen zu erkennen sind, ist mit großer Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass es sich auch 1958 / 1959 hier um Seegrasbestände handelt. Da die unklaren Strukturen großflächig sind, müsste in dem Fall die Bewertungsmatrix überdacht und wahrscheinlich angepasst werden.

4.6 Aufgaben der verschiedenen Methoden der Seegraserfassung

Daten über den Seegrasbestand Schleswig-Holsteins werden über verschiedene Methoden erlangt: durch Flugzeug- und Bodenkartierungen sowie über Luftbilddauswertung.

Die Flugzeugkartierung ist die Methode, die am regelmäßigsten und konsistentesten durchgeführt wird. Ihr großer Vorteil ist die flächendeckende Erfassung. Seit 1994 wird 3-mal jährlich während der Sommermonate (Juni, Juli, August) das gesamte Schleswig-Holsteinische Wattenmeer überflogen, wobei 3 Kartierer während des Fluges Seegraswiesen und Makroalgenbestände in Karten eintragen. Ziel der Flugzeugkartierung ist es, eine aktuelle Einschätzung der saisonalen Entwicklung und maximalen Ausdehnung im jährlichen Vergleich seit 1994 bezogen auf Seegraswiesen mit einer Bedeckung von mehr als 20 % geben zu können. Bei der Flugzeugkartierung handelt es sich um eine „Rapid-assessment“-Methode. Es ist ein Schnellverfahren, das einige Unzulänglichkeiten aufweist, aber wegen der methodischen Konsistenz eine zuverlässige Aussage zur Variabilität der Seegrasflächen über die letzten 15 Jahre liefert. Aufgrund der Methodenkonsistenz und der langjährigen Erfahrung von Karsten Reise, der seit 1994 bei jedem Flug kartiert hat, ist es möglich, auffällige Veränderungen sofort auszumachen. Die Flugzeugkartierung wird u. a. durchgeführt, um eine schnelle Bewertung abgeben zu können, ob sich in dem aktuellen Jahr eine spezifische Seegrasentwicklung abzeichnet. Im Bedarfsfall kann bereits nach der 2. Befliegung im Juli eine Aussage zur Seegrasentwicklung im Untersuchungsjahr getätigt werden.

Die zusätzliche methodengleiche Erfassung der Grünalgen während der Befliegung erlaubt eine Gegenüberstellung dieser gegensätzlichen Indikatoren. Grünalgen sind wichtige Eutrophierungsindikatoren, die in die Bewertungsmatrix für den Makrophytobenthos-Index einfließen. Die Flugzeugkartierung ist derzeit die einzige Methode, bei welcher der Grünalgenbestand flächendeckend erfasst wird, während bei der Bodenkartierung nur der Grünalgenanteil aufgenommen wird, der sich in einer Seegraswiese befindet.

Im Gegensatz zur Flugzeugkartierung kann die Bodenkartierung nicht während eines einzigen Niedrigwassers flächendeckend für das gesamte Schleswig-Holsteinische Wattenmeer erfolgen, liefert aber entscheidende Informationen, die aus der Luft nicht erfasst werden können. Bei der Bodenkartierung werden jedes Jahr der komplette

Seegrasbestand auf 1/6 der Wattfläche Schleswig-Holsteins erfasst sowie 12 Dauermessstellen beprobt, die sich entlang der gesamten Westküste befinden. Der herausragende Vorteil der Bodenkartierung ist die hochaufgelöste, präzise und detaillierte Erfassung der Seegraswiesen.

Die 1/6-Kartierung der Seegrasbestände wird im Rahmen einer Komplett-Kartierung der Seegraswiesen im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer durchgeführt, wofür 6 Jahre angesetzt sind. Zu diesem Zweck wurde das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer in 6 Teilgebiete untergliedert, wobei in jedem Jahr alle Seegrasbestände eines Teilgebietes komplett erfasst und das gesamte Schleswig-Holsteinische Wattenmeer so sukzessiv auf Seegras kartiert wird. Die jährliche 1/6-Kartierung soll so aufgeteilt sein, dass in jedem Jahr Flächen im Nordfriesischen als auch im Dithmarscher Wattenmeer erfasst werden. Die 1/6-Kartierung verfolgt mehrere Ziele:

Bei den Seegraswiesen werden 2 Bereiche aufgezeichnet: zum einen der dichtere Kernbereich mit einer Bedeckungsgrenze von $> 20\%$ und zum anderen der dünnere äußere Randbereich mit einer Bedeckungsgrenze von $> 5\%$. Dies ist methodenkonform zu TMAP, wodurch ein trilateraler Vergleich ermöglicht wird.

Da bei der 1/6-Kartierung nicht einzelne Wiesen sondern alle Seegrasbestände auf größeren Wattbereichen erfasst werden, dient diese Kartierung auch der Validierung der Daten der Flugzeugkartierung.

Zudem können die Daten der Flugzeugkartierung durch wichtige Parameter ergänzt werden, die aus dem Flugzeug nicht zu ermitteln sind, wie z.B. Artenzusammensetzung von Seegras und Makroalgen, Makroalgendichte, Epiphytenaufwuchs etc.

Seegraswiesen mit einer Bedeckungsgrenze von $< 20\%$ können von Flugzeug aus unzureichend oder gar nicht erfasst werden. Bezogen auf die Flächenausdehnung geringe Vorkommen von Seegras können vom Flugzeug aus ebenfalls nicht erfasst. Für diese Fälle ist eine flächendeckende Bodenkartierung zwingend nötig.

Bei den Dauermessstellen handelt es sich um 12 festgelegte Standorte, die seit mehreren aufeinander folgenden Jahren aufgesucht werden, um die Größe und den Bestand der dortigen Seegraswiese zu erfassen. Die 12 Dauermessstellen sind relativ gleichmäßig entlang des gesamten Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres verteilt. 7 Beprobungsstellen liegen im Nordfriesischen Wattenmeer, während die übrigen 5 Standorte im Dithmarscher Wattenmeer zu finden sind.

Ziel der Beprobung der Dauermessstellen ist es, unabhängig von der 1/6-Kartierung aktuelle Bodenbeobachtungen entlang der gesamten Küste zu ermöglichen. Während bei der 1/6-Kartierung alle Seegrasbestände auf einer definierten Wattfläche erfasst werden, werden bei der Kartierung der Dauermessstellen gezielt einzelne Seegraswiesen über mehrere Jahre hin untersucht. Da bei der 1/6-Kartierung nur Teile des Nordfriesischen und Dithmarscher Wattenmeeres kartiert werden, ist es nötig, durch die Dauermessstellen repräsentative Seegraswiesen entlang der gesamten Küste zu beproben. Dies dient der Absicherung, damit keine Phänomene unentdeckt bleiben, wie z.B. eine epidemische Seegraserkrankung. Wenn beispielsweise der Schleimpilz *Labyrinthula* auftritt, sollte dies im Frühstadium erkannt werden bevor die Seegrasbestände zusammenbrechen. Dies ist nur über eine Bodenkartierung zu gewährleisten. Es scheint, dass das Monitoring der 12 Dauermessstellen angesichts der 1/6-Kartierung redundant ist. Dies ist aber nicht der Fall, wenn der Seegrasbestand einmal zusammenbrechen sollte. Dann ermöglichen es die Dauermessstellen, den räumlichen Ursprung und die Ursachen eines stattfindenden Zusammenbruchs des Seegrasbestandes zu ermitteln.

Die 12 Dauermessstellen werden als repräsentativ angesehen, weswegen sie sich trendgleich zu den Ergebnissen der Flugzeugkartierung verhalten sollten. Von 2007 zu 2008 haben sich aus der Luftkartierung und auch bei den Dauermessstellen keine signifikanten Veränderungen ergeben. Ob die Dauermessstellen wirklich repräsentativ sind, wird sich wahrscheinlich erst im Falle eines allgemeinen Seegrasrückgangs zeigen.

Da im Zuge der fortschreitenden 1/6-Kartierung alle Seegrasbestände des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres sukzessiv erfasst werden, verliert die Kartierung der Dauermessstellen ein wenig an Bedeutung und der 1/6-Kartierung muss Priorität eingeräumt werden. Um sicher zu stellen, dass die 1/6-Kartierung im Beprobungszeitraum Mitte Juli bis Mitte September erfolgreich abgeschlossen werden kann, sollte sie zeitlich vor der Kartierung der Dauermessstellen stattfinden. Die Dauermessstellen sollten aber nach Möglichkeit nach wie vor im Rahmen des Seegras-Monitorings erfasst werden.

Die Auswertung von Luftbildern wird in erster Linie aus methodischen Gründen zur Qualitätskontrolle der Flugzeugkartierung herangezogen, was allerdings in unregelmäßigen Abständen geschieht. Die Ergebnisse der Auswertung von Luftbildern aus einem bestimmten Jahr werden mit den Ergebnissen der Flugzeugkartierung aus demselben

Zeitraum verglichen, um die Kartiergenauigkeit überprüfen zu können. Neben der Validierung der genauen Positionsbestimmung wird auch die Form der Seegraswiese beleuchtet. Die Validierung von Position und Form einer Seegraswiese sollte über einen Centroid durchgeführt werden. Nähere Informationen hierzu finden sich in Kapitel 4.7.

Aktuelle Luftbilder können zusätzlich an Bedeutung gewinnen, falls die Flugzeugkartierung einmal nicht mehr von erfahrenen Kartierern durchgeführt wird. Da eine Unterscheidung von Seegraswiesen und Makroalgenbeständen viel Erfahrung erfordert, ist es sehr zu empfehlen, im Fall von unerfahrenen Kartierern Luftbilder zur Validierung der Ergebnisse der Flugzeugkartierung heranzuziehen.

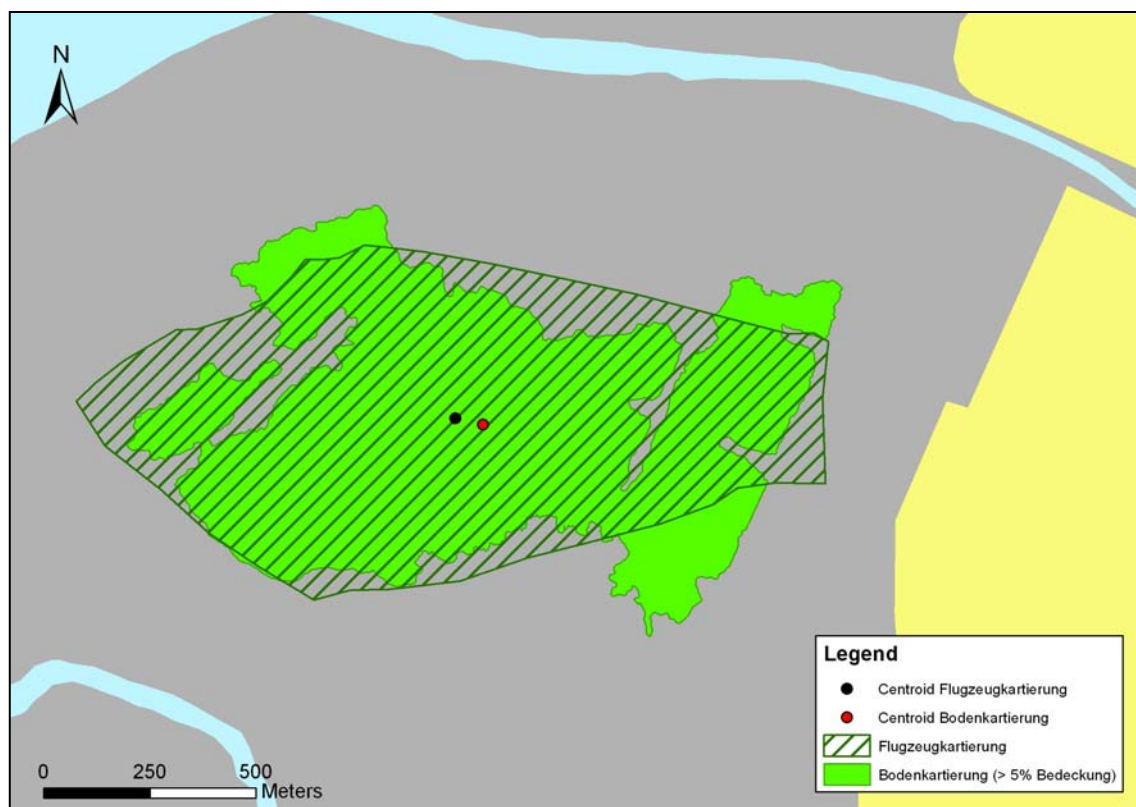
Geeignete Luftbilder werden vorzugsweise im August, bei klarer Sicht, wolkenfreiem Himmel und sehr niedrigem Wasserstand aufgenommen. Aufgrund der Schwierigkeiten, die Kombination dieser Bedingungen anzutreffen, und der Budgetlage liegen Luftbilder vom Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer nicht für jedes Jahr vor. Aus diesem Grund können Luftbilddaten für eine Berechnung des Makrophytobenthos-Index entsprechend der Bewertungsmatrix nicht mit herangezogen werden. Dennoch sind Luftbilder sehr wertvolle Datenquellen. Besonders historische Aufnahmen sind essentiell für die Definition von Klassengrenzen der Bewertungsmatrix, bei der sich einem Referenzzustand angenähert werden soll. Die Ergebnisse der Luftbildauswertung von 1958 / 1959 und 2005 zeigen, dass die heutige Seegrassituation der Ende der 50er Jahre sehr ähnlich ist. Durch die Auswertung der Luftbilder aus den 50er Jahren wurde sich einem belastbaren Referenzwert für die Bewertungsmatrix des Makrophytobenthos-Index angenähert. Dennoch ist es unbedingt nötig, weitere vorhandene Luftbilder aus den 30er Jahren zu analysieren, um Gewissheit zu erlangen.

Aus den aufgeführten Methoden ist zu entnehmen, dass jede Methodik einen anderen Schwerpunkt hat und die jeweiligen Schwachstellen durch eine andere Methode ausgeglichen werden. Die Flugzeugkartierung ermöglicht eine flächendeckende, schnelle und aktuelle Einschätzung der saisonalen Entwicklung und maximalen Ausdehnung von Seegraswiesen. Die 1/6-Kartierung erfasst in einer TMAP-konformen Kartierung alle Seegrasbestände auf einem großen Teilgebiet des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres und führt sukzessiv zu einer Kompletterfassung innerhalb von 6 Jahren. Die 12 Dauermessstellen decken mit ihrem Messnetzwerk die gesamte Westküste Schleswig-Holsteins ab und dienen der Absicherung und Früherkennung. Die Luftbilderauswertung

wird zur Qualitätskontrolle und Validierung der Flugzeugkartierung sowie zur Bestimmung von Referenzwerten herangezogen. All diesen Daten ist gemein, dass sie in ein Geographisches Informationssystem (GIS) eingespeist und dort gesamtheitlich betrachtet, kombiniert, ergänzt und validiert werden können.

4.7 Vergleich der Ergebnisse der Boden- und Flugzeugkartierung

Ähnlich wie die Ergebnisse der Luftbildauswertung können auch die Ergebnisse der 1/6-Bodenkartierung zur Überprüfung der Kartiergenauigkeit aus dem Flugzeug herangezogen werden. Neben der Validierung der genauen Positionsbestimmung wird auch die Form der Seegraswiese mit einbezogen. Dies sollte über einen Centroid geschehen, der in GIS ermittelt werden kann. Ein Centroid ist mathematisch berechnet und so gewichtet, dass er denn „Gewichtsschwerpunkt“ eines unregelmäßig geformten Polygons angibt, in diesem Fall einer Seegraswiese. Der Vorteil des Centroids ist, dass er sowohl die Position als auch die Form der Seegraswiese berücksichtigt. Die Distanz eines Centroids einer am Boden kartierten Seegraswiese zum Centroid der gleichen Seegraswiese, die aus dem Flugzeug erfasst wurde, wird als Maß der Abweichung der beiden Kartierungsmethoden angesehen (Karte 27).



Karte 27: Am Beispiel der Seegraswiese Lundenberger Sand werden die Unterschiede der Boden- und Flugzeugkartierung deutlich. Es ist aber auch die hohe Genauigkeit der Flugzeugkartierung zu sehen, was sich u.a. aus der räumlichen Nähe der beiden Centroide erkennen lässt.

2008 wurden im Rahmen der 1/6-Kartierung alle Seegrasbestände auf den Wattflächen zwischen Husum und Büsum erfasst. Ein Vergleich mit den Flugkartierungsdaten von August / September 2008 aus dem gleichen Untersuchungsgebiet ergab eine mittlere Abweichung von 239 m zu den Seegrasbeständen mit einem Bedeckungsgrad von $> 20 \%$ und eine Abweichung von 231 m zu den Seegrasbeständen mit einem Bedeckungsgrad von $> 5 \%$. Die Unterschiede sind minimal, da der dünnere Rand einer Seegraswiese oftmals mehr oder weniger gleichmäßig um den dichten Kern ($> 20 \%$) liegt und daher die Centroide sehr ähnliche Koordinate haben. Jedenfalls zeigt dieser Vergleich, dass die Abweichungen, vor allem gemessen an der Größe des Wattenmeeres, vernachlässigbar gering sind und Form und Position von Seegraswiesen aus der Luft sehr exakt bestimmt werden können. Dies ist umso erstaunlicher, da die verwendete Kartengrundlage bei der Flugzeugkartierung nicht immer aktuell ist.

Für die Wattbereiche zwischen Husum und Büsum wurde zudem ein Flächenvergleich vorgenommen. Im Rahmen der Flugzeugkartierung wurde eine Flächenausdehnung der Seegraswiesen von 494 ha ermittelt, während die Bodenkartierung eine Seegrasfläche von 342 ha für eine Bedeckung von $> 20 \%$ und eine Fläche von 513 ha für eine Bedeckung von $> 5 \%$ ergab. Es fällt auf, dass mit einem Unterschied von nur 19 ha die Befliegungsergebnisse näher an der Fläche einer $> 5 \%$ ige Seegrasbedeckung liegen. Es tritt die Vermutung auf, dass bei der Flugzeugkartierung auch der dünnere Rand einer Seegraswiese in diesem Untersuchungsgebiet mit erfasst wurde. Dies liegt daran, dass Seegras hier in erster Linie auf hellem Sandwatt wächst, was eine Identifizierung begünstigt. Da der Kontrast stärker ist, wurde hier auch Seegras mit Bedeckungsdichten von unter 20% erfasst.

Um die Frage zu beantworten, ob entgegen der jetzigen Annahme bei der Flugzeugkartierung generell auch Seegras mit Bedeckungsdichten von unter 20% erfasst wird, ist ein Vergleich mit den Ergebnisse aus den folgenden Jahren nötig. Eine Überprüfung mit den Ergebnissen der 1/6-Kartierung von 2007 war zum Zeitpunkt der Berichterstellung leider nicht möglich, da die Flugkartierungsdaten noch nicht vorlagen.

Daten zu einer Seegraswiese, die am Boden erhoben wurden (wie z.B. Artenzusammensetzung, Epiphytendichte), können zur Ergänzung der Flugkartierungsdaten verwendet werden. Allerdings betrifft dies nur die Seegraswiesen, die sowohl vom Flugzeug aus als auch am Boden erfasst wurden. Eine Interpolation oder

ein „Upscaling“ der detaillierten Bodendaten der 1/6-Kartierung auf die großskaligen Flugzeugdaten ist nicht möglich. Auf Basis der Bestandsmerkmale einzelner Seegraswiesen, die im Zuge der Bodenkartierung erfasst wurden, kann keine Hochrechnung auf den Seegrasbestand einer Region erfolgen. Seegraswiesen sind in ihrem Bestand von Ort zu Ort zu stark unterschiedlich, als dass sich die Merkmale einzelner Wiesen nicht auf alle Wiesen einer ganzen Region verallgemeinern lassen. Aus diesem Grund wird mittels der 1/6-Kartierung sukzessiv der gesamte eulitorale Seegrasbestand Schleswig-Holsteins am Boden erfasst. Dennoch sind auch in dieser Hinsicht die Flugzeugkartierungen wichtig. Das Konzept der 1/6-Kartierung sieht vor, dass nach 6 Jahren der ganze Seegrasbestand des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres einmal komplett erfasst wird. Angenommen in den ersten 4 Jahren herrschen gute Bedingungen, die sich in einem ausgedehnten Seegrasbestand äußern. Wird weiter angenommen, in den letzten 2 Jahren der Kartierung bricht der Seegrasbestand zusammen. In diesem Fall kann aufgrund der Daten der Flugzeugkartierung der Seegrasbestand in den Gebieten, die im Rahmen der 1/6-Kartierung noch nicht erfasst wurden, auf den Stand vor dem Zusammenbruch rekonstruiert werden. Durch die Bodenkartierung werden dann zum einen die Ursachen des Zusammenbruchs ermittelt und zum anderen immer noch wichtige Seegrasattribute, wie z.B. Artenzusammensetzung aufgenommen, die dann zur Ergänzung der Flugkartierungsdaten herangezogen werden können.

4.8 Integrierung von Boden- und Flugzeugkartierungsdaten in die Bewertungsmatrix

Während die Flugkartierungsdaten flächenhaft und somit in erster Linie quantitativ sind, sind die Bodenkartierungsdaten hochaufgelöst und vornehmlich qualitativ. Die Daten aus beiden Kartierungsmethoden werden zur Berechnung des Ecological Quality Ratios (EQR) herangezogen. Der EQR ermittelt sich aus den beiden Modulen „Seegras“ und „Grünalgen“, wobei sich das Modul „Seegras“ aus 3 Kriterien zusammensetzt und das Modul „Grünalge“ aus 2 Kriterien aufgebaut wird (siehe auch Kapitel 4.5). Die Kriterien des Moduls „Seegras“ werden über die Daten der Bodenkartierung bedient, während die Daten der Flugzeugkartierung in die Kriterien des Moduls „Grünalgen“ einfließen (Abb. 11).

Die Flugzeugkartierung ist die einzige Methode, welche die Grünalgenbestände auf den Wattflächen erfasst, und wird damit ausschließlich zur Bewertung des Moduls „Grünalge“ herangezogen. Darüber hinaus erfüllt die Flugzeugkartierung die Funktion eines „Rapid assessments“, was auch die Erfassung von Sonderereignissen in einzelnen Jahren einschließt. Zudem ermöglicht sie Trendaussagen zu den Modulen „Seegras“ und „Grünalgen“. Da die Flugzeugkartierung seit 1994 jährlich durchgeführt wird, liegen für beide Module Langzeitdatenreihen vor, die eine Aussage zu Entwicklungstrends zulassen. Trendanalysen sind notwendig für ursächliche Erklärungen von Veränderungen und hieraus lassen sich im Bedarfsfall Handlungsvorschläge ableiten.

Seegraswiesen werden über verschiedene Methoden aufgenommen, aber nur die Bodenkartierung ist die bestmögliche und umfassendste Datenerfassung zur Bewertung des 6 Jahres Intervalls. Aus diesem Grund fließen allein die Daten der 1/6-Kartierung in das Modul „Seegras“ ein.

Obwohl Boden- und Flugzeugkartierung zur Berechnung des EQRs herangezogen werden, sind beide Methoden zwei voneinander getrennt zu haltende Informationsbereiche.

Während bei der Flugzeugkartierung das gesamte Schleswig-Holsteinische Wattenmeer erfasst wird, ist die Bodenkartierung jährlich auf 1/6 der Wattfläche beschränkt. Dieser Umstand erlaubt derzeit keine Gesamtbewertung des ökologischen Zustands des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres, da noch nicht die gesamte Wattfläche durch die Bodenkartierung erfasst wurde. Momentan ist lediglich eine Teilgebietsbewertung der Flächen, die 2007 und 2008 durch die 1/6-Kartierung abgedeckt wurden, möglich (siehe

auch Kapitel 4.9). Nach 6 Jahren (2012) sind erstmals alle Seegraswiesen auf den Wattflächen Schleswig-Holsteins durch die Bodenkartierung aufgenommen. Dann kann erstmalig eine Gesamtbewertung des ökologischen Zustands vorgenommen werden. 2013 beginnt der 2. Turnus der 1/6-Kartierung, wobei die Reihenfolge der jährlichen Erfassung der Teilgebiete dem 1. Turnus entsprechen soll. Damit wird das 1. Teilgebiet des 1. Turnus (das Gebiet der 1/6-Kartierung von 2007) 2013 neu kartiert werden. Die neu-erhobenen Daten für das 1. Teilgebiet sollen den Datensatz dieses Teilgebiets aus dem 1. Turnus ersetzen. Die Datensätze der anderen 5 Teilgebiete, die im Rahmen des 1. Turnus erfasst wurden, werden jedoch mitberücksichtigt, so dass ab 2012 jährlich eine Gesamtbewertung stattfinden kann. So ist es möglich, nach Abschluss des 1. Turnus jährlich eine Bewertung des ökologischen Zustands des gesamten Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres vorzunehmen, wobei die „alten“ Seegraswiesendaten aus dem 1. Turnus nach und nach durch die neuen Daten aus dem 2. Turnus ersetzt werden.

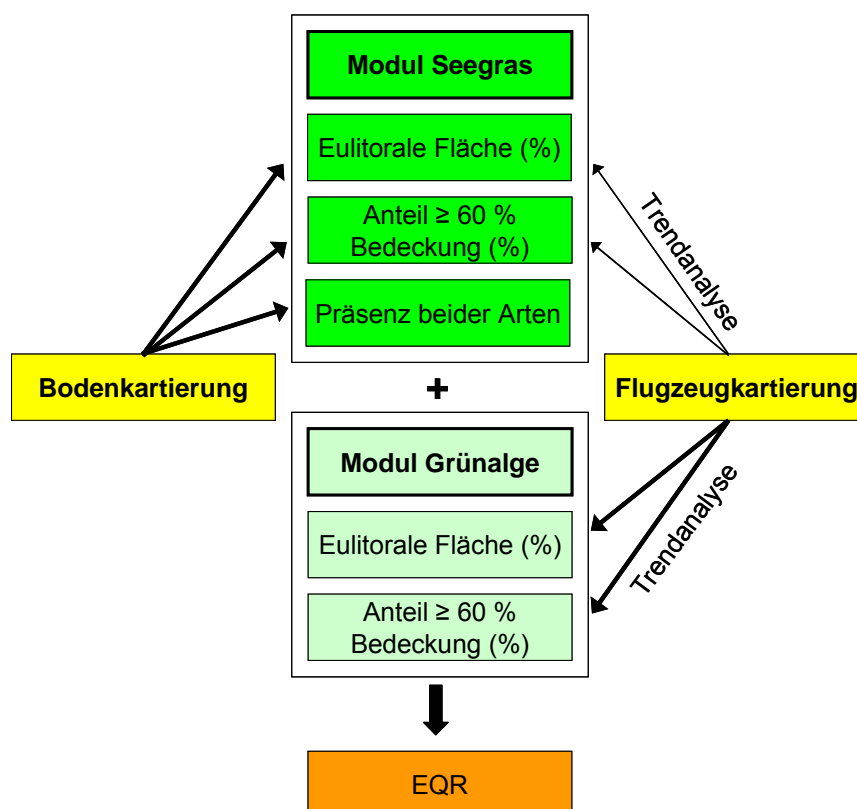


Abb. 11: Berechnung des EQRs auf Basis der Boden- und Flugzeugkartierung. Während die Daten der Bodenkartierung die Berechnung des Moduls „Seegras“ ermöglichen, fließen die Daten der Flugzeugkartierung in das Modul „Grünalgen“ ein. Die Flugzeugkartierung ermöglicht zusätzlich Trendanalysen für Kriterien beider Module.

4.9 Aktuelle Einschätzung des ökologischen Zustands des Gebiets der 1/6-Kartierung 2008

Im Rahmen der 1/6-Kartierung des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres wurden 2008 alle Seegrasbestände auf den Wattflächen zwischen den Städten Husum und Büsum und um die Halbinsel Eiderstedt herum aufgenommen (Karte 14). Insgesamt wurde im Nordfriesischen Wattenmeer 7718 ha und im Dithmarscher Wattenmeer 17647 ha auf ihren Seegrasbestand hin untersucht. Die Fläche der Seegraswiesen betrug 263 ha in Nordfriesland, was bezogen auf die untersuchte Wattfläche eine Bedeckung von 3,4 % ergibt. In Dithmarschen belief sich die Seegraswiesenfläche auf 250 ha, was einem Bedeckungsgrad von 1,4 % gleichkommt. Entsprechend der Bewertungsmatrix (siehe Tabelle 9 und 10) werden beide Wattgebiete bezüglich des Kriteriums „Bedeckung eulitoral Fläche“ als „unbefriedigend“ eingestuft (Tabelle 11). Aufgrund des hohen Anteils an Seegraswiesen mit einer generellen Bedeckung von $\geq 60\%$ bezogen auf die Seegraswiesenfläche mit $\geq 20\%$ Bedeckung (47,7 % bzw. 84 ha) wird dieses Kriterium im nordfriesischen Teilgebiet als „gut“ bewertet. Das geringe Vorkommen beider Seegrasarten (7,1 %) wird in dieser Gegend allerdings als „schlecht“ eingestuft. Das gleiche Urteil erfährt der 2008 beprobte Teil Dithmarschens, da hier keine Seegraswiese $\geq 60\%$ Bedeckung aufweist und *Zostera marina* gar nicht festgestellt werden konnte. Für das Modul „Grünalgen“ fiel sowohl für das Nordfriesische als auch für das Dithmarscher Wattenmeer die Bewertung „sehr gut“ aus. In den beiden Teilgebieten belief sich 2008 die Bedeckung der eulitoral Fläche mit Grünalgen auf 232 ha bzw. 3,0 % und 60 ha bzw. 0,3 % (Tabelle 11). Während im Nordfriesischen Wattenmeer nur 1,3 ha des Grünalgenbestandes eine Dichte von $\geq 60\%$ aufweist, konnte eine solche Bedeckung im Dithmarscher Wattenmeer gar nicht beobachtet werden.

Entsprechend der Gewichtung der einzelnen Kriterien ergibt die aktuelle Einschätzung, dass 2008 der ökologische Zustand im nordfriesischen Teilgebiet „mäßig“ und im dithmarscher Teilgebiet „unbefriedigend“ war.

Eine aktuelle Einschätzung des ökologischen Zustands des Teilgebiets der 1/6-Kartierung von 2007 war zum Zeitpunkt der Berichterstellung leider nicht möglich, da die Flugkartierungsdaten für Grünalgen aus diesem Jahr noch nicht vorlagen.

Tabelle 11: Aktuelle Einschätzung des ökologischen Zustands der Wattflächen zwischen Husum und Büsum (1/6-Kartierung 2008) entsprechend der Bewertungsmatrix.

		Nordfriesland	Bewertung Nordfriesland	Dithmarschen	Bewertung Dithmarschen	Gewichtung %
Modul Seegras	Eulitorale Fläche (%)	3	unbefriedigend (1)	1	unbefriedigend (1)	50
	Anteil \geq 60 % Bedeckung (%)	48	gut (3)	0	schlecht (0)	10
	Präsenz beider Arten (%)	7	schlecht (0)	0	schlecht (0)	10
Modul Grünalgen	Eulitorale Fläche (%)	3	sehr gut (4)	0	sehr gut (4)	20
	Anteil \geq 60 % Bedeckung (%)	1	sehr gut (4)	0	sehr gut (4)	10
Gesamtbewertung:			mäßig (2,0)		unbefriedigend (1,7)	

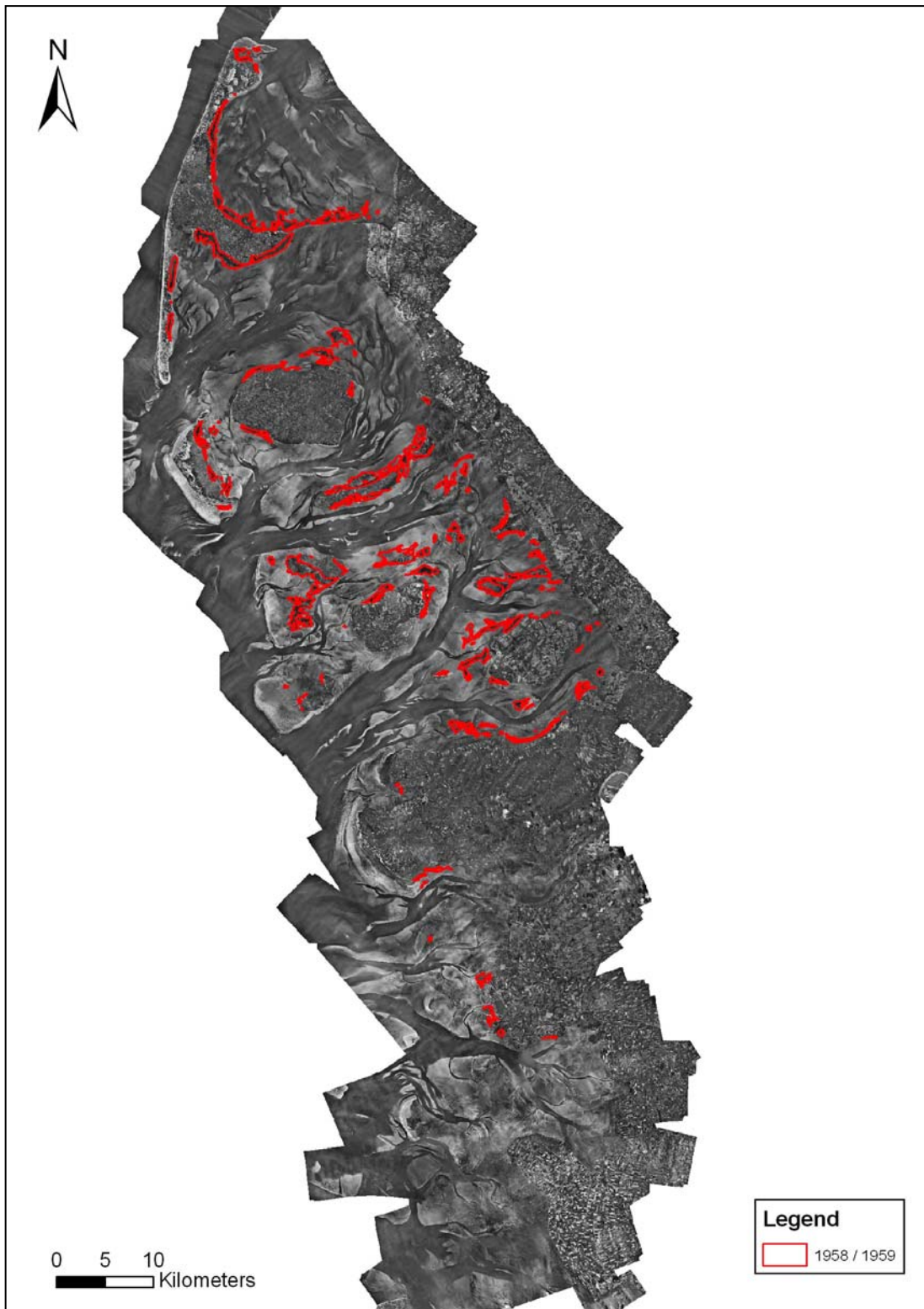
4.10 Auswertung der Luftbilder von 1958 / 1959

Aus dem Jahr 1958 / 1959 liegt eine Serie von Luftbildern vor, die alle für die Seegraskartierung relevanten Teile des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres abdecken. Die Aufnahmen wurden in den Monaten Juni und September 1958 sowie im September 1959 getätigt und lassen die Seegraswiesen zumeist gut erkennen (Karte 28). Die Bilder wurden bei einem sehr niedrigen Wasserstand aufgenommen, weswegen keine Überflutung der Seegräser vorliegt und die Wiesen, soweit es die Methode erlaubt, in ihrer kompletten Ausdehnung erfasst werden konnten. Zudem zeichnen sich die Aufnahmen durch eine sehr gute Qualität und eine hohe Auflösung mit einer Bodenpixelgröße von 0,4 m aus, was eine detaillierte Erfassung der Seegrasbestände ermöglichte.

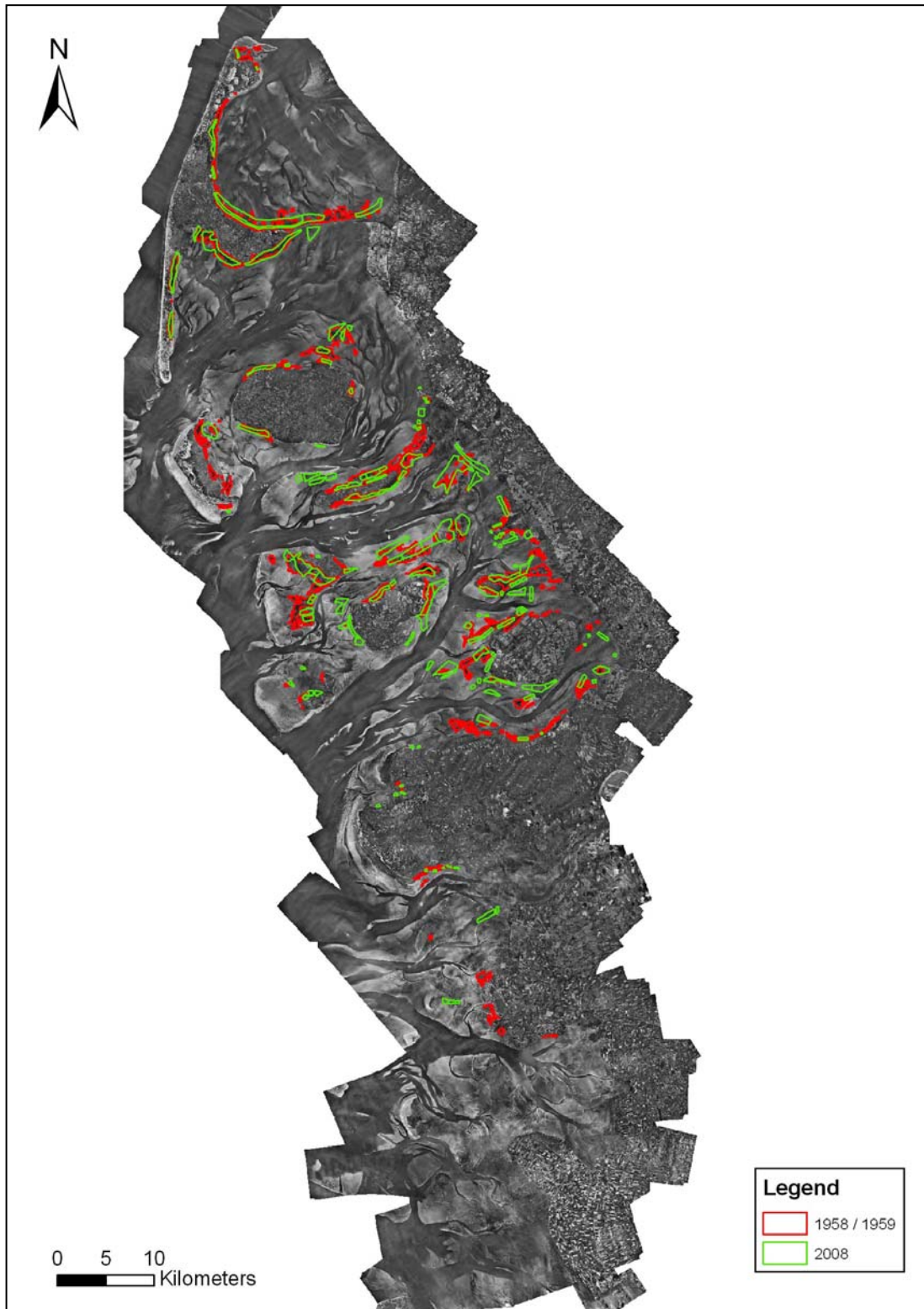
Nach dem jetzigen Stand der Erkenntnisse zeigen die Luftbilder von 1958 / 1959, dass Seegraswiesen ca. 9172 ha auf den Wattflächen Nordfrieslands einnehmen, während ihre Fläche ca. 274 ha im Dithmarscher Watt beträgt. Demnach befanden sich zu der Zeit 97 % des Seegrasbestandes Schleswig-Holsteins in Nordfriesischen Wattenmeer und 3 % im Dithmarscher Wattenmeer. Bezogen auf das Eulitoral bedeckten Seegraswiesen in Nordfriesland 10,5 % der Wattfläche und in Dithmarschen 0,5 %. Die Größe des Seegrasbestandes Schleswig-Holsteins und die anteilmäßige Verteilung auf die Küstengewässertypen Nordfriesland und Dithmarschen entsprechen 1958 / 1959 somit weitestgehend den heutigen Verhältnissen. Ebenso die Anzahl der Wiesen. Zudem besteht eine erstaunliche Lagepersistenz in der Position der Seegraswiesen 1958 / 1959 und heute (Karte 29). Neben der Positionstreue kommt hinzu, dass bei vielen einzelnen Seegraswiesen auch die Größe und Form 1958 / 1959 ungefähr mit der heutigen übereinstimmt. Diese Erkenntnisse ergaben sich aus einem Vergleich der 1950er Jahre Luftbilder mit Luftbildern von 2005 sowie mit der Flugzeugkartierung vom September 2008 (Karte 29).

Im Dithmarscher Wattenmeer sind bei der Auswertung der hochaufgelösten Luftbilder unklare Strukturen auffällig geworden. Es handelt sich hierbei um dunkle Formationen auf den Wattflächen, die wegen ihrer internen Struktur jedoch nicht als Seegras identifiziert werden konnten. Aufgrund der konservativen Auswertung der Luftbilder, wurde im Zweifelsfall entschieden, dass es sich nicht um Seegras handelt. Leider kann dies nicht mit absoluter Sicherheit gesagt werden, da es keine Kartierung oder andere historische Referenzen zu der Zeit aus dem Dithmarscher Watt gibt, die genaueren Aufschluss hierüber geben könnte. Da die Luftbilder, welche die unklaren Strukturen

aufweisen, jeweils im September 1958 und 1959 aufgenommen wurden, wo der Seegrasbestand noch nahe seiner jahreszeitlichen, maximalen Ausdehnung ist, kann ein schwerer identifizierbares, frühes Seegrasstadium ausgeschlossen werden.



Karte 28: Mit roter Umrandung sind die Seegraswiesen auf den hochaufgelösten Luftbildern von 1958 / 1959 an der Westküste Schleswig-Holsteins markiert.



Karte 29: Die Ergebnisse der Flugzeugkartierung vom September 2008 zeigen, dass die heutigen eulitoral Seegraswiesen (grün umrandet) an der Westküste Schleswig-Holsteins den Seegraswiesen von 1958 / 1959 (rot umrandet) in Anzahl Größe, Form und Verteilung weitestgehend ähneln.

4.11 Validierung der Referenzen der Küstengewässertypen Nordfriesland und Dithmarschen

Die Auswertung der hochaufgelösten Luftbilder von 1958 / 1959 ergab, dass der Seegrasbestand zu der Zeit dem heutigen sehr ähnlich ist. Dies bezieht sich nicht nur auf die Größe des Seegrasbestandes Schleswig-Holsteins und die anteilmäßige Verteilung auf die Küstengewässertypen Nordfriesland und Dithmarschen, sondern auch auf die Position, Form und Größe einzelner Seegraswiesen.

Der Zustand und die flächenhafte Ausdehnung von Seegraswiesen kann als Indikator für Eutrophierung herangezogen werden. Es stellt sich die Frage, ob der Seegrasbestand Schleswig-Holsteins von 1958 / 1959 einen anzustrebenden Endzustand darstellt, der eine geringe Eutrophierungsstufe widerspiegelt, oder ob es sich hierbei um ein Zwischenergebnis, eine mittlere Eutrophierungsstufe, handelt.

Der Eutrophierungszustand des Wattenmeers hängt in erster Linie von der Nährstofffracht ab, welche die Flüsse ins Wattenmeer einbringen. Von 1936 bis 1958 haben in der südlichen Bucht der Nordsee an der niederländischen Küste vor allem die Konzentrationen an Nitrat und Nitrit deutlich zugenommen (van Bennekom und Wetsteijn 1990). Da die Strömungen der südlichen Nordsee ost- und nordwärts parallel zur Küste gerichtet sind, werden die erhöhten Nitrat- und Nitritkonzentrationen auch für das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer Folgen gehabt haben, vor allem für das südlichere Dithmarscher Wattenmeer. Zudem hat sich von 1950 bis 1970 die Phosphorkonzentration des Rheins nahezu verdoppelt (de Jonge und Postma 1974). Es wird davon ausgegangen, dass der Anstieg linear war, weswegen bereits für 1958 ein erhöhter Nährstoffeintrag ins Wattenmeer angenommen werden kann. Da sich die Nährstofffrachten von Weser und Elbe parallel zu denen des Rheins verhalten, ist davon auszugehen, dass auch über diese beiden Flüsse eine gesteigerte Nährstoffzufuhr ins Wattenmeer erfolgt ist. Insgesamt zeichnet sich das Bild ab, dass bereits Ende der 1950er Jahre das Wattenmeer einen deutlich erhöhten Eutrophierungszustand aufweist als noch in den 1930er Jahren (pers. Mitt. van Beusekom). Aus diesen Gründen kann davon ausgegangen werden, dass der Seegrasbestand Schleswig-Holsteins von 1958 / 1959 bereits einen eutrophierten Zustand widerspiegelt und daher nicht unbedingt als Referenzwert eines oligotrophen Zustands geeignet ist.

Beim Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN-SH) in Husum liegen Luftbilder vor, die im Zeitraum von 1935 bis 1939 aufgenommen wurden. Diese Bilder sind mit einer Bodenpixelgröße von zumeist 0,3 bis

0,6 m hochaufgelöst und sind bereits gescannt und georeferenziert. Diese beiden arbeits- und zeitintensiven Prozeduren sind die Voraussetzung für eine GIS-gestützte Luftbildanalyse und in diesem Fall bereits abgeschlossen, wodurch direkt mit der Auswertung der Luftaufnahmen begonnen werden kann. Da die Luftbildserie aus den 1930er Jahren die für die Seegraskartierung relevanten Teile des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres abdeckt, scheint sie als Quelle für Seegras-Referenzwerte geeignet zu sein.

Eine Voranalyse für den Bereich Nordsylt ergab, dass die Seegraswiesen 1935 – 1939 eine größere flächenhafte Ausdehnung aufweisen als 1958 / 1959. Daher ist davon auszugehen, dass der Seegrasbestand insgesamt in Schleswig-Holstein vor 1958 / 1959 noch größer war. Die Analyse der Luftbilder aus den 1930er Jahren liefert wahrscheinlich ein Ergebnis, das weit näher an einem wirklichen Referenzzustand für den Seegrasbestand Schleswig-Holsteins liegt. Die Kartierung von Nienburg (1927) unterstützt diese Vermutung. Daher wird eine Analyse der Luftbilder aus den 1930er Jahren zur Bestimmung von Referenzwerten für die Seegraswiesen Schleswig-Holsteins ausdrücklich empfohlen.

4.12 Überprüfung der Wasserkörpergruppe Nordfriesland

Im Nordfriesischen Wattenmeer befinden sich 6 Tidebecken. Das nördlichste Tidebecken, das Lister Tidebecken, wurde durch den Bau des Hindenburgdamms 1927 von den übrigen Tidebecken weitestgehend getrennt. Ein Austausch zwischen den Tidebecken ist seitdem sehr eingeschränkt. Aufgrund dieser Tatsache sollte überprüft werden, in wie weit die Wasserkörpergruppe Nordfriesland als zwei Wasserkörper nördlich und südlich des Hindenburgdamms getrennt bewertet werden kann.

Aufgrund der zu kleinen Fläche nördlich des Hindenburgdamms ist von einer gesonderten Behandlung abzusehen. Die Wattflächen nördlich des Hindenburgdamms belaufen sich auf deutscher Seite auf eine Größe von 8456 ha, während die Wattgebiete südlich des Hindenburgdamms mit 81966 ha nahezu 10-mal so groß sind. Zudem befinden sich südlich des Hindenburgdamms 5 Tidebecken. Nördlich des Hindenburgdamms befindet sich auf deutschem Gebiet nur ein halbes Tidebecken. Der Verlauf der deutsch-dänischen Grenze zieht sich quer durch die Mitte des Lister Tidebeckens und da eine Bewertung sich nur auf den deutschen Teil beschränkt, ist eine alleinige Betrachtung dieses Wasserkörpers ungeeignet.

Zudem sind sich die Wattgebiete Nordfrieslands, einschließlich nördlich des Hindenburgdamms, dahingehend ähnlich, dass ihnen Inseln oder hohe Sände schützend vorgelagert sind, der Küstengewässertyp insgesamt euhalin ist und große Süßwasserzuflüsse nicht vorliegen. Diese Begebenheiten unterscheiden die nordfriesischen Wattgebiete von den Dithmarscher Watten, weswegen das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer zur Bewertung nur in diese beiden Küstengewässertypen und nicht weiter unterteilt werden sollte.

Darüber hinaus zeigt die inhärente Variabilität des Seegrases, dass für eine Bewertung größere Gebiete herangezogen werden müssen. Die Fläche der Seegraswiesen nördlich des Hindenburgdamms belaufen sich zurzeit auf ca.1272 ha, während sich ca. 8186 ha im übrigen nordfriesischen Wattenmeer befinden.

Aus diesen Gründen kann eine alleinige Bewertung des Wasserkörpers nördlich des Hindenburgdamms nicht empfohlen werden.

5 Literatur

- Borum, J., Duarte, C.M., Krause-Jensen, D., Greve, T.M. (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.
- Cunha, A. H., Santos, R.P., Gaspar, A.P., Bairros, M.F. (2005). Seagrass landscape-scale changes in response to disturbance created by the dynamics of barrier islands: A case study from Ria Formosa (Southern Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 64: 636-644.
- de Jonge, V. N., Postma, H. (1974). Phosphorus compounds in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 8 (2-3): 139-154.
- de Jonge, V. N., de Jong, D.J. (1992). Role of tide, light and fisheries in the decline of *Zostera Marina* L. in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Institute for Sea Research Publication Series* 20: 161-176.
- de Jonge, V. N., Essink, K., Boddeke, R. (1993). The Dutch Wadden Sea: a changed ecosystem. *Hydrobiologia* 265: 45-71.
- den Hartog, C. (Ed.) (1970). *The sea-grasses of the world*. North-Holland Publ Comp, Amsterdam, London.
- den Hartog, C. (1987). Wasting disease and othe dynamic phenomena in *Zostera* beds. *Aquatic Botany* 27: 3-14.
- den Hartog, C., Phillips R.C. (2001). Common structures and properties of seagrass beds fringing the coasts of the world. In: Reise, K. (Ed.). *Ecological Comparisons of Sedimentary Shores*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 195-212.
- Dolch, T. (2008). High-resolution spatial analysis of morphodynamics and habitat changes in the Wadden Sea (SE North Sea). *Dissertation Universität Kiel*.
- Dolch, T., Reise, K. (2008). *Seegrass-Monitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2007 – Forschungsbericht zur Bodenkartierung ausgewählter Seegrassbestände im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2007*. LANU, Flintbek.
- Fonseca, M. S. (1996). The role of seagrasses in nearshore sedimentary processes: a review. *Estuarine shores: evolution, environments, and human alterations*. K. F. Nordstrom, Roman, C.T. (Eds.). Chichester, Wiley: 261-186.
- Frederiksen, M., Krause-Jensen, D., Holmer, M., Laursen, J.S. (2004a). Long-term changes in area distribution of eelgrass (*Zostera marina*) in Danish coastal waters. *Aquatic Botany* 78: 167-181.
- Frederiksen, M., Krause-Jensen, D., Holmer, M., Laursen, J.S. (2004b). Spatial and temporal changes in eelgrass (*Zostera marina*) landscapes: influences of physical settings. *Aquatic Botany* 78: 147-165.
- Ganter, B. (2000). Seagrass (*Zostera* spp.) as food for brent geese (*Branta bernicla*): an overview. *Helgoland Marine Research* 54: 63-70.
- Giesen, W. B. J. T., van Kartwijk, M.M., den Hartog, C. (1990). Eelgrass condition and turbidity in the Dutch Wadden Sea. *Aquatic Botany* 37: 71-85.
- Green, E. P., Short, T.F. (Ed.) (2003). *World Atlas of Seagrasses*. University of California Press.
- Grimm, V., Strasser, M., Reise, K. (2003). Marine metapopulations: a useful concept? *Helgoland Marine Research* 56: 222-228.

- Hanski, I. (1999). Metapopulation ecology. Oxford University Press.
- Hauxwell, J., Cebrián, J., Valiela, I. (2003). Eelgrass *Zostera marina* loss in temperate estuaries: relationship to land-derived nitrogen loads and effect of light limitation imposed by algae. Marine Ecology Progress Series 247: 59-73.
- Hemminga, M. A., Duarte, C.M. (Eds.) (2000). Seagrass Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kastler, T., Michaelis, H. (1999). The Decline of Seagrasses, *Zostera marina* and *Zostera noltii*, in the Wadden Sea of Lower Saxony. Senckenbergiana maritima 29 (Suppl.): 77-80.
- Koch, E. W. (2001). Beyond Light: Physical, Geological, and Geochemical Parameters as Possible Submersed Aquatic Vegetation Habitat Requirements. Estuaries 24(1): 1-17.
- Nacken, M., Reise, K. (2000). Effects of herbivore birds on intertidal seagrass beds in the northern Wadden Sea. Helgoland Marine Research 54: 87-94.
- Nienburg, W. (1927). Zur Ökologie der Flora des Wattenmeeres. I. Der Königshafen bei List auf Sylt. Wiss Meeresunters (Abt Kiel) 20:146-196.
- Philippart, C. J. M., Dijkema, K.S., van der Meer, J. (1992). Wadden Sea Seagrasses: Where and Why? Netherland Institute for Sea Research 20: 177-191.
- Philippart, C. J. M. (1994). Interactions between *Arenicola marina* and *Zostera noltii* on a tidal flat in the Wadden Sea. Marine Ecology Progress Series 111: 251-257.
- Polte, P., Schanz, A., Asmus, H. (2005). The contribution of seagrass beds (*Zostera noltii*) 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). Intertidal seagrass beds (*Zostera noltii*) as spawning grounds for transient fishes in the Wadden Sea. Marine Ecology Progress Series 312: 235-243.
- Raabe, E.W., Dierßen, K., Mierwald, U. (1987). Atlas der Flora Schleswig-Holsteins und Hamburgs. Wachholtz-Verlag, Neumünster.
- Reise, K. (2006). Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 2005. Forschungsbericht im Auftrag des Landesamtes für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning: 17 pp.
- 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. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany: 155-160.
- Reise, K., Kohlus, J. (2008). Seagrass recovery in the Northern Wadden Sea? Helgoland Marine Research 62: 77-84.
- Robbins, B. D. (1997). Quantifying temporal change in seagrass areal coverage: the use of GIS and low resolution aerial photography. Aquatic Botany 58: 259-267.
- 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 the morphology of intertidal seagrasses in the Wadden Sea. Marine Ecology Progress Series 261: 123-134.

- Schanz, A., Reise, K. (2006). Referenz und Klassifizierungsansatz für die Makrophytenvegetation des Nordfriesischen Wattenmeeres gemäß der Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EGWRRL). Bericht an das Landesamt für Natur- und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek.
- van Bennekom, A.J., Wetsteijn, F.J. (1990). The winter distribution of nutrients in the southern bight of the North Sea (1961-1978) and in the estuaries of the Scheldt and the Rhine/Meuse. *Netherlands Journal of Sea Research* 25 (1/2): 75-87.