

REPORT

KARTIERUNG MARINER PFLANZENBESTÄNDE IM FLACHWASSER DER LÜBECKER BUCHT

Henrike Wilken und Thomas Meyer

RADOST-Berichtsreihe
Bericht Nr. 7
ISSN: 2192-3140



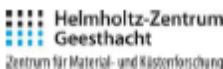
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

KLIMZUG 
Klimawandel in Regionen

Kooperationspartner

	Büro für Umwelt und Küste, Kiel BfUK		Leibniz-Institut für Gewässer- ökologie und Binnenfischerei, Berlin IGB
	Geographisches Institut der Christian Albrechts-Universität zu Kiel CAU		Leibniz-Institut für Ostseefor- schung Warnemünde IOW
	Coastal Research & Management, Kiel CRM		Institut für ökologische Wirt- schaftsforschung, Berlin IÖW
	Ecologic Institut, Berlin (Koordination) Ecologic		Landesbetrieb Küstenschutz, Nationalpark und Meeres- schutz Schleswig-Holstein, Husum LKN
	EUCC – Die Küsten Union Deutschland, Warnemünde EUCC-D		Landesamt für Landwirt- schaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein LLUR
	GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH – Niederlassung Rostock GICON		Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg StALU MM
	H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH, Rostock HSW		Universität Rostock, Fachgebiet Küstenwasserbau URCE
	Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung HZG		Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundes- forschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig vTI
	Institut für Angewandte Ökosystemforschung, Neu Broderstorf IfaÖ		

REPORT

KARTIERUNG MARINER PFLANZENBESTÄNDE IM FLACHWASSER DER LÜBECKER BUCHT

Henrike Wilken

MARILIM Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH,
Heinrich-Wöhlk-Str. 14, 24232 Schönkirchen

Thomas Meyer

MARILIM Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH,
Heinrich-Wöhlk-Str. 14, 24232 Schönkirchen

RADOST-Berichtsreihe
Bericht Nr. 7

ISSN: 2192-3140

Flintbek, November 2011

Inhalt

1	Einleitung.....	7
2	Methodik	9
2.1	Bedeckungsgrad	9
2.2	Sedimentstruktur und Ufercharakteristik.....	10
2.3	Untersuchungsgebiet	11
3	Ergebnisse.....	12
3.1	Bewuchs	12
3.2	Sediment und Uferstruktur	12
3.3	Verbreitungskarten (I bis VI).....	13
4	Zusammenfassung.....	19
5	Diskussion	20
6	Literatur	22

1 Einleitung

Das durch den Menschen verursachte Überangebot an pflanzlichen Nährsalzen (Eutrophierung) hat dazu beigetragen, dass sich die Lebensräume in der Ostsee entscheidend verändert haben (HELCOM 2009). Durch die Eutrophierung werden besonders mikroskopisch kleine Planktonalgen aber auch kurzlebige makroskopische Algen in ihrem Wachstum stark gefördert. Das Gewöhnliche Seegras *Zostera marina* und der Blasentang *Fucus vesiculosus* bilden artenreiche, dreidimensionale Lebensräume, die wichtige physikalische, chemische und biologische Funktionen erfüllen. Diese für die Ostsee charakteristischen Florenelemente sind durch die Eutrophierung stark gefährdet, da ihre Tiefenausbreitung durch die Eindringtiefe des Sonnenlichtes begrenzt wird. Planktische Algenblüten verringern die Eindringtiefe des einfallenden Lichtes. Zusätzlich mindern die direkt auf den Pflanzen siedelnden Organismen den Lichteinfall (Rohde et al. 2008). Seit den 50er Jahren ist die maximale Tiefenverbreitung beider Arten stark verringert und die Bestände sind rückläufig (Kautsky et al. 1986, Schramm 1996a und 1996b, Meyer et al. 2005).

Ein Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist es, bis zum Jahr 2015 in den europäischen Küstengewässern einen „guten ökologischen und chemischen Zustand“ herzustellen (European Commission 2000). Dazu sollen auch die Nährstoffeinträge in die Ostsee vermindert und dadurch die Eindringtiefe des Lichtes erhöht werden. Das Vorkommen und die Tiefenverbreitung des Gewöhnlichen Seegrases sowie des Blasentangs sind wichtige Indikatoren für die qualitative Bewertung der Küstengewässer in der Ostsee (Schories et al. 2009). Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Ökosysteme der Ostsee sind weitestgehend unbekannt und wurden bisher in der WRRL nicht berücksichtigt.

Das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) ist mit der Umsetzung der WRRL in Schleswig-Holstein beauftragt. Als Projektpartner von RADOST (Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste) entwickelt das LLUR Konzepte für den Schutz und die Bestandsunterstützung der Seegras- und Blasentangbestände in der westlichen Ostsee. Im Rahmen des RADOST-Anwendungsprojektes 11 „Qualitätskomponenten zur Wasserrahmenrichtlinie: Bestandsunterstützung Seegras und Blasentang“ werden Untersuchungen zum Einfluss des Klimawandels auf die für die WRRL relevanten Makrophyten durchgeführt.

Nach Auswertung der Literatur- und Datenbestände zum Vorkommen von Hartsubstraten (Schrottke 2001, Bock 2003, Karez und Schories 2005, Rudolphi 2005 und 2006, Schwarzer 2006) sowie zur Verbreitung von Seegras und Blasentang an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste (Boström et al. 2003, Wilken et al. 2006b, Fürhaupter et al. 2008) wurde die

Lübecker Bucht als Gebiet mit nicht ausreichendem Informationsstand identifiziert. Historische Untersuchungen belegen umfangreiche Vorkommen von Seegras und Blasentang (Meyer et al. 2005). Beispielsweise kam der Blasentang regelmäßig auf dem Steinriff vor den Brodtener Ufer vor. Die aktuelle Bestandssituation des Blasentangs in der Lübecker Bucht insbesondere in Wassertiefen $>3,5$ m ist unbekannt (mündl. Mitteilung K. Fürhaupter, Fa. MariLim). Stichprobenartige Untersuchungen, Auswertungen aktueller Filmaufnahmen und Berichte von Tauchern lassen vermuten, dass der Blasentang aus den uferfernen Bereichen des Steinriffs verschwunden ist.

Eine Abschätzung der Seegrasflächen und -bedeckungen in der Lübecker Bucht aus dem Jahr 2006 erfolgte durch die Auswertungen von Luftbildaufnahmen aus dem Jahr 1995. Unterstützend wurden Video-Transektaufnahmen ausgewertet (Wilken et al. 2006a und 2006b). Eine Sichtkartierung des Pflanzenbewuchses und der potentiellen Siedlungsflächen für den Blasentang bis ca. 3,5 m Tiefe existiert von Dahmeshöved bis Priwall (Fürhaupter et al. 2008). Der Bereich von Priwall bis Großklutzhöved (südliche Lübecker Bucht) wurde bisher nicht untersucht.

Durch die vorliegende Auswertung einer aktuellen Sichtkartierung oberhalb von 2-3 m Wassertiefe zwischen der Pötenitzer Wiek (Priwall) und der Boltenhagener Bucht (Großklutzhöved) wurde diese Datenlücke jetzt geschlossen. Der Schwerpunkt der Untersuchung lag auf der Charakterisierung und Kategorisierung der rezenten Vorkommen mehrjähriger Braunalgen (Blasentang, Sägetang, Klauentang) sowie der Bestände des Gewöhnlichen und Kleinen Seegrases. Die Beschaffenheit der Sedimente in diesem Gebiet und das Vorkommen geeigneter Aufwuchssubstrate für den Blasentang wurden ebenfalls erfasst. Insgesamt wurden 24 km Küstenlinie kartiert.

2 Methodik

Um die bewachsenen Flächen, die Bewuchsart und die Bewuchsdichte auch im unmittelbaren Uferbereich zu erfassen, wurde ein Boot mit <10 cm Tiefgang eingesetzt. Die bewachsenen Flächen wurden umfahren und die exakten Umrisse ermittelt. Mit einem tragbaren D-GPS-Gerät (Leica Geosystem, GS 50-Sensor) wurde die geographische Position einer Struktur mit der Genauigkeit von 0,3-1,0 m im Zeitabstand von 20 s (Bezugssystem WGS 84) aufgezeichnet. Die untere Grenze der Sicht-Kartierung lag je nach Wetterlage und Wassertrübung zwischen 2,5 und 3,5 m.

Der Bewuchs wurde in 4 Kategorien unterteilt:

1. Flächen mit mehrjährigen Braunlagen (Blasentang, Sägetang, Klauentang)
2. Seegras-Flächen (Gewöhnliches- und Kleines Seegras, sowie Seergasmischflächen)
3. Algen-Flächen (Grünalgen, fädige Braun- und Rotalgen, Algenmischflächen) und
4. Flächen ohne Bewuchs.

2.1 Bedeckungsgrad

Zusätzlich wurden Abschätzungen zur Bewuchsdichte (Bedeckungsgrad, Abb. 1) gemacht.

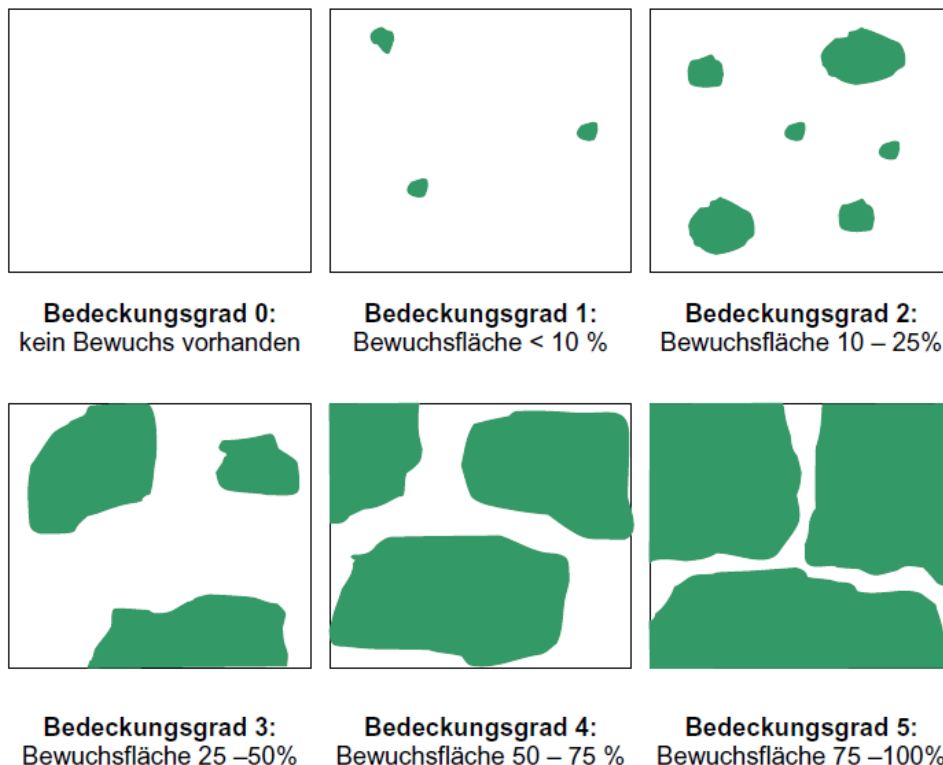


Abb. 1. Darstellung der verwendeten Schätzskala nach Braun-Blanquet (1964)

2.2 Sedimentstruktur und Ufercharakteristik

Da der Untergrund für die jeweilige Ausprägung des Bewuchses entscheidend ist, wurden die Sediment- und Ufer-Strukturen unter folgender Korngrößeneinteilung erfasst:

- Ton/Lehm: < 0,063 mm
- Sand: 0,063-2 mm
- Kies: 2-63 mm
- Steine: Gerölle von 63-200 mm und Blöcke > 200 mm

Ein Untergrund wurde nur dann als Ton-, Sand-, Kies- bzw. Geröllgrund angesprochen, wenn der prozentuale Anteil der entsprechenden Korngröße über 50 % lag (Tabelle 1).

Tabelle 1: Liste der verwendeten Sediment- und Uferstrukturen.

Sedimentcharakteristik	Ufercharakteristik
reiner Ton-/Lehmgrund Ton/Lehm (mind. 75 %) Ton/Lehm (mind 50 %)	Sandstrand Kiesstrand Geröllstrand
reiner Sandgrund Sand (mind. 75 %) Sand (mind 50 %)	Schilf Salzwiese
reiner Kiesgrund Kies (mind. 75 %) Kies (mind 50 %)	Grasböschung Steinschüttung
reiner Geröllgrund Geröll (mind. 75 %) Geröll (mind 50 %)	Spundwand Betonwand Lahnungen

Eine Legende der jeweiligen Biotoptypen und deren Bedeckungsgrad findet sich in den Detailkarten zu den einzelnen Küstenabschnitten (**Karten I bis VI**). Im Abstand von etwa einer Seemeile wurden zur Absicherung der Ergebnisse Videotransekte gefahren (Ground truthing).

2.3 Untersuchungsgebiet

Das Gebiet des Klützer Winkel beginnt im äußersten Westen von Mecklenburg-Vorpommern und erstreckt sich zwischen der Pötenitzer Wiek und der Wismarbucht (Abb. 2). Besonders markant treten an diesem Küstenabschnitt die Kliffvorsprünge Kleinklützhöved und Großklützhöved hervor. Das von West nach Ost ansteigende Kliff erreicht Höhen von 40 m und wird in Richtung der Boltenhagener Bucht flacher. An beiden Steilufern ist saisonal eine starke Küstendynamik vorhanden. Die zwischen den Kliffs liegende Steinbecker Bucht ist weniger erosions exponiert. Der Strand vor dem Klein- und Großklützhöved ist schmal und steinig.

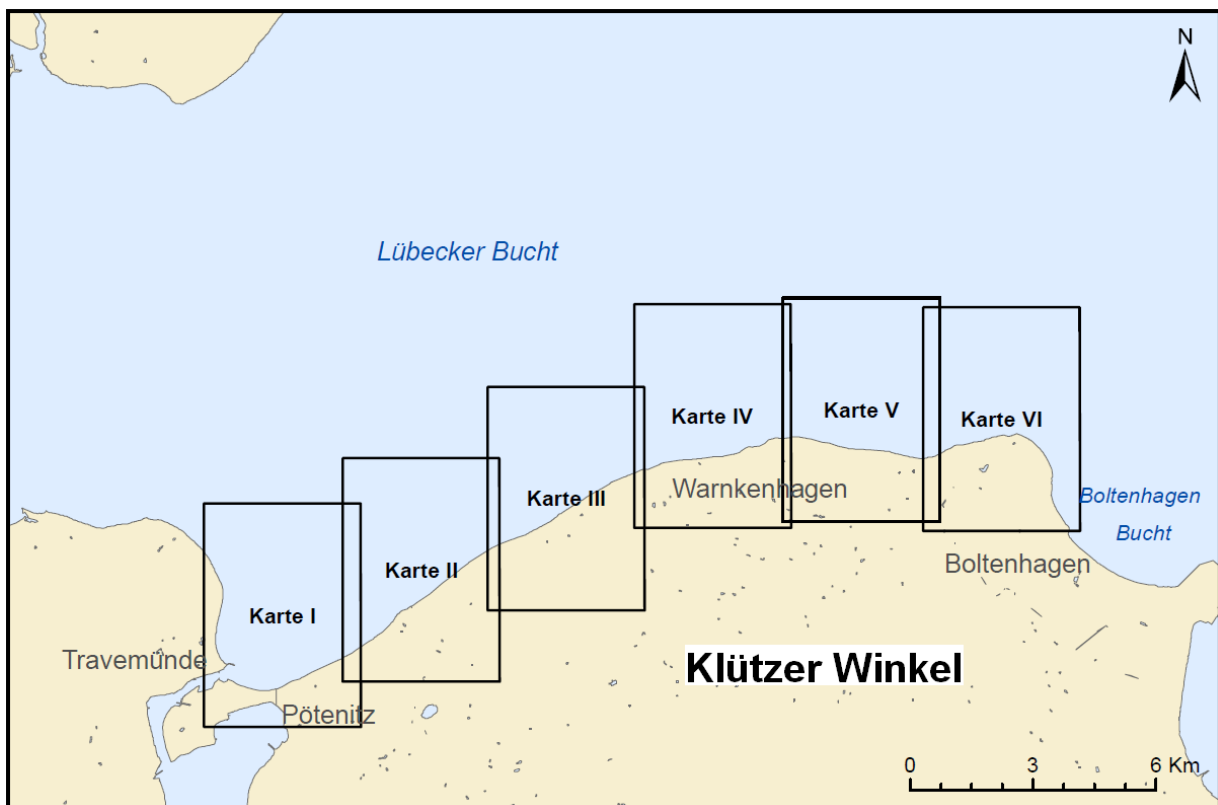


Abb. 2. Übersicht der in Abschnitte unterteilten Küstenlinie

Um den Bewuchs in den Karten besser darstellen zu können, wurden aus den kartierten Linien Flächen erzeugt. Dabei kann für die obere Verbreitungsgrenze des ufernahen Bewuchses eine Fläche bis zur Küstenlinie erzeugt werden. Im tiefen Wasser wird der kartierte Bereich jedoch durch die Sichttiefe begrenzt. Da der Bewuchs über diese hinausgeht, wurde die küstenparallel kartierte Linie um 200 m versetzt und daraus eine Fläche erstellt.

3 Ergebnisse

3.1 Bewuchs

Der Sandgrund im Bereich des Seebades nördlich der Pötenitzer Wiek ist unbewachsen. Ab etwa Höhe Pötenitz erstreckt sich ein schmaler Geröllstreifen in Ufernähe entlang des gesamten untersuchten Gebietes. Dieser Geröllstreifen ist in weiten Teilen mit Grünalgen der Gattung *Ulva* und /oder mit fädigen Rot-, Braun und Grünalgen (*Ceramium* spp., *Polysiphonia* spp.) besiedelt. Dazwischen befinden sich immer wieder Bereiche, in denen Hartsubstrate aber keine Makrophyten vorhanden sind (**Karte I bis VI**). Der sich anschließende Sandgrund ist bis in 3 m Tiefe nur vereinzelt mit *Zostera marina* bewachsen (0-10% Bedeckung). Dieser Bereich ist etwa 150 bis 300 m breit und erstreckt sich von Pötenitz bis Großklützhöved. In dieser bewuchsarmen Fläche sind vereinzelt Steinfelder vorhanden. Auf den Steinen wachsen Algen mit einer durchschnittlichen Bedeckung von 10-25%. Dazwischen besiedelt Gewöhnliches Seegras den Sandgrund und erreicht besonders zwischen Kleinklützhöved und Großklützhöved stellenweise Bedeckungsgrade zwischen 50 und 75% (**Karten V und VI**). Auf der Höhe der Ortschaft Pönitz beginnt ab etwa 3 m Wassertiefe küstenparallel der Bewuchs mit Gewöhnlichem Seegras mit einer Bedeckung zwischen 0 und 10% (**Karte IV**). Auf der Höhe von Warnkenhagen erhöht sich der Bedeckungsgrad auf 10-25%. Dazwischen wachsen Algen mit einer Bedeckung zwischen 10 und 25% (**Karten IV bis VI**).

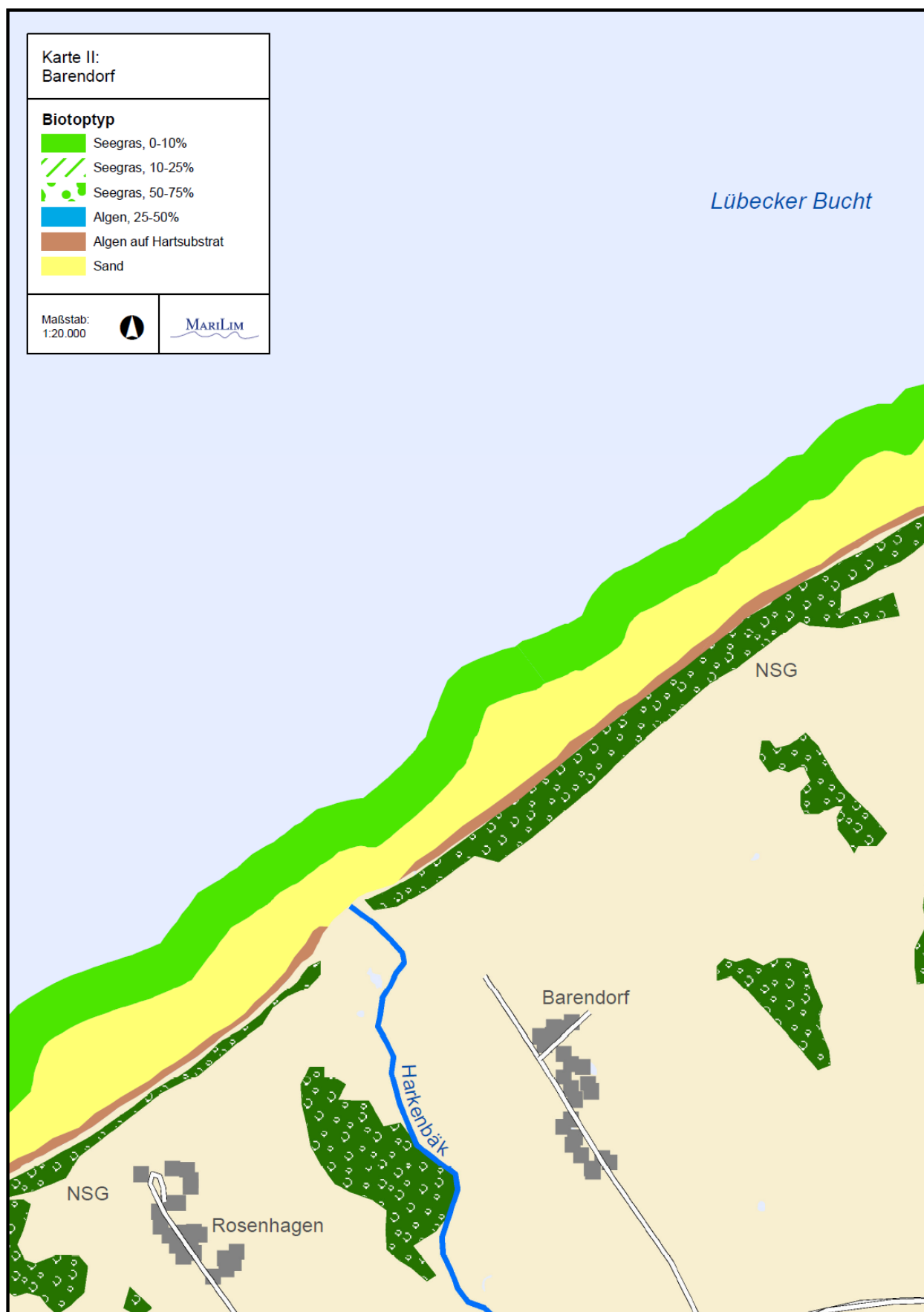
3.2 Sediment und Uferstruktur

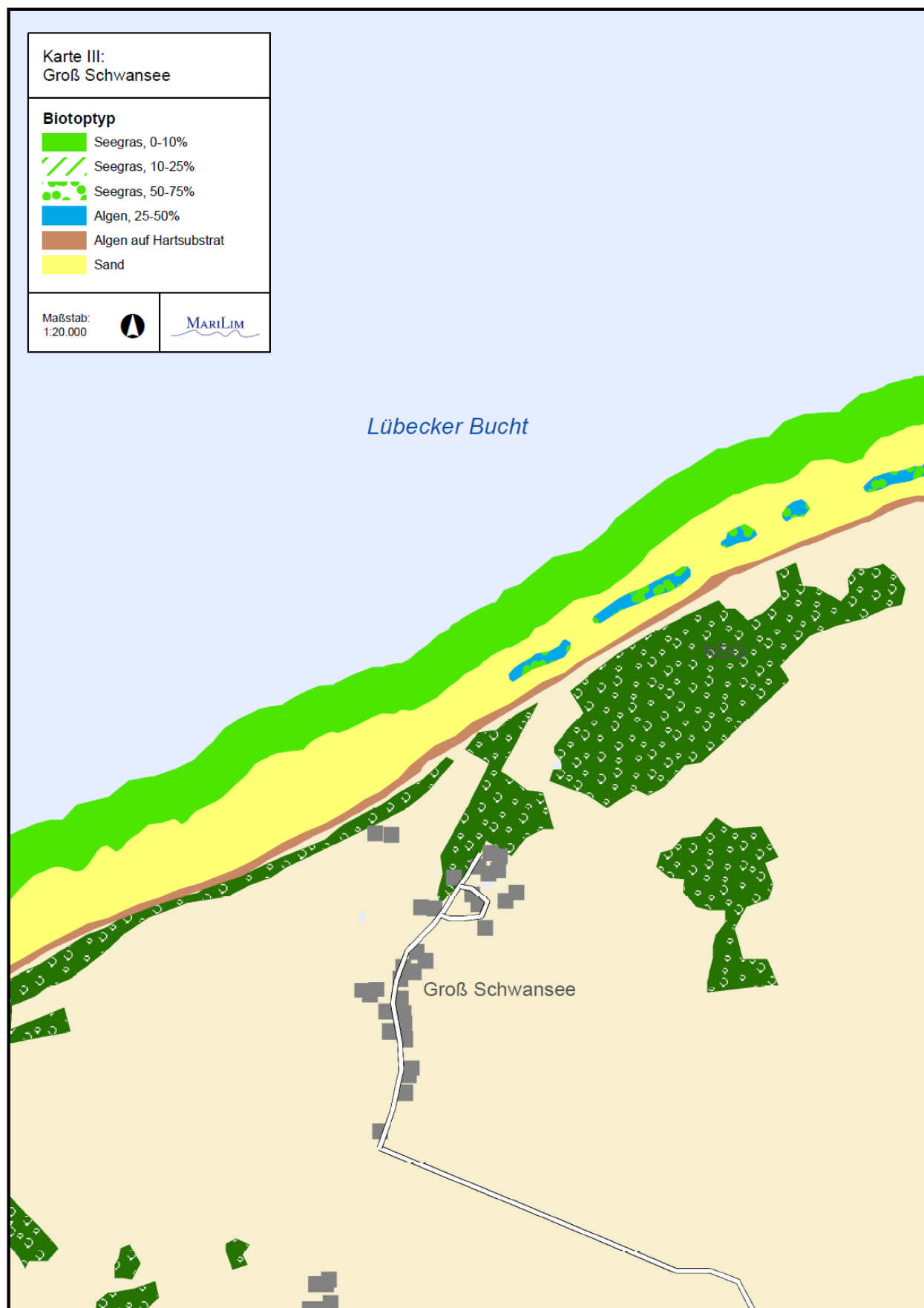
Zwischen Pötenitz und dem Kleinklützhöved erstreckt sich ein etwa 10 km langes Waldstück mit vorgelagertem Sandstrand. Dieser ist im Bereich des Seebades sehr breit und wird anschließend deutlich schmaler (**Karte I**). In dieser Breite erstreckt er sich (10 % Steine) bis zur Ortschaft Brook (**Karte IV**). Der restliche Küstenabschnitt bis nach Redewisch wird von einem Geröllstrand gebildet (**Karte IV, V und VI**).

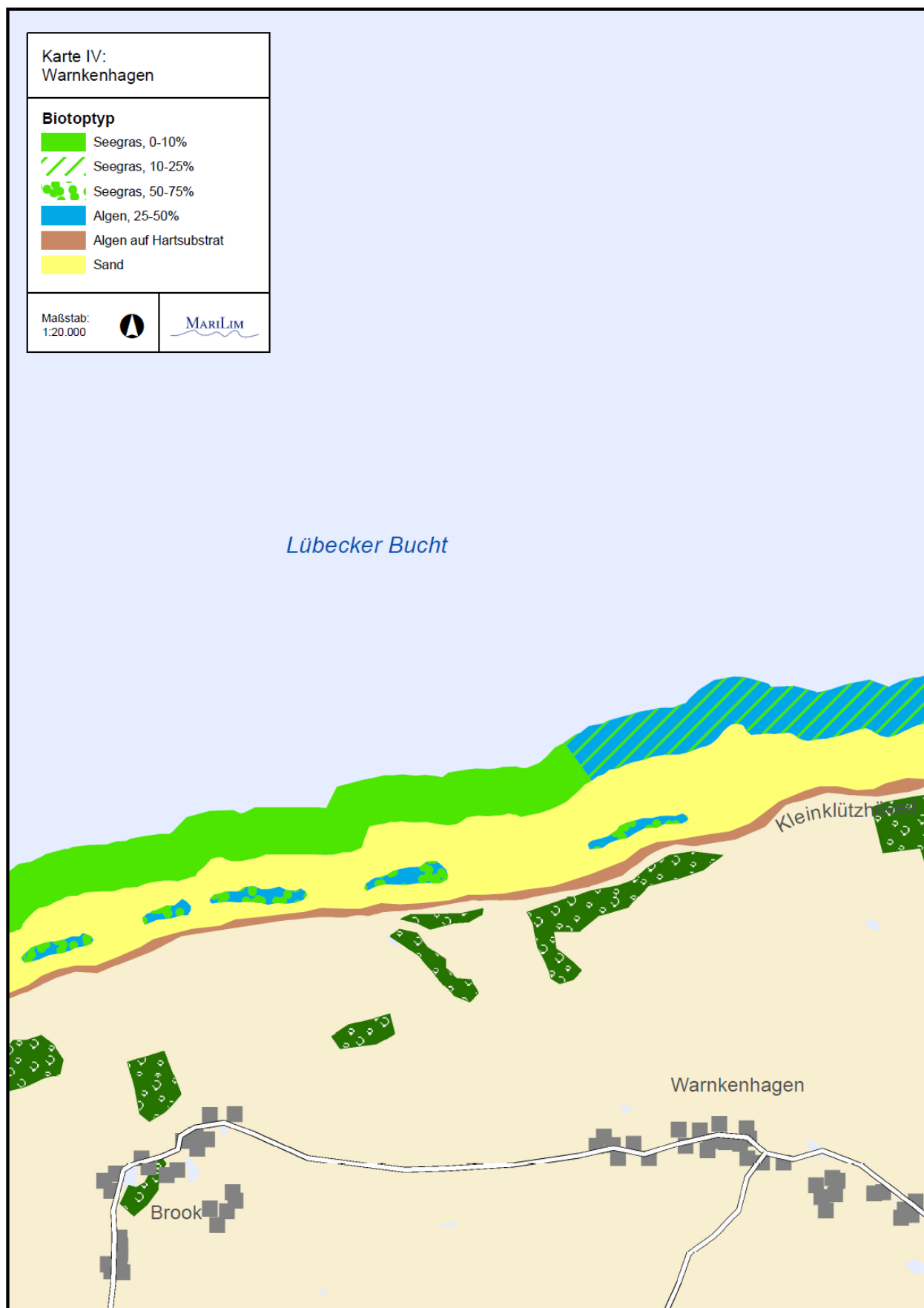
Nahezu im gesamten untersuchten Küstenabschnitt befindet sich in unmittelbarer Ufernähe ein schmales Band mit Geröllgrund. Dieser fehlt östlich der Travemündung (**Karte I**) und im Mündungsbereich der Harkenbäk (**Karte II**). Ein küstenparalleler Streifen mit unbewachsenem Sandgrund (100%) schließt sich an. Stein- und Geröllfelder unterbrechen den Sandgrund zwischen Groß Schwansee und Kliff Großklützhöved (**Karten III bis VI**). Ab etwa 3 m Tiefe nimmt der Anteil an Kies und Geröll zu (Sand 74%). Miesmuscheln siedeln in diesem Bereich. Besonders im Küstenabschnitt zwischen Klein- und Großklützhöved liegen auch Gerölle und große Blöcke (**Karten IV bis VI**).

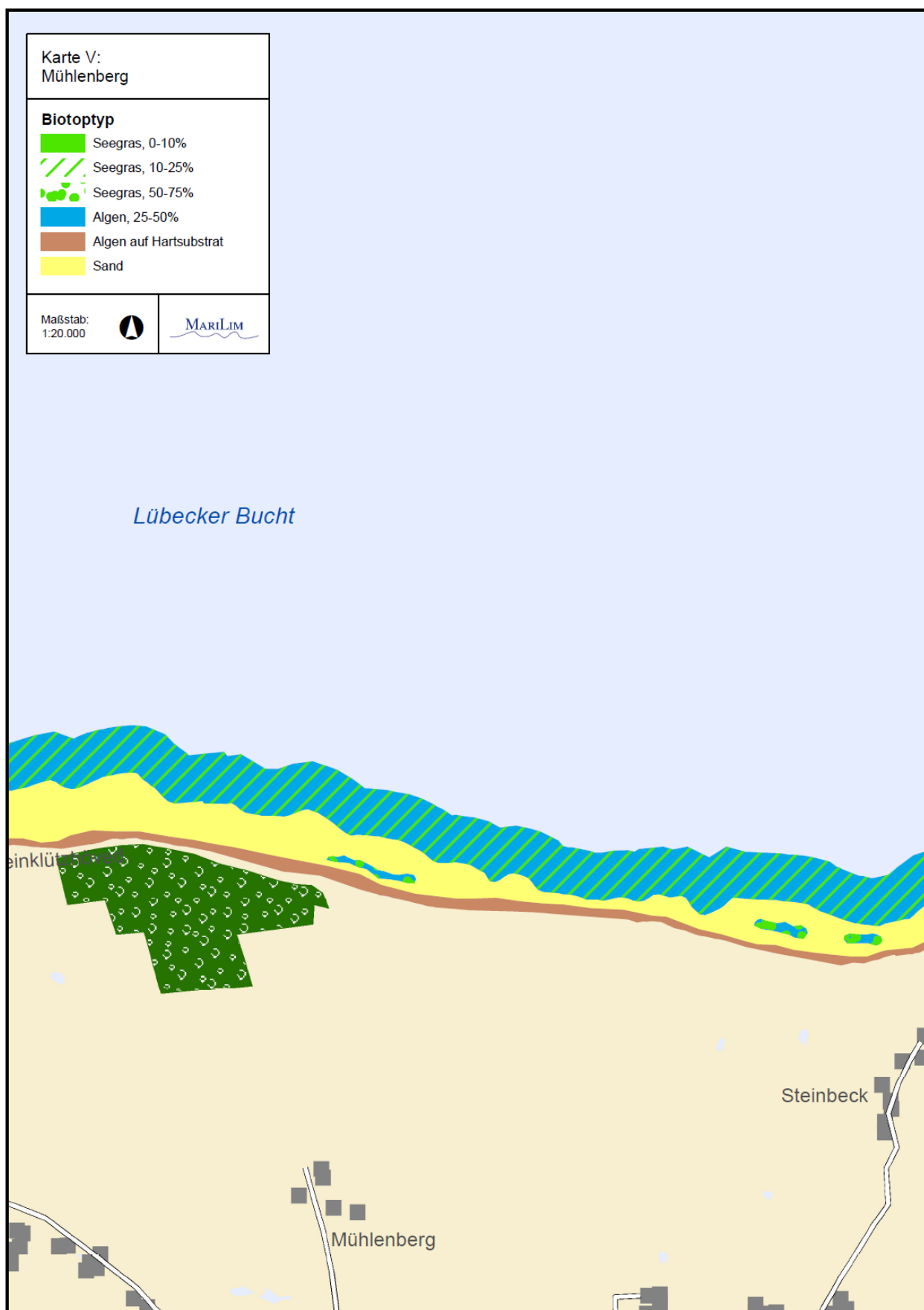
3.3 Verbreitungskarten (I bis VI)

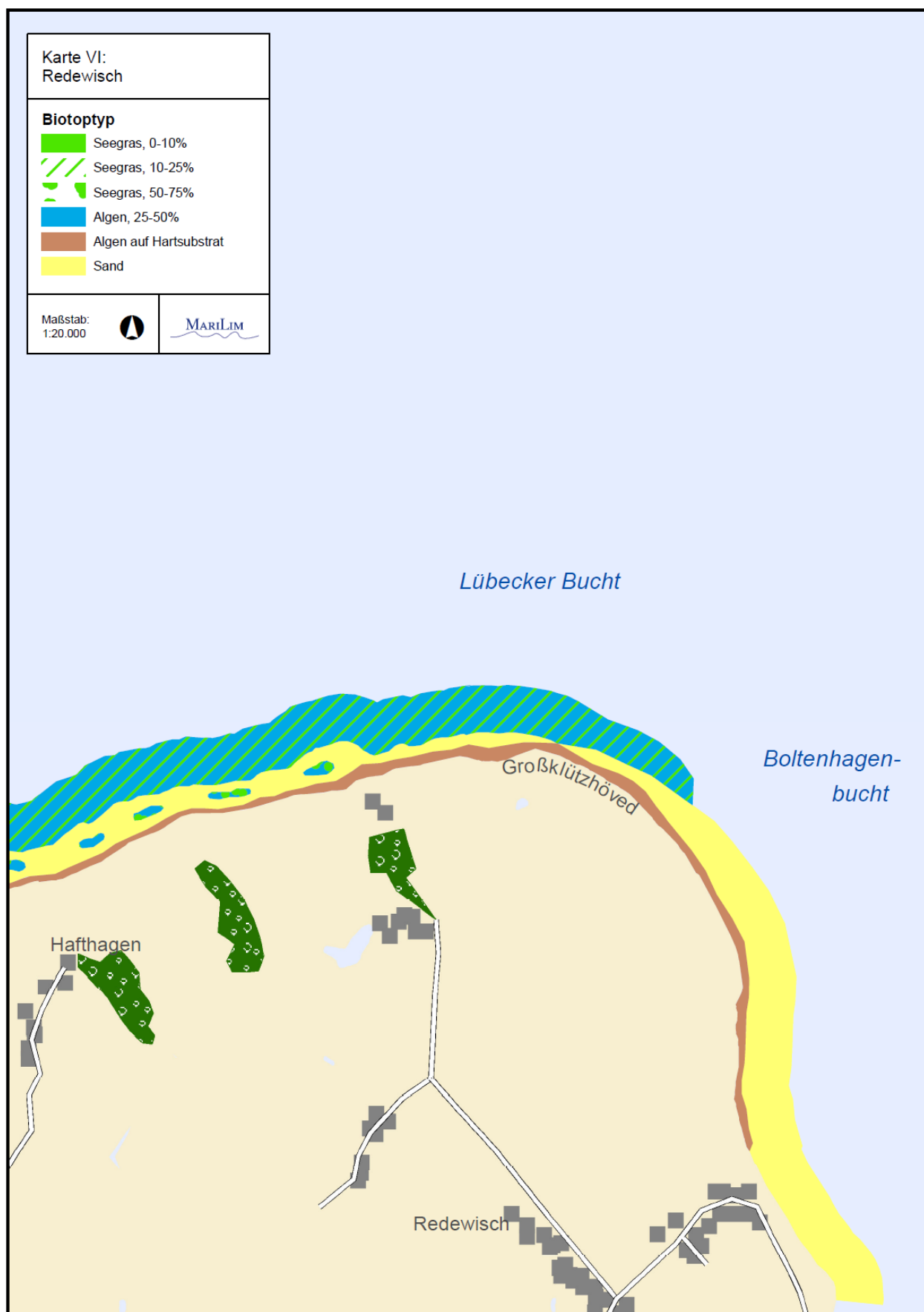












4 Zusammenfassung

Das Gewöhnliche Seegras (*Zostera marina*) ist die einzige mehrjährige marine Blütenpflanze im untersuchten Gebiet. Eine dichte Bedeckung wird nur auf wenigen kleinen Seegras-Algen-Mischflächen in 1,5 bis 2,0 m Wassertiefe erreicht. Diese Mischflächen, die von Steinen durchsetzt sind zwischen denen das Seegras stellenweise 50 bis 75% Bedeckung erreicht, sind fleckenhaft auf sonst reinem Sandgrund verteilt. Großflächige zusammenhängende Seegrasbestände mit hohen Sprossdichten fehlen.

Der Blasentang (*Fucus vesiculosus*), der Sägetang (*Fucus serratus*) und der Klauentang (*Fucus evanescens*) sowie das Kleine Seegras (*Zostera noltii*) konnten nicht in dem kartierten Küstenabschnitt nachgewiesen werden. Auch im Geröllgürtel in direkter Ufernähe fehlt der Blasentang. Die durch die Eutropierung geförderten kurzlebige Algen der Gattung *Ulva* sowie fadenförmige Arten der Gattungen *Ceramium* und *Polysiphonia* sind die dominierenden Makrophyten auf den Hartsubstraten im Untersuchungsgebiet.

Auf sandigem Untergrund verteilt finden sich Geröllfelder zwischen Groß Schwansee und Kliff Großklützhöved. Ab etwa 3 m Tiefe nimmt hier der Anteil an Kies und Geröll zu. Besonders im Küstenabschnitt zwischen Klein- und Großklützhöved liegen auch Gerölle und große Blöcke.

5 Diskussion

Die Vorkommen des Gewöhnlichen Seegrases erstrecken sich über den gesamten untersuchten Küstenabschnitt. Die Bedeckungen sind jedoch vergleichsweise gering (Fürhaupter et al. 2008) und dichte, monotypische Bestände fehlen. Das Gewöhnliche Seegras ist in der Lübecker Bucht als küstenparalleler Saum jedoch fast überall vorhanden. Nur ab dem Campingplatz bei Fuchsberg, südlich von Haffkrug, bis nach Timmendorf ist der Sandgrund bis zur unteren Sichttiefe bei 3,5 m ohne Bewuchs (Fürhaupter et al. 2008).

Die vorliegende Untersuchung ergab keinen Nachweis eines Blasentangvorkommens im Flachwasserbereich der südlichen Lübecker Bucht. Auch andere mehrjährige Braunalgen fehlten. Diese Befunde stimmen mit Ergebnisse aus Mecklenburg-Vorpommern überein, die einen starken Rückgang der Blasentangbestände in der Mecklenburger Bucht im Jahr 2006 feststellten (Pehlke et al. 2008). Die vorliegenden Ergebnisse unterstützen auch die Beobachtungen, dass die Blasentangbestände östlich von Fehmarn bis in die Lübecker Bucht hinein in den letzten Jahren stark abgenommen haben (mündl. Mitteilung R. Karez, LLUR). Historische Nachweise des Blasentangs in diesem Gebiet liegen vor (Meyer et al. 2005).

Als ungewöhnlich ist das Fehlen des Blasentangs auf dem Geröllgrund im direkten Uferbereich zu bewerten. Ein Rückgang der maximalen Tiefenausbreitung in der Ostsee ist seit den 60er Jahren bekannt (Schramm 1996b), der neuerliche Rückgang aus dem Flachwasser ist jedoch erst seit kurzem dokumentiert (Pehlke et al. 2008). Dass die Blasentangbestände abnehmen, obwohl erste Trends einer Reduzierung der Nährstofffrachten in der Ostsee deutlich werden (HELCOM 2009), zeigt, dass sich auch unbekannte Faktoren bzw. wenig verstandene Einflüsse negativ auf die Restpopulationen auswirken. In den westlichen und nördlichen Abschnitten der Lübecker Bucht, vor Niendorf und im Bereich Haffkrug/Neustadt, sind im direkten Uferbereich kleinere Bestände des Blasentangs zu finden (Fürhaupter et al. 2008).

Diese Untersuchung und auch die Ergebnisse von Pehlke et al. (2008) machen deutlich, dass geeignete Siedlungssubstrate im Flachwasser der südlichen Lübecker Bucht vorhanden sind, diese aber nicht vom Blasentang besiedelt werden. Teilweise sind die Gerölle und Blöcke wenig und dann ausschließlich mit kurzlebigen fädigen Makroalgen bewachsen. Auch die Seitensicht-Sonar-Untersuchungen und die Videoaufnahmen über dem Steinriff in der Lübecker Bucht zeigten, dass geeignete Aufwuchssubstrate vorhanden sind (Schwarzer und Feldens 2010), die mehrjährigen Braunalgen jedoch fehlten. Die uferfernen Bereiche vor dem Brodtener Ufer müssen noch eingehender untersucht werden, um mögliche Restbestände des Blasentangs ausfindig zu machen.

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels, aber auch synergetische Effekte zwischen verschiedenen Einflussgrößen müssen bei bestandssichernden Maßnahmen berücksichtigt werden. Bestandsunterstützende Initiativen, wie sie im RADOST-Projekt geplant sind, erscheinen in der Lübecker Bucht sinnvoll. Zum einen sind hier historische Populationen des Blasentangs bekannt (Meyer et al. 2005), zum anderen liegen georeferenzierte Daten über die Vorkommen geeigneter Siedlungssubstrate vor (Schwarzer und Feldens 2010). Auch sind für dieses Gebiet im Rahmen des RADOST-Projektes Szenarien der möglichen zukünftigen Änderungen der physikalischen Parameter in regionalen Klimamodellen berechnet worden. Aus diesen Daten lassen sich dann die zu erwartenden, zukünftigen abiotischen Standortbedingungen für den Blasentang ableiten.

6 Literatur

- Bidwell, R. G. S., McLachlan, J., 1985. Carbon nutrition of seaweeds: Photosynthesis, photorespiration and respiration. *Journal of Marine Biology and Ecology*, 86:15-46
- Bock, G., 2003. Quantifizierung und Lokalisation der entnommenen Hartsubstrate vor der Ostseeküste Schleswig-Holsteins – Eine historische Aufarbeitung der Steinfischerei. Bericht des LANU Schleswig-Holstein, pp. 52
- Boström, C., Baden, S. P., Krause-Jensen, D., 2003. The seagrasses of Scandinavia and the Baltic Sea, p. 27-37. In: Green, E. P., Short, F. T., (eds.). *Worldatlas of Seagrasses*. Univ. California Press, pp. 298
- Braun-Blanquet, J., 1964. *Pflanzenphysiologie*. 3. Auflage, Wien, pp.865
- European Commission, 2000. RL 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik
- Fürhaupter, K., Wilken, H., Grage, A., Meyer, T., 2008. Kartierung der marinen Pflanzenbestände im Flachwasser der Ostseeküste – Schwerpunkt *Fucus* und *Zostera*. Bericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU), pp. 310
- HELCOM, 2009. Eutrophication in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region. *Balt. Sea Environ. Proc.* No. 115B
- Karez, R., Schories, D., 2005. Stone extraction and its importance for the re-establishment of *Fucus vesiculosus* along its historical reported depths. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge*, 14:95-107
- Kautsky, N., Kautsky, H., Kautsky, U., Waern, M., 1986. Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* L. since the 40's indicates eutrophication of the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 28:1-8
- Meyer, T., Reincke, T., Wilken, H., Fürhaupter, K., Krause, S., Linke, A., 2005. Historische Kartierungen mehrjähriger mariner Pflanzen der schleswig-holsteinischen Ostseeküste - GIS-basierte Erfassung und Digitalisierung. Bericht des LANU Schleswig-Holstein, pp. 81
- Pehlke, C., Selig, U., Schubert, H., 2008. Distribution and ecophysiology of bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) in the Mecklenburg Bight (southern Baltic Sea). *Rostocker Meeresbiologische Beiträge*, 20:123-142

- Rohde, S., C. Hiebenthal, M. Wahl, R. Karez & K. Bischof, 2008. Decreased depth distribution of *Fucus vesiculosus* (Phaeophyceae) in the Western Baltic: effects of light deficiency and epibionts on growth and photosynthesis. *European Journal of Phycology*, 43:143-150
- Rudolphi, H., 2005. Grundlagen, Wege und Ansprechpartner für Genehmigungsverfahren zur Einbringung von künstlichen Hartsubstraten in die Ostsee. Unveröffentlichter Bericht für das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, pp. 25
- Rudolphi, H., 2006. Voruntersuchungen zu Renaturierungsmöglichkeiten der Steinfelder an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Unveröffentlichter Bericht für das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, pp. 6
- Schories, D., Pehlke, C., Selig, U. 2009. Depth distributions of *Fucus vesiculosus* Linnaeus and *Zostera marina* L. as classification parameters for implementing the European Water Framework Directive on the German Baltic coast. *Ecological Indicators*, 9(4):670-680
- Schramm, W., 1996a. The Baltic Sea and its Transition Zones. - In: *Marine Benthic Vegetation - Recent changes and the effects of eutrophication*, Schramm, W. und Nienhuis, P. H. (Hrsg.), pp. 131-164, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Schramm, W., 1996b. Veränderungen von Makroalgen- und Seegrasbeständen. – In: Lozan, L., Lampe, L., Matthäus, R., Rachor, W., Ruhmor, E., Westernhagen, H., Westernhagen, H. V., (Hrsg.). *Warnsignale aus der Ostsee. Wissenschaftliche Fakten*. Parey, Berlin, p. 150-157
- Schrottke, K., 2001. Rückgangsdynamik schleswig-holsteinischer Steilküsten unter besonderer Betrachtung submariner Abrasion und Restsedimentmobilität. *Berichte – Reports*, Institut für Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Nr. 16, pp. 168
- Schwarzer, K., 2006. Abschlussbericht zu dem Forschungsvorhaben Hartsubstrat in der westlichen Ostsee. Institut für Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, unveröff. Bericht, pp. 42
- Schwarzer, K., Feldens, P., 2010. Seitensichtsonar-Kartierung der Abrasionsplattform seewärts des Brodtener Ufers (Lübecker Bucht). Abschlussbericht des Instituts für Geowissenschaften der CAU für das RADOST-Projekt, p.20
- Wilken, H., Fürhaupter, K., Meyer, Th., 2006a. Die Seegrasverbreitung entlang der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns. Dichte- und Biomasseabschätzung mittels Luftbilddauswertung. Bericht für das Amt Klützer Winkel, Klütz, pp. 35
- Wilken, H., Fürhaupter, K., Meyer, Th., 2006b. Die Seegrasverbreitung entlang der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Dichte- und Biomasseabschätzung mittels Luftbilddauswertung. Bericht für das Amt Klützer Winkel, Klütz, pp. 32

Impressum

Herausgeber

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH
Pfalzburger Str. 43/44
10717 Berlin
www.ecologic.eu

Inhalt erstellt durch:

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek
Ivo.bobsien@llur.landsh.de

Web

<http://www.klimzug-radost.de>

Bildrechte

© U. Kunz u. I. Bobsien

ISSN 2192-3140

Das Projekt "Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste" (RADOST) wird im Rahmen der Maßnahme „Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten“ (KLIMZUG) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

