

Überwachung von Makroalgen im niedersächsischen Wattenmeer

Datenzusammenstellung 1990 bis 2016



Niedersachsen

Zitiervorschlag:

NLWKN (2017): Überwachung von Makroalgen im niedersächsischen Wattenmeer - Datenzusammenstellung 1990 bis 2016. Dienstbericht NLWKN Betriebsstelle Brake-Oldenburg, 27 S.

NLWKN Betriebsstelle Brake-Oldenburg
Flussgebietsmanagement Übergangs- und Küstengewässer
Am Sportplatz 23
D 26506 Norden

31.05.2017

Überwachung von Makroalgen im niedersächsischen Wattenmeer – Datenzusammenstellung 1990 bis 2016

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Das Überwachungskonzept	1
2.1	Überblicksweise Überwachung	1
2.2	Operative Überwachung	3
2.3	OSPAR.....	3
2.4	TMAP	3
3	Methoden	4
4	Ergebnisse	5
4.1	Gesamtfläche	5
4.2	Räumliche Verbreitung.....	6
4.3	Einzelne Wasserkörper	6
4.3.1	Polyhalines Wattenmeer der Ems (N4_3100_01).....	7
4.3.2	Euhalines Wattenmeer der Ems (N2_3100_01)	9
4.3.3	Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)	11
4.3.4	Westliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_01)	14
4.3.5	Östliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_02)	15
4.3.6	Westliches Wattenmeer der Elbe (N4_5900_01).....	17
5	Artenspektrum	19
5.1	Opportunistische Grünalgen	20
5.2	Neophyten	20
5.3	Taxonomie.....	21
6	Literatur	27
6.1	Quellen zu Tab. 5.1	27
6.2	Quellen im Internet.....	28

Abbildungen

Abb. 2.1:	Grünalgen auf dem Watt.....	1
Abb. 2.2:	Verlauf der Flugroute und Kurzbeschreibung der Grünalgenüberwachung in den niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässern.....	2
Abb. 3.1:	Jahresmaxima von der Bedeckung der Wattflächen mit Grünalgen (km ²) an der niedersächsischen Küste 1990 – 2016 (einschl. Hamburgisches Wattenmeer)	5
Abb. 4.2:	Häufigkeit der Algenbedeckung im Sommer nach Anzahl der Jahre mit mindestens einem Nachweis für den Zeitraum 1990-2014.....	6
Abb. 4.3:	Verteilung der Grünalgen im Juli 2016 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Wasserkörper „Polyhalines Wattenmeer der Ems“ (N4_3100_01).....	8
Abb. 4.4:	Verteilung der Grünalgen im Juli 2016 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Wasserkörper „Euhalines Wattenmeer der Ems“ (N2_3100_01)	10
Abb. 4.5:	Verteilung der Grünalgen im Juli 2016 (Jahresmaximum) im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (N2_4900_01)	12
Abb. 4.6:	Häufigkeit der Algenbedeckung im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (N2_4900_01)	13
Abb. 4.7:	Verteilung der Grünalgen im Juni 2016 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung in den Wasserkörpern „Westliches und Östliches Wattenmeer der Weser“ (N4_4900_01; N4_4900_02)	16
Abb. 4.8:	Verteilung der Grünalgen im Juli 2016 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Wasserkörper „Westliches Wattenmeer der Elbe“ (N4_5900_01).....	18
Abb. 5.1:	Probenorte der Bestandsaufnahme von Makroalgen an der niedersächsischen Küste 2007/08 ..	19
Abb. 5.2:	Reste von Bauwerken im Juister Inselwatt 2008 als Substrat für Makroalgen (Foto: Kolbe)	19
Abb. 5.3:	Japanischer Beerentang <i>Sargassum muticum</i> von der niedersächsischen Küste	20
Abb. 5.4:	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	20

Tabellen

Tab. 2.1:	Termine der jährlichen Befliegungen seit 1990 (jeweils der erste von zwei Flügen).....	3
Tab. 3.1:	Signaturen der Einträge in die Arbeitskarten	4
Tab. 4.1:	Farbcode der Bewertung nach EG-WRRL	6
Tab. 4.2:	Polyhalines Wattenmeer der Ems - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016.....	7
Tab. 4.3:	Euhalines Wattenmeer der Ems - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016	9
Tab. 4.4:	Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016	11
Tab. 4.5:	Westliches Wattenmeer der Weser - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016	14
Tab. 4.6:	Östliches Wattenmeer der Weser - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016	15
Tab. 4.7:	Westliches Wattenmeer der Elbe - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016.....	17
Tab. 5.1:	Potentiellles Arteninventar der niedersächsischen Wattenmeerküste	22

Überwachung von Makroalgen im niedersächsischen Wattenmeer

1 Einleitung

Makroalgen sind makroskopische mehrzellige Algen, die die lichtdurchflutete Zone der Übergangs- und Küstengewässer besiedeln. In der Regel benötigen sie Hartsubstrate zur Anheftung. Zu den Makroalgen des niedersächsischen Wattenmeeres gehören verschiedene Arten von Grünalgen (*Chlorophyta*), die in den Sommermonaten die Biomasse der Algenbestände auf den eulitoralischen Flächen dominieren, sowie Rotalgen (*Rhodophyta*) und Braunalgen (*Phaeophyta*). Die schnellwachsenden Arten, vor allem Vertreter der Grünalgen-Gattungen *Ulva* und *Chaetomorpha* sowie der Rotalge *Porphyra* bilden alljährlich im Sommer große Biomassen aus. Lokal und zeitlich begrenzt können diese durch Überdeckung zum Absterben von Bodenfauna oder Seegras führen. Beim spätsommerlichen Abbau der Grünalgen können auf den Watten anaerobe Zonen – die „schwarzen Flecken“ – entstehen.

Der vorliegende Bericht stellt den aktuellen Stand der Erfassungen von Makroalgen an der niedersächsischen Küste zusammen, die der NLWKN im Rahmen der Gewässergüteüberwachung seit 1990 durchführt (JAKLIN et al. 2006; NLWKN 2013). Anliegen ist – im Gegensatz zu der Arbeit von JAKLIN et al (2006) - die reine Dokumentation der Ergebnisse der jährlichen Überwachung der sommerlichen Grünalgenbestände (Kapitel 3 und 4). Zusätzlich werden in Kapitel 5 die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen zum Gesamtartenspektrum kurz umrissen.

2 Das Überwachungskonzept

Die seit 1990 jährlich mehrfach durchgeführten Überwachungsarbeiten des NLWKN beziehen sich auf die Bestände der einjährigen Grünalgen (opportunistische Grünalgen), die unter für sie günstigen Bedingungen im Sommer dichte Bestände auf den Wattflächen bilden können (Abb. 2.1) und als Zeiger von Eutrophierung im Wattenmeer gelten. Als Teil-

komponente der WRRL-Qualitätskomponente Makrophyten gehen die Grünalgen mit dem Parameter „Fläche sommerlicher Grünalgenbestände“ in die Bewertung des ökologischen Zustands der Küstengewässerkörper ein. Außerdem stehen die Daten für Auswertungen z.B. im Rahmen von TMAP und OSPAR zur Verfügung.

Andere Makroalgen, z.B. Hartbodenbewuchs oder Driftalgen, werden derzeit an der niedersächsischen Küste nicht routinemäßig überwacht. Im Rahmen von Pilotuntersuchungen (KOLBE 2006; JAKLIN & DAEHNE 2008, KUHLENKAMP 2008, KOLBE 2009) zu dieser Thematik erhobene Daten (s. Kapitel 5) können ggf. zur Entwicklung eines zukünftigen Monitorings genutzt werden.

2.1 Überblicksweise Überwachung

Mit der überblicksweisen Überwachung soll das jährliche Maximum der Grünalgenbestände anhand der von ihnen bewachsenen Fläche auf den Watten ermittelt werden. Zu diesem Zweck wird der Gesamtbestand jährlich während mehrerer Sichtbefliegungen im Verlauf der Vegetationsperiode (Mai bis September) kartiert. Bei einer Befliegung gesichtete Algenwiesen werden nach Lage, Fläche und Bedeckungsgrad (Dichte eines Bestandes) eingeschätzt und auf Karten eingezeichnet. Anschließend werden die aufgenommenen Flächen in ein Geografisches Informationssystem (GIS) übertragen, mit Hilfe dessen die Flächenberechnungen durchgeführt werden können.

Die Routen der Überwachungsflüge decken die eulitoralischen Flächen der Küstengewässerkörper und den poly- und mesohalinen Bereich der Übergangsgewässer an der niedersächsischen Küste ab (Abb. 2.2). Das Bewertungssystem wird in den Übergangsgewässern jedoch nicht eingesetzt, da es hier wegen verschiedener Standortfaktoren (z. B. Trübung) keine plausiblen Ergebnisse liefert.

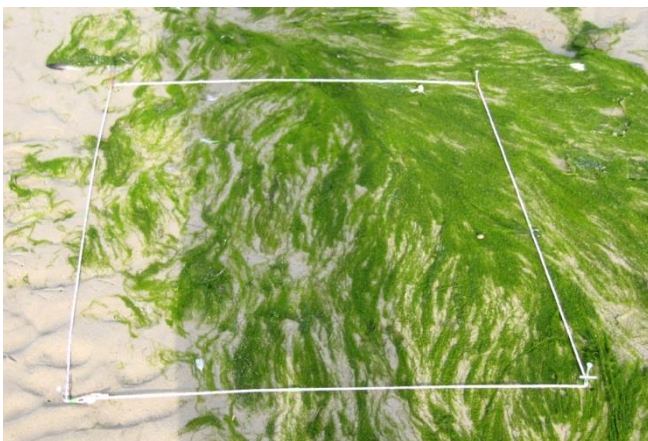
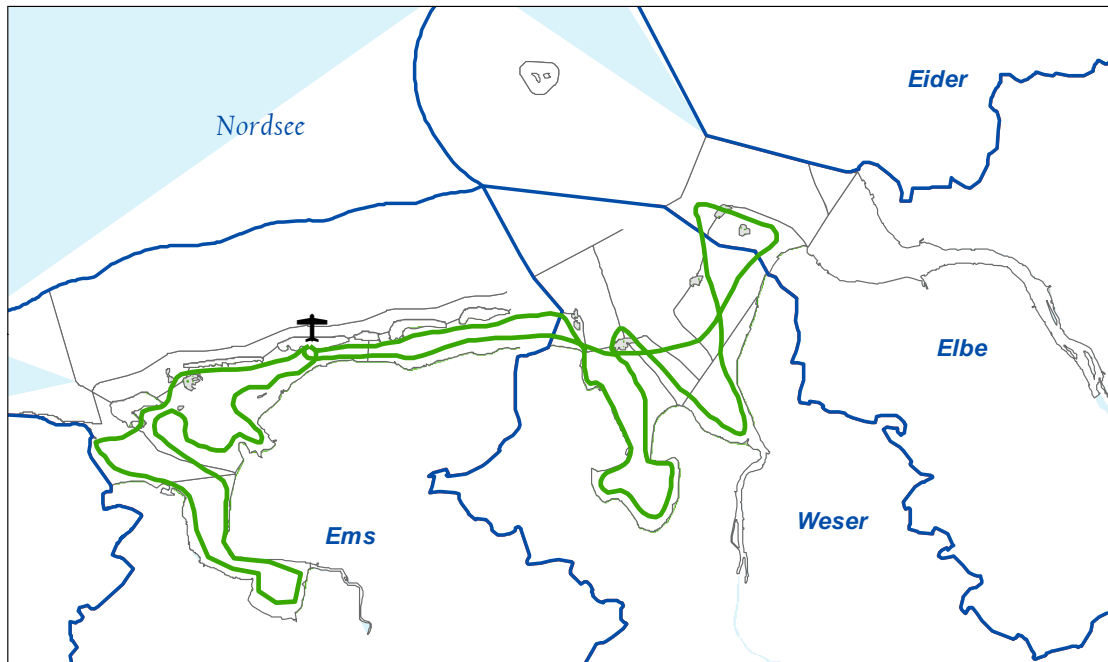


Abb. 2.1: Grünalgen auf dem Watt (Fotos: S. Tyedmers; J. Steuer)



Überwachung der Makroalgen in den Übergangs- und Küstengewässern Niedersachsens



Startflugplatz Norderney



Flugroute: Mai-September - monatlich



Kartiergebiet Sichtbefliegung Grünalgen



Grenzen der Flussgebietseinheiten



Grenzen der Wasserkörper

Überblicksweise Überwachung

jährlich Mai – September : monatliche Sichtbefliegungen

- Fläche der Grünalgenbestände im Gesamtgebiet
- räumliche Lage der Grünalgenbestände
- Wuchsdichte der Grünalgenbestände

angepasst an die aktuelle Situation an ausgewählten Makroalgenbeständen vor Ort

- Ausdehnung
- Wuchsdichte
- Artenzusammensetzung
- Biomasse

Operative Überwachung

zz. nicht geplant

Abb. 2.2: Verlauf der Flugroute und Kurzbeschreibung der Grünalgenüberwachung in den niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässern

Tab. 2.1: Termine der jährlichen Befliegungen seit 1990 (jeweils der erste von zwei Flügen einer Kampagne). Der Zeitpunkt des Jahresmaximums der Gesamtfläche ist hervorgehoben.

Jahr	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
2016	(30. Mai)*	28. Jun.	26. Jul.	24. Aug.	(21. Sept.)*	
2015	27. Mai	24. Jun.	21. Jul.			
2014	21. Mai	24. Jun.	17. Jul.	20. Aug.		
2013		3. Jun.	29. Jul.	27. Aug.		
2012	24. Mai	26. Jun.	24. Jul.	21. Aug.		8. Okt.
2011	23. Mai		20. Jul.	22. Aug.	19. Sep.	
2010	20. Mai	23. Jun.	29. Jul.		2. Sep.	
2009	28. Mai	23. Jun.	28. Jul.	26. Aug.	23. Sep.	
2008	26. Mai	24. Jun.	22. Jul.	26. Aug.	24. Sep.	
2007		12. Jun.	19. Jul.	20. Aug.		
2006	22. Mai	21. Jun.	19. Jul.	31. Aug.	6. Sep.	
2005		13. Jun.	5. Jul.	24. Aug.	22. Sep.	
2004		22. Jun.	28. Jul.	19. Aug.		
2003		26. Jun.	31. Jul.			
2002		5. Jun.	5. Jul.	21. Aug.		
2001		5. Jun.	25. Jul.	27. Aug.		
2000		15. Jun.		16. Aug.		
1999	19. Mai		7. Jul.	2. Aug.	22. Sep.	
1998		18. Jun.		11. Aug.		
1997		3. Jun.	1. Jul.	8. Aug.	5. Sep.	
1996	28. Mai	12. Jun.	15. Jul.	20. Aug.		23. Okt.
1995		12. Jun.	13. Jul.	10. Aug.	7. Sep.	
1994	3. Mai	24. Jun.	14. Jul.	6. Aug.	30. Aug.	
1993	27. Mai	23. Jun.	17. Jul.		6. Sep.	
1992	8. Mai	10. Jun.		3. Aug.		
1991	30. Mai		8. Jul.	22. Aug.		
1990		3. Jul.	25. Jul.	27. Aug.		15. Okt.

* Flug deckt nicht das Gesamtgebiet ab

2.2 Operative Überwachung

Wegen des flächendeckenden Charakters der überblicksweisen Überwachung der Grünalgen ist eine operative Überwachung dieser Teilkomponente gegenwärtig nicht vorgesehen.

2.3 OSPAR

Die Grünalgenüberwachung steht in Verbindung mit der OSPAR Strategie zur Bekämpfung der Eutrophierung. Makroalgen gehören zu den „Kategorie-II-Parametern“ der Common Procedure bei OSPAR: Sowohl die Verschiebung des Artenspektrums von mehrjährigen Makrophyten (z.B. Seegras) hin zu kurzlebigen, als lästig eingestuften Grünalgen (z.B. Ulva) als auch die verstärkte Entwicklung (gemessen als Biomasse oder Flächenbedeckung) von opportunistischen Grünalgen werden bei OSPAR als direkte Effekte der Eutrophierung gewertet.

Die jährliche überblicksweise Überwachung der Grünalgen erfüllt die Anforderungen von OSPAR an ein Monitoring im Problemgebiet Nordsee. Eine zentrale Datenlieferung an OSPAR besteht für den Parameter Grünalgen derzeit nicht. Die Daten werden bei Bedarf für Auswertungen im Rahmen von OSPAR zur Verfügung gestellt.

2.4 TMAP

Das TMAP Konzept für ein Grünalgen-Monitoring ist an den Vorgaben der OSPAR Strategie zur Bekämpfung der Eutrophierung ausgerichtet und steht in Zusammenhang mit dem Ziel des Wattenmeerplans: *"Ein Wattenmeer, welches im Hinblick auf Eutrophierung als Nicht-Problemgebiet bezeichnet werden kann."* Gefordert werden als Messgrößen Lage, Fläche und Bedeckungsgrad der Grünalgenbestände sowie Biomasseerhebungen und Artenspektrum, wobei in ausgedehnten Gebieten mit hoher Dynamik,

wie dem Wattenmeer, die Erhebungen während der Vegetationsperiode monatlich durchgeführt werden sollen. Die überblicksweise Überwachung der Grünalgen mit Sichtbefliegungen, ergänzt durch ein „Groundtruth“, erfüllt die drei erstgenannten Anforderungen, die Biomasse und das Artenspektrum werden im Rahmen von Sonderuntersuchungen exemplarisch erfasst.

Eine zentrale Datenlieferung an TMAP besteht für diesen Parameter derzeit nicht. Die Daten werden bei Bedarf für Auswertungen, z.B. Quality Status Report, zur Verfügung gestellt.

3 Methoden

Die Überwachung der sommerlichen Grünalgenbestände auf den niedersächsischen Watten erfolgt bei Niedrigwasser vom Flugzeug aus - einer einmotorigen Cessna - einmal monatlich (i.d.R. zumindest von Juni bis August, z.T. von Mai bis Oktober – s. Tab. 2.1) während der Vegetationsperiode der benthischen Grünalgen (April bis Oktober). Die Flugeschwindigkeit beträgt ca. 150-200 km/h, die Flughöhe ca. 300-500 m (ca. 1000-1500 ft.). Um die Unterscheidung zwischen Seegras und Grünalgen zu ermöglichen, kann stellenweise eine kurzfristige Verringerung der Flughöhe nötig sein. Flugeschwindigkeit und -höhe werden von einem mitgeführten GPS-Gerät erfasst.

Da die Kartierung nur bei Niedrigwasser vorgenommen werden kann, sind pro Kampagne zwei Flüge erforderlich, um das gesamte niedersächsische Wattenmeer zu erfassen.

Die Westroute (ca. 190 km) führt von Norderney oder Norddeich aus über das Juister Watt, die Kachelotplate über das Borkumer Watt entlang der niederlän-






dischen Küste in den Dollart, zurück über den Randzel, die Leybucht und das Norder Watt nach Norderney (Der Dollart wird seit 2007 in die Befliegung einbezogen). Beginn des West-Fluges ist ca. ½ Stunde vor Niedrigwasser Borkum; er dauert ca. 1 Stunde.

Die Ostroute (ca. 400 km) führt von Norderney oder Norddeich aus über das Festlandswatt bis zur Jade, südlich von Mellum weiter in Richtung Osten über das Wurster Watt bis vor Cuxhaven. Anschließend werden die Inseln Neuwerk und Scharhörn nördlich umrundet. Zurück führt die Route zunächst in südliche Richtung in die Wesermündung bis kurz vor Bremerhaven, in einer großen Schleife über den Hohen Weg, über den Jadebusen, entlang des westlichen Jadeufers und über die Inselwatten zurück nach Norderney. Start ist ca. 1 ½ Stunden vor Niedrigwasser Wilhelmshaven. Die Dauer beträgt ca. 2 ½ Stunden.

Die Beobachtungscrew besteht aus drei Personen: dem Flugleiter und zwei weiteren Beobachtern. Jeder der drei Beobachter zeichnet die erkannten Grünalgenvorkommen auf eine eigene Arbeitskarte. Die Arbeitskarten (DIN A 3-Karte, Maßstab 1 : 75.000) auf Grundlage von Satellitenfotos geben die Festlands- und Inselbegrenzungen sowie die Linie des mittleren Tidenniedrigwassers im Watt wieder.

Die kartierten Algenflächen werden nach ihrem Bedeckungsgrad in fünf Kategorien eingeteilt und auf den Arbeitskarten mit einer entsprechenden Signatur versehen (Tab. 3.1). Außer vitalen Grünalgenbeständen werden auch verdriftete Algenmatten, Schwarze Flecken, Schwarze Priele und Seegrasbestände in die Karten aufgenommen. Im Zusammenhang mit aktuellen Fragestellungen werden zeitweise noch weitere Beobachtungen vermerkt – z.B. Grüner Sand oder Diatomeen.

Tab. 3.1: Signaturen der Einträge in die Arbeitskarten der Grünalgenüberwachung

Kennung	Bedeutung	Signatur	Symbol
1	Grünalgen < 5%	punktiert, ohne Umriss	
2	Grünalgen 5 – 20 %	punktiert, mit Umriss	
3	Grünalgen 20 – 50 %	einfach schraffiert, mit Umriss	
4	Grünalgen 50 – 80 %	gekreuzt schraffiert, mit Umriss	
5	Grünalgen 80 – 100 %	ausgefüllt	
6	Grüner Sand	Eintrag : „GS“	„GS“
7	Algenmatten	kleine Kreuze	„xxx“
8	Schwarze Priele	Eintrag: „SP“	„SP“
9	Schwarze Flecken	Eintrag: „SF“	„SF“
10	Seegras	Eintrag „Seegras“	„Seegras“
d	Diatomeen	Eintrag „D“	„D“

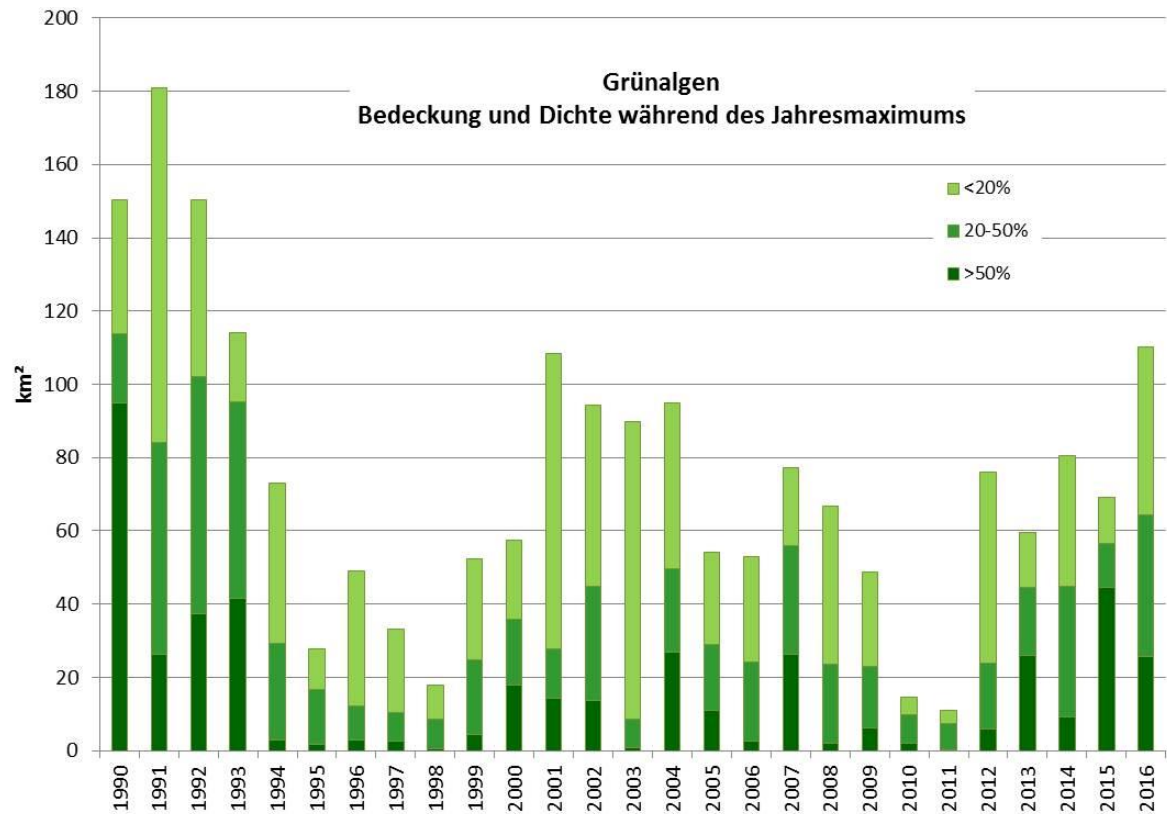


Abb. 4.1: Jahresmaxima von der Bedeckung der Wattflächen mit Grünalgen (km²) an der niedersächsischen Küste 1990 -2016 (einschl. Hamburgisches Wattenmeer)

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der jährlichen Grünalgenüberwachung (Befliegungen) an der niedersächsischen Küste in Kurzform dokumentiert. Ergebnisse aus Erfassungen des Artenspektrums finden sich in Kapitel 5.

4.1 Gesamtfläche

In Abb. 4.1 ist die jährliche Maximalausdehnung der sommerlichen Grünalgenbestände seit 1990 dargestellt.

Die Grünalgenüberwachung begann 1990 zu dem Zeitpunkt, an dem das Problem der Grünalgenentwicklung im niedersächsischen Wattenmeer sehr deutlich offenbar wurde. Mit über 150 km² Grünalgen wurde in den Jahren 1990 bis 1992 gleichzeitig der bisherige Höhepunkt der Entwicklung erreicht. In den Folgejahren bis 1998 war ein deutlicher Rückgang der sommerlichen Bestände zu verzeichnen. Es folgte ein erneuter Anstieg der Flächengröße bis auf gut 100 km² in 2001. Im Zeitraum 2002 bis 2011 waren die Bestände dann wieder rückläufig und im Sommer 2011 war mit 11 km² der kleinste Bestand seit Beginn der Grünalgenüberwachung ermittelt worden. Bereits seit dem Folgejahr und auch weiterhin bis 2015 lag

das Jahresmaximum der Grünalgenfläche wieder bei einer Größenordnung von rund 70 km². Im Sommer 2015 wurden darüber hinaus deutlich vermehrt wieder Flächen mit >50 % Bewuchsdichte registriert.

Im Sommer 2016 bedeckten die Grünalgenbestände erneut eine Flächengröße von >100 km². Mit 110 km² wurde der fünfthöchste Wert seit Beginn der Beobachtungen im Jahr 1990 erreicht.



Abb. 4.2: Häufigkeit der Algenbedeckung im Sommer nach Anzahl der Jahre mit mindestens einem Nachweis für den Zeitraum 1990-2016

4.2 Räumliche Verbreitung

Die sommerlichen Grünalgenbestände sind nicht gleichmäßig im Untersuchungsgebiet verteilt. Vielmehr gibt es Schwerpunktreionen mit einigen Kerngebieten der Verbreitung, sowie auch Gebiete mit wenig Algenaufwuchs.

In Abb. 4.2 ist dargestellt, in wie vielen Jahren zwischen 1990 und 2016 bei der Überwachung mindestens einmal ein Grünalgenbestand kartiert wurde. Die Karte zeigt, dass in den inneren Bereichen der beiden großen Flussmündungen von Ems (Dollart) und Weser nur selten Grünalgen aufwachsen. Auch in den exponierten Lagen der Küstengewässer - z.B. in der Außenwester oder an den Stränden der Inseln - werden Grünalgen weniger häufig angetroffen. Lücken in der Verbreitung sind außerdem in den schlackigen Buchten Leybucht und Jadebusen auszumachen. Wobei im Sommer 2016 die Leybucht untypischerweise besonders stark mit Grünalgen besiedelt war. Von den übrigen Regionen sind zwischen 65 und 90 % der Wattfläche im Zeitraum von 27 Jahren mindestens einmal mit Grünalgen bewachsen gewesen.

Langfristige Schwerpunkte der Algenverbreitung sind die Wattflächen bei Borkum und Lütje Hörn sowie die vor starkem Seegang geschützten Wattgebiete südlich der Inselkette Norderney bis Wangerooge. Im

Südosten nahezu jeder der fünf Inseln findet sich jeweils ein kleineres Kerngebiet, in dem in über 60% der Untersuchungsjahre ein Algenbestand vorgefunden wurde. Auch auf dem Arngast Sand im Jadebusen ist ein solches Kerngebiet erkennbar.

4.3 Einzelne Wasserkörper

Für die Wasserkörper der Typen N2 und N4 wird die Grünalgenentwicklung als Teilkomponente zur Bewertung der Qualitätskomponente „Makrophyten“ nach EG-WRRL bzw. OGewV herangezogen. Für diese Wasserkörper werden die aktuelle Situation und der langjährige Verlauf im Folgenden separat dargestellt.

Die Bewertung nach WRRL, die in den Tabellen 4.2 bis 4.7 als gleitender Wert mitgeführt wird, basiert jeweils auf dem 6 Jahres-Median der Jahresmaxima und wird mit einem Farbcode gekennzeichnet (Tab. 4.1).

Tab. 4.1: Farbcode der Bewertung nach EG-WRRL

Bewertung	EQR
sehr gut	1– 0,8
gut	<0,8 – 0,6
mäßig	<0,6 – 0,4
unbefriedigend	<0,4 – 0,2
schlecht	<0,2 – 0,0

4.3.1 Polyhalines Wattenmeer der Ems (N4_3100_01)

Der Wasserkörper N4_3100_01 ist von Beginn der Überwachung an neben dem Euhalinen Wattenmeer der Ems (siehe Kapitel 4.3.2) eine der Schwerpunktregionen der jährlichen Grünalgenentwicklung im niedersächsischen Watt (Tab. 4.2, Abb. 4.3 oben).

Insgesamt sind knapp 78 % des Eulitorals in diesem Wasserkörper im Zeitraum 1990-2016 mindestens einmal mit Algen bedeckt gewesen (Abb. 4.3 unten). Besonders häufig wuchsen Algen auf dem Randzel auf, mit einem deutlichen Schwerpunkt südlich von Lütje Hörn. Weitere Gebiete mit häufigem Algenbewuchs sind das Norderneyer Inselwatt, vor allem im

Südosten, sowie das Gebiet südlich von Baltrum mit dem Neßmer Watt; dann das Nordland östlich von Memmert und die Sände Kopersand, Itzendorf Plate und Hohes Riff.

Weitgehend frei von Algen waren bisher die exponierten Wattbereiche im Einfluss von Osterems und Busetief sowie die Leybucht.

Im Sommer 2016 war die Leybucht untypischerweise besonders stark mit Grünalgen besiedelt (Abb. 4.3 oben).

Tab. 4.2: Polyhalines Wattenmeer der Ems - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016 - absolute Fläche [km²] und relative Bedeckung [% des Eulitorals] und EQR nach WRRL als 6-Jahres-Median (Beispiel: EQR-Wert 1995 0,35 ist Median der Jahre 1990-1995).
(n.b. = nicht berechnet; Farbcode nach Grenzwerten für die EQR-Bewertung nach WRRL s. S. 6)
(fett gedruckt = EQR Werte, die im Bewirtschaftungsplan 2009 bzw. 2015 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Polyhalines Wattenmeer der Ems (N4_3100_01)								
Jahr	Größe Eulitoral [km ²]	Monat des Jahresmaximums	Grünalgen Gesamt - Jahresmaximum [km ²]	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6 Jahres-Median)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
				[% des Eulitorals]				
1990	334	Juli	81,43	24,4	10,4	10,4	3,6	n.b.
1991	334	Juli	25,29	7,6	4,1	3,2	0,2	n.b.
1992	334	August	30,72	9,2	4,2	3,9	1,1	n.b.
1993	349	Juli	41,82	12,0	2,7	3,8	5,5	n.b.
1994	349	Juli	23,16	6,6	5,4	1,1	0,1	n.b.
1995	349	August	13,39	3,8	1,5	2,2	0,2	0,35
1996	349	Juli	26,04	7,5	4,8	1,9	0,8	0,37
1997	349	August	8,96	2,6	1,2	1,0	0,4	0,37
1998	349	Juni	8,53	2,4	2,2	0,2	0,0	0,40
1999	349	Juli	18,14	5,2	2,5	1,9	0,8	0,43
2000	349	August	23,91	6,8	2,0	2,5	2,4	0,43
2001	349	Juli	36,87	10,6	6,6	1,5	2,5	0,39
2002	360	August	45,38	12,6	8,6	1,8	2,2	0,39
2003	360	Juni	22,63	6,3	3,0	2,4	0,9	0,38
2004	360	Juli	41,05	11,4	4,7	1,7	4,9	0,35
2005	360	Juli	25,43	7,1	3,7	2,3	1,1	0,35
2006	360	Juni	20,11	5,6	3,0	2,5	0,1	0,35
2007	360	Juni	22,81	6,3	1,5	1,4	3,4	0,38
2008	360	Juni	31,20	8,7	1,0	2,2	5,5	0,38
2009	360	Juni	15,07	4,2	2,5	1,3	0,3	0,38
2010	360	Juli	5,12	1,4	0,6	0,6	0,2	0,39
2011	360	August	6,16	1,7	0,6	1,1	0,1	0,41
2012	360	August	25,18	7,0	4,1	1,8	1,1	0,40
2013	360	Juli	15,54	4,3	1,4	0,9	2,0	0,44
2014	360	Juli	28,69	8,0	3,0	4,1	0,9	0,44
2015	360	Juni	26,51	7,4	1,3	1,6	4,4	0,39
2016	360	Juli	38,08	10,6	4,4	3,4	2,8	0,37

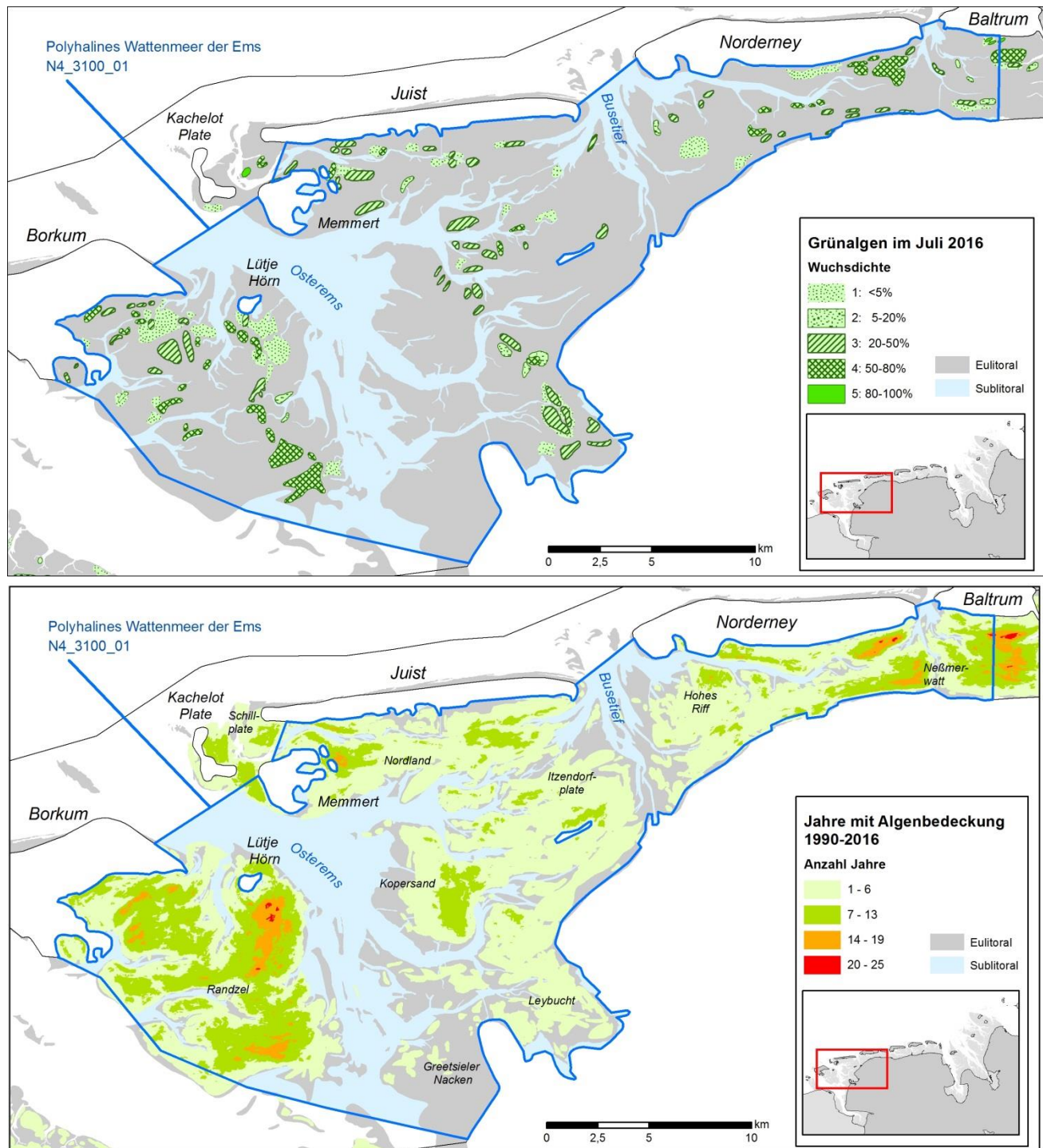


Abb. 4.3: Verteilung der Grünalgen im Juli 2016 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990-2016 im Wasserkörper „Polyhalines Wattenmeer der Ems“ (N4_3100_01)

4.3.2 Euhalines Wattenmeer der Ems (N2_3100_01)

Der Wasserkörper N2_3100_01 ist von Beginn der Überwachung an eine der Schwerpunktregionen der jährlichen Grünalgenentwicklung im niedersächsischen Watt (Tab. 4.3, Abb. 4.4 oben).

Insgesamt sind knapp 89 % des Eulitorals in diesem Wasserkörper im Zeitraum 1990-2016 mindestens einmal mit Algen bedeckt gewesen. Ständig frei von Grünalgenbewuchs blieben nur die exponierten Ränder der Wattflächen (Abb. 4.4 unten).

Besonders häufig wurden Grünalgen auf der Wattwasserscheide südlich von Baltrum festgestellt (Steinplate). Auch die hohen Watten jeweils im Südosten der Inseln (Langeooger Inselwatt, Swinnplate

und Hoher Rücken) waren in über 60% der Jahre bewachsen. Regelmäßig bewachsen waren auch die Sände Neiderplate, Janssand, Gröninger Plate und Südersand.

An der Festlandsküste wurden Grünalgen sehr häufig im Harlesieler Watt nachgewiesen. Das Benser Watt war weniger oft von Grünalgen besiedelt.

Tab. 4.3: Euhalines Wattenmeer der Ems - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016 - absolute Fläche [km²] und relative Bedeckung [% des Eulitorals] und EQR nach WRRL als 6-Jahres-Median (Beispiel: EQR-Wert 1995 0,196 ist Median der Jahre 1990-1995).
(n.b. = nicht berechnet; Farbcode nach Grenzwerten für die EQR-Bewertung nach WRRL s. S. 6)
(fett gedruckt = EQR Werte, die im Bewirtschaftungsplan 2009 bzw. 2015 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Euhalines Wattenmeer der Ems (N2_3100_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums	Grünalgen Gesamt - Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6-Jahres-Median)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km ²]		[km ²]	[% des Eulitorals]				
1990	195	August	50,59	26,0	8,58	4,02	13,38	n.b.
1991	195	Juli	54,75	28,1	17,28	9,11	1,72	n.b.
1992	195	Juni	49,67	25,5	3,82	10,59	11,10	n.b.
1993	197	Juli	24,67	12,5	0,83	5,27	6,44	n.b.
1994	197	Juli	34,59	17,6	8,04	8,75	0,80	n.b.
1995	197	August	6,18	3,1	1,46	1,58	0,10	0,196
1996	197	August	8,81	4,5	2,81	1,20	0,47	0,27
1997	197	August	14,84	7,5	5,26	1,88	0,40	0,33
1998	197	August	3,86	2,0	1,38	0,58	0,00	0,39
1999	197	August	15,39	7,8	5,53	2,08	0,22	0,39
2000	197	August	18,13	9,2	4,64	2,52	2,05	0,39
2001	197	Juli	40,03	20,4	16,93	1,94	1,48	0,36
2002	201	August	37,86	18,9	13,83	3,88	1,15	0,35
2003	201	Juli	21,85	10,9	9,57	1,27	0,04	0,33
2004	201	Juli	26,57	13,2	6,47	5,12	1,65	0,31
2005	201	Juni	20,03	10,0	3,94	5,14	0,91	0,31
2006	201	Juni	20,22	10,1	4,73	4,31	1,04	0,31
2007	201	Juni	27,11	13,5	4,81	4,90	3,80	0,31
2008	201	August	13,76	6,9	4,18	2,15	0,53	0,33
2009	201	Juni	14,42	7,2	1,21	3,78	2,20	0,33
2010	201	Juli	1,89	0,9	0,64	0,15	0,15	0,35
2011	201	Mai	1,79	0,9	0,79	0,10	0,00	0,37
2012	201	August	23,12	11,5	8,27	2,64	0,62	0,37
2013	201	Juli	12,11	6,0	0,79	2,22	3,03	0,38
2014	201	Juli	18,11	9,0	3,47	4,40	1,16	0,38
2015	201	Juni	20,86	10,4	1,28	0,56	8,56	0,37
2016	201	Juli	20,43	10,2	4,21	3,89	2,09	0,34

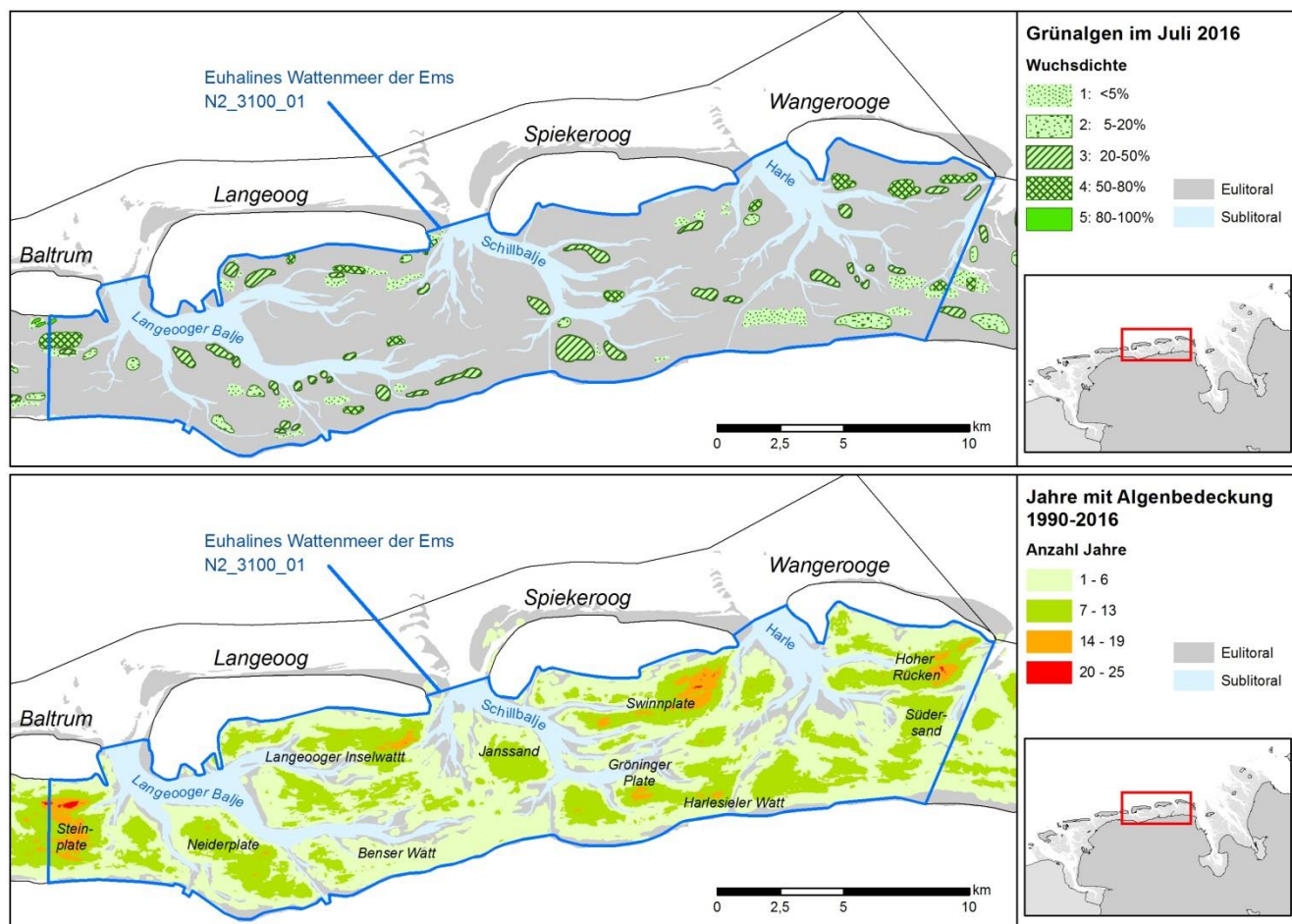


Abb. 4.4: Verteilung der Grünalgen im Juli 2016 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990-2016 im Wasserkörper „Euhalines Wattenmeer der Ems“ (N2_3100_01)

4.3.3 Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)

Der Wasserkörper N2_4900_1 ist gegenwärtig mäßig von der sommerlichen Grünalgenentwicklung betroffen, wobei die Zunahme der Algenbestände seit 2011 in 2016 zu einer unbefriedigenden Bewertung führt (Tab. 4.4, Abb. 4.5 und 4.6).

Insgesamt sind 69,6 % des Eulitorals in diesem Wasserkörper im Zeitraum 1990-2016 mindestens einmal mit Algen bedeckt gewesen (Abb. 4.6). Deutliche Schwerpunkte bildeten dabei der Arngast Sand und das Seefelder Watt im Jadebusen, sowie die Watten-

bucht bei Horumersiel und das Watt südlich von Melum. Dabei ist zu bemerken, dass auch Mischpopulationen mit Seegrassbeständen in die Kartierung eingeflossen sind.

Sowohl die landnahen, als auch die zentralen Bereiche im Jadebusen blieben weitgehend frei von Grünalgenbewuchs. Auch im Bereich Solthörner Watt wurden weniger häufig Grünalgenbestände registriert (Abb. 4.5 und 4.6).

Tab. 4.4: Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016 - absolute Fläche [km²] und relative Bedeckung [% des Eulitorals] und EQR nach WRRL als 6-Jahres-Median (Beispiel: EQR-Wert 1995 0,39 ist Median der Jahre 1990-1995).
(n.b. = nicht berechnet; Farbcode nach Grenzwerten für die EQR-Bewertung nach WRRL s. S. 6)
(fett gedruckt = EQR Werte, die im Bewirtschaftungsplan 2009 bzw. 2015 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums	Grünalgen Gesamt - Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6-Jahres-Median)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km ²]		[km ²]	[% des Eulitorals]				
1990	252	August	15,13	6,0	3,16	0,67	2,17	n.b.
1991	252	Juli	23,28	9,2	5,08	1,92	2,23	n.b.
1992	252	Juni	26,41	10,5	6,29	2,58	1,60	n.b.
1993	262	Juli	13,77	5,2	0,46	3,22	1,57	n.b.
1994	262	Juni	9,76	3,7	1,68	1,97	0,07	n.b.
1995	262	August	6,95	2,7	1,06	1,19	0,40	0,39
1996	262	Juli	8,50	3,2	2,77	0,47	0,00	0,43
1997	262	Juli	8,35	3,2	1,85	1,34	0,00	0,49
1998	262	August	5,83	2,2	1,03	1,20	0,00	0,50
1999	262	Juli	10,38	4,0	2,65	1,08	0,22	0,50
2000	262	August	5,48	2,1	0,81	0,28	1,00	0,52
2001	262	August	13,41	5,1	3,71	1,04	0,37	0,50
2002	258	Juni	15,57	6,0	3,91	0,99	1,13	0,48
2003	258	Juni	14,04	5,4	5,02	0,42	0,00	0,43
2004	258	Juli	10,51	4,1	2,05	0,20	1,82	0,42
2005	258	Juni	6,71	2,6	2,19	0,41	0,00	0,42
2006	258	Juli	9,23	3,6	2,24	1,33	0,00	0,42
2007	258	Juni	12,22	4,7	0,56	3,60	0,58	0,43
2008	258	August	9,11	3,5	2,02	1,43	0,08	0,47
2009	258	Juni	7,54	2,9	2,32	0,60	0,00	0,48
2010	258	Juli	2,82	1,1	0,44	0,38	0,27	0,50
2011	258	Mai	2,35	0,9	0,91	0,00	0,00	0,50
2012	258	August	13,59	5,3	3,66	1,47	0,13	0,50
2013	258	Juli	18,74	7,3	2,28	1,30	3,68	0,50
2014	258	Juli	11,85	4,6	2,58	1,61	0,40	0,47
2015	258	Juli	21,70	8,4	3,80	2,21	2,39	0,40
2016	258	Juli	18,93	7,3	2,34	2,88	2,11	0,38

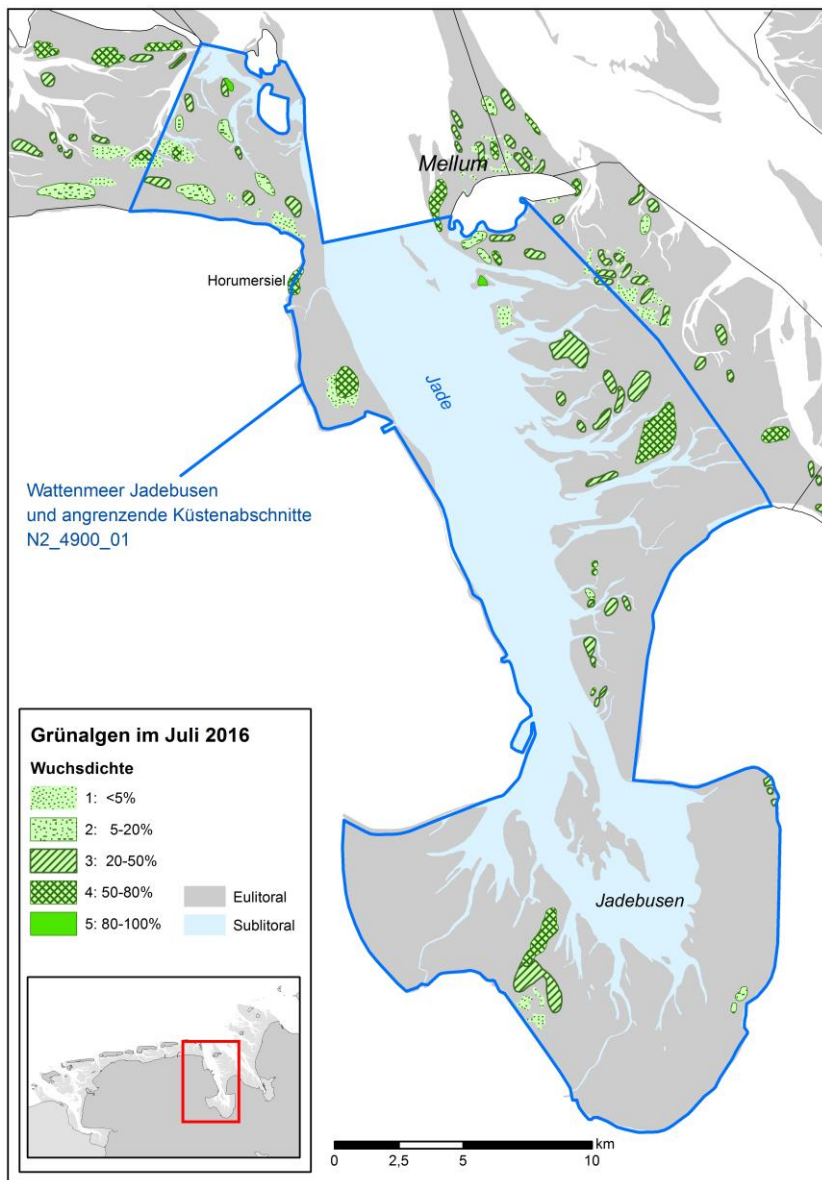


Abb. 4.5: Verteilung der Grünalgen im Juli 2016 (Jahresmaximum) im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (N2_4900_01)

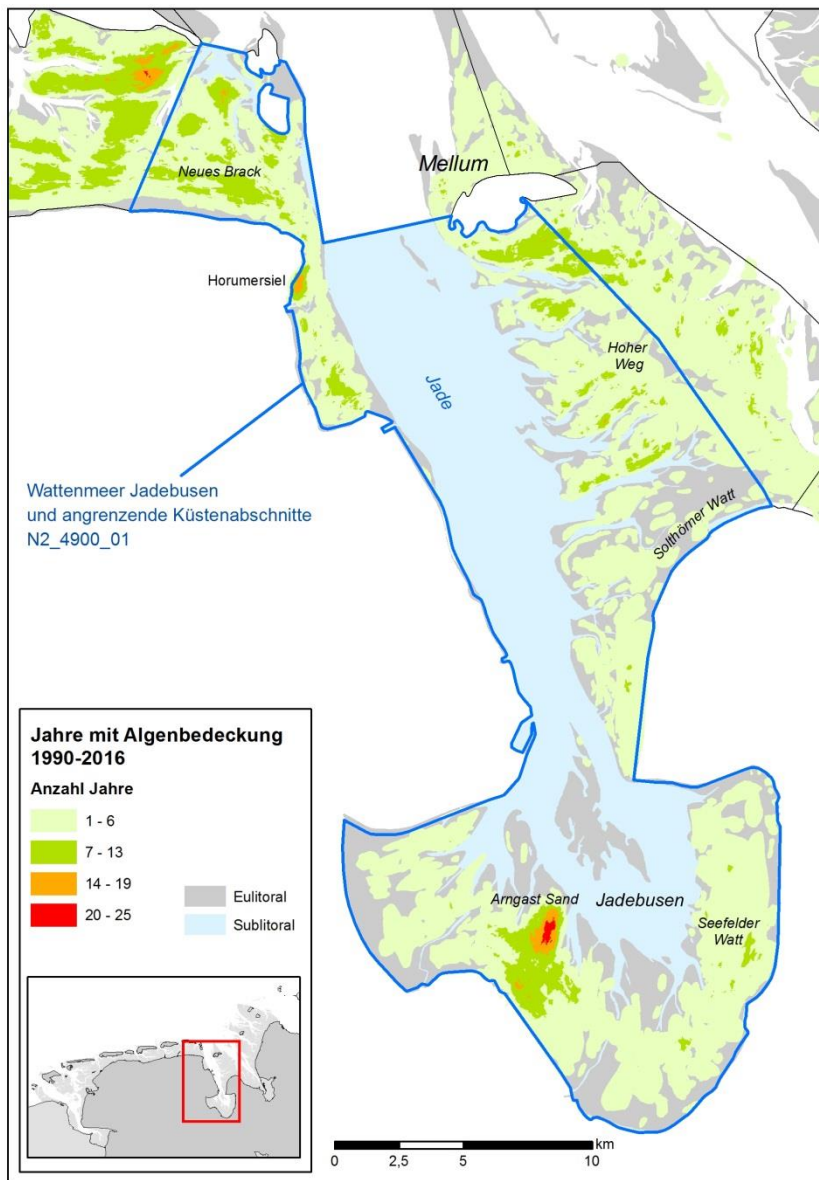


Abb. 4.6: Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990-2016 im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (N2_4900_01)

4.3.4 Westliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_01)

Die Algenentwicklung im Wasserkörper N4_4900_01 kann als mäßig bis unbefriedigend eingestuft werden (Tab. 4.5, Abb. 4.7).

Insgesamt waren knapp 89 % der Wattfläche im Zeitraum 1990-2016 mindestens einmal mit Algen bedeckt (Abb. 4.7 unten). Dabei waren die höher gelegenen Wattbereiche etwas häufiger betroffen, die exponierteren Ränder des Eulitorals blieben hingegen frei von Algenbewuchs.

Tab. 4.5: Westliches Wattenmeer der Weser - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016 - absolute Fläche [km²] und relative Bedeckung [% des Eulitorals] und EQR nach WRRL als 6-Jahres-Median (Beispiel: EQR-Wert 1995 0,39 ist Median der Jahre 1990-1995).

(n.b. = nicht berechnet; Farbcode nach Grenzwerten für die EQR-Bewertung nach WRRL s. S. 6)

(fett gedruckt = EQR Werte, die im Bewirtschaftungsplan 2009 bzw. 2015 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Westliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahres- maxi- mums	Grünalgen Gesamt - Jahresma- ximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG- WRRL (6Jahres Median)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km ²]		[km ²]	[% des Eulitorals]				
1990	52	August	1,78	3,4	2,74	0,57	0,12	n.b.
1991	52	Juli	4,22	8,1	1,08	5,82	1,22	n.b.
1992	52	August	3,44	6,6	0,00	5,95	0,67	n.b.
1993	56	Juli	8,10	14,5	0,79	11,15	2,52	n.b.
1994	56	August A	2,82	5,0	1,93	3,10	0,00	n.b.
1995	56	Juni	0,50	0,9	0,26	0,00	0,63	0,39
1996	56	Juli	4,22	7,5	7,31	0,23	0,00	0,37
1997	56	August	0,38	0,7	0,69	0,00	0,00	0,39
1998	56	August	0,41	0,7	0,60	0,13	0,00	0,52
1999	56	August	3,05	5,4	3,57	1,50	0,38	0,52
2000	56	August	4,15	7,4	3,31	3,39	0,70	0,50
2001	56	August	4,27	7,6	4,15	2,55	0,92	0,38
2002	54	Juni	1,43	2,7	1,50	0,40	0,75	0,45
2003	54	Juli	6,44	11,9	11,78	0,14	0,00	0,38
2004	54	Juni	3,78	7,0	3,53	1,87	1,59	0,37
2005	54	Juli	1,63	3,0	0,62	2,40	0,00	0,37
2006	54	Juli	1,96	3,6	3,52	0,10	0,00	0,40
2007	54	Juni	3,49	6,5	2,34	3,60	0,52	0,40
2008	54	Juli	3,68	6,8	5,25	1,56	0,00	0,38
2009	54	Mai	1,35	2,5	1,54	0,79	0,15	0,40
2010	54	Mai	0,56	1,0	0,89	0,15	0,00	0,50
2011	54	Mai	0,29	0,5	0,53	0,00	0,00	0,51
2012	54	Juni	4,35	8,0	2,46	1,94	3,65	0,43
2013	54	August	5,76	10,7	1,14	9,38	0,14	0,42
2014	54	Juli	6,50	12,0	7,77	4,04	0,23	0,40
2015	54	Juli	2,45	4,5	0,79	2,16	1,59	0,38
2016	54	Juni	5,80	10,7	6,54	2,58	1,62	0,34

4.3.5 Östliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_02)

Im Wasserkörper N4_4900_02 war die sommerliche Grünalgenentwicklung bisher weniger stark ausgeprägt (Tab. 4.6, Abb. 4.7).

Insgesamt waren 65,5 % der Wattfläche im Zeitraum 1990-2016 mindestens einmal mit Algen bedeckt (Abb. 4.7 unten). Schwerpunkte der Algenentwicklung lagen auf dem Knechtsand und auf dem zentralen Eversand. Auf dem nördlichen Eversand wurden seltener bis nie Algen registriert.

Tab. 4.6: Östliches Wattenmeer der Weser - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016 - absolute Fläche [km²] und relative Bedeckung [% des Eulitorals] und EQR nach WRRL als 6-Jahres-Median (Beispiel: EQR-Wert 1995 0,42 ist Median der Jahre 1990-1995).
(n.b. = nicht berechnet; Farbcode nach Grenzwerten für die EQR-Bewertung nach WRRL s. S. 6)
(fett gedruckt = EQR Werte, die im Bewirtschaftungsplan 2009 bzw. 2015 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Östliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_02)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums	Grünalgen Gesamt - Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6-Jahres-Median)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km ²]		[km ²]	[% des Eulitorals]				
1990	165	Juli	2,88	1,7	0,00	1,36	0,39	n.b.
1991	165	Juli	34,71	21,0	10,08	3,26	7,69	n.b.
1992	165	Juni	21,85	13,2	3,84	7,82	1,58	n.b.
1993	165	Juli	12,49	7,6	1,88	5,09	0,59	n.b.
1994	165	August A	2,03	1,2	0,61	0,51	0,11	n.b.
1995	165	Juni	0,82	0,5	0,29	0,00	0,21	0,42
1996	165	August	3,35	2,0	0,92	1,11	0,00	0,41
1997	165	Juni	0,46	0,3	0,06	0,22	0,00	0,59
1998	165	August	0,22	0,1	0,14	0,00	0,00	0,83
1999	165	August	2,51	1,5	0,75	0,37	0,40	0,83
2000	165	August	1,85	1,1	0,26	0,36	0,50	0,84
2001	165	Juli	4,15	2,5	2,18	0,16	0,18	0,67
2002	169	Juni	7,60	4,5	3,03	1,27	0,20	0,67
2003	169	Juli	24,44	14,5	14,31	0,15	0,00	0,57
2004	169	Juli	7,43	4,4	3,14	1,06	0,20	0,49
2005	169	Juli	3,16	1,9	0,96	0,76	0,15	0,49
2006	169	September	2,76	1,6	1,08	0,55	0,00	0,49
2007	169	September	0,79	0,5	0,06	0,41	0,00	0,48
2008	169	Juni	4,87	2,9	1,01	1,11	0,76	0,55
2009	169	August	3,26	1,9	0,84	1,10	0,00	0,57
2010	169	Juni	3,42	2,0	1,17	0,85	0,00	0,57
2011	169	Juni	4,46	2,6	0,26	1,28	1,10	0,57
2012	169	August	0,18	0,1	0,05	0,06	0,00	0,57
2013	169	August	0,41	0,2	0,00	0,25	0,00	0,57
2014	169	Juli	7,76	4,6	2,51	2,08	0,00	0,55
2015	169	Juli	3,71	2,2	1,46	0,73	0,00	0,55
2016	169	Juni	6,76	4,0	3,20	0,58	0,21	0,51

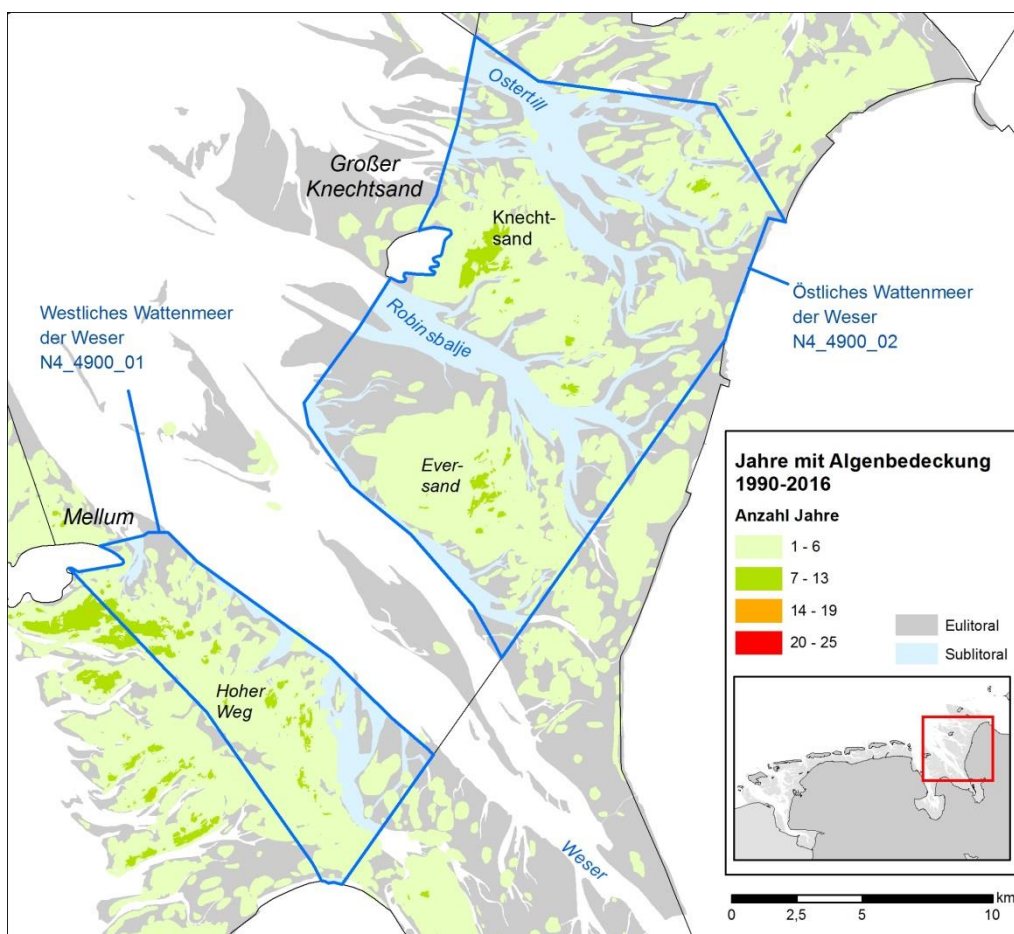
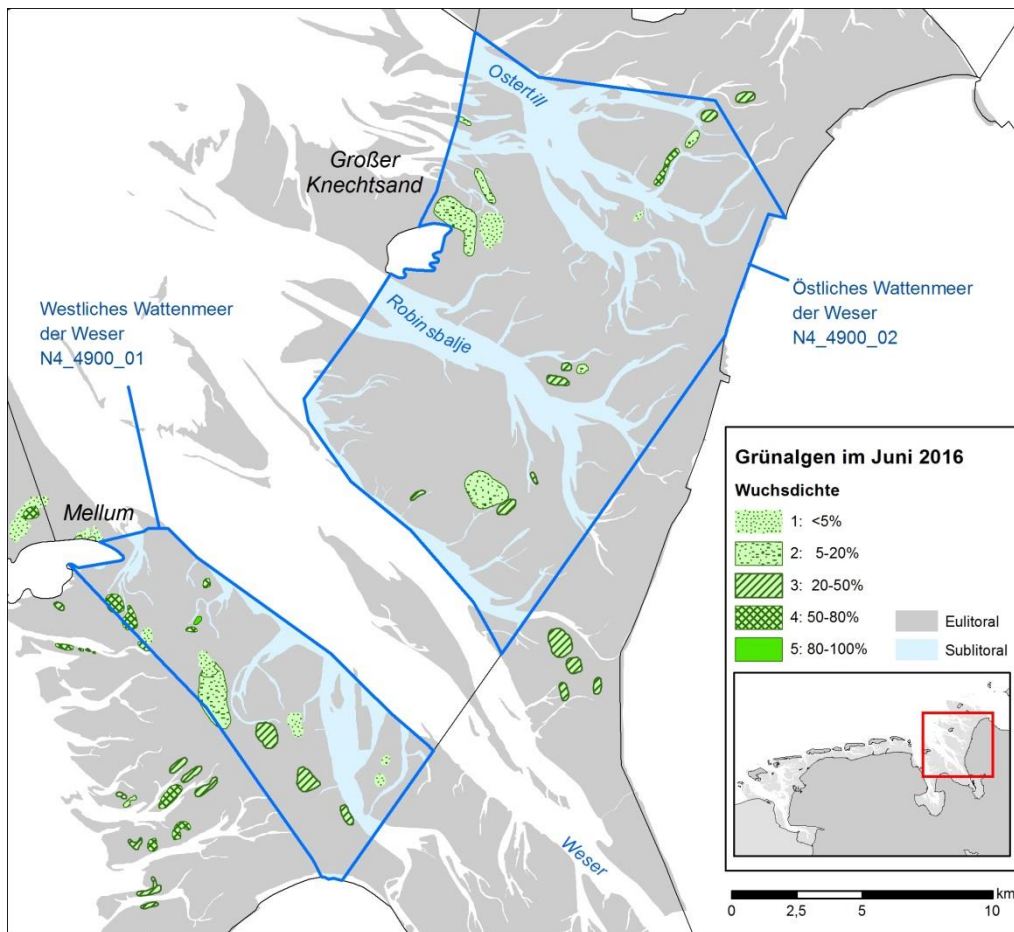


Abb. 4.7: Verteilung der Grünalgen im Juni 2016 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990-2016 in den Wasserkörpern „Westliches und Östliches Wattenmeer der Weser“ (N4_4900_01; N4_4900_02)

4.3.6 Westliches Wattenmeer der Elbe (N4_5900_01)

Im Wasserkörper N4_5900_01 ist die sommerliche Grünalgenentwicklung meist nur schwach ausgeprägt, in 2016 gab es allerdings eine deutliche Zunahme (Tab. 4.7, Abb. 4.8).

Im Zeitraum 1990-2016 wurde auf 67,3 % der Wattfläche mindestens einmal ein Grünalgenbewuchs festgestellt. Deutliche Schwerpunktgebiete haben sich bisher nicht herauskristallisiert (Abb. 4.8 unten).

Tab. 4.7: Westliches Wattenmeer der Elbe - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2016 - absolute Fläche [km²] und relative Bedeckung [% des Eulitorals] und EQR nach WRRL als 6-Jahres-Median (Beispiel: EQR-Wert 1995 0,39 ist Median der Jahre 1990-1995).
(n.b. = nicht berechnet; Farbcode nach Grenzwerten für die EQR-Bewertung nach WRRL s. S. 6)
(fett gedruckt = EQR Werte, die im Bewirtschaftungsplan 2009 bzw. 2015 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Westliches Wattenmeer der Elbe (N4_5900_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums	Grünalgen Gesamt - Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km ²]		[km ²]	[% des Eulitorals]				
1990	96	August	0,48	0,5	0,00	0,50	0,00	n.b.
1991	96	Juli	16,28	17,0	6,62	7,54	2,79	n.b.
1992	96	August	10,02	10,4	5,90	3,38	1,16	n.b.
1993	100	Juli	10,51	10,5	2,60	5,23	2,69	n.b.
1994	100	Juli	1,45	1,5	1,28	0,18	0,00	n.b.
1995	100	Juli	0,01	0,0	0,00	0,01	0,00	0,39
1996	100	August	4,27	4,3	2,41	1,86	0,00	0,37
1997	100	August	1,01	1,0	0,92	0,09	0,00	0,52
1998	100	August	0,59	0,6	0,26	0,33	0,00	0,71
1999	100	August	1,67	1,7	1,35	0,32	0,00	0,71
2000	100	August	0,95	0,9	0,38	0,48	0,09	0,80
2001	100	Juli	6,01	6,0	5,10	0,72	0,19	0,67
2002	104	Juli	1,32	1,3	1,00	0,27	0,00	0,74
2003	104	Juli	4,92	4,7	4,73	0,00	0,00	0,61
2004	104	Juli	4,76	4,6	1,40	3,17	0,00	0,51
2005	104	Juli	2,00	1,9	1,37	0,56	0,00	0,50
2006	104	September	5,47	5,3	0,09	4,92	0,25	0,42
2007	104	September	3,46	3,3	0,00	1,85	1,47	0,50
2008	104	Juni	1,87	1,8	1,40	0,28	0,12	0,50
2009	104	Juli	0,67	0,6	0,65	0,00	0,00	0,58
2010	104	Juni	1,27	1,2	1,04	0,17	0,00	0,60
2011	104	Juni	0,71	0,7	0,03	0,65	0,00	0,81
2012	104	Juli	0,23	0,2	0,23	0,00	0,00	0,81
2013	104	August	1,71	1,6	1,23	0,41	0,00	0,81
2014	104	Juli	1,03	1,0	0,84	0,15	0,00	0,76
2015	104	Juli	2,40	2,3	1,54	0,00	0,77	0,67
2016	104	Juli	6,46	6,2	3,48	2,56	0,17	0,57

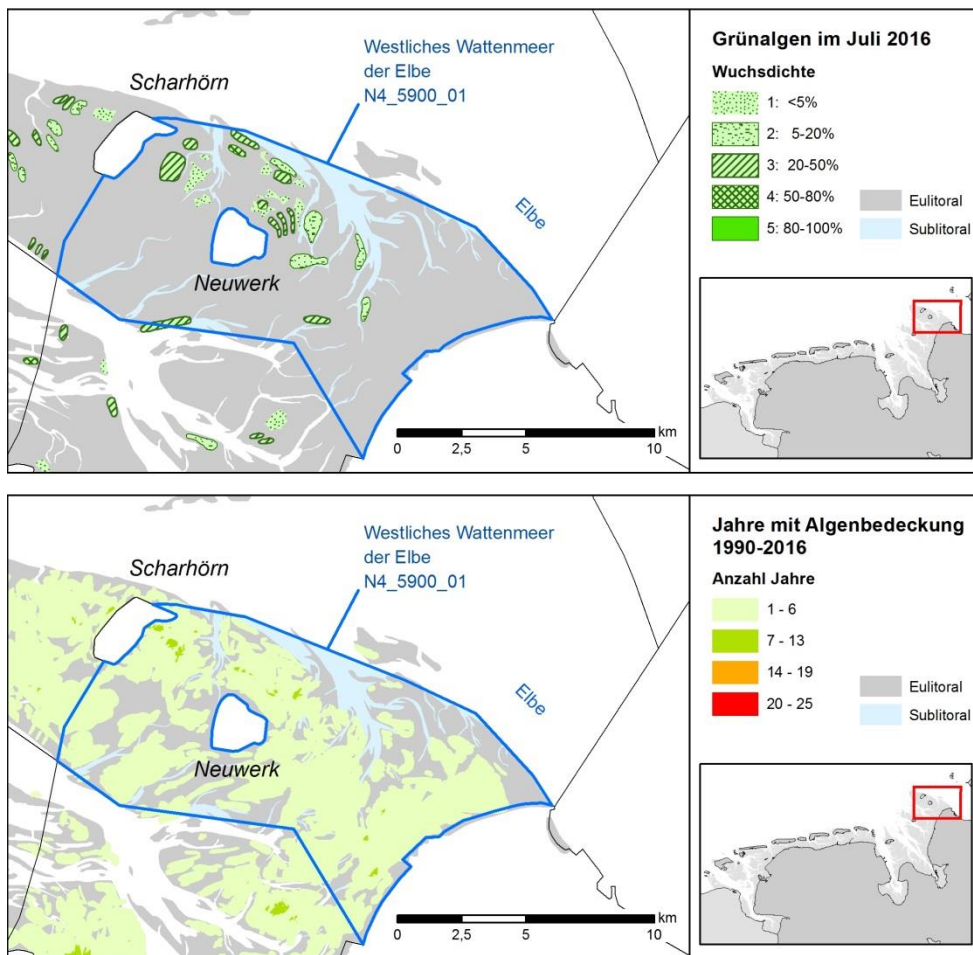


Abb. 4.8: Verteilung der Grünalgen im Juli 2016 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990-2016 im Wasserkörper „Westliches Wattenmeer der Elbe“ (N4_5900_01)

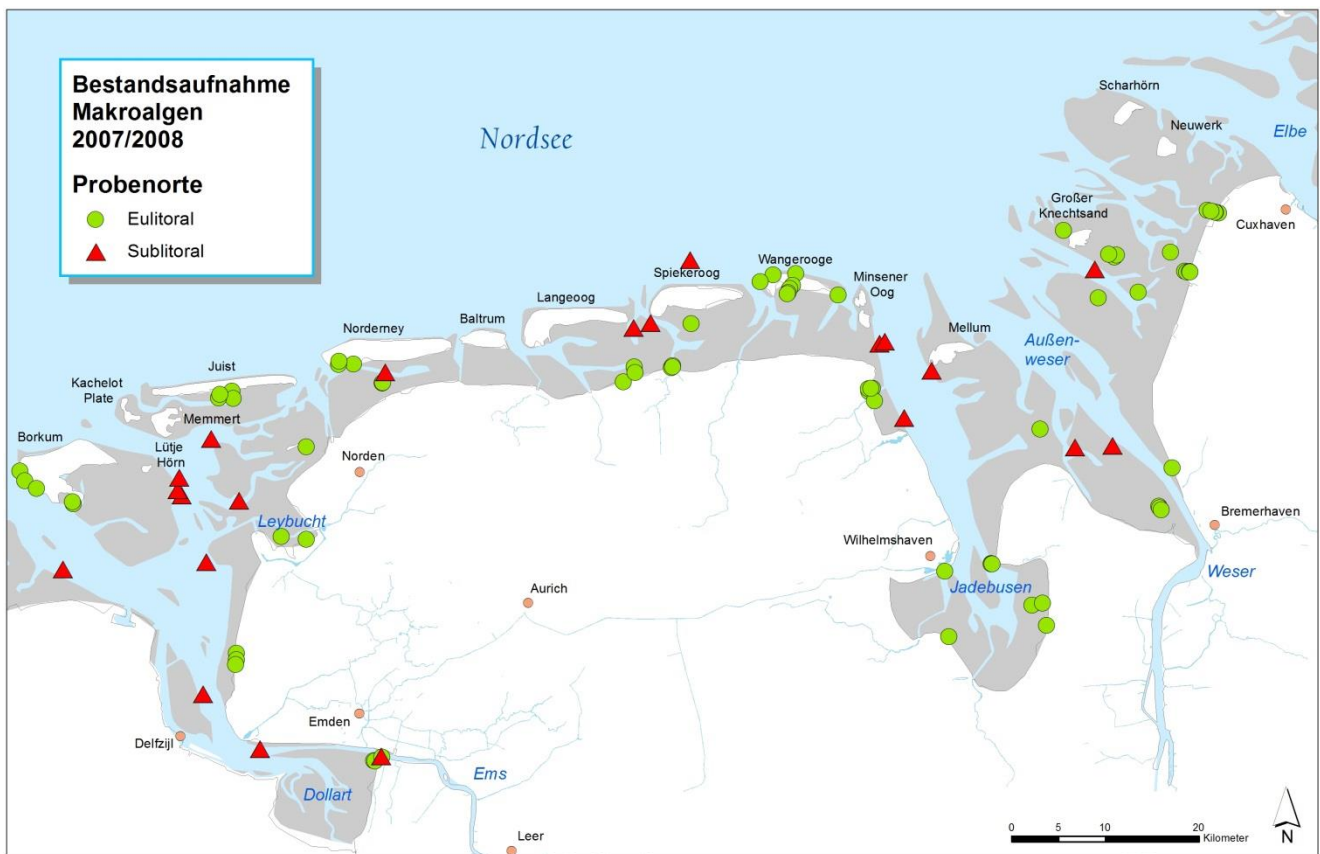


Abb. 5.1: Probenorte der Bestandsaufnahme von Makroalgen an der niedersächsischen Küste 2007/08 (JAKLIN & DAEHNE 2008, KUHLENKAMP 2008, KOLBE 2009)

5 Artenspektrum

Im Zuge der Arbeiten zur Entwicklung eines Bewertungssystems nach EG-WRRL für Makroalgen und Seegräser wurde 2006 im Auftrag des NLWKN durch Literaturrecherche eine kumulative Liste der bis dahin im Gebiet nachgewiesenen Makroalgenarten aufgestellt (Tab. 5.1; KOLBE 2006). Diese Liste basiert auf den Angaben in der Florenliste mariner Makroalgen aus dem Zeitraum 1870-1960 (SCHORIES et al. 1996), die dann durch Auswertung historischer und rezenter Literatur bzw. Daten abgeglichen und erweitert wurde. Insgesamt wurden 22 Einzelquellen ausgewertet, die den Zeitraum von 1835-2006 umfassen. Hierin enthalten sind auch die Arbeiten von KOLBE et al. 1995 und KOEMAN & v. HOGENHUIZEN 1995, die ausschließlich über solche Arten berichten, die zu Beginn der 1990er Jahre zu den sommerlichen Grünalgenentwicklungen beitrugen.

Im Anschluss an die Literaturrecherche wurde in den Jahren 2007-2008 eine umfassende Bestandsaufnahme des Algenbewuchses an 135 Standorten im Eu- und Sublitoral an der niedersächsischen Küste durchgeführt (JAKLIN & DAEHNE 2008, KUHLENKAMP 2008, KOLBE 2009; Abb. 5.1). Diese Aufsammlung – vorwiegend an Hartsubstraten (Abb. 5.2) – hatte mit insgesamt 46 Arten ein größeres Artenspektrum ermittelt als jede andere bekannte Einzeluntersuchung im Gebiet. Auch die vorläufige kumula-

tive Artenliste des Gebietes (KOLBE 2006) konnte um 12 Spezies erweitert werden (Tab. 5.1). Dennoch ist es sehr wahrscheinlich, dass das Gebiet im Hinblick auf Makroalgen nach wie vor "untersammelt" ist, dass also bei weiteren Untersuchungen, vor allem auch der Randgebiete (z.B. Supralitoral) sowie bei Berücksichtigung saisonaler Arten, noch Ergänzungen der Artenliste zu erwarten sind (KOLBE 2009). Aus diesem Grunde wird die Bestandsaufnahme gegenwärtig fortgeführt.



Abb. 5.2: Reste von Bauwerken im Juister Inselwatt 2008 als Substrat für Makroalgen (Foto: Kolbe)



Abb. 5.4: Japanischer Beerentang *Sargassum muticum* von der niedersächsischen Küste (Fotos: Herlyn 2011); - Maßstabsbalken jeweils ca. 10 cm -

Aufsammlungen aus 2016 haben zum Nachweis von 25 Arten geführt, von denen zwei (*Blidingia chadefaudii*, *Cladophora liniformis*) die kumulative Artenliste erweitern (Tab. 5.1; Spalte „Daten NLWKN 2009-2016“).

Jahre; RUENESS 2005; Abb. 5.3). Beide Arten bilden heute stellenweise dichte Bestände an der niedersächsischen Küste.

5.1 Opportunistische Grünalgen

Im Zeitraum 1990-1994, zu Beginn der regelmäßigen Überwachung der sommerlichen Grünalgenblüten, wurde die taxonomische Zusammensetzung der Bestände in zwei Erhebungen erfasst. In der Periode 1990-1992 wurden insgesamt 20 Arten identifiziert (KOLBE et al. 1995). Als dominant erwiesen sich *Ulva scandinavica*, *U. lactuca*, *U. prolifera* und *U. intestinalis*. 1993/1994 waren *Ulva radiata* und *U. simplex* dominant, ebenfalls häufig waren *Ulva compressa*, *U. ralfsii*, *U. torta* und *U. linziformis* (KOEEMAN & v. HOGENHUIZEN 1995). Die vollständigen Fundlisten sind Tab. 5.1 zu entnehmen.

Im Sommer 2016 wurden bei Groundtruth-Untersuchungen auch Stichproben zum Artenspektrum gemacht. Hierbei wurde neben den bereits genannten *Ulva*-Arten auch *Chaetomorpha linum* in größeren Mengen vorgefunden (s. Tab. 5.1. unter „Daten NLWKN“).

5.2 Neophyten

Auch durch die Etablierung von Neophyten wird sich das Artenspektrum in Zukunft voraussichtlich erweitern. In jüngerer Zeit eingewandert sind beispielsweise der Japanische Beerentang *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (etabliert seit ca. Mitte der 1980er Jahre; KREMER et al. 1983; KORNMAN & SAHLING 1994; Abb. 5.4) und die ebenfalls ursprünglich aus Japan stammende Rotalge *Gracilaria vermiculophylla* (etabliert seit Anfang der 2000er



Abb. 5.3: *Gracilaria vermiculophylla* (Fotos: Kolbe) oben: im Watt bei Spiyka (Wesermündung, 2008) unten: auf *Mya*-Schill angewachsener Thallus - Maßstabsbalken ca. 10 cm -

5.3 Taxonomie

Die taxonomische Einordnung der Makroalgen ist Gegenstand wissenschaftlicher Entwicklungen. So wurden im Laufe der vergangenen Jahrzehnte vielfache Veränderungen in der taxonomischen Zuordnung einzelner Arten und Gattungen vorgenommen. Als Beispiel sei die Gattung *Enteromorpha* genannt, die seit 2003 wieder in die Gattung *Ulva* überführt wurde, womit in diesem Fall die ursprüngliche Einteilung von LINNÉ (1753) wiederhergestellt wurde (HAYDEN et al. 2003).

Die zunehmende Nutzung molekularer Methoden zur taxonomischen Einordnung von Algen wird auch in Zukunft zu weiteren Erkenntnissen und entsprechenden Veränderungen führen. Auch regionale und/oder historische Taxalisten müssen daher wiederkehrend mit der aktuell gültigen Fassung von internationalen Artenlisten wie z.B. algaebase.org oder marinespecies.org abgeglichen werden (Schories & Selig 2008).

Tab. 5.1: Potentielles Arteninventar der niedersächsischen Wattenmeerküste: Florenliste nach SCHORIES et al. 1996 mit Ergänzungen aus lokalen Nachweisen – (nach KOLBE 2006, aktualisiert nach KOLBE 2009¹ und mit Daten des NLWKN 2009-2016; Abgleich der Nomenklatur mit algaebase.org 11.5.2017)

Ökologische Gruppe: 1 = mehrjährig oder krustenförmig; 2 = einjährig

RL (Rote Liste Status nach SCHORIES et. al 1996):

- 0 = ausgestorben oder verschollen
- 1 = vom Aussterben bedroht
- 2 = stark gefährdet
- 3 = gefährdet
- G = Gefährdung anzunehmen
- R = extrem selten
- D = Datenlage mangelhaft
- X = derzeit nicht als gefährdet angesehen
- F = fehlt im Gebiet
- = keine Angabe

Nachweise:

- U = unsicher evtl. Drift/Strandanwurf;
- S = Strandanwurf/Drift;
- 1 = sicherer Nachweis

Grünalgen																													
Art	Beschreiber	Ökologische Gruppe	RL	S-H	JÜRGENS 1835	EIBEN 1871	LINKE 1939	DIRCKSEN 1951	SCHÜTTE 1951	SCHUSTER 1951	HARTOG 1959	MÜLLER 1960	PRIGGE 1960	BEHRE 1961	MÜLLER et al. 1965	MICHAELIS 1969	FARKE & HAUSMANN 1971	MICHAELIS 1973	HAUSER & MICHAELIS 1975	KOEMAN 1975	MICHAELIS 1976	MEYER & MICHAELIS 1980	KOEMAN & HOGENH. 1995	KOLBE et al. 1995	NIEHOFF 1995	PETERSEN unveröffentl.	KOLBE 2009	DATEN NLWKN 2009-2016	
			Nds. Wattenmeer	Wattenmeer																									
<i>Acrosiphonia arcta</i>	(Dillwyn) Gain, 1912	2	D	D	U	S																							
<i>Acrosiphonia sonderi</i>	(Kützing) Kornmann, 1962	2	D	D																									
<i>Acrosiphonia spinescens</i>	(Kützing) Kjellmann, 1883	2	D	D																									
<i>Blidingia sp.</i>	Kylin, 1947	2	-	-																									1
<i>Blidingia chadefaudii</i>	(Feldmann) Bliding, 1963	2	-	-																									1
<i>Blidingia marginata</i>	(J. Agardh) P.J.L.Dangeard ex Bliding, 1963	2	X	X																				1			1	1	
<i>Blidingia minima</i>	(Nägeli ex Kützing) Kylin, 1947	2	X	X										1						1					1		1	1	
<i>Blidingia subsalsa</i>	(Kjellman) Kornmann & Sahling ex Scagel et al., 1989	2	-	-										1															
<i>Bryopsis hypnoides</i>	J.V.Lamouroux, 1809	2	X	X																			1						1
<i>Chaetomorpha aerea</i>	(Dillwyn) Kützing, 1849	2	X	X																						1			
<i>Chaetomorpha linum</i>	(O.F.Müller) Kützing, 1845	2	X	X	1	1	1										1			1						1		1	
<i>Chaetomorpha spp.</i>	Kützing, 1845	2	-	-																				1					
<i>Cladophora albida</i>	(Nees) Kützing, 1843	2	X	X																					1				
<i>Cladophora cristata</i>	Kützing, 1843	2	-	-		1																							
<i>Cladophora dalmatica</i>	Kützing, 1843	2	D	D																									
<i>Cladophora fracta</i>	(O.F.Müller ex Vahl) Kützing, 1843	2	F	F	1	1																							
<i>Cladophora fracta var. intricata</i>	(Lyngbye) C.Hoek, 1963	2	-	-		1																							
<i>Cladophora glomerata</i>	(Linnaeus) Kützing, 1843	2	F	F	U									1															
<i>Cladophora laetevirens</i>	(Dillwyn) Kützing, 1843	2	D	D																									
<i>Cladophora lehmanniana</i>	(Lindenberg) Kützing, 1843	2	D	D																									
<i>Cladophora liniformis</i>	Kützing, 1849	2	-	-																									1
<i>Cladophora ruchingeri</i>	(C.Agardh) Kützing, 1845	2	-	-																						1			
<i>Cladophora rupestris</i>	(Linnaeus) Kützing, 1843	2	D	D	U	S								1															S
<i>Cladophora sericea</i>	(Hudson) Kützing, 1843	2	X	X	1									1									1				1	1	
<i>Cladophora vagabunda</i>	(Linnaeus) Hoek, 1963	2	D	D	1																		1						
<i>Derbesia marina</i>	(Lyngbye) Solier, 1846	2	F	F																							1		
<i>Enteromorpha flexuosa</i> subsp. <i>linziformis</i>	Alongi, Cormaci & Furnari, 2014	2	F	X																			1	1					

¹ Taxonomie in diesem Bericht: Jaklin & Daehne (2008) und Kuhlenkamp (2008)

Art	Beschreiber	Ökologische Gruppe	Wattenmeer																																												
			RL Nds.	RL S-H	JÜRGENS 1835	EIBEN 1871	LINKE 1939	DIRCKSEN 1951	SCHÜTTE 1951	SCHUSTER 1951	HARTOG 1959	MÜLLER 1960	PRIGGE 1960	BEHRE 1961	MÜLLER et al. 1965	MICHAELIS 1969	FARKE & HAUSMANN 1971	MICHAELIS 1973	HAUSER & MICHAELIS 1975	KOEMAN 1975	MICHAELIS 1976	MEYER & MICHAELIS 1980	KOEMAN & HOGENH. 1995	KOLBE et al. 1995	NIEHOFF 1995	PETERSEN unveröffentl.	KOLBE 2009	DATEN NL WKN 2009-2016																			
<i>Enteromorpha intestinalis</i> var. <i>crispa</i>	(Roth) C.Agardh, 1817	2	-	-	1																																										
<i>Gayralia oxysperma</i>	(Kützing) K.L.Vinogradova ex Scagel et al., 1989	2	-	-																							1																				
<i>Gomontia polyrhiza</i>	(Lagerheim) Bornet & Flahault, 1888	2	X	X																																											
<i>Hormiscia</i> sp.	Fries, 1835	2	-	-																								1																			
<i>Klebsormidium rivulare</i>	(Kützing) O.Morison & Sheath, 1985	2	-	-									1																																		
<i>Monostroma grevillei</i>	(Thuret) Wittrock, 1866	2	X	X																																											
<i>Percursaria percursa</i>	(C. Agardh) Rosenvinge, 1893	2	X	X	1											1						1	1				1																				
<i>Phycoseris lanceolata</i> var. <i>angusta</i>	Kützing; uncertain	2	-	-	1																																										
<i>Prasiola stipitata</i>	Suhr ex Jessen, 1848	2	X	X							1																		1																		
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>	(C. Agardh) Kützing, 1845	2	F	F									1																																		
<i>Rhizoclonium riparium</i>	(Roth) Harvey, 1849	2	X	X	1										1			1				1	1			1	1																				
<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	(Dillwyn) Kützing, 1845	2	F	F	S													1								1																					
<i>Rosenvingiella radicans</i>	(Kützing) Rindi, Mclvor & Guiry, 2004	2	-	-																						1																					
<i>Rosenvingiella polyrhiza</i>	(Rosenvinge) P.C.Silva, 1957	2	F	F							1																																				
<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	(Linnaeus) Hoek, 1963	2	F	F	S																		1																								
<i>Stigeoclonium tenue</i>	(C. Agardh) Kützing, 1843	2	F	F									1																																		
<i>Ulothrix flacca</i>	(Dillwyn) Thuret in Le Jolis, 1863	2	X	X	1								1																																		
<i>Ulothrix implexa</i>	(Kützing) Kützing, 1849	2	X	X																																											
<i>Ulothrix</i> sp.	Kützing, 1833	2	-	-								1															1																				
<i>Ulothrix subflaccida</i>	Wille, 1901	2	-	-														1									1																				
<i>Ulothrix zonata</i>	(Weber & Mohr) Kützing, 1843	2	F	F									1																																		
<i>Ulvela wittrockii</i>	(Wille) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B.Wysor in Nielsen et al., 2013	2	X	X																																											
<i>Urospora</i> sp.	Areschoug, 1866	2	-	-																							1																				
<i>Urospora penicilliformis</i>	(Roth) Areschoug, 1866	2	X	X	1	1							1					1		1																											
Gattung <i>Ulva</i> – ehemals <i>Enteromorpha</i>																																															
<i>Ulva (Enteromorpha) sp.</i>	Linnaeus, 1753	2	-	-	1	1	1	1					1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																		
<i>Ulva clathrata</i>	(Roth) C.Agardh, 1811	2	X	X	1	1									1							1	1				1																				
<i>Ulva compressa</i>	Linnaeus, 1753	2	X	X	U	1	1		1			1	1	1	1				1			1	1			1	1																				
<i>Ulva flexuosa</i>	Wulfen, 1803	2	X	X	1				1										1			1	1		1	1																					
<i>Ulva intestinalis</i>	Linnaeus, 1753	2	X	X	1	1							1									1	1			1	1																				
<i>Ulva kyllinii</i>	(Bliding) Hayden, Blomster, Maggs, P.C.Silva, M.J.Stanhope & J.R.Waaland, 2003	2	-	-																			1																								
<i>Ulva prolifera</i>	O.F. Müller in Oeder, 1778	2	X	X		1				1			1		1							1	1			1	1																				
<i>Ulva radiata</i>	(J.Agardh) Hayden, Blomster, Maggs, P.C.Silva, M.J.Stanhope & J.R.Waaland, 2003	2	X	X																		1	1			1																					
<i>Ulva ralfsii</i>	(Harvey) Le Jolis, 1863	2	F	X																		1	1			1																					
<i>Ulva simplex</i>	(K.L.Vinogradova) Hayden, Blomster, Maggs, P.C.Silva, M.J.Stanhope & J.R.Waaland, 2003	2	F	X																		1				1																					
<i>Ulva torta</i>	(Mertens) Trevisan, 1841	2	X	X	1																1				1	1		1	1																		

Art	Beschreiber	Ökologische Gruppe																							
		RL Nds. Wattenmeer	RL S-H Wattenmeer	JÜRGENS 1835	EIBEN 1871	HAUCK 1885	SCHÜTTE 1951	SCHUSTER 1951	MÜLLER 1960	PRIGGE 1960	BEHRE 1961	MICHAELIS 1969	FARKE & HAUSMANN 1971	MICHAELIS 1973	HAUSER & MICHAELIS 1975	KOEMAN 1975	MICHAELIS 1976	MEYER & MICHAELIS 1980	KOEMAN & HOGENH. 1995	KOLBE et al. 1995	NIEHOFF 1995	PETERSEN unveröffentl.	KOLBE 2009	DATEN NLWKN 2009-2016	
<i>Sphaerotrichia divaricata</i>	(C.Agardh) Kylin, 1940	2	D	D																					
<i>Ulonema rhizophorum</i>	Foslie, 1894	2	F	X																					
unsichere Nachweise / Drift / Strandanwurf																									
<i>Alaria esculenta</i>	(Linnaeus) Greville, 1830	1	-	-	U																				5
<i>Asperococcus fistulosus</i>	(Hudson) W.J.Hooker, 1833	2	F	F	U																				
<i>Chaetopterus plumosa</i>	(Lyngbye) Kützing, 1843	2	F	F	U																				
<i>Cladostephus spongiosum</i>	(Hudson) C.Agardh, 1817	2	-	-	U																				
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	(Hudson) Greville, 1830	2	F	F	U																				
<i>Himanthalia elongata</i>	(Linnaeus) S.F.Gray, 1821	1	-	-		S																		5	5
<i>Laminaria digitata</i>	(Hudson) J.V.Lamouroux, 1813	1	F	F	U																				
<i>Palmaria palmata</i>	Weber & Mohr, 1805	1	-	-	U																				
<i>Punctaria plantaginea</i>	(Roth) Greville, 1830	2	F	F	U																				

Rotalgen																										
Art	Beschreiber	Ökologische Gruppe																								
		RL Nds. Wattenmeer	RL S-H Wattenmeer	JÜRGENS 1835	EIBEN 1871	HAUCK 1885	PRIGGE 1960	BEHRE 1961	HAUSER & MICHAELIS 1975	KOEMAN 1975	MEYER & MICHAELIS 1980	KOEMAN & HOGENH. 1995	KOLBE et al. 1995	NIEHOFF 1995	PETERSEN unveröffentl.	KOLBE 2009	DATEN NLWKN 2009-2016									
<i>Acrochaetium secundatum</i>	(Lyngbye) Nägeli, 1858	2	X	X																						
<i>Aglaothamnion roseum</i>	(Roth) Maggs & L'Hardy-Halos, 1993	2	F	F	1																					
<i>Ahnfeltia plicata</i>	(Hudson) Fries, 1836	1	D	D	U																			1		
<i>Antithamnionella floccosa</i>	(O.F.Müller) Whittick, 1980	2	F	F																						
<i>Bangia atropurpurea</i>	(Mertens ex Roth) C.Agardh, 1824	2	F	F	U				1	1																
<i>Callithamnion corymbosum</i>	(J.E. Smith) Lyngbye, 1819	2	3	3	S																					
<i>Callithamnion tetragonum</i>	(Withering) S.F.Gray, 1821	2	-	-	U	S	1																			
<i>Callithamnion tetricum</i>	(Dillwyn) S.F.Gray, 1821	2	-	-	U		1																			
<i>Ceramium diaphanum</i>	(Lightfoot) Roth, 1806	2	F	F	U	1																				
<i>Ceramium virgatum</i>	Roth, 1797	2	X	X	1	1														1			1	1		
<i>Chondrus crispus</i>	Stackhouse, 1797	1	X	X	S																		1	1		
<i>Colaconema daviesii</i>	(Dillwyn) Stegenga, 1985	2	D	D	U																					
<i>Cystoclonium purpureum</i>	(Hudson) Batters, 1902	2	D	D	U																			1		
<i>Dumontia contorta</i>	(S.G.Gmelin) Ruprecht, 1850	2	X	X	U	S																			S	
<i>Erythrocladia reflexa</i>	?	2	F	X																						
<i>Erythrocladia elegans</i>	?	2	F	X																						
<i>Erythrotrichia reflexa</i>	(P.L.Crouan & H.M.Crouan) Thuret ex De Toni, 1897	2	F	X																						
<i>Erythrotrichia carnea</i>	(Dillwyn) J.Agardh, 1883	2	X	X																					S	
<i>Gracilaria gracilis</i>	(Stackhouse) M.Steentoft, L.M.Irvine & W.F.Farnham, 1995	2	2	2	1	1														1						
<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	(Ohmi) Papenfuss, 1967	2	-	-																			1	1	1	
<i>Halurus flosculosus</i>	(J.Ellis) Maggs & Hommersand, 1993	1	-	-	U	S	1																			
<i>Hildenbrandia rubra</i>	(Sommerfelt) Meneghini, 1841	1	D	D																						
<i>Lithothamnion sonderi</i>	Hauck, 1883	1	D	D																						
<i>Melobesia membranacea</i>	(Esper) J.V. Lamouroux, 1812	1	D	D																						
<i>Melanothamnus harveyi</i>	(Bailey) Diaz-Tapia & Maggs in Diaz-Tapia et al., 2017	2	-	-																				1		
<i>Plocamium cartilagineum</i>	(Linnaeus) P.S.Dixon, 1967	2	F	F	1	1																				
<i>Pneophyllum fragile</i>	Kützing, 1843	1	D	D																						
<i>Polysiphonia allochroa</i>	(Roth) Duby, 1830	2	-	-	1																					
<i>Polysiphonia elongata</i>	(Hudson) Sprengel, 1827	2	X	X	1																					
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	(Dillwyn) Sprengel, 1827	2	F	F	1	S																				

6 Literatur

- EIBEN, C. E. (1871): Beiträge zur phykologischen Charakteristik der ostfriesischen Inseln und Küste. Mit besonderer Berücksichtigung der Diatomeen. - Jahresbericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, 20: 1-14.
- HAYDEN, H. S., J. BLOMSTER, C. A. MAGGS, P. C. SILVA, M. J. STANHOPE & J. R. WAALAND (2003): Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera. *European Journal of Phycology* 38: 277-294.
- JAKLIN, S., B. PETERSEN, B. OBERT, M. HANSLIK & B. DAEHNE (2006): Vorkommen von Makroalgen (Chlorophyta) auf den niedersächsischen Watten (1990-2004). - NLWKN (Hg.). Berichte des NLWKN: 31 S.+ 3 Anlagen.
- JAKLIN, S. & B. DAEHNE (2008): Makroalgen ausgewählter Gebiete des niedersächsischen Wattenmeeres im Herbst 2007. - Bericht im Auftrag des NLWKN, LimnoMar Norderney, 8 S.
- KOLBE, K., KAMINSKI, E., MICHAELIS, H., OBERT, B. & J. RAHMEL (1995): Macroalgal mass development in the Wadden Sea: first experiences with a monitoring system. - Helgoländer Meeresuntersuchungen 49: 519-528.
- KOLBE, K. (2006): Bewertungssystem nach WRRL für Makroalgen und Seegräser der Küsten- und Übergangsgewässer der FGE Weser und Küstengewässer der FGE Elbe. - Bericht im Auftrag des NLWKN, bio-büro Norden, 99 S.
- KOLBE, K. (2009): Fortentwicklung des Bewertungssystems für den Qualitätsparameter "Artenspektrum von Makroalgen" in den niedersächsischen Küsten- und Übergangsgewässern auf Grundlage der Auswertungen des Monitorings (Praxistest) 2007 und 2008. - Bericht im Auftrag des NLWKN, bio-büro Norden 48 S. + Anhang. - Taxonomie in diesem Bericht: Jaklin & Daehne (2008) und Kühlenkamp (2008)
- KOM (2008): Entscheidung 2008/915/EG der Kommission vom 30. Oktober 2008 - zur Festlegung der Werte für die Einstufungen des Überwachungssystems des jeweiligen Mitgliedstaats als Ergebnis der Interkalibrierung gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. - Amtsblatt der Europäischen Union, L 332/20, 10.12.2008.
- KORNMANN P. & P.H. SAHLING (1994): Meeresalgen von Helgoland: Zweite Ergänzung. Helgoländer Meeresuntersuchungen, 48: 365-406.
- KREMER, B. P., KUHBIER, H. & H. MICHAELIS (1983): Die Ausbreitung des Brauntanges *Sargassum muticum* in der Nordsee - Eine Reise um die Welt. - *Natur und Museum*, 113(5): 125-130.
- KUHLENKAMP, R. (2008): Makroalgen ausgewählter Gebiete des niedersächsischen Wattenmeeres 2007/2008. - Bericht im Auftrag des NLWKN, Phycomarin Hamburg, 23 S.
- NLWKN (2013): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN), Gütemessnetz Übergangs- und Küstengewässer 2013. - NLWKN (Hg.). Küstengewässer und Ästuar, 6: 50 S.
- OSPAR Commission (2008): OSPAR list of threatened and/or declining Species and Habitats, Reference Number: 2008-6, 5 S.
- RUENESS, J. (2005): Life history and molecular sequences of *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariiales, Rhodophyta), a new introduction to European waters. - *Phycologia*, 44: 120-128.
- SCHORIES, D., W. HÄRDLE, E. KAMINSKI, V. KELL, E. KÜHNER & H. PANKOW (1996): Rote Liste und Florenliste der marinen Makroalgen (Chlorophyceae, Rhodophyceae et Fucophyceae) Deutschlands. - Schriftenreihe für Vegetationskunde, 28, BfN (Hg.), Bonn-Bad Godesberg: 577-607.
- SCHORIES, D. & U. SELIG (2006): Die Bedeutung eingeschleppter Arten (alien species) für die Europäische Wasserrahmenrichtlinie am Beispiel der Ostsee. - *Rostocker Meeresbiol. Beiträge*, 15: 147-158.
- SCHORIES, D. & U. SELIG (2008): Erarbeitung einer taxonomischen Gesamtartenliste und Datenbank für die Makroalgen und Angiospermen der deutschen Übergangs- und Küstengewässer. - *Rostocker Meeresbiol. Beiträge*, 20: 163-173.

6.1 Quellen zu Tab. 5.1

- BEHRE, K. (1961): Die Algenbesiedlung der Unterweser unter Berücksichtigung ihrer Zuflüsse (ohne die Kieselalgen). - Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven, 7: 71-263.
- DIRCKSEN, R. (1951): Das Wattenmeer. Landschaft ewigen Wandels. - F. BRUCKMANN (Hg.), München, 221 S.
- EIBEN, C. E. (1871): Beiträge zur phykologischen Charakteristik der ostfriesischen Inseln und Küste. Mit besonderer Berücksichtigung der Diatomeen. - Jahresbericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, 20: 1-14.
- FARKE, H. & K. HAUSMANN (1971): Untersuchung der Bodenmakrofauna als Nahrungspotential für Brut- und Gastvögel auf einer Wattfläche südöstlich Mellums. - Jahresbericht der Forschungsstelle für Insel- und Küstenschutz, Norderney 1969, 21: 101-117 + Anlagen.

- HARTOG, C. DEN (1959): The epilithic algal communities occurring along the coast of the Netherlands. - *Wentia*, 1: 1-214.
- HAUCK, F. (1885): Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs. - In: L. RABENHORST (Hg.): *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. - 2, Leipzig: 575 S.
- HAUSER, B. & H. MICHAELIS (1975): Die Makrofauna der Watten, Strände, Riffe und Wracks um den Hohen Knechtsand in der Wesermündung. - *Jahresbericht der Forschungsstelle für Insel- und Küstenschutz, Norderney 1974*, 26: 85-119 + Anlagen.
- JAKLIN, S. & B. DAEHNE (2008): Makroalgen ausgewählter Gebiete des niedersächsischen Wattenmeeres im Herbst 2007. - Bericht im Auftrag des NLWKN, LimnoMar Norderney, 8 S.
- JÜRGENS, G.H.B. (1835): Beitrag zur Flora der Insel Wangerooge und Norderney und zur Flora Deutschlands. - *Flora oder allgemeine botanische Zeitung*, 33: 513-525.
- KOEMAN, R.P.T. (1975): Die Makroflora der Watten, Strände und Riffe um den Hohen Knechtsand in der Wesermündung. - *Jahresbericht der Forschungsstelle für Insel- und Küstenschutz, Norderney 1974*, 26: 41-52.
- KOEMAN, R.P.T. & R. VAN HOOGENHUIZEN (1995): Macroalgae and tube-dwelling diatoms of the coast of Niedersachsen. - *Hydroecological research and advise*, Haren (NL), 6 S. + Anhang.
- KOLBE, K., E. KAMINSKI, M. MICHAELIS, B. OBERT & J. RAHMEL (1995): Macroalgal mass development in the Wadden Sea: first experiences with a monitoring system. - *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 49: 519-28.
- KOLBE, K. (2009): Fortentwicklung des Bewertungssystems für den Qualitätsparameter "Artenspektrum von Makroalgen" in den niedersächsischen Küsten- und Übergangsgewässern auf Grundlage der Auswertungen des Monitorings (Praxistest) 2007 und 2008. - Bericht im Auftrag des NLWKN, bio-büro Norden, 48 S. + Anhang – (Auswertung der Originaldaten aus JAKLIN & DAEHNE 2008 u. KUHLENKAMP 2008)
- KUHLENKAMP, R. (2008): Makroalgen ausgewählter Gebiete des niedersächsischen Wattenmeeres 2007/2008. - Bericht im Auftrag des NLWKN, Phycomarin Hamburg, 23 S.
- LINKE, O. (1939): Die Biota des Jadebusenwattes. - *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 1(3): 201-348.
- MEYER, M. & H. MICHAELIS (1980): Das Makrobenthos des westlichen "Hohen Weges". - *Jahresbericht der Forschungsstelle für Insel- und Küstenschutz, Norderney 1979*, 31: 91-155.
- MICHAELIS, H. (1969): Makrofauna und Vegetation der Knechtsandwatten. - *Jahresbericht der Forschungsstelle Norderney, Norderney 1967*, 19: 147-173.
- MICHAELIS, H. (1973): Untersuchungen über das Makrobenthos der Wesermündung. - *Jahresbericht der Forschungsstelle für Insel- und Küstenschutz, Norderney 1972*, 24: 103-170.
- MICHAELIS, H. (1976): Die Makrofauna des Nördlichen Eversandes. - *Jahresbericht der Forschungsstelle für Insel- und Küstenschutz, Norderney 1975*, 27: 167-179.
- MÜLLER, C.D. (1960): Fauna und Sediment in der Leybucht - Biologisch-bodenkundliche Wattuntersuchung mit Stellungnahme zur Landgewinnung. - *Jahresbericht der Forschungsstelle Norderney, Norderney 1959*, 11: 39-178.
- MÜLLER, C.D., K.H. NACHTIGALL, H.E. REINECK, E. SEIBOLD & K. VOLLBRECHT (1965): Der Knechtsand. - *Jahresbericht der Forschungsstelle Norderney, Norderney 1964*, 16: 143-201 + Anlagen.
- NIEHOFF, B. (1995): Epibiosen anthropogener Hartsubstrate an ausgesuchten Standorten im niedersächsischen Teil des Wattenmeeres - Ein Vergleich mit früheren Erhebungen. - Diplomarbeit, Universität, Münster, 110 S.
- PRIGGE, H. (1960): Soziologische und ökologische Beobachtungen am Bewuchs der Gezeitenzone auf den Bühnen einiger ostfriesischer Inseln. - *Mitteilungen der floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft*, 8: 294-310.
- SCHORIES, D., W. HÄRDLE, E. KAMINSKI, V. KELL, E. KÜHNER & H. PANKOW (1996): Rote Liste und Florenliste der marinen Makroalgen (Chlorophyceae, Rhodophyceae et Fucophyceae) Deutschlands. - *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, 28, BfN (Hg.), Bonn-Bad Godesberg: 577-607.
- SCHUSTER, O. (1951): Die Lebensgemeinschaften auf dem Südwatt der Nordseeinsel Mellum. - *Senckenbergiana maritima*, 32: 49-65.
- SCHÜTTE, H. (1951): Was der Badegast am Strande findet und beobachtet. - In: HARTUNG, W. (Hg.): *Wangeroog: wie es wurde, war und ist*. - Dieckmann, Oldenburg: S. 38-71.

6.2 Quellen im Internet

- AlgaeBase:
 GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. (2016): AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway.
<http://www.algaebase.org>
- World Register of Marine Species WoRMS
<http://www.marinespecies.org>