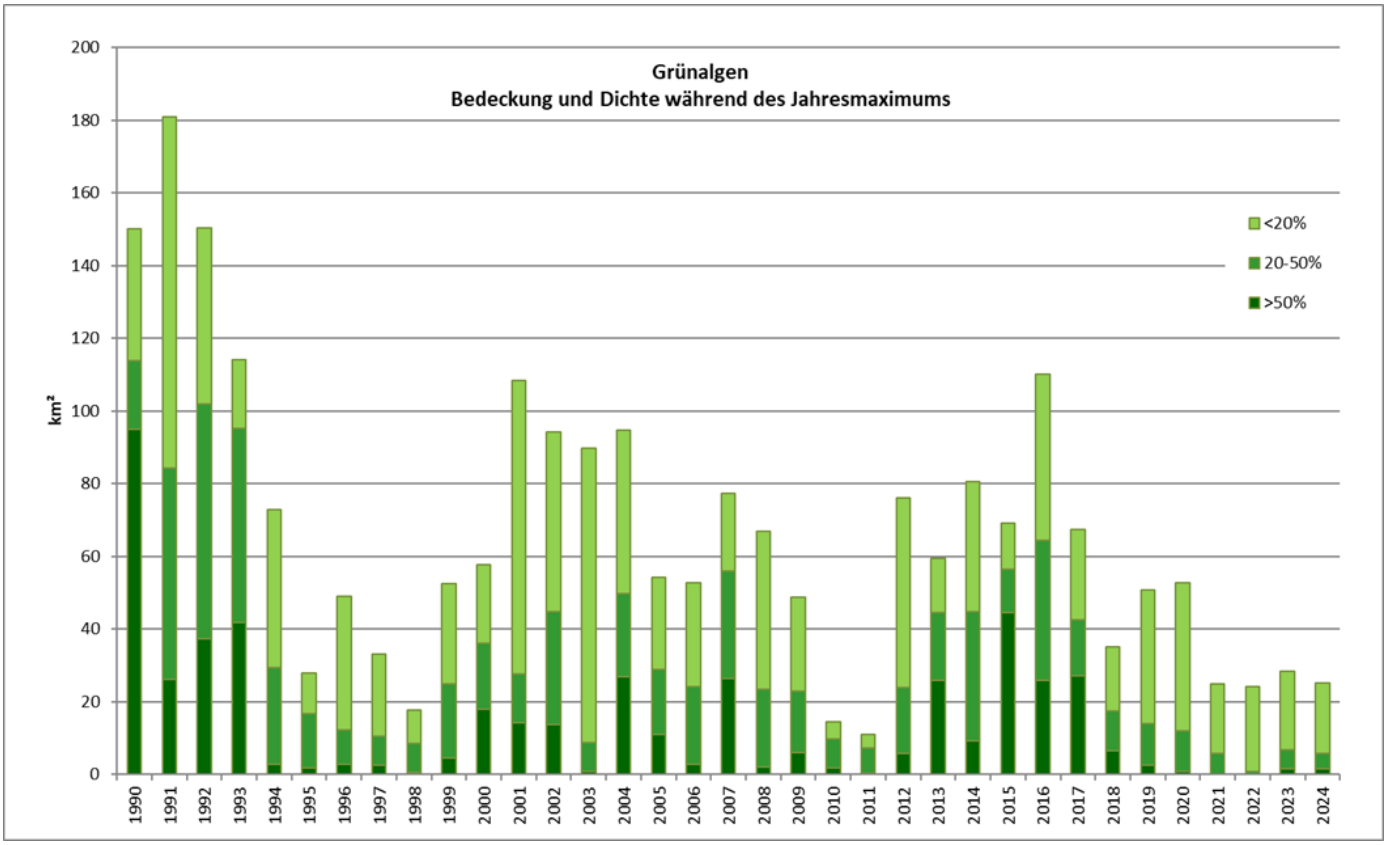
NLWKN

Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



Überwachung von Makroalgen im niedersächsischen Wattenmeer

Datenzusammenstellung 1990 bis 2024

Niedersachsen

Zitiervorschlag:
NLWKN (2025): Überwachung von Makroalgen im niedersächsischen Wattenmeer - Datenzusammenstellung 1990 bis 2024. Dienstbericht NLWKN Betriebsstelle Brake-Oldenburg, 32 S.

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

01.07.2025

Überwachung von Makroalgen im niedersächsischen Wattenmeer – Datenzusammenstellung 1990 bis 2024

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 4

3 Methoden 4

4 Ergebnisse 6

4.1 Gesamtfläche 6
4.2 Räumliche Verbreitung 7
4.2.1 Polyhalines Wattenmeer der Ems (N4_3100_01) 8
4.2.2 Euhalines Wattenmeer der Ems (N2_3100_01) 10
4.2.3 Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01) 13
4.2.4 Westliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_01) 16
4.2.5 Östliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_02) 17
4.2.6 Westliches Wattenmeer der Elbe (N4_5900_01) 20

5 Artenspektrum 22

5.1 Opportunistische Grünalgen 23
5.2 Neophyten 24
5.3 Taxonomie 24

6 Literatur 30

6.1 Quellen zu Tab. 5.1 31
6.2 Quellen im Internet 32

Abbildungen

Abb. 1: Grünalgen auf dem Watt 1
Abb. 2: Verlauf der Flugroute und Kurzbeschreibung der Grünalgenüberwachung in den niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässern 2
Abb. 3: Jahresmaxima der summierten Ausdehnung von Grünalgenbeständen (km²) verschiedener Dichte ander niedersächsischen Küste 1990 - 2023 (einschl. Hamburgisches Wattenmeer) 5
Abb. 4: Häufigkeit der Algenbedeckung im Sommer nach Anzahl der Jahre mit mindestens einem Nachweis für den Zeitraum 1990 - 2023 7
Abb. 5: Verteilung der Grünalgen im August 2023 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990-2023 im Wasserkörper „Polyhalines Wattenmeer der Ems“ (N4_3100_01) 9
Abb. 6: Verteilung der Grünalgen im August 2023 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990-2023 im Wasserkörper „Euhalines Wattenmeer der Ems“ (N2_3100_01) 12
Abb. 7: Verteilung der Grünalgen im August 2023 (Jahresmaximum) im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (N2_4900_01) 14
Abb. 8: Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990-2023 im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (N2_4900_01) 15
Abb. 9: Verteilung der Grünalgen im Juni 2023 (Jahresmaximum im Gesamtgebiet) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990-2023 in den Wasserkörpern „Westliches und Östliches Wattenmeer der Weser“ (N4_4900_01; N4_4900_02) 19
Abb.10: Verteilung der Grünalgen im Juli 2023 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990-2023 im Wasserkörper „Westliches Wattenmeer der Elbe“ (N4_5900_01) 21
Abb.11: Probenorte der Bestandsaufnahme von Makroalgen an der niedersächsischen Küste 2007/08 (JAKLIN & DAEHNE 2008, KUHLENKAMP 2008, KOLBE 2009) 22
Abb.12: Reste von Bauwerken im Juister Inselwatt 2008 als Substrat für Makroalgen (Foto: Kolbe) 22
Abb.13: Probenorte der Bestandsaufnahme von Makroalgen an der niedersächsischen Küste 20016/17 (KUHLENKAMP 2018) 23
Abb.14: August 2020 im Baltrumer Watt: Grünalgen, zu kompakten Haufen zusammengespült (u.a. *Chaetomorpha spp.;* Foto: Kolbe) 23
Abb.15: Japanischer Beerentang *Sargassum muticum* von der niedersächsischen Küste 24
Abb.16: *Agarophyton vermiculophyllum* [5] 24

Tabellen

Tab. 1: Termine der jährlichen Befliegungen seit 1990 3
Tab. 2: Signaturen der Einträge in die Arbeitskarten der Grünalgenüberwachung 5
Tab. 3: Farbcode der Bewertung nach EG-WRRL 7
Tab. 4: Polyhalines Wattenmeer der Ems - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2023 8
Tab. 5: Euhalines Wattenmeer der Ems - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2023 10
Tab. 6: Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2023 13
Tab. 7: Westliches Wattenmeer der Weser - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2023 16
Tab. 8: Östliches Wattenmeer der Weser - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2023 17
Tab. 9: Westliches Wattenmeer der Elbe - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2023 20
Tab. 10: Potenzielles Arteninventar der niedersächsischen Wattenmeerküste 25

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 eulitoralen Flächen dominieren, sowie Rotalgen (*Rhodophyta*) und Braunalgen (*Phaeophyta*). Die schnellwachsenden Arten, vor allem Vertreter der Grünalgen-Gattungen *Ulva* und *Chaetomorpha* bilden alljährlich im Sommer große Bestände mit beträchtlicher Biomasse 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 z. B. zu der ausführlichen 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. 1) und als Zeiger von Eutrophierung im Wattenmeer gelten.

Als Teilkomponente der WRRL-Qualitätskomponente Makrophyten gehen die Grünalgen mit dem Parameter „Fläche sommerlicher Grünalgenbestände“ in die Bewertung des ökologischen Zustands der Küstenwasserkörper 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, KUHLENKAMP 2018) 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 eulitoralen Flächen der Küstenwasserkörper und den poly- und mesohalinen Bereich der Übergangsgewässer an der niedersächsischen Küste ab (Abb. 2). Das Bewertungssystem wird in den Übergangsgewässern jedoch nicht eingesetzt, da es hier wegen verschiedener Standortfaktoren (z. B. Trübung) keine im Hinblick auf Eutrophierung plausiblen Ergebnisse liefert.

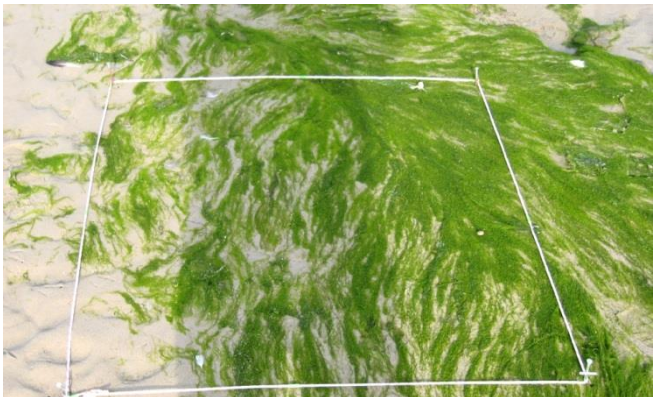
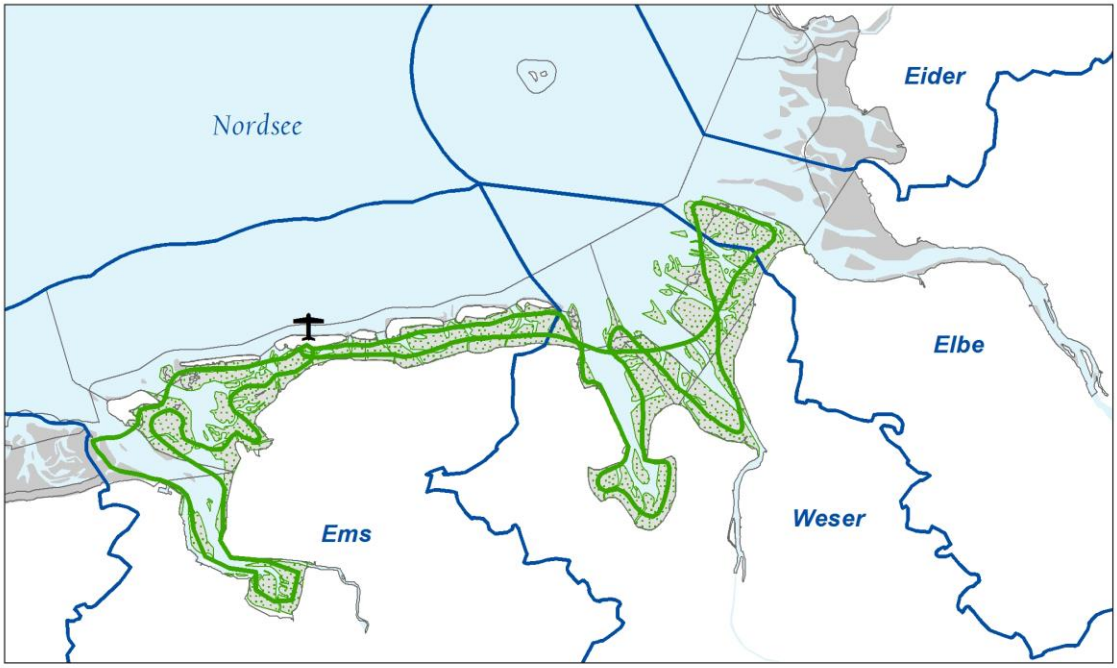


Abb. 1: Grünalgen auf dem Watt

(Fotos: S. Tyedmers; J. Steuwer)



Überwachung der Makroalgen in den Übergangs- und Küstengewässern Niedersachsens

Startflugplatz Norddeich oder 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: Verlauf der Flugroute und Kurzbeschreibung der Grünalgenüberwachung in den niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässern

Tab. 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
2024	13. Mai	10. Juni	15. Juli	12. Aug.	(09. Sep.)	(22. Okt.)
2023	12. Mai	13. Juni	(24. Jul.)*	(22. Aug.)*	4. Sep.	
2022	(22. Mai)*	(21. Juni)*	19. Jul.	23. Aug.	20. Sep.	
2021			6. Jul.	19. Aug.	28. Sep.	
2020			13. Jul.	24. Aug.		
2019	13. Mai		9. Jul.	26. Aug.	18. Sep.	
2018	8. Mai	5. Jun.	3. Jul.	7. Aug.	17. Sep.	
2017	31. Mai	28. Jun.	31. Jul.	(29. Aug.)*		
2016	(30. Mai)*	28. Jun.	26. Jul.	24. Aug.	21. Sep.	
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; Daten nicht ausgewertet

2.2 Operative Überwachung

Die überblicksweise Überwachung der Grünalgen wird zeitlich hoch aufgelöst und flächendeckend durchgeführt, deswegen 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 Grünalgen (z.B. *Ulva*) als auch die verstärkte Entwicklung (gemessen als Biomasse oder Flächenbedeckung) von opportunistischen Grünalgen (u.a. *Ulva,*

Chaetomorpha) 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 steht in Zusammenhang mit dem Ziel des Wattenmeerplans: "*Ein Wattenmeer, welches im Hinblick auf Eutrophierung als Nicht-Problemgebiet bezeichnet werden kann*." und ist inhaltlich an den Vorgaben der OSPAR Strategie zur Bekämpfung der Eutrophierung ausgerichtet. 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 – gegenwärtig einer Britten-Norman BN-2 Islander[1] - einmal monatlich (i.d.R. zumindest von Juni bis August, z.T. von Mai bis Oktober – s. Tab. 1) während der Vegetationsperiode der benthischen Grünalgen (April bis Oktober). Die Fluggeschwindigkeit beträgt ca. 150 - 200 km/h, die Flughöhe ca. 300 - 500 m (ca. 1.000 - 1.500 ft.). Um die Unterscheidung zwischen Seegras und Grünalgen zu ermöglichen, kann stellenweise eine kurzfristige Verringerung der Flughöhe nötig sein. Fluggeschwindigkeit und –höhe werden von einem mitgeführten GPS-Gerät erfasst.

Um das gesamte niedersächsische Wattenmeer bei Niedrigwasser zu erfassen, sind jeweils zwei Flüge erforderlich. Die Flüge werden nach Möglichkeit an zwei aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt.

Die Westroute (ca. 190 km) führt von Norddeich oder Norderney aus über das Juister Watt, die Kachelotplate über das Borkumer Watt entlang der niederländischen Küste in den Dollart, zurück über den Randzel, die Leybucht und das Norder Watt nach Norderney bzw. Norddeich. (Der Dollart wird seit 2007 in die Befliegung einbezogen). Beginn des West-Fluges ist ca. ½ Stunde vor Niedrigwasser Borkum (Fischerbalje), er dauert ca. 1 Stunde.

Die Ostroute (ca. 400 km) führt von Norddeich oder Norderney 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 Hohe Weg, über den Jadebusen, entlang des westlichen Jadeufers und über die Inselwatten zurück nach Norderney bzw. Norddeich. Start ist ca. 1 ½ Stunden vor Niedrigwasser Wilhelmshaven (Alter Vorhafen). Die Dauer beträgt ca. 2 ½ Stunden.

Die Beobachtungscrew besteht aus der Flugleitung und bis zu zwei weiteren Beobachter*innen. Jeder dieser Beobachter zeichnet die erkannten Grünalgenvorkommen auf einer eigenen Arbeitskarte ein. 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. Im Anschluss an den Beobachtungsflug werden die Kartierergebnisse der einzelnen Beobachter in einen gemeinsamen neuen Kartensatz zusammengeführt und in ein geographisches Informationssystem (GIS) übertragen.

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[2] oder benthische Diatomeen.

[1] Bis 2019 war eine einmotorige Cessna im Einsatz, seit 2020 wird aus Sicherheitsgründen eine zweimotorige Maschine genutzt.

[2] „Grüner Sand": Bei diesem Phänomen handelt es sich um deutlich grün gefärbte Watt- und Strandsedimente. Die Grünfärbung wird durch einen Flagellaten der Gattung Euglena hervorgerufen (*Euglena viridis* var. *maritima;* JAKLIN et al. 2004).

Tab. 2: 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 21 – 50 %	einfach schraffiert, mit Umriss	
4	Grünalgen 51 – 80 %	gekreuzt schraffiert, mit Umriss	
5	Grünalgen 81 – 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“**

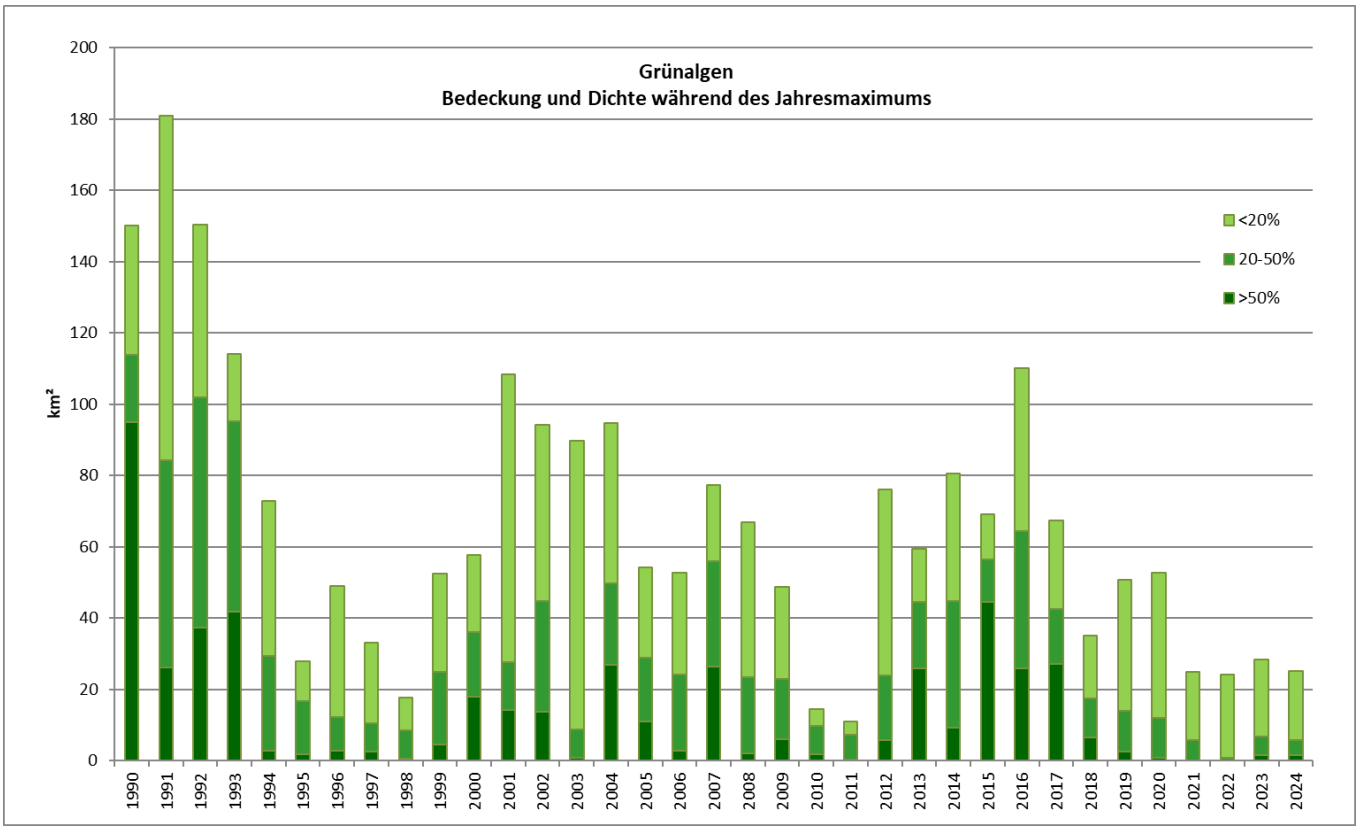


Abb. 3: Jahresmaxima der summierten Ausdehnung von Grünalgenbeständen (km²) verschiedener Dichte an der niedersächsischen Küste 1990 – 2024 (einschl. Hamburgisches Wattenmeer)

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.

Die Ergebnisse dokumentieren die Aufzeichnungen der Grünalgenbestände der Kategorien 1 - 5 (vgl. Kennung Tab. 2) bei den Sichtbefliegungen. Die Beobachtungen von Seegras, schwarzen Flecken/Prielen, Diatomeen etc. werden gegenwärtig nicht systematisch ausgewertet.

4.1 Gesamtfläche

In Abb. 3 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.

2017 erreichte der Gesamtbestand - zum Zeitpunkt des Jahresmaximums im Juni - wie 2015 eine Fläche von knapp 70 km². Auf 27 km² wurden dabei Bewuchsdichten von >50 % registriert.

In 2018 entwickelte sich nach einem kalten Frühjahr ein deutlich geringerer Bestand als in den Vorjahren. Nach einem verzögerten Wachstumsbeginn wurde mit „nur“ 35 km² im August das Jahresmaximum erreicht. Eine Bewuchsdichte über 50 % wurde auf knapp 7 km² registriert. Trotz dieser großräumig zu verzeichnenden rückläufigen Entwicklung wurde in einigen Regionen in 2018 dennoch eine stärkere Algenentwicklung festgestellt als in anderen Jahren: Im Neuwerker Watt, Wasserkörper N4_5900_01, sowie nördlich von Mellum im Wasserkörper N2_4900_01.

Im Sommer 2019 - nach einem milden Winter - waren zum Jahresmaximum rd. 50 km² bewachsen, auf 14 km² lag die Bewuchsdichte >20 %. Nur auf 2,5 km² wurden Dichten über 50% erreicht.

Ein ähnliches Bild zeigte sich mit einer Gesamtfläche von 52 km² im Folgejahr 2020, wobei dichter bewachsene Bereiche (>20% Dichte) noch insgesamt 12 km² ausmachten. Dichten über 50% wurden nur auf knapp 1 km² vorgefunden.

Auch 2021 wurde das Maximum der Grünalgenentwicklung Anfang Juli – bei der ersten Kartierung des Jahres - festgestellt. Mit insgesamt knapp 25 km² Grünalgenfläche[3] wurde einer der niedrigsten Werte in der Geschichte der Grünalgenüberwachung registriert. Lediglich in den Jahren 1998, 2010 und 2011 war die Entwicklung noch spärlicher ausgefallen. Etwas kühlere Wintertemperaturen und ein kühler, regnerischer Sommer mögen sich hemmend auf die Grünalgenentwicklung ausgewirkt haben. Witterungsbedingt nicht ganz optimale Sichtverhältnisse (Regen, Hohe Wasserstände) haben überdies bei allen drei Kampagnen des Jahres evtl. zu leichten Untererfassungen der Bestände geführt.

In 2022 konnte der erste komplette Algenflug erst im Juli durchgeführt werden. Das Maximum der Entwicklung lag mit gut 24 km² Gesamtfläche dann im August. Die Abweichung gegenüber dem Vorjahr war flächenmäßig gering, in der Dichte jedoch deutlicher. Dichten über 20% wurden nur noch auf knapp 1 km² erreicht (2021: 5,8 km²). Dies ist der geringste Dichte-Wert seit Beginn der Überwachung.

2023 konnten die Flüge im Juli und August nicht vollständig durchgeführt werden. Das Jahresmaximum der mit Grünalgen bedeckten Flächen lag im Juni bei ca. 28 km². Die Gesamtfläche ist damit etwas größer als 2022. Die Verteilung der Dichten verhielt sich jedoch anders im Vergleich zum Vorjahr. Im Jahr 2023 wurden Dichten von >20% auf ca. 6,9 km² und Dichten >50% auf ca. 1,6 km² gesichtet.

In 2024 konnten der Ostflug im September und die Westroute im Oktober nicht durchgeführt werden. Das Grünalgenmaximum lag im Jahr 2024 im Juli bei ca. 25 km². Die Gesamtfläche ist damit etwas geringer als im Vorjahr. Die Verteilung der Dichten verhielt sich jedoch anders im Vergleich zu 2023. 2024 wurden Dichten von >20% auf ca. 5,7 km² und Dichten >50% auf ca. 1,5 km² gesichtet.

[3] Nach einer Datenrevision musste dieser Wert gegenüber dem Vorjahresbericht korrigiert werden

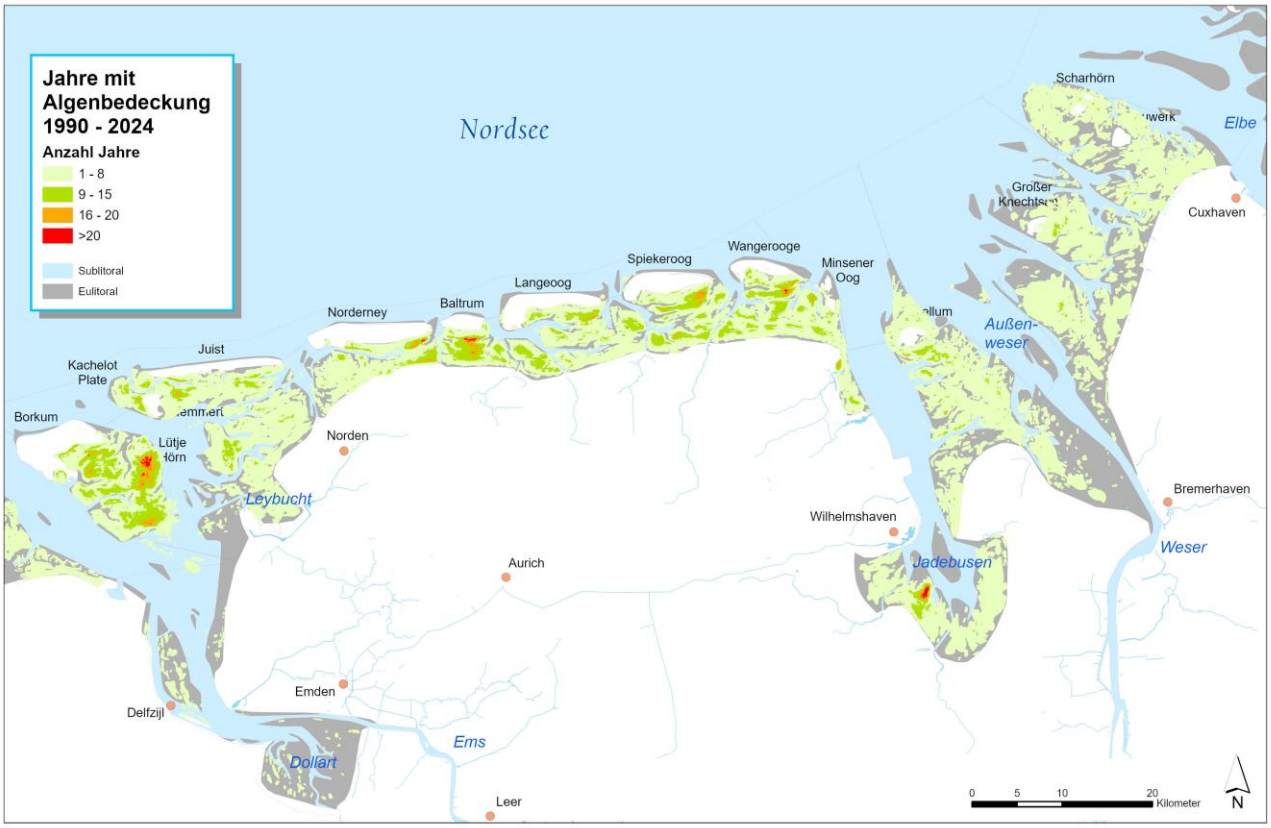


Abb. 4: Häufigkeit der Algenbedeckung im Sommer nach Anzahl der Jahre mit mindestens einem Nachweis für den Zeitraum 1990 – 2024.

4.2 Räumliche Verbreitung

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

In Abb. 4 ist dargestellt, in wie vielen Jahren zwischen 1990 und 2024 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 Außenweser oder an den Stränden der Inseln - werden Grünalgen weniger häufig angetroffen. Lücken in der Verbreitung sind außerdem auf dem Manslagter und Rysumer Nacken, unterhalb der Leybucht, auszumachen. Von den übrigen Watt-Regionen sind zwischen 67 % und 91 % der Wattfläche im Zeitraum von 34 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 jeder der fünf Inseln findet sich jeweils ein kleineres Kerngebiet, in dem in über 50 % der Untersuchungsjahre ein Algenbestand vorgefunden wurde. Auch südlich von Juist (bzw. östlich von Memmert auf dem Nordland sowie auf dem Arngast Sand im Jadebusen sind solche Kerngebiete erkennbar.

Für die Wasserkörper der Typen N2 und N4 wird die Grünalgenentwicklung als Teilkomponente zur Bewertung der Qualitätskomponente „Makrophyten“ nach EG-WRRL bzw. OGewV herangezogen (NLWKN 2010). 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. 3: 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

4.2.1 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 4.2.2) eine der Schwerpunktregionen der jährlichen Grünalgenentwicklung im niedersächsischen Watt (Tab. 4, Abb. 5 oben). Gegenwärtig ist die Entwicklung mit Stand 2019 als „unbefriedigend“ eingestuft.

Seit 2021 zeichnet sich eine Besserung auf „mäßig“ ab. Insgesamt sind ca. 81 % des Eulitorals in diesem Wasserkörper im Zeitraum 1990 – 2022 mindestens einmal mit Algen bedeckt gewesen; 66 % in mehr als einem Jahr.

Tab. 4: Polyhalines Wattenmeer der Ems - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990 – 2024

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, 2015 bzw. 2019 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Polyhalines Wattenmeer der Ems (N4_3100_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahres-maxi-mums (regio-nal)	Grünalgen Gesamt -Jahresma-ximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6 Jah-res-Me-dian)
				Gesamt	Dichte ≤ 20%	Dichte 21-50%	Dichte >50%	
	[km²]		[km²]	[% des Eulitorals]				
1990	334	Juli	81,43	24,4	10,40	10,40	3,61	n.b.
1991	334	Juli	25,29	7,6	4,14	3,21	0,23	n.b.
1992	334	August	30,72	9,2	4,15	3,94	1,11	n.b.
1993	349	Juli	41,82	12,0	2,66	3,81	5,50	n.b.
1994	349	Juli	23,16	6,6	5,42	1,13	0,09	n.b.
1995	349	August	13,39	3,8	1,46	2,22	0,15	0,35
1996	349	Juli	26,04	7,5	4,80	1,88	0,78	0,37
1997	349	August	8,96	2,6	1,15	1,05	0,37	0,37
1998	349	Juni	8,53	2,4	2,20	0,20	0,04	0,40
1999	349	Juli	18,14	5,2	2,46	1,90	0,83	0,43
2000	349	August	23,91	6,8	1,98	2,47	2,40	0,43
2001	349	Juli	36,87	10,6	6,56	1,51	2,48	0,39
2002	360	August	45,38	12,6	8,58	1,84	2,19	0,39
2003	360	Juni	22,63	6,3	3,03	2,36	0,90	0,38
2004	360	Juli	41,05	11,4	4,72	1,74	4,95	0,35
2005	360	Juli	25,43	7,1	3,67	2,28	1,12	0,35
2006	360	Juni	20,11	5,6	2,99	2,50	0,10	0,35
2007	360	Juni	22,81	6,3	1,52	1,43	3,39	0,38
2008	360	Juni	31,20	8,7	0,98	2,20	5,49	0,38
2009	360	Juni	15,07	4,2	2,54	1,32	0,33	0,38
2010	360	Juli	5,12	1,4	0,58	0,64	0,19	0,39
2011	360	August	6,16	1,7	0,57	1,05	0,09	0,41
2012	360	August	25,18	7,0	4,13	1,75	1,12	0,40
2013	360	Juli	15,54	4,3	1,43	0,91	1,98	0,44
2014	360	Juli	28,69	8,0	2,99	4,06	0,93	0,44
2015	360	Juni	26,51	7,4	1,31	1,65	4,41	0,39
2016	360	Juli	38,08	10,6	4,42	3,38	2,78	0,37
2017	360	Juni	30,33	8,4	3,86	1,89	2,68	0,36
2018	360	August	9,93	2,8	1,23	1,11	0,43	0,36
2019	360	August	14,60	4,1	3,41	0,65	0,00	0,36
2020	360	Juli	21,87	6,1	4,65	1,32	0,11	0,38
2021	360	Juli	12,61	3,5	2,79	0,70	0,01	0,40
2022	360	August	13,29	3,7	3,54	0,15	0,00	0,46

Polyhalines Wattenmeer der Ems (N4_3100_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahres-maxi-mums (regio-nal)	Grünalgen Gesamt -Jahresma-ximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6 Jah-res-Me-dian)
				Gesamt	Dichte ≤ 20%	Dichte 21-50%	Dichte >50%	
	[km²]		[km²]	[% des Eulitorals]				
2023	345	Juni	12,41	3,6	2,52	0,62	0,46	0,48
2024	345	Juli	10,6	2,9	2,63	0,27	0,02	0,50

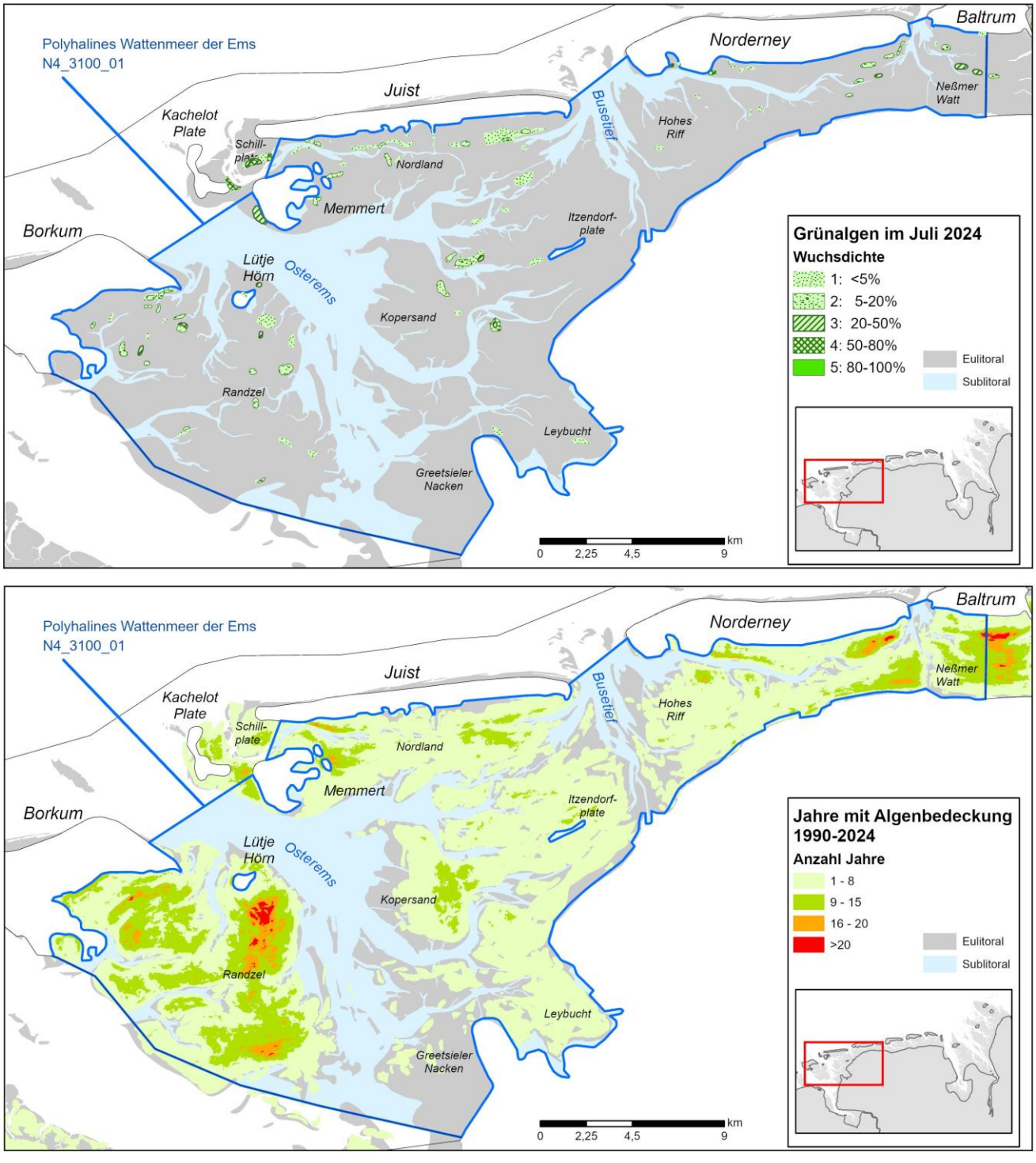


Abb. 5: Verteilung der Grünalgen im August 2024 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990 – 2024 im Wasserkörper „Polyhalines Wattenmeer der Ems“ (N4_3100_01)

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 (Abb. 5 unten). Weitgehend frei von Algen waren bisher die exponierten Wattbereiche im Einfluss von Osterems und Busetief sowie - bis 2016 - die Leybucht. In der Leybucht werden allerdings seit 2016 häufiger größere Algenbestände gesichtet.

Im Sommer 2023 war die Grünalgenentwicklung im WK „Polyhalines Wattenmeer der Ems“ mäßig ausgeprägt.

Mit einem Maximum von 12,41 km² in der Summe waren im Juni 2023 ca. 3,6 % der Wattfläche mit Grünalgenbeständen bedeckt. Damit bleibt die Bewertung nach dem 6-Jahres-Median im Bereich „mäßig“.

4.2.2 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 (Abb. 6). Die Grünalgensituation wird hier gegenwärtig mit Stand 2019 als „unbefriedigend“ bewertet. Seit 2021 bessert sich die Situation auf den Zustand vorläufig auf „mäßig“.

Tab. 5: Euhalines Wattenmeer der Ems - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2024

- 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, 2015 bzw. 2019 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Euhalines Wattenmeer der Ems (N2_3100_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums (regional)	Grünalgen Gesamt -Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6-Jahres- Median)
				Gesamt	Dichte ≤ 20%	Dichte 21-50%	Dichte >50%	
	[km²]		[km²]	[% 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

Euhalines Wattenmeer der Ems (N2_3100_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums (regional)	Grünalgen Gesamt -Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6-Jahres- Median)
				Gesamt	Dichte ≤ 20%	Dichte 21-50%	Dichte >50%	
	[km²]		[km²]	[% des Eulitorals]				
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
2017	201	Juni	13,85	6,9	1,84	2,45	2,61	0,34
2018	201	August	12,10	6,0	3,84	0,93	1,26	0,36
2019	201	August	6,58	3,3	2,85	0,24	0,18	0,36
2020	201	Juli	4,87	2,4	2,06	0,32	0,04	0,38
2021	201	Juli	3,36	1,7	1,24	0,46	0,00	0,42
2022	201	August	2,36	1,2	1,10	0,08	0,00	0,52
2023	193	Juni	7,52	3,9	3,17	0,72	0,00	0,52
2024	193	Juli	3,15	1,6	1,29	0,35	0,00	0,57

Insgesamt sind 90 % des Eulitorals in diesem Wasserkörper im Zeitraum 1990-2023 mindestens einmal mit Algen bedeckt gewesen, 79 % in mehr als einem Jahr. Ständig frei von Grünalgenbewuchs blieben nur die exponierten Ränder der Wattflächen entlang größerer Rinnen und Priele

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 (Abb. 6 unten).

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

Im Juli 2024 waren mit einer Fläche von 3,15 km² nur 1,6 % der Wattfläche des Wasserkörpers „Euhalines Wattenmeer der Ems“ von Grünalgen bedeckt.

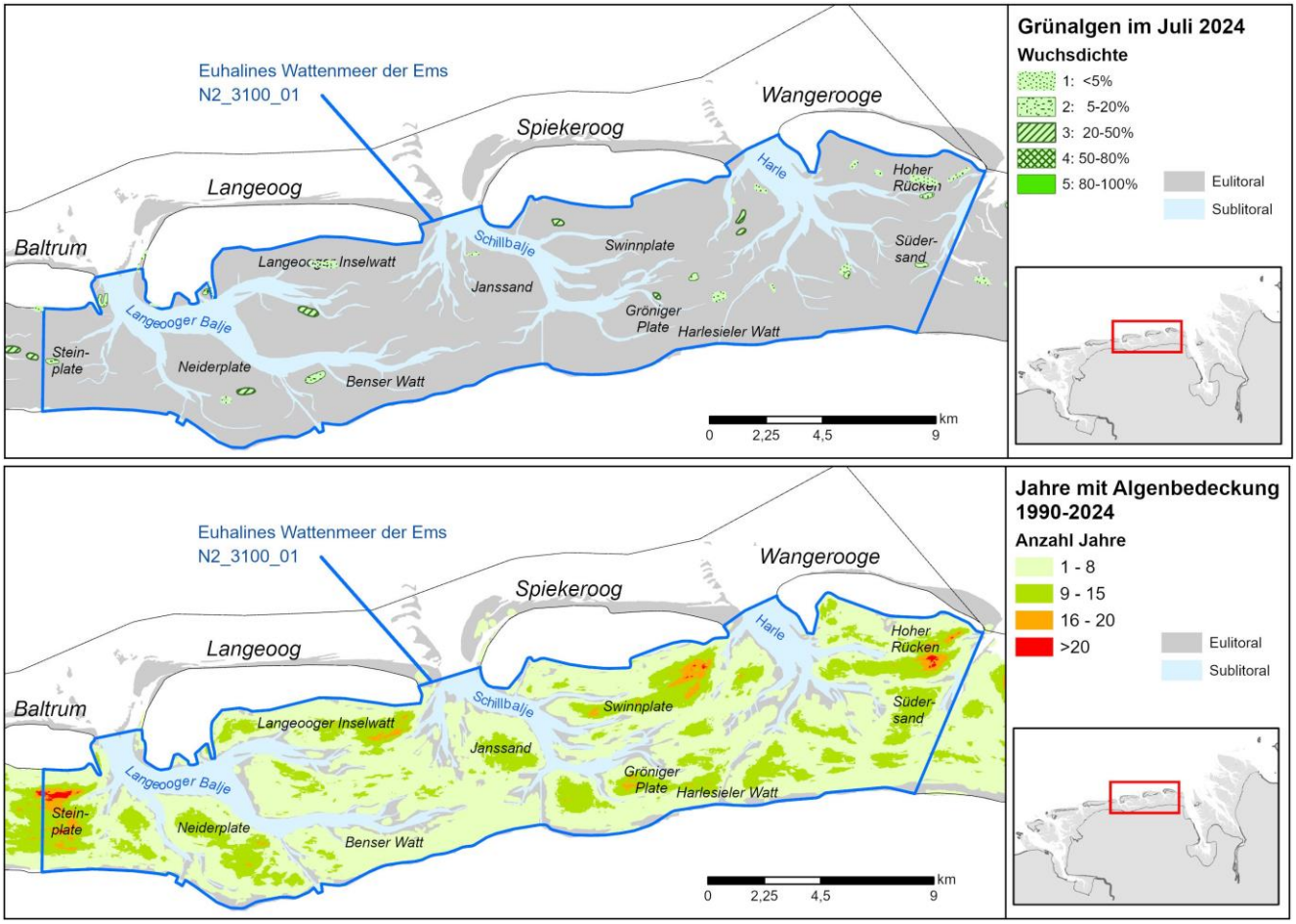


Abb. 6: Verteilung der Grünalgen im Juli 2024 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990 – 2024 im Wasserkörper „Euhalines Wattenmeer der Ems“ (N2_3100_01)

4.2.3 Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)

Der Wasserkörper N2_4900_1 ist nach einigen Jahren mit stärkerem Algenaufkommen gegenwärtig wieder weniger von der sommerlichen Grünalgenentwicklung Tab. 6, Abb. 7 und Abb. 8).

Insgesamt sind 71 % des Eulitorals in diesem Wasserkörper im Zeitraum 1990 – 2024 mindestens einmal mit Algen bedeckt gewesen, 50 % in mehr als einem Jahr. Deutliche Schwerpunkte bildeten dabei der Arngast Sand und das Seefelder Watt im Jadebusen, sowie die Wattenbucht bei Horumersiel und das Watt südlich von Mellum (Abb. 8). Dabei ist zu bemerken, dass auch Mischpopulationen mit Seegrasbeständen in die Kartierung eingeflossen sind.

Tab. 6: Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990 – 2024
- 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, 2015 bzw. 2019 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums (regional)	Grünalgen Gesamt -Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6-Jahres- Median)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km²]		[km²]	[% 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
2017	258	Juni	10,57	4,1	1,20	0,60	2,29	0,38
2018	258	August	2,74	1,1	0,50	0,50	0,06	0,39
2019	258	August	5,55	2,2	1,25	0,45	0,45	0,44
2020	258	Juli	6,50	2,5	1,09	1,32	0,11	0,46
2021	258	Juli	5,00	1,9	1,29	0,60	0,05	0,55
2022	258	August	3,17	1,2	1,18	0,05	0,00	0,57

Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (N2_4900_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums (regional)	Grünalgen Gesamt -Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6-Jahres- Median)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km²]		[km²]	[% des Eulitorals]				
2023	224	Juni	2,90	1,3	0,63	0,66	0,00	0,59
2024	224	Juli	3,59	1,6	1,32	0,26	0,03	0,58

Im Juli 2024 waren mit 3,59 km² ca. 1,6 % der Wattfläche des Wasserkörpers mit Grünalgen bewachsen. Damit war in diesem Jahr ein mäßiger Zustand zu beobachten, der aber im 6-Jahres-Median noch knapp verfehlt wird.

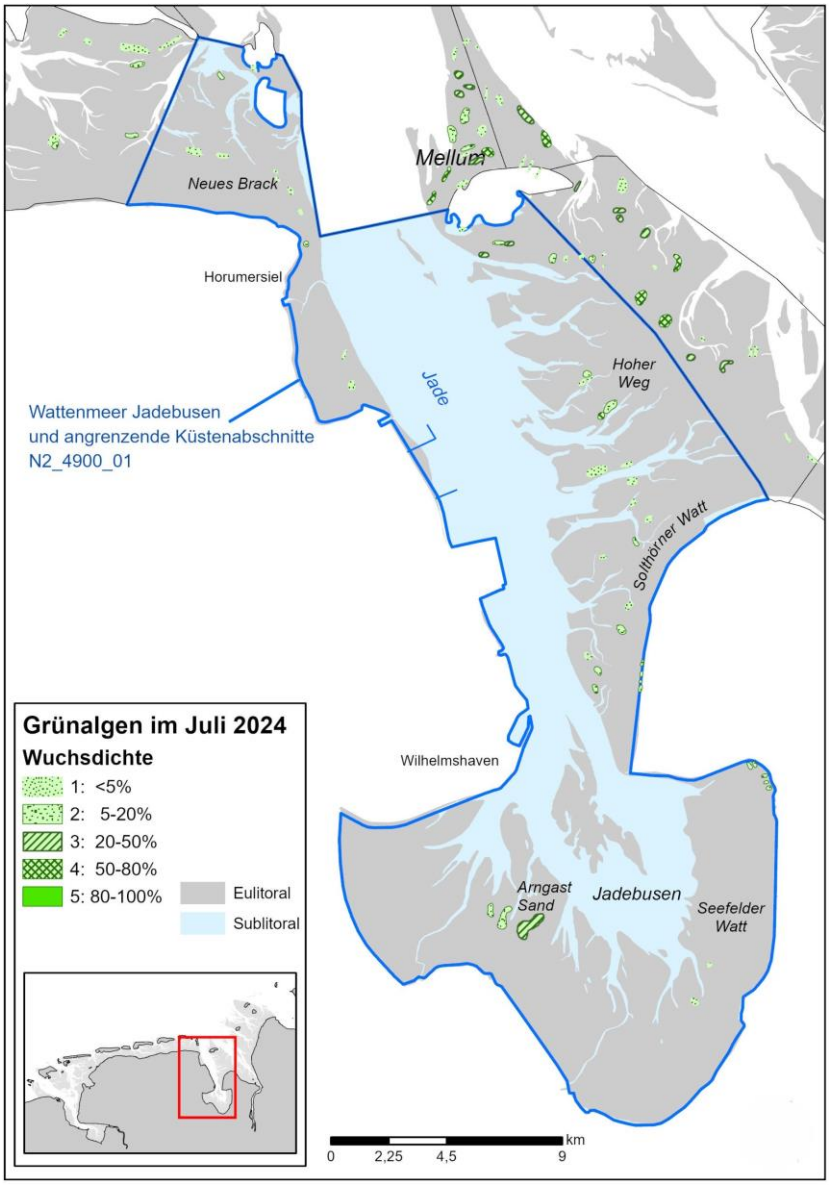


Abb. 7: Verteilung der Grünalgen im Juli 2024 (Jahresmaximum) im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (N2_4900_01)

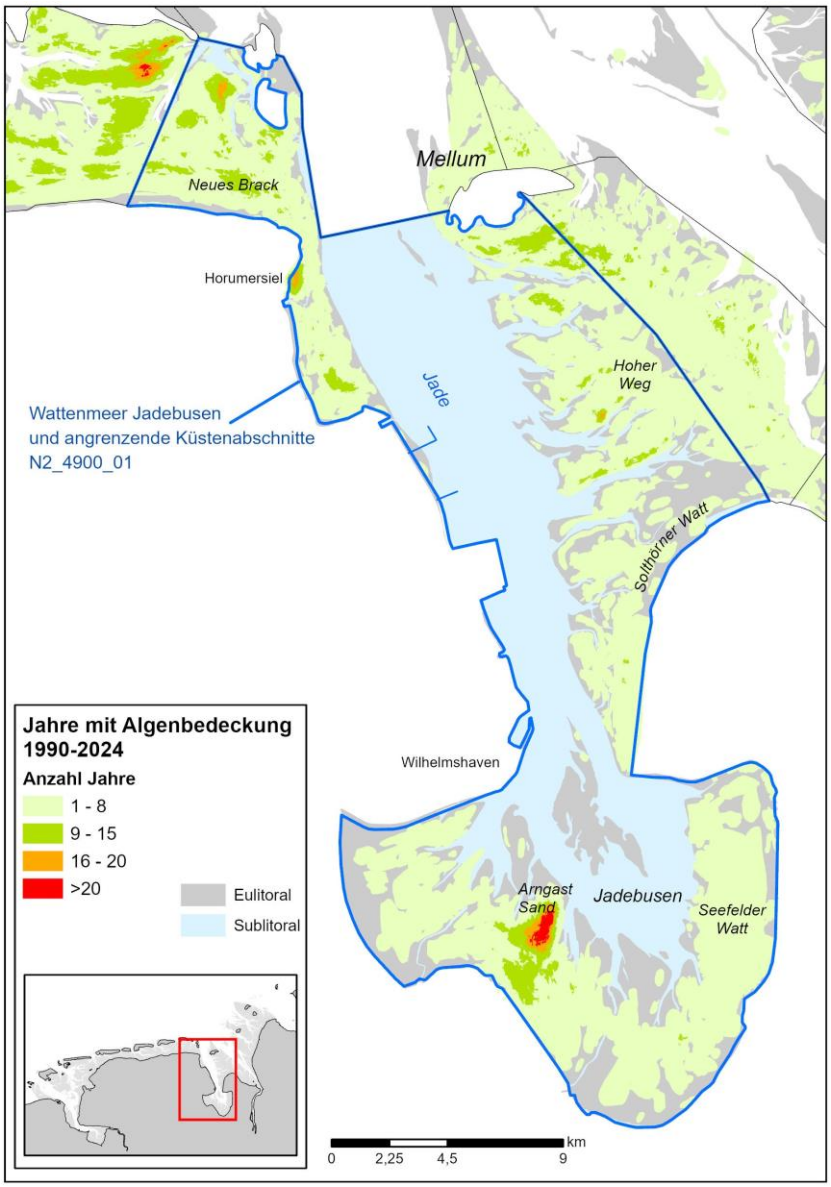


Abb. 8: Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990 – 2024 im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ (N2_4900_01)

4.2.4 Westliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_01)

Die Algenentwicklung im Wasserkörper N4_4900_01 kann nach einigen Jahren mit unbefriedigender Situation gegenwärtig wie mit Stand 2019 als mäßig eingestuft werden (Tab. 7, Abb. 9).

Insgesamt waren 91 % der Wattfläche im Zeitraum 1990 – 2024 mindestens einmal mit Algen bedeckt, 68 % in mehr als einem Jahr. Dabei waren die höher gelegenen Wattbereiche etwas häufiger betroffen, die exponierteren Ränder des Eulitorals blieben hingegen frei von Algenbewuchs (Abb. 9 unten).

Im Juni 2024, zum Zeitpunkt des Jahresmaximums, waren 3,6 % der Wattfläche dieses Wasserkörpers mit Grünalgen bewachsen.

Tab. 7: Westliches Wattenmeer der Weser - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2023

- absolute Fläche [km²], 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. 2015 bzw. 2019 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Westliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahres-maxi-mums	Grünal-gen Ge-samt -Jahres-maximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6Jah-res Me-dian)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km²]	(regional)	[km²]	[% 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	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
2017	54	Juni	1,72	3,2	0,91	0,84	1,44	0,34
2018	54	August	0,76	1,4	0,56	0,23	0,63	0,37
2019	54	August	2,29	4,2	3,55	0,70	0,00	0,43
2020	54	August	3,04	5,6	5,07	0,56	0,00	0,43
2021	54	Juli	1,19	2,2	0,87	1,33	0,00	0,47
2022	54	August	1,13	2,1	2,10	0,00	0,00	0,53
2023	53	Juni	1,30	2,5	2,32	0,13	0,00	0,55

Westliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahres-maxi-mums	Grünal-gen Ge-samt -Jahres-maximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6Jah-res Me-dian)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km²]	(regional)	[km²]	[% des Eulitorals]				
2024	53	Juni	1,92	3,6	3,36	0,26	0,00	0,51

4.2.5 Östliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_02)

Im Wasserkörper N4_4900_02 war die sommerliche Grünalgenentwicklung bisher weniger stark ausgeprägt und wird seit vielen Jahren als mäßig eingestuft (Abb. 9). Im Jahr 2023 zeigt der 6-Jahres-Median erstmals wieder den guten Zustand an. Insgesamt waren ca. 67 % der Wattfläche im Zeitraum 1990-2023 mindestens einmal mit Algen bedeckt, ca. 45 % in mehr als einem Jahr. Schwerpunkte der Algenentwicklung lagen auf dem Knechtsand und auf dem zentralen E-versand. Auf dem nördlichen Eversand wurden seltener bis nie Algen registriert (Abb. 9 unten).

Im Juni 2024 waren mit ca. 2,24 km² ca. 1,4 % der Wattfläche des Wasserkörpers mit Grünalgen bewachsen.

Tab. 8: Östliches Wattenmeer der Weser - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2023

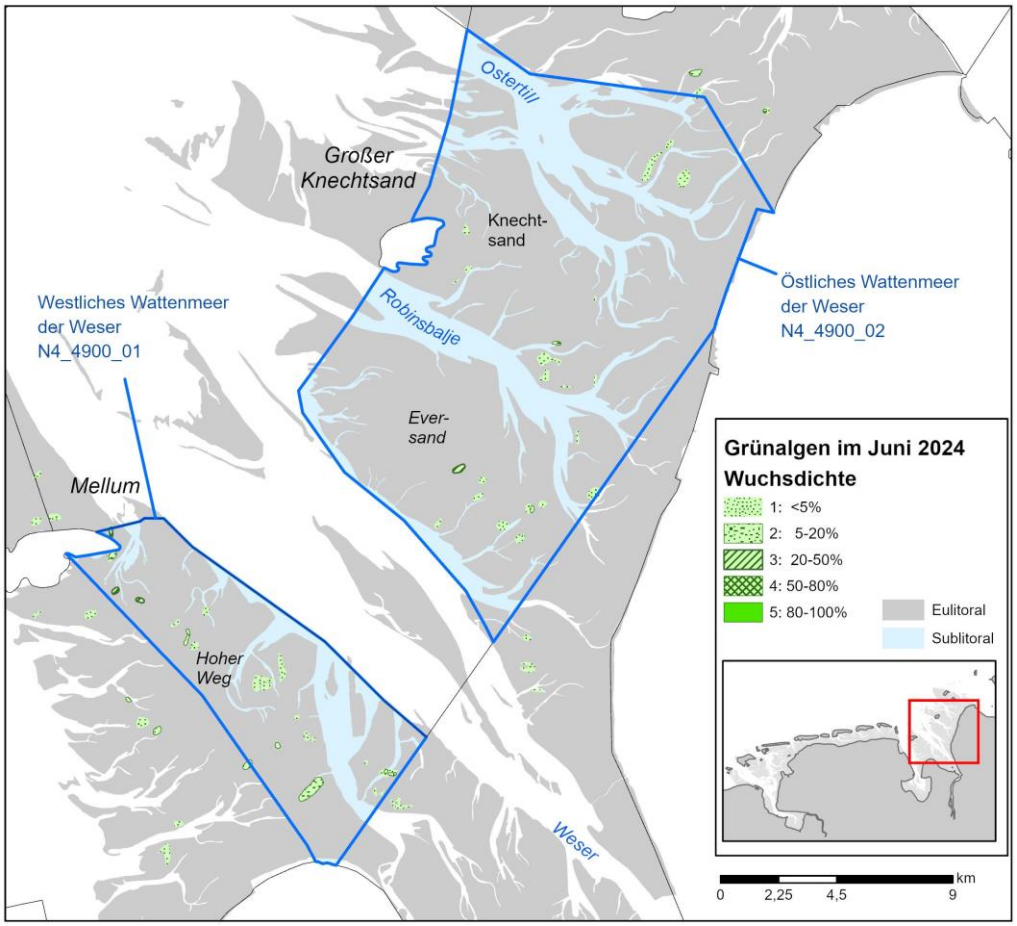
- absolute Fläche [km²] und relative Bedeckung [% des Eulitorals] und EQR nach WRRL als 6-Jahres-Median (Beispiel: EQR-Wert 1995 0,42 ist Median der Jahre 1990-1995).

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

(fett gedruckt = EQR Werte, die im Bewirtschaftungsplan 2009, 2015 bzw. 2019 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Östliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_02)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresma-ximums (regional)	Grünal-gen Gesamt -Jah-resma-ximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6-Jah-res- Me-dian)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km²]		[km²]	[% 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	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	Juni	4,87	2,9	1,01	1,11	0,76	0,48
2008	169	August	3,26	1,9	0,84	1,10	0,00	0,55
2009	169	Juni	3,42	2,0	1,17	0,85	0,00	0,57
2010	169	Juni	4,46	2,6	0,26	1,28	1,10	0,57
2011	169	August	0,41	0,2	0,00	0,25	0,00	0,57

Östliches Wattenmeer der Weser (N4_4900_02)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums (regional)	Grünalgen Gesamt-Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL (6-Jahres-Median)
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km²]		[km²]	[% des Eulitorals]				
2012	169	Juli	1,98	1,2	1,17	0,00	0,00	0,57
2013	169	August	7,69	4,5	1,47	1,30	1,78	0,57
2014	169	Juli	7,76	4,6	2,51	2,08	0,00	0,55
2015	169	Juli	3,70	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
2017	169	Juli	1,54	0,9	0,22	0,70	0,00	0,51
2018	169	August	1,73	1,0	0,93	0,09	0,00	0,51
2019	169	August	5,35	3,2	1,53	1,63	0,00	0,53
2020	169	Juli	4,85	2,9	2,41	0,46	0,00	0,54
2021	169	Juli	1,97	1,2	1,16	0,00	0,00	0,57
2022	169	Juli	1,08	0,6	0,64	0,00	0,00	0,76
2023	157	Juni	1,67	1,1	1,07	0,00	0,00	0,75
2024	157	Juni	2,24	1,4	1,36	0,06	0,00	0,68



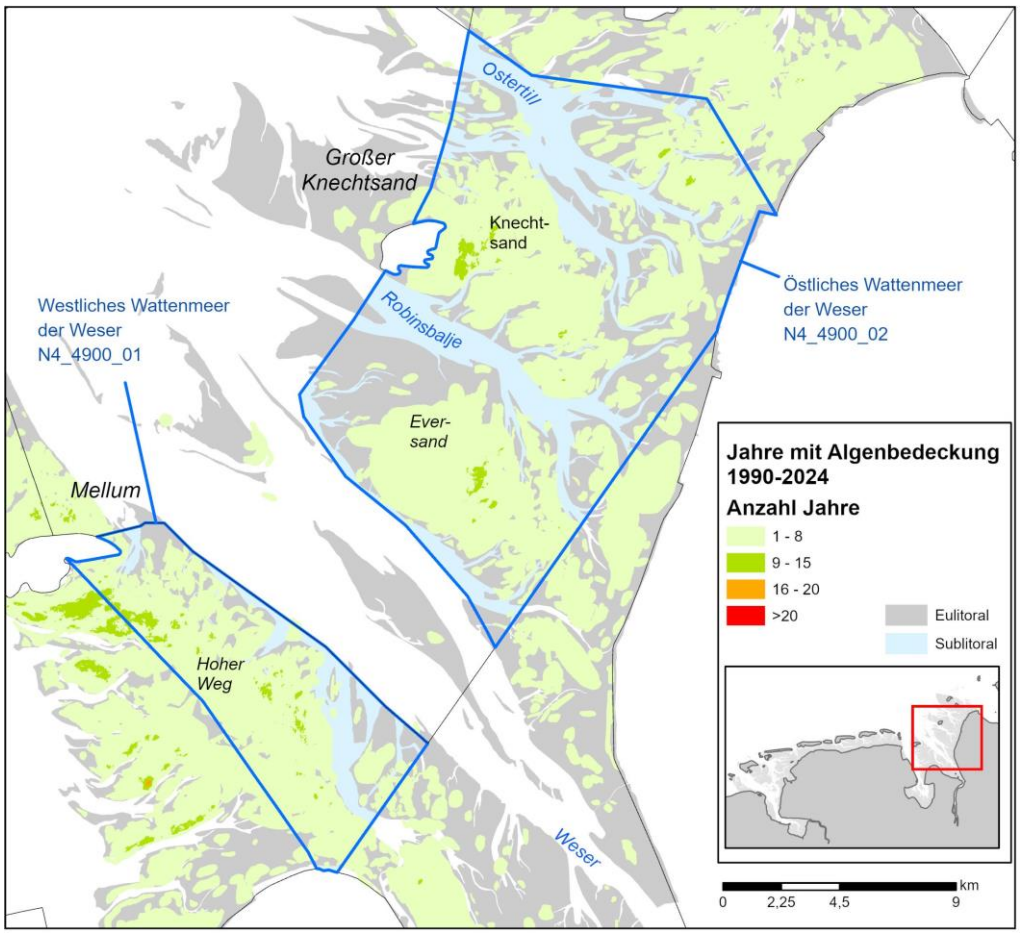


Abb. 9: Verteilung der Grünalgen im Juni 2024 (Jahresmaximum im Gesamtgebiet) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990 – 2024 in den Wasserkörpern „Westliches und Östliches Wattenmeer der Weser“ (N4_4900_01; N4_4900_02)

4.2.6 Westliches Wattenmeer der Elbe (N4_5900_01)

Im Wasserkörper N4_5900_01 ist die sommerliche Grünalgenentwicklung meist nur schwach ausgeprägt, in einzelnen Jahren, wie zuletzt 2016, gab es allerdings etwas größere Bestände (Tab. 9, Abb. 10). Die Algenentwicklung wird gegenwärtig im 6-Jahres-Median als mäßig eingestuft.

Im Zeitraum 1990 – 2024 wurde auf 71 % der Wattfläche mindestens einmal ein Grünalgenbewuchs festgestellt, auf 44 % in mehr als einem Jahr. Deutliche Schwerpunktgebiete haben sich bisher nicht herauskristallisiert (Abb. 10 unten).

Tab. 9: Westliches Wattenmeer der Elbe - Jahresmaxima der Grünalgenbedeckung 1990-2023

- 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, 2015 bzw. 2019 zur Bewertung nach WRRL herangezogen wurden)

Westliches Wattenmeer der Elbe (N4_5900_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums (regional)	Grünalgen Gesamt-Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km²]		[km²]	[% 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	Juni	1,87	1,8	1,40	0,28	0,12	0,50
2008	104	Juli	0,67	0,6	0,65	0,00	0,00	0,50
2009	104	Juni	1,27	1,2	1,04	0,17	0,00	0,58
2010	104	Juni	0,71	0,7	0,03	0,65	0,00	0,60
2011	104	Juli	0,23	0,2	0,23	0,00	0,00	0,81
2012	104	August	1,71	1,6	1,23	0,41	0,00	0,81
2013	104	August	2,41	2,3	0,51	1,76	0,04	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
2017	104	Juni	0,55	0,5	0,40	0,12	0,00	0,57
2018	104	August	4,41	4,2	1,06	1,96	1,22	0,55
2019	104	August	4,52	4,3	2,66	1,56	0,13	0,50
2020	104	August	3,04	2,9	2,72	0,16	0,04	0,48
2021	104	Juli	0,77	0,7	0,58	0,16	0,00	0,48
2022	104	August	1,03	1,0	0,99	0,00	0,00	0,57

Westliches Wattenmeer der Elbe (N4_5900_01)								
Jahr	Größe Eulitoral	Monat des Jahresmaximums (regional)	Grünalgen Gesamt -Jahresmaximum	relative Bedeckung (% Anteil Grünalgen am Eulitoral)				EQR nach EG-WRRL
				Gesamt	Dichte < 20%	Dichte 20-50%	Dichte >50%	
	[km²]		[km²]	[% des Eulitorals]				
2023	104	Juli	0,64	0,62	0,58	0,03	0,00	0,57
2024	104	Juli	0,64	0,62	0,62	0,00	0,00	0,83

Im Juli 2024, zum Zeitpunkt des Jahresmaximums, waren 0,62 % der Wattflächen des Wasserkörpers mit Grünalgen bewachsen. Dadurch wurde im Jahr 2024 der sehr gute Zustand im 6-Jahres-Median erreicht.

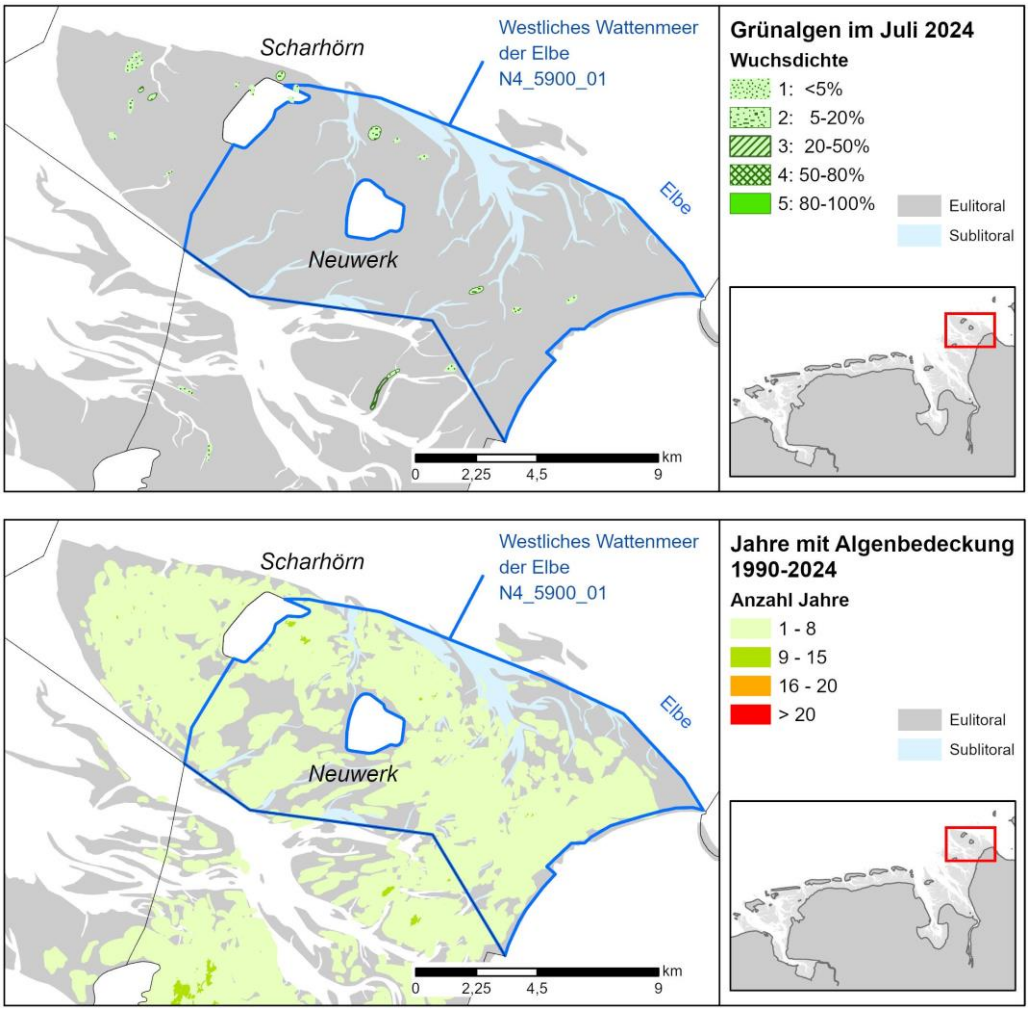


Abb. 10: Verteilung der Grünalgen im Juli 2024 (Jahresmaximum) und Häufigkeit der Algenbedeckung im Zeitraum 1990 – 2024 im Wasserkörper „Westliches Wattenmeer der Elbe“ (N4_5900_01)

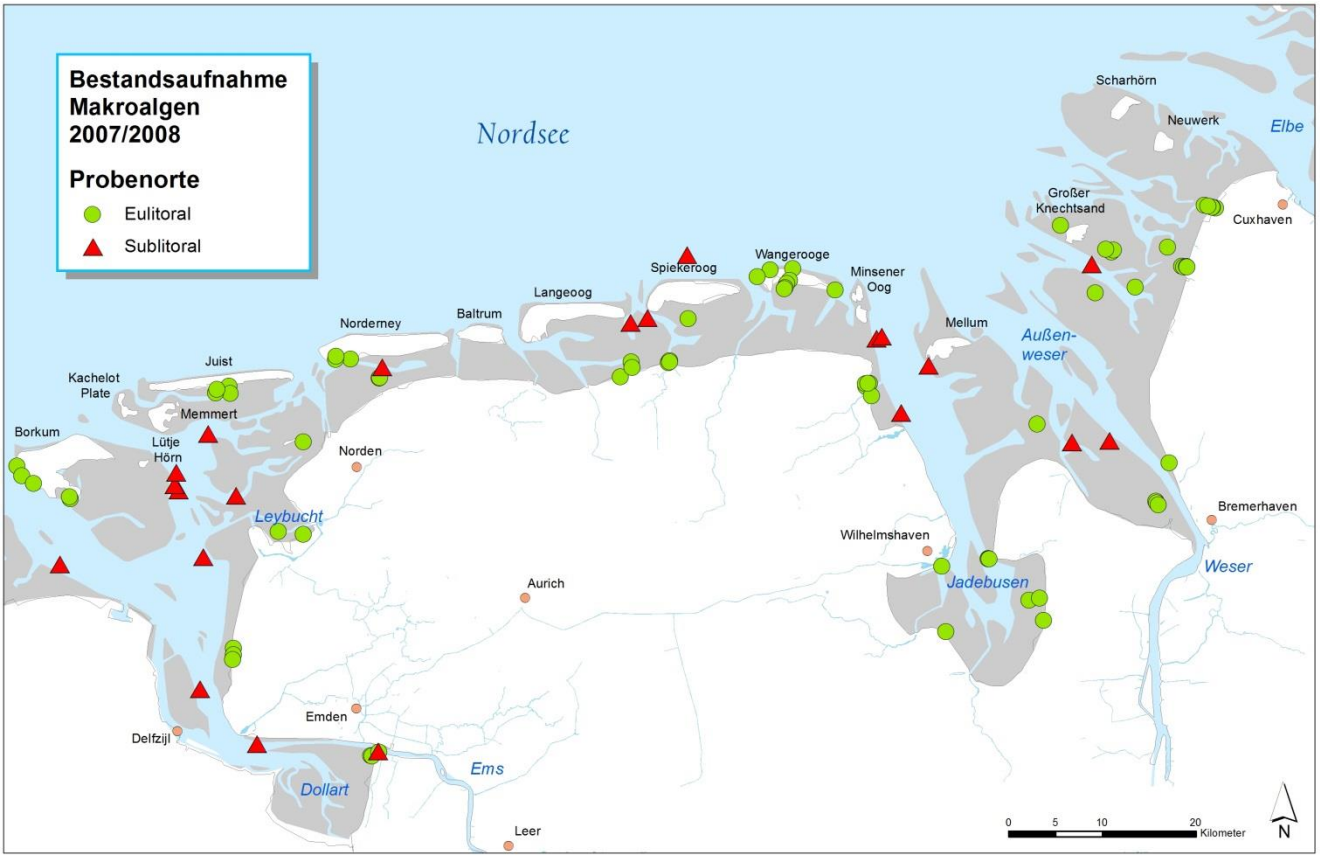


Abb. 11: Probenorte der Bestandsaufnahme von Makroalgen an der niedersächsischen Küste 2007/08 (JAKLIN & DAEHNE 2008, KUHLENKAMP 2008, KOLBE 2009)

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. 10; 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. 11). Diese Aufsammlung – vorwiegend an Hartsubstraten – hatte mit insgesamt 46 Arten ein größeres Artenspektrum ermittelt als jede andere bekannte Einzeluntersuchung im Gebiet. Auch die vorläufige kumulative Artenliste des Gebietes (KOLBE 2006) konnte um 12 Spezies erweitert werden (Tab. 10). 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).

Abb. 12: Reste von Bauwerken im Juister Inselwatt 2008 als Substrat für Makroalgen (Foto: Kolbe)

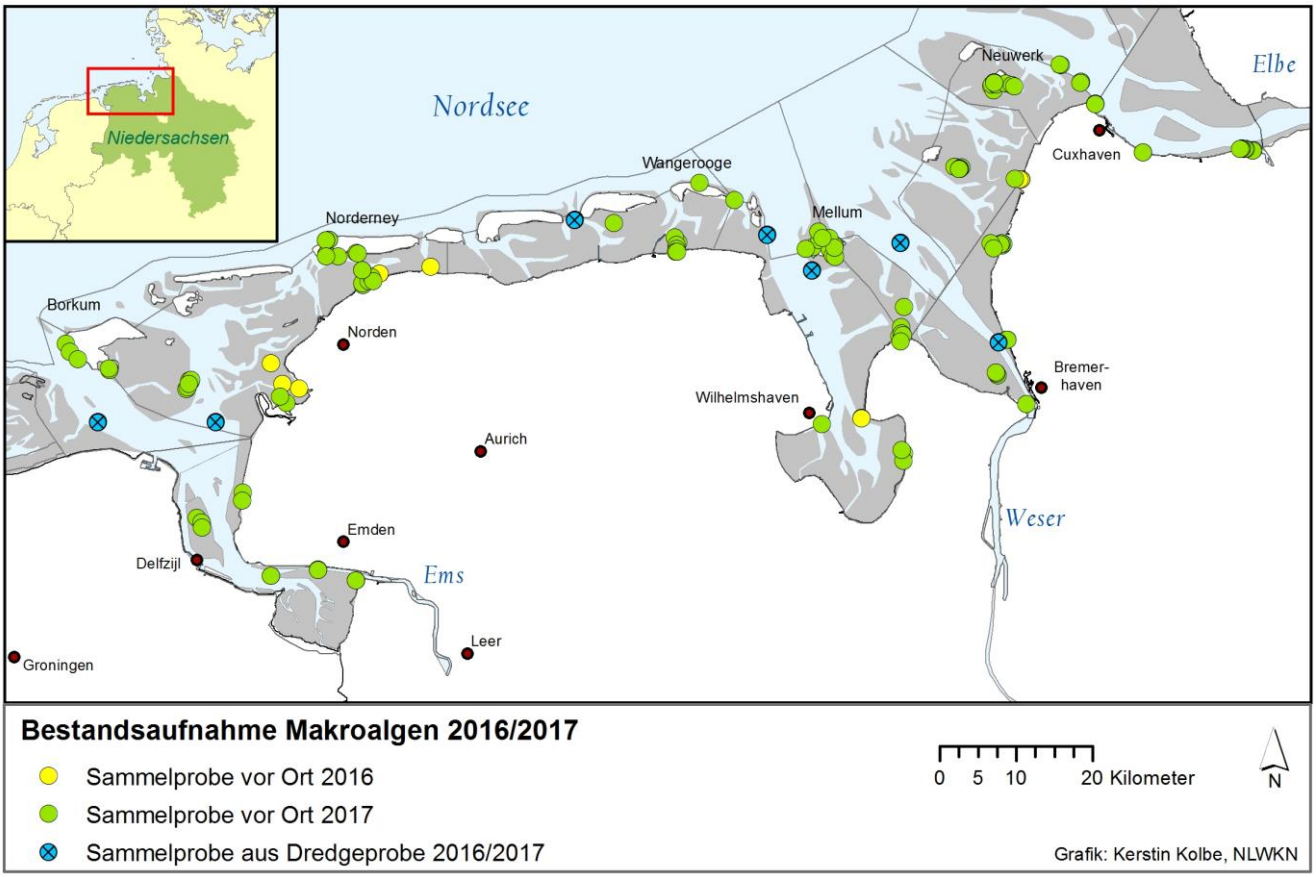


Abb. 13: Probenorte der Bestandsaufnahme von Makroalgen an der niedersächsischen Küste 20016/17 (KUHLENKAMP 2018)

Aus diesem Grunde wurde die Bestandsaufnahme 2016 und 2017 in ähnlichem Umfang wiederholt (Abb. 13; KUHLENKAMP 2018).

Die Aufsammlungen aus 2016-2017 haben zum Nachweis von 41 Taxa geführt (Tab. 10; in Spalte „Daten NLWKN 2009-2017“).

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*[4] dominant, ebenfalls häufig waren *Ulva compressa*, *U. ralfsii, U. torta* und *U. linziformis* (KOEMAN & v. HOGENHUIZEN 1995). Die vollständigen Fundlisten sind Tab. 10 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. Auch 2020 bildete diese Art größere Bestände im ostfriesischen Watt (Abb. 14).

Abb. 14: August 2020 im Baltrumer Watt: Grünalgen, zu kompakten Haufen zusammengespült (u.a. *Chaetomorpha spp.;* Foto: Kolbe)

[4] Ulva (*Enteromorpha) simplex* (K.L.Vinogradova) R.P.T. Koeman & Hoek 1982 wird gegenwärtig als Synonym von *Ulva prolifera* O.F.Müller eingeordnet (GUIRY & GUIRY 2021)

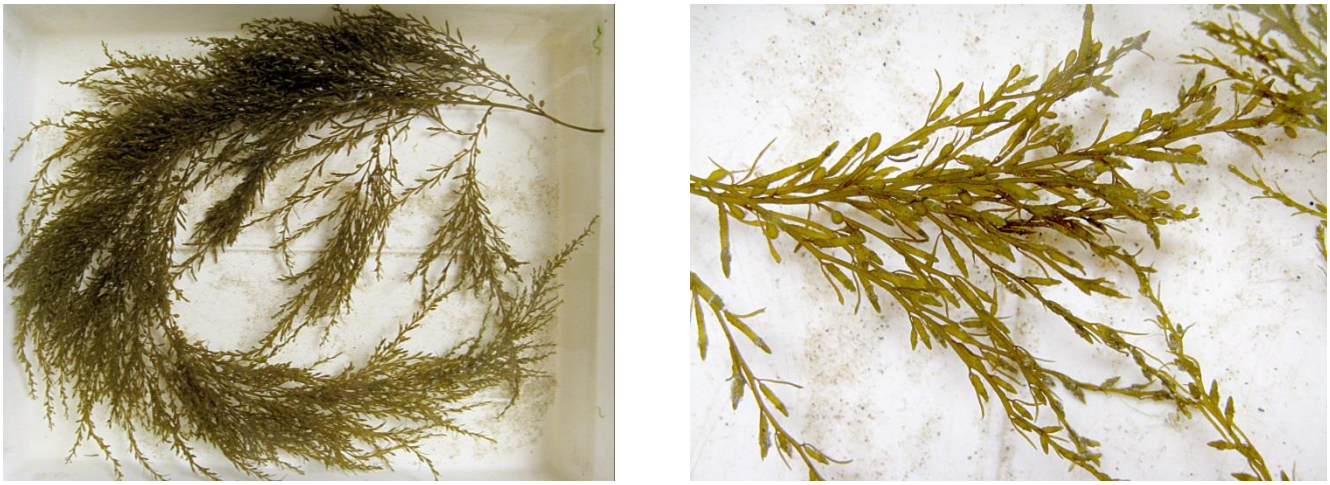


Abb. 15: Japanischer Beerentang *Sargassum muticum* von der niedersächsischen Küste (Fotos: Herlyn 2011); - Maßstabsbalken jeweils ca. 10 cm -

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; KORNMANN & SAHLING 1994; Abb. 15) und die ebenfalls ursprünglich aus Japan stammende Rotalge *Agarophyton vermiculophyllum*[5] (etabliert seit Anfang der 2000er Jahre; RUENESS 2005; Abb. 16). Beide Arten bilden heute stellenweise dichte Bestände an der niedersächsischen Küste.

Abb. 16: *Agarophyton vermiculophyllum* [5]
oben: im Watt bei Spieka (Wesermündung, 2008)
unten: auf *Mya*-Schill angewachsener Thallus
- Maßstabsbalken ca. 10 cm - (Fotos: Kolbe)

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 sollten daher wiederkehrend mit der aktuell gültigen Fassung von internationalen Artenlisten wie z.B. algaebase.org abgeglichen werden (Schories & Selig 2008). Die zweifelsfreie Zuordnung historischer Nachweise zur aktuellen Taxonomie ist dabei nicht immer möglich.

[5] Synonym: *Gracilaria vermiculophylla*

Tab. 10: Potenzielles Arteninventar der niedersächsischen Wattenmeerküste

Florenliste nach SCHORIES et al. 2013 mit Ergänzungen aus lokalen Nachweisen – (nach KOLBE 2006, aktualisiert nach KOLBE 2009 und mit Daten des NLWKN 2009-2017; Abgleich der Nomenklatur mit algaebase.org 01.03.2021)

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

RL (Rote Liste Status nach SCHORIES et. al 2013):
- = kein Nachweis oder nicht etabliert
? = unsicherer Nachweis
X = derzeit nicht als gefährdet angesehen

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

Grünalgen																															
Art	Beschreiber	Ökologische Gruppe	RL Nds. Wattenmeer	RL S-H Wattenmeer	JÜRGENS 1816; Jürgens 1835	EIBEN 1871	LINKE 1939	DIRCKSEN1951	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[2]	DATEN NLWKN 2009-2017[6]
Acrosiphonia arcta	(Dillwyn) Gain, 1912	2	X	X	U	S								1						1				1				1	
Acrosiphonia sonderi	(Kützing) Kornmann, 1962	2	X	X																									
Acrosiphonia spinescens	(Kützing) Kjellmann, 1883	2	X	X																									
Blidingia sp.	Kylin, 1947	2	-	-																							1		
Blidingia chadefaudii	(Feldmann) Bliding, 1963	2	-	-																								1	
Blidingia marginata	(J. Agardh) P.J.L.Dangeard ex Bliding, 1963	2	X	X																				1			1	1	
Blidingia minima	(Nägeli ex Kützing) Kylin, 1947	2	X	X										1						1					1		1	1	
Blidingia subsalsa	(Kjellman) Kornmann & Sahling ex Scagel et al., 1989	2	-	-										1															
Bryopsis hypnoides	J.V.Lamouroux, 1809	2	X	X																			1					1	
Capsosiphon fulvescens	(C.Agardh) Setchell & N.L.Gardner, 1920	2	-	-																								1	
Chaetomorpha aerea	(Dillwyn) Kützing, 1849	2	X	X																						1			
Chaetomorpha ligustica	*(Kützing) Kützing, 1849*	2	-	-	1																							1	
Chaetomorpha linum	(O.F.Müller) Kützing, 1845	2	X	X	1	1	1										1			1			1			1		1	
Chaetomorpha tortuosa	(Dillwyn) Kleen, 1874	2	-	-	S															1							1		
Chaetomorpha spp.	Kützing, 1845	2	-	-																				1					
Cladophora albida	(Nees) Kützing, 1843	2	X	X																									
Cladophora cristata	Kützing, 1843	2	-	-		1																							
Cladophora dalmatica	Kützing, 1843	2	X	X																									
Cladophora fracta	(O.F.Müller ex Vahl) Kützing, 1843	2	-	-	1	1																							
Cladophora fracta var. *intricata*	(Lyngbye) C.Hoek, 1963	2	-	-		1																							
Cladophora glomerata	(Linnaeus) Kützing, 1843	2	-	-	U									1															
Cladophora laetevirens	(Dillwyn) Kützing, 1843	2	X	X																									
Cladophora lehmanniana	(Lindenberg) Kützing, 1843	2	X	X																									
Cladophora liniformis	Kützing, 1849	2																										1	
Cladophora ruchingeri	(C.Agardh) Kützing, 1845	2																								1			
Cladophora rupestris	(Linnaeus) Kützing, 1843	2	X	X	U	S								1													S		
Cladophora sericea	(Hudson) Kützing, 1843	2	X	X	1									1									1				1	1	
Cladophora vagabunda	(Linnaeus) Hoek, 1963	2	X	X	1																		1						
Derbesia marina	(Lyngbye) Solier, 1846	2	-	-																							1		

[6] KUHLENKAMP (2018)

Art	Beschreiber	Ökologische Gruppe	RL Nds. Wattenmeer	RL S-H Wattenmeer	JÜRGENS 1816; JÜRGENS 1835	EIBEN 1871	LINKE 1939	DIRCKSEN1951	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 2009-2017
Gayralia oxysperma	(Kützing) K.L.Vinogradova ex Scagel et al., 1989	2	-	-																							1	1
Gomontia polyrhiza	(Lagerheim) Bornet & Flahault, 1888	2	X	X																								
Hormiscia sp.	Fries, 1835	2																									1	
Klebsormidium rivulare	(Kützing) O.Morison & Sheath, 1985	2												1														
Monostroma grevillei	(Thuret) Wittrock, 1866	2	X	X																								
Percursaria percursa	(C. Agardh) Rosenvinge, 1893	2	X	X	1	1											1						1	1			1	
Phycoseris lanceolata var. *angusta*	Kützing; uncertain	2				1																						
Prasiola stipitata	Suhr ex Jessen, 1848	2	X	X							1																	1
Protomonostroma undulatum	*(Wittrock) K.L.Vinogradova, 1969*	2	-	-																								1
Rhizoclonium hieroglyphicum	(C. Agardh) Kützing, 1845	2	-	-										1														
Rhizoclonium riparium	(Roth) Harvey, 1849	2	X	X	1											1				1			1	1			1	1
Rosenvingiella radicans	(Kützing) Rindi, McIvor & Guiry, 2004	2																									1	
Rosenvingiella polyrhiza	(Rosenvinge) P.C.Silva, 1957	2	-	-							1																	
Spongomorpha aeruginosa	(Linnaeus) Hoek, 1963	2	-	-	S																				1			
Stigeoclonium tenue	(C. Agardh) Kützing, 1843	2	-	-										1														
Ulothrix flacca	(Dillwyn) Thuret in Le Jolis, 1863	2	X	X	1									1														
Ulothrix implexa	(Kützing) Kützing, 1849	2	X	X																								
Ulothrix sp.	Kützing, 1833	2	-	-									1														1	
Ulothrix speciosa	(Carmichael) Kützing, 1849	2	-	-																								1
Ulothrix subflaccida	Wille, 1901	2	X	-																1							1	
Ulothrix zonata	(Weber & Mohr) Kützing, 1843	2	X	-										1														
Ulvella wittrockii	(Wille) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B.Wysor in Nielsen et al., 2013	2	X	X																								
Urospora sp.	Areschoug, 1866	2																									1	
Urospora penicilliformis	(Roth) Areschoug, 1866	2	X	X	1	1							1				1			1								
Gattung Ulva – ehemals Enteromorpha																												
Ulva (Enteromorpha) sp.	Linnaeus, 1753	2	-	-	1	1	1	1					1		1		1	1	1	1	1	1		1	1		1	1
Ulva clathrata	(Roth) C.Agardh, 1811	2	X	X	1	1										1							1	1			1	
Ulva compressa	Linnaeus, 1753	2	X	X	U	1	1		1			1	1	1		1				1			1	1			1	1
Ulva flexuosa	Wulfen, 1803	2	X	X	1					1										1			1	1		1	1	
Ulva flexuosa var. *linziformis*	Alongi, Cormaci & Furnari, 2014	2	X	X																			1	1				
Ulva intestinalis	Linnaeus, 1753	2	X	X	1	1								1									1	1			1	1
Ulva intestinalis var. *crispa*	(Roth) C.Agardh, 1817	2				1																						
Ulva kylinii	(Bliding) Hayden, Blomster, Maggs, P.C.Silva, M.J.Stanhope & J.R.Waaland, 2003	2																						1				
Ulva prolifera	O.F. Müller, 1778	2	X	X		1				1				1		1							1	1			1	1
Ulva radiata	(J.Agardh) Hayden, Blomster, Maggs, P.C.Silva, M.J.Stanhope & J.R.Waaland, 2003	2	X	X																			1	1			1	1
Ulva ralfsii	(Harvey) Le Jolis, 1863	2	X	X																			1	1			1	
Ulva torta	(Mertens) Trevisan, 1841	2	X	X	1															1			1	1			1	1

Art	Beschreiber	Ökologische Gruppe	RL Nds. Wattenmeer	RL S-H Wattenmeer	JÜRGENS 1816; JÜRGENS	EIBEN 1871	LINKE 1939	DIRCKSEN1951	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 2009-2017
Gattung Ulva – ehemals Ulva																												
Ulva (Ulva) sp.	Linnaeus, 1753	2																									1	
Ulva californica	Wille in F.S.Collins, Holden & Setchell 1899	2																									1	1
Ulva curvata	(Kützing) De Toni, 1889	2	X	X																1			1	1			1	
Ulva lactuca	Linnaeus, 1753	2	X	X	1	1	1		1	1		1	1			1				1			1	1	1	1	1	1
Ulva linza	Linnaeus, 1753	2	X	X	1	S	1		1			1	1				1			1			1	1	1		1	1
Ulva pseudocurvata	Koeman & Hoek, 1981	2	-	-																							1	1
Ulva rigida	C.Agardh, 1823	2	X	X																			1	1				
Ulva scandinavica	Bliding, 1969	2	X	X																				1			1	
unsichere Nachweise / Drift / Strandanwurf																												
Bryopsis plumosa	(Hudson) C.Agardh, 1823	2	-	-	U																							
Prasiola crispa	(Lightfoot) Kützing, 1843	2			U																							
Urospora wormskioldii	(Mertens ex Hornemann) Rosenvinge, 1893	2	-	-	U																							

Braunalgen

Art	Beschreiber	Ökologische Gruppe	RL Nds. Wattenmeer	RL S-H Wattenmeer	JÜRGENS 1816; JÜRGENS	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. 199	KOLBE et al. 1995	NIEHOFF 1995	PETERSEN unveröffentl.	KOLBE 2009	DATEN NLWKN 2009-2017
Acinetospora crinita	(Carmichael) Sauvageau, 1899	2	X	X																					
Ascophyllum nodosum	(Linnaeus) Le Jolis, 1863	1	-	-	U	1					1												1	1	1
Chorda filum	(Linnaeus) Stackhouse, 1797	2	X	X	U	1		1	D																
Chordaria flagelliformis	(O.F.Müller) C.Agardh, 1817	2	X	X	S																				
Desmarestia ligulata	(Stackhouse) J.V.Lamouroux, 1813	1			U	S	1																		
Ectocarpus gracillimus	Kützing - unsicher	2	-	-		1																			
Ectocarpus patens	Kützing - unsicher	2	-	-		1																			
Ectocarpus siliculosus	(Dillwyn) Lyngbye, 1819	2	X	X	1	S						1					1								
Spongonema tomentosum	(Hudson) Kützing, 1849	2	-	-	1	S																			
Elachista fucicola	(Velley) Areschoug, 1842	2	X	X	1												1						1	1	
Fucus sp.	Linnaeus, 1753	1	-	-																			1		
Fucus guiryi[7]	Zardi, Nicastro, E.S.Serrão & G.A.Pearson 2011	1	X	X							1										1		1	1	
Fucus serratus	Linnaeus, 1753	1	-	-	S	S		1																	1
(Fucus spiralis)[6]	Linnaeus, 1753	1	X	X							(1)										(1)			(1)	
Fucus vesiculosus	Linnaeus, 1753	1	X	X	1	1		1	1	1	1		1		1	1	1			1		1	1	1	1
Fucus vesiculosus f. *mytili*	(Nienburg) Mathieson & Dawes, 2017	1	X	X										1		1	1	1	1				1		
Gongolaria baccata	(S.G.Gmelin) Molinari & Guiry 2020	1			S	S	1																		
Halidrys siliquosa	(Linnaeus) Lyngbye, 1819	1	-	-	S	S		1																	
Hincksia granulosa	(Smith) P.C.Silva, 1987	2	X	X																					
Leathesia marina	(Lyngbye) Decaisne, 1842	2	-	-	U																				1
Mikrosyphar polysiphoniae	Kuckuck, 1897	2	-	-																					
Myrionema strangulans	Greville, 1827	1	X	X																					
Petalonia fascia	(O.F.Müller) Kuntze, 1898	2	X	X														1	1						
Pogotrichum filiforme	Reinke, 1892	2	-	-																				1	

[7] Nachweise der 2011 neu eingeordneten Art *Fucus guiryi* wurden früher evtl. als *F. spiralis* L. berichtet (ZARDI et al. 2011).

Art	Beschreiber	Ökologische Gruppe	RL Nds. Wattenmeer	RL S-H Wattenmeer	JÜRGENS 1816; 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 2009-2017
Pylaiella littoralis	(Linnaeus) Kjellman, 1872	2	X	X	1	1			1		1		1				1		1					1	1
Sargassum muticum	(Yendo) Fensholt, 1955	1	X	X																					1
Scytosiphon lomentaria	(Lyngbye) Link, 1833	2	X	X													1								
Sphaerotrichia divaricata	(C.Agardh) Kylin, 1940	2	X	X																					
Ulonema rhizophorum	Foslie, 1894	2	X	X																					
unsichere Nachweise / Drift / Strandanwurf																									
Alaria esculenta	(Linnaeus) Greville, 1830	1			U																				S
Asperococcus fistulosus	(Hudson) W.J.Hooker, 1833	2	-	-	U																				
Chaetopteris plumosa	(Lyngbye) Kützing, 1843	2	-	-	U																				
Cladostephus spongiosus	(Hudson) C.Agardh, 1817	2	-	-	U																				
Dictyosiphon foeniculaceus	(Hudson) Greville, 1830	2	-	-	U																				
Himanthalia elongata	(Linnaeus) S.F.Gray, 1821	1	-	-		S																		S	S
Laminaria digitata	(Hudson) J.V.Lamouroux, 1813	1			U																				
Punctaria plantaginea	(Roth) Greville, 1830	2	-	-	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 2009-2017
Acrochaetium secundatum	(Lyngbye) Nägeli, 1858	2	X	X														
Agarophyton vermiculophylla	(Ohmi) Gurgel, J.N.Norris & Fredericq, 2018	2	X	X												1	1	1
Ahnfeltia plicata	(Hudson) Fries, 1836	1	X	X	U												1	
Antithamnionella ternifolia	(J.D.Hooker & Harvey) Lyle 1922	2																1
Bangia atropurpurea	(Mertens ex Roth) C.Agardh, 1824	2	-	-	U			1	1									
Callithamnion corymbosum	(J.E. Smith) Lyngbye, 1819	2	X	X	S													
Callithamnion tetragonum	(Withering) S.F.Gray, 1821	2			U	S	1											
Callithamnion tetricum	(Dillwyn) S.F.Gray, 1821	2	-	-	U		1											
Carradoriella elongata	(Hudson) A.M.Savoie & G.W.Saunders, 2019	2	X	X	1													
Ceramium diaphanum	(Lightfoot) Roth, 1806	2	-	-	U	1												
Ceramium virgatum	Roth, 1797	2	X	X	1	1									1		1	1
Chondrus crispus	Stackhouse, 1797	1	X	X	S												1	1
Colaconema daviesii	(Dillwyn) Stegenga, 1985	2	-	-	U													
Cystoclonium purpureum	(Hudson) Batters, 1902	2	X	X	U													
Dumontia contorta	(S.G.Gmelin) Ruprecht, 1850	2	X	X	U	S												S
Erythrotrichia carnea	(Dillwyn) J.Agardh, 1883	2	X	X														S
Erythrotrichia reflexa	(P.L.Crouan & H.M.Crouan) Thuret ex De Toni, 1897	2	-	-														
Gaillona rosea	(Roth) Athanasiadis, 2016	2			1													
Gracilaria sp.	Greville , 1830																	1
Gracilaria gracilis	(Stackhouse) M.Steentoft, L.M.Irvine & W.F.Farnham, 1995	2	?	X	1	1							1					
Halurus flosculosus	(J.Ellis) Maggs & Hommersand, 1993	1	X	-	U	S	1											
Hildenbrandia rubra	(Sommerfelt) Meneghini, 1841	1	X	X														
Leptosiphonia fibrillosa	(Agardh) A.M.Savoie & G.W.Saunders, 2019	2	-	-	1	S												
Lithothamnion sonderi	Hauck, 1883	1	X	X														
Mastocarpus stellatus	*(Stackhouse) Guiry, 1984*	1	-	-														1
Melobesia membranacea	(Esper) J.V. Lamouroux, 1812	1	X	X														
Melanothamnus harveyi	(Bailey) Díaz-Tapia & Maggs in Díaz-Tapia et al., 2017	2															1	1

Art	Beschreiber	Ökologische Gruppe	RL Nds. Wattenmeer	RL S-H Wattenmeer	JÜRGENS 1816; 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 2009-2017
Plocamium cartilagineum	(Linnaeus) P.S.Dixon, 1967	2	-	-	1	1												
Pneophyllum fragile	Kützing, 1843	1	X	X														
Polysiphonia allochroa	(Roth) Duby, 1830	2	X	X	U													
Polysiphonia stricta	(Mertens ex Dillwyn) Greville, 1824	2	-	-	1	S											1	
Porphyra sp.	C.Agardh, 1824	2								1		1					1	1
Porphyra purpurea	(Roth) C.Agardh, 1824	2	-	-	U	1				1	1	1		1				?
Porphyra umbilicalis	Kützing, 1843	2	-	-				1			1		1	1	1	1	1	1
Rhodochorton purpureum	(Lightfoot) Rosenvinge, 1900	2	-	-	1													
Stylonema alsidii	(Zanardini) K.M.Drew, 1956	2	X	X														
Titanoderma pustulatum	(J.V.Lamouroux) Nägeli in Nägeli & C.E.Cramer, 1858	1	X	X														
Vertebrata fucoides	(Hudson) Kuntze, 1891	2	X	X	1	1		1									1	1
Vertebrata nigra	(Hudson) Díaz-Tapia & Maggs in Díaz-Tapia et al., 2017	2	-	-	1	S												
unsichere Nachweise / Drift / Strandanwurf																		
Antithamnionella floccosa	(O.F.Müller) Whittick, 1980	2	-	-	U													
Coccotylus truncatus	(Pallas) M.J.Wynne & J.N.Heine, 1992	2	-	-	U													
Compsothamnion thuioides	(J.E.Smith) Nägeli, 1862	2			U													
Cryptopleura ramosa	(Hudson) L.Newton, 1931	2			U													
Halarachnion ligulatum	(Woodward) Kützing, 1843	2	-	-	U													
Hypoglossum hypoglossoides	(Stackhouse) F.S.Collins & Hervey, 1917	2			U													
Lomentaria articulata	(Hudson) Lyngbye, 1819	2			U	S												
Lomentaria clavellosa	(Lightfoot ex Turner) Gaillon, 1828	2	-	-	U													
Nemalion elminthoides	(Velley) Batters, 1902	2	-	-	U													
Palmaria palmata	Weber & Mohr, 1805	1			U													
Phycodrys rubens	(Linnaeus) Batters, 1902	1	-	-	U													
Phyllophora pseudoceranoïdes	(S.G.Gmelin) Newroth & A.R.A.Taylor ex P.S.Dixon & L.M.Irvine, 1977	1	-	-	U													
Pleonosporium borreri	(J.E.Smith) Nägeli, 1862	2			U													
Ptilota gunneri	P.C.Silva, Maggs & L.M.Irvine in Maggs & Hommersand, 1993	1			U													
Rhodomela confervoides	(Hudson) P.C.Silva, 1952	1	X	X	U	S												
Rhodothamniella cf. floridula	(Dillwyn) Feldmann, 1978	2	-	-													S	
Spermothamnion repens	(Dillwyn) Magnus, 1873	2	-	-	U													
Vertebrata byssoides	(Goodenough & Woodward) Kuntze, 1891	2	-	-	U													
Vertebrata lanosa	(Linnaeus) T.A.Christensen, 1967	2	-	-	U	S											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., N. BRENNHOLT & J. PIONTEK (2004): Der grüne Sand: Zur Verbreitung und Ökophysiologie von *Euglena viridis* var. *maritima* /Flagellata, Euglenophyceae) im niedersächsischen Wattenmeer. – Abschlussbericht Forschungsprojekt der Niedersächsischen Wattenmeerstiftung Nr. 28/02, November 2004

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 Kuhlenkamp (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.

KUHLENKAMP, R. (2018): Makroalgenbeprobung 2016 und 2017 des niedersächsischen Wattenmeeres - Taxonomische Bearbeitung, Biomasseanalyse, Ökologische Einordnung EUNIS - Bericht im Auftrag des NLWKN, Phycomarin Hamburg, 33 S.

NLWKN (2010): Umsetzung der EG-WRRL – Bewertung des ökologischen Zustands der niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässer. – NLWKN (Hg.) Küstengewässer und Ästuare, 1: 58 S.

NLWKN (2013): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN), Gütemessnetz Übergangs- und Küstengewässer 2013. - NLWKN (Hg.). Küstengewässer und Ästuare, 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* (Gracilariales, 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, Rhodophycheae et Fucophyceae) Deutschlands. - Schriftenreihe für Vegetationskunde, 28, BfN (Hg.), Bonn-Bad Godesberg: 577-607.

SCHORIES, D., KUHLENKAMP, R., SCHUBERT, H. & U. SELIG (2013): Rote Liste und Gesamtartenliste der marinen Makroalgen (Chlorophyta, Phaeophyceae et Rhodophyta) Deutschlands. – In: BECKER, N., HAUPT, H., HOFBAUER, N., LUDWIG, G. &S. NEHRING (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilz Deutschlands, Band 2: Meeresorganismen. Münster (Landwirtschaftsverlag); Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (2): S. 179-229

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. (1816). Algae aquaticae quas et in littora maris dynastiam jeveranam et frisiam orientalem alluentis rejectas et in harum terrarum aquis habitantes. Decaden 1-3. pp. [1-38]. Hannover.

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.

KUHLENKAMP, R. (2018): Makroalgenbeprobung 2016 und 2017 des niedersächsischen Wattenmeeres - Taxonomische Bearbeitung, Biomasseanalyse, Ökologische Einordnung EUNIS - Bericht im Auftrag des NLWKN, Phycomarin Hamburg, 33 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 nieder-

sächsischen 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 Buhnen 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, Rhodophycheae 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.

ZARDI, G.I., NICASTRO, K.R., CANOVAS, F., COSTA, J.F., SERRÃO, E.A. & PEARSON, G.A. (2011). Adaptive traits are maintained on steep selective gradients despite gene flow and hybridization in the intertidal zone. PLoS ONE 6(6): 1-13.

6.2 Quellen im Internet

AlgaeBase:
M.D. GUIRY IN GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. 2021. ALGAEBASE. WORLD-WIDE ELECTRONIC PUBLICATION, NATIONAL UNIVERSITY OF IRELAND, GALWAY. HTTP://WWW.ALGAEBASE.ORG; SEARCHED ON 01 MARCH 2021.
http://www.algaebase.org

World Register of Marine Species WoRMS
http://www.marinespecies.org