

Meereswissenschaftliche Berichte

Marine Science Reports



No 90 2012

**Biologische Bedingungen in der deutschen
ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee
im Jahre 2011**

Norbert Wasmund, Lutz Postel und Michael L. Zettler

"Meereswissenschaftliche Berichte" veröffentlichen Monographien und Ergebnisberichte von Mitarbeitern des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung Warnemünde und ihren Kooperationspartnern. Die Hefte erscheinen in unregelmäßiger Folge und in fortlaufender Nummerierung. Für den Inhalt sind allein die Autoren verantwortlich.

"Marine Science Reports" publishes monographs and data reports written by scientists of the Leibniz Baltic Sea Research Institute Warnemünde and their co-workers. Volumes are published at irregular intervals and numbered consecutively. The content is entirely in the responsibility of the authors.

Schriftleitung: Dr. Norbert Wasmund
(norbert.wasmund@io-warnemuende.de)

Die elektronische Version ist verfügbar unter / The electronic version is available on:
<http://www.io-warnemuende.de/meereswissenschaftliche-berichte.html>

ISSN 2195-657X

Dieser Artikel wird zitiert als / This paper should be cited as:

Norbert Wasmund¹, Lutz Postel¹, Michael L. Zettler¹: Biologische Bedingungen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee im Jahre 2011. Meereswiss. Ber., Warnemünde, 90 (2012)

Adressen der Autoren:

¹ Leibniz Institute for Baltic Sea Research (IOW), Seestraße 15, D-18119 Rostock-Warnemünde, Germany

E-mail des verantwortlichen Autors: norbert.wasmund@io-warnemuende.de

Meereswissenschaftliche Berichte
MARINE SCIENCE REPORTS

No. 90

**Biologische Bedingungen in der deutschen
ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee
im Jahre 2011**

von
Norbert Wasmund, Lutz Postel und Michael L. Zettler

**Leibniz-Institut für Ostseeforschung
Warnemünde
2012**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abstract	5
Kurzfassung	6
1. Einleitung	7
2. Material und Methoden	9
2.1 Beprobungs-Strategie	9
2.2 Phytoplankton	10
2.3 Chlorophyll	11
2.4 Mesozooplankton	12
2.5 Makrozoobenthos	14
2.6 Qualitätssicherung	16
3. Ergebnisse	17
3.1 Phytoplankton	17
3.1.1 Artenspektrum im mehrjährigen Vergleich	17
3.1.2 Biomasse und Verbreitung häufiger Arten	22
3.2 Chlorophyll	30
3.3 Mesozooplankton	34
3.3.1 Rückblick und Zielstellung 2011	34
3.3.2 Artenvielfalt und Abundanzen	35
3.3.3 Spezielle Arten	39
3.3.3.1 Beispiel Warmwasserarten: <i>Penilia avirostris</i>	39
3.3.3.2 Beispiel Eutrophierungs-Indikator (?): <i>Alaurina composita</i>	40
3.3.3.3 Beispiel eingewanderte Arten: <i>Pseudodiaptomus marinus</i>	43
3.4 Makrozoobenthos	44
3.4.1 Sedimentdaten	44
3.4.2 Artenzahl	44
3.4.3 Abundanz	48
3.4.4 Biomasse	49
3.4.5 Variationen von 2008 bis 2011	50
3.4.5.1 Variation der Artenvielfalt	51
3.4.5.2 Variation der Abundanz	51
3.4.5.3 Variation der Biomasse	54
3.4.6 Vergleich Frühjahr und Herbst	56
3.4.7 Lebensgemeinschaften	57
3.4.8 Rote Liste	60
3.4.9 Eingeschleppte Arten (Neozoen)	61
Zusammenfassung	62
Summary	64
Danksagung	67
Literaturverzeichnis	67
ANHANG	73

Abstract

The year 2011 was the fourth year of a complex biological monitoring in the German exclusive economical zone of the North Sea, conducted by the Leibniz Institute of Baltic Sea Research Warnemünde (IOW) and commissioned and supported by the Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH). Phytoplankton (incl. chlorophyll *a*) and mesozooplankton were investigated at 12 stations, macrozoobenthos at 13 stations. The plankton was sampled on 5 cruises and the zoobenthos on 2 cruises.

The phytoplankton comprised 140 taxa, most of them belonging to the diatoms. The lowest diversity was found in March (60 taxa) and the highest in August/September (95 taxa). The diversity was unusually high (63 taxa) in January 2011. We found 193 phytoplankton taxa in the whole investigation period from 2008 to 2011. The recorded species *Cyclotella choctawhatcheeana* was probably not reported before in the investigation area. Some hitherto relatively abundant species were not found in 2011, as *Thalassiosira pacifica*, *Proboscia indica*, *Planktolyngbya limnetica*, *Coscinodiscus granii* and *Prorocentrum minimum*.

The spring bloom 2011 was met only at station DTEND. This became visible from the annual course of chlorophyll concentrations, which were derived from satellite data. The chlorophyll maximum was recorded in August at station ES1 with 7.77 mg/m³.

Mesozooplankton analysis led to 139 taxa in 2011 with Arthropoda being the most common group. In January, the calanoids dominated, followed by the cyclopoids. In the summer, the total number of taxa grew in all regions compared to the January situation. The abundance of the "warm water" – cladoceran *Penilia avirostris* is temperature-dependent and declined currently. The abundance of turbellarian *Alaurina composita* was also declining. Three specimens of *Pseudodiaptomus marinus* were collected in November 2011 off Borkum, introduced by ballast water from the Indo-Pacific region.

In the macrozoobenthos, 291 taxa were found in spring and autumn 2011 at 13 stations. The species number varied from 25 (AMRU2-spring) to 113 (ENTE3-autumn) in the samples. With 153 species (both campaigns added) the station in the central North Sea (ENTE3) was most diverse. The species richness was always higher in autumn than in spring. The ash free dry weight at stations ranged from 1.3 g/m² in spring to 111.5 g/m² in autumn, both values from station ENTE3. The very high value was caused by the occurrence of adults of the ocean quahog *Arctica islandica*. Two distinct groups of stations could be distinguished by cluster analysis based on different water depths, sediment characteristics and macrozoobenthic assemblages. 52 species from the Red List could be observed during this study, with *Halcampa duodecimcirrata* belonging to the category 1 (critically endangered) and two species belonging to the category 2 (endangered).

Kurzfassung

Das Jahr 2011 war das vierte Jahr, in dem das biologische Monitoring im deutschen offshore-Bereich (meistens AWZ) der Nordsee durch das IOW im Auftrage des BSH durchgeführt wurde. Es wurde das Phytoplankton (einschl. Chlorophyll a) und Mesozooplankton an 12 Stationen und das Makrozoobenthos an 13 Stationen untersucht. Das Plankton wurde auf 5 Fahrten, das Benthos lediglich auf der Frühjahrs- und Herbstfahrt beprobt.

Im Phytoplankton wurden 140 Taxa gefunden, von denen die meisten zu den Kieselalgen gehörten. Bereits im Januar 2011 lag mit 63 Arten eine für den Winter ungewöhnlich hohe Diversität vor. Im gesamten Untersuchungszeitraum von 2008 bis 2011 fanden wir 193 Phytoplankton-Taxa. Die von uns nachgewiesene Art *Cyclotella choctawhatcheeana* wurde wahrscheinlich bisher für das Untersuchungsgebiet noch nicht berichtet. Einige zuvor recht abundante Arten wie *Thalassiosira pacifica*, *Proboscia indica*, *Planktolyngbya limnetica*, *Coscinodiscus granii* und *Prorocentrum minimum* wurde im Jahre 2011 nicht gefunden.

Im Jahre 2011 wurde die Frühjahrsblüte mit unserer Probennahme nur an Station DTEND erfasst. Das wurde aus den Jahresgängen der Chlorophyll-Konzentration erkannt, die aus Satellitendaten abgeleitet wurden. Das Chlorophyll-Maximum registrierten wir in unseren Meßdaten erst im August an Station ES1 mit 7,77 mg/m³.

Im Zooplankton wurden 139 Taxa im Jahre 2011 registriert, wobei die Arthropoden die häufigste Gruppe darstellten. Im Januar dominierten die calanoiden Copepoden, gefolgt von den Cyclopoiden. Im Sommer wuchs die Gesamtzahl der Taxa in allen Regionen gegenüber der Januar-Situation. Die Abundanz der „Warmwasser“-Cladocerenart *Penilia avirostris* ist temperaturabhängig und war rückläufig. Die bislang im Gebiet unbekannt Copepodenart *Pseudodiaptomus marinus* wurde mit drei Exemplaren in der Novemberprobe vor Borkum registriert; sie wurde mit Ballastwasser aus dem Indo-Pazifischen Raum eingetragen.

Im Makrozoobenthos konnten im Frühjahr und im Herbst 2011 an 13 Stationen insgesamt 291 Taxa festgestellt werden. Die Artenzahlen schwankten zwischen den Stationen und Beprobungsterminen zwischen 25 (AMRU2-Frühjahr) und 113 (ENTE3-Herbst). Wenn beide Beprobungstermine zusammengefasst wurden, war die Station in der zentralen Nordsee (ENTE3) mit 153 Arten die artenreichste. Im Herbst waren Artenzahl und Besiedlungsdichten höher als im Frühjahr. Die aschefreie Trockenmasse an den Stationen reichte von 1.3 g/m² im Frühjahr bis 111,5 g/m² im Herbst, beides an Station ENTE3, wobei dieser hohe Wert durch das Vorkommen adulter Islandmuscheln (*Arctica islandica*) bedingt war. Mit Hilfe der Clusteranalyse konnten zwei Gruppen von Stationen unterschieden werden, die sich maßgeblich auf Grund der unterschiedlichen Wassertiefe und Sedimentbeschaffenheit und der einhergehenden unterschiedlichen benthischen Besiedlung voneinander trennten. 52 Arten aus der Roten Liste wurden gefunden. Davon gehörten *Halcaampa duodecimcirrata* der Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht), und zwei weitere Arten der Kategorie 2 (stark gefährdet) an.

1. Einleitung

Dem Meer kommt als Ressource für Wirtschaft (z.B. Fischerei, Öl-, Kies- und Energiegewinnung, Transportweg) und Erholung (Strand-Tourismus, Kreuzfahrt-Tourismus) eine wachsende Bedeutung zu. Deshalb ist die Erhaltung der Gewässerqualität und somit auch die Überwachung des biologischen Zustandes der Nordsee von hoher gesellschaftspolitischer und sozio-ökonomischer Relevanz, sowohl auf Landes-, Bundes- als auch europäischer Ebene. Die Aktivitäten der deutschen Küstenländer zur Überwachung und Bewertung des Gewässerzustandes werden in dem Bund-Länder-Meßprogramm (BLMP, siehe <http://www.blmp-online.de/Seiten/Infos.html>) zusammengeführt, um den wachsenden Qualitätsanforderungen besser gerecht zu werden und die Anforderungen seitens anderer Richtlinien (OSPAR, WRRL, MSRL etc., siehe unten) mit abzudecken. Das BLMP wurde durch den BLANO (Bund-Länder Ausschuss Nord- und Ostsee) abgelöst. Ein entsprechendes Verwaltungsabkommen zwischen Bund und Ländern wurde gezeichnet. Die 1.Sitzung des BLANO hat Ende Januar 2012 stattgefunden.

Die internationale Konvention, die speziell zum Schutz der Meeresumwelt im Nordseebereich zuständig ist, ist die Oslo-Paris-Kommission (OSPAR, siehe <http://www.ospar.org/>). Die von den Partnern erhobenen Daten werden über die nationalen Koordinatoren, in Deutschland die Datenbank des BSH, in eine gemeinsame Datenbank eingespeist, die beim ICES (International Council for the Exploration of the Sea, siehe <http://www.ices.dk/indexnofla.asp>) angesiedelt ist. Die Zulieferung von Daten verschiedener Partner erfordert eine genaue Abstimmung der Methoden zur Entnahme, Bearbeitung und Auswertung der Proben. ICES, OSPAR und HELCOM haben über viele Jahre in gemeinsamen Arbeitsgruppen die Qualitätssicherung der Daten betrieben und die Methoden weitgehend abgestimmt. Das Europäische Komitee für Normung (CEN, siehe <http://www.cen.eu/cenorm/homepage.htm>) entwickelt europaweit gültige Methodenvorschriften. Diese sind weitgehend mit den von uns seit vielen Jahren konsequent angewendeten HELCOM-Methoden konsistent.

Den gesetzlichen Rahmen für die forcierte internationale Zusammenarbeit zum Schutz der Küstengewässer und offenen Seegebiete bilden die EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, siehe <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:DE:HTML; EUROPEAN UNION, 2000>) und die EG-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL, siehe <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:DE:PDF; EUROPEAN UNION 2008>). Die Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (RICHTLINIE 2008/56/EG) schafft den Ordnungsrahmen für die notwendigen Maßnahmen aller EU-Mitgliedsstaaten, um bis 2020 einen „guten Zustand der Meeresumwelt“ in allen europäischen Meeren zu erreichen oder zu erhalten. Zu ihrer Implementierung in den deutschen Bereichen von Nordsee und Ostsee müssen bis 2012 u.a. erfolgen:

- eine Anfangsbewertung der Meere,
- die Beschreibung des guten Umweltzustandes und
- die Festlegung der Umweltziele.

Entwürfe zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie wurden unter Federführung des BfN in Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachbehörden des Bundes und der Bundesländer Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Hamburg erstellt. Diese wurden unter <http://www.meeresschutz.info/index.php/berichte.html> der Öffentlichkeit zur Diskussion vorgestellt. Entsprechende Monitoringprogramme sind zu unterhalten bzw. aufzubauen. Ein darauf aufbauendes Maßnahmenprogramm sowie ein Netz an Meeresschutzgebieten vervollständigen die Meeresstrategie mit ihrem Ziel, den guten Zustand der Meeresumwelt zu erhalten oder wo erforderlich wieder herzustellen.

Das ozeanografische und meereschemische Monitoringprogramm des BSH in der offenen Nordsee wurde seit dem Jahre 2008 durch ein biologisches Monitoring ergänzt. Diese Aufgabe wurde dem Leibniz-Institut für Ostseeforschung (IOW) übertragen, das bereits das Ostsee-Monitoring im Auftrage des BSH durchführt. Zahlreiche Synergieeffekte machen das Paket aus Ostsee- und Nordseemonitoring wesentlich effizienter als wenn jede Aufgabe separat an verschiedene Auftragnehmer übertragen worden wäre. Da die wissenschaftliche Verantwortung für die bearbeiteten Fachgebiete (Phytoplankton, Zooplankton, Zoobenthos) sowohl für Ostsee als auch für Nordsee jeweils in einer Hand liegt, konnte das Nordsee-Monitoring von Anfang an mit hoher Expertise und ohne Anlaufschwierigkeiten durchgeführt werden. Die eingesetzten Methoden und Geräte waren erprobt und die Datenqualität von Anfang an gewährleistet. Laufende Qualitätssicherungs-Aktivitäten, die für das Ostsee-Monitoring ohnehin erforderlich waren, sind ohne Mehraufwand auf die Nordsee übertragbar. Auch die Mitarbeit in BLMP-Arbeitsgruppen und einzelnen internationalen Arbeitsgruppen kann trotz der Dopplung der Arbeitsaufgabe ohne erheblichen personellen Mehraufwand erfolgen. Insofern war die Betrauung des IOW mit dem Nordsee-Monitoring eine effizienzsteigernde Entscheidung.

Das biologische Monitoring erlangt wegen der Forderungen der MSRL eine zunehmende Bedeutung, da die meisten Indikatoren für die Einschätzung des Umweltzustandes biologischer Natur sind. Die vergangenen vier Jahre des biologischen Nordsee-Monitorings können bereits als Grundlage für die geforderte Anfangsbewertung dienen. Da die Verwaltungsvereinbarung zwischen BSH und IOW für das biologische Nordseemonitoring nicht verlängert worden ist, stellt der vorliegende Bericht für das Jahr 2011 praktisch auch einen Abschlußbericht für den Zeitraum 2008 bis 2011 dar. Es werden wie in den vorigen Berichten primär die Ergebnisse des Vorjahres dargestellt, aber in diesem Falle werden auch die Daten des gesamten 4-jährigen Untersuchungszeitraumes berücksichtigt.

Die Bearbeitung des Phytoplankton- und Chlorophyllkapitels lag in den Händen von Dr. NORBERT WASMUND. Die Zooplanktonpassagen wurden von Dr. LUTZ POSTEL verfasst und der Makrozoobenthosteil von Dr. MICHAEL L. ZETTLER.

2. Material und Methoden

2.1 Beprobungs-Strategie

Die Aufgaben des IOW sind im Arbeitsplan des BSH festgelegt (BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE 2011). Im Einzelnen umfasst das biologische Monitoring am IOW die Bestimmung der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des Phytoplanktons, Mesozooplanktons und Makrozoobenthos sowie die Bestimmung des Chlorophyll-a-Gehalts von Wasserproben.

Es wurden 5 Fahrten durchgeführt (siehe Tab. 1). Makrozoobenthosproben wurden nur im März und November genommen (Tab. 3).

Aus dem umfangreichen Stationsnetz des BSH sind 12 Stationen für die biologischen Untersuchungen ausgewählt, die die ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) Deutschlands möglichst gleichmäßig abdecken. Lediglich die Station ES₁ liegt im Küstenmeer; sie wurde in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, um mögliche Auswirkungen durch den nahegelegenen Windpark identifizieren zu können. Das Makrozoobenthos wurde auch von einer zusätzlichen 13. Station (ENTE₃) untersucht. Die Stationen für die Plankton- und Benthos-Untersuchungen sind in Tab. 2 und 3 aufgelistet und in Abb. 1 dargestellt. In Tab. 3 ist die geografische Lage angegeben.

Tab. 1: Die Nordsee-Fahrten des BSH im Jahre 2011, auf denen das biologische Monitoring durchgeführt wurde.

Table 1: The cruises of the BSH of the year 2011, which were used for the biological monitoring.

Fahrttermin	Schiff	Fahrtleiter
18.1.-24.1.2011	Celtic Explorer	Dr. Stefan Schmolke
15.3.-23.3.2011	Celtic Explorer	Dr. Sieglinde Weigelt-Krenz
24.5.-2.6.2011	Atair	Dr. Norbert Theobald
27.8.-5.9.2011 (2. FA)	Celtic Explorer	Dr. Sieglinde Weigelt-Krenz
31.10.-8.11.2011	Celtic Explorer	Achim Schulz

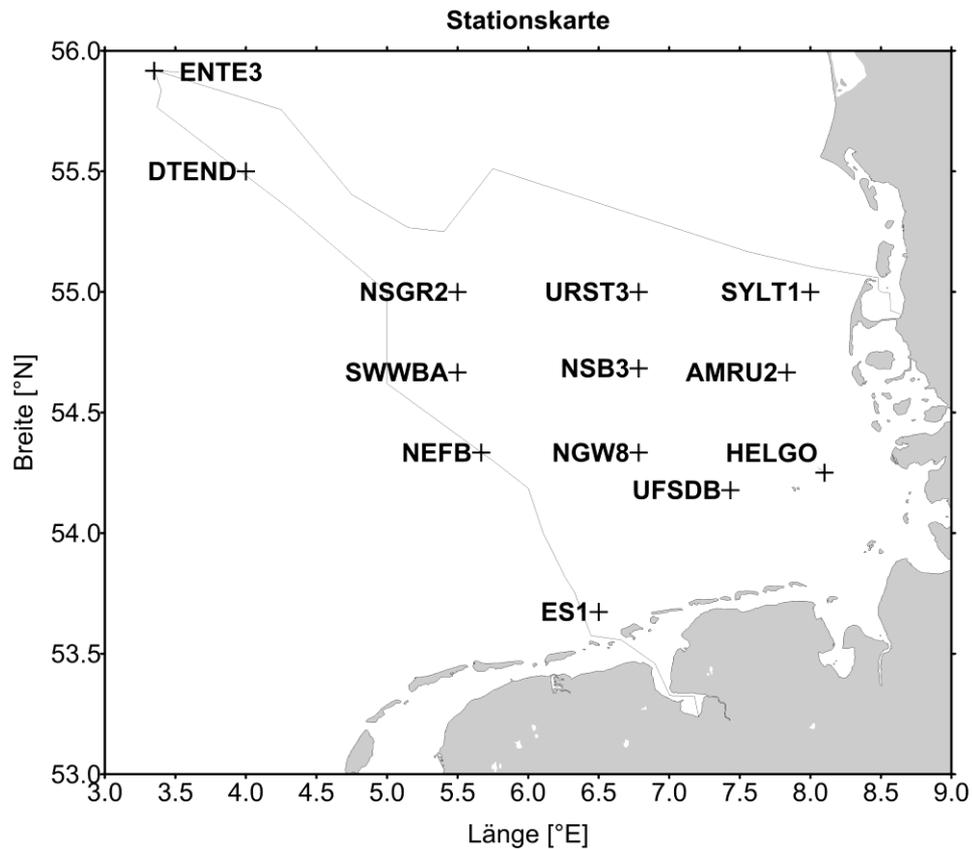


Abb. 1: Die Stationen des biologischen Monitoring in der deutschen AWZ der Nordsee. Die Station ENTE₃ ist eine zusätzliche Station, an der für das IOW nur Zoobenthosproben genommen wurden.

Fig. 1: The stations of biological monitoring in the German Exclusive Economic Zone of the North Sea. Station ENTE₃ is an additional station for zoobenthos samples.

2.2 Phytoplankton

Das Phytoplankton wird durch eine über die oberen 10 m der Wassersäule genommene Probe repräsentiert. Zur Herstellung dieser Oberflächen-Mischprobe wird Wasser von 1 m, 2,5 m, 5 m, 7,5 m und 10 m Tiefe zu gleichen Teilen gemischt. Bei Vorliegen interessanter Strukturen (z.B. markante Fluoreszenzmaxima im Tiefenprofil) wird auch aus dieser Wassertiefe eine zusätzliche Probe genommen. Die Proben (200 ml) werden mit 1 ml saurer Lugolscher Lösung fixiert und bis zur Auswertung gelagert (max. 6 Monate).

Die Biomasse der einzelnen Phytoplanktonarten wird mikroskopisch entsprechend der traditionellen Methode nach UTERMÖHL (1958) bestimmt. Bei der Zählung werden die Individuen nicht nur nach Taxa, sondern auch nach Größenklassen entsprechend der HELCOM-Strategie (OLENINA et al. 2006) eingeteilt. Diese Strategie wird von ICES auch für die Nordsee gefordert. Um eine statistisch akzeptable Abschätzung zu erhalten, wurden von

den häufigsten Arten mindestens 50 Individuen gezählt, so dass ein statistischer Zählfehler für die häufigsten Einzelarten von etwa 28 % angenommen werden kann. Insgesamt kommt man pro Probe auf mindestens 500 gezählte Individuen. Damit wird der Fehler für die Gesamtbiomasse deutlich geringer (< 10 %). Jeder Art bzw. Größenklasse entspricht ein charakteristisches Individuenvolumen (Berechnung nach HELCOM, 2010). Dieses wird mit der Anzahl der gezählten Individuen multipliziert, um auf das Biovolumen der jeweiligen Art zu kommen. Bei Annahme einer Dichte von 1 g cm^{-3} entspricht das Biovolumen zahlenmäßig der Biomasse (Frischmasse).

Die Berechnung und Datenausgabe erfolgte mit Hilfe des Zählprogramms OrgaCount der Firma AquaEcology.

Das Zählprogramm greift auf eine Artenliste zurück, in der bereits Kalkulationsfaktoren für die Biomasseberechnung enthalten sind. Wir benutzen die HELCOM-Liste (http://www.helcom.fi/groups/monas/en_GB/biovolumes/), die während des Arbeitens mit den gefundenen Nordsee-Arten erweitert wird. Die Artnamen werden mit den Listen von ITIS (<http://www.itis.gov/>) und ERMS (<http://www.marbef.org/data/aphia.php?p=search>), sowie moderster Literatur (z.B. THRONSEN et al. 2007, HOPPENRATH et al. 2009, KRABERG et al. 2010, HALLEGRAEFF et al. 2010.) abgestimmt. Bei der Festlegung der Größenklassen berücksichtigen wir die ICES-Vorgabe (<http://www.ices.dk/datacentre/reco/reco.asp>).

2.3 Chlorophyll

Da das Chlorophyll a in allen Pflanzenzellen, also auch im Phytoplankton, einen bestimmten Anteil an der Biomasse ausmacht, kann man seine Konzentration als ein Maß für die Gesamtbiomasse des Phytoplanktons annehmen. 1 mg Chlorophyll a soll etwa 30 (im Frühjahr und Herbst) bis 60 (im Sommer) mg organischem Kohlenstoff der Algen entsprechen (nach GARGAS et al. 1978). 1 mg organischer Kohlenstoff entspricht etwa 9 mg Algen-Frischmasse (EDLER 1979). Derartige Umrechnungen können nur zu groben Abschätzungen führen, da die Faktoren sehr variabel sind. Zum Beispiel unterliegt die Chlorophyll a-Konzentration einem deutlichen Tagesgang (HINTZE et al. 1999). Es wird deshalb im Allgemeinen auf Umrechnungen verzichtet und die Chlorophyll a-Konzentration direkt angegeben. Sie gibt zwar keine Informationen über die Zusammensetzung des Phytoplanktons, hat aber folgende Vorteile:

- robuste Methode, dadurch geringere Gefahr von Fehlbestimmungen,
- schnelle und preiswerte Methode, dadurch Möglichkeit einer häufigeren Bestimmung,
- erfordert keine Expertise bezüglich Phytoplanktonarten,
- einfache Datenstruktur, dadurch einfache Datenbearbeitung und Datenaustausch.

Proben zur Bestimmung der Chlorophyll a – Konzentrationen wurden in der Regel parallel zu den Phytoplankton-Proben entnommen. Pro Entnahmetiefe (1 m, 5 m, 10 m, 15 m und 20 m) wurden 200-500 ml Probenwasser durch Glasfaserfilter (Whatman GF/F) filtriert. Die Filter

wurden dann in flüssigem Stickstoff (−196 °C) schock-gefrostet und im Institut für maximal 3 Monate bei -80 °C gelagert. Sie wurden mit 96 %igem Ethanol extrahiert, wie es von HELCOM vorgeschrieben ist. Dadurch konnte auf Homogenisation und Zentrifugation verzichtet werden. Die verwendete Methode zur Bestimmung des Chlorophyll a wurde ausführlich von WASMUND et al. (2006) beschrieben.

Es gibt mehrere Methoden zur Messung und Berechnung der Chlorophyll a-Konzentration, die im vorjährigen Bericht (WASMUND et al. 2011) ausführlich diskutiert wurden. Mit der „Ansäuerungs-Methode“ (LORENZEN 1967) kann neben dem Chlorophyll a zusätzlich auch das Phaeopigment a bestimmt werden, welches verschiedene Komponenten (Phaeophytin, Phaeophorbid) enthält, die im Wesentlichen als Chlorophyll a-Abbauprodukte angesehen werden. Die „Ansäuerungs-Methode“ ist allerdings mit großen Ungenauigkeiten behaftet (vgl. WASMUND 1984, STICH & BRINKER 2005). Da im Gegensatz zu flachen Küstengewässern Phaeopigmente in der offenen See keine große Rolle spielen, besteht kein Bedarf für die „Ansäuerungs-Methode“, so dass wir auf die einfachere und besser reproduzierbare Methode ohne Ansäuerung der Extrakte umstellen konnten.

Die Berechnung ohne Phaeopigment-Korrektur erfolgt nach der einfachen Formel:

$$\text{Chl.a-tot} [\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}] = F_o \cdot K_x \cdot V_E \cdot V_{Pr}^{-1}$$

K_x = linearer Kalibrierfaktor [$\mu\text{g chl.a/L}$ pro Fluoreszenzeinheit]

F_o = Fluoreszenz-Meßwert

V_E = Extraktions-Volumen [ml]

V_{Pr} = Filtrationsvolumen der Probe [ml]

Durch Verzicht auf den Ansäuerungsschritt erhalten wir keinen Chlorophyll a-Wert mehr, der bereits für Phaeopigment „korrigiert“ sein soll („Chl.a-kor“), sondern einen „unkorrigierten“ Wert, den wir als „Gesamt-Chlorophyll a“ („Chl.a-tot“) bezeichnen. Dieses Verfahren wird von HELCOM (2010) und der UAG Qualitätssicherung Plankton im BLMP (7.Sitzung vom 30.4.2009) empfohlen. In den Jahren 2008-2010 haben wir die Methoden mit und ohne Ansäuerung parallel durchgeführt. Die ermittelten Werte „Chl.a-kor“ und „Chl.a-tot“ wichen deutlich voneinander ab, d.h. die Werte „Chl.a-tot“ waren erwartungsgemäß höher. Durch Einsatz eines speziell konfigurierten Fluorometers (TURNER - Fluorometer 10-AU-005-CE) konnten wir eine zusätzliche Korrektur für das bislang störende Chlorophyll b erreichen (Methode von WELSCHMEYER 1994). Die resultierenden Werte „Chl.a-tot-NEU“ kamen den Werten von „Chl.a-kor“ erstaunlich nahe. Deshalb empfahlen WASMUND et al. (2011), bis zum Jahre 2009 die Werte „Chl.a-kor“ zu verwenden und ab 2010 die „Werte Chl.a-tot-NEU“. Dadurch kommt es keinem Bruch in der Langzeit-Datenserie. Die mit dem „alten“ Fluorometer gemessenen überhöhten „Chl.a-tot“-Werte der Jahre 2008 und 2009 sollten gelöscht werden, um Verwirrung zu vermeiden.

2.4 Mesozooplankton

Die Beprobung erfolgte in Anlehnung an die HELCOM-Vorschrift, jedoch mit einem, mit der Originalmaschenweite von 200 µm ausgestatteten WP-2 Netz (UNESCO, 1968, SKJOLDAL et al. 2012). Auf jeder Station wurde ein Vertikalhol durch die gesamte Wassersäule vorgenommen. Die Tiefe ergab sich aus der vom Echolot bestimmten Bodentiefe abzüglich der Netzlänge und Toleranz von insgesamt vier Metern. Die filtrierte Wassermenge wurde mit dem analog registrierenden Durchflusszähler TSK der Firma Tsurumi-Seiki Co. (Yokohama, Japan) ermittelt. Dieser wurde für das optimale Arbeiten mit WP-2 Netzen, speziell für die geforderte Hievgeschwindigkeit von 0,75 m/ s entwickelt. Die Qualität der Durchflusszähleraufzeichnungen wurde durch den Vergleich mit den theoretisch möglichen Werten, die sich aus der Schleppstrecke und der Netzöffnungsfläche ergeben, auf Plausibilität überprüft. Geringere Werte werden durch die Verstopfung der Maschen erwartet. Das kann bei Blüten von Phytoplankton und gelatinösem Organismen der Fall sein. Höhere Werte sind möglich, wenn bei driftendem Schiff durch erhöhten Winddruck die Filtrationsstrecke verlängert wird. Das würde sich allerdings vor allem bei Schließnetzfangen bemerkbar machen, die hier nicht angewendet wurden (SAMEOTO et al. 2000). Ausreißer sind durch „grobe Fehler“ zu erwarten, wie Blockierung bzw. Windeinfluss außerhalb des Wassers. Sie wurden eliminiert und durch Werte aus der linearen Ausgleichsgeraden des jeweiligen Vergleichs ersetzt. Die Einschätzung des Jahres 2011 beruht auf insgesamt 63 Netzproben aus der deutschen Wirtschaftszone (Tab. 2).

Tab. 2: Statistik der Probenentnahmen in den jeweiligen Tiefenstufen [m] auf den in Abb. 1 verzeichneten Stationen.

Table 2: Sample statistic of zooplankton hauls and sampling depth intervals [m] (cf. Fig. 1).

Stations- bezeichnung	Zeitraum und Tiefe [m]				
	18.- 23.01.2011	16.- 21.03.2011	25.- 31.05.2011	30.08.- 04.09.2011	01.- 06.11.2011
AMRU2	0-14	0-11	0-12	0-13	0-12
DTEND	0-30	0-30	0-27	0-30	0-29
ENTE3			0-61	0-66	0-68
ES1	0-23	0-25	0-18	0-17	0-19
HELGO	0-16	0-14	0-11	0-15	0-14
NEFB	0-43	0-41	0-36	0-38	0-38
NGW8	0-37	0-36	0-33	0-40	0-34
NSB3	0-41	0-38	0-34	0-37	0-36
NSGR2	0-39	0-37	0-36	0-37	0-37
SWWBA	0-42	0-41	0-38	0-46	0-40
SYLT1	0-14	0-15	0-12	0-14	0-14
UFSDB	0-38	0-37	0-33	0-35	0-34
URST3	0-33	0-33	0-30	0-32	0-32

Die Analyse im Labor begann mit der quantitativen Spülung der Proben in einem 55 µm Sieb mit filtriertem Seewasser (Glasfaser Mikrofilter GF/F 0,7 µm), um das kanzerogene Formalin zu entfernen. Im Anschluss wurde die Probe in ein Becherglas (200 ml - 1000 ml) überführt, bei sorgfältiger Spülung der 55 µm Gaze, und je nach Probendichte, mit filtriertem Seewasser (Glasfaser Mikrofilter GF/F 0,7 µm) auf ein bestimmtes Ausgangsvolumen aufgefüllt.

Für die Analyse wurden Teilproben mit einer variabel einstellbaren Eppendorf- Pipette (500-5000 µl) entnommen, wobei mit der Pipette entsprechende Rührbewegungen ausgeführt wurden, um eine homogene Verteilung der Organismen zu erreichen. Anschließend wurden im Durchschnitt 3 – 5 ml in eine mittelgroße Bogorov-Kammer (10x8x1cm) überführt. Die Zählkammer wurde schließlich mit filtriertem Seewasser aus der Region bis zum Rand gefüllt. Häufige Taxa wurden bei weiteren Teilproben nicht mehr berücksichtigt, wenn die Zahl von 100 identifizierten Individuen erreicht war. Danach wurde eine größere Bogorov-Kammer (15x8,5x2 cm) für eine weitere Teilprobe von 10 ml benutzt und zwar so lange, bis von weniger häufigen Arten/Taxa mindestens 50 Individuen pro Taxa gezählt waren. Die Öffnung der Pipettenspitze entsprach einem Durchmesser von 5 mm. Größere Organismen wurden zusammen mit äußerst seltenen bei der abschließenden Durchmusterung der restlichen Probe berücksichtigt. Bei der anschließenden Berechnung wurden die unterschiedlichen Teilprobenvolumina berücksichtigt. Für die Zähl- und Bestimmungsarbeiten wurde ein Olympus SZX 9 Stereomikroskop benutzt. Biomassefaktoren wurden in Anbetracht der Unvollständigkeit nicht verwendet. Insofern liegen die Ergebnisse als Abundanz (Ind.*m⁻³) vor. Taxonomische Bezeichnungen und Zuordnungen erfolgten nach dem Integrated Taxonomic Information System (ITIS, <http://www.itis.gov/>).

2.5 Makrozoobenthos

Im offshore-Bereich der deutschen Nordsee (zum größten Teil in der AWZ) wurde im Frühjahr und Herbst 2011 zum vierten Mal durch das IOW eine Aufnahme des Makrozoobenthos an 12 regulären Stationen und einer Zusatzstation (ENTE3) im äußersten Bereich der deutschen AWZ (Entenschnabel) durchgeführt. Die Daten der Probennahmen werden in Tab. 3 angegeben. Es wurde ein van-Veen-Greifer (980 cm²) mit einem Gewicht von 75 kg eingesetzt. Pro Station wurden 3 Parallelproben (Hols) entnommen. Die einzelnen Hols wurden über ein Sieb von 1 mm Maschenweite mit Seewasser gespült, der Siebrückstand in Gefäße überführt und mit 4%igem Formalin fixiert (nach SOP). An allen Stationen wurde eine Dredge („Kieler Kinderwagen“) mit einer Spannweite von 1 m und einer Maschenweite von 5 mm eingesetzt. Die Dredge erbrachte insbesondere bei den vagilen und selteneren Arten Nachweise, die mit Hilfe des Greifers übersehen worden wären.

Tab. 3: Übersicht über die Stationen an denen 2011 Makrozoobenthos untersucht wurde.

Table 3: Station list of macrozoobenthic investigations in 2011.

Station	Datum	Nord	Ost	Seegebiet
UFSDDB	16.03.2011	54°10,70'	7°26,00'	Zentrale Deutsche Bucht
UFSDDB	02.11.2011			
HELGO	17.03.2011	54°15,00'	8°06,00'	Östlich Helgoland
HELGO	01.11.2011			
AMRU2	17.03.2011	54°40,00'	7°50,00'	vor Amrum
AMRU2	03.11.2011			
SYLT1	17.03.2011	55°00,00'	8°00,00'	vor Sylt
SYLT1	03.11.2011			
URST3	18.03.2011	55°00,00'	6°47,00'	Elbe-Urstromtal
URST3	03.11.2011			
DTEND	19.03.2011	55°30,00'	4°00,00'	Doggerbank
DTEND	05.11.2011			
ENTE3	20.03.2011	55°55,00'	3°21,00'	Zentrale Nordsee
ENTE3	05.11.2011			
NSGR2	20.03.2011	55°00,00'	5°30,00'	Westl. Weiße Bank
NSGR2	05.11.2011			
SWWBBA	20.03.2011	54°40,00'	5°30,00'	Südwestlich Weiße Bank
SWWBBA	05.11.2011			
NGW8	21.03.2011	54°20,00'	6°47,00'	Mittl. Deutsche Bucht
NGW8	02.11.2011			
NEFB	20.03.2011	54°20,00'	5°40,00'	NW Deutsche Bucht
NEFB	06.11.2011			
ES1-BRIFF	21.03.2011	53°40,50'	6°25,00'	Nördlich Borkum
ES1-BRIFF	06.11.2011			
NSB3	18.03.2011	54°41,00'	6°45,00'	Südöstlich Weiße Bank
NSB3	02.11.2011			

Die weitere Bearbeitung der Proben erfolgte im Labor des IOW. Nach dem Waschen der einzelnen Hols wurden die Taxa mit Hilfe eines Binokulars bei 10-20facher Vergrößerung ausgesammelt und bis auf wenige Gruppen (z. B. Nemertea) bis zur Art bestimmt. Bei der Nomenklatur wurde weitestgehend dem „World Register of Marine Species (WoRMS)“ gefolgt (<http://www.marinespecies.org/index.php>). Außerdem wurden die Abundanzen und Biomassen (Aschefreie Trockenmasse, AftM) erfasst. Für eine vergleichbare Gewichtsbestimmung wurde der SOP der BLMP-Labore gefolgt und die Proben vor der Bearbeitung für 3 Monate gelagert. Alle Massebestimmungen (Feucht-, Trocken- und Aschefreie Trockenmasse) erfolgte durch Messungen auf einer Mikrowaage (Genauigkeit 0,1 mg).

Sämtliche Arbeitsschritte im Labor sind in einer IOW-Standardarbeitsanweisung (SOP) niedergeschrieben und werden durch die Mitarbeiter der Arbeitsgruppe strikt befolgt. Alle Ergebnisse, Qualitätssicherungsmaßnahmen und Bearbeitungsschritte sind im Prüfbericht im Qualitätsmanagementsystem des IOW abgelegt. Inhalte dieser Arbeitsanweisung und auch darüber hinausgehende Schritte bei der Probengewinnung sind in der UAG Makrozoobenthos des Bund-Länder-Mess-Programmes abgestimmt.

2.6 Qualitätssicherung

Die Zulieferung von Daten verschiedener Institute und Labors im nationalen (Bund-Länder-Messprogramm) und internationalen (ICES) Rahmen macht eine Abstimmung der Methoden erforderlich, um die Vergleichbarkeit der Messdaten zu gewährleisten. Die Arbeit nach einem gemeinsamen Methodenhandbuch (z.B. HELCOM 2010) ist erste Voraussetzung für die Gewinnung vergleichbarer Daten. In den einzelnen Labors müssen die angewendeten Methoden genau dokumentiert sein und sich strikt nach den Vorgaben richten. Im Verlaufe des Jahres 2010 wurden „Standard Operating Procedures“ (SOP) ausgearbeitet, die Voraussetzung für die geforderte Akkreditierung sind. Zu Beginn des Jahres 2011 wurden die Antragsunterlagen zur Akkreditierung für die Prüfgruppen Phytoplankton, Zooplankton, Zoobenthos und Chlorophyll eingereicht.

Die Artbestimmung der Organismen ist wesentlich vom Kenntnisstand des Bearbeiters abhängig. Aus diesem Grunde beteiligen sich die Experten des IOW regelmäßig an angebotenen Weiterbildungsveranstaltungen, z.B. dem jährlichen Phytoplanktonkurs der HELCOM-Phytoplanktonexpertengruppe (PEG) und an Ringversuchen. Wir beteiligten uns erfolgreich an dem von der Qualitätssicherungsstelle (Dr. P. SCHILLING, UBA) organisierten Phytoplankton-Ringversuch (November 2007/Januar 2008). Die Auswertung dieses Ringversuchs wurde auf dem PEG-Meeting 2010 vorgestellt (SCHILLING und UHLIG 2010).

Das IOW beteiligt sich regelmäßig an den Chlorophyll-Vergleichen von AQ11 (= Chlorophyll im Meerwasser) im Rahmen von QUASIMEME. Entsprechend des Beschlusses der BLMP-UAG Qualitätssicherung Plankton vom 11.9.2008 wurde nur noch das unkorrigierte „Gesamt“-Chlorophyll-a („Chl.a-tot-NEU“) gemeldet. In Runde 63 (Oktober 2010 – Januar 2011) lagen unsere z-scores bei 0.9 und 1.5 und in Runde 65 (April 2011-August 2011) bei 1.0, 1.2 und 0.1 und damit im akzeptierten Bereich.

Bezüglich der taxonomischen Expertise bestand zu Beginn des Zooplankton-Projektteiles Nachholbedarf. Diese Lücke wurde in einem mehrtägigen Training durch Experten des BSH geschlossen. Im Laufe des Jahres erfolgte eine Nachbestimmung von Proben, verbunden mit der Klärung unbestimmter Exemplare. Das Ergebnis dieser Überprüfung bestätigte stichprobenhaft die Richtigkeit der am IOW durchgeführten Analysen.

Die Makrozoobenthosarbeitsgruppe hat bisher an allen stattgefundenen Qualitäts-sicherungsmaßnahmen teilgenommen. Bei den Ringtests der Zoobenthoslabore in den Jahren 1998, 2001 und 2003 hat das IOW sehr erfolgreich abgeschnitten. Die taxonomischen Workshops zu ausgewählten Gruppen fanden bisher in den Jahren 2001 und 2004 statt, woran sich das IOW jeweils mit zwei Mitarbeitern beteiligt hat. In Zusammenarbeit mit der Qualitätssicherungsstelle (UBA) hat das IOW an der Erarbeitung einer einheitlichen SOP für alle BLMP-Benthoslabore mitgewirkt.

3. Ergebnisse

3.1 Phytoplankton

Die mikroskopische Methode erlaubt sowohl qualitative (Artenzusammensetzung) als auch quantitative (Biomasse) Aussagen. Beide sind für eine Einschätzung des Gewässerzustandes von Interesse, denn quantitative Verschiebungen zwischen wichtigen Schlüsselarten und das Eintragen oder Verschwinden von Arten beeinflussen das Nahrungsnetz und die Stabilität des Ökosystems. Obwohl Trenderaussagen aus den nur vierjährigen Untersuchungen nicht möglich sind, sind die Daten so zusammengefasst, dass dem Leser ein Vergleich der einzelnen Jahre leicht möglich ist, da der Stil der tabellarischen Zusammenfassungen in allen Jahresberichten (WASMUND et al. 2009 bis WASMUND et al. 2011) der gleiche ist. Die Basisdaten des Phytoplanktons sind im Anhang in zwei umfassenden Tabellen zusammengefasst. Tabelle A1 betrachtet hauptsächlich den qualitativen Aspekt (Artenliste), Tabelle A2 auch den quantitativen Aspekt einschließlich der räumlichen und jahreszeitlichen Verteilung.

3.1.1 Artenspektrum im mehrjährigen Vergleich

Die Phytoplankton-Artenzusammensetzung ist der Tabelle A1 (Anhang) zu entnehmen. Es sind nur bis auf Artniveau bestimmte Taxa und solche Arten, die bis zur Gattungsebene bestimmbar waren („sp.“) erfasst, außerdem „Gruppen“ von Arten innerhalb einer Gattung (z.B. *Pseudo-nitzschia*) und „Komplexe“, d.h. Gruppen von sehr ähnlichen Gattungen, die lichtmikroskopisch nicht differenziert werden konnten (z.B. *Diplopsalis*-Komplex, *Scrippsiella*-Komplex). Deren unbestimmbare Vertreter sind selbstverständlich auch „Arten“. Höhere unbestimmbare Taxa wurden nicht aufgeführt; diese sind: Gymnodiniales, Peridinales, Coccosphaerales, Cryptomonadales, Centrales, Pennales, Craspedophyceae, Dinophyceae und „Unidentified“. Die Arten sind in Tab. A1 alphabetisch sortiert und ihre Klassenzugehörigkeit angegeben. Da dieser Bericht praktisch auch ein Abschlußbericht über den 4-jährigen Monitoringzeitraum ist, haben wir in Tab. A1 die Artenliste aller Funde der Jahre 2008 bis 2011 erstellt. Die Funde des Jahres 2011 sind fett hervorgehoben und mit einer Rangnummer versehen, so dass zusätzlich erkannt werden kann, ob eine Art häufiger

oder seltener ist. Die Vergabe von Rangnummern wurde in den vorherigen Berichten entsprechend gehandhabt, so dass eine Verschiebung in der Häufigkeit durch einen Vergleich mit den vorjährigen Tabellen leicht erkennbar ist. Die Vergabe der Rang-Nummer erfolgte nach der mittleren Biomasse eines Taxons, gemittelt über alle Stationen und Fahrten des Jahres 2011. Für die im Jahre 2011 gefundenen Arten ist zusätzlich angekreuzt, von welchen Fahrten die Funde stammen. Dadurch kann man bereits einen Eindruck über die jahreszeitliche Verteilung gewinnen. Es ist zumindest erstaunlich, dass im Januar 2011 immerhin 63 Arten festgestellt wurden, also mehr als im März. In den vorangegangenen Jahren wurde das Artenminimum immer im Januar gefunden: im Februar 2008 mit nur 20 Arten, im Januar 2009 mit 37 Arten und im Januar 2010 mit 43 Arten. Ob diese stetige Zunahme der Artenzahl in den Winterproben real ist und möglicherweise auf eine Vorverlagerung der Vegetationsperiode zurückzuführen ist, kann mit unseren Daten nicht nachgewiesen werden. Auf die jahreszeitlichen Veränderungen wird noch spezieller in Kapitel 3.1.2 eingegangen.

Um einen zwischenjährigen Vergleich auf einen Blick zu bekommen, wurden in Tabelle A1 für jedes Untersuchungs Jahr eine separate Spalte angelegt, in der das Vorkommen einer Art angekreuzt wurde. Taucht die gefundene Art auch in den Artenlisten von DREBES & ELBRÄCHTER (1976) und HOPPENRATH (2004) auf, ist das in den letzten beiden Spalten mit einem Kreuz vermerkt.

Unsere vierjährigen Untersuchungen erlauben selbstverständlich keine Trenderaussagen. Erst eine langzeitige Weiterführung der Datenreihe mit derselben Methode würde Trends aufdecken können. Ein Wechsel der Methodik oder des Bearbeiters ist problematisch, wenn der Untersuchungsaufwand oder der Kenntnisstand der Bearbeiter unterschiedlich ist. So fanden DREBES und ELBRÄCHTER (1976) 153 Taxa, HOPPENRATH (2004) 210 Taxa und wir in den Jahren 2008 bis 2011 insgesamt 193 Taxa. DREBES und ELBRÄCHTER (1976) und HOPPENRATH (2004) hatten sich dabei ganz auf die Kieselalgen und Dinoflagellaten (einschl. heterotrophe) konzentriert während wir alle gefundenen Algengruppen (einschl. heterotrophe) berücksichtigten. Heterotrophe Arten (wie z.B. *Protoperdinium* spp., *Ebria tripartita*, *Noctiluca scintillans* sowie Vertreter der Incertae sedis, d.h. Flagellaten unsicherer taxonomischer Stellung) werden traditionell bei der Phytoplankton-Zählung erfasst. Auch wenn sie ökophysiologisch nicht zum Phytoplankton gehören, wollten wir diese Information nicht verlieren und haben sie in die Artenlisten (Tab. A1 und A2) einbezogen.

Die angegebenen Rangfolgen der seltenen Arten sind nur eine grobe Orientierung, denn sie unterliegen wegen ihrer großen Streuung einer hohen statistischen Unsicherheit (vgl. Kap. 2.2). Schwer identifizierbare Arten könnten manchmal nicht vollständig erfasst sein und neigen folglich zur Unterbestimmung. Das sei an einem Gedankenexperiment verdeutlicht: Manche Experten zählen zum Beispiel Individuen von *Chrysochromulina* in diese Kategorie, wenn sie die Merkmale (Geißeln und Haptonema) deutlich erkennen, andere rechnen aufgrund ihrer Erfahrung auch Individuen hinzu, die diese Merkmale nicht mehr eindeutig zeigen. Aber es bleiben in jedem Fall wohl Vertreter dieser Art unerkannt, wenn sie z.B.

aufgrund der Fixierung alle Körperanhänge abgeworfen haben und völlig deformiert sind. Sie werden dann in die Kategorie der „Unbestimmten“ gezählt, weshalb die eigentliche Art unterbestimmt wird. Oft ist es jedoch möglich, eine unbestimmte Art wenigstens einer Ordnung (z.B. Gymnodiniales, Peridinales, Centrales, Pennales) oder einer Klasse (z.B. Dinophyceae) zuzuordnen. Wie schon oben erwähnt, sind diese höheren Taxa in Tab. A1 nicht erfasst.

Im Jahre 2011 wurden von uns 140 „Arten“ gefunden. Das sind 4 weniger als im Jahre 2010 (Tab. A1, letzte Zeile). Über den gesamten Zeitraum betrachtet, sind mehr Arten hinzugekommen als „verschwunden“ sind. Das ist wahrscheinlich mit dem wachsenden Kenntnisstand der Bearbeiterin gerade in den Anfangsjahren erklärlich. Veränderungen beim Auftreten seltenerer Arten darf man nicht überbewerten, da die Probennahme nur einen winzigen Teil der Biozönose und nicht das komplette Artenspektrum erfassen kann. Trotzdem wollen wir formal in Tab. 4 die vom Zeitraum 2008-2010 zum Jahre 2011 neu hinzugekommenen Arten auflisten. Sie sind alle relativ selten und somit von geringer Wertigkeit. Es ist aber hervorzuheben, dass die Art *Cyclotella choctawhatcheeana* bei den intensiven Untersuchungen von DREBES & ELBRÄCHTER (1976), HOPPENRATH (2004) und HOPPENRATH et al. (2009) nicht genannt worden ist und wahrscheinlich für das Gebiet neu ist.

Die Liste der zum Jahr 2011 verschwundenen Arten ist wesentlich länger (39 Arten, Tab.5). Das ist nicht verwunderlich, da hier 1 Jahr (2011) mit einem 3-Jahres-Zeitraum (2008-2010) verglichen wurde. Mit hoher Wahrscheinlichkeit sind die genannten 39 Arten nicht wirklich „verschwunden“, sondern nur mit unseren Proben im Jahre 2011 nicht erfasst worden. Das ist zumindest für die seltenen Arten anzunehmen. Nur Arten, die mindestens in einem der Jahre 2008 bis 2010 einen Rang bis 50 aufwiesen sind von grösserem Interesse. Sie sind in Fettschrift hervorgehoben. Der stärkste erreichte Rang und das Jahr, wann dieser auftrat, sind in den Spalten 2 und 3 aufgelistet. In Spalte 4 ist angegeben, ob die entsprechende Art bereits in den Listen bzw. Bestimmungsbüchern von DREBES & ELBRÄCHTER (1976), HOPPENRATH (2004) und HOPPENRATH et al. (2009) genannt worden sind. Falls dies der Fall ist und die Art von 2008 bis 2010 häufig war, ist ihr Fehlen in 2011 ein Alarmsignal. Das trifft insbesondere für *Proboscia indica* zu, welches im Jahre 2008 noch Rang 15 belegte, sich im Jahre 2009 und 2010 auf Rang 47 und 19 reduzierte und im Jahre 2011 nicht mehr gefunden wurde. Das Cyanobakterium *Planktolyngbya limnetica* war nicht Gegenstand der Untersuchungen von DREBES & ELBRÄCHTER (1976), HOPPENRATH (2004) und HOPPENRATH et al. (2009), ist im Untersuchungsgebiet im Jahre 2008 mit Rang 19 erfasst worden, war im Jahre 2009 nur noch unbedeutend und in den Jahren 2010 und 2011 gar nicht mehr gefunden worden. *Coscinodiscus granii* ist eine in der Ostsee sehr häufige Kieselalge, die auch aus der Nordsee bekannt ist, aber in den Jahren 2010 und 2011 als solche in unseren Nordsee-Proben nicht mehr bestimmt worden ist; sie könnte sich allerdings unter „*Coscinodiscus* sp.“ verstecken. *Prorocentrum minimum* ist ein gut zu bestimmender Dinoflagellat, der aus der Nordsee in die Ostsee eingewandert ist und dort nun große Blüten bilden kann (HAJDU et al. 2000; OLENINA et al. 2010). In unseren Nordsee-Proben des Jahres 2011 trat es allerdings nicht mehr auf. Hervorzuheben ist die Art *Thalassiosira pacifica*, die im Jahre 2009 noch Rang 85

belegte, im Jahre 2010 mit Rang 9 als häufig angesehen werden muß und im Jahre 2011 wiederum gar nicht mehr auftrat.

Tab. 4: Liste von Arten, die im Jahre 2011 hinzugekommenen sind im Vergleich zu den Jahren 2008-2010.

Table 4: List of species which were new in 2011 in comparison with 2008 to 2010.

„Neue Arten“		
In 2008-2010 nicht gefunden, aber in 2011	Rang im Jahre 2011	Zuvor für das Gebiet bekannt (1):
<i>Chaetoceros borealis</i>	82	Ja
<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i>	126	Nein
<i>Protoperdinium curtipes</i>	96	Ja
<i>Protoperdinium steinii</i>	117	Ja

(1) nach DREBES UND ELBRÄCHTER (1976), HOPPENRATH (2004) und HOPPENRATH et al. (2009)

Wie oben schon angedeutet, dürfen solche Veränderungen im Vorkommen einzelner Arten bei der zugrunde liegenden geringen Probenanzahl nicht überbewertet werden. Über Fehlen und Vorkommen entscheidet im Extremfall bereits 1 Zelle, die bei erheblicher Zellgröße durchaus zu einem nicht unbedeutenden Rang führen kann. Auch die subjektive Komponente bei der Genauigkeit der Artbestimmung ist nicht zu unterschätzen. Beispielsweise wurde die im Jahre 2008 häufige Kieselalge *Coscinodiscus concinnus* im Jahre 2009 nicht gefunden; es könnten aber durchaus Exemplare unter *Coscinodiscus* sp. erfasst worden sein. In den Jahren 2010 und 2011 war sie wieder vorhanden. Andererseits wurde *Coscinodiscus wailesii* im Jahre 2008 nicht identifiziert, obwohl sie grundsätzlich häufig ist (Rang 1-5 in den Jahren 2009 bis 2011). Die Frage bleibt, ob sie im Jahre 2009 nur als *Coscinodiscus* sp. bestimmt worden ist, aber *Coscinodiscus* sp. nahm im Jahre 2008 nur den unbedeutenden Rang 45 ein. Es könnte also durchaus ein Trend vorliegen, denn DREBES und ELBRÄCHTER (1976) hatten *Coscinodiscus wailesii* bis zum Jahre 1974 noch nicht nachgewiesen. Nach WILTSHIRE & DÜRSELEN (2004) erschien die Art in europäischen Gewässern erst zum Ende der 1970er Jahre. *Neocalyptrella robusta* belegte im Jahre 2008 noch den 9. Rang, wurde im Jahre 2009 und 2010 nicht mehr gefunden, lag im Jahre 2011 aber wiederum auf Rang 29.

Tab. 5: Liste von Taxa, die von den Jahren 2008-2010 zum Jahr 2011 „verschwundenen“ sind. Arten, die mindestens in einem der Jahre 2008 bis 2010 einen Rang bis 50 aufwiesen, sind fett hervorgehoben.

Table 5: List of taxa which „disappeared“ from the years 2008-2010 to the years 2011. The relatively frequent species which were present in one of the years 2008 to 2010 are marked by bold letters.

„Verschwundene Arten“			
In 2008-2010 gefunden, aber nicht in 2011	Höchster bisheriger Rang	Jahr mit höchstem Rang	Zuvor für das Gebiet bekannt (1):
<i>Apedinella radians</i>	86	2009	nein
<i>Attheya decora</i>	123	2008	nein
<i>Bellerochea malleus</i>	118	2009	ja
<i>Biddulphia alternans</i>	77	2009	ja
<i>Chaetoceros diadema</i>	44	2010	ja
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	43	2009	ja
<i>Chaetoceros simplex</i>	124	2009	ja
<i>Chattonella verruculosa</i>	100	2008	nein
<i>Corethron criophilum</i>	106	2009	nein
<i>Corethron hystrix</i>	90	2008	ja
<i>Coscinodiscus granii</i>	26	2009	ja
<i>Dinobryon faculiferum</i> (2)	86	2008	nein
<i>Fragilaria islandica</i>	135	2010	ja
<i>Fragilaria oblonga</i>	136	2010	ja
<i>Gymnodinium lebourae</i>	96	2008	ja
<i>Gyrodinium calyptroglyphe</i>	131	2009	ja
<i>Helicotheca tamesis</i>	72	2008	ja
<i>Heterocapsa triquetra</i>	108	2008	ja
<i>Nitzschia frigida</i>	120	2008	nein
<i>Odontella regia</i>	47	2010	ja
<i>Odontella rhombus</i>	80	2009	ja
<i>Plagioselmis prolunga</i>	77	2008	nein
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	19	2008	nein
<i>Proboscia indica</i>	15	2008	ja
<i>Prorocentrum balticum</i>	60	2008	ja
<i>Prorocentrum minimum</i>	34	2008/10	ja
<i>Protoperidinium claudicans</i>	95	2009	ja
<i>Protoperidinium conicum</i>	69	2009	ja
<i>Protoperidinium latidorsale</i> (3)	85	2010	ja
<i>Protoperidinium oblongum</i> (3)	89	2008	ja

<i>Pyrophacus horologicum</i>	115	2008	ja
<i>Rhizosolenia antennata f. antennata</i>	81	2010	nein
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	92	2009	ja
<i>Thalassiosira angulata</i>	69	2010	ja
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	76	2010	ja
<i>Thalassiosira decipiens</i>	81	2008	ja
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	52	2010	ja
<i>Thalassiosira nordenskioeldii</i>	57	2009	ja
<i>Thalassiosira pacifica</i>	9	2010	ja

(1) nach DREBES und ELBRÄCHTER (1976), HOPPENRATH (2004) und HOPPENRATH et al. (2009)

(2) Aus dem Gebiet nicht bekannt; fraglich, deshalb in 2009-2011 *Dinobryon* sp. gezählt

(3) *Protoperidinium latidorsale* und *P.oblongum* scheinen nach HOPPENRATH et al. (2009) Synonyme zu sein.

3.1.2 Biomasse und Verbreitung häufiger Arten

Während in Kapitel 3.1.1 der qualitative Aspekt, also das bloße Vorkommen von Arten im Vordergrund stand, soll nun der quantitative Aspekt vorrangig betrachtet werden. Selbstverständlich sind die häufigen Arten für das Ökosystem von besonderer Bedeutung, z.B. als Nahrungsquelle oder im Falle toxischer Algen für Vergiftungen bei Massenaufreten (z.B. „harmful algal blooms“, „red tides“). Diese meist omnipotenten und allgemein verbreiteten Arten sind allerdings oft von geringerem Zeigerwert als seltenere Arten, die z.B. an der Grenze ihres Toleranzbereiches vegetieren.

Die Phytoplankton-Zusammensetzung und Biomasse ist starken saisonalen Schwankungen unterworfen. Aus Tab. A1 war bereits zu ersehen, dass bestimmte Arten nur zu bestimmten Jahreszeiten auftreten. Interessanter als die bloße Präsenz ist die quantitative Erscheinung, also die Abundanz und die Biomasse. Gerade wenn ein weites Größenspektrum, also von etwa 2-200 µm, im Extremfall sogar bis 2mm abgedeckt wird, ist das Arbeiten mit der Biomasse sinnvoller. Sehr große Zellen wären bei der Arbeit mit Abundanzen im Vergleich zu kleinen Zellen stark unterrepräsentiert. Andererseits treten die sehr großen Zellen bei Angabe der Biomassen relativ stark in den Vordergrund. Im Gegensatz zu Kapitel 3.1.1 wird in Kapitel 3.1.2 hauptsächlich der quantitative Aspekt vorgestellt und diskutiert.

In Tabelle A2 wird jeweils pro Station und Fahrt unter der Monatszeile die Biomasse des Phytoplanktons in µg/l angegeben. Unter der Biomasseangabe sind jeweils die 10 wichtigsten Phytoplankton-Taxa pro Station und Fahrt aufgelistet, zusammen mit Angaben zu ihren prozentualen Anteilen an der Phytoplankton-Biomasse. Organismen der Kategorie „Unbestimmte“ wurden in der Liste der 10 wichtigsten Taxa nicht genannt, wenn sie weniger

als 10 % der Phytoplankton-Biomasse ausmachten. Dadurch konnten gut bestimmbare Arten in diesen Listen aufrücken.

Die 5 Proben pro Jahr und Station erlauben keine Darstellung von Jahresgängen. Aussagen zu Phytoplanktonblüten sind nicht möglich, da bei der geringen Intensität der Beprobung die Wahrscheinlichkeit groß ist, dass kurzzeitige Massenvermehrungen des Phytoplanktons übersehen werden oder die Spitze der Blütenentwicklung nicht erfasst wird. Die Problematik des Erfassens von Phytoplanktonblüten sowie Möglichkeiten zur zukünftigen Verbesserung der Datenserien wurden von WASMUND et al. (2008) diskutiert. Eine grobe jahreszeitliche Abhängigkeit der Verteilung kann aus den Tab. A1 und A2 entnommen werden. Während wir aufgrund der Datenlage keine jahreszeitlichen Abhängigkeiten diskutieren können, erlauben die 12 Untersuchungsstationen aber eine Untersuchung der räumlichen Verbreitung.

Wie in den vorjährigen Berichten haben wir in Abb. 2 die Verbreitung ausgewählter Arten dargestellt, wobei jene Jahreszeiten ausgewählt wurden, in denen diese Arten ihre stärkste Präsenz hatten. Wir hätten gern die gleichen belästigenden oder potenziell toxischen Arten wie in den Vorjahren gezeigt, stellten aber fest, dass es Verschiebungen in der Bedeutung gab. Wir gehen in der Reihenfolge der Bedeutung der einzelnen Taxa (Rang siehe Tab. A1) vor. Es muß an dieser Stelle betont werden, dass wir die Biomasse als Kriterium nehmen, wodurch sich die großzelligen Arten besonders hervorheben, obwohl deren Abundanz manchmal relativ gering ist.

Den ersten Rang bezüglich der Biomasse nahm der heterotrophe Dinoflagellat *Noctiluca scintillans* ein. Obwohl diese Art bei der Phytoplanktonanalyse miterfasst wird, gehört sie wegen der Ernährungsweise nicht zum Phyto- sondern zum Zooplankton. Die im Vergleich zu autotrophen Algen riesige Zellgröße führt trotz geringer Abundanzen zu hohen Biomassewerten. Mehr als 1 Individuum pro Probe wurde nur an den Stationen ES1 und HELGO, jeweils im Mai, gefunden. Davon eine „Verbreitungskarte“ zu zeichnen wäre nicht gerechtfertigt. Wir erfassen diese Art hier bewußt, da ihr nach OSPAR (2005) als „Belästigende Art“ Indikatorwert zugemessen wird.

Die Kieselalge *Odontella sinensis* belegte im Jahre 2011 den 2. Rang (Abb. 2a). Sie war schon in den Jahren 2008, 2009 und 2010 bedeutend und ihre Verbreitung wurde schon für die Jahre 2009 (September) und 2010 (November) grafisch dargestellt. *Odontella sinensis* wurde in unseren Proben von 2011 nur im August/September und im November gefunden. Die Abundanzen sind relativ gering, aber durch die große Zellgröße wird die Biomasse erheblich. Die Art wurde im Verlaufe unserer 4-jährigen Untersuchungen nie im „Entenschnabel“ (Station DTEND) nachgewiesen. Nach dem Allgemeinen Verfahren für die Bewertung des Eutrophierungszustandes von Meeresregionen der OSPAR (“Common Procedure for the Identification of the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area”, OSPAR 2005) sollte diese Art als potenziell toxische Indikatorart vorrangig untersucht werden (Grenzwerte siehe OSPAR 2008: Table 4.4).

Rhizosolenia styliformis belegte im Jahre 2011 den dritten Rang (Abb. 2c), nachdem sie in den Jahren 2008-2010 auf den Rängen 2, 4 und 10 zu finden war. Untersuchungen mit dem kontinuierlichen Planktonrecorder im Jahre 1959 wiesen die Art in der westlichen und zentralen Nordsee, aber noch nicht in der deutschen Bucht nach (ROBINSON & WALLER, 1966). Die Art war im November 2010 hauptsächlich küstenfern anzutreffen, im Jahre 2011 aber auch küstennah.

Die extrem großzellige Kieselalge *Coscinodiscus wailesii* lag im Jahre 2009 auf dem Biomasse-Rang 1, im Jahre 2010 auf Rang 5 und im Jahre 2011 auf Rang 4. Die hohe Biomasse darf aber nicht darüber hinweg täuschen, dass die Abundanzen nur sehr gering waren, so dass sich die Verteilung auf sporadische Einzelfunde beschränkte. Wir verzichten auf eine grafische Darstellung und nennen hier nur Zeit und Ort der wenigen Vorkommen: Januar HELGO, Mai UFSD, Mai und Sept/Okt NGW8, November NSB₃.

Auch die große Kieselalge *Rhizosolenia imbricata* trat zeitlich und räumlich sehr sporadisch auf, so dass wir auch hier auf eine Darstellung der Verteilung verzichten. Die Art belegt im Jahre 2011 den 5. Rang, im Jahre 2010 den 1. Rang, im Jahre 2009 den 5. Rang und im Jahre 2008 den 4. Rang. Ihre Verbreitung im März 2008 wurde bereits in dem Bericht von WASMUND et al. (2009) dargestellt (damals noch Abundanzen) und es stellte sich damals ein Verbreitungsschwerpunkt um die Stationen NSB₃ und NGW8 heraus. An denselben Stellen war die Art auch im August/September 2010 stark vertreten, allerdings noch stärker an den küstennahen Stationen ES₁ und SYLT₁. Im Jahre 2011 war die Art über das Untersuchungsgebiet von DTEND über ES₁ bis SYLT₁ verstreut mit einem Maximum auf DTEND im März. Es zeigt sich also kein klares Verteilungsmuster.

Neben dem oben erwähnten *Coscinodiscus wailesii* kamen noch weitere *Coscinodiscus*-Arten vor, von denen allerdings viele nicht bis zur Art bestimmt werden konnten. Die Summe der unbestimmten *Coscinodiscus*-Arten gelangte auf Rang 6. Diese Kategorie wird sicher einige der in Tab. A1 erfassten, aber im Jahre 2011 nicht speziell nachgewiesenen Arten enthalten.

Chaetoceros curvisetus ist im Verlaufe der Rangfolge die erste relativ kleinzellige Kieselalge. Sie lag im Jahre 2008 noch auf Rang 38, im Jahre 2009 auf Rang 25, danach auf Rang 22, und schließlich im Jahre 2011 auf Rang 7. Sie wurde im Jahre 2011 hauptsächlich im Zentrum des Untersuchungsgebietes gefunden, also weder küstennah noch in der zentralen Nordsee (Abb. 2c).

Pseudo-nitzschia pungens lag im Jahre 2011 auf Rang 9, nachdem es in den Jahren 2008 und 2010 nur schwach vertreten war (Abb. 2d). Auch im Jahre 2009 war es mit Rang 20 nicht besonders häufig, aber die *Pseudo-nitzschia delicatissima*-Gruppe war im Jahre 2009 mit Rang 12 häufiger. Da die Zellen vom Volumen relativ klein sind, sind die Abundanzen trotz der geringen Biomasse sehr hoch (vgl. WASMUND et al. 2009: Abb. 3d). Die Gattung ist von

besonderem Interesse, da sie potenziell toxisch ist. Ihr wird nach OSPAR (2005) als potenziell toxische Indikatorart Bedeutung zugemessen (Grenzwerte siehe OSPAR 2008: Table 4.4).

Guinardia flaccida belegte Rang 10, im Jahre 2010 Rang 7, im Jahre 2009 Rang 11 und im Jahre 2008 sogar Rang 3. Es trat im März 2010 nur küstenfern (Schwerpunkt im „Entenschnabel“) auf, im Mai 2011 dagegen nur in der inneren Deutschen Bucht (Abb. 2e).

Die kleine fadenbildende Kieselalge *Leptocylindrus minimus* war mit Rang 11 erstmals stark vertreten (im Jahre 2009 aber auch bereits Rang 19). Die relativ hohe Biomasse von rund 300 und 415 µg/l konzentrierte sich aber nur auf zwei Punkte: Station ES1 im August/September und Station NSGR2 im Mai 2011; an den anderen Stationen waren die Biomassen sehr gering. Es lohnte sich nicht, hiervoor eine Verbreitungskarte darzustellen.

Der kleine Flagellat *Chrysochromulina* spp. kommt in hohen Abundanzen vor (vgl. WASMUND et al. 2009: Abb. 3b). Er erreichte trotz seiner geringen Zellgröße immerhin den Biomasse-Rang 12, lag im Jahre 2010 auf Rang 23, im Jahre 2009 auf Rang 9 und im Jahre 2008 auf Rang 27. Er kommt wie schon in den Vorjahren bevorzugt im Zentrum des Untersuchungsgebietes vor, also weniger an der Küste und im „Entenschnabel“ (Abb. 2f). Die Art *Chrysochromulina polylepis* wurde „berühmt“ wegen einer starken toxischen Blüte in der nördlichen Nordsee im Mai-Juni 1988 (NIELSEN & RICHARDSON, 1989). Die Gattung ist als potenziell toxische Indikatorart von Bedeutung (OSPAR, 2005).

Die Kieselalge *Guinardia delicatula* nahm Rang 13 ein, im Jahre 2010 nur noch Rang 25, aber im Jahre 2009 sogar Rang 8. Sie hatte in diesen Jahren ihr Maximum im Spätsommer an Station ES1 (Abb. 3a). Die Saisonalität und Langzeit-Veränderung von *Guinardia delicatula* an der Kabeltonne Helgoland (Helgoland Roads) wurde speziell von SCHLÜTER et al. (2012) untersucht. Es zeigte sich von 1962 bis 2008 eine Zunahme unter starker Fluktuation und eine Tendenz zur Vorverlagerung des Blütezeitpunktes. Eine detaillierte Darstellung der zeitlichen Verläufe der Biomasseentwicklung wird von WILTSHIRE & DÜRSELEN (2004) gegeben.

Coscinodiscus radiatus lag auf Rang 14. In den anderen Jahren war es ähnlich stark vertreten, im Jahre 2009 allerdings sogar auf Rang 7. Es zeigte dort eine Verbreitungslücke, wo andere Arten wie *Chaetoceros curvisetus*, mit Abstrichen (Stat. ES1) auch *Pseudonitzschia* spp. und *Guinardia delicatula* ihr Maximum haben (Abb. 3b).

Die Cryptophyceae *Teleaulax* sp. erreichte Rang 15. Die Verteilung war recht gleichmäßig, mit Maxima im Frühjahr und Sommer. Aber auch im Januar waren sie gut vertreten und machten dann wegen des allgemein geringeren Biomasseniveaus einen recht hohen Anteil an der Phytoplanktonbiomasse aus. Sie waren über das gesamte Untersuchungsgebiet verbreitet; deshalb wurde ihre Verbreitungskarte hier nicht dargestellt.

Der Kieselflagellat *Dictyocha speculum* kam auf Rang 16. Er hatte von 2008 bis 2009 deutlich zugenommen hatten, fiel im Jahre 2010 aber wieder auf den unbedeutenden Rang 59 zurück. Es war hauptsächlich im Mai (Stat. DTEND und URST₃) und im August/September (Stat. DTEND NSB₃ und SYLT₁) vertreten.

Die kleine Coccolithophoride *Emiliana huxleyi* belegte im Jahre 2011 den Rang 17. Im Jahre 2010 hatte sie den Rang 28 und davor wurde sie von uns gar nicht gefunden. Ihr Verbreitungsschwerpunkt lag im Mai 2011 um die Stationen NEFB und SWWBA (Abb. 3c).

Thalassiosira rotula lag im Jahre 2011 auf Rang 18, das ist etwa im Bereich der Vorjahre. Die räumliche Verteilung zeigt kein eindeutiges Muster (Abb. 3d). DÜRSELEN et al. (2006) haben auf Basis vorhandener Monitoringdaten und unter Berücksichtigung der von BROCKMANN et al. (2006) ermittelten Hintergrundwerte ein System zur Bewertung des Gewässerzustandes in der deutschen AWZ der Nordsee auf Grundlage des Frühlingsphytoplanktons (März bis Mai) entwickelt. Sie haben *Thalassiosira rotula* als eine der möglichen Indikatorarten vorgeschlagen.

Coccinodiscus concinnus kam auf Rang 19. Diese großzellige Kieselalge trat nur an einer Station auf (Stat. NGW8 im Mai 2011: 295 µg/l) und wird deshalb nicht in einer Verbreitungskarte gezeigt.

Der mixotrophe Ciliat *Mesodinium rubrum* nahm im Jahre 2011 den Rang 20 ein und war nur im Jahre 2008 noch bedeutender (Rang 14). Er trat küstenfern, aber nicht mehr an Station DTEND auf (Abb. 3g).

Eucampia zodiacus (Rang 21, Abb. 3h) war im August/September 2010 und 2011 auf den küstenferneren Stationen nicht vertreten. Es war im Jahre 2009 mit Rang 13 noch etwas bedeutender (Maximum an Stat. USFDB vom Juni bis November).

Cerataulina pelagica (Rang 22), war in den Vorjahren noch seltener. Wir erwähnen sie hier nur noch, die sie wie die oben bereits genannte Kieselalge *Thalassiosira rotula* von DÜRSELEN et al. (2006) als eine Indikatorart vorgeschlagen wurde.

Die weiteren Ränge werden hier nicht mehr vorgestellt, da die Zuordnung zu den Rängen bei geringeren Biomassen immer unsicherer wird und die Bedeutung jener Arten gering ist. Trotzdem wollen wir noch kurz auf Arten eingehen, die in vergangenen Jahren bedeutender waren, im Jahre 2011 aber nur auf hintere Ränge kamen.

Die große Kieselalge *Mediopyxis helysia* schien deutlich zuzunehmen, denn sie wurde im Jahre 2008 noch gar nicht nachgewiesen, kam im Jahre 2009 auf Rang 40 und im Jahre 2010 sogar auf Rang 3. Im Jahre 2011 erreichte sie nur noch Rang 39. Unser Befund stimmt mit dem von KRABERG et al. (2011) überein, die diese Art in den Helgoländer Proben erstmals im März 2009 entdeckten.

Auch die Art *Thalassiosira pacifica* schien zuzunehmen. wurde von DREBES & ELBRÄCHTER (1976), HOPPENRATH (2004) sowie von WASMUND et al. (2009) nicht gefunden und trat bei uns erstmals im Jahre 2009, und zwar mit Rang 85, auf. Sie steigerte sich zum Jahre 2010 auf Rang 9, trat im Jahre 2011 aber gar nicht mehr auf.

Neocalyptrella robusta belegte im Jahre 2008 noch den 9.Rang, wurde im Jahre 2009 und 2010 nicht mehr gefunden, lag im Jahre 2011 aber wiederum auf Rang 29.

Die im Jahre 2008 (Rang 5) bedeutende fadenbildende Kieselalge *Leptocylindrus danicus* belegte in den Jahren 2009, 2010 und 2011 nur die Ränge 45, 15 und 40. Sie schwankt also stark und hatte ihr Maximum im Mai 2008 an der Station ES1 mit 1,1 Mill. Zellen/L.

Die lästige Blüten bildende Gattung *Phaeocystis* kam im Jahre 2011 auf Rang 27. Sie trat während der März-Fahrt des Jahres 2008 in hohen Konzentrationen vor Borkum auf und nahm damals von ihrer Biomasse her den 11. Rang ein. Im Jahre 2009 (Rang 52) und 2010 (Rang 54) war sie wesentlich schwächer vorhanden. Allerdings können Blüten mit unserer sporadischen Probennahme leicht verfehlt werden. *Phaeocystis*-Blüten sollen sich im Frühjahr in flachen Gewässern entwickeln sobald das Licht bis auf den Gewässergrund vordringt (JOINT & POMROY 1993). Seit 1973 sollen *Phaeocystis*-Blüten zugenommen haben (CADEE 1989; RAHMEL et al. 1995). Sie sind in der südlichen Nordsee von besonderer Bedeutung (LANCELOT et al. 1991, NEHRING et al. 1995). Als belästigende Arten haben *Phaeocystis* spp. nach OSPAR (2005, 2008) Indikatorwert.

Die in der westlichen Ostsee blütenbildende Dinoflagellaten-Gattung *Ceratium* wurde auf unseren Nordseefahrten nur in geringen Biomassen gefunden (vgl. Tab. A1). EDWARDS et al. (2006) stellen *Ceratium furca* als eine wichtige blütenbildende Art („harmful algae bloom“) der Nordsee heraus, die an der norwegischen Küste zunimmt, an den Küsten der südlichen Nordsee aber abnimmt, während die potenziell toxische Gattung *Dinophysis* ihren Verbreitungsschwerpunkt von der westlichen in die östliche Nordsee verschoben haben soll. Entsprechend fanden NEHRING et al. (1995) *Dinophysis acuminata* an Fronten vor der Elbemündung und vor den Nordfriesischen Inseln. Wir fanden diese Gattung aber immer nur in geringen Biomassen.

Zeitweise starkes Auftreten dürfte also gerade bei Arten mit hoher individueller Biomasse, aber geringer Abundanz zufallsbedingt sein, und man kann gerade bei den vorliegenden geringen Probenzahlen weder einen zeitlichen Trend noch beständige räumliche Verteilungsmuster ableiten.

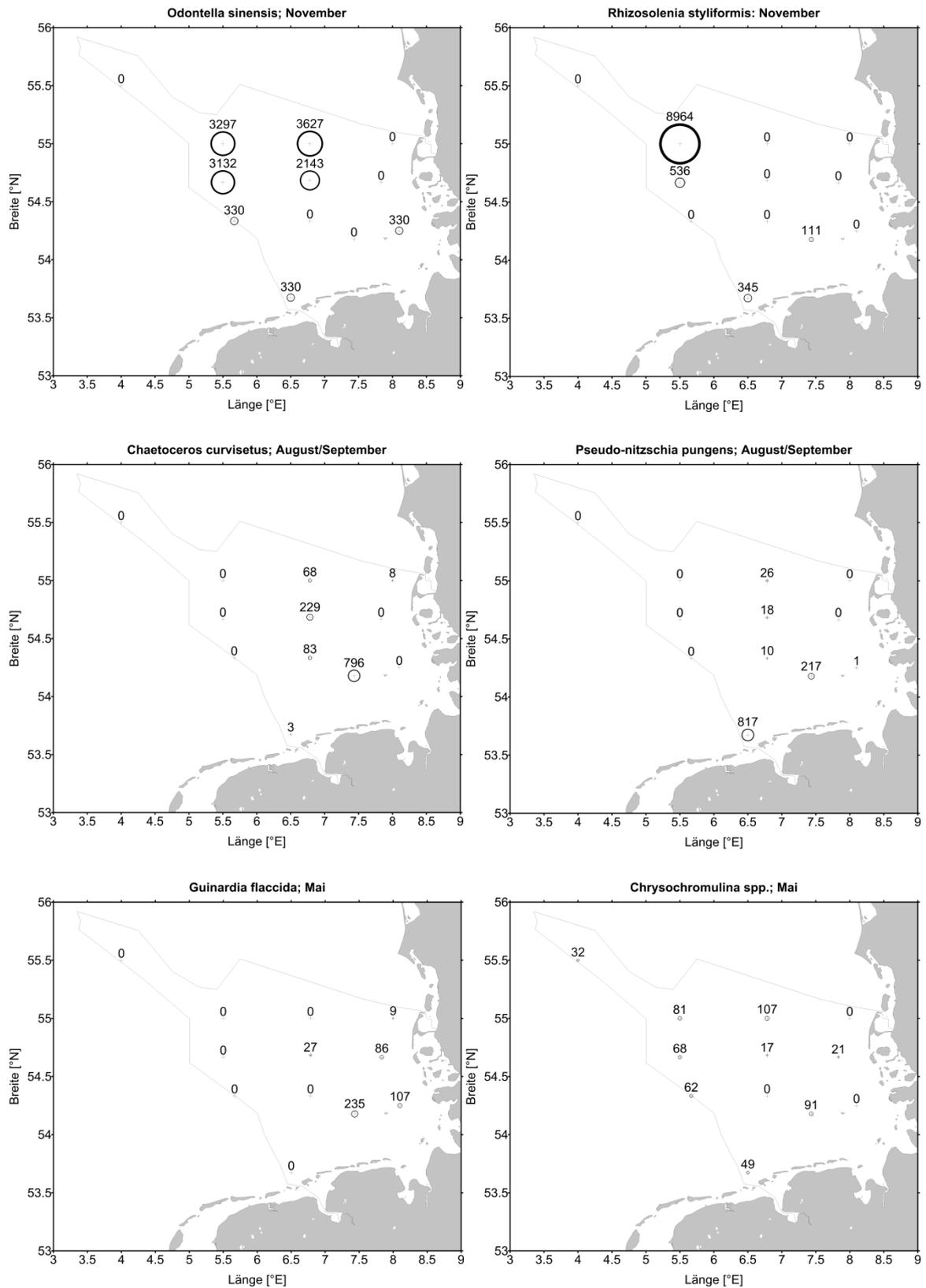


Abb. 2: Räumliche Verteilung der Biomasse ($\mu\text{g/l}$) wichtiger Arten zum Zeitpunkt ihres stärksten Vorkommens.

Fig. 2: Regional pattern of important species during their strongest appearance. The numbers are biomass (wet weight) in $\mu\text{g/l}$.

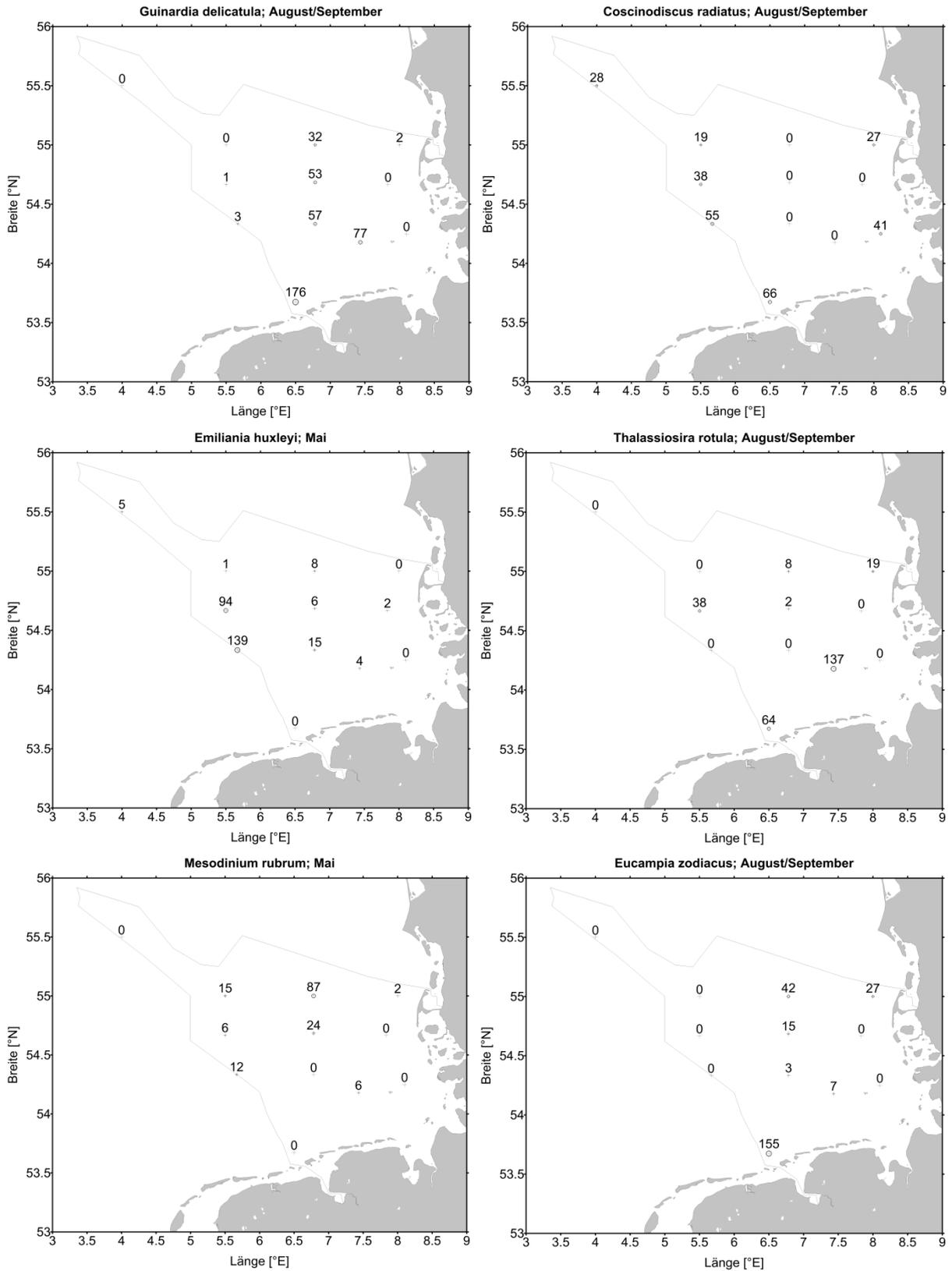


Abb. 3: Räumliche Verteilung der Biomasse ($\mu\text{g/l}$) wichtiger Arten zum Zeitpunkt ihres stärksten Vorkommens.

Fig. 3: Regional pattern of important species during their strongest appearance. The numbers are biomass (wet weight) in $\mu\text{g/l}$.

3.2 Chlorophyll

Ein grober Jahresgang der Chlorophyll a-Konzentration ist der Tab. 6 zu entnehmen. Es sind jeweils die Mittelwerte aus den oberen 10 m der Wassersäule angegeben. Zur besseren Veranschaulichung der saisonalen als auch die regionalen Verteilung des Chlorophyll a in der deutschen AWZ sind diese in Abb. 4 dargestellt. Im Gegensatz zum Vorjahr wurden im Frühjahr 2011 keine hohen Konzentrationen vor der Küste beobachtet. Die Frühjahrsblüte wurde mit unseren Probenentnahmen offensichtlich nicht getroffen. Das wird durch Satellitenbefunde bestätigt (siehe unten).

Tab. 6: Mittlere Konzentrationen von „Gesamt-Chlorophyll a“ nach der „neuen“ Methode (Chl.a-tot-NEU), von 0 bis 10 m Tiefe.

Table 6: Mean concentrations of “total chlorophyll a” measured by the “new” method (Chl.a-tot-NEU) in the upper 10 m.

Stat.	Datum	Chl.a-tot-NEU (mg m ⁻³)	Stat.	Datum	Chl.a-tot-NEU (mg m ⁻³)
AMRU2	19.01.2011	0,72	NSB3	20.01.2011	0,74
AMRU2	17.03.2011	1,16	NSB3	18.03.2011	1,07
AMRU2	30.05.2011	1,14	NSB3	26.05.2011	0,83
AMRU2	03.09.2011	2,44	NSB3	02.09.2011	2,53
AMRU2	03.11.2011	1,32	NSB3	02.11.2011	2,14
DTEND	22.01.2011	2,04	NSGR2	22.01.2011	0,74
DTEND	19.03.2011	5,09	NSGR2	20.03.2011	0,80
DTEND	27.05.2011	0,91	NSGR2	28.05.2011	1,78
DTEND	30.08.2011	1,04	NSGR2	31.08.2011	1,17
DTEND	05.11.2011	1,12	NSGR2	05.11.2011	3,21
ES1	23.01.2011	2,14	SWWBA	23.01.2011	0,81
ES1	21.03.2011	3,16	SWWBA	20.03.2011	0,72
ES1	31.05.2011	0,94	SWWBA	28.05.2011	2,69
ES1	01.09.2011	7,77	SWWBA	31.08.2011	1,77
ES1	06.11.2011	2,19	SWWBA	05.11.2011	1,88
HELGO	19.01.2011	0,71	SYLT1	20.01.2011	1,06
HELGO	17.03.2011	0,75	SYLT1	17.03.2011	1,26
HELGO	25.05.2011	1,67	SYLT1	29.05.2011	0,93
HELGO	04.09.2011	1,60	SYLT1	03.09.2011	5,31
HELGO	01.11.2011	1,53	SYLT1	03.11.2011	1,49
NEFB	23.01.2011	0,65	UFSDB	18.01.2011	1,29
NEFB	20.03.2011	1,04	UFSDB	16.03.2011	0,71
NEFB	28.05.2011	1,58	UFSDB	31.05.2011	1,07
NEFB	31.08.2011	1,28	UFSDB	04.09.2011	4,96
NEFB	06.11.2011	1,22	UFSDB	02.11.2011	1,40
NGW8	20.01.2011	0,85	URST3	20.01.2011	0,71
NGW8	21.03.2011	0,79	URST3	18.03.2011	1,19
NGW8	26.05.2011	1,24	URST3	26.05.2011	1,72
NGW8	02.09.2011	2,48	URST3	02.09.2011	2,64
NGW8	02.11.2011	1,85	URST3	03.11.2011	2,30

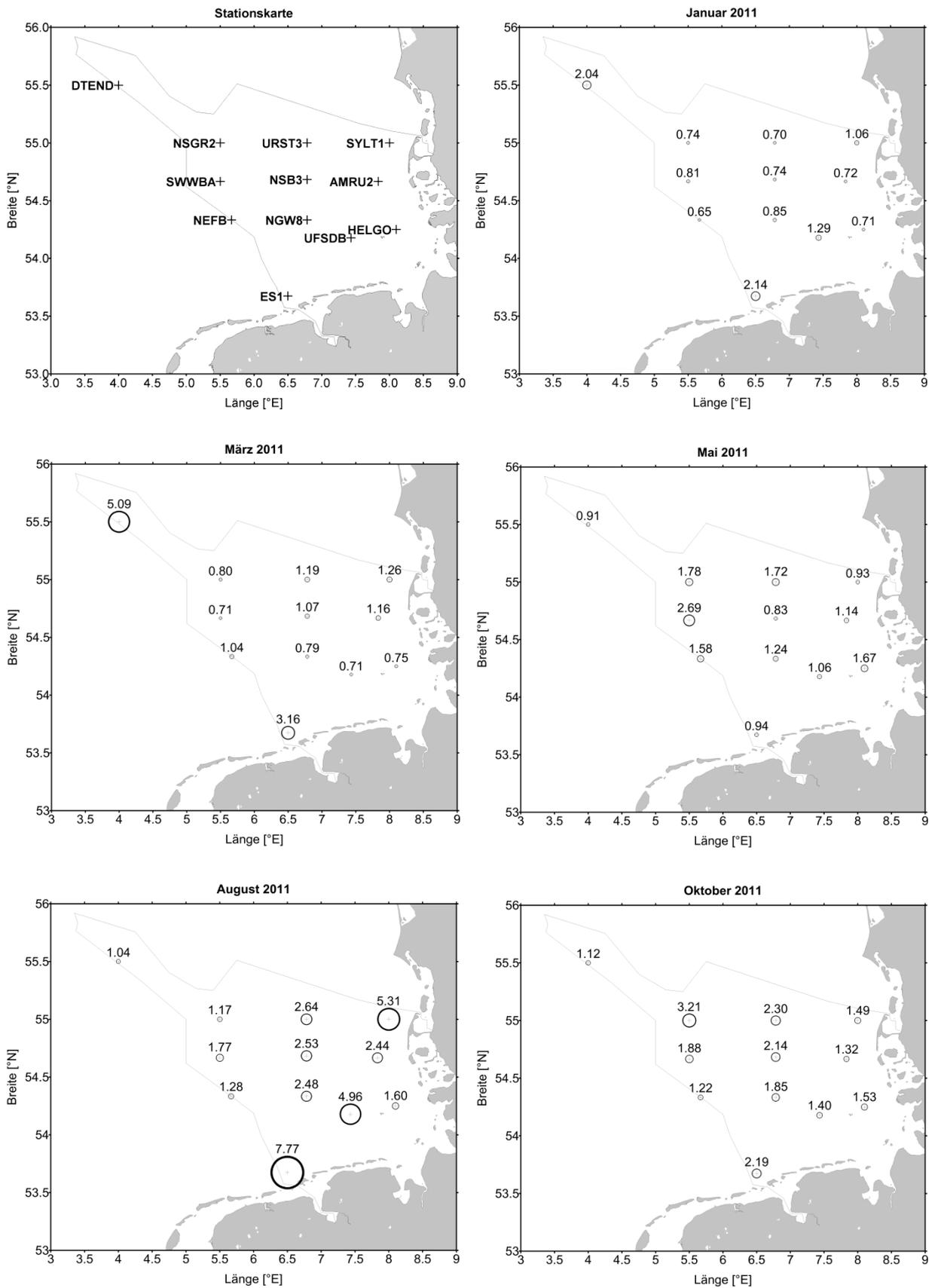


Abb. 4: Verteilung der Chlorophyll a-Konzentration (mg m^{-3}) auf den Meßfahrten 2011.

Fig. 4: Distribution pattern of chlorophyll a concentration (mg m^{-3}) at the cruises 2011.

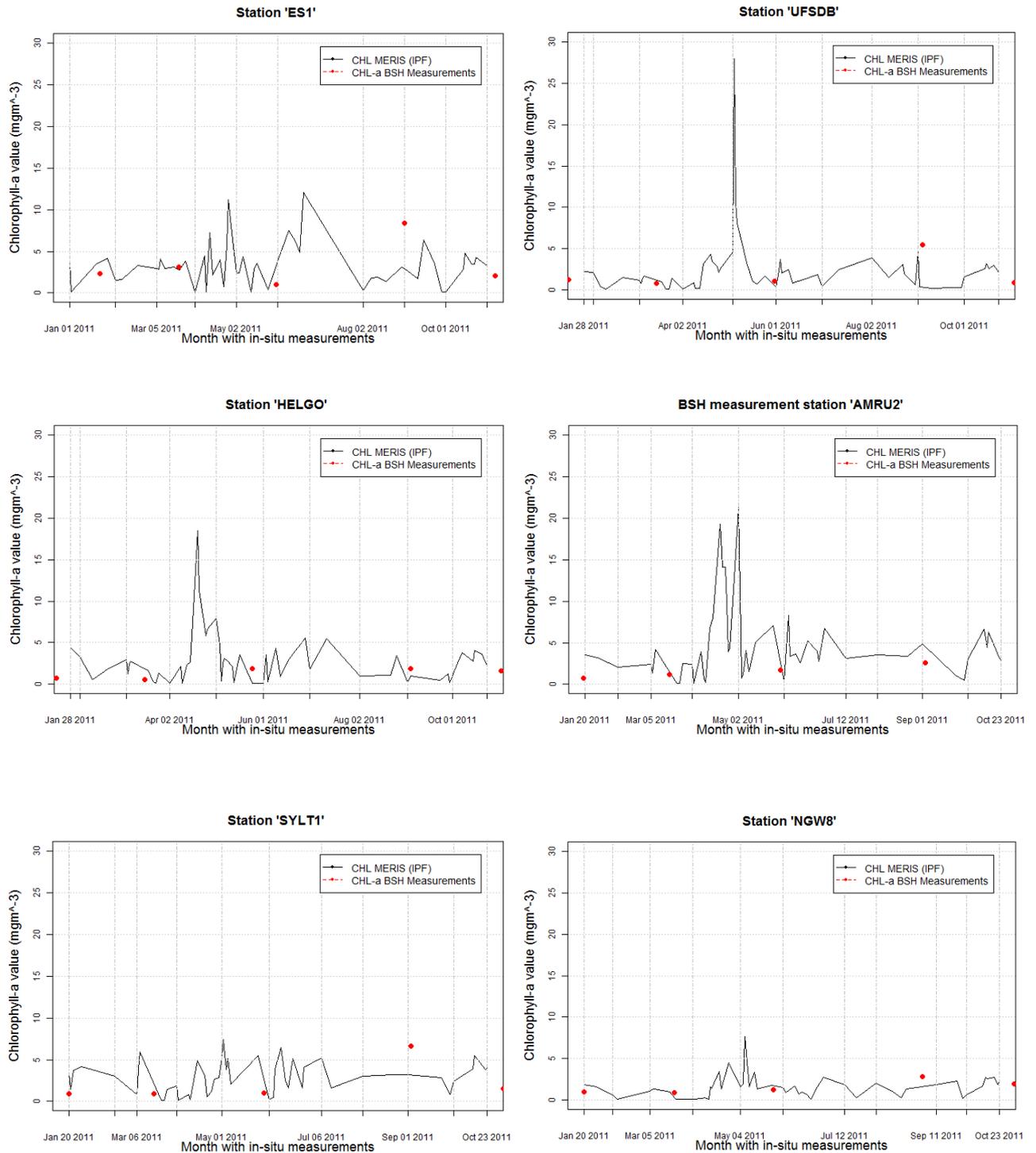


Abb. 5: Jahresgang 2011 der Chlorophyll *a*-Konzentration, abgeleitet aus Satellitendaten (MERIS) und Vergleich mit unseren Meßwerten (rote Punkte). Grafiken zur Verfügung gestellt von STELZER und WEIGELT-KRENZ.

Fig. 5: Seasonal course of the chlorophyll *a* concentration at the mentioned stations derived from satellite data (MERIS) and comparison with our *in-situ* measurements (red dots). Graphs provided by STELZER and WEIGELT-KRENZ.

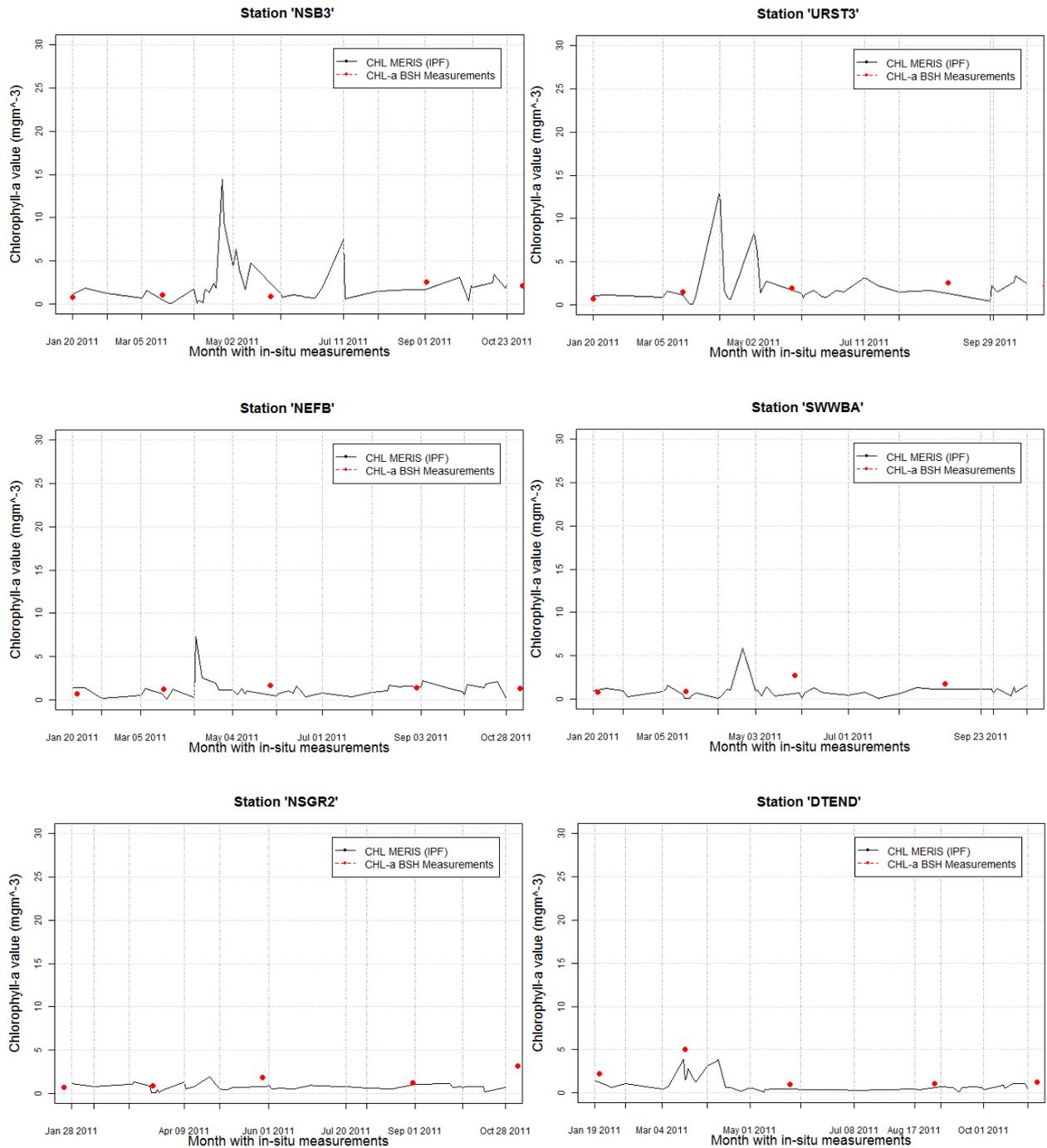


Abb. 6: Jahresgang 2011 der Chlorophyll *a*-Konzentration, abgeleitet aus Satellitendaten (MERIS) und Vergleich mit unseren Meßwerten (rote Punkte). Grafiken zur Verfügung gestellt von STELZER und WEIGELT-KRENZ.

Fig. 6: Seasonal course of the chlorophyll *a* concentration at the mentioned stations derived from satellite data (MERIS) and comparison with our *in-situ* measurements (red dots). Graphs provided by STELZER and WEIGELT-KRENZ.

Die höchsten Frühjahrswerte wurden an der küstenfernsten Station DTEND gemessen, denn hier wurde gerade das Frühjahrsmaximum getroffen (vgl Abb. 6). Da die Frühjahrsblüte verpasst wurde, registrierten wir die Maxima im August, und zwar wie bereits im Vorjahr an den küstennahen Stationen ES₁, SYLT₁ und USFDB.

In diesem Bericht nutzen wir erstmals auch Daten aus dem Projekt „MARine and COASTal Environmental Information Services“ (MarCoast-2), die uns von Frau Kerstin Stelzer (Fa. Brockmann Consult) und Frau Dr. Sieglinde Weigelt (BSH) zur Verfügung gestellt wurden. Das MarCoast-2-Projekt bietet den Service zur Erstellung weiterführender Produkte aus den MERIS-Satellitenbildern bis Ende 2012 kostenlos an. So lassen sich beispielsweise die in Abb. 5 und 6 gezeigten Jahresverläufe darstellen.

Brockmann Consult hat die von MERIS erhaltenen Satellitenbilder mit den Chlorophyll-Daten, die während der 5 Messfahrten des BSH erhoben wurden, abgeglichen. Im Allgemeinen zeigt sich eine gute Übereinstimmung der aus Satellitenbildern gewonnenen Chlorophylldaten mit den *in situ*-Daten. Einige hohe *in situ*-Werte der August/September-Fahrt bildeten sich in den Satellitenbildern nicht ab. Deutlich wird aber, dass das Maximum der Frühjahrsblüte direkt zwischen zwei Probenahmen des BSH lag, d.h. mit der *in situ*-Probenahme nicht erfasst wurde. Satellitendaten ermöglichen also über eine Chlorophyll-Erfassung einen erheblichen Zuwachs an Informationen zur Phytoplanktonentwicklung, solange eine Erhöhung der Probenfrequenz der seeseitigen Messungen nicht möglich ist. Das Artenspektrum des Phytoplanktons kann man allerdings nur mittels Wasserproben erfassen.

3.3 Mesozooplankton

3.3.1 Rückblick und Zielstellung 2011

Die Auswertungen in den letzten drei Berichtsjahren zeigten, dass die Ergebnisse auf der Station nahe Helgoland dem dortigen langjährigen Mittel entsprachen. Das ergaben die Vergleiche der saisonalen, sukzessiven Abfolge verschiedener Copepoden, mit den Maxima für Calaniden im Juni, für Cyclopoida im August und Harpacticoida im Spätherbst sowie die Höhe ihrer maximalen Abundanzen (WASMUND et al. 2009).

Des Weiteren konnten Vergleiche zu den Verhältnissen in der Ostsee gezogen werden. Beide Seegebiete wurden vom Zooplankton-Labor des IOW untersucht. So waren von den calanoiden Copepoden, wie in der Ostsee, die *Acartia*-Arten numerisch am stärksten präsent. Die Konzentration allerdings lag um ein Drittel unter den Ostseeverhältnissen. Ferner wurden mehr als einhundert Taxa identifiziert. Das wiederum überstieg die Verhältnisse in der Ostsee um das Dreifache. Die größte Vielfalt wies die Fraktion der Crustacea auf. Ihr Anteil lag über 50 Prozent. Räumlich gesehen, veränderte sich im August

die Anzahl der Arten in der für Ästuarien typische Weise von der inneren Deutschen Bucht in Richtung zentrale Nordsee. Das Arten- Minimum lag 2008 seewärts von Helgoland (WASMUND et al. 2009). Im Mittel nahm 2009 die Anzahl der Taxa mit dem Abstand zur Küste zu. Im Verlauf eines Jahres stiegen die Werte, dank der jahreszeitlich bedingten Entwicklung des Planktons, ab Mai deutlich an (WASMUND et al. 2010). Dieser Effekt ist in der Ostsee regelmäßig zu beobachten und beruht auf der Reproduktion von benthischen Organismen, die ihre planktischen Larven bilden.

GREVE et al. (2004) berechneten den mittlerem Wassertransport mit dem DRIFT – Model für den Zeitraum 1975 bis 2003 und fanden, dass das um Helgoland vorkommende Plankton meistens aus Gebieten stammt, die den Nordfriesischen Inseln vorgelagert sind. Wasser im Bereich der Ostfriesischen Inseln stammt eher aus dem holländischen Küstenvorfeld. Das erklärte die Verteilung der Eigenschaften in den letzten Jahren. Niedriger Salzgehalt und höhere Chlorophyll-Konzentrationen vor Schleswig-Holstein waren dem Elbezustrom zu verdanken, während lusitanische Zooplanktonarten, wie *Penilia avirostris* vor den Ostfriesischen Inseln auftraten. Das impliziert einen gegen den Uhrzeigersinn gerichteten mittleren Strom (MAKINSON und DASKALOV, 2007).

Die räumliche Verteilung der Taxa ergab eine faunistische Zonierung. Nach dem Margalef Artenvielfalts- (species richness) Index bildete sich unter Berücksichtigung aller Daten von 2010 ein für Ästuarien typisches Muster ab (WASMUND et al. 2011). Die Werte stiegen mit zunehmender Entfernung von der der Elbemündung am nächsten gelegenen Station bei Helgoland (HELGO) in Richtung zentrale Nordsee (Station NSGR2) an. In den küstennahen Bereichen war die Region vor den Nordfriesischen Inseln (Stationen HELGO, AMRU2 und SYLT1) von einer geringeren Vielfalt gekennzeichnet als die Region vor den Ostfriesischen Inseln. Das kam in den Zahlen von Pielous evenness Index zum Ausdruck und ist ein Ergebnis der unterschiedlichen Herkunft der Wasserkörper. Während sich in Richtung Nordosten Weser und Elbe bemerkbar machen ist für die Bedingungen vor den Ostfriesischen Inseln der Einfluss vom Ärmelkanal her ausschlaggebend. Interessanterweise traten die zehn wichtigsten taxonomischen Gruppen im Laufe eines Jahres vor den Nordfriesischen Inseln früher auf (Mai) als vor den Ostfriesischen (August/September) (WASMUND et al. 2011).

3.3.2 Artenvielfalt und Abundanzen

Im Jahre 2011 wurden insgesamt 139 Taxa unterschieden, wobei die Arthropoda mit 71 Taxa die häufigste Gruppe bildete, gefolgt von den Cnidaria mit 22 Taxa, den Polychaeta mit 13 und den Echinodermata-Larven mit 8 Taxa (Abb. 7). Gegenüber dem Vorjahr blieb die Rangordnung erhalten, insgesamt jedoch waren 18 Taxa weniger zu verzeichnen. Die geringere Anzahl war nur bei den sporadisch auftretenden Taxa zu finden. Bei den Arthropoden waren mit fünf Taxa die Larven der Decapoda betroffen, bei den Cnidaria fehlten vier Hydromedusenarten, ferner drei Taxa der Harpacticoida und zwei Taxa von Polychaeta-Larven.

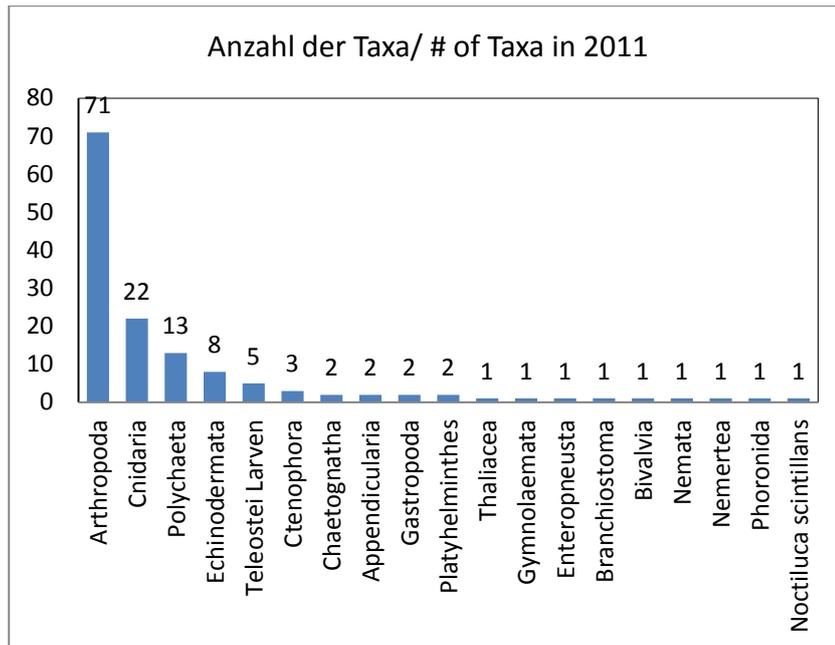


Abb. 7: Rangordnung der taxonomischen Hauptgruppen auf der Basis aller Taxa, die 2011 innerhalb der deutschen AWZ identifiziert werden konnten.

Fig. 7: Ranking of the main taxonomic groups based on all taxa that were identified in 2011 within the German EEZ.

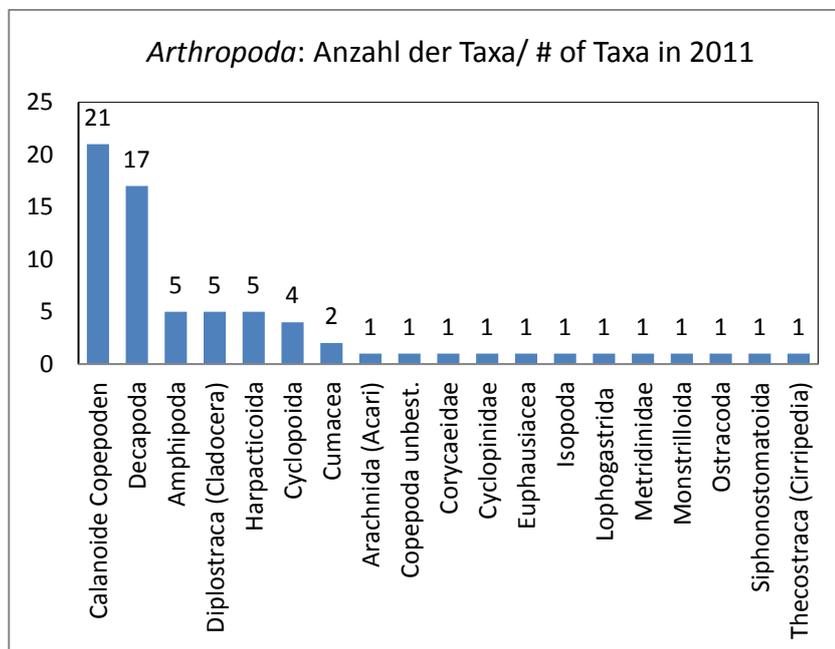


Abb. 8: Rangordnung der Arthropoden-Gruppen auf der Basis aller Taxa, die 2011 innerhalb der deutschen AWZ identifiziert werden konnten.

Fig. 8: Ranking of arthropod groups on the basis of all taxa that were identified in 2011 in the German EEZ.

An der Rangordnung in der Zahl der Taxa von Arthropoda änderte sich trotz der Reduktion ebenfalls nichts gegenüber dem Vorjahr. Die Gruppe der Calanoida steht weiterhin an der Spitze, gefolgt von den Larven der Decapoda (Abb. 8).

Die weitere Analyse wurde für die im Vorjahr charakterisierten biogeographischen Regionen vorgenommen, wobei der jahreszeitliche Aspekt im Vergleich der beiden Extremsituationen (Januar und August) berücksichtigt wurde.

Bezüglich der biogeographischen Regionen waren laut WASMUND et al. (2011) folgende zu unterscheiden:

- die Nordfriesische Zone / Innere Helgoländer Bucht (Stationen SYLT₁, AMRU₂, HELGO),
- die Äußere Helgoländer Bucht (Stationen URST₃, NSB₃, NGW₈),
- der Doggerbank Bereich (Stationen DTEND, NSGR₂, SWWBA)
- die Ostfriesische Zone (Stationen ES₁, UFDSB) und
- die „Wirbel-Zone“.

Die Unterscheidung basierte auf einer Clusteranalyse unter Einbindung aller Daten aus dem Jahre 2010, wobei zwischen den Stationen eine 50%ige Ähnlichkeit als Gruppierungsmerkmal diente. Die Ergebnisse von 2011 sind in Abb. 9 wiedergegeben. Sie basieren auf einer Gruppierung der Taxa, die laut Abundanz zu den ersten zehn innerhalb der jeweiligen Gebiete zählten. Demnach dominierten im Januar in allen Gebieten die calanoiden Copepoden, gefolgt von den cyclopoiden. In Richtung offene Nordsee (Nordfriesische Zone/ Innere Helgoländer Bucht → Äußere Helgoländer Bucht → Doggerbank Bereich) nahm die Zahl der beteiligten taxonomischen Gruppen durch *Noctiluca*, Chaetognatha und meroplanktische Larven zu. Die Gesamtzahl aller in den jeweiligen Gebieten registrierten Taxa nahm gleichermaßen zu, von 68 über 73 auf 90 (Abb. 9, Januar 2011, jeweils obere linke Ecke). Im küstennäheren, aber gleichzeitig vom Ärmelkanal am meisten beeinflusste Gebiet, der Ostfriesischen Zone (WASMUND et al., 2009, 2010, 2011), teilten sich fünf taxonomische Gruppen den „top ten“-Anteil. Im Sommer wuchs die Gesamtzahl der Taxa in allen Regionen gegenüber der Januar-Situation an, im Mittel etwa um 20%. Der relative Anteil der meist herbi- und omnivoren calanoiden Copepoden ging zugunsten von carnivoren Gruppen, wie Cyclopoida, Harpacticoida, Chaetognatha zurück (Abb. 9, August 2011). Die zunehmende Anzahl der Taxa von der Nordfriesischen Zone/ Innere Helgoländer Bucht, über die Äußere Helgoländer Bucht zum Doggerbank-Bereich, blieb auch im Sommer erhalten, nur auf höherem Niveau.

Hinsichtlich der Abundanz der „ersten Zehn“ unterschieden sich die Werte vom August und Januar um den Faktor drei, wobei die geringsten Veränderungen vor den ostfriesischen Inseln (2083 zu 2428 Ind.*m⁻³) und die größten sowohl in der Wirbel-Zone (7813 zu 1192 Ind.*m⁻³) als auch im Doggerbank-Bereich (8324 zu 1530 Ind.*m⁻³) festzustellen waren (Abb. 9, jeweils untere linke Ecke).



Abb. 9: Anteil der gruppierten zehn dominanten Taxa in fünf biogeographischen Regionen der deutschen AWZ in der Nordsee im Januar und im August 2011.

Fig. 9: Proportion of grouped ten most dominant taxa in five biogeographic regions within the German EEZ of the North Sea in January and August 2011.

3.3.3 Spezielle Arten

Im Zuge der Einführung der EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie werden Indikatoren für bestimmte Deskriptoren gesucht, zum Beispiel um den Einfluss äußerer Faktoren auf Veränderungen in der Gemeinschaftsstruktur zu ermitteln (Deskriptor Artenvielfalt).

3.3.3.1 Beispiel Warmwasserarten: *Penilia avirostris* Dana 1849

Penilia avirostris Dana, 1849 stellte in der letzten Dekade das 20. Jahrhunderts als Art ein Novum in der Nordsee dar. Sie wurde als Indikator für den Klimawandel in der Region betrachtet. Vor Helgoland wurde sie erstmals 1991 gefunden, trat seitdem im Spätsommerplankton um die Insel auf (GREVE et al., 2004) und verbreitete sich bis in den Kattegat, Großen Belt und Sund (JOHNS 2005, ÆRTEBJERG et al. 2002, WASMUND et al. 2010, 2011). 2011 allerdings war sie in der Ostsee nur noch mit einem Exemplar in der oberen Probeentnahmeschicht auf einer Station in der Mecklenburger Bucht nachweisbar (WASMUND et al. 2012). Diese rückläufige Tendenz ließ sich auch in der Nordsee beobachten (Abb. 10).

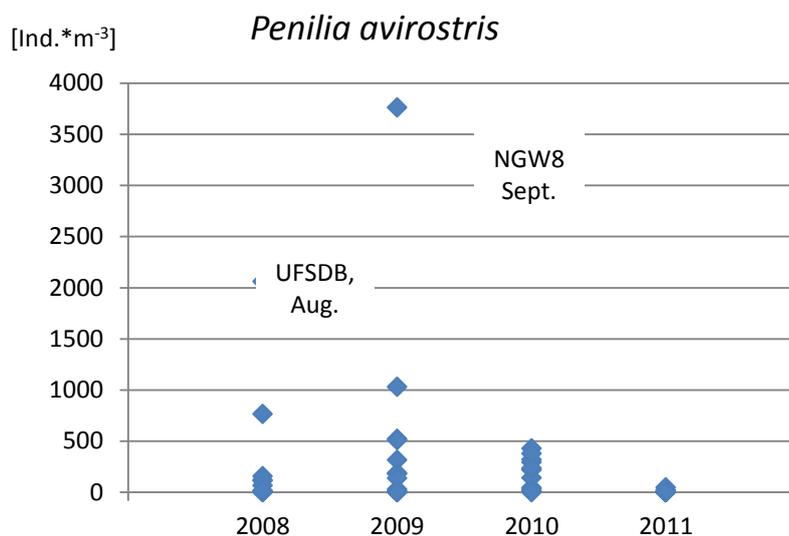
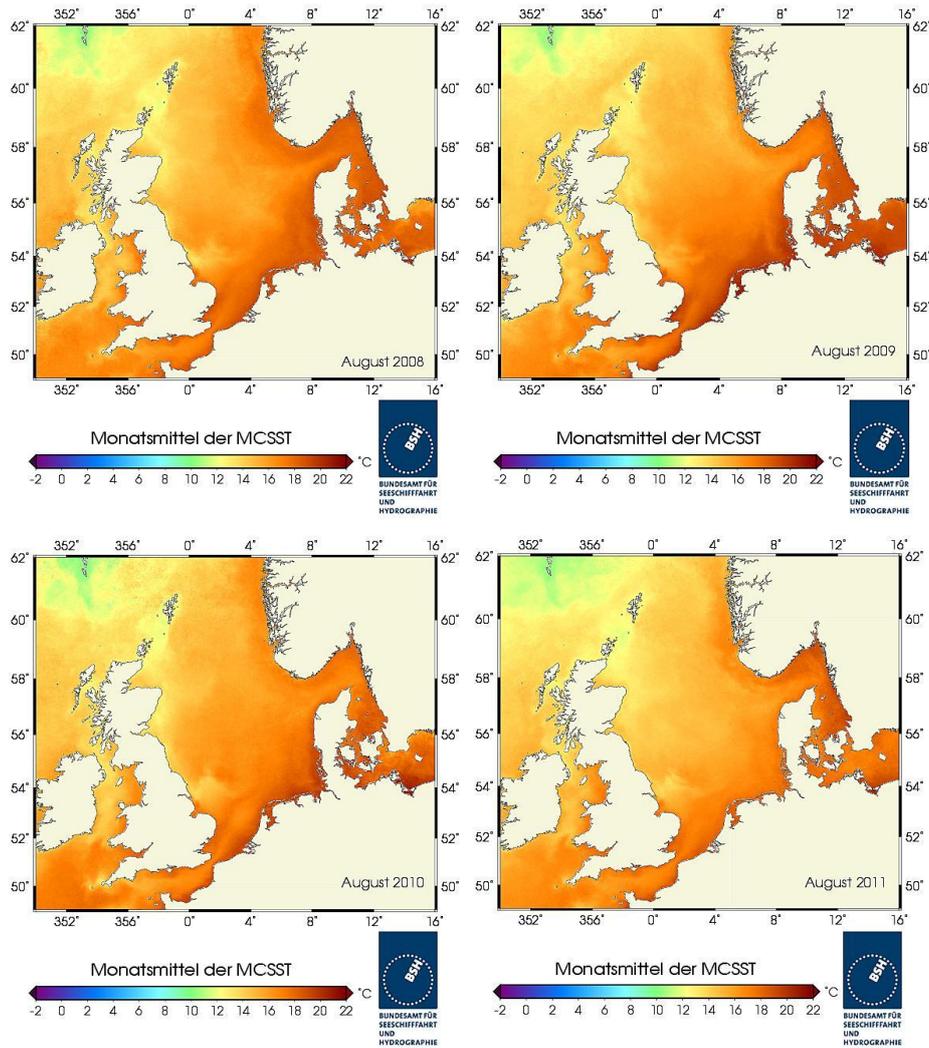


Abb. 10: Abundanz Entwicklung von *Penilia avirostris* Dana 1849 innerhalb der deutschen AWZ zwischen 2008 und 2011.

Fig. 10: Abundance of *Penilia avirostris* Dana 1849 in the German EEZ between 2008 and 2011.

In der Literatur wird in der Präsenz dieser Art ein deutlicher Zusammenhang zur Wassertemperatur beschrieben (JOHNS 2005, ÆRTEBJERG et al. 2002). Die Monatsmittel der Wasseroberflächentemperatur der Nordsee aus den Jahren 2008 bis 2011 unterstützen diesen Befund. Der abnehmende Abundanz-Trend von 2008 bis 2011 (Abb. 10) geht mit einer Veränderung von warmen zu kühleren Sommern in diesem Zeitraum einher (Abb. 11).



Quelle: BSH Messdaten, Meeresoberflächentemperatur, Monatsmittel
<http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Fernerkundung>

Abb. 11: Monatsmittel der Wassertemperatur in der Nordsee, jeweils im August, von 2008 bis 2011 (Quelle s. Text).

Fig. 11: Monthly average of sea surface temperature of the North Sea in August from 2008 to 2011 (Source: see text).

3.3.3.2 Beispiel Eutrophierungs-Indikator (?): *Aurina composita* Metschnikoff 1861

Aurina composita Metschnikoff 1861 wurde in den Daten der Helgoländer Zeitreihe bis zu Beginn der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts mit Werten um die $10 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$ verzeichnet. Um 1983 kam es zu einem drastischen Anstieg um das Zehnfache. 1982 lagen die Werte bei unter $1000 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$ und 1987 bei fast $24000 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$ (GREVE und REINERS 1996). In der Ostsee vollzog sich dieser Vorgang zwischen 2002 und 2003. Hier stiegen die Abundanzen im August in der Kadetrinne von maximal 40 auf fast $5000 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$ (WASMUND

et al. 2004). Später pegelten sich die Werte in der Nordsee bei mehreren hundert Individuen pro Kubikmeter ein (GREVE und REINERS 1996). An diese Situation schlossen unsere Untersuchungsergebnisse an. Gegenwärtig ist dieser Trend rückläufig (Abb. 12), auch in der Ostsee (WASMUND et al. 2012).

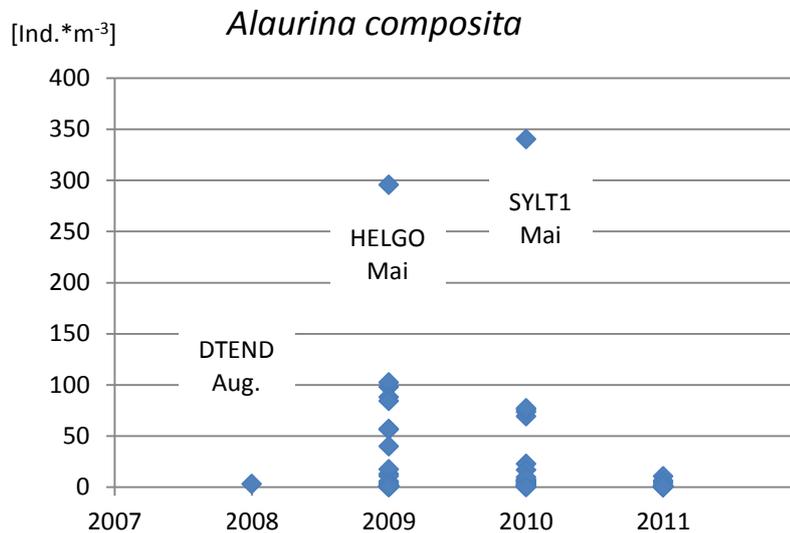
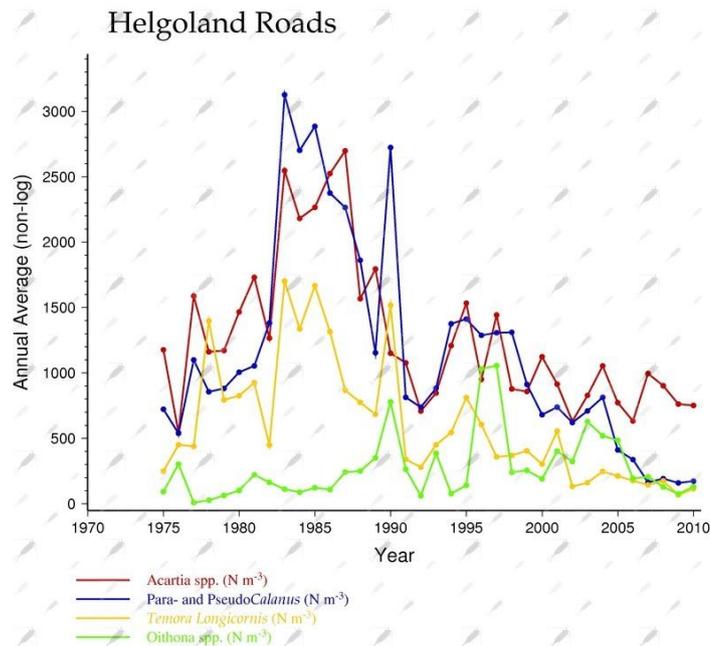


Abb. 12: Abundanz Entwicklung von *Alaurina composita* Metschnikoff, 1861 innerhalb der deutschen AWZ zwischen 2008 und 2011.

Fig. 12: Abundance of *Alaurina composita* Metschnikoff, 1861 in the German EEZ between 2008 and 2011.

Das Massenaufkommen von *Alaurina composita* Metschnikoff, 1861 in den achtziger Jahren fiel in einen Zeitraum mit allgemein höhere Zooplanktonabundanz zusammen (s. Abb. 13), die wiederum ein Ergebnis günstiger Nahrungsbedingungen gewesen sein dürfte. Darauf weisen die multiplen Verläufe der Nährstoffkonzentrationen hin, mit einer günstigen Nitrat- und Silikatversorgung im fraglichen Zeitraum (Abb. 14) und einem abfallenden Phosphatgehalt. Diese gegenläufigen Tendenzen mag die Ursache für die fehlende exakte zeitliche Übereinstimmung in Abb. 13 und 14 sein.



Quelle: SCOR working group on Global Comparisons of Zooplankton Time Series, 2012 (<http://www.wg125.net>)

Abb. 13: Verlauf der Jahresmittelwerte für einige Copepoden-Arten auf der Helgoländer Reede zwischen 1975 und 2010 (Quelle: SCOR WG 125, siehe Text).

Fig. 13: Course of annual averages of some copepod species at Helgoland Reede between 1975 and 2010 (Source: SCOR WG 125, see text).

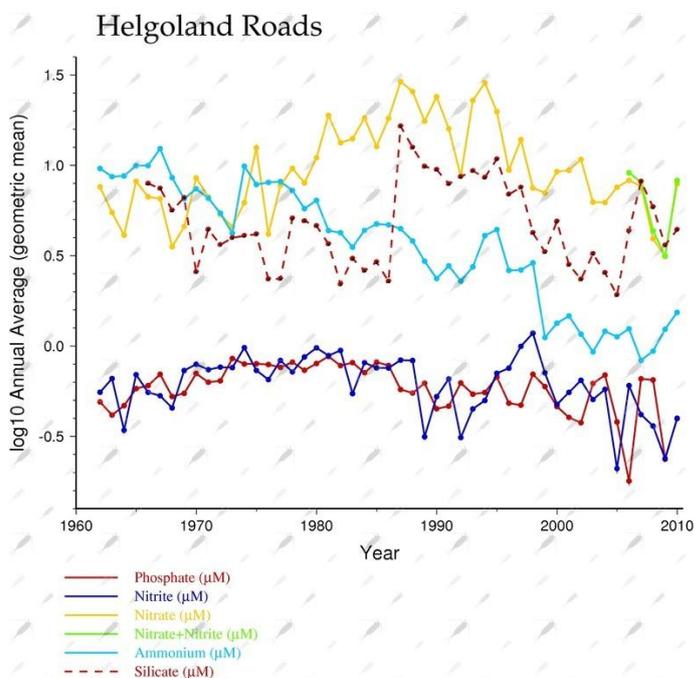


Abb. 14: Verlauf der Jahresmittelwerte für einige Nährstoffkomponenten auf der Helgoländer Reede zwischen 1975 und 2010 (Quelle: SCOR WG 125, siehe Text).

Fig. 14: Course of annual averages of some nutrient components at Helgoland Reede between 1975 and 2010 (Source: SCOR WG 125, see text)

3.3.3.3 Beispiel eingewanderte Arten: *Pseudodiaptomus marinus* Sato 1913

Pseudodiaptomus marinus Sato 1913 ist aus dem Nordpazifik bekannt und gilt als hyperbenthische Art, die in flachen Gebieten nachts im Plankton zu finden ist (WALTER 1986). Sie breitete sich im Indo-Pazifik aus und trat gegenwärtig durch Ballastwasser-einträge in Europäischen Gewässern auf, wie BRYLINSKI et al. (2012) berichteten. Sie selbst fanden *P. marinus* im Hafen von Calais im Januar und Oktober 2010 sowie im April 2011, außerdem in den Küstengewässern vor Gravelines im Januar, Februar und im September 2011. Gegenwärtig wurde in Zusammenarbeit zwischen der Sir Allistar Hardy Foundation, Plymouth, der Smithsonian Institution, Suitland, MD /USA und dem IOW eine Publikation eingereicht. In ihr werden sowohl die Funde von *P. marinus* in der Südlichen Bucht zwischen Holland und der britischen Küste beschrieben als auch die Exemplare vom 6.11.2011, die während des BSH Monitorings auf Station ES1 vor Borkum (Ostfriesland) nachgewiesen wurden (JHA et al., submitted) (Abb. 15 und 16). Die Temperatur vor Borkum lag am 6.11.2011 zwischen 11.3-11.9°C und der Salzgehalt bei 32.2-33.2. Nachgewiesen wurde jeweils ein Männchen, Weibchen, und ein Copepodit-Stadium mit der Gesamt-Konzentration von 10 Ind.*m⁻³.

Die natürliche Ausbreitung wird in nordöstlicher Richtung bis in die Ostsee erwartet, was aufgrund der Strömungsverhältnisse nicht für die britische Küste gilt.

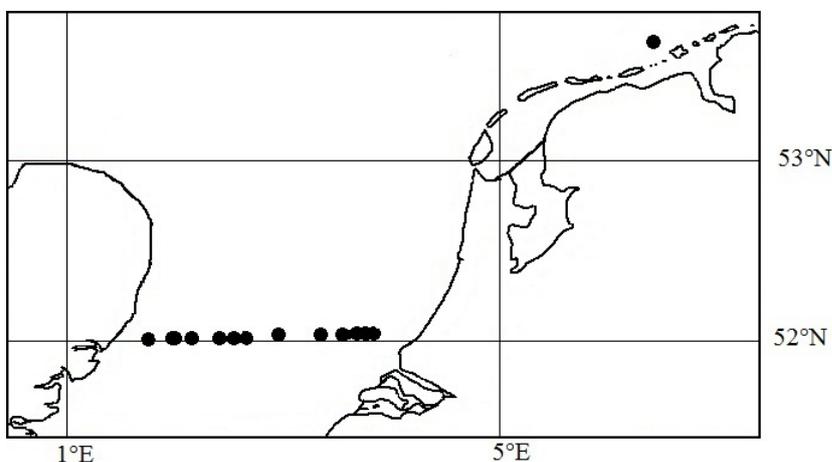


Abb. 15: Positionen auf denen *Pseudodiaptomus marinus* während den CPR Surveys und während des BSH Monitorings in der deutschen AWZ nachgewiesen wurde.

Fig. 15: Positions of records of *Pseudodiaptomus marinus* during the CPR surveys and during German EEZ monitoring.



Abb. 16: *Pseudodiaptomus marinus* Sato 1913, Männchen von der Station ES1, vom 6.11.2011 (Aufnahme: Annemarie Jetter).

Fig. 16: *Pseudodiaptomus marinus* Sato 1913, male from station ES1, from 6.11.2011 (Foto by Annemarie Jetter).

3.4 Makrozoobenthos

Im Frühjahr und Herbst 2011 wurden an 13 Stationen je 3 Parallelproben mit einem van-Veen-Greifer genommen und auf Makrozoobenthos untersucht. Zusätzlich kam an allen Stationen eine Dredge zum Einsatz, um die selteneren und vagilen Arten zu erfassen.

3.4.1 Sedimentdaten

An den 13 Monitoringstationen wurden Sedimentproben aus einem separaten van-Veen-Greifer zur Analyse der Korngröße und des organischen Gehaltes genommen. Außerdem wurden Begleitparameter wie Sauerstoffgehalt und Salzgehalt im bodennahen Wasser mit der CTD bestimmt.

3.4.2 Artenzahl

Die Gesamtartenzahl (Frühjahr und Herbstbeprobung aller 13 Stationen zusammengefasst) betrug 291 (siehe Tab. A3). Die Artenzahl war relativ hoch, kann jedoch auf Grund fehlender Daten nur mit den drei Vorjahren verglichen werden. In 2008 wurden allerdings nur 12 Stationen und davon 3 nur im Frühjahr (aufgrund schlechter Wetterereignisse) beprobt, so dass 21 Beprobungsereignisse ausgewertet wurden und 218 Arten registriert wurden. Im Jahr 2009 wurden alle 13 Stationen beprobt, allerdings wurde die Station ENTE₃ nur im Frühjahr erfasst. Im Jahre 2010 wurden vergleichbar mit diesem Jahr genauso viele Stationen im Frühjahr und Herbst beprobt. Mit 286 lag die Artenvielfalt im letzten Jahr vergleichbar hoch.

Tab. 7: Abiotische Parameter an den 13 Monitoringstationen im Frühjahr (F) und Herbst (H) 2011 (Org=Organischer Gehalt im Sediment in %, KG=mittlere Korngröße in μm , O_2 =Sauerstoffgehalt im bodennahen Wasser in ml/l, S=bodennaher Salzgehalt in g/kg).

Table 7: Abiotic parameters at 13 monitoring stations at spring (F) and autumn (H) 2011 (org=organic content of sediment in %, KG=mean grain size in μm , O_2 =oxygen content of near bottom water in ml/l, S=salinity at near bottom water in g/kg).

Station	Org. (%)	KG (μm)	O_2 (mg/l)	S (g/kg)	Tiefe (m)	Sedimentansprache an Bord
AMRU2-F	0,25	659	7,8	29,6	14,3	Grobsand und Kies
AMRU2-H	0,13	363	5,89	30,2	16,3	Mittelsand
DTEND-F	0,39	180	7,61	34,8	32,8	Feinsand mit Muschelschill
DTEND-H	0,26	175	5,90	34,8	32	Feinsand mit Muschelschill
ENTE3-F	0,98	148	7,01	35,0	70,6	Feinsand
ENTE3-H	0,77	149	5,87	34,9	71	Feinsand
ES1-F	0,42	241	7,58	30,9	23,8	Muschelschill mit Röhren
ES1-H	0,39	542	5,90	33,2	23	Kies und Muschelschill
HELGO-F	0,29	384	7,23	31,9	16,9	Fein- Mittelsand mit Laniceröhren
HELGO-H	0,28	355	6,24	33,1	17,8	Fein- Mittelsand mit Laniceröhren
NEFB-F	3,25	125	7,18	34,2	42,3	schlickiger Feinsand
NEFB-H	1,00	167	6,11	34,7	41,7	schlickiger Feinsand
NGW8-F	1,25	121	7,35	34,0	37,8	Feinsand mit Schlickanteil
NGW8-H	0,33	125	5,99	34,8	38	Feinsand mit Schlickanteil
NSB3-F	1,51	84	5,36	34,4	40,5	Feinsand mit Schlickanteil
NSB3-H	1,24	80	6,09	34,7	39,5	Feinsand mit Schlickanteil
NSGR2-F	0,46	153	7,26	34,4	40,9	Feinsand mit Schlickanteil
NSGR2-H	0,55	150	4,62	34,8	41	Feinsand mit Schlickanteil
SWWBA-F	0,90	132	7,25	34,5	44,5	Feinsand mit Schlickanteil
SWWBA-H	0,75	144	6,09	34,7	43,9	Feinsand mit Schlickanteil
SYLT1-F	0,29	401	5,49	30,4	18	Mittelsand
SYLT1-H	0,22	439	5,45	30,3	16,8	Mittelsand
UFSDB-F	1,39	93	7,23	33,5	39,8	schlickiger Feinsand
UFSDB-H	0,45	91	5,90	34,3	38,7	schlickiger Feinsand
URST3-F	0,40	204	6,56	34,3	36,1	Feinsand mit Schlickanteil
URST3-H	0,38	165	5,85	34,5	34,5	Feinsand mit Schlickanteil

* Die Sedimentqualitäten an ES1 und AMRU2 unterschieden sich zwischen Frühjahr und Herbst erheblich, was auf stark geklumpete Verteilung des Schills an dieser Station zurückzuführen ist.

An den Stationen (Frühjahr und Herbst zusammengefasst) rangierte die Artenvielfalt zwischen 48 (AMRU2) und 153 (ENTE3) (siehe Tab. A3). Betrachtet man die Frühjahr- und Herbstbeprobung separat so variierten die Artenzahlen zwischen 25 (AMRU2-Frühjahr) und 113 (ENTE3-Herbst) (Abb. 18). Im Herbst war die Artenvielfalt an den Stationen bis auf zwei Ausnahmen (ES1 und NSGR2) immer höher.

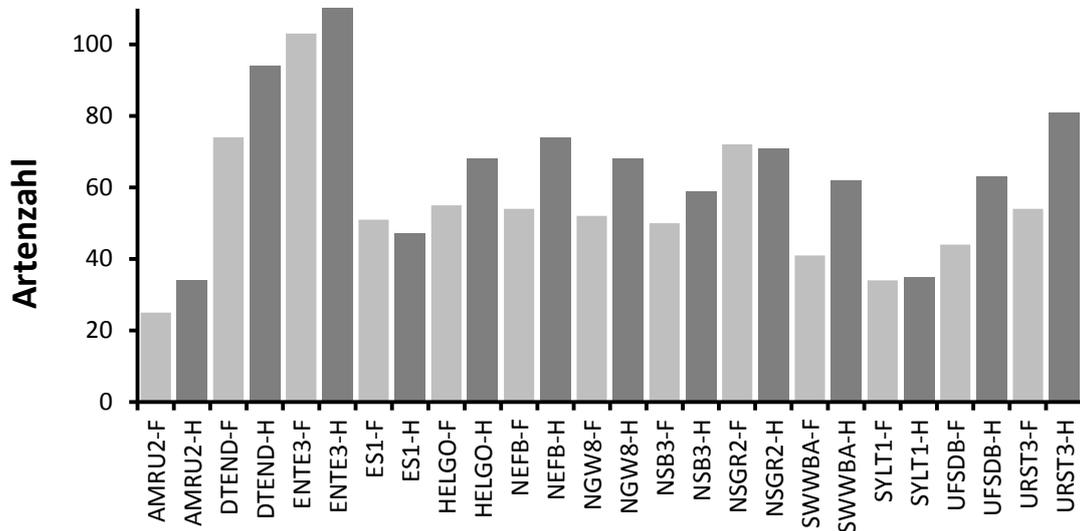


Abb. 18: Artenzahlen an den 13 Monitoringstationen separiert nach Frühjahr (F) und Herbst (H) in 2011.

Fig. 18: Species number at 13 monitoring stations during spring (F) and autumn (H) sampling in 2011.

Die Makrozoobenthosgemeinschaften wurden und werden maßgeblich durch die Umweltbedingungen beeinflusst und hier in erster Linie durch die Sedimenteigenschaften und die Bodenstruktur (siehe Tab. 7). Stark exponierte, eher grobsandige Sedimente waren völlig anders besiedelt als organisch angereicherte Feinsande (siehe z.B. Abb. 19). Insbesondere die Gruppen der Crustacea und der Polychaeta profitieren von den Bedingungen in der Nordsee mit den stark variierenden Strömungsregime und dem enormen Einfluss durch die Bodennetzfischerei (Abb. 20). Vor allem opportunistische Arten bzw. Taxa scheinen davon bevorteilt zu sein.

Langlebige Arten der Mollusca und der Echinodermata sind unterrepräsentiert. Gelegentlich kommt es zu Massenansammlungen des Gemeinen Seesterns (*Asterias rubens*), wie im Frühjahr an der Station HELGO (Abb. 19, rechts). Hingegen wurden langlebige Arten wie die Islandmuschel (*Arctica islandica*) und die Wellhornschncke (*Buccinum undatum*) oder die Spindelschnecken (*Neptunea antiqua* und *Colus* spp.) nur bzw. hauptsächlich in der zentralen Nordsee auf der Station ENTE3 in 70 m Wassertiefe gefunden. Andere Bereiche waren wiederum sehr Schill-geprägt. So dominierten leere Muschelschalen die Substrate beispielsweise auf der Doggerbank (DTEND) und vor Sylt (Abb. 19, links).



Abb. 19: Impressionen der benthischen Gemeinschaften an vier verschiedenen Stationen im Herbst 2011. Links ist jeweils der gesiebte Inhalt der Greiferprobe und rechts die Dredgeprobe dargestellt (von oben nach unten die Stationen DTEND, ENTE₃, HELGO und SYLT₁).

Fig. 19: Impressions of the benthic communities at four different stations in autumn 2011. On the left side the sieved content of the grab samples and on the right side the dredge samples are illustrated, respectively. (top down the stations DTEND, ENTE₃, HELGO and SYLT₁).

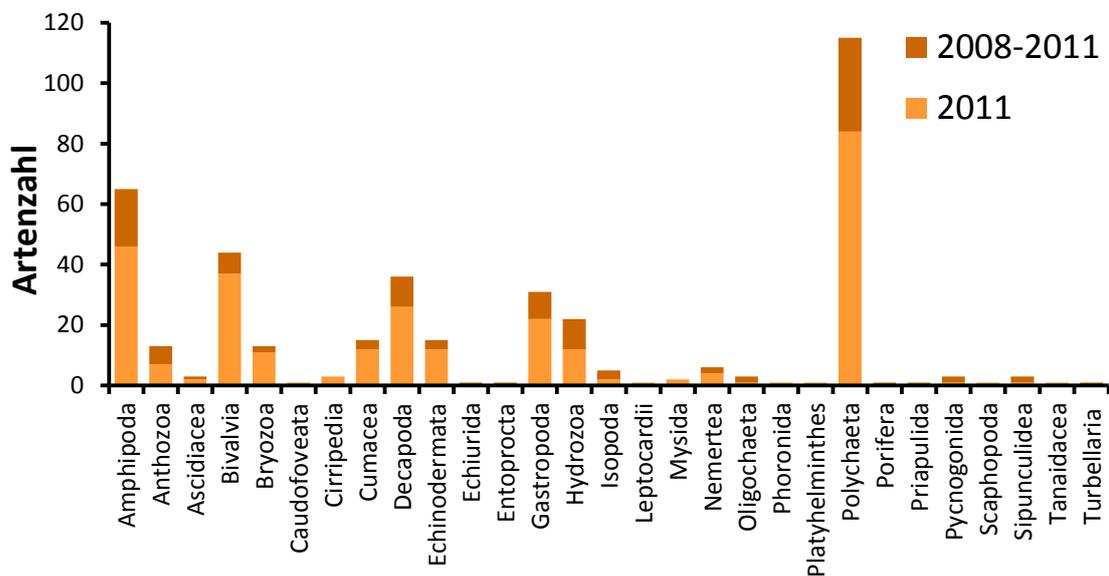


Abb. 20: Zusammensetzung des Makrozoobenthos an den 13 Monitoringstationen im Jahr 2011 und insgesamt von 2008 bis 2011.

Fig. 20: Composition of the macrozoobenthos at the 13 monitoring stations in 2011 and altogether from 2008 to 2011.

3.4.3 Abundanz

Nicht nur die Artenvielfalt, sondern auch die Individuendichte wird maßgeblich durch die oben genannten Faktoren bestimmt. Die saisonalen Unterschiede waren in der zentralen Nordsee (ENTE₃) und im Elbeurstromtal (URST) sehr hoch (Abb. 21). Wurden im Frühjahr Werte von 1700 bzw. 650 Ind./m² beobachtet, lagen die Werte im Herbst bei mehr als das doppelte bzw. fast 10fache (3500 bzw. 6000 Ind./m²). Ähnlich wie bei der Artenzahl wurden generell im Herbst meist höhere Werte festgestellt (siehe Abb. 21). Im Frühjahr wurden mit 2447 Ind./m² bzw. 1874 Ind./m² die höchsten Dichten bei Helgoland (HELGO) und südöstlich der Weißen Bank (NSB₃) beobachtet. Im Herbst lagen die maximalen Abundanzen mit 3526

bzw. 5976 Ind./m² an den Stationen der zentralen Nordsee (ENTE₃) und im Elbeurstromtal (URST₃).

Welche Art jeweils die Individuendichte dominierte, variierte zum Teil erheblich. Sehr oft waren die Dichten erstaunlich ausgeglichen zwischen den einzelnen Arten. Nur gelegentlich wurden Dominanzen von über 50 % von Einzelarten an einzelnen Stationen festgestellt. Mit 60 bis 70 % erreichte *Phoronis* sp. die höchsten Dominanzen (NSB₃-F, URST₃-H). Über 50 % relative Abundanz wurden bei *Ophelia limacina* (SYLT₁-F, AMRU-H), *Amphiura filiformis* (NEFB-F) und *Lanice conchilega* (HELGO-F) beobachtet. Hervorzuheben sei außerdem das häufige Auftreten von *Galathowenia oculata* an der Station ENTE₃ im Frühjahr und im Herbst (736 Ind./m² bzw. 922 Ind./m²) und *Spiophanes bombyx* welcher im Herbst in der mittleren Deutschen Bucht (NGW₈) und auf der Doggerbank (DTEND) Individuendichten von 241 Ind./m² bzw. 919 Ind./m² erreichte.

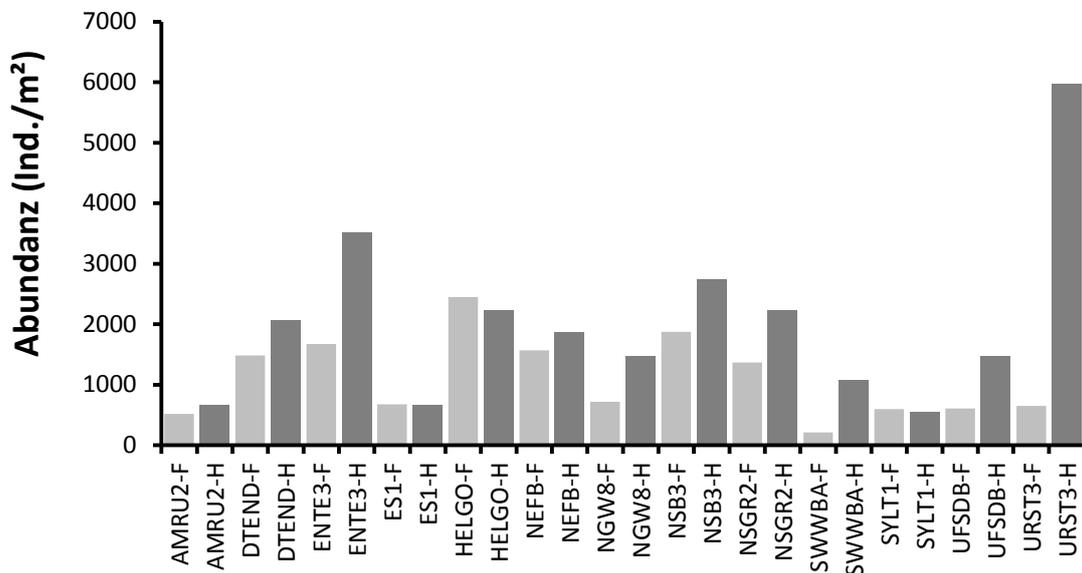


Abb. 21: Individuendichte des Makrozoobenthos an den 13 Monitoringstationen im Frühjahr (F) und Herbst (H) 2011.

Fig. 21: Abundance of macrozoobenthos at 13 monitoring stations at spring (F) and autumn (H) 2011.

3.4.4 Biomasse

Die aschefreie Trockenmasse variierte zwischen 1,3 g/m² an der Station ENTE₃ im Frühjahr und 111,5 g/m² ebenfalls an der Station ENTE₃ im Herbst in der zentralen Nordsee (Abb. 22). Der hohe Wert war bedingt durch das Vorkommen adulter Islandmuscheln (*Arctica islandica*), die die Biomasse erheblich dominierten (97 %). Da die adulten Islandmuscheln in der zentralen Nordsee sehr geklumpt auftreten, kann das Vorhandensein bzw. Fehlen der Art in der Probe zu erheblichen Messwertschwankungen bei der Biomasse führen. Ansonsten wurden höhere Biomassewerte eher an den flacheren Stationen festgestellt, was

hauptsächlich durch die dort häufigen und biomassedominierenden Muscheln (z.B. *Ensis directus*, *Spisula solida*) bedingt war. Die insgesamt an den Stationen biomassedominierenden Gruppen oder Arten sind recht unterschiedlich. Einige weitere Arten, die erhebliche Dominanzen in der Biomasse erreichten, sollen im Folgenden beispielhaft genannt werden. *Echinocardium cordatum* dominierte die Biomasse an vielen Stationen insbesondere im Frühjahr mit Werten zwischen 19 und 82 % (DTEND-F, ES1-F, NEFB-F, NGW8-F, NSB3-F, NSGR2-F, UFSD-B, URST-F, NGW8-H, SWWBA-H). Ähnlich wie bei der Islandmuschel ist auch hier anzumerken, dass das Vorhandensein auch nur eines Tieres in der Probe den Biomassewert erheblich beeinflusst. So kommt es zu großen Variationen. Die Biomassewerte dieser Art rangierten an Stationen, wo sie das Gewicht der Gesamtprobe dominierte zwischen 1,1 und 41,5 g/m². Letzterer wurde an der Station UFSD-B im Frühjahr gemessen und führte zu dem erheblichen Peak in Abb. 22. *Lanice conchilega* erreichte bei Helgoland (HELGO-H) und bei Borkum (ES1-H) Werte von 4 bis 10 g AFTM/m². Je nach Beprobungsgebiet und Zeit traten auch andere makrozoobenthische Vertreter biomassedominant auf, diese jedoch eher sporadisch und unständig (z.B. *Amphiura filiformis*, *Astropecten irregularis*, *Nephtys hombergii*, *Ophelia limacina*, *Phoronis* sp.).

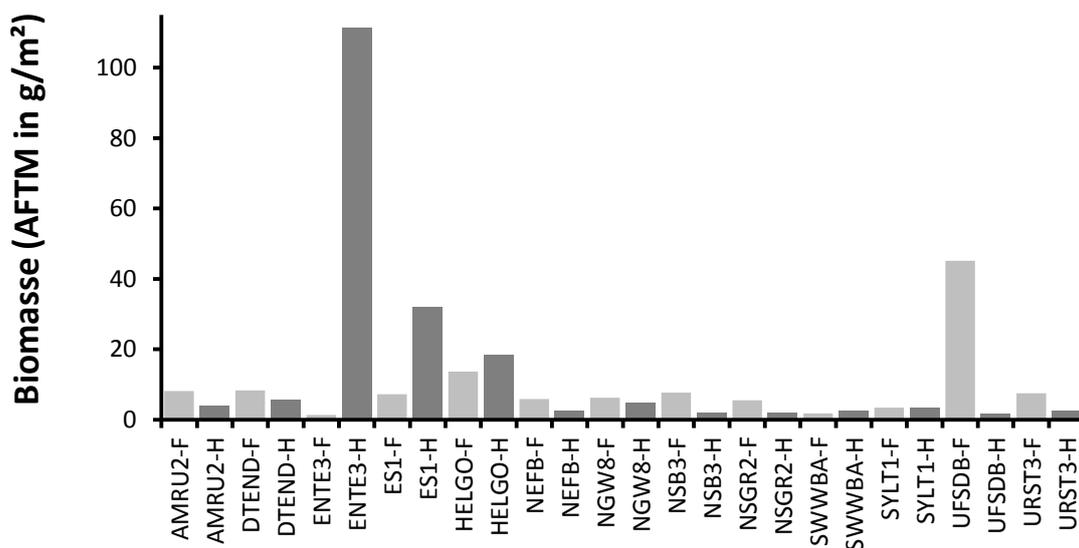


Abb. 22: Aschefreies Trockengewicht an den 13 Monitoringstationen im Frühjahr (F) und Herbst (H) 2011.

Fig. 22: Ash free dry weight at 13 monitoring stations at spring (F) and autumn (H) 2011.

3.4.5 Variationen von 2008 bis 2011

In diesem Unterkapitel sollen die annualen und interannualen Variationen der Artenvielfalt, der Abundanz und der Biomasse dargestellt werden. Zur Auswertung kommen die Frühjahrs- und Herbstmessungen der letzten vier Jahre. Durch Witterungsereignisse konnten nicht alle 13 Stationen zweimal jährlich beprobt werden. In Tab. 8 sind die Beprobungsereignisse je Station und Zeit aufgelistet. Insgesamt wurden 98 Messereignisse ausgewertet.

Tab. 8: Zusammenfassung der Messereignisse (ME) je Jahr (Frühjahr und Herbst) und Station von 2008 bis 2011.

Table 8: Summary of the sample events (ME) per year (spring and autumn) and station from 2008 to 2011.

	2008	2009	2010	2011	ME
AMRU ₂	F+H	F+H	F+H	F+H	8
DTEND	F+H	F+H	F+H	F+H	8
ENTE ₃	-	F	F+H	F+H	5
ES ₁	F+H	F+H	F+H	F+H	8
HELGO	F+H	F+H	F+H	F+H	8
NEFB	F+H	F+H	F+H	F+H	8
NGW ₈	F+H	F+H	F+H	F+H	8
NSB ₃	F	F+H	F+H	F+H	7
NSGR ₂	F	F+H	F+H	F+H	7
SWWBA	F+H	F+H	F+H	F+H	8
SYLT ₁	F+H	F+H	F+H	F+H	8
UFSD _B	F+H	F+H	F+H	F+H	8
URST ₃	F	F+H	F+H	F+H	7
Mess-Ereignisse (ME)	21	25	26	26	98

3.4.5.1 Variation der Artenvielfalt

Bezogen auf die Artenvielfalt sind sowohl räumliche als auch zeitliche Variationen hervorzuheben. Auf die räumlichen Variationen wurde bereits oben hingewiesen. Generell sind die Stationen in der zentralen Nordsee (ENTE₃) und auf der Doggerbank am artenreichsten (Abb. 23). Hingegen sind die flachen Stationen vor Amrum und Sylt artenärmer. An allen Stationen wurde im Laufe der Jahre eine zum Teil erhebliche Spannweite bei der absoluten Artenzahl festgestellt (Abb. 23 und 24). Ohne Ausnahme liegen die Herbstwerte immer höher als die Frühjahrswerte (Abb. 24).

3.4.5.2 Variation der Abundanz

Wie bereits bei der Artenvielfalt wurden auch bei der Abundanz zum Teil erhebliche räumliche Unterschiede und große zeitliche Variationsbreiten festgestellt (Abb. 25). Die Dichten variierten räumlich zwischen 50 und 6000 Ind./m². Die geringsten Individuendichten wurden vor Amrum, Sylt und Borkum beobachtet. Auch südwestlich der Weißen Bank wurden gelegentlich niedrige Abundanzen festgestellt. Durchschnittlich lagen die Werte zwischen 100 und 2000 Ind./m². Starke Abweichungen nach oben waren meist durch das Auftreten von „Massenarten“ wie *Phoronis* sp., *Galathowenia oculata* oder *Lanice conchilega* verursacht. Nicht ganz so deutlich wie bei der Artenvielfalt aber immer noch auffällig waren die Herbstwerte der Abundanz höher als die Frühjahrswerte (Abb. 26).

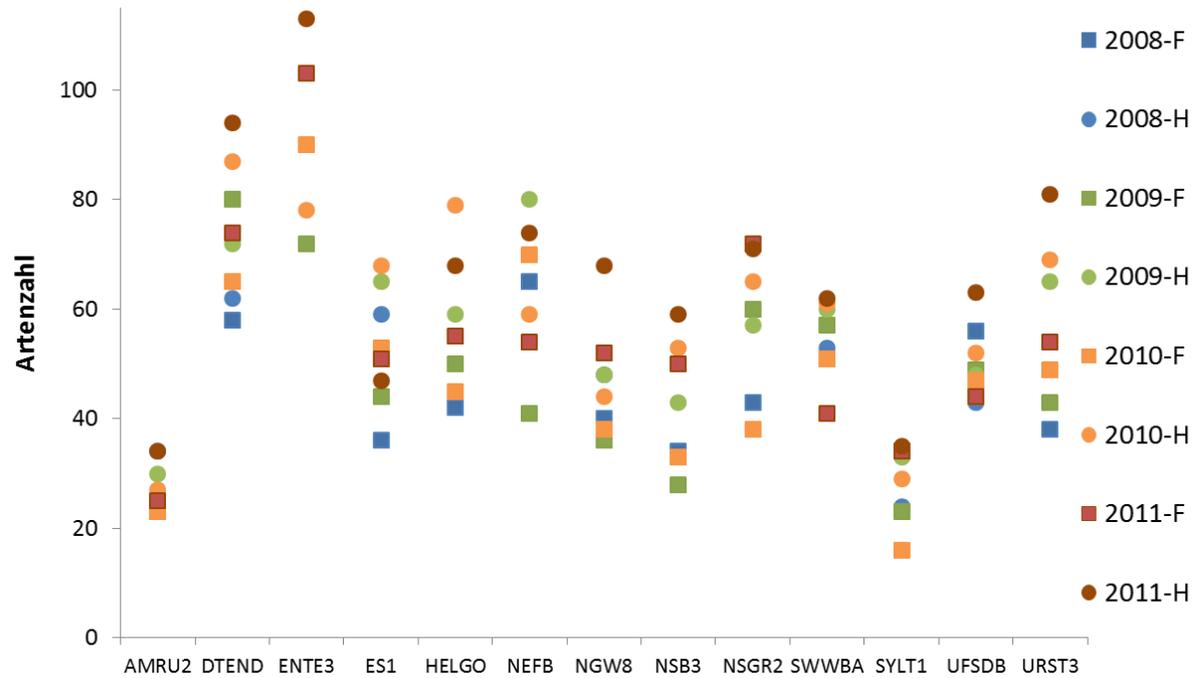


Abb. 23: Variation der Artenzahl je Station und Zeit von 2008 bis 2011.

Fig. 23: Variation of species number per station and time from 2008 to 2011.

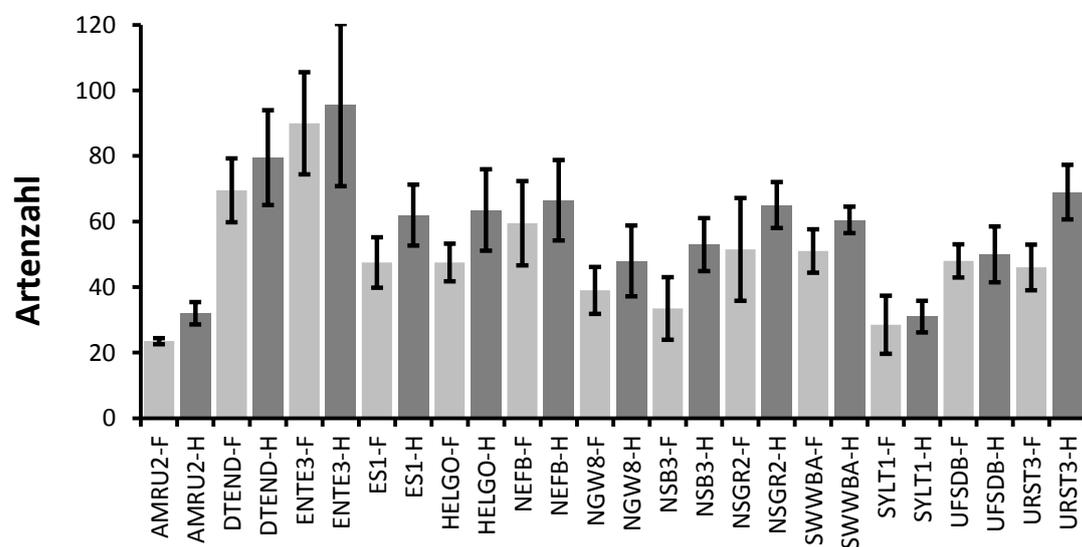


Abb. 24: Medianwerte (\pm Standardabweichung) der Artenvielfalt an den 13 Monitoringstationen separiert nach Frühjahr (F) und Herbst (H) von 2008 bis 2011.

Fig. 24: Median (\pm SD) of the species number at 13 monitoring stations during spring (F) and autumn (H) sampling from 2008 to 2011.

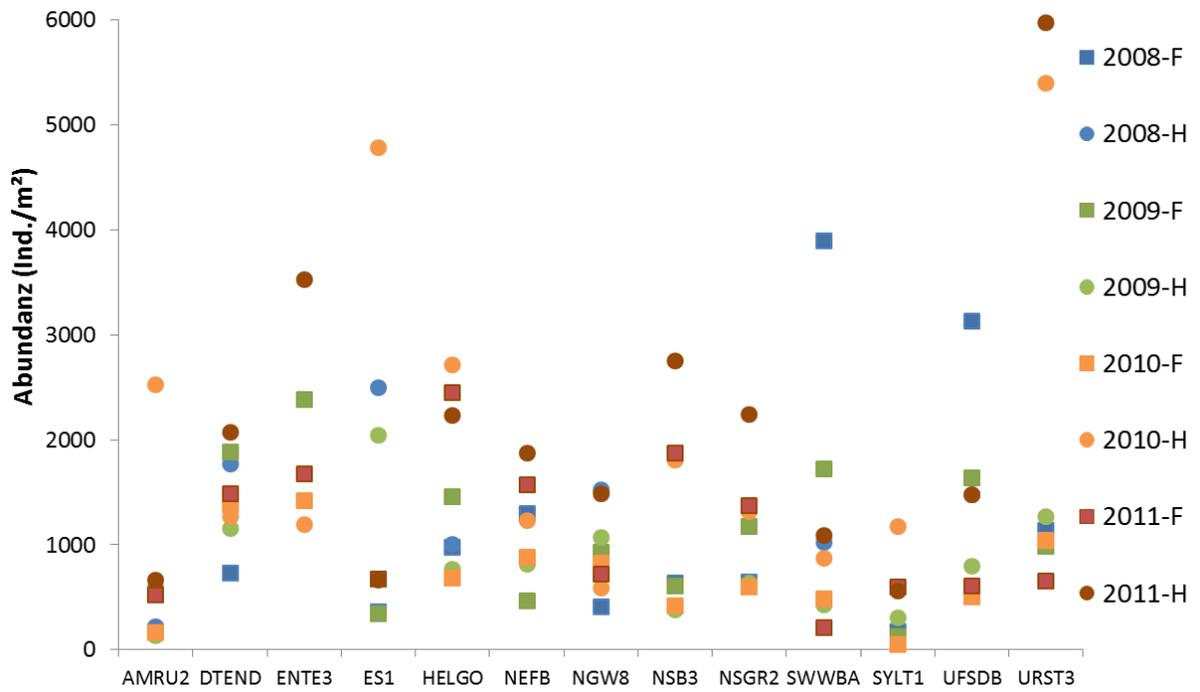


Abb. 25: Variation der Abundanz je Station und Zeit von 2008 bis 2011.

Fig. 25: Variation of abundance per station and time from 2008 to 2011.

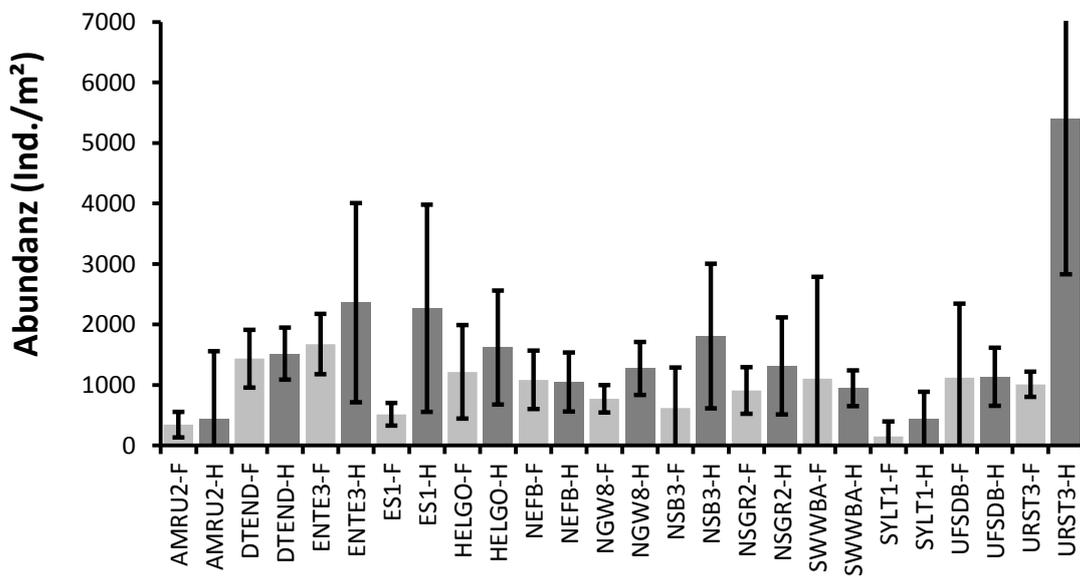


Abb. 26: Medianwerte (\pm Standardabweichung) der Abundanz an den 13 Monitoringstationen separiert nach Frühjahr (F) und Herbst (H) von 2008 bis 2011.

Fig. 26: Median (\pm SD) of the abundance at 13 monitoring stations during spring (F) and autumn (H) sampling from 2008 to 2011.

3.4.5.3 Variation der Biomasse

Bei der Biomasse stellte sich die Variation an den einzelnen Stationen nicht so deutlich dar (Abb. 27). Die Spannbreite war in der Regel deutlich geringer als bei den vorangegangenen Messwerten. Es bleibt aber zu betonen, dass bedingt durch das geklumpte Auftreten einiger „Schwergewichte“ (z.B. *Arctica islandica*, *Echinocardium cordatum*) (siehe Abb. 27) und damit unregelmäßige Erfassen mit Greifern an einigen Stationen sowohl saisonal als auch zwischen den Jahren große Unterschiede festzustellen waren. Die größten Schwankungen wurden dabei in der zentralen Nordsee (ENTE₃), vor Borkum (ES₁) und in der zentralen Deutschen Bucht (UFSD_B) festgestellt (Abb. 28 und 29).



Abb. 27: Kleiner Herzseeigel (*Echinocardium cordatum*) von ES₁ im Frühjahr 2011 und Islandmuschel (*Arctica islandica*) von ENTE₃ im Frühjahr 2009.

Fig. 27: Heart urchin (*Echinocardium cordatum*) from ES₁ in spring 2011 and ocean quahog (*Arctica islandica*) from ENTE₃ in spring 2009

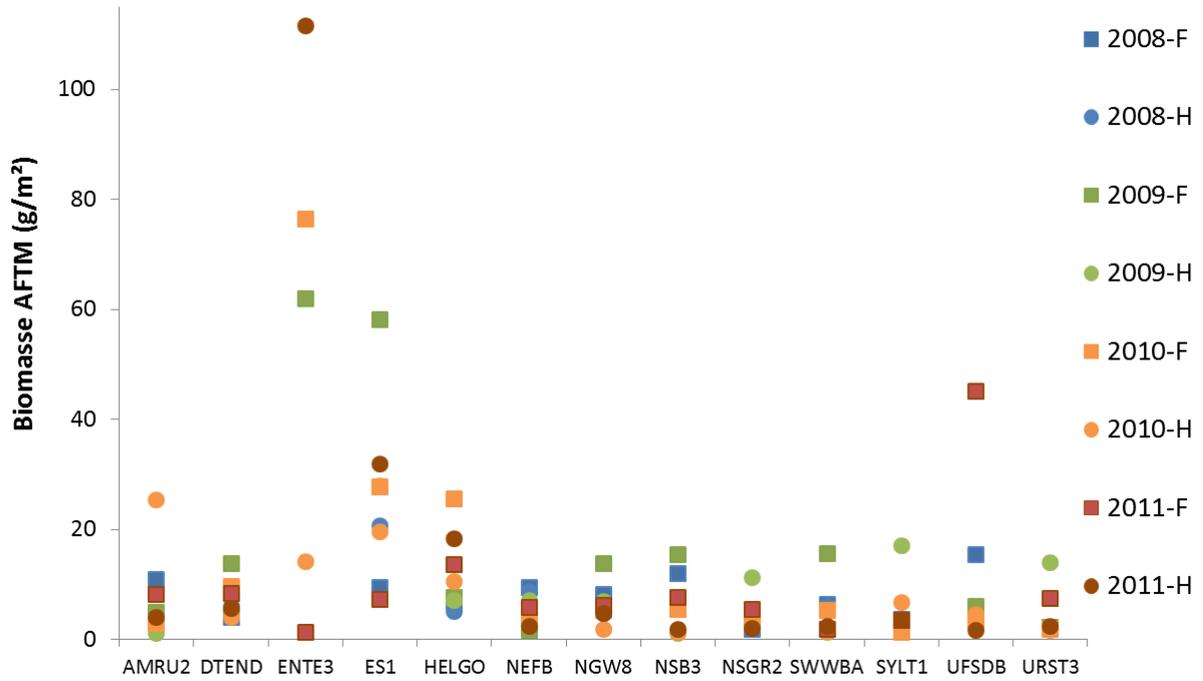


Abb. 28: Variation der Biomasse je Station und Zeit von 2008 bis 2011.

Fig. 28: Variation of biomass per station and time from 2008 to 2011.

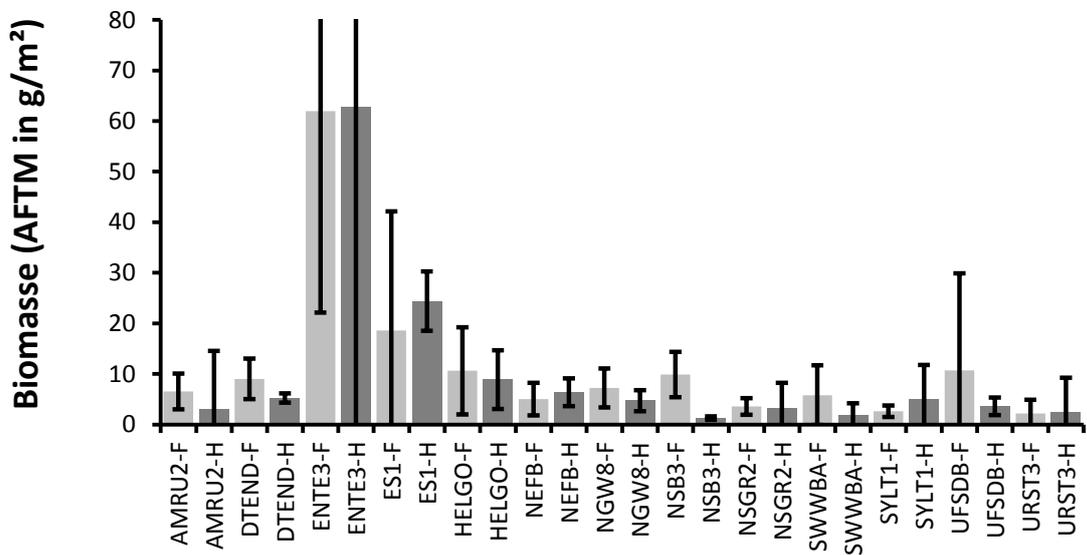


Abb. 29: Medianwerte (\pm Standardabweichung) der Biomasse an den 13 Monitoringstationen separiert nach Frühjahr (F) und Herbst (H) von 2008 bis 2011.

Fig. 29: Median (\pm SD) of the biomass at 13 monitoring stations during spring (F) and autumn (H) sampling from 2008 to 2011.

3.4.6 Vergleich Frühjahr und Herbst

Wie oben bereits erwähnt, wurden zwischen 2008 und 2011 bei fast allen Messwerten (Artenzahl, Abundanz und Biomasse) im Vergleich zum Frühjahr höhere Herbstwerte festgestellt (Abb. 30). Bei der Artenvielfalt und bei der Abundanz war es fast ausnahmslos der Fall. Bei der Biomasse konnte dieser Trend nicht beobachtet werden. Das hat vermutlich damit zu tun, dass eher zufällig große und schwere Einzelindividuen einige Arten mit dem van Veen-Greifer erfasst werden und dann einen erheblichen Einfluss auf die Biomasse ausüben. Da in beiden Jahreszeiten dieser Zufall eine Rolle spielt, lässt sich keine Regel bzw. Gesetzmäßigkeit ableiten.

Welche Ursachen für die vergleichsweise hohen Herbstwerte bei der Artenzahl und der Abundanz verantwortlich sind, lässt sich nicht so einfach ableiten. Natürlich könnte man vermuten, dass die Frühjahrswerte noch durch die Winterereignisse und niedrigen Temperaturen niedrig gehalten sind oder dass Reproduktionsergebnisse im Sommer, die Abundanz hochschnellen lässt. Die Migrationstätigkeit von Arten ist ebenfalls im Sommer erhöht bzw. könnten Strömungen Larven von „neuen“ Arten eingetragen haben. Das sind aber alles Spekulationen. Aus den vorhandenen Daten lassen sich diese Zusammenhänge bisher nicht signifikant erklären.

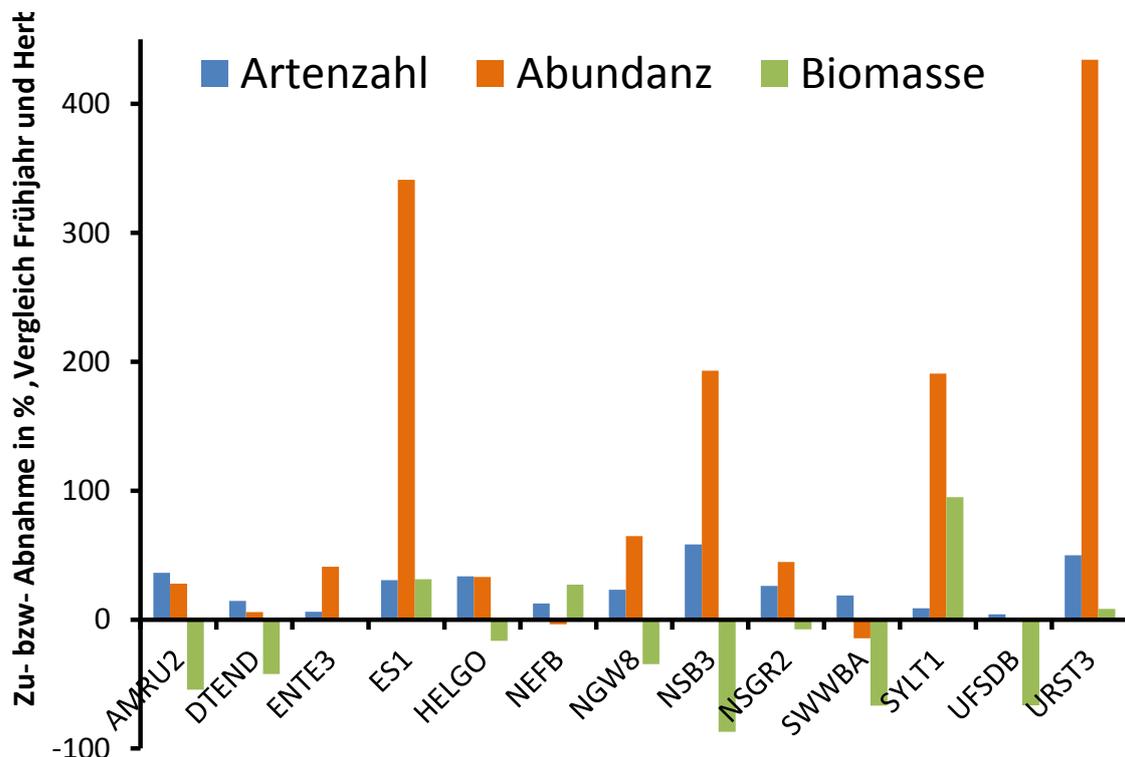


Abb. 13: Frühjahr/Herbst-Vergleich: Die durchschnittliche Zu- bzw. Abnahme in % der Messwerte Artenzahl, Abundanz und Biomasse an den 13 Monitoringstationen von 2008 bis 2011.

Fig. 13: Spring/autumn comparison: The mean increase or decrease in % of the values species number, abundance and biomass at 13 monitoring stations from 2008 to 2011.

3.4.7 Lebensgemeinschaften

Bei der Lebensgemeinschaftsanalyse (Clusteranalyse nach Bray-Curtis-Ähnlichkeit) kristallisierten sich wie in den Vorjahren im Wesentlichen 2 Gruppen heraus (Abb. 31 und 32). Die eine Gruppe setzte sich aus Stationen zusammen, die zum einen eine geringe Wassertiefe hatten (16 bis 23 m) und zum anderen gröbere Sande oder Mischsande aufwiesen (siehe Tab. 7). Dazu gehörten die Stationen SYLT₁, AMRU₂, HELGO und ES₁. Die benthische Gemeinschaft war hauptsächlich charakterisiert durch eine relativ geringe Individuendichte und durch Polychaetenarten wie *Aonides paucibranchiata*, *Lanice conchilega* und *Ophelia limacina*. Hinzu kam das stetige und häufige Auftreten der Muschel *Ensis directus*. Die tieferen Stationen (31 bis 70 m) bildeten eine zweite Gruppe, die sich durch Feinsande mit erhöhtem Schlickanteil auszeichneten (siehe Tab. 7, Abb. 26).

Die „tiefe Gruppe“ (31 bis 45 m) zeichnete sich durch das regelmäßige Auftreten der Muschel *Nucula nitidosa* bzw. des Schlangensterne *Amphiura filiformis* aus (siehe Abb. 32). Die Biomasse wurde an diesen Stationen durch den Seeigel *Echinocardium cordatum* charakterisiert. Das bedeutet nicht automatisch, dass die genannten Arten überall und jederzeit dominant auftraten, jedoch erreichten sie eine hohe Stetigkeit bei hohen Messwerten.

Man muss allerdings hervorheben, dass auch andere Arten, wenigstens saisonal, eine große Rolle gespielt haben. So wurde beispielsweise *Phoronis sp.* an NSB₃ und URST₃ sehr häufig beobachtet. Die mit einer Präsenz von >75 % am regelmäßigsten verbreiteten Organismen während der beiden Beprobungskampagnen 2011 an allen Stationen waren *Asterias rubens*, *Crangon crangon*, *Echinocardium cordatum*, *Electra pilosa*, *Liocarcinus holsatus*, *Ophiura albida*, *Scoloplos armiger* und *Spiophanes bombyx*.

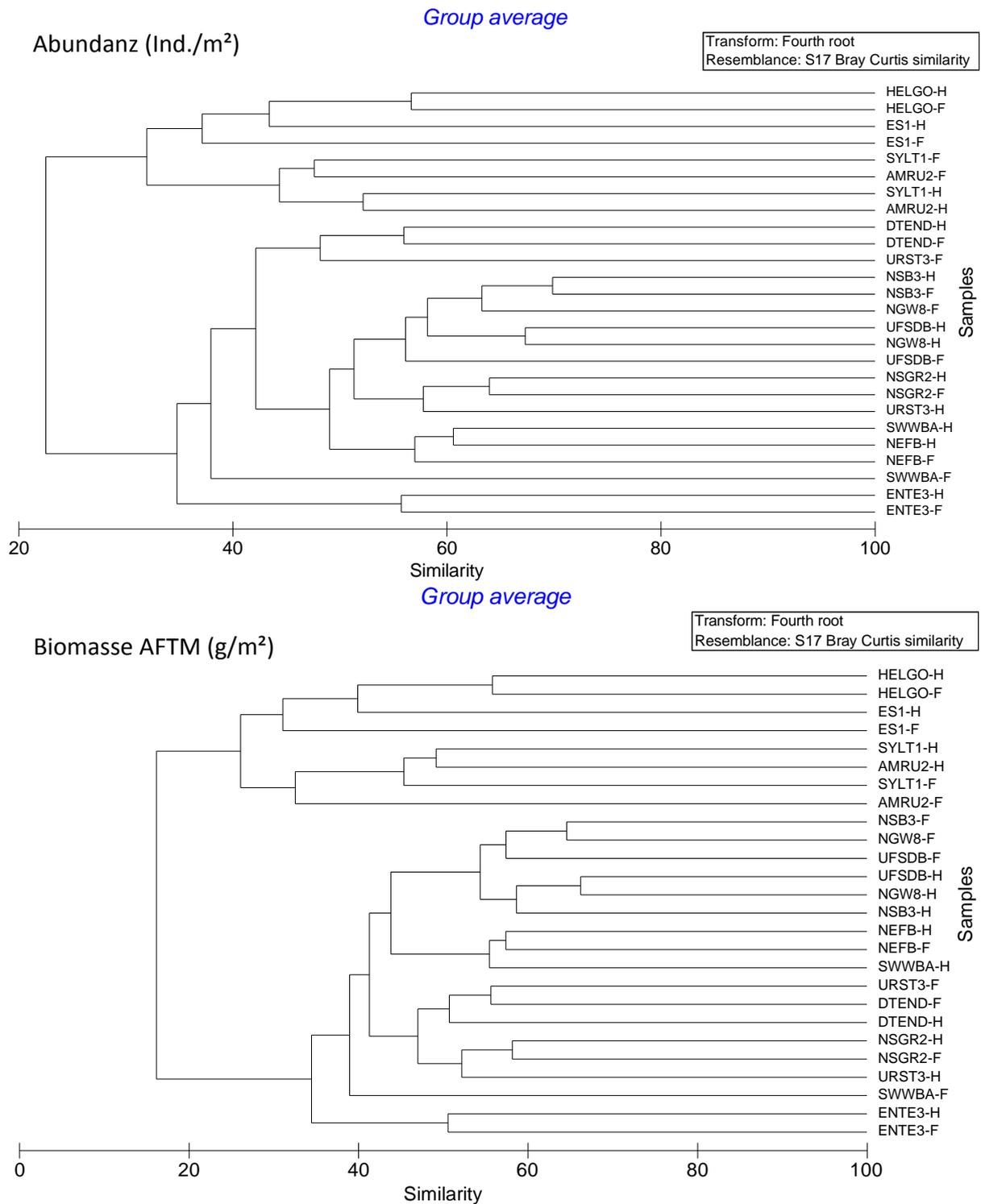


Abb. 31: Clusteranalyse der benthischen Lebensgemeinschaften an den 13 Monitoringstationen im Frühjahr (F) und Herbst (H) 2011 basierend auf der Abundanz (oben) und aschefreien Trockenmasse (unten).

Fig. 31: Cluster analysis of benthic communities at 13 monitoring stations at spring (F) and autumn (H) 2011 based on the abundance (upper) and ash free dry mass (below).

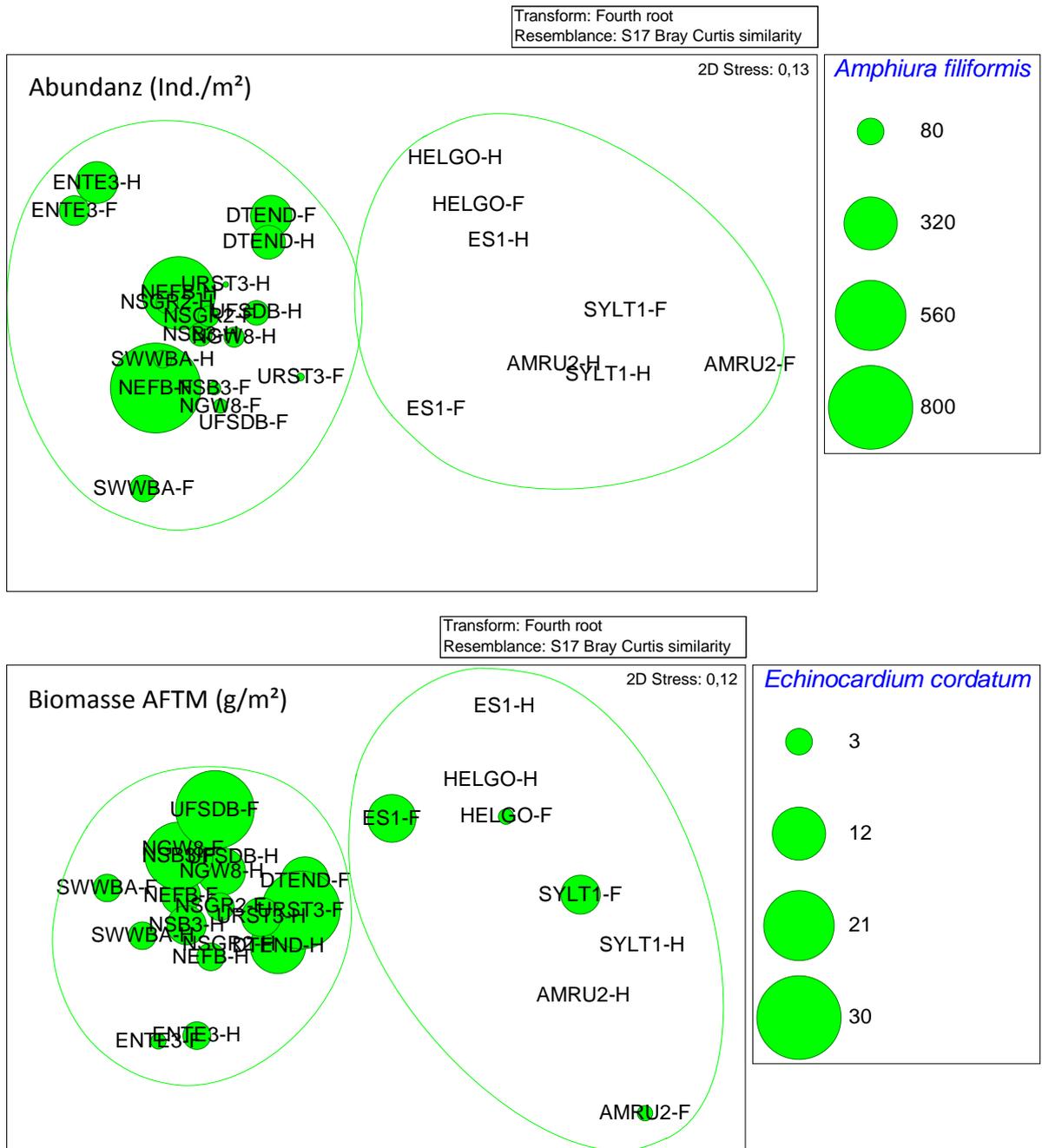


Abb. 32: Multidimensionale Skalierung (MDS) der benthischen Lebensgemeinschaften an den 13 Monitoringstationen im Frühjahr (F) und Herbst (H) 2011 basierend auf der Abundanz (oben) und Biomasse (unten). Die Größe der Kreise indiziert die Häufigkeit von *Amphiura filiformis* bzw. die Biomasse von *Echinocardium cordatum*.

Fig. 32: Multidimensional scaling (MDS) of benthic communities at 13 monitoring stations at spring (F) and autumn (H) 2011 based on the abundance (upper) and biomass (below). The size of the bubbles indicates the density of *Amphiura filiformis* and the biomass of *Echinocardium cordatum*, respectively.

3.4.8 Rote Liste

Während der Untersuchungen an den 13 Monitoringstationen im Frühjahr und Herbst 2011 wurden auch Arten nachgewiesen, die in Kategorien der Roten Liste (RACHOR et al. im Druck) enthalten sind (siehe Tab. A3, Abb. 33). *Halcompa duodecimcirrata* (Kat. 1) wurde im Herbst in der zentralen Nordsee (ENTE3) und auf der Doggerbank (DTEND) gefunden. Die Rote Meerhand *Alcyonium glomeratum* (Rote Liste: Kat. 2) konnte an der tiefsten Monitoringstation (ENTE3) in der zentralen Nordsee im Frühjahr nachgewiesen werden. Die Wellhornschncke *Buccinum undatum*, eine ebenfalls stark gefährdete Art (Kat. 2), wurde an der Station DTEND und an der ENTE3 im Herbst festgestellt. Vier weitere Arten der Kategorie 3 (gefährdet) wurden registriert, die Islandmuschel *Arctica islandica*, die Sanddorn-Astarte *Goodallia triangularis*, die Tote Manneshand *Alcyonium digitatum* und der Polychaet *Sigalion mathildae*. 18 Arten sind sehr selten und in die Kategorie „R“ (restriktive Verbreitung) eingestuft. Von weiteren 18 Arten ist eine Gefährdung anzunehmen jedoch sind diese bisher nicht eingestuft worden. 9 Arten gehören der Vorwarnstufe an. Die Kenntnisse von 52 Arten sind derzeit noch als defizitär (Kat. D) zu bezeichnen. 160 Arten werden in der Roten Liste als ungefährdet bezeichnet. Weitere 27 Taxa sind bisher nicht bewertet, dazu gehören sowohl Taxa die bisher nicht berücksichtigt wurden (z.B. Nemertea, Mysida, Plathelminthes) als auch neu für das Gebiet gefundene bzw. nicht in der Roten Listen enthaltenen Arten (z.B. die Muscheln *Cuspidaria cuspidata*, *Epilepton clarkiae* und der Seestern *Luidia sarsi*).

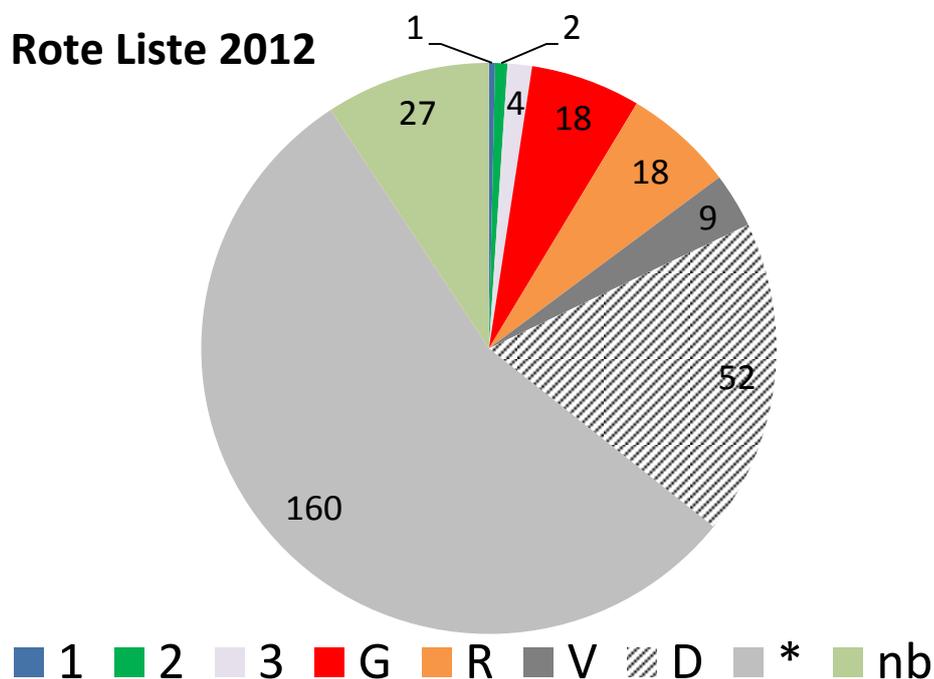


Abb. 16: Anteil der Gefährdungskategorien der Roten Liste (Rachor et al. im Druck) des Makrozoobenthos in Frühjahr und Herbst 2011 (für Legende siehe Tab. A3).

Fig. 16: Percentage of red list categories (RACHOR et al. in press) of macrozoobenthos in spring and autumn 2011 (for legend see table A3).

3.4.9 Eingeschleppte Arten (Neozoen)

Im offshore-Bereich der Nordsee spielen Neozoen meistens eine untergeordnete Rolle. Während der Untersuchungen im Jahr 2011 konnten 4 Vertreter von eingeschleppten Arten nachgewiesen werden. Dabei ist der genaue Einwanderungsprozess der Sandklaffmuschel *Mya arenaria* in die Nordsee nicht ganz eindeutig. Zumindest wird die Art als Neozoon geführt und ist vermutlich schon fast 200 Jahre an der deutschen Nordseeküste vorhanden und etabliert. Bei Helgoland (HELGO) wurde die Art im Frühjahr als Einzeltier im Greifer registriert. Die Austernpest *Crepidula fornicata* wurde Anfang des 20. Jahrhunderts in die Nordsee eingeschleppt und hat sich seitdem in der gesamten Nordsee ausgebreitet. Hauptsächlich küstennah in Watten und auf Muschelbänken ist die Schnecke vorhanden. In der vorliegenden Studie konnte die Art vor Borkum (ES₁) und Sylt (SYLT₁) in geringen Dichten (Einzelnachweise in der Dredge) beobachtet werden. *Monocorophium sextonae* wurde im Elbeurstromtal (URST₃) als Einzeltier in der Dredge nachgewiesen. Wirkliche Bedeutung im offshore-Bereich hat von den eingeschleppten Arten bisher nur *Ensis directus* erlangt. An 9 Beprobungsterminen und an 6 Stationen wurde die Amerikanische Scheidenmuschel beobachtet. Dabei schwankten die Dichten zwischen Einzelnachweisen und 46 Ind./m² (SYLT₁-Frühjahr). Vor allem vor Amrum, Borkum, Helgoland und Sylt trat die Art regelmäßig auf. Die hohen Abundanzen des Vorjahres wurden 2011 allerdings nicht beobachtet (siehe WASMUND et al. 2011).

Zusammenfassung

Das Jahr 2011 war das vierte Jahr, in dem das biologische Monitoring im deutschen offshore-Bereich (meistens AWZ) der Nordsee durch das IOW im Auftrage des BSH durchgeführt wurde. Es wurde das Phytoplankton (einschl. Chlorophyll a) und das Mesozooplankton an 12 Stationen, das Makrozoobenthos sogar an 13 Stationen untersucht (Abb. 1). Das Plankton wurde auf 5 Fahrten (Tab. 1), das Benthos lediglich auf der Frühjahrs- und Herbstfahrt beprobt. Da das durch das IOW in der Nordsee durchgeführte biologische Monitoring mit dem Jahr 2011 endet, werden in diesem Bericht die Daten des Jahres 2011 auch mit den Daten der Vorjahre verglichen und mögliche Entwicklungen diskutiert.

Im Jahre 2011 wurden im Phytoplankton 140 Taxa gefunden, von denen die meisten zu den Kieselalgen gehören (Tab. A1, A2). Die geringste Vielfalt wurde im März festgestellt (60 Taxa), die größte im August/September (95 Taxa). Es ist erstaunlich, dass im Gegensatz zu den Vorjahren im Januar 2011 mit 63 Arten eine ungewöhnlich hohe Diversität vorlag. Die 5 Proben pro Jahr und Station zeigen deutliche jahreszeitliche Unterschiede (Tab. A1), erlauben aber keine Diskussion der Phytoplankton Sukzession. Im gesamten Untersuchungszeitraum von 2008 bis 2011 fanden wir 193 Phytoplankton-Taxa. Die von uns gefundene Art *Cyclotella choctawhatcheeana* wurde wahrscheinlich bisher für das Untersuchungsgebiet noch nicht nachgewiesen. Interessant ist, dass einige bisher durchaus häufige Arten im Jahre 2011 nicht mehr nachgewiesen wurden, wie *Thalassiosira pacifica*, *Proboscia indica*, *Planktolyngbya limnetica*, *Coscinodiscus granii* und *Prorocentrum minimum*. In unseren Proben waren bezüglich ihrer Biomasse am bedeutendsten: der heterotrophe Dinoflagellat *Noctiluca scintillans*, die nach OSPAR (2005) potenziell toxische Kieselalge *Odontella sinensis* sowie andere großzellige Kieselalgen wie *Rhizosolenia styliformis*, *Coscinodiscus wailesii* und *Rhizosolenia imbricata*. Die unangenehme Blüten bildende Gattung *Phaeocystis* trat in unseren Proben nur gering auf.

Die höchsten Phytoplankton-Biomassen treten im Allgemeinen im Frühjahr und Sommer in Küstennähe auf. Im Jahre 2011 wurde die Frühjahrsblüte mit unserer Probenahme allerdings nur an Station DTEND erfasst. Deshalb registrierten wir die Chlorophyll-Maxima erst im August, und zwar wie bereits im Vorjahr an den küstennahen Stationen ES1, SYLT1 und USFDB, mit einem Maximalwert von 7,77 mg/m³ an Station ES1. Für diesen Bericht nutzen wir erstmals auch Chlorophyll-Daten aus dem Projekt MarCoast-2, die auf MERIS-Satellitenbildern basieren (Abb. 5, 6). Sie zeigen Jahresverläufe und geben damit Informationen über das zeitliche Auftreten der Phytoplanktonblüten. Sie bestätigen, dass das Maximum der Frühjahrsblüte direkt zwischen den Probenahmenterminen von März und Ende Mai lag und mit unserer Probenahme nicht erfasst wurde.

Im Zooplankton wurden Jahre 2011 insgesamt 139 Taxa unterschieden, wobei die Arthropoda mit 71 Taxa die häufigste Gruppe bildete, gefolgt von den Cnidaria mit 22 Taxa, den Polychaeta mit 13 und den Echinodermata-Larven mit 8 Taxa. Gegenüber dem Vorjahr blieb die Rangordnung erhalten, insgesamt jedoch waren 18 Taxa weniger zu verzeichnen. Die

geringere Anzahl war nur bei den sporadisch auftretenden Taxa zu finden. Die Rangordnung in der Zahl der Taxa von Arthropoda änderte sich trotz der Reduktion ebenfalls nicht gegenüber dem Vorjahr. Die Gruppe der Calanoida stand weiterhin an der Spitze, gefolgt von den Larven der Decapoda.

Die raum-zeitliche Analyse der Situation 2011 bezog sich auf die 2010 definierten biogeographischen Regionen und die Winter- und Sommersituation unter Berücksichtigung der jeweils ersten zehn dominierenden Taxa. Demnach dominierten im Januar in allen Gebieten die calanoiden Copepoden, gefolgt von den cyclopoiden. In Richtung offene Nordsee nahm die Zahl der beteiligten taxonomischen Gruppen zu. Im Sommer wuchs die Gesamtzahl der Taxa in allen Regionen gegenüber der Januar-Situation, im Mittel etwa um 20% an. Der relative Anteil der meist herbi- und omnivoren calanoiden Copepoden ging zugunsten von carnivoren Gruppen, wie Cyclopoida, Harpacticoida, Chaetognatha zurück. Hinsichtlich der Abundanz der „ersten Zehn“ unterschieden sich die Werte vom August und Januar um den Faktor drei.

Die Abundanz der „Warmwasser“-Cladocerenart *Penilia avirostris* ist temperaturabhängig und war gegenwärtig rückläufig. Die Abundanz des Turbellars *Alaurina composita* ist ebenfalls rückläufig. Gründe werden diskutiert. In beiden Fällen verlief die Entwicklung synchron mit den Ostseeverhältnissen. Im IOW Labor wurde eine unbekannte Copepodenart mit drei Exemplaren in der Novemberprobe vor Borkum registriert. Die Bestimmung durch Experten führte zu *Pseudodiaptomus marinus*, einer durch Ballastwasser aus dem Indo-Pazifischen Raum eingetragenen Art. Die Ausbreitung entsprechend der großräumigen Zirkulation ist wahrscheinlich.

Zur Makrozoobenthos-Untersuchung wurden im Frühjahr und Herbst 2011 im deutschen offshore-Bereich (meistens AWZ) der Nordsee an 13 Stationen Sedimentproben genommen. Bei beiden Messkampagnen konnten insgesamt 291 Taxa festgestellt werden. Die Artenzahlen schwankten zwischen den Stationen und Beprobungsterminen zwischen 25 (AMRU2-Frühjahr) und 113 (ENTE3-Herbst). Mit insgesamt 153 Arten stellte sich die Station in der zentralen Nordsee (ENTE3) als artenreichste (Frühjahr und Herbstbeprobung zusammengefasst) heraus. Im Herbst war die Artenvielfalt an den Stationen immer höher. Dieser Unterschied wurde in allen Jahren (2008 bis 2011) beobachtet.

Bei der Abundanz waren die saisonalen Unterschiede in der zentralen Nordsee (ENTE3) und im Elbeurstromtal (URST) sehr hoch. Wurden im Frühjahr Werte von 1700 bzw. 650 Ind./m² beobachtet, lagen die Werte im Herbst bei mehr als das doppelte bzw. fast 10fache (3500 bzw. 6000 Ind./m²). Ähnlich wie bei der Artenzahl wurden generell in den letzten vier Jahren im Herbst meist höhere Werte festgestellt. Welche Art jeweils die Individuendichte dominierte, variierte zum Teil erheblich. Sehr oft waren die Dichten erstaunlich ausgeglichen zwischen den einzelnen Arten. Nur gelegentlich wurde eine relative Abundanz von über 50 % von Einzelarten an einzelnen Stationen festgestellt. Die höchste Dominanz erreichten

Phoronis sp. (NSB₃-F, URST₃-H), *Ophelia limacina* (SYLT₁-F, AMRU-H), *Amphiura filiformis* (NEFB-F) und *Lanice conchilega* (HELGO-F).

Der größte und kleinste Wert der Biomasse (aschefreie Trockenmasse) wurde mit 1,3 g/m² bzw. 111,5 g/m² an der gleichen Station (ENTE₃ im Frühjahr und im Herbst) in der zentralen Nordsee festgestellt. Der hohe Wert war bedingt durch das Vorkommen adulter Islandmuscheln (*Arctica islandica*), die die Biomasse erheblich dominierten (97 %). Da die adulten Islandmuscheln in der zentralen Nordsee sehr geklumpt auftreten, kann das Vorhandensein bzw. Fehlen der Art in der Probe zu erheblichen Messwertschwankungen bei der Biomasse führen. Ähnliches gilt auch für den Seeigel *Echinocardium cordatum*, der die Biomasse an vielen Stationen dominierte.

Mit Hilfe der Clusteranalyse konnten zwei Gruppen voneinander unterschieden werden, die sich maßgeblich auf Grund der unterschiedlichen Wassertiefe und Sedimentbeschaffenheit und der einhergehenden unterschiedlichen benthischen Besiedlung voneinander trennten. Insbesondere die tieferen Stationen sind durch das abundante Vorhandensein von *Nucula nitidosa* und *Amphiura filiformis* gekennzeichnet. Die Biomasse wird im Wesentlichen durch *Echinocardium cordatum* bestimmt. An den flacheren Stationen spielen v.a. *Ophelia limacina*, *Lanice conchilega* und *Ensis directus* eine Rolle.

Von der Roten Liste (RACHOR et al. im Druck) konnten 52 Arten der Kategorien: 1 (vom Aussterben bedroht), 2 (stark gefährdet), 3 (gefährdet), R (sehr selten), G (Gefährdung anzunehmen), V (Vorwarnstufe) während dieser Studie nachgewiesen werden, wobei *Halcampa duodecimcirrata* der Kategorie 1, und zwei weitere Arten der Kategorie 2 angehören. Dazu zählen *Buccinum undatum* (Wellhornschncke), *Alcyonium glomeratum* (Rote Meerhand). Vier weitere Arten sind der Kategorie 3 (gefährdet) zuzuordnen.

Neozoen spielen offensichtlich im Benthos des offshore-Bereiches der Nordsee kaum eine Rolle. Lediglich die Amerikanische Scheidenmuschel (*Ensis directus*) erreichte an einigen Stationen nennenswerte Stetigkeiten und Abundanzen.

Summary

The year 2011 was the fourth year of the complex biological monitoring conducted in the German off-shore area (mainly the exclusive economical zone) of the North Sea by the Leibniz Institute of Baltic Sea Research Warnemünde (IOW) and commissioned and supported by the Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH). Phytoplankton (incl. chlorophyll *a*), meso-zooplankton and macrozoobenthos were investigated at 12 stations (for benthos exceptionally 13 stations, Fig.1). The plankton was sampled at 5 cruises (Tab. 1) and the zoobenthos at 2 of them.

In the year 2011, the phytoplankton comprised 140 taxa, most of them belonging to the diatoms (Tab. A1, A2). The lowest diversity was found in March (60 taxa) and the highest in August/September (95 taxa). The diversity was unusually high (63 taxa) in January 2011. The 5 samples per year and station showed clear seasonal patterns (Tab. A1), but did not allow discussions on phytoplankton succession. We found 193 phytoplankton taxa in the whole investigation period from 2008 to 2011. The recorded species *Cyclotella choctawhatcheana* was probably not reported before in the investigation area. It is also of interest that some relatively abundant species were not found in 2011, as *Thalassiosira pacifica*, *Proboscia indica*, *Planktolyngbya limnetica*, *Coscinodiscus granii* and *Prorocentrum minimum*. Most important in our samples concerning their biomass were: the heterotrophic dinoflagellate *Noctiluca scintillans*, the potentially toxic diatom *Odontella sinensis* as well as other large-sized diatoms like *Rhizosolenia styliiformis*, *Coscinodiscus wailesii* and *Rhizosolenia imbricata*. The bloom-forming indicator genus *Phaeocystis* was only sparsely present in our samples.

The highest phytoplankton biomass appears in general in spring and summer, but in 2011 the spring bloom was missed in our samples; it occurred just between the March- and May-samplings. Only at station DTEND, the spring bloom was met. The chlorophyll maxima were recorded in August as in the previous year at near-coast stations ES1, SYLT1 and USFDB, with a peak value of 7.77 mg/m³ at station ES1. We made use of chlorophyll data from the projekt MarCoast-2, which were based on MERIS-satellite images (Fig. 5, 6). They showed the annual course of the phytoplankton development and confirmed that the maximum of the spring bloom occurred between the cruises from March and end of May 2011.

In the mesozooplankton, a total of 139 taxa were identified in 2011. The Arthropoda formed with 71 taxa the most common group, followed by the Cnidaria with 22 taxa, the Polychaeta with 13 and the Echinodermata larvae with 8 taxa. Compared to last year the ranking did not change, but in total there were 18 taxa recorded less. The loss affected sporadic taxa only. The ranking within arthropods did also not change in comparison to the previous year. The group of calanoids was still in the lead, followed by the larvae of the decapods.

The space-time analysis of the situation in 2011 was related to the biogeographic regions defined in 2010 and to the winter and summer conditions taking into account the first ten dominant taxa. Accordingly, in January the calanoid species dominated in all areas, followed by the cyclopoids. Towards the open sea, the number of taxonomic groups increased. In the summer, the total number of taxa grew in all regions compared to the January situation, on average by about 20%. The relative proportion of the mostly herbivorous and omnivorous calanoid species declined in relation to the carnivorous groups such as cyclopoids, harpacticoids, and chaetognaths. With regard to the abundance of the "top ten", the August concentration exceeded the January abundances threefold.

The abundance of the "warm water"–cladoceran *Penilia avirostris* is temperature-dependent and declined currently. The abundance of the turbellarian *Alaurina composita* was also declining. Reasons are discussed. In both cases, the Baltic Sea was affected synchronously. In the IOW laboratory, an unknown copepod was registered by three specimens collected in November 2011 off Borkum. The determination by experts led to *Pseudodiaptomus marinus*, introduced by ballast water from the Indo-Pacific region. Likely the species will spread according to the large-scale circulation pattern to North East and into the Baltic Sea.

Macrozoobenthos was investigated during spring and autumn 2011 at 13 stations within the German offshore area (predominant EEZ) of the North Sea. In both sampling campaigns altogether 291 species were recorded. Between the stations the species number varied from 25 (AMRU2-F) and 113 (ENTE3-H). With 153 species (both campaigns added) the station at the central North Sea (ENTE3) was most diverse. The species richness was always higher in autumn than in spring. This difference was continually observed during the last four years. The seasonal variability was extremely high at the stations ENTE3 and URST3. Whereas in spring only 1700 and 650 ind./m² was registered respectively, the values of autumn were double to 10fold higher. In general, similar to the species number the autumn densities were mostly higher than the spring ones during the last four years. Partially the dominant species at stations varied significantly. With about 50 % relative abundance *Phoronis* sp., *Ophelia limacina*, *Amphiura filiformis*, *Lanice conchilega* were dominant at different stations.

The ash free dry weight at stations ranged from 1.3 g/m² (spring) and 111.5 g/m² (autumn), both at the central North Sea (ENTE3). The very high value was caused by the occurrence of adults of the ocean quahog *Arctica islandica*. Due to the patchiness of this species the biomass values varied extensively. Similar observations were made with *Echinocardium cordatum*, which dominated the biomass at many stations.

Two distinct groups could be distinguished by cluster analysis. The distinctness was mainly caused by different water depths, its different sediment characteristics and also its different macrozoobenthic assemblages. The deeper stations were characterised by abundant occurrence of *Nucula nitidosa* and *Amphiura filiformis*. The biomass was affected mainly by the occurrence of *Echinocardium cordatum*. At the shallower stations *Ophelia limacina*, *Lanice conchilega* and *Ensis directus* characterised the benthic community.

52 species from the Red List (RACHOR et al. in press) could be observed during this study. *Halcaampa duodecimcirrata* belong to the category 1 (critically endangered). Two species belong to the category 2 (endangered). These species were *Buccinum undatum* (common whelk) and *Alcyonium glomeratum* (red sea fingers). 4 additional species belong to the category 3 (vulnerable).

Neozoen benthic species seem to be more or less irrelevant in offshore waters of the North Sea. Merely the Atlantic jackknife (*Ensis directus*) occurred in relatively high frequencies and abundances at some stations.

Danksagung

Die Autoren danken den am Nordseeüberwachungsprogramm beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung, insbesondere den mit der Probengewinnung und -bearbeitung betrauten Kolleginnen und Kollegen INES GLOCKZIN, REGINA HANSEN, MICHAEL PÖTZSCH, INA TOPP, SVENJA ZIMMERMANN sowie den bei der Datenbearbeitung engagierten Kolleginnen und Kollegen Dr. STEFFEN BOCK, SUSANNE FEISTEL, TORALF HEENE und SOLVEY HÖLZEL. Den Kapitänen und Besatzungen der Forschungsschiffe „Celtic Explorer“ und „Atair“ sowie den Fahrleitern (Tab. 1) sei gedankt für die Ermöglichung der Teilnahme an den Fahrten und für die Unterstützung während der Messfahrten. Im Rahmen des Projekts „MARine and COASTal Environmental Information Services“ (MarCoast-2) hat Frau KERSTIN STELZER (Fa. Brockmann Consult) Abbildungen zum Chlorophyll-Jahresgang erstellt, die uns von Frau Dr. SIEGLINDE WEIGELT (BSH) zur Verfügung gestellt wurden. Für die Hilfe bei der taxonomischen Nachbestimmung bzw. Bestätigung einiger Ascidien, Polychaeten bzw. Amphipoden möchten wir uns bei Dr. WOLFGANG GROEPLER (Jockgrim), Dr. ANDREAS BICK (Rostock) und JAN BEERMANN (Helgoland) herzlich bedanken.

Dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie gebührt Dank für die Finanzierung der vom Leibniz-Institut für Ostseeforschung durchgeführten Monitoringaufgaben sowie für die vielfältigen logistischen und administrativen Unterstützungen.

Literaturverzeichnis

- ÆRTEBJERG, G., ANDERSEN, J., CARSTENSEN, J., CHRISTIANSEN, T., DAHL, K., DAHLLÖF, I., FOSSING, H., GREVE, T.M., HANSEN, J.L.S., HENRIKSEN, P., JOSEFSON, A., KRAUSE-JENSEN, D., LARSEN, M.M., MARKAGER, S., NIELSEN, T.G., PEDERSEN, B., PETERSEN, J.K., RISGAARD-PETERSEN, N., RYSGAARD, S., STRAND, J., OVESEN, N.B., ELLERMANN, T., HERTEL, O. & SKJØTH, C.A. 2002: Marine områder 2001. Miljøtilstand og udvikling. NOVA-2003. Danmarks Miljøundersøgelser.– Faglig rapport fra DMU nr. 419: 94 pp.
- BROCKMANN, U., TOPCU, D., SCHÜTT, M., 2006: Conception and application of an eutrophication assessment of the German Bight in the frame of OSPAR and WFD. – Unveröff. Bericht vom 7.9.09 im Auftrag des Umweltbundesamtes. Universität Hamburg, Zentrum für Klima- und Meeresforschung.
- BRYLINSKI, J.-M., ANTAJAN, E., RAUD, T., VINCENT, D., 2012. First Record of the Asian copepod *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913 (Copepoda:Calanoida: Pseudodiaptomidae) in the southern bight of the North Sea along the coast of France. - Aquatic Invasions 7, 577–584.
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE, 2010: Arbeitsplan 2011 zur Wahrnehmung meereskundlicher Aufgaben in der Ost- und Nordsee durch das Leibniz-Institut für

Ostseeforschung Warnemünde für das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. – Hamburg, Dezember 2010.

- CADEE, G.C., 1989. Increase of *Phaeocystis* blooms in the westernmost inlet of the Wadden Sea, the Marsdeep, since 1973. In: LANCELOT, C., BILLEN, G., BARTH, H. (Eds.), Eutrophication and algal blooms in North Sea coastal zones, the Baltic and adjacent areas. E. Guyot SA, Brüssel, pp. 105-112.
- DREBES, G. AND ELBRÄCHTER, M., 1976. A checklist of planktonic diatoms and dinoflagellates from Helgoland and List (Sylt), German Bight. – Bot. Mar., 19: 75-83.
- DÜRSELEN, C.-D., GRAGE, A., EHMEN, S., SCHULZ, M., WÜBBEN, A., 2006: Erstellung eines multifaktoriellen Bewertungssystems für Phytoplankton der deutschen Nordsee-Küstengewässer im Zuge der EG-Wasserrahmenrichtlinie. – Unveröff. Endbericht im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN). Aqua Ecology Oldenburg.
- EDLER, L. (ed.), 1979: Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll. – The Baltic Marine Biologists. Publ. No. 5, 38 pp.
- EDWARDS, M., JOHNS, D.G., LETERME, S.C., SVERDSEN, E., RICHARDSON, A.J., 2006. Regional climate change and harmful algal blooms in the northeast Atlantic. – Limnol. Oceanog., 51: 820-829.
- EUROPEAN UNION, 2000: Wasserrahmenrichtlinie. Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000, L 327, 67pp. + Anhänge
- EUROPEAN UNION, 2008: Marine Strategy Framework Directive. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008: Establishing a Framework for Community Action in the field of Marine Environmental Policy. – Official Journal of the European Union, L 164, 19-39.
- GARGAS, E., NIELSEN, G.E., MORTENSEN, S., 1978: Phytoplankton production, chlorophyll-a and nutrients in the open Danish waters 1975-1977. – The Belt Project. The National Agency of Environmental Protection, Denmark, 103 pp.
- GREVE, W., REINERS, F., 1996. A multiannual outbreak of the turbellarian *Alaurina composita* Meczniow 1865 in the German Bight. - J.Plankt. Res. 18, 157-162.
- GREVE, W., REINERS, F., NAST, J., HOFFMANN, S., 2004. Helgoland Roads time-series meso- and makrozooplankton 1975 to 2004: lessons from 30 years of single spot high frequency

- sampling at the only off-shore island of the North Sea. - Helgoland Marine Research **58**, 274-288.
- HAJDU, S., EDLER, L., OLENINA, I. and WITEK, B., 2000: Spreading and establishment of the potentially toxic dinoflagellate *Prorocentrum minimum* in the Baltic Sea. – Internat. Review of Hydrobiology **85**, 561-575.
- HALLEGRAEFF, G.M. et al., 2010. Algae of Australia. Phytoplankton of temperate coastal waters. –CSIRO Publishing, Melbourne. 421 pp.
- HELCOM, 2010: Manual for marine monitoring in the COMBINE programme of HELCOM, Part C. – Internet, updated 2010: http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en_GB/
- HINTZE, R., POPP, P., RECKERMANN, M., RUSER, A., KÖHLER, J., OCKENFELD, K., VANSELOW, K.H., 1999: Experiments for continuous chlorophyll fluorescence measurements in a mesocosm. –Ber. Forsch.- u. Technologiezentr. Westküste d. Univ. Kiel 19, 11-25.
- HOPPENRATH, M., 2004. A revised checklist of planktonic diatoms and dinoflagellates from Helgoland (North Sea, German Bight). Helgol. Mar. Res., 58: 243-251.
- HOPPENRATH, M., ELBRÄCHTER, M. AND DREBES, G., 2009. Marine phytoplankton: selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt. Kleine Senckenberg-Reihe, 49, 49. Schweizerbarth, Stuttgart, 264 pp.
- JHA, U., JETTER, A., LINDLEY, J.A., POSTEL, L., WALTER, C., WOOTTON, M. A., subm. Extension of distribution of an introduced copepod, *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913, in the North Sea. - Marine Biodiversity records.
- JOHNS, D.G., EDWARDS, M., GREVE, W., JOHN, A.W.G.S., 2005. Increasing prevalence of the marine cladoceran *Penilia avirostris* (Dana, 1852) in the North Sea. - Helgoland Marine Research **59**, 214–218.
- JOINT, I., POMROY, A., 1993. Phytoplankton Biomass and Production in the Southern North Sea. –Marine Ecology Progress Series, **99**, 169-182.
- KRABERG, A., BAUMANN, M. AND DÜRSELEN, C.-D., 2010. Coastal phytoplankton. Photo guide for northern European seas. Handbooks of Marine Flora and Fauna. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 204 pp.
- KRABERG, A.C., CARSTENS, K. PETERS, S., TILLY, K., WILTSHIRE, K.H., 2011. The diatom *Mediopyxis helysia* Kühn, Hargreaves & Halliger 2006 at Helgoland Roads: a success story? - Helgol. Mar. Res., publ. Online 28.9.2011. DOI 10.1007/s10152-011-0277-9.

- LANCELOT, C., BILLEN, G., BARTH, H. (Eds.), 1991. The dynamics of *Phaeocystis* blooms in nutrient enriched coastal zones. E. Guyot SA, Brüssel.
- LORENZEN, C.J., 1967: Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: spectrophotometric equations. – *Limnology and Oceanography*, **12**, 343-346.
- MAKINSON, S., DASKALOV, G., 2007. An ecosystem model of the North Sea to support an ecosystem approach to fisheries management: description and parameterisation. - CEFAS Science Series Technical Report. **142**, 1-195.
- NEHRING, S., HESSE, K.-J., TILLMANN, U., 1995: The German Wadden Sea: a problem area for nuisance blooms? In: LASSUS, P., AZUL, G., ERARD-LEDENN, E., GENTEN, P., MARCAILLON-LEBAUT, C. (eds.): Harmful Marine Algal Blooms. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 199-204.
- NIELSEN, A., RICHARDSON, K., 1989. *Crysochromulina* bloom in Danish, Swedish and Norwegian waters, May-June 1988 - an analysis of extent, effects and causes. In: LANCELOT, C., BILLEN, G., BARTH, H. (Eds.), Eutrophication and algal blooms in North Sea coastal zones, the Baltic and adjacent areas. E. Guyot SA, Brüssel, pp. 11-25.
- OLENINA, I., HAJDU, S., ANDERSSON, A., EDLER, L., WASMUND, N., BUSCH, S., GÖBEL, J., GROMISZ, S., HUSEBY, S., HUTTUNEN, M., JAANUS, A., KOKKONEN, P., LEDAINE, I., NIEMKIEWICZ, E., 2006: Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea. – *Baltic Sea Environment Proceedings*, **106**, 1-144.
- OLENINA, I., WASMUND, N., HAJDU, S., JURGENSONE, I., GROMISZ, S., KOWNACKA, J., TOMING, K., VAICIŪTĒ, D., OLENIN, S. (2010): Assessing impacts of invasive phytoplankton: the Baltic Sea case. *Marine Pollution Bulletin*. doi:10.1016/j.marpolbul.2010.06.046
- OSPAR, 2005: Common Procedure for the Identification of the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area. – OSPAR Reference number: **2005-3**, 1-36.
- OSPAR, 2008: Second OSPAR integrated report on the eutrophication status of the OSPAR maritime area. – OSPAR Commission, Publ No. 372/2008.
- RACHOR, E., BÖNSCH, R., BOOS, K., GOSSELCK, F., GROTHJAHN, M., GÜNTHER, C.-P., GUSKY, M., GUTOW, L., HEIBER, W., JANTSCHIK, P., KRIEG, H.-J., KRONE, R., NEHMER, P., REICHERT, K., REISS, H., SCHRÖDER, A., WITT, J., ZETTLER, M.L., im Druck: Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(2).

- RAHMEL, J., BÄTJE, M., MICHAELIS, H., NOACK, U., 1995. *Phaeocystis globosa* and the phytoplankton succession in the East Frisian coastal waters. – Helgoländer Meeresunters., **49**, 399-408.
- ROBINSON, G.A., WALLER, D.R., 1966. The distribution of *Rhizosolenia styliformis* Brightwell and its varieties. In: BARNES, H. (Ed.), Some contemporary studies in marine science. George Allen and Unwin Ltd., London, pp. 645-663.
- SAMEOTO, D., WIEBE, P., RUNGE, J., POSTEL, L., DUNN, J., MILLER, C., COOMBS, S., 2000. Collecting zooplankton. In: HARRIS, R., WIEBE, P., LENZ, J., SKJOLDAL, H.R., HUNTLEY, M. (eds.): ICES zooplankton methodology handbook. Academic Press, San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, pp. 55-81.
- SCHILLING, P., UHLIG, S., 2010: Phytoplankton ring test 2007. Identification, counting and biomass determination of synthetic and natural phytoplankton samples. Final report. Umweltbundesamt, 198 pp.
- SCHLÜTER, M., A. KRABERG, WILTSHIRE, K.H., 2012. Long-term changes in the seasonality of selected diatoms related to grazers and environmental conditions. - J. Sea Res., **67**,91-97.
- SKJOLDAL, H.R., WIEBE, P.H., POSTEL, L., KNUTSEN, T., KAARTVEDT, S., SAMEOTO, D., 2012. Intercomparison of zooplankton (net) sampling systems: results from the ICES/GLOBEC sea-going workshop in Storfjorden, Norway, Progress in Oceanography.), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2012.10.006>
- STICH, H.B., BRINKER, A., 2005: Less is better: Uncorrected versus pheopigment-corrected photometric chlorophyll-a estimation. – Arch. Hydrobiol., **162**, 111-120.
- THRONDSSEN, J., HASLE, G.R., TANGEN, K., 2007. Phytoplankton of Norwegian coastal waters. – Almatier Forlag As, Oslo. 341 pp.
- UNESCO, 1968: Zooplankton sampling. Monographs on oceanographic methodology 2. – The UNESCO Press, Paris, 174 pp.
- UTERMÖHL, H., 1958: Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. – Ass. intern. Limnol. théor., **9**, 1-38.
- WALTER, T.C., 1986. The zoogeography of the genus *Pseudodiaptomus* (Calanoida: Pseudodiaptomidae). - Syllogeus **58**, 502-508.
- WASMUND, N., 1984: Probleme der spektrophotometrischen Chlorophyllbestimmung. – Acta hydrochim. hydrobiol., **12**, 255-272.

- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2004: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2003. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **60**, 1-87.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2008: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2007. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **74**, 1-88.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2010: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2009. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **81**, 1-90.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2011: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2010. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **85**, 3-87.
- WASMUND, N., POSTEL, L., ZETTLER, M.L. 2009: Biologische Bedingungen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee im Jahre 2008. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **79**, 1-61.
- WASMUND, N., POSTEL, L., ZETTLER, M.L. 2010: Biologische Bedingungen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee im Jahre 2009. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **82**, 1-79.
- WASMUND, N., POSTEL, L., ZETTLER, M.L. 2011: Biologische Bedingungen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee im Jahre 2010. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **85**, 89-169.
- WASMUND, N., TOPP, I., SCHORIES, D. 2006: Optimising the storage and extraction of chlorophyll samples. – Oceanologia, **48**, 125-144.
- WELSCHMEYER, N.A., 1994: Fluorometric analysis of chlorophyll *a* in the presence of chlorophyll *b* and pheopigments. – Limnol. Oceanogr., **39**, 1985-1992.
- WILTSHIRE, K. H., DÜRSELEN, C.-D., 2004. Revision and quality analyses of the Helgoland Reede long-term phytoplankton data archive. - Helgol Mar Res. **58**, 252-268.

ANHANG

Tab. A1 Seite 73
 Alphabetische Liste der in den Jahren 2008-2011 von uns gefundenen Phytoplanktonarten, ergänzt mit den Kieselalgen- und Dinoflagellaten-Funden von Helgoland (1966-1971) und List (1972-1974) nach DREBES und ELBRÄCHTER (1976) und den Kieselalgen- und Dinoflagellaten-Funden von Helgoland (2001-2003) nach HOPPENRATH (2004). Diese wurden in separaten Spalten durch „X“ markiert. In Spalte 2 wird die taxonomischen Zugehörigkeit angezeigt. Die im Jahre 2011 von uns gefundenen Arten sind fett hervorgehoben und ihre Rangfolge entsprechend ihrer Biomasse im Jahre 2011 in Spalte 3 angezeigt, darüber hinaus ihr Vorkommen auf den 5 Fahrten des Jahres 2011. Nicht aufgeführt wurden die unbestimmten Kategorien Gymnodiniales, Peridinales, Coccothrauxales, Cryptomonadales, Centrales, Pennales, Craspedophyceae, Dinophyceae und Unidentified. In der letzten Zeile ist die Gesamtzahl der in den genannten Listen genannten Taxa angegeben.

Tab. A2 Seite 84
 Die 10 wichtigsten Phytoplankton-Taxa (in Prozent der Phytoplankton-Biomasse) in den oberen 10 m der Wassersäule während der Fahrten von 2011 an den 12 Untersuchungsstationen. Zu Beginn jedes Blocks ist die entsprechende durchschnittliche Phytoplanktonbiomasse (in µg/l) angegeben. „Unbestimmte“ wurden aus dieser Liste gelöscht, wenn sie jeweils <10% ausmachten, zugunsten nachfolgender identifizierter Taxa.

Tab. A3 Seite 91
 Verbreitung des Makrozoobenthos an den 13 Stationen im Jahre 2011. In der 3. Spalte sind die Arten der Roten Liste (RACHOR et al. im Druck) indiziert (1=vom Aussterben bedroht, 2=stark gefährdet, 3=gefährdet, G=Gefährdung anzunehmen, R=extrem selten, V=Vorwarnliste, D=Daten defizitär, nb=nicht bewertet). Die Zahlen bei den Stationen bedeuten 1=nur im Frühjahr gefunden, 2=nur im Herbst gefunden, 3=im Frühjahr und Herbst gefunden.

Tab. A1

Alphabetische Liste der in den Jahren 2008-2011 von uns gefundenen Phytoplanktonarten, ergänzt mit den Kieselalgen- und Dinoflagellaten-Funden von Helgoland (1966-1971) und List (1972-1974) nach DREBES und ELBRÄCHTER (1976) und den Kieselalgen- und Dinoflagellaten-Funden von Helgoland (2001-2003) nach HOPPENRATH (2004). Diese wurden in separaten Spalten durch „X“ markiert. In Spalte 2 wird die taxonomischen Zugehörigkeit angezeigt. Die im Jahre 2011 von uns gefundenen Arten sind fett hervorgehoben und ihre Rangfolge entsprechend ihrer Biomasse im Jahre 2011 in Spalte 3 angezeigt, darüber hinaus ihr Vorkommen auf den 5 Fahrten des Jahres 2011. Nicht aufgeführt wurden die unbestimmten Kategorien Gymnodinales, Peridinales, Cocco-sphaerales, Cryptomonadales, Centrales, Pennales, Craspedophyceae, Dinophyceae und Unidentified. In der letzten Zeile ist die Gesamtzahl der in den genannten Listen genannten Taxa angegeben.

Table A1

Alphabetic list of phytoplankton species found from 2008 to 2011, completed with the diatoms and dinoflagellates from the Helgoland area (1966-1971) und List (1972-1974) according to DREBES and ELBRÄCHTER (1976) and the diatoms and dinoflagellates from Helgoland (2001-2003) according to HOPPENRATH (2004). They are marked by “X” in separate columns. Taxonomic class affiliation is given in column 2. The taxa found by us in 2011 are written in bold letters; their rank number (according to biomass) and their occurrence during the five cruises in 2011 are indicated. The unidentified categories Gymnodinales, Peridinales, Cocco-sphaerales, Cryptomonadales, Centrales, Pennales, Craspedophyceae, Dinophyceae and Unidentified are not specified. The total taxa number in these lists is given at the bottom line.

Taxon	Klasse	Rang in 2011	Jan.	März	Mai	Aug./ Sep.	Nov.	2008	2009	2010	2011	Drebes und Elbrächter (1976)	Hoppenrath (2004)
<i>Achnanthes</i> sp.	Bacillariop.								X				
<i>Achnanthes longipes</i>	Bacillariop.											X	X
<i>Achnanthes taeniata</i>	Bacillariop.	123	X					X	X		X		
<i>Actiniscus pentasterias</i>	Dinophyc.												X
<i>Actinocyclus curvatulus</i>	Bacillariop.												X
<i>Actinocyclus octonarius</i>	Bacillariop.	88			X				X	X	X	X	X
<i>Actinocyclus</i> sp.	Bacillariop.							X					
<i>Actinoptychus senarius</i>	Bacillariop.	89	X	X				X	X	X	X	X	X
<i>Akashiwo sanguinea</i>	Dinophyc.	125					X	X	X	X	X	X	X
<i>Amoebophrya ceratii</i>	Dinophyc.											X	
<i>Amphidinium crassum</i>	Dinophyc.	54			X	X	X		X	X	X		
<i>Amylax triacantha</i>	Dinophyc.	83			X			X			X	X	X

<i>Anabaena</i> sp.	Cyanobact.							X					
<i>Apedinella radians</i>	Chrysoph.								X	X			
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	Bacillariop.	114					X	X	X	X	X	X	X
<i>Asteroplanus karianus</i>	Bacillariop.											X	X
<i>Attheya decora</i>	Bacillariop.							X					
<i>Attheya septentrionalis</i>	Bacillariop.	132		X				X		X	X	?	
<i>Aulacodiscus argus</i>	Bacillariop.											X	X
<i>Bacillaria paxillifer</i>	Bacillariop.	122				X		X	X	X	X	X	X
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	Bacillariop.	44			X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Bellerochea malleus</i>	Bacillariop.								X			X	X
<i>Biddulphia alternans</i>	Bacillariop.								X	X		X	X
<i>Brockmanniella brockmannii</i>	Bacillariop.	128		X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Brockmanniella</i> cf. <i>brockmannii</i>	Bacillariop.	138					X				X		
<i>Calyptrella robusta</i>	Bacillariop.											X	X
<i>Campylosira cymbelliformis</i>	Bacillariop.											X	
<i>Catenula adhaerans</i>	Bacillariop.												X
<i>Cerataulina pelagica</i>	Bacillariop.	22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cerataulus radiatus</i>	Bacillariop.											X	X
<i>Ceratium arietinum</i>	Dinophyc.												X
<i>Ceratium furca</i>	Dinophyc.	68			X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ceratium fusus</i>	Dinophyc.	33	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ceratium horridum</i>	Dinophyc.	120			X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Ceratium lineatum</i>	Dinophyc.	106			X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ceratium longipes</i>	Dinophyc.	37	X	X	X			X			X		
<i>Ceratium macroceros</i>	Dinophyc.	62	X		X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Ceratium tripos</i>	Dinophyc.	28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros affinis</i>	Bacillariop.	72				X		X		X	X	X	X
<i>Chaetoceros borealis</i>	Bacillariop.	82	X								X	X	X
<i>Chaetoceros compressus</i>	Bacillariop.											X	cf.
<i>Chaetoceros contortus</i>	Bacillariop.	118				X				X	X		
<i>Chaetoceros convolutus</i>	Bacillariop.	131			X			X	X		X	X	

<i>Coscinodiscus radiatus</i>	Bacillariop.	14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Coscinodiscus</i> spp.	Bacillariop.	6	X			X		X	X	X	X		
<i>Coscinodiscus stellaris</i>	Bacillariop.											X	
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	Bacillariop.	4	X		X	X	X		X	X	X		X
<i>Cyclotella</i> sp.	Bacillariop.								X				
<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i>	Bacillariop.	126					X				X		
<i>Cylindrotheca closterium</i>	Bacillariop.	116	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Cymbomonas tetramitiformis</i>	Prasinoph.	79		X						X	X		
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	Bacillariop.	74		X	X	X		X	X	X	X		
<i>Delphineis surirella</i>	Bacillariop.	45				X	X		X	X	X	X	X
<i>Detonula confervacea</i>	Bacillariop.							X	X			X	X
<i>Detonula pumila</i>	Bacillariop.	63				X		X	X	X	X	X	X
<i>Dictyocha fibula</i>	Dictyoch.	87				X	X	X	X	X	X		
<i>Dictyocha speculum</i>	Dictyoch.	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Dinobryon faculiferum</i>	Chrysoph.							X					
<i>Dinobryon</i> spp.	Chrysoph.	124			X				X	X	X		
<i>Dinophysis acuminata</i>	Dinophyc.	41	X		X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Dinophysis acuta</i>	Dinophyc.	73	X		X				X	X	X	X	X
<i>Dinophysis dens</i>	Dinophyc.												cf.
<i>Dinophysis norvegica</i>	Dinophyc.	113			X	X			X	X	X	X	X
<i>Dinophysis rotundata</i>	Dinophyc.	108	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Diplopelta bomba</i>	Dinophyc.											X	X
<i>Diplopsalis</i>-COMPLEX	Dinophyc.	91	X			X		X	X	X	X		
<i>Diplopsalis lenticula</i>	Dinophyc.												X
<i>Dissodinium pseudocalani</i>	Dinophyc.											X	X
<i>Dissodinium pseudolunula</i>	Dinophyc.	109			X	X		X		X	X	X	X
<i>Ditylum brightwellii</i>	Bacillariop.	70			X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Ebria tripartita</i>	Ebriidea	136		X					X	X	X		
<i>Emiliana huxleyi</i>	Prymnesio.	17	X	X	X	X	X			X	X		
<i>Eucampia zodiacus</i>	Bacillariop.	21				X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eunotogramma dubium</i>	Bacillariop.	133	X						X	X	X		

<i>Thalassiosira punctigera</i>	Bacillariop.	69			X	X		X	X	X	X		X
<i>Thalassiosira rotula</i>	Bacillariop.	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Thalassiosira</i> spp.	Bacillariop.	23		X	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Thalassiosira subtilis</i>	Bacillariop.												X
<i>Thalassiosira tealata</i>	Bacillariop.												X
<i>Thalassiosira tenera</i>	Bacillariop.	42	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Torodinium robustum</i>	Dinophyc.	60	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Warnowia rosea</i>													cf.
Anzahl der Taxa:			63	60	83	95	78	128	138	144	140	153	210

DTEND									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
Phytopl.-Biomasse in µg/l	636	Phytopl.-Biomasse in µg/l	3019	Phytopl.-Biomasse in µg/l	379	Phytopl.-Biomasse in µg/l	267	Phytopl.-Biomasse in µg/l	80
Rhizosolenia imbricata	45,3	Rhizosolenia styliformis	42,6	Guinardia flaccida	22,6	Unidentified	31,4	Gymnodiniales	25,7
Chaetoceros densus	18,6	Rhizosolenia imbricata	39,0	Unidentified	16,3	Peridinales	17,6	Unidentified	21,6
Proboscia alata	5,3	Guinardia flaccida	6,8	Dictyocha speculum NK	12,8	Coccosphaerales	14,4	Chrysochromulina	14,4
Actinocyclus normanii f. subsala	4,3	Phaeocystis	4,7	Bacteriastrum hyalinum	9,6	Actinocyclus normanii f. subsala	10,5	Chaetoceros densus	8,3
Guinardia flaccida	3,3	Proboscia alata	0,9	Peridinales	8,9	Gymnodiniales	8,3	Gyrosigma	8,2
Pseudo-nitzschia pungens	3,0	Rhizosolenia hebetata f. semispina	0,9	Chrysochromulina	8,4	Dictyocha speculum NK	6,0	Cryptomonadales	6,2
Coccosphaerales	2,9	Mesodinium rubrum	0,7	Chaetoceros	4,1	Gyrosigma	2,8	Teleaulax	4,7
Chaetoceros borealis	2,1	Peridinales	0,7	Proboscia alata	3,4	Chrysochromulina	2,2	Asterionellopsis glacialis	4,1
Gymnodiniales	1,8	Cymbomonas tetramitiformis	0,6	Gymnodiniales	3,0	Katodinium rotundatum	1,6	Mesodinium rubrum	3,0
Gyrodinium spirale	1,6	Ceratium tripos	0,5	Gymnodinium	2,9	Coccolithus huxleyi	1,3	Ceratium tripos	1,5
ES1									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
		Phytopl.-Biomasse in µg/l	154	Phytopl.-Biomasse in µg/l	22744	Phytopl.-Biomasse in µg/l	4658	Phytopl.-Biomasse in µg/l	5303
		Thalassiosira tenera	45,0	Noctiluca scintillans	99,4	Odontella sinensis	35,4	Noctiluca scintillans	85,3
		Peridinales	12,4	Chrysochromulina	0,2	Rhizosolenia imbricata	18,0	Rhizosolenia styliformis	6,5
		Mediopyxis helysia	10,4	Chaetoceros densus	0,2	Pseudo-nitzschia pungens	17,5	Odontella sinensis	6,2
		Thalassiosira	6,4	Gymnodiniales	0,1	Leptocylindrus minimus	6,4	Stephanopyxis turris	0,3
		Thalassiosira hendeyi	5,6	Thalassiosira punctigera	0,0	Peridinales	4,4	Phaeocystis	0,2
		Paralia sulcata	5,0	Teleaulax	0,0	Guinardia delicatula	3,8	Protoperidinium	0,1
		Gyrodinium spirale	4,6	Leucocryptos marina	0,0	Eucampia zodiacus	3,3	Teleaulax	0,1
		Teleaulax	4,5	Gyrosigma	0,0	Neocalyptrella robusta	1,9	Gymnodiniales	0,1
		Phaeocystis	2,4	Paralia sulcata	0,0	Actinocyclus normanii f. subsala	1,4	Peridinales	0,1
		Gyrosigma	1,4	Craspedophyceae	0,0	Thalassiosira rotula	1,4	Chrysochromulina	0,1

HELGO									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
Phytopl.-Biomasse in µg/l	1112	Phytopl.-Biomasse in µg/l	37	Phytopl.-Biomasse in µg/l	18340	Phytopl.-Biomasse in µg/l	156	Phytopl.-Biomasse in µg/l	549
Coscinodiscus wailesii	57,1	Gyrodinium spirale	36,7	Noctiluca scintillans	98,6	Actinocyclus normanii f. subsala	26,1	Odontella sinensis	60,1
Coscinodiscus	26,6	Mediopyxis helysia	24,7	Mediopyxis helysia	0,3	Peridinales	15,7	Guinardia flaccida	3,2
Ceratium longipes	4,0	Peridinales	8,8	Gymnodinales	0,2	Gymnodinales	8,2	Gymnodinales	3,1
Gymnodinales	2,4	Coccosphaerales	7,8	Peridinales	0,2	Lithodesmium undulatum	6,2	Actinocyclus normanii f. subsala	2,6
Coccosphaerales	1,9	Teleaulax	7,8	Lauderia annulata	0,1	Gyrosigma	5,6	Rhizosolenia setigera	2,3
Gyrodinium spirale	0,9	Gymnodinales	6,9	Teleaulax	0,1	Teleaulax	5,4	Centrales	2,3
Peridinales	0,9	Paralia sulcata	2,4	Coccosphaerales	0,1	Rhizosolenia similoides	5,2	Peridinales	2,0
Paralia sulcata	0,8	Coccolithus huxleyi	1,8	Cryptomonadales	0,1	Thalassiosira punctigera	5,0	Guinardia delicatula	2,0
Katodinium rotundatum	0,6	Thalassionema nitzschioides	1,7	Pennales	0,0	Thalassiosira hendeyi	3,7	Thalassiosira hendeyi	1,6
Teleaulax	0,5	Thalassiosira	1,2	Centrales	0,0	Dictyocha speculum NK	3,5	Protoperidinium	1,4
NEFB									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
Phytopl.-Biomasse in µg/l	57	Phytopl.-Biomasse in µg/l	88	Phytopl.-Biomasse in µg/l	973	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1699	Phytopl.-Biomasse in µg/l	479
Gymnodinales	25,0	Unidentified	25,8	Rhizosolenia styliformis	48,9	Odontella sinensis	87,3	Odontella sinensis	68,8
Centrales	17,0	Katodinium rotundatum	24,2	Coccolithus huxleyi	14,3	Actinocyclus normanii f. subsala	3,3	Gymnodinales	7,3
Unidentified	16,5	Mesodinium rubrum	12,0	Guinardia flaccida	11,0	Peridinales	1,7	Pyramimonas longicauda	6,2
Pennales	11,4	Gyrodinium	10,5	Chrysochromulina	6,3	Rhizosolenia imbricata	0,4	Coccosphaerales	3,2
Rhizosolenia styliformis	11,2	Thalassiosira rotula	8,1	Guinardia delicatula	5,2	Ceratium tripos	0,4	Cryptomonadales	1,5
Teleaulax	4,2	Teleaulax	6,3	Gymnodinales	2,6	Gymnodinales	0,3	Amphidinium crassum	1,5
Peridinales	3,4	Chaetoceros	5,6	Rhizosolenia hebetata f. semispina	2,5	Paralia sulcata	0,3	Ceratium tripos	1,0
Actinoptychus senarius	3,1	Peridinales	5,0	Mesodinium rubrum	1,2	Proboscia alata	0,2	Eutreptiella	1,0
Chrysochromulina	2,0	Gyrodinium spirale	1,3	Peridinales	1,0	Diplopsalis spp. CPX	0,2	Gyrosigma	0,9
Katodinium rotundatum	1,8	Leucocryptos marina	1,0	Ceratium tripos	0,9	Mesodinium rubrum	0,2	Chrysochromulina	0,9

NGW8									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
Phytopl.-Biomasse in µg/l	4598	Phytopl.-Biomasse in µg/l	104	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1007	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1707	Phytopl.-Biomasse in µg/l	387
Noctiluca scintillans	98,3	Actinocyclus normanii f. subsala	39,3	Coscinodiscus wailesii	63,0	Coscinodiscus wailesii	61,9	Rhizosolenia imbricata	16,6
Gymnodiniales	0,4	Unidentified	13,3	Coscinodiscus concinnus	29,3	Coscinodiscus	11,8	Unidentified	16,6
Thalassiosira tenera	0,3	Peridinales	12,5	Coccolithus huxleyi	1,5	Chaetoceros curvisetus	4,8	Stephanopyxis turris	11,9
Ceratium longipes	0,2	Mesodinium rubrum	9,8	Ceratium fusus	1,3	Gymnodiniales	3,3	Coccosphaerales	11,7
Diplopsalis spp. CPX	0,1	Gymnodiniales	7,4	Ditylum brightwellii	1,1	Guinardia delicatula	3,3	Gymnodiniales	9,4
Teleaulax	0,1	Thalassiosira hendeyi	5,6	Rhizosolenia styliformis	0,6	Peridinales	1,5	Guinardia striata	5,6
Cryptomonadales	0,1	Teleaulax	4,2	Thalassiosira rotula	0,5	Gyrosigma	0,6	Guinardia delicatula	5,1
Paralia sulcata	0,0	Gyrodinium	1,9	Rhizosolenia	0,5	Pseudo-nitzschia pungens	0,6	Guinardia flaccida	2,6
Pyramimonas	0,0	Leucocryptos marina	1,1	Gymnodiniales	0,4	Mesodinium rubrum	0,4	Chrysochromulina	2,6
Protoperidinium	0,0	Katodinium rotundatum	1,0	Cerataulina pelagica	0,3	Cryptomonadales	0,4	Teleaulax	2,2
NSB3									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
Phytopl.-Biomasse in µg/l	82	Phytopl.-Biomasse in µg/l	132	Phytopl.-Biomasse in µg/l	223	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1551	Phytopl.-Biomasse in µg/l	3563
Unidentified	24,2	Unidentified	21,5	Protoperidinium depressum	19,6	Odontella sinensis	21,3	Odontella sinensis	60,1
Ceratium longipes	19,1	Coccosphaerales	15,6	Ceratium fusus	15,8	Chaetoceros	15,6	Coscinodiscus wailesii	35,6
Gymnodiniales	15,2	Peridinales	8,3	Gymnodiniales	12,1	Chaetoceros curvisetus	14,8	Gymnodiniales	0,8
Peridinales	11,4	Teleaulax	7,8	Mesodinium rubrum	10,9	Gymnodiniales	7,6	Paralia sulcata	0,7
Teleaulax	4,7	Lauderia annulata	6,6	Ceratium tripos	7,6	Coscinodiscus	6,5	Gyrosigma	0,6
Ceratium tripos	4,3	Actinoptychus senarius	5,4	Chrysochromulina	7,4	Dictyocha speculum NK	3,5	Cerataulina pelagica	0,3
Paralia sulcata	3,8	Proboscia alata	4,3	Peridinales	5,0	Guinardia delicatula	3,4	Thalassiosira	0,2
Chrysochromulina	3,6	Mesodinium rubrum	4,2	Teleaulax	3,6	Guinardia striata	1,7	Odontella mobilensis	0,1
Ceratium macroceros	3,2	Hyalodiscus stelliger	3,9	Ceratium macroceros	3,2	Peridinales	1,5	Peridinales	0,1
Gyrosigma	3,0	Centrales	3,7	Proboscia alata	3,2	Chrysochromulina	1,5	Peridinium conicoides	0,1

NSGR2									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
Phytopl.-Biomasse in µg/l	62	Phytopl.-Biomasse in µg/l	40	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1076	Phytopl.-Biomasse in µg/l	305	Phytopl.-Biomasse in µg/l	12625
Gymnodiniales	17,0	Dictyocha speculum NK	26,9	Leptocylindrus minimus	38,6	Unidentified	15,7	Rhizosolenia styliformis	71,0
Unidentified	16,4	Teleaulax	24,9	Rhizosolenia imbricata	23,6	Gymnodiniales	15,4	Odontella sinensis	26,1
Lauderia annulata	14,7	Unidentified	19,7	Peridinales	11,7	Leptocylindrus mediterraneus	12,1	Gymnodiniales	0,7
Porosira glacialis	13,6	Gymnodiniales	16,0	Chrysochromulina	7,5	Chrysochromulina	7,6	Cerataulina pelagica	0,4
Proboscia alata	9,2	Mesodinium rubrum	4,7	Guinardia flaccida	2,5	Actinocyclus normanii f. subsala	6,2	Guinardia flaccida	0,2
Peridinales	4,1	Cryptomonadales	4,4	Gymnodiniales	2,0	Proboscia alata	4,8	Thalassiosira rotula	0,1
Chaetoceros densus	4,1	Chrysochromulina	2,5	Mesodinium rubrum	1,4	Peridinales	4,5	Pennales	0,1
Gyrosigma	4,0	Pyramimonas	0,8	Ceratium tripos	1,2	Gyrodinium	4,4	Rhizosolenia imbricata	0,1
Roperia tessellata	3,9	Skeletonema	0,1	Dinophysis acuminata	1,0	Hyalodiscus stelliger	3,3	Amphidinium crassum	0,1
Cryptomonadales	2,2	Noctiluca scintillans	0,0	Ceratium fusus	0,8	Dictyocha fibula	3,2	Chrysochromulina	0,1
SWWBA									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
Phytopl.-Biomasse in µg/l	62	Phytopl.-Biomasse in µg/l	61	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1275	Phytopl.-Biomasse in µg/l	830	Phytopl.-Biomasse in µg/l	3817
Gymnodiniales	18,0	Unidentified	33,4	Coccosphaerales	29,0	Odontella sinensis	59,6	Odontella sinensis	82,0
Actinocyclus normanii f. subsala	14,9	Peridinales	14,5	Peridinales	11,8	Peridinales	9,5	Rhizosolenia styliformis	14,0
Thalassiosira rotula	14,5	Teleaulax	14,4	Unidentified	11,2	Thalassiosira rotula	4,6	Gymnodiniales	2,0
Unidentified	13,7	Mesodinium rubrum	9,4	Coccolithus huxleyi	7,4	Actinocyclus normanii f. subsala	4,5	Pennales	0,3
Peridinales	7,9	Dictyocha speculum NK	8,9	Rhizosolenia styliformis	6,8	Rhizosolenia styliformis	3,0	Guinardia flaccida	0,3
Teleaulax	5,4	Gymnodiniales	8,3	Dinophysis acuminata	5,6	Gymnodiniales	2,6	Guinardia delicatula	0,2
Gyrosigma	4,0	Pennales	5,2	Chrysochromulina	5,3	Guinardia striata	2,1	Odontella mobilensis	0,1
Roperia tessellata	3,8	Chaetoceros	2,3	Ceratium tripos	3,6	Guinardia flaccida	2,0	Teleaulax	0,1
Cerataulina pelagica	3,2	Cryptomonadales	1,6	Proto-peridinium depressum	3,4	Proto-peridinium	1,9	Ceratium furca	0,1
Chrysochromulina	3,0	Paralia sulcata	1,0	Gymnodiniales	2,2	Gyrosigma	1,8	Paralia sulcata	0,1

SYLT1									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
		Phytopl.-Biomasse in µg/l	65	Phytopl.-Biomasse in µg/l	109	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1784	Phytopl.-Biomasse in µg/l	40
		Teleaulax	28,0	Actinocyclus normanii f. subsala	19,3	Coscinodiscus	33,1	Actinocyclus normanii f.	46,6
		Mediopyxis helysia	17,6	Peridinales	15,2	Odontella sinensis	18,5	Gyrosigma	10,8
		Thalassiosira	12,5	Chaetoceros	14,8	Rhizosolenia imbricata	11,1	Thalassiosira hendeyi	7,2
		Gymnodinales	10,0	Centrales	11,9	Rhizosolenia styliformis	10,3	Rhizosolenia similoides	7,1
		Odontella aurita	8,8	Chaetoceros densus	9,9	Dictyocha speculum NK	2,1	Thalassiosira	6,4
		Gyrodinium spirale	5,2	Amphidinium crassum	6,4	Gymnodinales	2,1	Thalassiosira tenera	3,9
		Chaetoceros	3,9	Chaetoceros socialis	3,7	Rhizosolenia setigera	1,9	Paralia sulcata	3,4
		Actinoptychus senarius	2,7	Chaetoceros didymus	2,6	Peridinales	1,8	Akashiwo sanguinea	3,3
		Paralia sulcata	2,1	Rhizosolenia hebetata f. semispina	2,3	Cryptomonadales	1,5	Chaetoceros danicus	3,0
		Peridinales	2,0	Gymnodinales	2,1	Actinocyclus normanii f. subsala	1,5	Rhizosolenia setigera	1,9
UFSDB									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
Phytopl.-Biomasse in µg/l	117	Phytopl.-Biomasse in µg/l	69	Phytopl.-Biomasse in µg/l	810	Phytopl.-Biomasse in µg/l	3033	Phytopl.-Biomasse in µg/l	593
Unidentified	31,7	Unidentified	31,6	Coscinodiscus wailesii	78,4	Chaetoceros curvisetus	26,2	Rhizosolenia styliformis	18,6
Gymnodinales	17,4	Peridinales	18,0	Chrysochromulina	11,2	Chaetoceros	16,6	Rhizosolenia imbricata	16,2
Peridinales	16,1	Gymnodinales	15,7	Peridinales	1,8	Odontella sinensis	10,9	Unidentified	10,9
Ceratium longipes	9,9	Teleaulax	12,1	Teleaulax	1,3	Pseudo-nitzschia pungens	7,1	Neocalyptrella robusta	7,4
Teleaulax	3,5	Thalassiosira	8,7	Guinardia flaccida	1,1	Coscinodiscus	7,1	Guinardia delicatula	6,5
Katodinium rotundatum	3,4	Gyrodinium spirale	4,1	Ceratium fusus	1,1	Thalassiosira rotula	4,5	Actinocyclus normanii f. subsala	6,4
Chrysochromulina	3,4	Craspedophyceae	2,7	Katodinium rotundatum	0,7	Thalassiosira	4,0	Peridinales	6,0
Mesodinium rubrum	2,4	Cryptomonadales	2,0	Mesodinium rubrum	0,7	Peridinales	2,6	Gymnodinales	5,8
Thalassionema nitzschioides	1,8	Katodinium rotundatum	1,4	Gymnodinales	0,6	Guinardia delicatula	2,5	Cerataulina pelagica	4,6
Cryptomonadales	1,8	Mesodinium rubrum	1,2	Lennoxia faveolata	0,6	Pyramimonas longicauda	2,0	Lauderia annulata	2,8

URST3									
Januar	%	März	%	Mai	%	August/September	%	November	%
Phytopl.-Biomasse in µg/l	30	Phytopl.-Biomasse in µg/l	126	Phytopl.-Biomasse in µg/l	732	Phytopl.-Biomasse in µg/l	5556	Phytopl.-Biomasse in µg/l	4419
Gymnodiniales	39,0	Unidentified	42,5	Guinardia flaccida	32,1	Noctiluca scintillans	81,4	Odontella sinensis	82,1
Teleaulax	16,4	Lauderia annulata	16,8	Chrysochromulina	14,7	Chaetoceros	5,3	Guinardia striata	2,4
Cryptomonadales	10,6	Teleaulax	13,3	Mesodinium rubrum	11,9	Gymnodiniales	4,2	Cerataulina pelagica	1,4
Peridinales	8,3	Peridinales	8,8	Dictyocha speculum NK	7,4	Chaetoceros curvisetus	1,2	Rhizosolenia imbricata	0,8
Dinophysis acuta	4,4	Gymnodiniales	7,5	Rhizosolenia imbricata	5,6	Delphineis surirella	1,1	Gyrosigma	0,7
Ceratium tripos	3,8	Chrysochromulina	3,5	Peridinales	5,5	Leptocylindrus danicus	0,9	Odontella mobilensis	0,5
Protoperidinium pellucidum	3,3	Mesodinium rubrum	1,0	Ceratium tripos	3,5	Eucampia zodiacus	0,7	Lauderia annulata	0,4
Pyramimonas	2,9	Rhizosolenia imbricata	1,0	Cryptomonadales	2,2	Guinardia delicatula	0,6	Actinocyclus normanii f. subsala	0,4
Leucocryptos marina	2,9	Pachysphaera	0,9	Ceratium fusus	2,1	Pseudo-nitzschia pungens	0,5	Thalassiosira	0,3
Katodinium rotundatum	2,2	Prorocentrum micans	0,8	Actinocyclus octonarius	1,5	Protoperidinium depressum	0,4	Gymnodiniales	0,3

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ENTE3	ESF1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSD8	URST3
Scaphopoda	Antalis dentalis	D			2										
Anthozoa	Anthozoa	nb		2	3				2				1		
Anthozoa	Anthozoa auf Echinocardium	nb				1			3	3				1	
Polychaeta	Aonides paucibranchiata	*	3		1	2	3						3		
Amphipoda	Aora typica	*	2	2	2		2	2	3	2	3	2	1	2	
Amphipoda	Apherusa ovalipes	*									1				
Polychaeta	Aphrodita aculeata	D		1	3						1			2	
Polychaeta	Apistobranthus tullbergi	*			1										
Gastropoda	Aporrhais pespelecani	G			1			1							
Bivalvia	Arctica islandica	3			3						2				3
Polychaeta	Aricidea minuta	*			2										
Asciacea	Asciidiella scabra	R					1								3
Echinodermata	Asterias rubens	*	3	2	3	3	3		3	3	3	3	3	3	3
Echinodermata	Astropecten irregularis	G		2	3			2	2	3	3	2		1	3
Amphipoda	Atylus swammerdami	*		2							2			2	2
Amphipoda	Autonoe longipes	*			1										
Cirripedia	Balanus balanus	D	2												
Cirripedia	Balanus crenatus	*	1	1									3		
Amphipoda	Bathyporeia elegans	*	2	3		1	1	2			3	1	2		3
Amphipoda	Bathyporeia guilliamsoniana	*		3		3		2					2		3
Amphipoda	Bathyporeia nana	D										2			
Amphipoda	Bathyporeia pelagica	*				1									
Cumacea	Bodotria pulchella	*					1								
Cumacea	Bodotria scorpioides	*					2								
Hydrozoa	Bougainvillia sp.	nb												2	
Leptocardii	Branchiostoma lanceolatum	G	1				1								
Gastropoda	Buccinum undatum	2		2	2										
Polychaeta	Bylgides sarsi	*		1		1	1						1		

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ENTE3	ESF1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Cumacea	Diastylodes biplicatus	D			2										
Hydrozoa	Dicoryne sp.	nb			2										
Polychaeta	Diplocirrus glaucus	*			3			3		3		2			
Bivalvia	Dosinia exoleta	G		3				1			2	2			3
Amphipoda	Dulichia falcata	*			3										
Amphipoda	Dyopedos monacantha	*				1									
Echinodermata	Echinocardium cordatum	*	1	3	3	1	1	3	3	3	1	3	1	1	3
Echinodermata	Echinocyamus pusillus	G		2			2								
Anthozoa	Edwardsia sp.	nb		3	1			2			3			1	2
Bryozoa	Einhornia crustulenta	*		1			3		1			2			
Echinodermata	Ekmania barthii	D			3										
Bryozoa	Electra pilosa	*	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3
Polychaeta	Enipo kinbergi	R						2							
Bivalvia	Ensis directus	*	1	1		2	3			1			1		
Bivalvia	Epilepton clarkiae	nb			3										
Amphipoda	Erichthonius difformis	D			2										
Amphipoda	Erichthonius punctatus	*										1			
Bryozoa	Escharella immersa	*			1										
Polychaeta	Eteone flava	*			1										
Polychaeta	Eteone longa	*	2	2	2		1	2	2	2	1				2
Polychaeta	Eteone sp.	nb											1		
Decapoda	Eualus pusiolus	D			2										
Bryozoa	Eucratea loricata	V			2										
Hydrozoa	Eudendrium sp.	nb		3							1				
Cumacea	Eudorella truncatula	*			2			3	1	1					
Cumacea	Eudorellopsis deformis	*			2				2		3				
Polychaeta	Eulalia bilineata	*						2							
Polychaeta	Eumida sanguinea	*	2	2		1	3	3	2	1	1			2	3

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ENTE3	ESF1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Decapoda	Hippolyte varians	D	2	2			2		2					2	
Amphipoda	Hippomedon denticulatus	*		1	3			3			3	3			3
Gastropoda	Hyala vitrea	D				1		1	3	3				2	
Decapoda	Hyas araneus	*		2	1										
Decapoda	Hyas coarctatus	D			2										
Hydrozoa	Hydractinia echinata	*	1	3	3	2	1	3		1	3	3	3	3	
Polychaeta	Hydroides norvegicus	R			1										
Amphipoda	Hyperia galba	*		2	1						3				
Isopoda	Idotea linearis	*				1									
Cumacea	Iphinoe trispinosa	*		2											2
Bivalvia	Kurtiella bidentata	*		3	1	3	3	3	3	3		3		3	
Polychaeta	Lagis koreni	*			3		1		2	3	3				3
Polychaeta	Lanice conchilega	*	3			3	3	3	2		1		1	3	2
Polychaeta	Laonome kroeyeri	D									2				
Amphipoda	Lembos websteri	*			1										
Amphipoda	Lepidepecreum longicornis	*		3											
Amphipoda	Leucothoe incisa	*		3			2		3		2	2		3	2
Polychaeta	Levinsenia gracilis	*			3										
Gastropoda	Limacia clavigera	*			2										
Gastropoda	Limacina retroversa	nb			1										
Nemertea	Lineus ruber	nb		2	2		2	1	1	3	2	3			
Decapoda	Liocarcinus depurator	*			3	2	2	2	2			2	2	2	
Decapoda	Liocarcinus holsatus	*	3	2	1	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3
Decapoda	Liocarcinus navigator	R				1									
Bivalvia	Lucinoma borealis	*		1											
Echinodermata	Luidia sarsi	nb			3										
Polychaeta	Lumbrineris latreilli	R						3				2			
Polychaeta	Lysilla loveni	R						2							

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ENTE3	ESF1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Bivalvia	Macoma balthica	*		2		3									
Decapoda	Macropodia linaresi	D				2			2						
Polychaeta	Magelona alleni	*		3				1	1	3	3				3
Polychaeta	Magelona filiformis	*		2	2			2	1	2	2			2	2
Polychaeta	Magelona johnstoni	*		3	1	1		1	1	1	3	3		3	3
Polychaeta	Magelona mirabilis	D		1		1			3		1			1	1
Polychaeta	Malmgreniella arenicolae	D				1	1	2	2		1			3	
Polychaeta	Malmgreniella glabra	*	2		2	2	3							2	2
Amphipoda	Megaluropus agilis	V		3		2									
Amphipoda	Melita dentata	D												2	
Amphipoda	Microprotopus maculatus	*		2	2	2								2	2
Ascidacea	Molgula manhattensis	D			1										
Bivalvia	Monia patelliformis	*			1										
Amphipoda	Monocorophium sextonae	D													2
Bivalvia	Musculus discors	G			3										
Bivalvia	Mya arenaria	*					1								
Polychaeta	Myrianida sp.	nb	2	2			3							2	
Bivalvia	Mysia undata	*													2
Bivalvia	Mytilus edulis	*					2						1	2	
Gastropoda	Nassarius reticulatus	G				2									
Nemertea	Nemertea	nb	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3		2	3
Polychaeta	Nephtys caeca	*	2	3	3	3	3	3			3		3		3
Polychaeta	Nephtys hombergii	*		3	3	3		3	3	3	3	1		3	2
Gastropoda	Neptunea antiqua	G			3										
Polychaeta	Nereimyra punctata	*		1											
Polychaeta	Nereis pelagica	*		3	1	2	2				2				
Polychaeta	Notomastus latericeus	*		3	3	3	3		2		3	2	2	2	
Amphipoda	Nototropis falcatus	*	2	1						2		1	2		

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ENTE3	ESF1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Bivalvia	Nucula nitidosa	*			2		3	3	3	3	3	2		3	2
Pycnogonida	Nymphon brevistrore	*	1			1									
Hydrozoa	Obelia bidentata	D			1										
Hydrozoa	Obelia geniculata	D	2								2				
Hydrozoa	Obelia longissima	D							3		3				
Hydrozoa	Obelia sp.	nb		2	2		2		2				2	2	2
Gastropoda	Onchidoris muricata	*			2										
Polychaeta	Ophelia limacina	*	3	3		3	3						3		1
Polychaeta	Ophelina acuminata	*			3			3	1		1	2			2
Polychaeta	Ophiodromus flexuosus	*			1			2	3	1	2	2			1
Echinodermata	Ophiothrix fragilis	V			2										
Echinodermata	Ophiura albida	*		2	3	3	3	3	3	3	1	2	2	3	3
Echinodermata	Ophiura ophiura	*				2			2	2			3		
Echinodermata	Ophiura sarsii	R			1										
Polychaeta	Orbinia armandi	D	1		2								2		
Amphipoda	Orchomenella nana	*	2	2	3	2		3	2	3	3	3		2	2
Polychaeta	Owenia fusiformis	*		3	3			3	2	3	3	3		3	2
Decapoda	Pagurus bernhardus	*	3	3	3	1		2	1	3		2	3		2
Decapoda	Pandalina brevistrotris	G			2		2								
Decapoda	Pandalus montagui	*				2	3							1	
Polychaeta	Paramphinome jeffreysii	*			3										
Amphipoda	Pariambus typicus	*	2	2	2	3	1		3	3	3	2	2	3	2
Amphipoda	Pericolulodes longimanus	*		3	1			2	3	2	3	2			3
Bivalvia	Phaxas pellucidus	*		3	3	2	1	3	3	3	3	3		2	3
Hydrozoa	Phialella quadrata	D					2		3		3	3			3
Gastropoda	Philine aperta	*			2										
Gastropoda	Philine scabra	R		2	3										
Decapoda	Philocheras bispinosus	D		3	2			3	3	3	3	3		2	3

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ENTE3	ESF1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Gastropoda	Rissoa parva	V					3								
Anthozoa	Sagartia sp.	nb			3								1		
Polychaeta	Scalibregma inflatum	G			3			1		2					
Mysida	Schistomysis ornata	nb	3	1	3	3		3	1	3	3	3	3	2	
Polychaeta	Scoelepis bonnierii	*		3	2	1	2				3	1	1		3
Polychaeta	Scoelepis foliosa	*			1										
Polychaeta	Scoloplos armiger	*	2	3	3	3	3		3	3	3		3	3	3
Amphipoda	Scopelochirus hopei	*	2	2	2	3					1	2			
Hydrozoa	Sertularia cupressina	G				3	3								
Polychaeta	Sigalion mathildae	3		3				2	1	2	3				3
Amphipoda	Siphonoecetes kroyeranus	*		3			3								3
Polychaeta	Spio filicornis	*		3		2		1			1		1		1
Polychaeta	Spio gonioccephala	*	3				2						3		
Polychaeta	Spio symphyta	*		2					2		2				2
Polychaeta	Spiophanes bombyx	*	2	3	3		3	3	3	3	3	2	1	3	3
Polychaeta	Spiophanes kroyeri	*			3							2			
Polychaeta	Spirobranchus triqueter	*		1											
Bivalvia	Spisula solida	G	1										1		
Bivalvia	Spisula subtruncata	G		3			1	2		3			3	2	
Amphipoda	Stenothoe marina	*		2			2	2						3	
Amphipoda	Stenula rubrovittata	R		1	3										
Polychaeta	Sthenelais limicola	*		2	3			3	3	3	3	3			1
Polychaeta	Streptosyllis websteri	D		2											
Amphipoda	Synchelidium maculatum	D			1										
Tanaidacea	Tanaissus lilljeborgi	*						2							
Bivalvia	Tapes rhomboides	*													1
Bivalvia	Tellimya ferruginosa	*		3	1	1		1	3	3		3		1	3
Bivalvia	Tellina fabula	*		3	1	1	3	2	2	2	3			2	3

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ENTE3	ESF1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSD8	URST3
Bivalvia	<i>Tellina pygmaea</i>	D					2								
Bivalvia	<i>Tellina tenuis</i>	V	2			1							2		
Polychaeta	<i>Terebellides stroemi</i>	*			3										
Decapoda	<i>Thia scutellata</i>	D	1										2		
Bivalvia	<i>Thracia papyracea</i>	*		3			2	2	3	2				2	2
Bivalvia	<i>Thracia pubescens</i>	R							2						1
Bivalvia	<i>Thyasira flexuosa</i>	*			3				3	3	3			3	2
Polychaeta	<i>Tomopteris septentrionalis</i>	nb													2
Polychaeta	<i>Trichobranthus roseus</i>	*			3										
Amphipoda	<i>Tryphosites longipes</i>	*			3										
Oligochaeta	<i>Tubificoides benedii</i>	*				2									
Nemertea	<i>Tubulanus polymorphus</i>	nb		3	3			3	2	2	1			3	3
Bryozoa	<i>Tubulipora</i> sp.	nb			2							1			
Platyhelminth.	<i>Turbellaria</i>	nb			3			1					1		
Gastropoda	<i>Turritella communis</i>	G						2	3	3	3	3		1	2
Amphipoda	<i>Urothoe elegans</i>	D		2				2							
Amphipoda	<i>Urothoe poseidonis</i>	*		3		1									2
Bivalvia	<i>Venerupis senegalensis</i>	G				2									
Cirripedia	<i>Verruca stroemia</i>	*		1	2										
Gastropoda	<i>Vitreolina philippi</i>	R						2							
Amphipoda	<i>Westwoodilla caecula</i>	D			2										
Artenzahl	291		48	123	153	76	89	89	84	69	94	74	53	76	94

Wasmund, N.; Postel, L.; Zettler, M.L.:
Biologische Bedingungen in der
deutschen ausschließlichen
Wirtschaftszone der Nordsee
im Jahre 2011.

CONTENT

Abstract/Kurzfassung

- 1 Introduction
- 2 Material and methods
- 3 Results
 - 3.1 Phytoplankton
 - 3.2 Chlorophyll
 - 3.3 Mesozooplankton
 - 3.4 Macrozoobenthos

Zusammenfassung/Summary

Acknowledgements

References

Annex

