

Meereswissenschaftliche Berichte

MARINE SCIENCE REPORTS

No. 79

Biologische Bedingungen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee im Jahre 2008

von

Norbert Wasmund, Lutz Postel und Michael L. Zettler

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

Corresponding author: norbert.wasmund@io-warnemuende.de

**Institut für Ostseeforschung
Warnemünde
2009**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abstract	5
Kurzfassung	6
1. Einleitung	7
2. Material und Methoden	8
2.1 Beprobungs-Strategie	8
2.2 Phytoplankton	9
2.3 Chlorophyll	10
2.4 Mesozooplankton	11
2.5 Makrozoobenthos	13
2.6 Qualitätssicherung	15
3. Ergebnisse	16
3.1 Phytoplankton	16
3.2 Chlorophyll	26
3.3 Mesozooplankton	28
3.3.1 Artenspektrum und jahreszeitliches Auftreten	28
3.3.2 Zooplanktonverteilung im Salzgehalts-, Temperatur- und Chlorophyll-Gradienten im Sommer 2008	33
3.4 Makrozoobenthos	39
3.4.1 Sedimentdaten	39
3.4.2 Artenzahl	40
3.4.3 Abundanz	49
3.4.4 Biomasse	49
3.4.5 Lebensgemeinschaften	51
3.4.6 Rote Liste	52
3.4.7 Diskussion (Makrozoobenthos)	53
4 Ausblick	54
Zusammenfassung	55
Summary	57
Danksagung	59
Literaturverzeichnis	59

Abstract

In 2008, a complex biological monitoring was conducted in the German exclusive economical zone of the North Sea for the first time, 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*), mesozooplankton and macrozoobenthos were investigated at 12 stations. The plankton was sampled at 5 cruises and the zoobenthos at 2 cruises.

The phytoplankton comprised 128 taxa, most of them belonging to the diatoms. A *Phaeocystis*-bloom with 17.3 Mill. cells/L was found in front of the Isle of Borkum on 2.4.2008. The maximum of chlorophyll *a* of 12.33 mg m⁻³ was identified in the same coastal area on 30.5.2008. The most important species in terms of biomass were *Noctiluca scintillans*, *Rhizosolenia styliformis* and *Guinardia flaccida*.

In the mesozooplankton, a total of 113 taxa of twelve phyla and a subphylum were noted with the subphylum of Crustaceans covering 58 taxa. The twelve phyla and the subphylum were present throughout the year except for the Nemertea and Platyhelminthes which were restricted to early spring or summer respectively. Spatial patterns of zooplankton species were closely related to estuarine properties. With increasing distance from river mouths, initially the number of species decreased to a minimum and increased again to more offshore areas. The Elbe River plume was characterized by low salinity and high chlorophyll *a*-concentrations. It was northward oriented, while the zooplankton abundance maximum was found west of Helgoland. This suggests that there was no successive relationship between both. Zooplankton seemed to originate from more westerly regions. This was underlined by the appearance of the Mediterranean species *Penilia arivirostris* and deep-water-copepods in this zone.

The macrozoobenthos was investigated during spring and autumn 2008. In both sampling campaigns altogether 218 species were recorded. Between the stations the species number varied from 23 (off Amrum) to 65 (northwestern German Bight). With 82 species (both campaigns added) the station at the Dogger Bank was most diverse. Whereas the shallower and exposed areas off Amrum and Sylt were settled with low individual numbers (in maximum 200 ind./m²), in the deeper parts higher abundances were observed. The ash free dry weight at stations ranged from 1.82 g/m² west of the White Bank in spring and 20.77 g/m² north of Borkum. The monitoring stations represent five of the eight known benthic communities of the German part of the North Sea. 34 species from the Red List (RACHOR 1998) could be observed during this study.

Kurzfassung

Im Jahre 2008 wurde erstmalig ein biologisches Monitoring im deutschen offshore-Bereich (meistens AWZ) der Nordsee durch das IOW im Auftrage des BSH durchgeführt. Es wurde das Phytoplankton (einschl. Chlorophyll a), Mesozooplankton und Makrozoobenthos an 12 Stationen untersucht. Das Plankton wurde auf 5 Fahrten, das Benthos lediglich auf der Frühjahrs- und Herbstfahrt beprobt.

Im Phytoplankton wurden 128 Taxa gefunden, von denen die meisten zu den Kieselalgen gehörten. Vor der Insel Borkum wurde am 2.4.2008 eine *Phaeocystis*-Blüte mit 17,3 Mill. Zellen/L gefunden. In selben Gebiet wurde am 30.5.08 der Spitzenwert der Chlorophyll a-Konzentration mit 12,33 mg m⁻³ gemessen. Die bedeutendsten Arten bezüglich Biomasse waren *Noctiluca scintillans*, *Rhizosolenia styliformis* und *Guinardia flaccida*.

Im Zooplankton wurden 113 Taxa aus zwölf Stämmen bzw. einem Unterstamm notiert, wobei allein auf die Crustacea 58 Taxa entfielen. Von zwölf Stämmen und dem Unterstamm der Crustacea waren in Abhängigkeit von den Reproduktionsmodi nur die Plathelminthes und die Nemertea nicht ganzjährig anzutreffen. Mit zunehmender Entfernung zu Flussmündungen (Elbe, Weser) ging zunächst die Anzahl der Arten auf ein Minimum zurück, um dann in Richtung offene Nordsee wieder anzusteigen (im August). Während im August die Flußmündungsfahne der Elbe, charakterisiert durch niedrigen Salzgehalt und höhere Chlorophylla-a Konzentration, nordwärts setzte, war das Zooplankton-Abundanzmaximum westlich von Helgoland anzutreffen. Das lässt vermuten, dass hier kein sukzessiver Zusammenhang bestand und das Zooplankton aus westlicheren Gebieten stammt. Das wurde durch das Auftreten von der mediterranen Arten *Penilia arivirostris* und Tiefwasser-Copepoden in dieser Zone unterstrichen.

Im Makrozoobenthos konnten insgesamt 218 Taxa festgestellt werden. Die Artenzahlen schwankten zwischen den Stationen und Beprobungsterminen zwischen 23 (vor Amrum) und 65 (Nordwestliche Deutsche Bucht). Während die eher flachen und exponierten Bereiche vor Amrum und Sylt mit geringen Abundanzen besiedelt waren (maximal 200 Ind./m²), wurden in den tieferen Bereichen der Nordsee höhere Dichten beobachtet. Die Monitoringstationen repräsentieren 5 der 8 für den deutschen Bereich der Nordsee beschriebenen benthischen Lebensgemeinschaften. Von der Roten Liste (RACHOR 1998) konnten 34 Arten während dieser Studie nachgewiesen werden.

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 Nord- und Ostsee 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, das gerade in eine neue Entwicklungsphase (BLMP+) tritt, um den wachsenden Qualitätsanforderungen besser gerecht zu werden und die Anforderungen seitens anderer Richtlinien (OSPAR, HELCOM, WRRRL, MSRL etc., siehe unten) mit abzudecken. Eine der aktuellen Aufgaben ist die Erarbeitung von Monitoringhandbüchern (siehe <http://www.blmp-online.de/Seiten/Monitoringhandbuch.htm>) und Standardarbeitsanweisungen (SOP), die auch als Grundlage für die geplanten Akkreditierungen der am BLMP beteiligten Labore dienen. Die gewonnenen Daten werden von den beitragenden Instituten in einem einheitlichen Datenformat an die Meeresumwelt-Datenbank (MUDAB) am Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) gemeldet.

Für Nord- und Ostsee gibt es seit vielen Jahren internationale Konventionen zum Schutz der Meeresumwelt, die Oslo-Paris-Kommission (OSPAR, siehe <http://www.ospar.org/>) und die Helsinki-Kommission (HELCOM, siehe <http://www.helcom.fi/>). Die von den Partnern erhobenen Daten werden über die nationalen Koordinatoren, in Deutschland die MUDAB, 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. ICES, OSPAR und HELCOM haben über viele Jahre in gemeinsamen Arbeitsgruppen die Qualitätssicherung der Daten betrieben und die Methoden weitgehend abgestimmt. Die internationale Kooperation erhält zunehmend einen europäischen Rahmen. So entwickelt beispielsweise das Europäische Komitee für Normung (CEN, siehe <http://www.cen.eu/cenorm/homepage.htm>) europaweit gültige Methodenvorschriften. Diese sind weitgehend mit den von uns seit vielen Jahren konsequent angewendeten HELCOM-Methoden konsistent. Die biologischen Umweltdaten diverser europäischer Institute werden im Rahmen von EU-Netzwerken gesammelt und ausgewertet (z.B. MARBEF, siehe <http://www.marbef.org/>). Den gesetzlichen Rahmen für die forcierte internationale Zusammenarbeit bilden die EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRRL, siehe <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:DE:HTML>; EUROPEAN UNION, 2000) und die EG-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL, siehe <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:DE:PDF>; EUROPEAN UNION 2008). Als vorbereitende Arbeit zur Umsetzung der MSRL ist nach einer Definition von Umweltzielen der Zustand der Meeresumwelt zu bewerten. 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.

Der hiermit vorgelegte erste Jahresbericht stellt den Startpunkt einer voraussichtlich kontinuierlich verlängerten Datenreihe dar. Tendaussagen werden daher erst nach einigen Jahren möglich. Zurzeit kann nur der gegenwärtige Status dargestellt werden.

Die Bearbeitung des Phytoplanktonkapitels 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 2009). 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.

Da das BSH seit vielen Jahren bereits ein hydrographisch-chemisches Monitoring in der offenen Nordsee durchführt, liegt bereits ein bewährtes Stationsnetz sowie ein Fahrtenplan vor. Aus dem Stationsnetz des BSH wurden 12 Stationen ausgewählt, die die ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) Deutschlands möglichst gleichmäßig abdecken. Lediglich die Stationen ES₁ bzw. BRIFF liegen im Küstenmeer; sie wurden in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, um mögliche Auswirkungen durch den nahegelegenen Windpark identifizieren zu können. Es wurden 5 Fahrten durchgeführt (siehe Tab. 1). Makrozoobenthosproben wurden nur auf der März- und Oktoberfahrt genommen (Tab. 3).

Statt der im Arbeitsplan festgelegten küstennahen Station ES₁ wurde im Februar und Mai die nahe gelegene Station BRIFF angefahren. Die Probennahme an Station URST₃ musste im Oktober 2008 ausfallen. Die Stationen für die biologischen Untersuchungen sind in Abb. 1 dargestellt, mit ungefährender Tiefenverteilung in Abb. 2, und in Tab. 2 und 3 aufgelistet.

Tab. 1

Die Nordsee-Fahrten des BSH im Jahre 2008, auf denen das biologische Monitoring durchgeführt wurde.

Table 1

The cruises of the BSH of the year 2008, which were used for the biological monitoring.

Fahrttermin	Schiff	Fahrtleiter
31.1.-8.2.2008	Pelagia	Dr. Gerhard Dahlmann
25.3.-4.4.2008	Pelagia	Dr. Sieglinde Weigelt-Krenz
28.5.-1.6.2008	Atair	Dr. Achim Schulz
8.8.-15.8.2008	Pelagia	Dr. Stefan Schmolke
16.10.-1.11.2008	L'Atalante	Dr. Norbert Theobald

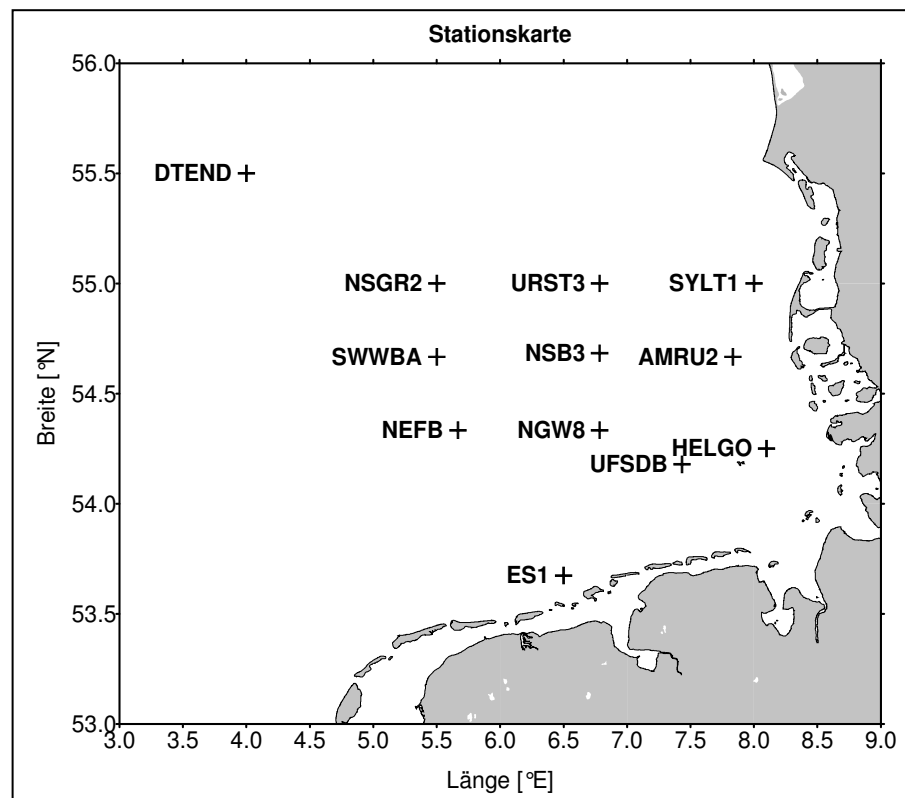


Abb. 1: Die Stationen des biologischen Monitoring in der deutschen AWZ der Nordsee.

Fig. 1: The stations of biological monitoring in the German Exclusive Economical Zone of the North Sea.

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. 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, 2007). 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 Zählprogramms OrgaCount der Firma AquaEcology. Die Programmierer von AquaEcology haben es auf unser Betreiben und im Auftrag des BSH bis zur Praxisreife entwickelt, und es wurde erstmals für das Monitoring des IOW eingesetzt. Diese Neuentwicklung war erforderlich, da das alte bislang im Ostsee-Monitoring angewendete Programm PhytoWin nicht mehr den Anforderungen entsprach und nicht mehr modernisiert werden konnte. Sie wurde von der Arbeitsgruppe Phytoplankton des IOW mit hohem Zeitaufwand begleitet. Die ausführlichen Testungen und erforderlichen Nachbesserungen zogen sich parallel zu den Phytoplanktonanalysen bis zum Juni 2009 hin.

Das Zählprogramm greift auf eine Artenliste zurück, in der bereits Kalkulationsfaktoren für die Biomasseberechnung enthalten sind. Da solch eine Liste für die Nordsee nicht besteht, benutzten wir die HELCOM-Liste (http://www.helcom.fi/groups/monas/en_GB/biovolumes/), die nun während des Arbeitens sukzessive mit den gefundenen Nordsee-Arten erweitert wird. Die Artnamen werden mit den Listen von BLMP, ITIS und ERMS (<http://www.itis.gov/> und <http://www.marbef.org/data/aphia.php?p=search>) abgestimmt. Bei der Festlegung der Größenklassen richten wir uns so weit wie möglich nach der 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). Eine Korrelation zwischen Chlorophyll a-Konzentration und Phytoplankton-Frischmasse wurde schon in den Vorjahren (WASMUND et al. 1998) nachgewiesen. Wenn das Interesse nicht auf die Zusammensetzung des Phytoplanktons, sondern lediglich auf dessen Gesamt-Biomasse gerichtet ist, empfiehlt sich die Betrachtung der Chlorophyll a – Konzentration. Sie hat 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 – Konzentration 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 b) beschrieben. Die fluorometrische Messung erfolgte am Fluorometer (TURNER 10-AU) nach der Ansäuerungs-Methodik von LORENZEN (1967). Zur Berechnung der „aktiven Chlorophyll a“ – und Phaeopigment a – Konzentrationen wurden Formeln von EDLER (1979) und

JGOFS (1993) benutzt. Es lässt sich mit der gültigen Formel nach HELCOM (2007) aber auch das für Phaeopigment unkorrigierte „Gesamt-Chlorophyll a“ ausrechnen.

In Tab. 6 sind die Werte des „aktiven Chlorophyll a“ und des „Gesamt-Chlorophyll a“ gleichzeitig dargestellt.

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). Auf jeder der zwölf Stationen wurde jeweils ein Vertikalhol durch die gesamte Wassersäule vorgenommen. Insgesamt beruht die Einschätzung des Jahres 2008 auf 57 Netzproben aus der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (Tab. 2).

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. Durchflusszähler berücksichtigen zusätzliches Filtrieren des Netzes durch Schiffsbewegungen infolge von Wellengang und Drift bei stärkerem Wind, sowie die Verstopfung der Maschen zu Zeiten der Frühjahrs- bzw. Herbstblüte des Phytoplanktons (Abbildung siehe WASMUND et al. 2006a). Abb.2 zeigt die mittlere Holtiefe an den Zooplanktonstationen.

Tab. 2

Statistik der Probenentnahmen in den jeweiligen Tiefenstufen [m] auf den in Abb. 1 verzeichneten Stationen vom Februar bis Oktober 2008. Die benachbarten Stationen BRIFF und ES1 wurden alternativ beprobt.

Table 2

Sample statistic of zooplankton hauls and sampling depth intervals [m] on cruises between February and October 2008 (cf. Fig. 1). The geographic position of stations BRIFF and ES1 are very similar. Sampling was alternating performed on BRIFF or ES1.

Stationsbezeichnung	Zeitraum				
	2.2.-6.2.08 Tiefe von-bis [m]	27.3.-2.4.08 Tiefe von-bis [m]	28.05.-30.05.08 Tiefe von-bis [m]	8.8.-13.8.08 Tiefe von-bis [m]	22.10.-27.10.08 Tiefe von-bis [m]
HELGO	11-0	8-0	17-0	14-0	12-0
AMRU2	9-0	9-0	8-0	11-0	13-0
SYLT1	10-0	10-0	14-0	14-0	12-0
URST3	29-0	29-0	35-0	14-0	
DTEND	27-0	26-0	28-0	29-0	27-0
NSGR2	35-0	35-0	37-0	36-0	
SWWBA	38-0	37-0	40-0	39-0	37-0
NEFB	35-0	34-0	38-0	39-0	37-0
NSB3	35-0	34-0	36-0	36-0	
NGW8	33-0	32-0	34-0	35-0	35-0
BRIFF	19-0		21-0		
UFSDB	34-0	34-0	45-0	35-0	37-0
ES1		17-0		17-0	19-0

Die Analyse im Labor begann mit der quantitativen Spülung der Proben in einem 55 µm Sieb mit filtriertem Seewasser (Glasfaser Mikrofilter GF/F), um das kanzerogene Formalin zu entfernen. Dabei wurde der Probenbehälter und -deckel gründlich ab gespült, das formaldehydhaltige Filtrat in den Probenbehälter zurückgegossen und zur Wiederfixierung aufbewahrt. Diese Arbeiten erfolgten unter dem Abzug, mit Arbeitsschutzhandschuhen und -brille. 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 wurde eine Teilprobe 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 bis zum Rand gefüllt. Etwa 500 gezählte Individuen garantierten im Fall der Gesamtabundanz einen Zählfehler von weniger als 10% (vgl. POSTEL et al. 2000). Es wurden solange weitere Teilproben durchgemustert, bis diese Zahl erreicht wurde. Allerdings wurden bei weiteren Zählritten sehr dominante Taxa dann nicht mehr berücksichtigt, wenn jeweils die 100 Individuen-Grenze überschritten waren. Das erlaubte, weniger häufige Taxa mehr zu erfassen und erforderte das Notieren der jeweiligen Teilprobenvolumina.

Die Öffnung der Pipettenspitze entsprach einem Durchmesser von 5 mm. Größere Organismen wurden zusammen mit äußerst seltenen bei der abschließenden Durchmusterung der Gesamtprobe berücksichtigt. Dazu wurde eine Petrischale (11 cm Durchmesser, 1,7 cm hoch) verwendet, auf deren Unterseite 1 cm breite Reihen mit einem wasserfestem Stift zur Orientierung angebracht waren.

Für die Zähl- und Bestimmungsarbeiten wurde ein Olympus SZX 9 Stereomikroskop benutzt. Die Zählergebnisse wurden mit den jeweiligen Teilprobenvolumina [ml], zusammen mit den Angaben zur Reise (Schiffsbezeichnung, Datum, Uhrzeit, Holtiefe [m]) und zur Analyse (Probenvolumen [ml], filtrierte Wassermenge [m³], Zähldatum und Name der Zählperson) auf Papier festgehalten und später auf elektronische Datenträger zur Berechnung und zur Speicherung überführt. Biomassefaktoren wurden in Anbetracht der Unvollständigkeit nicht verwendet. Insofern liegen die Ergebnisse als Abundanz (Ind./m³) und Individuen-Dominanz (= Relative Abundanz, %) vor. Die taxonomischen Bezeichnungen wurden mit den aktuellsten Listen vom Integrated Taxonomic Information System (<http://www.itis.gov/>) abgestimmt.

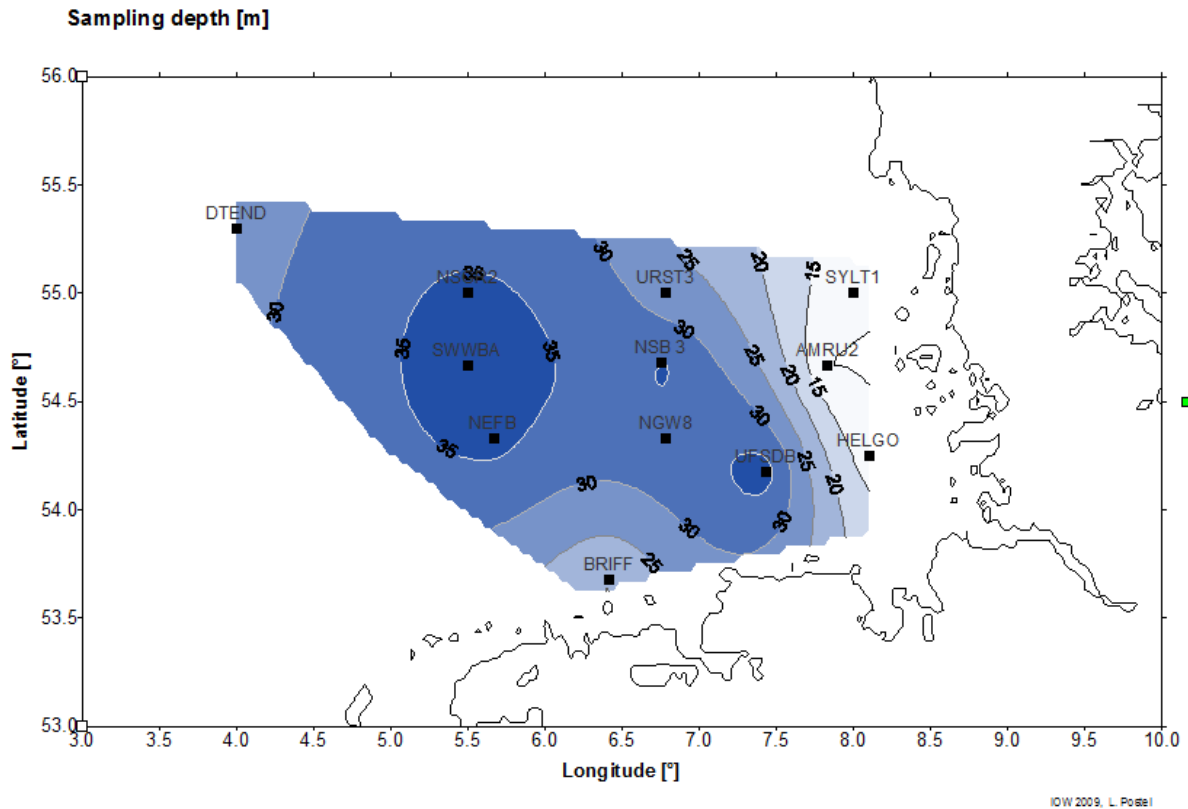


Abb. 2: Mittlere Holtiefen auf den Zooplanktonstationen in der Nordsee im Bereich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone im Jahre 2008.

Fig. 2: Average sampling depth on zooplankton stations in the North Sea within the German Exclusive Economic Zone in 2008.

2.5 Makrozoobenthos

Im offshore-Bereich der deutschen Nordsee (zum größten Teil in der AWZ) wurde im Frühjahr und Herbst 2008 erstmals durch das IOW eine Aufnahme des Makrozoobenthos an 12 Stationen durchgeführt. Eine Proben-Übersicht des Makrozoobenthos wird in Tab. 3 gegeben. 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 mit 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 2008 Makrozoobenthos untersucht wurde.

* = An diesen Stationen fiel die Herbstbeprobung wegen schlechter Wetterbedingungen aus.

Table 3

Station list of macrozoobenthic investigations in 2008.

* = These stations were not sampled because of bad weather conditions during autumn.

	Datum	Tiefe	Nord	Ost	Seegebiet
UFSDB	27.03.2008	39,3	54°10,70'	7°26,00'	Zentrale Deutsche Bucht
UFSDB	22.10.2008	41			
HELGO	27.03.2008	15,9	54°15,00'	8°06,00'	Östlich Helgoland
HELGO	22.10.2008	16			
AMRU2	28.03.2008	16,5	54°40,00'	7°50,00'	vor Amrumbank
AMRU2	23.10.2008	17			
SYLT1	28.03.2008	16	55°00,00'	8°00,00'	vor Sylt
SYLT1	23.10.2008	16			
URST3*	29.03.2008	36,2	55°00,00'	6°47,00'	Elbe-Urstromtal
DTEND	01.04.2008	32,6	55°30,00'	4°00,00'	Doggerbank
DTEND	25.10.2008	31			
NSGR2*	31.03.2008	41,4	55°00,00'	5°30,00'	Westl. Weiße Bank
SWWBA	01.04.2008	44,7	54°40,00'	5°30,00'	Südwestlich Weiße Bank
SWWBA	26.10.2008	42			
NGW8	02.04.2008	38	54°20,00'	6°47,00'	Mittl. Deutsche Bucht
NGW8	26.10.2008	39			
NEFB	01.04.2008	41,9	54°20,00'	5°40,00'	NW Deutsche Bucht
NEFB	26.10.2008	42			
ES1-BRIFF	02.04.2008	23,2	53°40,50'	6°25,00'	Nördlich Borkum
ES1-BRIFF	27.10.2008	23			
NSB3*	29.03.2008	42	54°41,00'	6°45,00'	Südöstlich Weiße Bank

Die weitere Bearbeitung der Proben erfolgte im Labor des IOW. Nach dem Waschen der einzelnen Hols wurden die Taxa mit Hilfe eines Binokulares bei 10-20 facher Vergrößerung ausgesammelt und bis auf wenige Gruppen (z. B. Nermertina indet.) bis zur Art bestimmt. Bei der Nomenklatur wurde weitestgehend dem „European Register of Marine Species“ gefolgt (<http://www.marbef.org/data/erms.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 (siehe auch HELCOM 2007). Alle Massebestimmungen (Feucht-, Trocken- und Aschefreie Trockenmasse) erfolgte durch Messungen auf einer Mikrowaage (Genauigkeit 0,1 mg).

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 (HELCOM 2007) ist erste Voraussetzung für die Gewinnung vergleichbarer Daten. Darüber hinaus sind Interkalibrierungen zwischen den beteiligten Instituten erforderlich.

Gerade die Artbestimmung der Organismen ist subjektiv beeinflusst und 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) und an Ringversuchen.

Wir nehmen regelmäßig an den Chlorophyll-Vergleichen von AQ11 (= Chlorophyll im Meerwasser) im Rahmen von QUASIMEME teil. In der Runde 53 (April-Juni 2008) lagen unsere Chlorophyll-Werte mit $z = 1.5$ im guten Bereich. Die Proben der Runde 55 wurden im November 2008 gemessen. Entsprechend des Beschlusses der BLMP-UAG Qualitätssicherung Plankton vom 11.9.2008 wurde nur noch das unkorrigierte „Gesamt“-Chlorophyll-a gemeldet. Diese Werte liegen naturgemäß höher als die „korrigierten“ Werte des „aktiven“ Chlorophyll a. Trotzdem lagen unsere z-scores für Chlorophyll a mit 1,9 und 0,9 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.

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. Die Basisdaten des Phytoplanktons sind tabellarisch zusammengefasst.

Die Biomasse des Phytoplanktons wird pro Station und Fahrt in Tabelle 4 (Seite 19-23) zusammengestellt. Auf die Februar-Fahrt wird in dieser Tabelle allerdings verzichtet, da von den 12 Proben der Februar-Fahrt 7 Proben (von AMRU₂, HELGO, SYLT₁, NSGR₂, URST₃, SWWBA, NEFB) nicht ausgewertet werden konnten wegen starker Sedimentbeimischungen, wahrscheinlich aufgrund sturmbedingter Resuspension. Die verbliebenen 5 Proben rechtfertigten die Einrichtung einer eigenen Spalte nicht, so dass der Platz gespart und die Übersichtlichkeit der Tabelle verbessert werden konnte. Der Februar ist ohnehin ein Monat mit geringer Phytoplanktonbiomasse (vgl. Abb. 4) und daher von geringerem Interesse.

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. Nicht bis mindestens zur Gattung bestimmbare Organismen, die zu den Gruppen „Unbestimmte“, „Dinophyceae“, „Gymnodiniales“, „Peridinales“, „Centrales“ und „Pennales“ zusammengefasst wurden, wurden in der Liste der 10 wichtigsten Taxa nicht genannt, wenn die Gruppe weniger als 10 % der Phytoplankton-Biomasse ausmachte. Dadurch konnten gut bestimmbare Arten in diesen Listen aufrücken.

Die komplette Phytoplankton-Artenliste des Jahres 2008, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Fahrten, ist in Tabelle 5 (Seite 23-25) zu finden. Die Arten sind dort alphabetisch sortiert. Die Rangfolge der Arten nach ihrer Biomasse, gemittelt über alle Stationen und Fahrten des Jahres 2008, ist ebenfalls angegeben. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass der Rangfolge seltener Arten keine Bedeutung beizumessen ist, da deren Biomasse nur mit größerer Ungenauigkeit zu bestimmen ist und deshalb keine feine Differenzierung mehr erlaubt. Traditionsgemäß werden auch heterotrophe Arten (wie z.B. *Proto-peridinium* spp.) bei der Zählung erfasst. Wir haben sie in die Artenlisten (Tab. 4 und 5) einbezogen. Nützliche Informationen zur taxonomischen Zugehörigkeit der Arten finden sich ebenfalls in Tabelle 5. Im Gegensatz zu Tabelle 4 ist hier auch die Februar-Fahrt gezeigt. Die unten pro Fahrt aufsummierte Zahl der identifizierten Taxa zeigt aber, wie oben bereits angedeutet, dass das Phytoplankton im Februar eine geringere Bedeutung hat. Insgesamt wurden in allen Proben des Untersuchungsjahres 128 Taxa auf Art- oder Gattungsebene gefunden.

Es ist schwierig, die große Zahl von Arten einer umfassenden Auswertung zuzuführen ohne die Übersichtlichkeit zu beeinträchtigen. Deshalb ist eine Wichtung vorzunehmen. Selbstverständlich sind die häufigen Arten für das Ökosystem von besonderer Bedeutung, z.B. als Nahrungsquelle für höhere trophische Ebenen. Diese omnipotenten und allgemein verbreiteten Arten sind allerdings oft von geringerem Zeigerwert als seltener Arten, die z.B. an der Grenze ihres Toleranzbereiches vegetieren. Potenziell toxische Arten sind ebenfalls von großem Interesse. Diese werden nur dann relevant für das Ökosystem, wenn sie in größeren Biomassen (z.B. „harmful algal blooms“, „red tides“) auftreten.

Die Biomassewerte der seltenen Arten unterliegen leider 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 unerkant, 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. Gibt man statt der Arten lediglich die Klassen an, reduziert sich der Anteil der „Unbestimmten“ deutlich. Zum anderen wird der Wert wegen der zahlreicheren gezählten Individuen statistisch sicherer. Obwohl Ordnung und Klasse hohe taxonomische Ränge sind, die durchaus ökologisch unterschiedliche Arten enthalten, hat sich die Abstraktion auf diesen Ebenen bewährt, denn sie können oft grob als funktionelle Gruppen betrachtet werden (z.B. Kieselalgen: Silikat-Abhängigkeit; Stickstoff-fixierende Cyanobakterien: Stickstoff-Unabhängigkeit).

Wir haben in Abb. 3 die Verbreitung von einigen häufigen Arten, potenziell toxischen Arten und möglichen Indikatorarten dargestellt. Es wird hier die Abundanz gezeigt, für die nach OSPAR-Vorschrift Grenzwerte zur Gewässereinschätzung vorliegen. Die in Abb. 3 a-d gezeigten Arten sind belästigende oder potenziell toxische Arten. Die unangenehme Blüten bildende Gattung *Phaeocystis* trat während der März-Fahrt in hohen Konzentrationen vor Borkum, aber nicht vor den Nordfriesischen Inseln auf. Auch die potenziell toxische *Pseudo-nitzschia* trat verstärkt küstennah auf. Die nach Biomasse häufigsten Arten *Noctiluca scintillans*, *Rhizosolenia styliformis* und *Guinardia flaccida* (vgl. Tab. 5) sind hier nicht dargestellt, da ihre Abundanzen gering sind. Nur wegen ihrer riesigen Zellgrößen treten sie in der Biomasse stark in Erscheinung. Diese Zellgröße beruht meistens auf Gallerte oder einer großen Vakuole, während der physiologisch aktive Protoplast relativ klein ist. *Rhizosolenia imbricata* und *Leptocylindrus danicus* (Abb. 3 e-f) sind kleiner, haben deshalb etwas höhere Abundanzen und belegen insgesamt die Biomasse-Ränge 4 und 5.

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 aber aus den Tab. 5 und 6 entnommen werden. Wir wollen die hier aber nicht diskutieren.

Wie in Kapitel 1 bereits erwähnt, begründet das Jahr 2008 erst den Beginn einer Datenserie, so dass Trendaussagen in den nächsten Jahren noch nicht möglich sein werden.

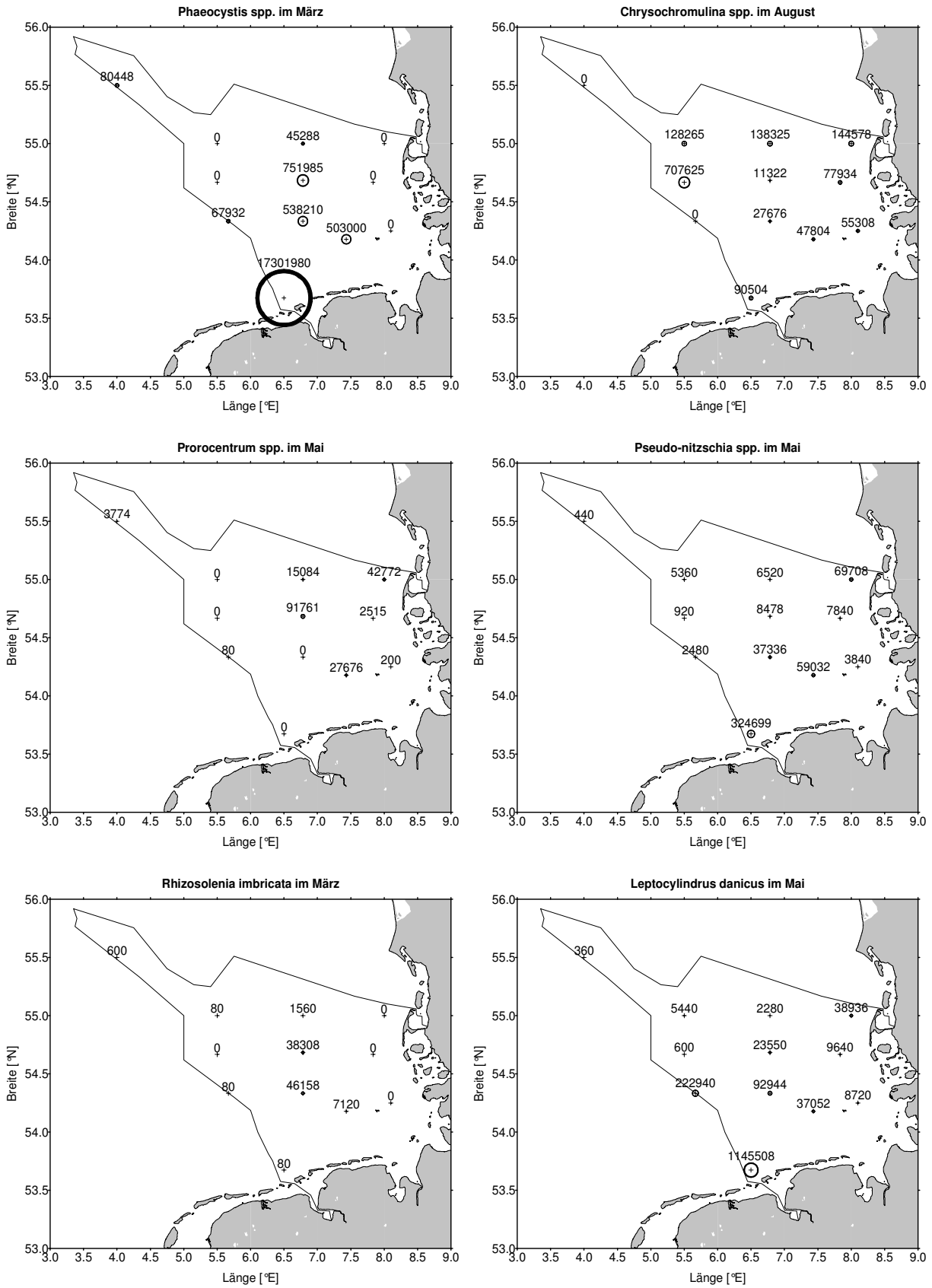


Abb. 3: Räumliche Verteilung der Abundanzen wichtiger Arten zum Zeitpunkt ihres stärksten Vorkommens.

Fig. 3: Regional pattern of important species during their strongest appearance.

Tab. 4

Die 10 wichtigsten Phytoplankton-Taxa (in Prozent der Phytoplankton-Biomasse) in den oberen 10 m der Wassersäule während der drei Fahrten von März/April, Mai, August und November 2008 an den 12 Untersuchungsstationen. Zu Beginn jedes Blocks ist die entsprechende durchschnittliche Phytoplanktonbiomasse (in $\mu\text{g/l}$) angegeben. Unspezifische Taxa („Unbestimmte“, „Dinophyceae“, „Gymnodiniales“, „Peridinales“, „Centrales“, „Pennales“) wurden aus dieser Liste gelöscht, wenn sie jeweils $<10\%$ ausmachten, zugunsten nachfolgender identifizierter Taxa. Fortsetzung auf Seite 20-23 !

Table 4

The 10 most abundant phytoplankton taxa (percentage of total phytoplankton biomass) in the upper 10 m during the cruises from March/April, May, August and November 2008. The mean phytoplankton biomass (in $\mu\text{g/l}$) is given on the top of each block. Unspecific taxa („Unidentified“, „Dinophyceae“, „Gymnodiniales“, „Peridinales“, „Centrales“, „Pennales“) were disregarded in the list if they accounted for less than 10 %. Continued on page 20-23 !

März/April	(%)	Mai	(%)	August	(%)	Oktober	(%)
AMRU2							
Phytopl.-Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	113	Phytopl.-Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	12786	Phytopl.-Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	5527	Phytopl.-Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	578
Dinophyceae	48,4	Noctiluca scintillans	70,7	Noctiluca scintillans	81,8	Neocalyptrella robusta	15,3
Unidentified flagellata	20,9	Rhizosolenia styliformis	18,6	Neocalyptrella robusta	4,8	Centrales	11,7
Centrales	16,3	Guinardia flaccida	6,1	Ceratium fusus	1,7	Ditylum brightwellii	10,4
Teleaulax	7,6	Chaetoceros socialis	0,5	Chaetoceros	1,5	Guinardia delicatula	8,9
Cryptomonadales	1,6	Leptocylindrus danicus	0,3	Prorocentrum triestinum	1,1	Rhizosolenia styliformis	6,5
Katodinium rotundatum	1,2	Rhizosolenia imbricata	0,3	Thalassiosira rotula	1,0	Rhizosolenia setigera	5,4
Chaetoceros	1,1	Chaetoceros didymus	0,2	Prorocentrum micans	0,9	Guinardia flaccida	4,8
Cylindrotheca closterium	0,2	Stephanopyxis turris	0,2	Chaetoceros curvisetus	0,8	Eucampia zodiacus	4,0
Brockmanniella brockmannii	0,1	Chaetoceros decipiens	0,1	Bacteriastrum hyalinum	0,8	Hyalodiscus stelliger	3,5
Skeletonema	0,01	Teleaulax	0,1	Teleaulax	0,8	Odontella mobilensis	3,3
DTEND							
Phytopl.-Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	306	Phytopl.-Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	96	Phytopl.-Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	415	Phytopl.-Biomasse ($\mu\text{g/l}$)	509
Rhizosolenia styliformis	55,5	Unidentified	61,0	Unidentified	40,8	Rhizosolenia styliformis	25,9
Unidentified	22,1	Chaetoceros	15,1	Proboscia alata	24,8	Peridinales	22,3
Rhizosolenia imbricata	5,9	Mesodinium rubrum	4,7	Coscinodiscus	13,1	Unidentified	12,7
Guinardia striata	2,6	Protoperidinium pellucidum	3,8	Peridinales	12,5	Thalassiosira	6,7
Teleaulax	2,4	Prorocentrum minimum	3,6	Rhizosolenia pugens	4,8	Chaetoceros decipiens	6,6
Mesodinium rubrum	1,8	Rhizosolenia setigera	2,8	Rhizosolenia	0,9	Pseudo-nitzschia pungens	6,0
Cryptomonadales	1,5	Leptocylindrus danicus	1,5	Ceratium tripos	0,8	Pseudo-nitzschia delicatissima group	2,5
Phaeocystis	1,3	Katablepharis	0,5	Leptocylindrus danicus	0,7	Gyrosigma	2,1
Protoperidinium	0,3	Teleaulax	0,4	Scrippsiella complex	0,5	Rhizosolenia imbricata	1,7
Dactyliosolen fragilissimus	0,1	Pseudo-nitzschia	0,2	Pseudo-nitzschia	0,3	Chaetoceros convolutus	1,4

März/April	(%)	Mai	(%)	August	(%)	Oktober	(%)
ES1							
Phytopl.-Biomasse (µg/l)	1130	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	5093	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	11868	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	654
Phaeocystis	73,0	Leptocylindrus danicus	88,4	Noctiluca scintillans	90,3	Odontella sinensis	50,4
Pseudo-nitzschia	3,7	Chaetoceros	3,4	Guinardia flaccida	6,1	Unidentified	22,9
Odontella sinensis	3,5	Guinardia flaccida	1,9	Guinardia delicatula	1,2	Centrales	10,0
Gyrodinium spirale	1,9	Pseudo-nitzschia	1,5	Teleaulax	0,2	Thalassiosira tenera	2,8
Pseudo-nitzschia seriata group	1,8	Rhizosolenia imbricata	1,3	Cryptomonadales	0,2	Lauderia annulata	2,5
Rhizosolenia pugens	1,8	Guinardia striata	0,8	Phaeocystis	0,1	Paralia sulcata	1,9
Protoperidinium	1,6	Rhizosolenia styliformis	0,4	Prorocentrum micans	0,1	Thalassiosira punctigera	1,5
Cerataulina pelagica	0,6	Teleaulax	0,3	Rhizosolenia	0,1	Teleaulax	0,6
Chaetoceros socialis	0,3	Leucocryptos marina	0,2	Chrysochromulina	0,1	Actinocyclus normanii f. subsala	0,6
Rhizosolenia imbricata	0,2	Gyrodinium spirale	0,1	Mesodinium rubrum	0,1	Rhizosolenia imbricata	0,4
HELGO							
Phytopl.-Biomasse (µg/l)	230	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	1824	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	1490	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	182
Actinocyclus normanii f. subsala	64,7	Guinardia flaccida	25,7	Neocalyptrella robusta	23,7	Eucampia zodiacus	22,9
Odontella mobilensis	12,4	Guinardia delicatula	24,8	Rhizosolenia imbricata	19,4	Guinardia striata	19,4
Coscinodiscus	11,8	Chaetoceros convolutus	21,3	Odontella sinensis	10,7	Rhizosolenia styliformis	6,9
Odontella aurita	4,6	Lyngbya limnetica	15,5	Bacteriastrum hyalinum	7,2	Odontella rhombus	4,7
Brockmanniella brockmannii	0,5	Pyramimonas	2,5	Thalassiosira rotula	3,8	Ditylum brightwellii	4,6
Thalassiosira	0,5	Leptocylindrus danicus	1,9	Rhizosolenia setigera	3,2	Guinardia delicatula	3,1
Plagiogramma vanheurcki	0,0	Teleaulax	1,0	Lauderia annulata	2,5	Chaetoceros curvisetus	2,9
Skeletonema	0,0	Chaetoceros socialis	0,8	Chaetoceros curvisetus	2,1	Paralia sulcata	2,5
Cylindrotheca closterium	0,0	Cryptomonadales	0,7	Guinardia delicatula	2,0	Teleaulax	2,1
Noctiluca scintillans	0,0	Katodinium rotundatum	0,3	Eucampia zodiacus	1,7	Rhizosolenia setigera	2,0
NEFB							
Phytopl.-Biomasse (µg/l)	309	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	1223	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	396	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	540
Guinardia striata	19,1	Leptocylindrus danicus	71,7	Unidentified	61,8	Odontella sinensis	61,1
Centrales	18,3	Guinardia flaccida	5,1	Mesodinium rubrum	27,6	Rhizosolenia styliformis	10,5
Actinocyclus normanii f. subsala	13,2	Actinoptychus senarius	4,6	Peridinales	5,6	Rhizosolenia imbricata	4,3
Unidentified	12,7	Proboscia alata	1,6	Teleaulax	2,4	Helicotheca tamesis	3,1
Guinardia delicatula	3,6	Protoperidinium	1,2	Cryptomonadales	1,3	Paralia sulcata	2,7
Gyrodinium spirale	3,1	Lauderia annulata	1,2	Ceratium fusus	0,5	Odontella mobilensis	2,6
Teleaulax	3,0	Guinardia delicatula	0,6	Pyramimonas	0,2	Gyrosigma	1,8
Thalassiosira	2,8	Cryptomonadales	0,6	Gyrodinium	0,2	Teleaulax	1,6
Ceratium tripos	2,7	Gonyaulax	0,6	Scrippsiella complex	0,2	Guinardia delicatula	1,0
Diplopsalis complex	1,9	Mesodinium rubrum	0,6	Katodinium rotundatum	0,1	Thalassiosira punctigera	0,8

März/April	(%)	Mai	(%)	August	(%)	Oktober	(%)
NGW8							
Phytopl.-Biomasse (µg/l)	4248	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	816	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	1627	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	770
Rhizosolenia styliformis	85,9	Leptocylindrus danicus	44,8	Guinardia flaccida	27,8	Odontella sinensis	42,8
Pennales	4,9	Rhizosolenia styliformis	27,6	Rhizosolenia styliformis	23,8	Rhizosolenia styliformis	13,9
Guinardia flaccida	4,7	Cryptomonadales	3,8	Guinardia striata	17,0	Peridinales	9,9
Actinocyclus normanii f. subsala	0,9	Guinardia flaccida	3,4	Neocalyptrella robusta	13,6	Coscinodiscus granii	4,4
Centrales	0,8	Pseudo-nitzschia	2,6	Guinardia delicatula	1,9	Paralia sulcata	3,5
Protoperidinium	0,7	Stephanopyxis turris	1,9	Protoperidinium	1,5	Hyalodiscus stelliger	3,3
Chaetoceros socialis	0,5	Rhizosolenia pugens	1,8	Ceratium fusus	0,9	Gyrosigma	2,1
Peridinales	0,3	Rhizosolenia imbricata	1,4	Cryptomonadales	0,8	Thalassiosira	1,7
Phaeocystis	0,1	Eucampia zodiacus	0,9	Prorocentrum micans	0,5	Ditylum brightwellii	1,4
Gyrosigma	0,1	Cerataulina pelagica	0,8	Teleaulax	0,4	Actinocyclus	1,3
NSB3							
Phytopl.-Biomasse (µg/l)	2901	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	11201	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	634	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	1636
Rhizosolenia imbricata	81,6	Noctiluca scintillans	95,7	Unidentified	58,6	Odontella sinensis	80,6
Guinardia flaccida	5,4	Leptocylindrus danicus	0,8	Neocalyptrella robusta	20,9	Ditylum brightwellii	3,1
Thalassiosira rotula	1,5	Prorocentrum minimum	0,7	Gymnodiniales	9,5	Stephanopyxis turris	2,2
Phaeocystis	1,2	Guinardia flaccida	0,7	Teleaulax	4,1	Rhizosolenia styliformis	1,9
Centrales	1,0	Rhizosolenia imbricata	0,4	Peridinales	2,4	Actinocyclus normanii f. subsala	1,4
Chaetoceros socialis	0,8	Chaetoceros	0,3	Cryptomonadales	2,0	Hyalodiscus stelliger	1,2
Rhizosolenia styliformis	0,6	Rhizosolenia styliformis	0,2	Katodinium rotundatum	0,6	Thalassiosira punctigera	1,1
Protoperidinium	0,6	Katodinium rotundatum	0,2	Katablepharis	0,3	Rhizosolenia imbricata	0,8
Cryptomonadales	0,2	Peridinales	0,2	Chrysochromulina	0,2	Guinardia delicatula	0,5
Rhizosolenia pugens	0,1	Pseudo-nitzschia	0,0	Ceratium fusus	0,1	Guinardia flaccida	0,4
NSGR2							
Phytopl.-Biomasse (µg/l)	122	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	5102	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	220	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	3094
Centrales	30,9	Noctiluca scintillans	88,6	Proboscia alata	33,5	Coscinodiscus concinnus	76,3
Gymnodiniales	18,8	Mesodinium rubrum	3,8	Unidentified	28,2	Proboscia indica	8,0
Gyrosigma	7,2	Chaetoceros	3,5	Peridinales	13,8	Peridinales	4,7
Gyrodinium spirale	3,6	Guinardia flaccida	1,2	Chrysochromulina	7,7	Rhizosolenia imbricata	1,9
Rhizosolenia imbricata	3,0	Leptocylindrus danicus	0,4	Mesodinium rubrum	4,1	Odontella mobilensis	1,2
Mesodinium rubrum	1,9	Gymnodiniales	0,3	Gyrodinium spirale	2,6	Stephanopyxis turris	1,2
Bacillaria paxillifer	1,9	Pseudo-nitzschia	0,1	Ceratium fusus	1,7	Protoperidinium pellucidum	1,0
Diplopsalis complex	1,6	Katablepharis	0,1	Pachysphaera	1,2	Rhizosolenia styliformis	0,4
Cryptomonadales	1,4	Rhizosolenia imbricata	0,0	Prorocentrum minimum	1,0	Chaetoceros	0,4
Asterionellopsis glacialis	1,2	Ceratium tripos	0,0	Dissodinium pseudolunula	1,0	Rhizosolenia pugens	0,3

März/April	(%)	Mai	(%)	August	(%)	Oktober	(%)
SWWBA							
Phytopl.-Biomasse (µg/l)	167	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	185	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	274	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	1160
Unidentified	52,2	Mesodinium rubrum	40,2	Chrysochromulina	34,1	Odontella sinensis	85,2
Actinocyclus normanii f. subsala	14,1	Unidentified	19,8	Unidentified	28,8	Rhizosolenia styliformis	2,7
Rhizosolenia styliformis	7,5	Gymnodiniales	10,6	Proboscia alata	13,9	Ditylum brightwellii	2,6
Guinardia flaccida	5,9	Ceratium fusus	6,2	Peridinales	12,5	Gyrosigma	1,5
Teleaulax	2,1	Chaetoceros	5,2	Cryptomonadales	3,6	Guinardia flaccida	1,5
Cryptomonadales	2,0	Rhizosolenia styliformis	3,4	Mesodinium rubrum	1,9	Proboscia indica	1,5
Mesodinium rubrum	1,8	Rhizosolenia imbricata	3,3	Ceratium tripos	1,3	Thalassiosira punctigera	0,7
Ceratium lineatum	1,7	Leptocylindrus danicus	1,3	Pseudo-nitzschia	1,3	Guinardia delicatula	0,6
Thalassiosira	1,7	Katablepharis	1,2	Teleaulax	1,0	Paralia sulcata	0,4
Chaetoceros danicus	1,5	Ceratium tripos	1,1	Gyrodinium	1,0	Meuniera membranacea	0,3
SYLT1							
Phytopl.-Biomasse (µg/l)	63	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	16141	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	1192	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	2975
Thalassiosira	41,4	Noctiluca scintillans	56,0	Unidentified	34,3	Odontella sinensis	61,0
Centrales	33,5	Chaetoceros	19,2	Peridinales	18,3	Ditylum brightwellii	9,6
Teleaulax	12,0	Rhizosolenia styliformis	15,7	Prorocentrum triestinum	15,0	Neocalyptrella robusta	3,0
Pennales	3,2	Guinardia flaccida	4,3	Prorocentrum micans	5,2	Proboscia indica	3,0
Katodinium rotundatum	2,6	Leptocylindrus danicus	0,9	Chaetoceros affinis	2,0	Rhizosolenia setigera	2,9
Cryptomonadales	2,2	Chaetoceros didymus	0,8	Guinardia delicatula	1,7	Stephanopyxis turris	2,4
Pyramimonas	1,4	Prorocentrum minimum	0,2	Chrysochromulina	1,6	Rhizosolenia styliformis	2,1
Brockmanniella brockmannii	0,5	Pseudo-nitzschia	0,2	Guinardia striata	1,2	Eucampia zodiacus	2,1
Chaetoceros	0,3	Gymnodiniales	0,1	Rhizosolenia setigera	1,2	Chaetoceros	1,7
Cylindrotheca closterium	0,2	Chaetoceros socialis	0,1	Leptocylindrus minimus	1,1	Guinardia delicatula	1,7
UFSDB							
Phytopl.-Biomasse (µg/l)	868	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	12536	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	1444	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	1080
Guinardia flaccida	43,0	Noctiluca scintillans	85,5	Guinardia flaccida	65,2	Neocalyptrella robusta	32,7
Rhizosolenia imbricata	24,7	Rhizosolenia styliformis	9,6	Guinardia delicatula	17,4	Guinardia flaccida	16,9
Rhizosolenia styliformis	5,1	Leptocylindrus danicus	1,2	Rhizosolenia imbricata	6,9	Unidentified	11,8
Actinocyclus normanii f. subsala	4,4	Guinardia flaccida	1,0	Ceratium fusus	3,4	Rhizosolenia styliformis	11,0
Phaeocystis	2,8	Chaetoceros teres	0,3	Chaetoceros	0,5	Proboscia indica	6,5
Guinardia striata	2,7	Rhizosolenia pugens	0,2	Chrysochromulina	0,4	Guinardia delicatula	6,2
Teleaulax	2,4	Rhizosolenia imbricata	0,2	Cryptomonadales	0,4	Rhizosolenia imbricata	2,2
Mesodinium rubrum	0,9	Prorocentrum balticum	0,2	Teleaulax	0,4	Guinardia striata	1,5
Chaetoceros socialis	0,8	Pseudo-nitzschia	0,2	Pennales	0,4	Hyalodiscus stelliger	0,9
Cryptomonadales	0,8	Stephanopyxis turris	0,2	Pseudo-nitzschia	0,2	Gyrosigma	0,8

März/April	(%)	Mai	(%)	August	(%)	Oktober	(%)
URST3							
Phytopl.-Biomasse (µg/l)	316	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	4999	Phytopl.-Biomasse (µg/l)	820		
Rhizosolenia imbricata	29,4	Noctiluca scintillans	90,4	Gymnodiniales	25,1		
Centrales	23,9	Phaeocystis	1,8	Neocalyptrella robusta	21,5		
Protoperidinium	11,4	Chaetoceros	0,5	Unidentified	14,5		
Guinardia flaccida	7,3	Teleaulax	0,4	Guinardia flaccida	13,2		
Thalassiosira punctigera	5,8	Mesodinium rubrum	0,3	Rhizosolenia styliformis	8,5		
Actinocyclus normanii f. subsala	3,0	Prorocentrum minimum	0,3	Chrysochromulina	2,2		
Gyrosigma	2,8	Plagioselmis prolonga	0,2	Cryptomonadales	1,1		
Diplopsalis complex	2,4	Leptocylindrus danicus	0,2	Teleaulax	1,0		
Cryptomonadales	1,8	Katodinium rotundatum	0,2	Mesodinium rubrum	0,9		
Pseudopedinella	1,3	Guinardia flaccida	0,1	Ceratium fusus	0,8		

Tab. 5

Alphabetische Liste der im Jahre 2008 gefundenen Phytoplanktonarten und ihrer taxonomischen Zugehörigkeit mit Angabe der Rangfolge (nach Biomasse, alle Stationen, alle Tiefen) und saisonalem Vorkommen. Fortsetzung Seite 24-25.

Table 5

Phytoplankton species list of 2008, with class affiliation, biomass rank (for all stations, all depths) and seasonal occurrence (continued on page 24-25).

Artname (Gesamtliste)	Klasse	Rang	Febr.	März/ Apr.	Mai	Aug.	Okt.
<i>Achnanthes taeniata</i>	Bacillarioph.	121		X			
<i>Actinocyclus</i> sp.	Bacillarioph.	82					X
<i>Actinoptychus senarius</i>	Bacillarioph.	48	X		X		X
<i>Akashiwo sanguinea</i>	Dinophyceae	75				X	
<i>Amylax triacantha</i>	Dinophyceae	112			X		
<i>Anabaena</i> sp.	Cyanobact.	117				X	
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	Bacillarioph.	116		X			
<i>Attheya decora</i>	Bacillarioph.	123				X	
<i>Attheya septentrionalis</i>	Bacillarioph.	114					X
<i>Bacillaria paxillifer</i>	Bacillarioph.	103	X	X			
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	Bacillarioph.	31				X	X
<i>Brockmanniella brockmannii</i>	Bacillarioph.	110		X			X
<i>Cerataulina pelagica</i>	Bacillarioph.	50		X	X		X
<i>Ceratium furca</i>	Dinophyceae	79		X	X		X
<i>Ceratium fusus</i>	Dinophyceae	21		X	X	X	X
<i>Ceratium horridum</i>	Dinophyceae	97			X		X
<i>Ceratium lineatum</i>	Dinophyceae	52		X	X	X	X
<i>Ceratium longipes</i>	Dinophyceae	102					X
<i>Ceratium tripos</i>	Dinophyceae	65		X	X	X	X
<i>Chaetoceros</i> sp.	Bacillarioph.	7	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros affinis</i>	Bacillarioph.	54				X	X
<i>Chaetoceros convolutus</i>	Bacillarioph.	17			X		X
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	Bacillarioph.	38			X	X	X

<i>Chaetoceros danicus</i>	Bacillarioph.	84		X	X		
<i>Chaetoceros decipiens</i>	Bacillarioph.	42		X	X		X
<i>Chaetoceros diadema</i>	Bacillarioph.	70				X	
<i>Chaetoceros didymus</i>	Bacillarioph.	30			X	X	X
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	Bacillarioph.	106			X		
<i>Chaetoceros socialis</i>	Bacillarioph.	26		X	X	X	X
<i>Chaetoceros teres</i>	Bacillarioph.	55			X		
<i>Chattonella verruculosa</i>	Raphidoph.	100				X	
<i>Chrysochromulina</i> sp.	Prymnesioph.	27			X	X	X
<i>Corethron hystrix</i>	Bacillarioph.	90					X
<i>Coscinodiscus</i> sp.	Bacillarioph.	45		X		X	
<i>Coscinodiscus concinnus</i>	Bacillarioph.	8					X
<i>Coscinodiscus granii</i>	Bacillarioph.	56					X
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	Bacillarioph.	16	X	X			X
<i>Cylindrotheca closterium</i>	Bacillarioph.	104	X	X	X	X	X
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	Bacillarioph.	76	X	X	X		
<i>Detonula confervacea</i>	Bacillarioph.	122	X	X			
<i>Detonula pumila</i>	Bacillarioph.	107				X	
<i>Dictyocha fibula</i>	Dictyochoph.	105					X
<i>Dictyocha speculum</i>	Dictyochoph.	92	X	X		X	X
<i>Dinobryon faculiferum</i>	Chrysophyc.	67			X	X	
<i>Dinophysis acuminata</i>	Dinophyceae	78		X	X	X	X
<i>Dinophysis rotundata</i>	Dinophyceae	118				X	X
<i>Diplopsalis</i> -Komplex	Dinophyceae	64		X			X
<i>Dissodinium pseudolunula</i>	Dinophyceae	99		X		X	
<i>Ditylum brightwellii</i>	Bacillarioph.	13		X	X		X
<i>Eucampia zodiacus</i>	Bacillarioph.	28			X	X	X
<i>Eutreptiella</i> sp.	Euglenophyc.	95				X	
<i>Fragilaria</i> sp.	Bacillarioph.	127					X
<i>Gonyaulax</i> sp.	Dinophyceae	87			X		
<i>Guinardia delicatula</i>	Bacillarioph.	10		X	X	X	X
<i>Guinardia flaccida</i>	Bacillarioph.	3		X	X	X	X
<i>Guinardia striata</i>	Bacillarioph.	12		X	X	X	X
<i>Gymnodinium lebourae</i>	Dinophyceae	96				X	
<i>Gyrodinium</i> sp.	Dinophyceae	74	X	X		X	
<i>Gyrodinium spirale</i>	Dinophyceae	43		X	X	X	X
<i>Gyrosigma</i> sp.	Bacillarioph.	36		X	X		X
<i>Helicotheca tamesis</i>	Bacillarioph.	72					X
<i>Heterocapsa rotundata</i>	Dinophyceae	49		X	X	X	X
<i>Heterocapsa triquetra</i>	Dinophyceae	108		X			
<i>Katablepharis</i> sp.	Incertae sedis	58		X	X	X	X
<i>Katodinium glaucum</i>	Dinophyceae	125			X		
<i>Lauderia annulata</i>	Bacillarioph.	47			X	X	X
<i>Leptocylindrus danicus</i>	Bacillarioph.	5			X	X	X
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	Bacillarioph.	101					X
<i>Leptocylindrus minimus</i>	Bacillarioph.	57			X	X	X
<i>Leucocryptos marina</i>	Incertae sedis	73		X	X		X
<i>Lithodesmium undulatum</i>	Bacillarioph.	53					X
<i>Mesodinium rubrum</i>	Litostomatea	14		X	X	X	
<i>Meuniera membranacea</i>	Bacillarioph.	62					X
<i>Neocalyptrella robusta</i>	Bacillarioph.	9				X	X
<i>Nitzschia frigida</i>	Bacillarioph.	120		X			
<i>Noctiluca scintillans</i>	Dinophyceae	1			X	X	
<i>Odontella aurita</i>	Bacillarioph.	80		X			

<i>Odontella mobilensis</i>	Bacillarioph.	41		X			X
<i>Odontella rhombus</i>	Bacillarioph.	86					X
<i>Odontella sinensis</i>	Bacillarioph.	6		X		X	X
<i>Pachysphaera</i> sp.	Prasinophyc.	83				X	
<i>Paralia sulcata</i>	Bacillarioph.	35	X	X		X	X
<i>Phaeocystis</i> sp.	Prymnesioph.	11		X	X	X	
<i>Plagiogrammopsis vanheurcki</i>	Bacillarioph.	124		X			X
<i>Plagioselmis prolonga</i>	Cryptophyc.	77			X		
<i>Planktolynghya limnetica</i>	Cyanobact.	19			X		
<i>Pleurosigma</i> sp.	Bacillarioph.	94					X
<i>Podosira stelligera</i>	Bacillarioph.	46					X
<i>Proboscia alata</i>	Bacillarioph.	22			X	X	
<i>Proboscia indica</i>	Bacillarioph.	15					X
<i>Pronoctiluca pelagica</i>	Dinophyceae	111	X				X
<i>Prorocentrum balticum</i>	Dinophyceae	60			X		
<i>Prorocentrum micans</i>	Dinophyceae	33		X	X	X	
<i>Prorocentrum minimum</i>	Dinophyceae	34			X	X	
<i>Prorocentrum redfieldii</i>	Dinophyceae	23				X	
<i>Protoperdinium</i> sp.	Dinophyceae	29		X	X	X	X
<i>Protoperdinium bipes</i>	Dinophyceae	126		X			
<i>Protoperdinium oblongum</i>	Dinophyceae	89				X	
<i>Protoperdinium pellucidum</i>	Dinophyceae	51			X	X	X
<i>Pseudanabaena</i> sp.	Cyanobact.	128					
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.	Bacillarioph.	20	X	X	X	X	
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> group	Bacillarioph.	71					X
<i>Pseudo-nitzschia fraudulenta</i>	Bacillarioph.	61					X
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	Bacillarioph.	59					X
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> group	Bacillarioph.	68		X			X
<i>Pseudopedinella</i> sp.	Chrysophyc.	85	X	X			
<i>Pyramimonas</i> sp.	Prymnesioph.	39	X	X	X	X	X
<i>Pyramimonas longicauda</i>	Prymnesioph.	119					X
<i>Pyrophacus horologicum</i>	Dinophyceae	115				X	
<i>Rhizosolenia</i> sp.	Bacillarioph.	69				X	
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	Bacillarioph.	4		X	X	X	X
<i>Rhizosolenia pungens</i>	Bacillarioph.	37		X	X	X	X
<i>Rhizosolenia setigera</i>	Bacillarioph.	25			X	X	X
<i>Rhizosolenia similoides</i>	Bacillarioph.	93				X	X
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	Bacillarioph.	2		X	X	X	X
<i>Scenedesmus</i> sp.	Chlorophyc.	109	X				X
<i>Scrippsiella</i> -Komplex	Dinophyceae	66			X	X	
<i>Skeletonema</i> sp.	Bacillarioph.	88	X	X		X	
<i>Stephanopyxis turris</i>	Bacillarioph.	24			X		X
<i>Teleaulax</i> sp.	Cryptophyc.	18	X	X	X	X	X
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	Bacillarioph.	91	X	X	X	X	X
<i>Thalassiosira</i> sp.	Bacillarioph.	40	X	X		X	X
<i>Thalassiosira angulata</i>	Bacillarioph.	113					X
<i>Thalassiosira decipiens</i>	Bacillarioph.	81		X			
<i>Thalassiosira punctigera</i>	Bacillarioph.	44	X	X		X	X
<i>Thalassiosira rotula</i>	Bacillarioph.	32		X		X	
<i>Thalassiosira tenera</i>	Bacillarioph.	63					X
<i>Torodinium robustum</i>	Dinophyceae	98				X	X
Anzahl der Taxa: insgesamt 128			20	58	58	66	81

3.2 Chlorophyll

Ein grober Jahresgang der Chlorophyll a-Konzentration ist der Tabelle 6 zu entnehmen. Die höchsten Werte treten im allgemeinen im Frühjahr und Sommer auf. Die Frühjahrswerte sind aber doch so gering, dass man annehmen muß, dass die Frühjahrsblüte an den meisten Stationen verpasst wurde. Sehr hohe März-Werte wurden nur an den Stationen ES1 und NSB3 gemessen. Der Spitzenwert wurde mit 12,33 mg m⁻³ am 30.5.08 an der Station BRIFF erreicht.

Tab. 6

Mittlere Konzentrationen von „aktivem Chlorophyll a“ (Chl.a-kor), Phaeopigment a und „Gesamt-Chlorophyll a“ (Chl.a-tot), alles in mg m⁻³, von 0 bis 10 m Tiefe.

Table 6

Depth-integrated (0-10 m) concentrations of “active chlorophyll a” (chl.a-cor), phaeopigment a and “total chlorophyll a” (chl.a-tot).

Stat.	Datum	Chl.a-kor (mg m ⁻³)	Phaeo a (mg m ⁻³)	Chl.a-tot (mg m ⁻³)	Stat.	Datum	Chl.a-kor (mg m ⁻³)	Phaeo a (mg m ⁻³)	Chl.a-tot (mg m ⁻³)
AMRU2	2.2.08	0,85	1,81	1,79	NSB3	5.2.08	0,72	0,62	1,04
AMRU2	28.3.08	1,57	0,76	1,97	NSB3	29.3.08	7,15	1,08	7,72
AMRU2	29.5.08	6,15	1,11	6,73	NSB3	29.5.08	2,26	0,34	2,44
AMRU2	12.8.08	5,05	1,74	5,96	NSB3	11.8.08	2,46	0,58	2,77
AMRU2	23.10.08	2,55	1,38	3,28	NSB3	24.10.08	1,72	0,69	2,09
BRIFF	6.2.08	1,33	1,19	1,94	NSGR2	4.2.08	0,52	0,32	0,69
ES1	2.4.08	8,65	1,63	9,52	NSGR2	31.3.08	0,75	0,39	0,96
BRIFF	30.5.08	11,37	1,83	12,33	NSGR2	30.5.08	1,86	0,16	1,94
ES1	10.8.08	4,08	1,62	4,93	NSGR2	9.8.08	0,51	0,11	0,56
ES1	27.10.08	2,53	1,33	3,24	NSGR2	25.10.08	1,45	0,48	1,71
DTEND	4.2.08	0,69	0,33	0,86	SWWBA	4.2.08	0,63	0,40	0,83
DTEND	31.3.08	1,59	0,42	1,81	SWWBA	1.4.08	1,76	0,21	1,88
DTEND	30.5.08	0,26	0,09	0,31	SWWBA	30.5.08	0,69	0,09	0,74
DTEND	8.8.08	0,36	0,04	0,38	SWWBA	9.8.08	0,69	0,19	0,79
DTEND	25.10.08	1,82	0,48	2,08	SWWBA	26.10.08	1,69	0,67	2,05
HELGO	2.2.08	1,12	2,27	2,30	SYLT1	3.2.08	0,96	1,57	1,78
HELGO	27.3.08	2,15	1,52	2,96	SYLT1	28.3.08	2,02	1,45	2,79
HELGO	28.5.08	3,47	0,83	3,91	SYLT1	29.5.08	5,25	0,89	5,72
HELGO	12.8.08	5,34	1,58	6,16	SYLT1	11.8.08	3,51	1,88	4,51
HELGO	22.10.08	1,42	0,84	1,87	SYLT1	23.10.08	3,71	1,38	4,45
NEFB	5.2.08	0,48	0,55	0,77	UFSDB	6.2.08	0,53	0,41	0,74
NEFB	1.4.08	1,98	0,31	2,14	UFSDB	27.3.08	3,73	0,75	4,13
NEFB	30.5.08	1,00	0,19	1,10	UFSDB	28.5.08	2,03	0,40	2,24
NEFB	9.8.08	1,19	0,24	1,31	UFSDB	13.8.08	3,49	0,69	3,86
NEFB	26.10.08	1,84	0,96	2,35	UFSDB	22.10.08	2,36	0,47	2,61
NGW8	5.2.08	0,72	0,51	0,99	URST3	3.2.08	0,71	1,21	1,34
NGW8	2.4.08	3,81	0,57	4,11	URST3	29.3.08	1,76	0,28	1,91
NGW8	29.5.08	1,34	0,29	1,50	URST3	29.5.08	2,82	0,35	3,00
NGW8	11.8.08	2,12	0,75	2,52	URST3	11.8.08	2,38	0,68	2,75
NGW8	26.10.08	1,78	0,66	2,13					

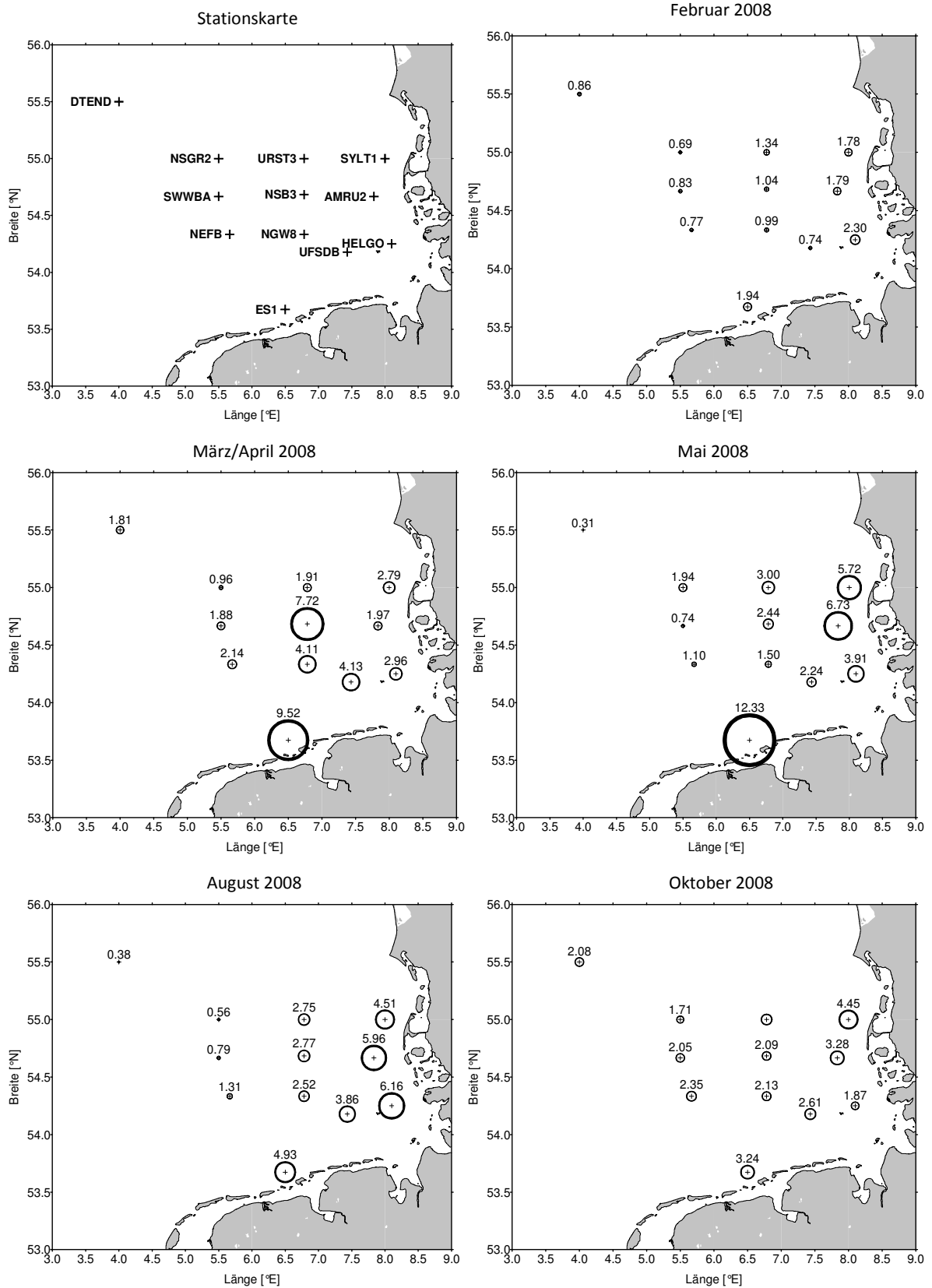


Abb. 4: Regionale Verteilung der Chlorophyll a-Konzentration (mg m^{-3}) auf den Meßfahrten.

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

Sowohl die saisonale als auch die regionale Verteilung des Chlorophyll a in der deutschen AWZ, jeweils für die 5 Beprobungen, ist aus Abb. 4 zu entnehmen. Hier sind wie bereits in Tab. 6 die Mittelwerte aus den oberen 10 m der Wassersäule dargestellt. Vertikal über die gesamte Wassersäule gemittelte Chlorophyll a-Werte vom August 2008 sind in Abb. 7c gezeigt. Es wird deutlich, dass die höchsten Konzentrationen vor der Küste anzutreffen sind. Die Chlorophyll a-Konzentration ist eine wichtige Variable zur Einschätzung der Gewässerqualität.

3.3 Mesozooplankton

3.3.1 Artenspektrum und jahreszeitliches Auftreten

Insgesamt wurden 113 Taxa aus zwölf Stämmen bzw. einem Unterstamm notiert (Tab. ZP2), das sind etwa dreimal mehr als 2008 in der Ostsee zwischen der Beltsee und der zentralen Gotlandsee festgestellt wurden.

Tab. 7

Anzahl der 2008 gefundenen bzw. klassifizierten Taxa in den aufgeführten Stämmen und im Unterstamm der Crustacea (graues Feld).

Table 7

Number of taxa of 12 phyla and of subphylum Crustacea (grey area) found or classified in 2008.

Cnidaria	Stamm	21	
Ctenophora	Stamm	4	
Plathelminthes	Stamm	1	
Nemertea	Stamm	1	
Mollusca	Stamm	2	
Annelida	Stamm	12	
Decapoda	Ordnung	21	
Pantopoda	Ordnung	1	
Euphausiacea	Ordnung	1	
Amphipoda	Ordnung	2	
Cumacea	Ordnung	3	
Lophogastrida	Ordnung	1	
Isopoda	Ordnung	1	
Calanoida	Ordnung	12	
Cyclopoida	Ordnung	3	
Harpacticoida	Ordnung	6	
Monstrilloida	Ordnung	1	Unterstamm
Poecilostomatoida	Ordnung	2	Crustacea
Phyllopoda	Unterklasse	4	58
Phoronida	Stamm	1	
Chaetognatha	Stamm	3	
Ectoprocta	Stamm	1	
Echinodermata	Stamm	6	
Chordata	Stamm	4	

Die zum Stamm der Arthropoda zählenden Crustacea besaßen mit 58 Taxa, wie in der Planktonfraktion $>200\mu\text{m}$ üblich, die größte Vielfalt. Dazu zählten die vier auch in der Ostsee vertretenen Gattungen der Unterordnung Cladocera innerhalb der Klasse der Branchiopoda. Das sind die Gattungen *Bosmina*, *Evadne*, *Podon* und *Penilia*, wobei die letztgenannte Gruppe ein Novum von der Nordsee bis in den Kattegat, Großen Belt und Sund darstellt (JOHNS 2005; ÆRTEBJERG et al. 2002). Eine wesentlich höhere Vielfalt bieten innerhalb der anderen Klasse der Crustacea, der Maxillipoda, die Unterklasse der Copepoda mit zwei Überordnungen, den Gymnoplea und den Podoplea. Zur ersten Gruppe gehört ausschließlich die Ordnung der Calanoida, innerhalb der die Familien der Calanidae, Candaciidae, Centropagidae, Clausocalanidae, Metridinidae, Pontellidae und Temoridae im Untersuchungsgebiet vertreten waren. In der Überordnung Podoplea wurden 2008 vier Ordnungen gefunden, die Poecilostomatoida, die Cyclopoida mit den Familien Cyclopinidae und Oithonidae, die Harpacticoida mit den Familien Ectinosomatidae, Euterpinidae, Harpacticidae, Longipediidae, Thalestridae und Tisbidae sowie die Monstrilloida mit der Familie Monstrilloidea sowie die Poecilostomatoida mit den Familien Corycaeidae und Sapphirinidae.

Die Larven der Klasse Malacostraca sorgen für eine hohe Vielfalt im Meroplankton der Nordsee, wie auch in anderen marin geprägten Schelfmeeren. Dazu gehören die Familien der Atelecyclidae, Callinassa, Corystidae, Crangonidae (die letzteren mit vier Gattungen), der Galatheidae, Hippolytidae, Leucosiidae, Majidae, Nephropidae, Paguridae (mit zwei Gattungen), Pinnotheridae, Porcellanidae, Portunidae (mit zwei Gattungen), Processidae und Upogebiidae. Sie wurden ergänzt von epibenthisch bis pelagischen Malacostraca, durch die Isopoda, Amphipoda und Cumacea sowie durch die holoplanktischen Euphausiacea und Lophogastrida (syn. Mysidacea).

Bei der ebenfalls diversen Gruppe der gefundenen Cnidaria handelte es sich fast ausschließlich um pelagische Vertreter. Den fünfzehn Vertretern der Hydrozoa stand nur die Larvenphase einer Familie der Anthozoa, der Cerianthidae, gegenüber. Die Hydrozoa gehörten vier Ordnungen an, wobei die Siphonophorae und Trachymedusae jeweils mit einer Familie vertreten waren, mit den Agalmatidae bzw. den Rhopalonematidae, letztere mit der Gattung *Aglantha*. Zu den acht Vertretern der Ordnung der Anthoathecata gehörten die Familien Bougainvilliidae, Corymorphidae, Corynidae, Pandeida, Rathkeidae und Tubulariidae mit jeweils ein bis zwei Gattungen.

Bei den Ctenophora waren zwei der fünf möglichen Vertreter nachweisbar, die Gattungen *Beroe* und *Pleurobrachia*.

Zu den nachgewiesenen Polychaeten (Stamm Annelida) zählten die Familien Terebellidae mit der Gattung *Lanice*, ferner die Familien Spionida (*Magelona*), Syllidae (Autolytus), Polynoidae (Harmothoe), Syllidae (Myrianida), Oweniidae (Owenia), Pectinariidae (Pectinaria), Poecilochaeti (Poecilochaetus) und Syllidae. Dabei handelt es sich um meroplanktische Larven. Die holoplanktischen Polychaeten waren erwartungsgemäß nur mit einer Familie, den Tompteridae mit der Gattung *Tomopteris* vertreten.

Alle weiterhin in Tabelle 7 aufgeführten Stämme enthielten nur vereinzelte Taxa.

Tab. 8

Liste der 2008 gefundenen bzw. klassifizierten Taxa mit Angaben zur Erstbeschreibung, taxonomischer Stellung, ITIS – Code (TNS = Taxonomic Serial Number) und jahreszeitlicher Präsenz.

Table 8

Compilation of taxa found in 2008 with author and year of original description, taxonomic rank, ITIS – code (TNS = Taxonomic Serial Number) and their seasonal presence.

Name	Autor, Jahr	Rang	TSN (ITIS)	Zeitraum					Präsenz %
				2.2.-6.2.08	27.3.-2.4.08	28.05.-30.05.08	8.8.-13.8.08	22.10.-27.10.08	
Acartia	Dana, 1846	Gattung	86084	x	x	x	x	x	100
Aglantha digitale	O.F.Müller, 1776	Art	719178	x	x	x	x	x	100
Amphipoda	Latreille, 1816	Ordnung	93294	x	x	x	x	x	100
Bivalvia	Linnaeus, 1758	Klasse	79118	x	x	x	x	x	100
Calanus	Leach, 1819	Gattung	85263	x	x	x	x	x	100
Candacia	Dana, 1846	Gattung	86020	x	x	x	x	x	100
Centropages	Krøyer, 1849	Gattung	85761	x	x	x	x	x	100
Cirripedia	Burmeister, 1843	Infraklasse	89433	x	x	x	x	x	100
Cnidaria	Hatscheck, 1888	Stamm	48738	x	x	x	x	x	100
Corycaeus	Dana, 1846	Gattung	88571	x	x	x	x	x	100
Crangon	Fabricius, 1798	Gattung	97107	x	x	x	x	x	100
Crustacea	Brünnich, 1772	Unterstamm	83677	x	x	x	x	x	100
Cyclopina	Claus, 1863	Gattung	88863	x	x	x	x	x	100
Euphausiacea	Dana, 1852	Ordnung	95496	x	x	x	x	x	100
Evadne	Lovén, 1836	Gattung	83960	x	x	x	x	x	100
Gastropoda	Cuvier, 1797	Klasse	69459	x	x	x	x	x	100
Gymnolaemata		Klasse	155471	x	x	x	x	x	100
Isopoda	Latreille, 1817	Ordnung	92120	x	x	x	x	x	100
Lanice	Malmgren, 1866	Gattung	68036	x	x	x	x	x	100
Liocarcinus	Stimpson, 1871	Gattung	660431	x	x	x	x	x	100
Oikopleura dioica		Art	159669	x	x	x	x	x	100
Oithona	Baird, 1843	Gattung	88802	x	x	x	x	x	100
Ophiura	Lamarck, 1801	Gattung	157411	x	x	x	x	x	100
Para-+Pseudocalanus				x	x	x	x	x	100
Phialella quadrata	Forbes, 1848	Art	50658	x	x	x	x	x	100
Phoronida		Stamm	155456	x	x	x	x	x	100
Polychaeta		Klasse	64358	x	x	x	x	x	100
Pseudocuma	Sars, 1865	Gattung	90930	x	x	x	x	x	100
Sagittidae	Claus and Grobben, 1905	Familie	158726	x	x	x	x	x	100
Spionidae	Grube, 1850	Familie	66781	x	x	x	x	x	100
Teleostei		Infraklasse	161105	x	x	x	x	x	100
Temora longicornis	O.F.Müller, 1785	Art	85877	x	x	x	x	x	100
Tisbe	Lilljeborg, 1853	Gattung	86445	x	x	x	x	x	100
Tomopteris	Eschscholtz, 1825	Gattung	65460	x	x	x	x	x	100
Asterias rubens	Linnaeus, 1758	Art	157220	x	x	x	x		80
Pagurus	Fabricius, 1775	Gattung	97775	x	x	x	x		80
Parasagitta setosa	Mueller, 1847	Art	158795	x	x	x	x		80
Fritillaria borealis	Lamarck, 1816	Art	159675	x	x	x		x	80
Mysidacea	Haworth, 1825	Ordnung	89807	x	x	x		x	80
Euterpina acutifrons	Dana, 1849	Art	86546	x	x		x	x	80
Beroe	Gronov, 1760	Gattung	53954	x		x	x	x	80
Podon	Lilljeborg, 1853	Gattung	83964	x		x	x	x	80
Corystes cassivelanus		Art	98660		x	x	x	x	80
Nemertea		Stamm	57411		x	x	x	x	80
Ophiuridae	Lyman, 1865	Familie	157384		x	x	x	x	80
Pectinaria	Savigny in Lamarck, 1818	Gattung	67706		x	x	x	x	80
Pleurobrachia	Fleming, 1822	Gattung	53861		x	x	x	x	80

Name	Autor, Jahr	Rang	TSN (ITIS)	Zeitraum					Präsenz %
				2.2.-6.2.08	27.3.-2.4.08	28.05.-30.05.08	8.8.-13.8.08	22.10.-27.10.08	
Centropages typicus	Krøyer, 1849	Art	85767	x	x		x		60
Cumacea	Krøyer, 1846	Ordnung	90745	x		x	x		60
Siphonophorae			718928	x		x		x	60
Diastylis	Say, 1818	Gattung	90836	x			x	x	60
Bougainvillia	Lesson, 1836	Gattung	48766		x	x	x		60
Hydroidolina		Unterklasse	718924		x	x	x		60
Magelona	Mueller, 1858	Gattung	67043		x	x	x		60
Noctiluca scintillans	(Macartney) Kofoid and Swezy, 1921	Art	10150		x	x	x		60
Rathkea octopunctata	M.Sars, 1835	Art	49387		x	x	x		60
Spatangoida	Claus, 1876	Ordnung	158069		x	x	x		60
Thalestris	Claus, 1863	Gattung	88435		x	x	x		60
Agalmatidae	Brandt, 1835	Familie	718956			x	x	x	60
Callianassa	Leach, 1814	Gattung	97733			x	x	x	60
Eucheilota maculata	Hartlaub, 1894	Art	50576			x	x	x	60
Harmothoe	Kinberg, 1855	Gattung	64502			x	x	x	60
Obelia	Péron and Lesueur, 1810	Gattung	49514			x	x	x	60
Upogebia	Leach, 1814	Gattung	98207			x	x	x	60
Cyclopoida	Burmeister, 1834	Ordnung	88530	x	x				40
Metridia	Boeck, 1865	Gattung	85734	x	x				40
Microcalanus	G.O.Sars, 1901	Gattung	85366	x	x				40
Microsetella	Brady and Robertson, 1873	Gattung	86208	x	x				40
Longipedia	Claus, 1863	Gattung	86127		x	x			40
Sapphirina	J.Thompson, 1830	Gattung	88831		x	x			40
Lizzia blondina	Forbes, 1848	Art	48874		x		x		40
Macropodia rostrata	Linnaeus, 1761	Art	98555		x		x		40
Harpacticidae	Dana, 1846	Familie	86329		x			x	40
Alaurina		Gattung	54024			x	x		40
Carcinus maenas	Linnaeus, 1758	Art	98734			x	x		40
Echinus	Linnaeus, 1758	Gattung	157944			x	x		40
Euphysa aurata	Forbes, 1848	Art	48976			x	x		40
Galathea	Fabricius, 1793	Gattung	98047			x	x		40
Leuckartiara octona	Fleming, 1823	Art	49146			x	x		40
Owenia	delle Chiaje, 1841	Gattung	67645			x	x		40
Dendrobranchiata	Bate, 1888	Unterordnung	95600			x		x	40
Anomalocera	Templeton, 1837	Gattung	86064				x	x	40
Caprella	Lamarck, 1801	Gattung	95392				x	x	40
Eualus	Thallwitz; 1892	Gattung	96801				x	x	40
Myrianida	H.Milne Edwards, 1845	Gattung	65862				x	x	40
Ophiothrix fragilis		Art	157804				x	x	40
Penilia avirostris	Dana, 1849	Art	83836				x	x	40
Philocheras	Stebbing, 1900	Gattung	97187				x	x	40
Philocheras bispinosus		Art	97190				x	x	40
Porcellana	Lamarck, 1801	Gattung	98086				x	x	40
Processa	Leach, 1815	Gattung	96942				x	x	40

Name	Autor, Jahr	Rang	TSN (ITIS)	Zeitraum					Präsenz %
				2.2.-6.2.08	27.3.-2.4.08	28.05.-30.05.08	8.8.-13.8.08	22.10.-27.10.08	
Clytia hemisphaerica	Linnaeus, 1767	Art	49583	x					20
Pantopoda		Ordnung	83546	x					20
Pleurobrachia pileus	O.F.Müller, 1776	Art	53862	x					20
Temora	Baird, 1850	Gattung	85874	x					20
Atelecycclus rotundatus		Art	98667		x				20
Centropages hamatus	Lilljeborg, 1853	Art	85766		x				20
Cerianthidae	Milne-Edwards and Haime, 1852	Familie	51985		x				20
Crangon crangon	Linnaeus, 1758	Art	97118		x				20
Ctenophora	Eschscholtz, 1829	Stamm	53856		x				20
Nephrops norvegicus	Linnaeus, 1758	Art	97317		x				20
Sarsia	Lesson, 1843	Gattung	49053		x				20
Eutonina indicans	Romanes, 1876	Art	49828			x			20
Pagurus bernhardus		Art	97805			x			20
Steenstrupia natans	M.Sars, 1835	Art	48970			x			20
Alaurina composita		Art					x		20
Autolytus	Grube, 1850	Gattung	65588				x		20
Branchiostoma	Costa, 1834	Gattung	159681				x		20
Ebalia	Leach; 1817	Gattung	98377				x		20
Ectopleura dumortierii	van Beneden, 1844	Art	719102				x		20
Eutima	McCrary, 1857	Gattung	49809				x		20
Monstrilla	Dana, 1849	Gattung	88992				x		20
Parasagitta Elegans	Verrill, 1873	Art	158784				x		20
Pinnotheres	Latreille, 1802	Gattung	98974				x		20
Poecilochaetus	Claparede, 1875	Gattung	67081				x		20
Bosmina	Baird, 1845	Gattung	83936					x	20
Phialidium	Leuckart, 1856	Gattung	49536					x	20

Die Liste der im Jahre 2008 gefundenen Zooplankton-Taxa ist in Tabelle 8 aufgeführten, zusammen mit Angaben zur Erstbeschreibung, taxonomischer Stellung, ITIS – Code (TNS = Taxonomic Serial Number) und der jahreszeitlichen Präsenz im Untersuchungsgebiet. Laut der Tabelle 8 sind etwa ein Drittel der Taxa ganzjährig präsent. Bezieht man sich auf die allgemeineren taxonomischen Kategorien der Tabelle 7, so waren von den zwölf Stämmen bzw. dem Unterstamm der Crustacea nur zwei nicht ganzjährig anzutreffen, die Plathelminthes und die Nemertea. Im ersten Fall handelt es sich um die Sommerart *Alaurina composita* (GREVE & REINERS 1996), die während der Fahrten vom Mai und August registriert wurden. Bei den ausschließlich im Februar gefundenen Nemertea (syn. Nemertini) handelt es sich um Larven, der im Benthos vorkommenden Schnurwürmer. Die zeitliche Begrenzung hängt mit deren Reproduktionsverhalten zusammen. Innerhalb des Unterstammes der Crustacea war auf der Station UFSDB die aus dem mediterranen Raum stammende Art *Penilia avirostris* (s.u.) anzutreffen. Die Euphausiacea fehlten im Mai, vermutlich als ein Probenentnahme-Effekt, weil diese Gruppe vom 200 µm Netz nicht quantitativ erfasst wird (UNESCO 1968). Schließlich waren die Larven der Pantopoda nur im Februar anzutreffen. Typischerweise legen die Seespinnen ihre Eier zu diesem Zeitpunkt ab und stellen ihre Fortpflanzung im weiteren Jahresverlauf ein (SCHMIDT & BÜCKMANN 1971).

Die sukzessive Entwicklung des Plankton im Jahresverlauf beschrieben GREVE et al. (2004) für die Helgoländer Reede aus den gemittelten Ergebnissen der langen und hochfrequenten Zooplanktonzeitreihe (1974-2000). Sie ermittelten eine zeitliche Aufeinanderfolge von unterschiedlichen Ernährungstypen. Auf den ersten Phytoplankton-Peak etwa im Mai folgten im Juni die herbivoren bis omnivoren Calanoida, an die sich im August die omnivoren bis

carnivoren Cyclopoida anschlossen. Schließlich folgte das Maximum der omnivoren bis detritivoren Harpacticoidea im Oktober. Diese Abfolge spiegelte sich in unseren Daten auf der der Insel am nächsten gelegenen Station HELGO wider (Abb. 5). Auch die Größenordnungen der Abundanz waren etwa vergleichbar, was für die Qualität der hier erhobenen Daten spricht. Die höchsten Werte des langjährigen Mittels auf Helgoland Reede betragen nach GREVE et al. (2005) ca. 9000 Ind./m³ für „kleine Calanoida“, 500 Ind./m³ für cyclopoide Copepoden und 700 Ind./m³ für harpacticoide Copepoden. Die aktuellen Unterschiede kamen vermutlich durch unterschiedliche Maschenweiten der Netze (150 µm bei GREVE et al. 2005) und durch mögliche, zwischenjährliche Schwankungen zustande.

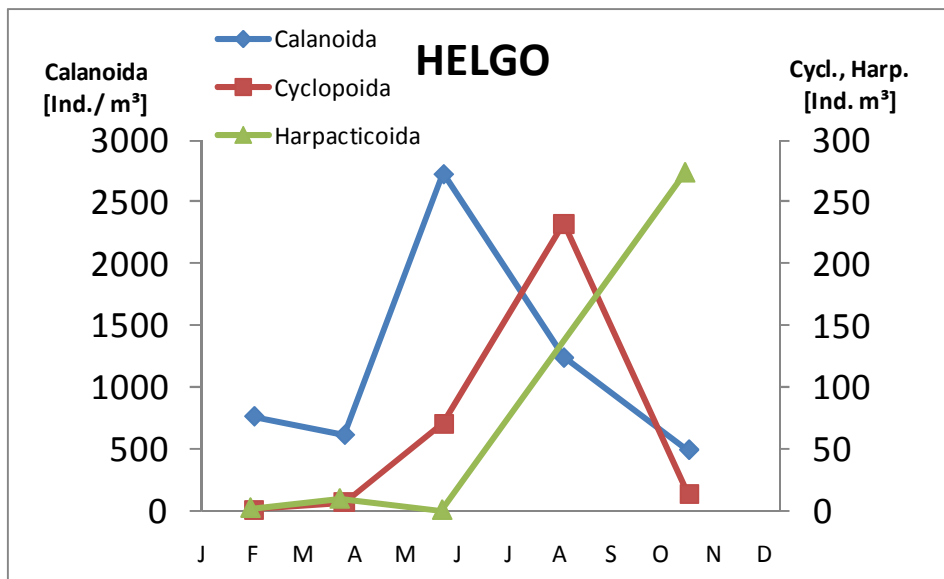


Abb. 5: Jahreszeitliche Entwicklungen der kleinen calanoiden, cyclopoiden und harpacticoiden Copepoden bei Helgoland (Station HELGO) als Aufeinanderfolge unterschiedlicher Ernährungstypen (s. Text).

Fig. 5: Successive development of small calanoid, cyclopoid and harpacticoid copepods, i.e. of different feeding types (see text) near Helgoland (Station HELGO).

3.3.2 Zooplanktonverteilung im Salzgehalts-, Temperatur- und Chlorophyll-Gradienten zwischen Elbe- Mündungsbereich und zentraler Nordsee im Sommer 2008

Räumlich gesehen, veränderte sich die Anzahl der Arten in der für Ästuarien typische Weise (KÜHL & MANN 1961). Mit zunehmender Entfernung zu Flussmündungen (Elbe, Weser) ging zunächst die Anzahl der Arten auf ein Minimum zurück, um dann in Richtung offene Nordsee wieder anzusteigen. Salzgehaltsunterschiede und unterschiedliche Toleranzbereiche der beteiligten Taxa waren dafür die Ursache (Abb. 6 und 8).

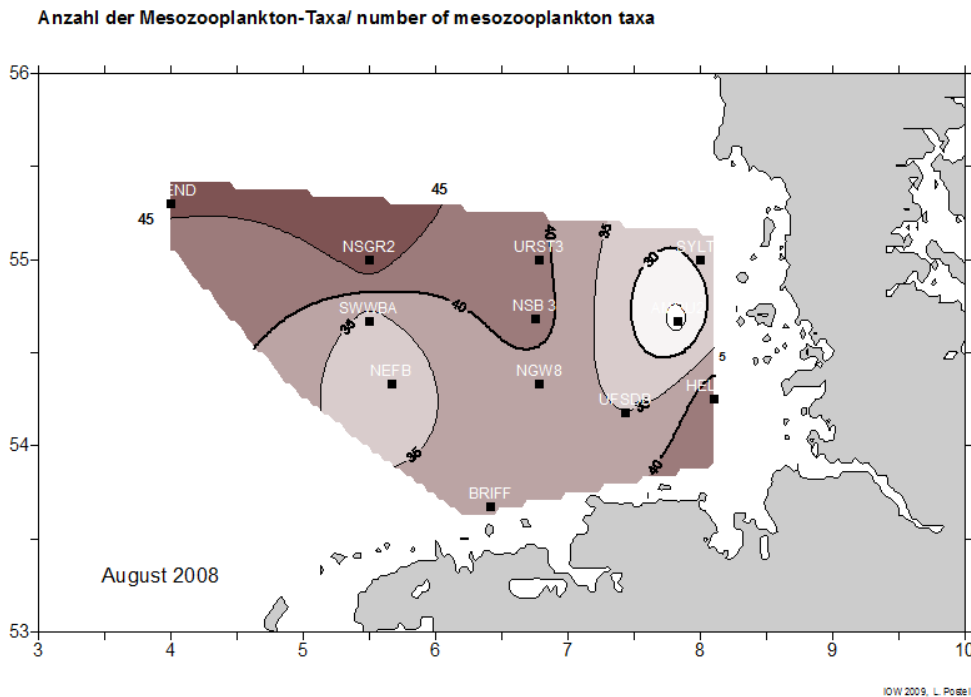


Abb. 6: Anzahl der Zooplankton-Taxa auf den Zooplanktonstationen in der Nordsee im Bereich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone im August 2008.

Fig. 6: Number of considered taxa on zooplankton stations in the North Sea within the German Exclusive Economic Zone in 2008.

Die ästuarinen Charakteristika im Seegebiet ergaben sich aus den horizontalen Verteilungsmustern der vertikal gemittelten Salzgehalts-, Temperatur- und Chlorophyll-Werten. Während der Salzgehalt mit wachsendem Abstand zur Küste, d.h. zu Elbe- und Wesermündung zunahm, verhielten sich Temperatur und Chlorophyll-Konzentration entgegengesetzt (Abb. 7).

Anhand der küstensenkrechten Verteilung der calanoiden Copepoden lässt sich der Einfluss des Salzgehaltes auf die Artenverteilung verdeutlichen. In Richtung offene Nordsee betrachtet, verringerte sich zunächst der Anteil von euryhalinen Taxa, wie im Fall der Gattung *Acartia*. Im Gegenzug wuchs der Anteil an marinen Vertretern, zum Beispiel von *Para-/Pseudocalanus* und von *Oithona* (Abb. 8), mit zunehmender Küstenentfernung an. Das Artenminimum lag seewärts von Helgoland (Abb. 9). Die Abbildung 9 spiegelt auch in gewisser Weise eine biozönotische Grundregel (THIENEMANN 1920) wider, indem hohe Abundanz mit geringer Vielfalt einhergeht (Dominanz versus Diversität).

GREVE et al. (2004) berechneten den mittlerem Wassertransport mit einem sogenannten DRIFT – Model für den Zeitraum 1975 bis 2003. Die Ergebnisse zeigten, dass das um Helgoland vorkommende Plankton, meistens aus Gebieten stammt, die den ostfriesischen Inseln vorgelagert sind. Der Vergleich der Verteilung von Chlorophyll-a (Abb. 7c) und der Gesamt-Abundanz des Zooplanktons (Abb. 10) lässt demzufolge vermuten, dass beide Komponenten nicht sukzessiv aufeinander folgten. Die höhere Chlorophyll-a-Konzentration scheint, wie auch die Salzgehaltsverteilung (Abb. 7a), eine Folge des Elbeeintrages zu sein, während das Zooplankton seinen Ursprung weiter südwestlich haben dürfte.

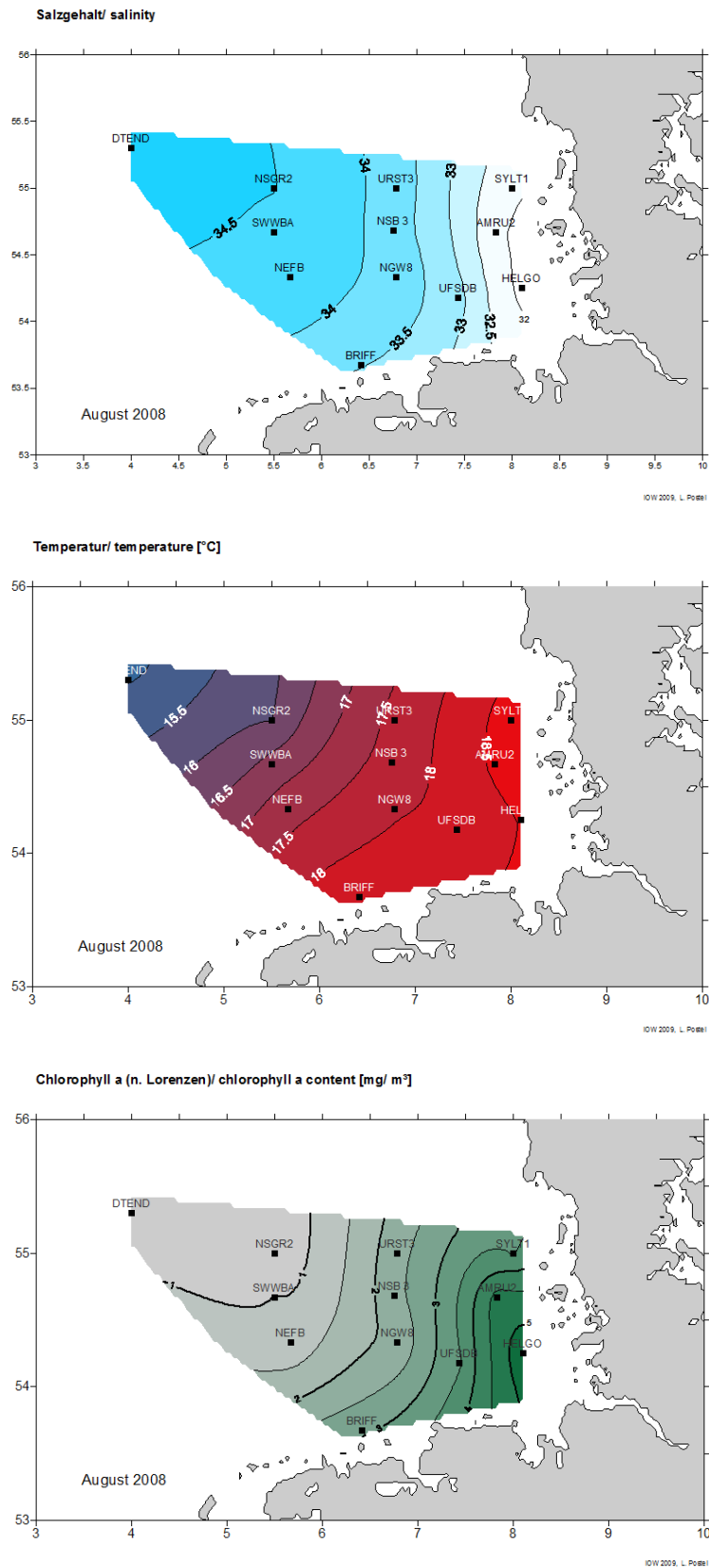


Abb. 7: Vertikal über die Probenentnahme-Tiefe gemittelte Verteilung von Salzgehalt, Temperatur und Chlorophyll *a* im August 2008.

Fig. 7: Salinity, temperature, and chlorophyll *a* distribution averaged over the net sampling depths in August 2008.

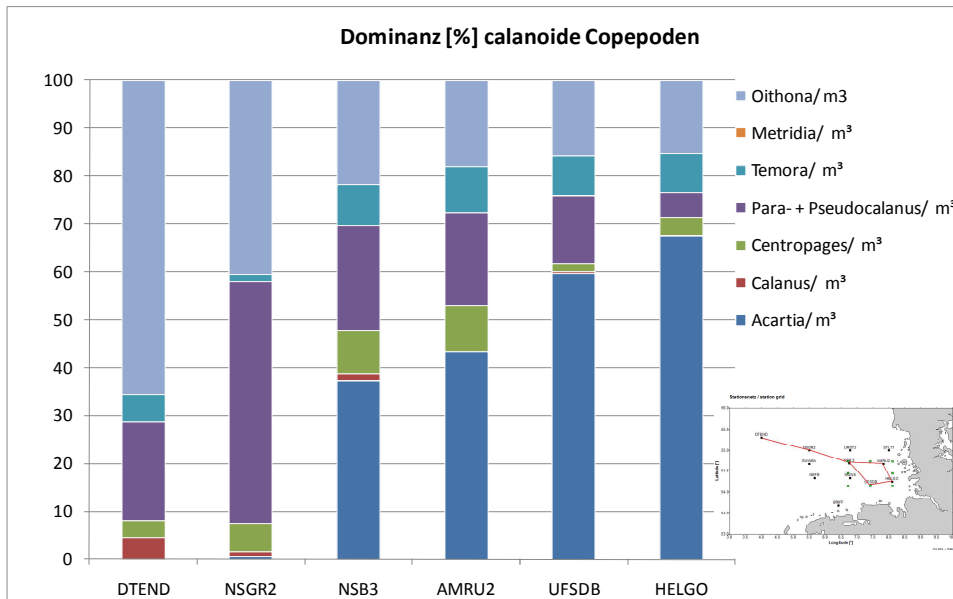


Abb. 8: Dominanz calanoider Copepoden im Umwelt-Gradienten zwischen Helgoland und der offenen Nordsee im Bereich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone im August 2008.

Fig. 8: Dominance (relative abundance) of clanoid copepods in the environmental gradient between Helgoland and the open North Sea within the German Exclusive Economic Zone in August 2008.

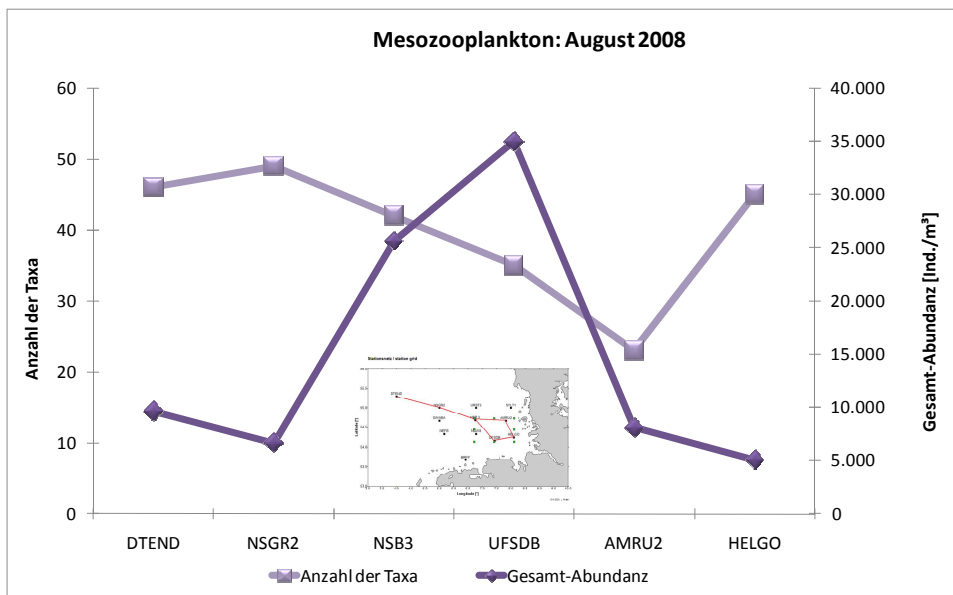


Abb. 9: Anzahl der Taxa und der Gesamt-Abundanz im Umwelt-Gradienten zwischen Helgoland und der offenen Nordsee im Bereich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone im August 2008.

Fig. 9: Number of taxa and total abundance in the environmental gradient between Helgoland and the open North Sea within the German Exclusive Economic Zone in August 2008.

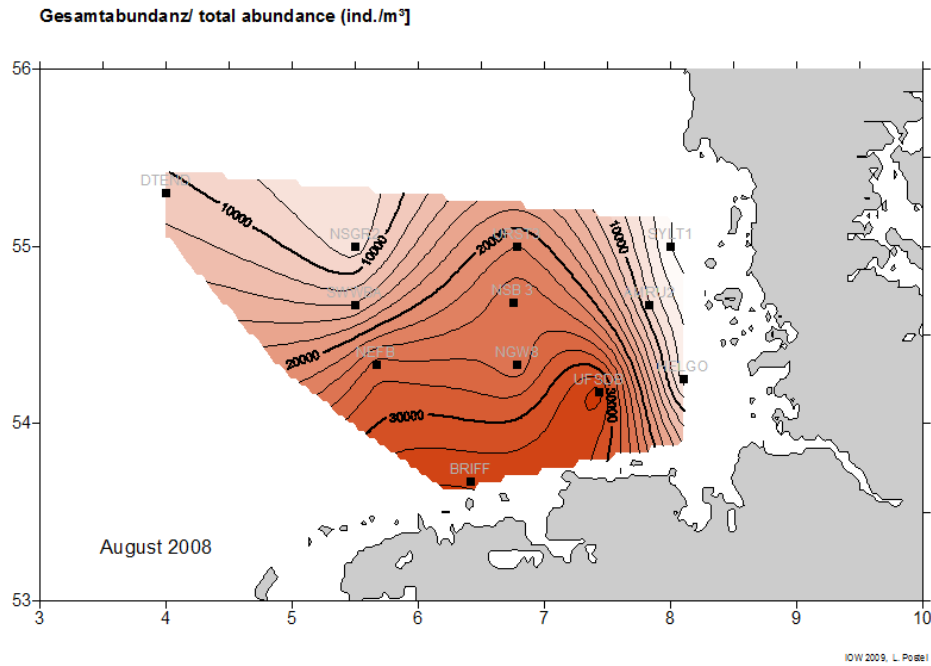


Abb. 10: Verteilung der Zooplankton-Gesamt-Abundanz in der Nordsee im Bereich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone im August 2008.

Fig. 10: Distribution of total zooplankton abundance in the North Sea within the German Exclusive Economic Zone in August 2008.

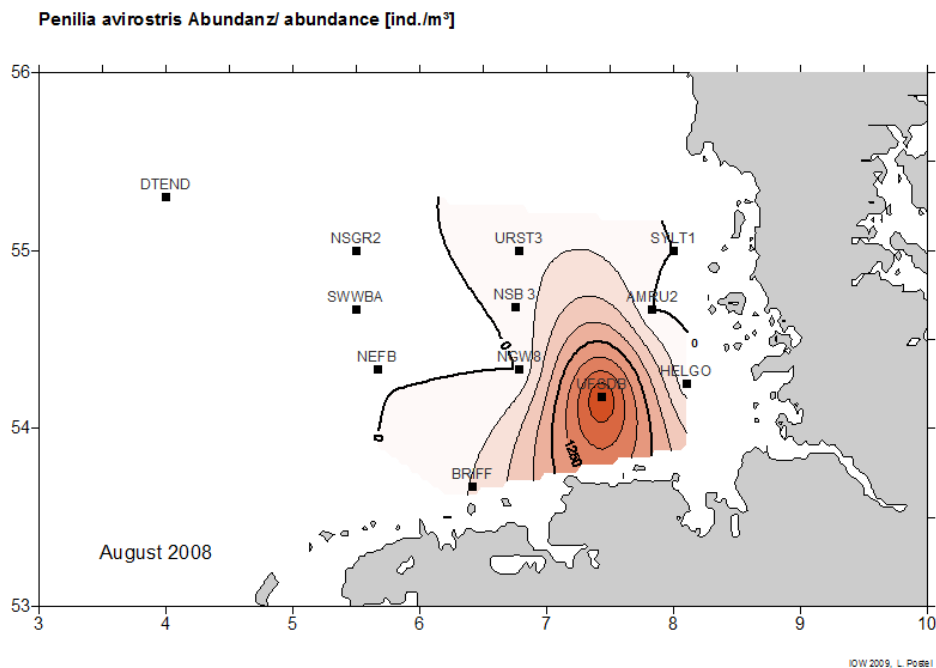


Abb. 11: Verteilung der Abundanz von *Penilia avirostris* in der Nordsee im Bereich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone im August 2008.

Fig. 11: Distribution of the *Penilia avirostris* abundance in the North Sea within the German Exclusive Economic Zone in August 2008.

Demzufolge ist es nicht verwunderlich dass *Penilia avirostris*, eine ursprünglich mediterrane Art, im Bereich des Zooplanktonmaximums westlich von Helgoland die höchste Konzentration zu verzeichnen hatte (Abb. 11). Numerisch macht sie etwa 6% der Gesamtabundanz an dieser Stelle aus. Diese Art wurde als Indikator für den Klimawandel in der Region betrachtet. Sie wurde 1991 erstmals gefunden und trat seitdem beständig im Spätsommerplankton um Helgoland auf (GREVE et al. 2004).

Nachdem in Abb. 8 die relative Verteilung der calanoiden Copepoden im Salzgehaltsgradienten gezeigt wurde, soll im Vergleich zu unseren Ostseeergebnissen (WASMUND et al. 2009) kurz auf die Rangfolge des quantitativen Vorkommens der Adulti eingegangen werden. Die Tabelle 9 zeigt die Abundanz-Maxima und die Station sowie den Zeitpunkt des Auftretens. Wie in der Ostsee (WASMUND et al. 2009) sind auch hier die *Acartia*- Arten numerisch am meisten präsent. Die einst dominierenden *Calanus*- Arten (LINDLEY et al. 1995) lagen um zwei Größenordnungen darunter. Insgesamt ergab sich eine Summe der Maxima von etwa 20.000 Ind./m³. Das liegt etwas unter den Ostseeverhältnissen. Dort wurde ein Summenmaximum von 25-30 Tausend Ind./m³ berichtet und als „carrying capacity“ interpretiert (POSTEL in WASMUND et al. 2009). Den Zahlen nach zu urteilen, besitzt die Ostsee demzufolge einen höheren Trophiegrad.

Tab. 9

Maxima der adulten calanoiden Copepoden (M Männchen, W Weibchen) mit Angabe von Station und Zeitpunkt des Auftretens.

Table 9

Maxima of adult calanoid copepod abundance (M male, W female) including station and time of occurrence.

Gattung	Maxima (M+W) [Ind./ m³]	Station	Zeitpunkt Datum
Acartia	11302	ES1	10.08.2008
Para-+Pseudocalanus	5043	SYLT1	28.03.2008
Temora	2133	SWWBA	30.05.2008
Centropages	730	BRIF	30.05.2008
Calanus	108	DTEND	08.08.2008
Anomalocera	65	DTEND	08.08.2008
Metridia	31	NSGR2	31.03.2008
Candacia	2	NSGR2	09.08.2008
Microcalanus	2	NSGR2	04.02.2008
Summe	19417		

3.4 Makrozoobenthos

Im Frühjahr und Herbst 2008 wurden an 12 Stationen (3 Stationen konnten auf Grund schlechter Wetterbedingungen im Herbst nicht beprobt werden) je 3 Parallelproben mit einem van-Veen-Greifer genommen und auf Makrozoobenthos untersucht (Tab. 10). Zusätzlich kam an allen Stationen eine Dredge zum Einsatz, um die selteneren und vagilen Arten zu erfassen.

3.4.1 Sedimentdaten

An den 12 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 (Tab. 10).

Tab. 10

Abiotische Parameter an den 12 Monitoringstationen im Frühjahr (F) und Herbst (H) 2008 (Org=Organischer Gehalt im Sediment in %, KG=mittlere Korngröße in μm , O_2 =Sauerstoffgehalt im bodennahen Wasser in ml/l, S=bodennaher Salzgehalt in psu).

Table 10

Abiotic parameters at 12 monitoring stations at spring (F) and autumn (H) 2008 (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 psu).

Station	Org (%)	KG (μm)	O_2 (ml/l)	S (psu)	Tiefe (m)	Sedimentansprache an Bord
AMRU2-F	0,23	462	6,55	30,1	16,5	grober Mittelsand
AMRU2-H	0,24	506	5,86	33,1	17,0	grober Mittelsand
DTEND-F	0,42	190	6,53	34,9	32,6	Feinsand mit Muschelschill
DTEND-H	0,36	177	6,08	34,7	31,0	Feinsand mit Muschelschill
ES1-F	0,34	302	7,28	33,0	23,2	Mischsande mit viel Muschelschill
ES1-H	0,44	220	5,91	33,2	23,0	Mischsande mit viel Muschelschill
HELGO-F	0,32	366	6,45	29,2	15,9	Mittelsand
HELGO-H	0,29	441	5,92	31,9	16,0	Mittelsand
NEFB-F	1,32	168	6,28	35,0	41,9	schlickiger Feinsand
NEFB-H	1,13	75	5,73	34,4	42,0	schlickiger Feinsand
NGW8-F	1,16	135	6,43	34,8	38,0	schlickiger Feinsand
NGW8-H	1,08	119	5,74	34,7	39,0	schlickiger Feinsand
NSB3-F	1,62	83	6,46	34,5	42,0	schlickiger Feinsand
NSGR2-F	0,48	151	6,31	34,7	41,4	Feinsand mit Organik
SWWBA-F	0,62	154	6,46	34,7	44,7	schlickiger Feinsand
SWWBA-H	0,96	140	5,73	34,4	42,0	schlickiger Feinsand
SYLT1-F	0,50	455	6,57	29,9	16,0	grober Mittelsand
SYLT1-H	0,31	436	5,98	32,1	16,0	grober Mittelsand
UFSDB-F	1,64	88	6,27	33,8	39,3	schlickiger Feinsand
UFSDB-H	1,35	90	5,73	33,7	41,0	schlickiger Feinsand
URST3-F	0,60	170	6,32	34,4	36,2	Feinsand

3.4.2 Artenzahl

Die Gesamtartenzahl (Frühjahr und Herbstbeprobung sowie alle 12 Stationen zusammengefasst) betrug 218 (siehe Tab. 11). Die Artenzahl war relativ hoch, kann jedoch auf Grund fehlender Daten aus den Vorjahren nicht verglichen werden. Die Erhebung muss als *status quo* für die 12 Monitoringstationen im Seegebiet der deutschen AWZ verstanden werden. An den Stationen rangierte die Artenvielfalt zwischen 34 (Stn. NSB₃) und 82 (Stn. DTEND). Betrachtet man die Frühjahr und Herbstbeprobung separat so variierten die Artenzahlen zwischen 23 (Stn. AMRUM2-Frühjahr) und 65 (Stn. NEFB-Frühjahr) (Abb. 12).

Die Makrozoobenthosgemeinschaften wurden und werden maßgeblich durch die Umweltbedingungen beeinflusst und hier in erster Linie durch die Sedimenteigenschaften und die Bodenstruktur (siehe Tab. 10). Stark exponierte, eher grobsandige Sedimente waren völlig anders besiedelt als organisch angereicherte Feinsande (siehe z.B. Abb. 13). Insbesondere die Gruppen der Crustacea und der Polychaeta profitieren von den Bedingungen in der Nordsee mit dem stark variierenden Strömungsregime und dem enormen Einfluss durch die Bodennetzfischerei (Abb. 14). Vor allem opportunistische Arten bzw. Taxa scheinen davon bevorteilt zu sein. Langlebige Arten der Mollusca und der Echinodermata sind unterrepräsentiert.

Tab. 11 (siehe Seite 41-47):

Verbreitung des Makrozoobenthos an den 12 Stationen im Jahre 2008. In der 3. Spalte sind die Arten der Roten Liste (RACHOR 1998) indiziert (1=vom Austerben bedroht, 2=stark gefährdet, 3=gefährdet, R=extrem selten, G=Gefährdung anzunehmen, V=Vorwarnliste). Die Zahlen bei den Stationen bedeuten 1=nur im Frühjahr gefunden, 2=nur im Herbst gefunden, 3=im Frühjahr und Herbst gefunden, 1*=nur im Frühjahr beprobt und gefunden.

Table 11 (see page 41-47):

Distribution of macrozoobenthos at 8 stations in November 2008. In the right column the red list (RACHOR 1998) species are indicated (1=critically endangered, 2=endangered, 3=vulnerable, R=extreme rare, G=probably vulnerable, V=near threatened). The numbers at stations indicate 1=recorded in spring, 2=recorded in autumn, 3=recorded in spring and autumn, 1*=sampled only in spring and recorded.

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ES1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Hydrozoa	Abietinaria abietina	*				2								
Hydrozoa	Abietinaria sp.	*	2		1									
Amphipoda	Abludomelita obtusata	*	1	3			1	3	1*	1*	1	1	2	
Bivalvia	Abra alba	*			3	2		2	1*				2	
Bivalvia	Abra nitida	G					3				3		1	
Gastropoda	Aclis minor	*											1	
Gastropoda	Acteon tornatilis	*					1	2	1*					
Bryozoa	Alcyonidium diaphanum	*		1		2								
Bryozoa	Alcyonidium polyoum	*		2								2		
Amphipoda	Ampelisca brevicornis	*			2		3	1	1*	1*	3	1	3	
Amphipoda	Ampelisca tenuicornis	*					2				3		1	
Polychaeta	Amphictene auricoma	*					2				3		3	
Amphipoda	Amphilochus neapolitanus	*				2								
Echinodermata	Amphiura filiformis	*		3			3			1*	3		3	1*
Polychaeta	Anaitides citrina	*			2									
Pycnogonida	Anoplodactylus petiolatus	*											1	
Anthozoa	Anthozoa indet.	*		1	1	1								
Anthozoa	Anthozoa indet. 1	*			2									
Anthozoa	Anthozoa indet. 2	*			2									
Polychaeta	Aonides paucibranchiata	*	3	1	1	3	1					1		
Amphipoda	Aora typica	*		1				2						
Amphipoda	Apherusa cirrus	*					1				1			
Polychaeta	Aphrodita aculeata	*		1							2			
Amphipoda	Argissa hamatipes	*											1	
Ascidiacea	Asciidiella scabra	*												1*
Echinodermata	Asterias rubens	*	1		2	1	1	3	1*		1	3	1	
Echinodermata	Astropecten irregularis	*					2	1		1*	1			
Amphipoda	Atylus falcatus	*										1		
Amphipoda	Atylus swammerdami	*	3	3				3	1*					
Polychaeta	Autolytus sp.	*	2	2	2	2						2	1	
Cirripedia	Balanus crenatus	*		2		1						1		
Amphipoda	Bathyporeia elegans	*		3			1							
Amphipoda	Bathyporeia guilliamsoniana	*		1										1*
Amphipoda	Bathyporeia nana	*			1		2			1*	1			

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ES1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Amphipoda	Bathyporeia pelagica	*						1				1		1*
Cumacea	Bodotria scorpioides	*									1			
Bryozoa	Bowerbankia gracilis	*					1							
Polychaeta	Brada villosa	*											2	
Leptocardii	Branchiostoma lanceolatum	*				2								
Polychaeta	Bylgides sarsi	*			2	2		2						
Decapoda	Callianassa subterranea	G					3	2			1			
Decapoda	Cancer pagurus	*				3								
Polychaeta	Capitella capitata	*			2									
Polychaeta	Chaetozone setosa	G		3	2					1*	2		1	
Bivalvia	Chamelea gallina	*		3		1	1	3	1*	1*	3		3	1*
Polychaeta	Clymenura leiopygos	*		2										
Hydrozoa	Clytia hemisphaerica	*	2	3	2	2	2	2				2	2	
Bivalvia	Cochlodesma praetenuae	*				1								
Bivalvia	Corbula gibba	G			3		3	3		1*	3		3	
Amphipoda	Corophium sextonae	*				2								
Hydrozoa	Corymorpha nutans	G		2		2								
Decapoda	Corystes cassivelaunus	*		1			3	3		1*			1	
Decapoda	Crangon allmanni	*	2			2		2						
Decapoda	Crangon crangon	*	3		3	3	3		1*	1*	3	3	2	1*
Bryozoa	Cribrilina punctata	*											2	
Bryozoa	Crisia eburnea	*				3								
Nemertina	Cyanophthalma obscura	*		2		2					2			
Gastropoda	Cylichna cylindracea	*		3				1	1*	1*	3		3	
Cumacea	Diastylis bradyi	*			2						1	1	2	
Cumacea	Diastylis laevis	*			2				1*		3		2	
Cumacea	Diastylis rathkei	*			1				1*					
Cumacea	Diastylis rugosa	*		2			1							
Hydrozoa	Dicoryne sp.	*					2	2	1*	1*	2			1*
Polychaeta	Diplocirrus glaucus	*					3				2		1	
Bivalvia	Dosinia exoleta	*		2	1						2			1*
Decapoda	Ebalia nux	*		2			2							
Decapoda	Ebalia tuberosa	*		1			1							1*
Echinodermata	Echinocardium cordatum	*	3	3	3	2	3	1	1*	1*	3	3	1	1*

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ES1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Echinodermata	Echinocyamus pusillus	3												1*
Anthozoa	Edwardsia sp.	*		3	1					1*	2		3	1*
Bryozoa	Electra crustulenta	*				1								
Bryozoa	Electra pilosa	*	2	3	2	3	2	3			3	2	2	
Bivalvia	Ensis directus	*	3		3	3						1		1*
Polychaeta	Eteone flava	*		1										
Polychaeta	Eteone longa	*		2	3			2						
Hydrozoa	Eudendrium sp.	*	1											
Cumacea	Eudorella truncatula	*					1		1*				1	
Polychaeta	Eulalia bilineata	G				2		2						
Polychaeta	Eumida bahusiensis	*											2	
Polychaeta	Eumida sanguinea	*	2		3	3							1	
Polychaeta	Eunereis longissima	*			1						2			
Gastropoda	Euspira catena	*										1		
Gastropoda	Euspira pulchella	*		3			3	3	1*	1*	3		3	
Polychaeta	Exogone hebes	*									2			
Bryozoa	Flustra foliacea	*	1			3						2		
Decapoda	Galathea squamifera	G				2								
Amphipoda	Gammaropsis nitida	*	2	3	2	2						3		
Bivalvia	Gari fervensis	*						1						
Mysida	Gastrosaccus spinifer	*	3		1	1	1					3		1*
Polychaeta	Gattyana cirrhosa	*		1										
Polychaeta	Glycera alba	G	1			3	3				3			1*
Polychaeta	Glycera lapidum	G	2	2				2				3		
Polychaeta	Glycinde nordmanni	*		1	1		3				2			
Sipuncula	Golfingia vulgaris	*					1				1			
Decapoda	Goneplax rhomboides	*					1				2			
Polychaeta	Goniada maculata	*		3	1		3	3	1*	1*	3		3	1*
Polychaeta	Goniadella bobrezkii	*	1			3				1*		3		
Bivalvia	Goodallia triangularis	*	2		1	3								
Amphipoda	Harpinia antennaria	*					3			1*	3			
Polychaeta	Heteromastus filiformis	*									2	1		
Amphipoda	Hippolyte varians	G				2								
Amphipoda	Hippomedon denticulatus	*		3			2			1*	1			1*

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ES1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Gastropoda	<i>Hyala vitrea</i>	*					1	3	1*		3		1	
Hydrozoa	<i>Hydractinia echinata</i>	*		3	2	1						1	2	
Amphipoda	<i>Hyperia galba</i>	*		2							3			
Isopoda	<i>Ione thoracica</i>	*					1							
Amphipoda	<i>Iphimedia obesa</i>	*		1										
Cumacea	<i>Iphinoe trispinosa</i>	*												1*
Bivalvia	<i>Kurtiella bidentata</i>	V		1	3	1		3	1*		3		3	
Polychaeta	<i>Lagis koreni</i>	G		2	2	2				1*				
Polychaeta	<i>Lanice conchilega</i>	*	3	1	2	3						3	1	
Amphipoda	<i>Leucothoe incisa</i>	*			2		2	1				2	3	
Amphipoda	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	*									2			
Nemertina	<i>Lineus ruber</i>	*		3				1	1*		1		1	
Decapoda	<i>Liocarcinus depurator</i>	*			2									
Decapoda	<i>Liocarcinus holsatus</i>	*	2	3	3	3	3	2		1*	2	1		
Bivalvia	<i>Lucinoma borealis</i>	*		1			1				1			1*
Polychaeta	<i>Lumbrineris latreilli</i>	*					2							
Decapoda	<i>Macropodia deflexa</i>	*			2									
Decapoda	<i>Macropodia linaresi</i>	*	2		2	2								
Decapoda	<i>Macropodia rostrata</i>	*	1											
Bivalvia	<i>Mactra stultorum</i>	3						2						
Polychaeta	<i>Magelona alleni</i>	G		3			2	3	1*	1*	1		3	
Polychaeta	<i>Magelona mirabilis</i>) ¹	*		3	3	1	3	3	1*	1*	3		3	1*
Polychaeta	<i>Malmgreniella castanea</i>	*					1							
Polychaeta	<i>Malmgreniella lunulata</i>	*				1						1	1	
Amphipoda	<i>Melita hergensis</i>	*			2	2								
Anthozoa	<i>Metridium senile</i>	G										1		
Amphipoda	<i>Microtopus maculatus</i>	*	3		2	2						2		
Polychaeta	<i>Myriochele oculata</i>	*					2							
Bivalvia	<i>Mysia undata</i>	*					2				2			
Bivalvia	<i>Mytilus edulis</i>	*	1		2				1*					
Gastropoda	<i>Nassarius incrassatus</i>	G			3									
Isopoda	<i>Natatolana borealis</i>	*					1							
Nemertina	<i>Nemertina indet.</i>	*	2	3	3	1	3	3		1*	2		3	1*
Polychaeta	<i>Nephtys caeca</i>	*	3	3	3	3	3	1		1*		3		1*

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ES1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Polychaeta	Nephtys hombergii	*		1	2		3	3	1*	1*	3		3	1*
Polychaeta	Nephtys incisa	*					2				1			
Polychaeta	Notomastus latericeus	*	1	3	3	1	1				2	2	3	
Bivalvia	Nucula nitidosa	*					3	3	1*	1*	3		3	1*
Pycnogonida	Nymphon brevistre	*				2								
Hydrozoa	Obelia dichotoma	*											2	
Hydrozoa	Obelia geniculata	*	2	1								2		
Hydrozoa	Obelia longissima	*			2	2						2		
Hydrozoa	Obelia sp.	*											1	
Oligochaeta	Oligochaeta indet.	*			2									
Polychaeta	Ophelia limacina	*	2	1	1						2			
Echinodermata	Ophiocten affinis	G	3	2	3	3	1						3	
Polychaeta	Ophiodromus flexuosus	*					3							
Echinodermata	Ophiura albida	*			1									
Echinodermata	Ophiura ophiura	*			3						1	1		
Amphipoda	Orchomene nana	*						1	1*					
Polychaeta	Owenia fusiformis	*		2			3	3			3		3	1*
Decapoda	Pagurus bernhardus	*		3	3	1	3					1	2	
Decapoda	Pandalina brevistris	G	2											
Decapoda	Pandalus montagui	*				2								
Amphipoda	Pariambus typicus	*	2		2	3		1	1*	1*		2	1	
Amphipoda	Perioculodes longimanus	*		2						1*			1	1*
Bivalvia	Phaxas pellucidus	G		3			1	2	1*	1*	3		3	1*
Hydrozoa	Phialella quadrata	*					1	1			3			1*
Decapoda	Philocheras bispinosus	G					2	2			2		2	
Decapoda	Philocheras trispinosus	G	2		3	3						2		
Polychaeta	Pholoe assimilis	*					1				1		1	
Polychaeta	Pholoe baltica	*					3			1*			3	
Polychaeta	Pholoe inornata	*					1						1	
Phoronida	Phoronis sp.	*		3			3	3	1*	1*	3		3	1*
Amphipoda	Phtisica marina	*		2										
Polychaeta	Phyllodoce laminosa	*					3	1					1	
Polychaeta	Phyllodoce lineata	*				1	1							
Polychaeta	Phyllodoce maculata	G			2		2	2				1		

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ES1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Polychaeta	Phyllodoce mucosa	*			3	3								
Polychaeta	Phyllodoce rosea	*		2										
Polychaeta	Pisione remota	*	2											
Polychaeta	Podarkeopsis helgolandica	*		2	1		1	3		1*	3		3	
Polychaeta	Polygordius lacteus	*	3											
Polychaeta	Pomatoceros triqueter	*		3										
Decapoda	Processa nouveli	G		1	2	2	3	2		1*	3		1	
Gastropoda	Propebela turricula	*						3	1*				2	1*
Isopoda	Pseudione borealis	*					2				1			
Isopoda	Pseudione caspersi	*					1							
Cumacea	Pseudocuma longicorne	*								1*				
Polychaeta	Pseudopolydora pulchra	*											1	
Anthozoa	Sagartia sp.	*	1											
Mysida	Schistomysis ornata	*	3	3	1	1	3	3	1*	1*	3	1	1	
Polychaeta	Scolecipis bonnieri	*				3				1*		1		
Polychaeta	Scolecipis foliosa	*				1								
Polychaeta	Scolecipis squamata	*												1*
Polychaeta	Scoloplos armiger	*		3	3			3		1*			2	1*
Amphipoda	Scopelocheirus hopei	*	2	3			1			1*		1		
Hydrozoa	Sertularia cupressina	3	2											
Polychaeta	Sigalion mathildae	G		3				2						
Amphipoda	Siphonocetes kroyeranus	*		3										
Polychaeta	Spio filicornis	*		2	3	3		2		1*				1*
Polychaeta	Spio goniocephala	*										1		
Polychaeta	Spio martinensis	*			2									
Polychaeta	Spiophanes bombyx	*		3	2	3	3	3	1*	1*	3	3	1	1*
Bivalvia	Spisula solida	G	2		2									
Bivalvia	Spisula subtruncata	G		3	2	2	3	2				3	1	
Amphipoda	Stenothoe marina	*	2											
Amphipoda	Stenula rubrovittata	*		2										
Polychaeta	Sthenelais limicola	*		3		1	3	2		1*	3		3	1*
Polychaeta	Streptosyllis websteri	G		2										
Echinodermata	Tachythyone elongata	G					2							
Bivalvia	Tellimya ferruginosa	*		3	2	1	3	1	1*		3		1	

Gruppe	Name	RL	AMRU2	DTEND	ES1	HELGO	NEFB	NGW8	NSB3	NSGR2	SWWBA	SYLT1	UFSDB	URST3
Bivalvia	Tellina fabula	*		3	2									1*
Bivalvia	Tellina pygmaea	*				3		2						
Bivalvia	Tellina tenuis	3	1			3						3	3	
Decapoda	Thia scutellata	G				2								
Bivalvia	Thracia papyracea	*		2			1	1						
Bivalvia	Thracia pubescens	*					2	2					2	1*
Bivalvia	Thyasira flexuosa	*						3	1*	1*			3	
Polychaeta	Tomopteris septentrionalis	*		2										
Plathemintes	Turbellaria indet.	*					3				3	1		
Gastropoda	Turritella communis	G					3	3	1*		3			
Decapoda	Upogebia stellata	1					1							
Amphipoda	Urothoe elegans	*		1										
Amphipoda	Urothoe poseidonis	*		3	2									1*
Gastropoda	Vitreolina philippi	*											1	
Artenzahl	218		45	82	74	69	85	63	34	43	70	46	73	38

)¹ Taxonomisch ist die Zuordnung zu *Magelona mirabilis* nicht unumstritten, da nach FIEGE et al. (2000) hauptsächlich *M. johnstoni* im Tiefenwasser zu erwarten gewesen wäre. In der vorliegenden Studie konnten wir jedoch den Argumenten nicht folgen, da die Merkmalsausprägung an den gefundenen Organismen nicht eindeutig waren.

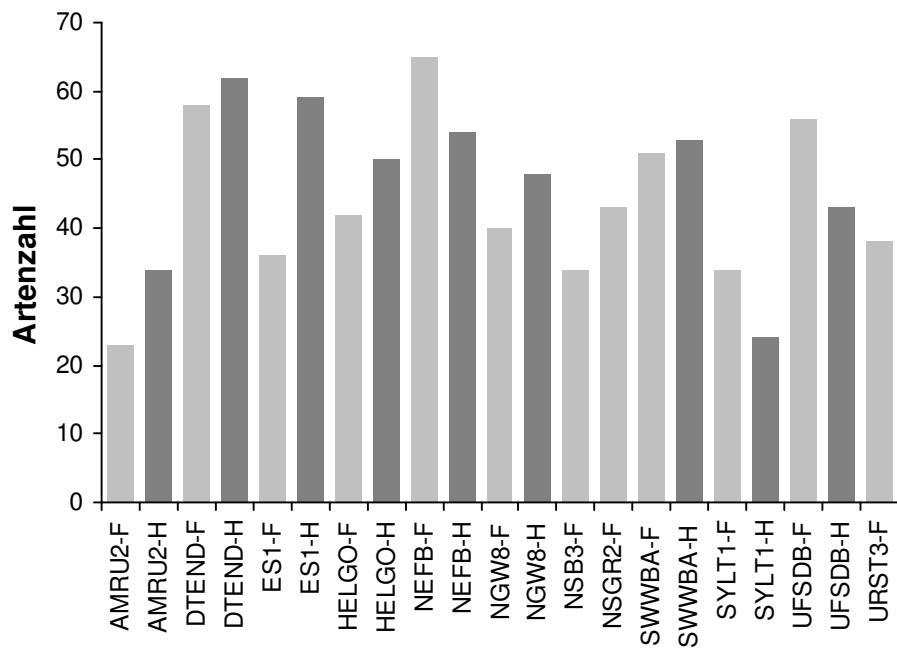


Abb. 12: Artenzahlen an den 12 Monitoringstationen separiert nach Frühjahrs- und Herbstbeprobung. 3 Stationen wurden auf Grund schlechter Witterungsbedingungen im Herbst nicht beprobt.

Fig. 12: Species number at 12 monitoring stations during spring and autumn sampling. 3 stations were not sampled in autumn because of bad weather conditions.

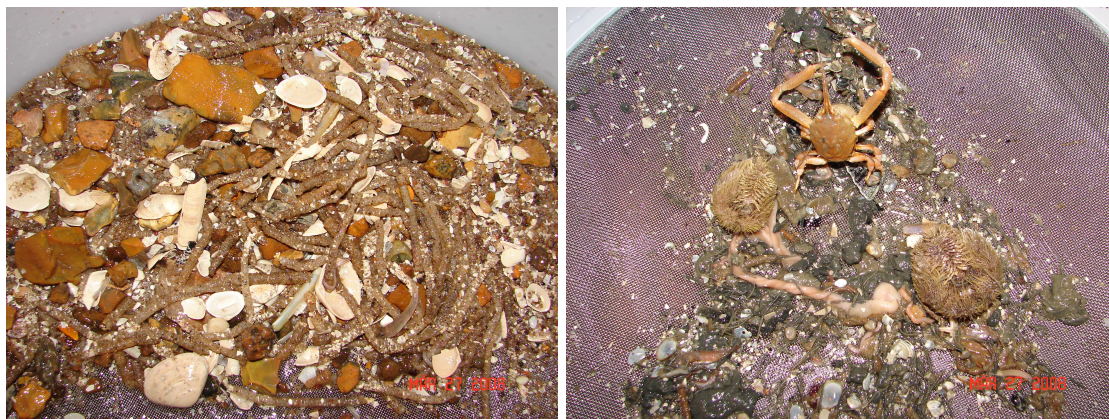


Abb. 13: Impressionen der Makrofauna von zwei sehr unterschiedlichen Biotopen im Jahr 2008. Links: *Lanice conchilega* dominierte Gemeinschaft von HELGO-Frühjahr, Wassertiefe 15,9 m, Organik 0,32 %, mittl. Korngröße 366 μm . Rechts: *Phoronis* sp. dominierte Gemeinschaft mit *Echinocardium cordatum* und *Corystes cassivelaunus* von UFSDB-Frühjahr, Wassertiefe 39,3 m, Sediment-Organik 1,64 %, Sediment mittl. Korngröße 88 μm .

Fig. 13: Impressions of macrofauna from two different water depths and sediment characteristics in 2008. Left: *Lanice conchilega* dominated community at HELGO-spring, water depth 15,9 m, organic 0,32, mean grain size 366 μm . Right: *Phoronis* sp. dominated community with *Echinocardium cordatum* and *Corystes cassivelaunus* at UFSDB-spring, water depth 39,3 m, organic content of sediment 1,64 %, sediment mean grain size 88 μm .

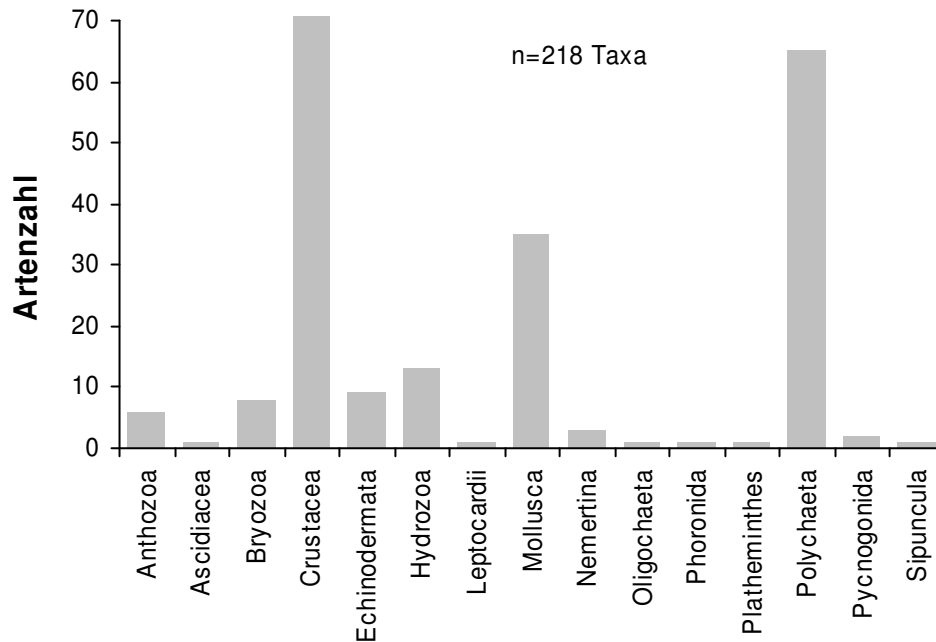


Abb. 14: Zusammensetzung des Makrozoobenthos an den 12 Monitoringstationen im Jahr 2008.

Fig. 14: Composition of the macrozoobenthos at the 12 monitoring stations in 2008.

3.4.3 Abundanz

Nicht nur die Artenvielfalt sondern auch die Individuendichte wird maßgeblich durch die oben genannten Faktoren bestimmt. Während die eher flachen und exponierten Bereiche vor Amrum und Sylt mit geringen Abundanzen besiedelt waren (maximal 200 Ind./m²), wurden in den tieferen Bereichen der Nordsee höhere Dichten beobachtet (siehe Abb. 15). Maximale Werte von 3000 bis 4000 Ind./m² wurden an der Station südwestlich der Weißen Bank (SWWBA) im Frühjahr und in der zentralen Deutschen Bucht (UFSDDB) im Frühjahr registriert. Welche Art jeweils die Individuendichte dominierte, variierte zum Teil erheblich. So wurde *Corbula gibba* als dominante Art an der Station SWWBA im Frühjahr und Herbst (50 bis 80 %) festgestellt. *Magelona mirabilis* erreichte 55 bis 65 % an NGW8 und ES1 im Herbst. Auf der Doggerbank war es v.a. *Bathyporeia elegans* der die Gemeinschaft dominierte. Als letztes sei noch *Nucula nitidosa* erwähnt, die hauptsächlich in den tieferen Bereichen der Deutschen Bucht häufig auftrat (z.B. NGW8, NSB3, UFSDDB).

3.4.4 Biomasse

Die aschefreie Trockenmasse variierte an den Stationen zwischen 1,82 g/m² an der Station NSGR2 im Frühjahr und 20,77 g/m² an der Station ES1 nördlich Borkum (Abb. 16). Ein genereller Trend von flach zu tief kann nicht festgestellt werden. Die an den Stationen biomassedominierten Gruppen oder Arten sind recht unterschiedlich. Einige Arten, die erhebliche Dominanzen in der Biomasse erreichten, sollen im folgenden beispielhaft genannt werden. *Ensis directus* erreichte im Frühjahr auf AMRU2 und ES1 jeweils über 80 %. *Echinocardium cordatum* zeigte auf der Doggerbank (DTEND) im Frühjahr und im Herbst und auf NGW8-Frühjahr sowie auf SWWBA-Frühjahr und NSB3-Frühjahr erhebliche Dominanzen (50 bis 80 %). *Lanice conchilega* dominierte die Biomasse bei HELGO mit 60 bzw. 33 %. *Nephtys hombergii* erreichte auf NGW8-Herbst und auf URST3-Frühjahr 40 bzw. 50 % der Biomasse.

Nephtys caeca zeigte auf SYLT1 sowohl im Frühjahr als auch im Herbst die höchsten Biomassen (>40 %).

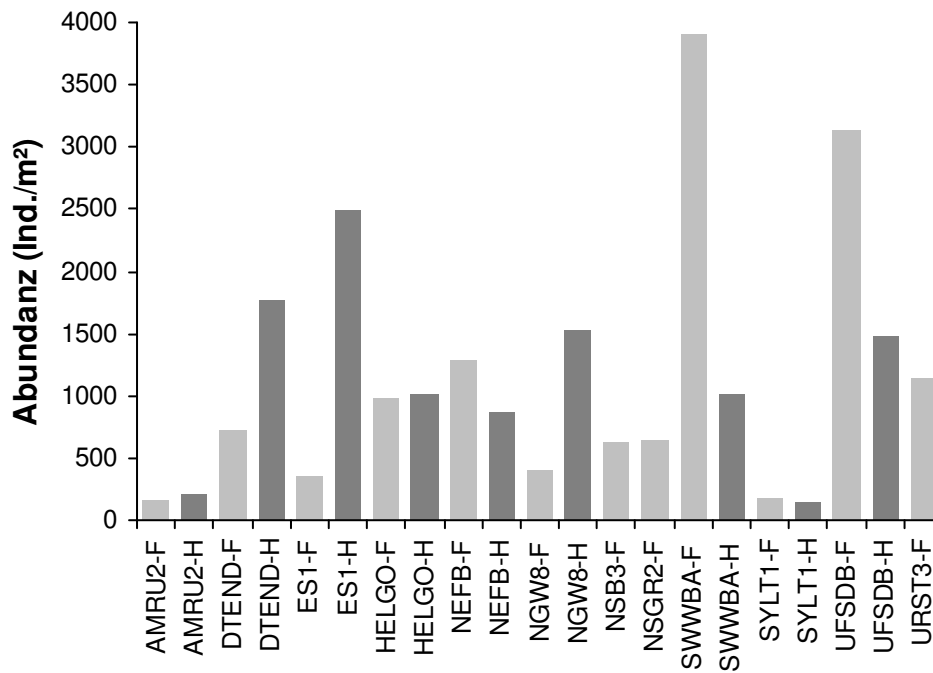


Abb. 15: Individuendichte des Makrozoobenthos an den 12 Monitoringstationen im Frühjahr und Herbst 2008.

Fig. 15: Abundance of macrozoobenthos at 12 monitoring stations at spring and autumn 2008.

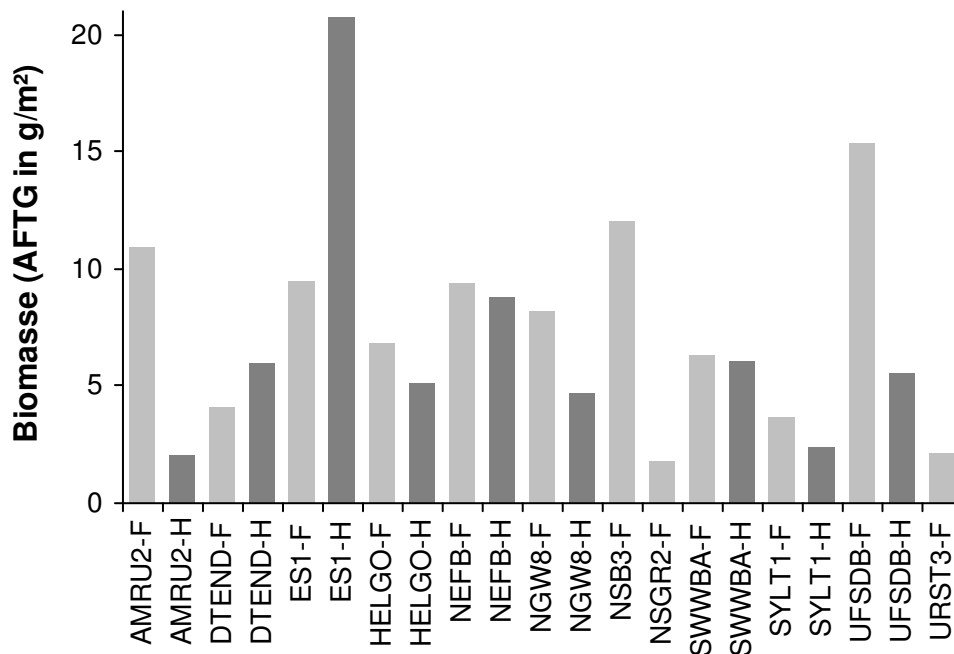


Abb. 16: Aschefreies Trockengewicht an den 12 Monitoringstationen im Frühjahr und Herbst 2008.

Fig. 16: Ash free dry weight at 12 monitoring stations at spring and autumn 2008.

3.4.5 Lebensgemeinschaften

Bei der Lebensgemeinschaftsanalyse (Clusteranalyse nach Bray-Crutis-Ähnlichkeit) kristallisierten sich im Wesentlichen 2 Gruppen heraus (Abb. 17). Die eine Gruppe setzte sich aus Stationen zusammen, die zum einen eine geringe Wassertiefe (16 bis 23 m) und zum anderen grobere Sande oder Mischsande aufwiesen (siehe Tab. 10). 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 conchylega* und *Nephtys caeca*. Auch *Goniadella bobrezkii* und *Magelona mirabilis* traten teilweise häufig auf. Die anderen tieferen Stationen (31 bis 45 m) bildeten eine zweite Gruppe, die sich außerdem durch Feinsande mit erhöhtem Schlickanteil auszeichneten (siehe Tab. 10). Einzig die Station auf der Doggerbank (DTEND, 31 bis 33 m Tiefe) und die Station im nördlichen Elbeurstromtal (URST3, 36 m Tiefe) grenzten sich etwas von der zweiten Gruppe ab. Während die „tiefe Gruppe“ (38 bis 45 m Tiefe) durch die Muschel *Nucula nitidosa* charakterisiert wurde (siehe Abb. 18) wurde die Doggerbank hauptsächlich von den Amphipoden *Bathyporeia elegans* (>200 Ind./m²) beherrscht. An der Station URST3 wiederum waren es *Magelona mirabilis* und *Phoronis* sp., die dominant auftraten.

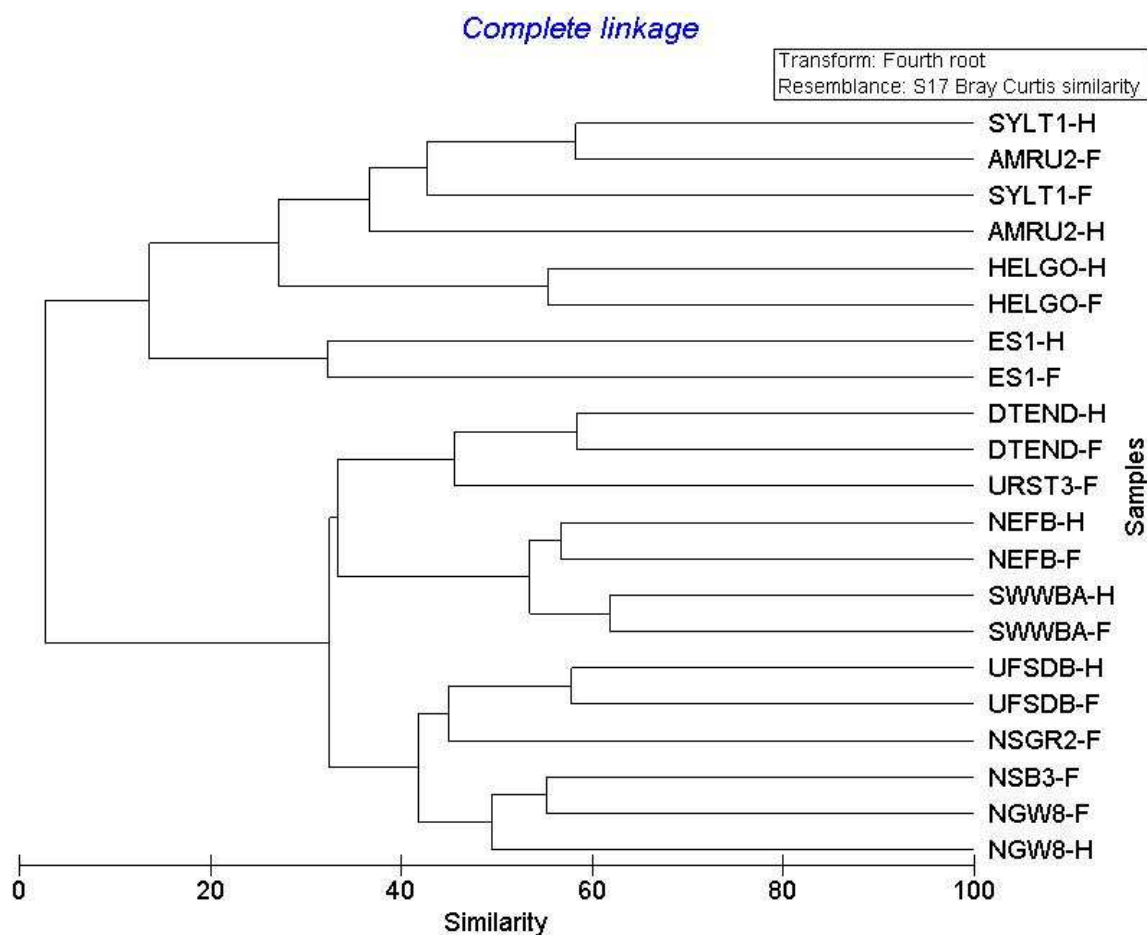


Abb. 17: Clusteranalyse der benthischen Lebensgemeinschaften an den 12 Monitoringstationen im Frühjahr (F) und Herbst (H) 2008 basierend auf der Abundanz.

Fig. 17: Cluster analysis of benthic communities at 12 monitoring stations at spring (F) and autumn (H) 2008 based on the abundance.

Man muss allerdings hervorheben, dass auch andere Arten, wenigstens saisonal, eine große Rolle gespielt haben. So trat beispielsweise die Anthozoe *Edwardsia* sp. im Herbst dominant an der Station DTEND auf. Oder *Corbula gibba* wurde saisonal an NEFB und SWWBA sehr häufig beobachtet. *Amphiura filiformis* trat zwar regelmäßig auf, erreichte jedoch nur sporadisch größere Abundanzen (z.B. Stn. NEFB). *Owenia fusiformis* konnte nur im Herbst an UFSDB häufig (364 Ind./m²) nachgewiesen werden. Die mit einer Präsenz von >70 % am regelmäßigsten verbreiteten Organismen während der beiden Beprobungskampagnen waren *Crangon crangon*, *Echinocardium cordatum*, *Magelona mirabilis*, *Nemertina* indet., *Nephtys caeca*, *Schistomysis ornata* und *Spiophanes bombyx*.

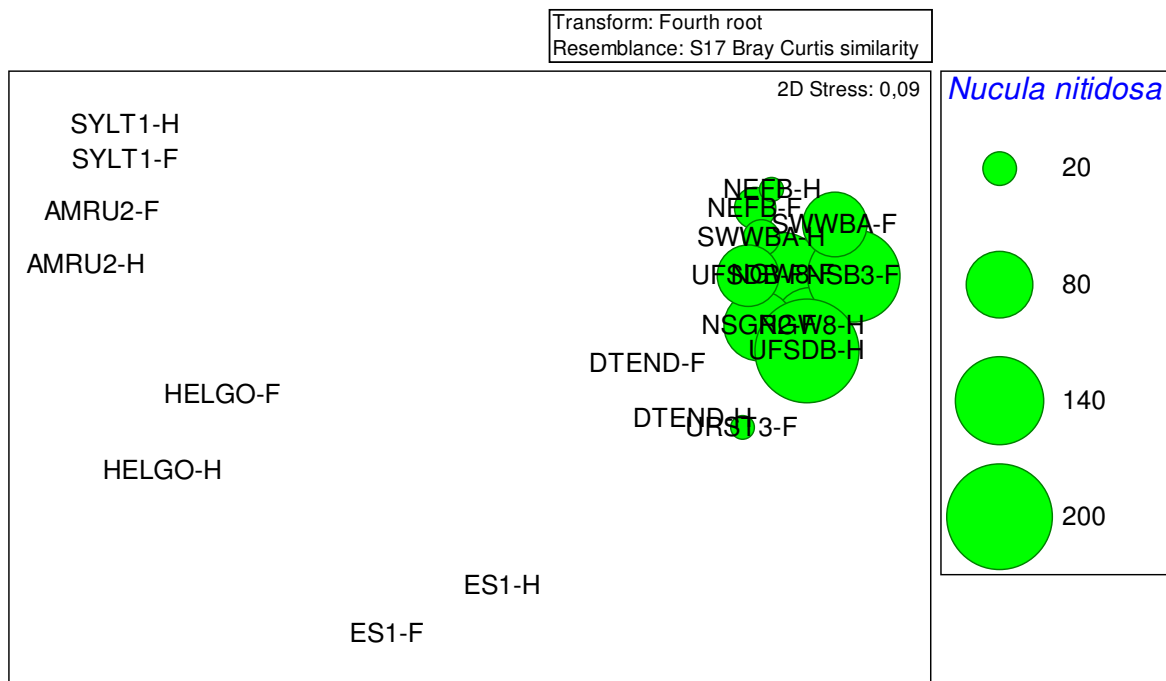


Abb. 18: Multidimensionale Skalierung (MDS) der benthischen Lebensgemeinschaften an den 12 Monitoringstationen im Frühjahr (F) und Herbst (H) 2008 basierend auf der Abundanz. Die Größe der Kreise indiziert die Häufigkeit von *Nucula nitidosa*.

Fig.18: Multidimensional scaling (MDS) of benthic communities at 12 monitoring stations at spring (F) and autumn (H) 2008 based on the abundance. The size of the bubbles indicate the density of *Nucula nitidosa*.

3.4.6 Rote Liste

Während der Untersuchungen an den 12 Monitoringstationen im Frühjahr und Herbst 2008 wurden 34 Arten nachgewiesen, die in Kategorien der Roten Liste (RACHOR 1998) enthalten sind (siehe Tab. 11). So wurde der Krebs *Upogebia stellata*, eine vom Aussterben bedrohte Art (Kat. 1), an der Station NEFB im Frühjahr festgestellt. Vier Arten der Kategorie 3 (gefährdet) waren die Hydrozoe *Sertularia cupressina*, die Muscheln *Tellina tenuis* und *Mactra stultorum*, und der Seeigel *Echinocyamus pusillus*. Von weiteren 28 Arten ist eine Gefährdung anzunehmen. 1 Art gehört der Vorwarnstufe an. 184 Arten werden in der Roten Liste als ungefährdet bezeichnet. Weitere Taxa sind bisher nicht eingestuft, dazu gehören sowohl Taxa die bisher nicht berücksichtigt wurden (z.B. Nemertina, Mysida, Plathelminthes) als auch neu für das Gebiet

gefundene bzw. nicht in der Roten Listen enthaltenen Arten. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass eine Überarbeitung der Roten Liste stattgefunden hat und die Abstimmung in Fachkreisen abgeschlossen ist. Das Erscheinen der neuen Roten Liste wird für das Jahr 2010 angekündigt (Rachor et al. im Druck).

3.4.7 Diskussion (Makrozoobenthos)

Mit der Arbeit von SCHRÖDER (2004) liegt eine erste zusammenfassende Darstellung der Langzeituntersuchungen von 4 ausgewählten Stationen im offshore-Bereich der deutschen Nordsee vor. Es wurde eine mehr als 30 Jahre anhaltende Zeitreihe ausgewertet. Die ausgewerteten Stationen sind zwar nicht identisch mit den hier vorliegenden, liegen aber zum Teil in der Nähe. Etwa 290 Taxa konnten während dieser Langzeitauswertung identifiziert werden. Eine weitere sehr gründliche und umfassende Studie zum Makrozoobenthos der deutschen Nordsee ist jüngst durch RACHOR & NEHMER (2003) erschienen. Der darin mehr in die Fläche gehende Ansatz untersuchte 181 Stationen mit van-Veen Greifer und zusätzlich 79 Baumkurrenhols. Dabei wurden insgesamt 483 Taxa nachgewiesen. Diese Arbeit bildete u.a. auch die Grundlage für die neu überarbeitete Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere (RACHOR et al. 2009). Weiterhin sei auf das europäische „North Sea Benthos Project 2000“ hingewiesen. In diesem Projekt wurden makrobenthische Daten aus den Jahren 1999 bis 2002 von allen Nordseeanrainerstaaten zusammengefasst und ausgewertet (siehe REES et al. 2007). Zum Beispiel wird in diesem Werk hervorgehoben, welchen enormen Einfluss die Anwesenheit des röhrenbauenden Polychaeten *Lanice conchilega* auf die Sedimentstruktur der Weichböden und damit auch auf deren Besiedlung ausübt (VAN HOEY in REES et al. 2007). Vor allem die Abundanz (und in abgeschwächter Form auch die Diversität) der benthischen Gemeinschaft nimmt mit der Häufigkeit von *L. conchilega* deutlich zu. In der vorliegenden Studie konnte diese Art v.a. östlich von Helgoland (Stn. HELGO) in großer Zahl (280 bis 450 Ind./m²) angetroffen werden. Allerdings waren sowohl die Abundanzen als auch die Artenzahl (Abb. 12 und 15) im Vergleich mit den anderen Stationen nicht erhöht. Man muss aber betonen, dass diese Art in wesentlich höheren Abundanzen im Flachwasser angetroffen werden kann und dann Abundanzen von mehr als 5000 Ind./m² erreichen kann (siehe VAN HOEY in REES et al. 2007).

Ein Vergleich der Daten von 1986 (erstes Nordseebenthos-Projekt) mit den Daten von 2000 (genauer 1999 bis 2002) ergab zum Teil starke Veränderungen auf Artebene (siehe EGGLETON et al. in REES et al. 2007). Arten, die in diesem Vergleich eine Abnahme in der Abundanz und Verbreitung aufwiesen waren u.a. *Chamelea gallina*, *Arctica islandica* und *Scoloplos armiger*. In der vorliegenden Studie zeigte *C. gallina* eine häufige Verbreitung (13 der 21 Probenereignisse), wenn auch in sehr geringen Abundanzen. Auffällig war weiterhin, dass fast ausschließlich Jungtiere gefunden wurden und sehr selten Adulte nachgewiesen wurden. *S. armiger* war weniger frequent (9 Nachweise) und zeigte noch geringere Dichten. *A. islandica* hingegen wurde nicht rezent nachgewiesen. Einzig leere, subrezente Schalen an den 3 westlichsten Stationen wiesen auf eine ehemalige Verbreitung hin. Allerdings sollte hervorgehoben werden, dass bei Sedimententnahmen im äußersten Bereich des „Entenschnabels“ lebende Individuen beobachtet wurden und dieser Bereich im Jahr 2009 näher untersucht werden soll. Nach EGGLETON et al. (in REES et al. 2007) wurde bei einer Reihe von Arten eine Zunahme festgestellt. Beispielfhaft sollen *Corbula gibba*, *Lanice conchilega*, *Nucula nitidosa* und *Spiophanes bombyx* genannt werden. Für alle Arten konnten in der vorliegenden Untersuchung wenigstens an einigen Stationen hohe Abundanzen festgestellt werden. Einige Arten waren auch sehr regelmäßig verbreitet (z.B. *S. bombyx* wurde an 17 Beprobungsereignissen festgestellt).

In der Deutschen Bucht ergaben sich bei RACHOR & NEHMER (2003) im Vergleich zu den Arbeiten von SALZWEDEL et al. (1985) aus dem Jahre 1975 und auf der Doggerbank im Vergleich mit Arbeiten von KRÖNCKE und Mitarbeitern (z.B. Wieking & Kröncke 2003) keine grundsätzlich neuen Verteilungsmuster der Benthosgemeinschaften. Es werden 8 Gemeinschaften unterschieden, von denen wir in der vorliegenden Studie 5 erfasst haben. Die *Macoma balthica*-Gemeinschaft liegt sehr küstennah und die Gemeinschaft des Übergangs zur zentralen Nordsee an der Spitze der AWZ. Beide Bereiche und die Helgoländer Tiefe Rinne lagen nicht im Fokus des Monitorings. Zur *Amphiura filiformis*-Gemeinschaft ist die Station NEFB (Nordwestliche Deutsche Bucht) zu zählen. Auf der Station DTEND (Doggerbank) wurde die *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft angetroffen. Zur *Nucula nitidosa*-Gemeinschaft können die meisten Stationen gezählt werden (NGW8, NSB3, NSGR2, UFSDB, SWWBA). Die *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft wurde an den Stationen SYLT1 und AMRU2 nachgewiesen. An der Station ES1 wurde (zumindest im Herbst) die *Tellina fabula*-Gemeinschaft angetroffen. Allerdings dominierte zu diesem Zeitpunkt *Magelona mirabilis* mit 1640 Ind./m², was zur Zeit nicht interpretiert werden kann, denn im Frühjahr war die Art dort nur sporadisch vertreten. Den Gemeinschaften nach RACHOR & NEHMER (2003) nicht zuordnen ließen sich die Stationen HELGO und URST3. Während die Station östlich von Helgoland von hauptsächlich drei Arten dominiert wurde (*Lanice conchilega*, *Nephtys caeca* und *Ophiocten affinis*) erreichte im Elbe-Urstromtal *Magelona mirabilis*, *Phoronis* sp. und *Goniada maculata* die höchsten Abundanzen. Nach Clusteranalyse und MDS gruppiert sich HELGO bei den Stationen ein, die der *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft angehören und URST3 ist in der Gruppe der *Bathyporeia-Tellina*-Gemeinschaft zu finden (Abb. 6 und 7). Man muss erwähnen, dass diese Gemeinschaften von RACHOR & NEHMER (2003) auf einen sehr großen Datensatz beruhen und primär die Frequenz des Auftretens und sekundär die Abundanz berücksichtigen. In der vorliegenden Studie konnte bisher nur eine maximal 2malige Beprobung einer Station erfolgen und es kann noch keine Aussage über die Stabilität des Auftretens der Arten getroffen werden.

4. Ausblick

Das Monitoringprogramm dient dem ökologischen, politisch-ökonomischen und gesellschaftlichen Erfordernis einer Verbesserung der Qualität der durch menschliche Aktivitäten geschädigten Meeresumwelt. Grundlage für entsprechende Maßnahmen ist die regelmäßige Neueinschätzung des Gewässerzustandes. Dem Erfordernis einer EU-weiten Gesetzgebung zum Gewässerschutz ist mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) Rechnung getragen worden. Sie gilt für das Grundwasser, die Binnenoberflächengewässer, Übergangsgewässer und Küstengewässer (bis 1 Seemeile von der Basislinie), klammert also die hohe See aus. Letztere fällt in den Geltungsbereich der EG-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL), die am 15. Juli 2008 in Kraft trat. Damit wird erstmals ein einheitlicher Ordnungsrahmen für den Umweltzustand der Meeresgewässer der Mitgliedstaaten der Europäischen Union vorgegeben. Gleichzeitig stellt die MSRL die Umweltsäule der europäischen Meerespolitik (Blaubuch zur integrierten Meerespolitik) dar. Damit dehnt die EU ihre Gewässerpolitik auf alle europäischen Gewässer aus. Durch die Mitgliedstaaten sind alle notwendigen Maßnahmen zu ergreifen um bis 2020 einen guten Zustand der Meeresumwelt zu erreichen. Jeder Mitgliedstaat hat für seine Meeresgewässer eine Meeresstrategie zum Erreichen der Ziele zu entwickeln. Dafür bilden die WRRL, die EG-Vogelschutz-(VS-RL) und die EG-Flora-Fauna-Habitatrichtlinie (FFH-RL) sowie die langjährigen Arbeiten von OSPAR und

HELCOM eine gute Ausgangsbasis. Im Anhang III der MSRL ist definiert, dass alle Bestandteile des marinen Ökosystems, die Lebensräume am Meeresboden wie auch in der Wassersäule, sowie die möglichen Belastungen und Auswirkungen auf die Meeresumwelt gemäß „Ökosystemansatz“ bei der Bewertung berücksichtigt werden müssen.

Das biologische Nordseemonitoring trägt dieser Forderung Rechnung, indem es wesentliche Komponenten des Ökosystems untersucht, die letztlich Nahrungsbasis für die höheren Glieder der Nahrungskette darstellen. Allerdings hängt die Aussagefähigkeit der Daten davon ab, wie repräsentativ die Beprobung für das seegebiet ist. Während für das kurzlebige Phytoplankton die zu geringe zeitliche Abdeckung durch Probennahmen problematisch ist, ist bei Auswertungen des langlebigen Zoobenthos eher die kleinskalige räumliche Heterogenität ein Problem.

Für eine seriöse Gewässereinschätzung mittels des Phytoplanktons dürften die 4 Fahrten innerhalb der Vegetationsperiode bzw. 2 Fahrten innerhalb des Frühjahrs eine zu schwache Basis darstellen, zumal die beiden Frühjahrsfahrten gerade zu Beginn und zum Ende der Frühjahrsperiode und nicht am Zeitpunkt der Frühjahrsblüte liegen und damit wenig repräsentativ sind. DÜRSELEN et al. (2006) schlägt eine wöchentliche Beprobung vor, was für die offene See mittels Schiffsausfahrten nicht realisierbar ist. Eine dringende Empfehlung ist, die März und Mai-Fahrten wirklich im März-Mai-Zeitraum zu behalten, damit die Frühjahrsdaten formal weiterhin wenigstens auf diesen beiden Fahrten basieren können. Besser wäre natürlich eine zusätzliche Fahrt im April. Aber auch damit wäre das grundsätzliche Problem des „undersampling“ nicht gelöst. Die wenigen Phytoplankton-Daten können selbstverständlich nicht die alleinige Basis für eine seriöse Bewertung bilden.

Wir sehen die Einzelkomponenten des biologischen Monitoring als Bausteine an, die nur zusammen mit anderen ozeanographischen, chemischen und biologischen Variablen zu einer Gesamtbewertung beitragen können. Diese kann nur unter Nutzung weiterer Datenquellen sowie unter Einbeziehung weiterer Experten erfolgen.

Zusammenfassung

Im Jahre 2008 wurde erstmalig ein biologisches Monitoring im deutschen offshore-Bereich (meistens AWZ) der Nordsee durch das IOW im Auftrage des BSH durchgeführt. Es wurde das Phytoplankton (einschl. Chlorophyll a), Mesozooplankton und Makrozoobenthos an 12 Stationen untersucht (Abb. 1). Das Plankton wurde auf 5 Fahrten (Tab. 1), das Benthos lediglich auf der Frühjahrs- und Herbstfahrt beprobt.

Im Phytoplankton wurden 128 Taxa gefunden, von denen die meisten zu den Kieselalgen gehörten (Tab. 5). Die geringste Vielfalt wurde im Februar festgestellt (20 Taxa), die größte im Oktober (81 Taxa). Die 5 Proben pro Jahr zeigen deutliche jahreszeitliche Unterschiede (Tab. 4), erlauben aber keine Diskussion der Phytoplankton sukzession. Die höchsten Phytoplankton-Biomassen traten im allgemeinen im Frühjahr und Sommer auf (vgl. Chl.a, Tab. 6, Abb. 4). Der Spitzenwert der Chlorophyll a-Konzentration wurde mit 12,33 mg m⁻³ am 30.5.08 an der Station BRIFF gemessen. Im selben Gebiet, vor der Insel Borkum, wurde am 2.4.2008 eine *Phaeocystis*-Blüte mit 17,3 Mill. Zellen/L gefunden. Fundierte Aussagen zu Phytoplanktonblüten lassen sich aufgrund der geringen Datendichte aber nicht machen. Die bedeutendsten Arten bezüglich

Biomasse im Untersuchungsgebiet waren *Noctiluca scintillans*, *Rhizosolenia styliformis* und *Guinardia flaccida*.

Die Beprobung des Zooplanktons erfolgte innerhalb der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone auf fünf Terminen zwischen Februar und November 2008. Auf zwölf Stationen wurden durch vertikale WP-2 Netzhols (200 µm) über die gesamte Wassersäule insgesamt 57 Proben gewonnen. Die sukzessive Abfolge und die Größenordnung der maximalen Abundanz für verschiedene Ernährungstypen calanoider Copepoden entsprach auf der Station, die der Insel Helgoland am nächsten gelegenen war, etwa dem dortigen langjährigen Mittel. Das spricht für die Güte der Messungen.

Insgesamt wurden 113 Zooplankton-Taxa aus zwölf Stämmen bzw. einem Unterstamm notiert. Das waren etwa dreimal mehr als 2008 in der Ostsee zwischen der Beltsee und der zentralen Gotlandsee festgestellt wurden. Die größte Vielfalt in der Planktonfraktion besaßen mit 58 Taxa die Crustacea. Von zwölf Stämmen und dem Unterstamm der Crustacea waren in Abhängigkeit von den Reproduktionsmodi nur die Plathelminthes und die Nemertea nicht ganzjährig anzutreffen.

Räumlich gesehen, veränderte sich im August die Anzahl der Arten in der für Ästuarien typische Weise. Mit zunehmender Entfernung von den Flussmündungen (Elbe, Weser) ging zunächst die Anzahl der Arten auf ein Minimum zurück, um dann in Richtung offene Nordsee wieder anzusteigen. Dabei verringerte sich zunächst der Anteil von euryhalinen Taxa, z.B. die Gattung *Acartia*. Im Gegenzug wuchs der Anteil an marinen Vertretern, wie von *Para-/Pseudocalanus* und von *Oithona*. Das Artenminimum lag norwestlich von Helgoland. Während im August die Flußmündungsfahne der Elbe, charakterisiert durch niedrigen Salzgehalt und höhere Chlorophylla-a-Konzentration, nordwärts setzte, war das Zooplankton-Abundanzmaximum westlich von Helgoland anzutreffen. Das lässt vermuten, dass hier kein sukzessiver Zusammenhang bestand und das Zooplankton aus westlicheren Gebieten stammt. Das wurde durch das Auftreten der mediterranen Arten *Penilia arivirostris* in dieser Zone unterstrichen.

Bezüglich der Adulti der calanoiden Copepoden waren, wie in der Ostsee, die *Acartia*-Arten numerisch am meisten präsent. Insgesamt ergab sich eine Summe der Maxima von etwa 20.000 Ind./m³ gegenüber von 25-30 Tausend Ind./m³ aus der Ostsee. Demzufolge lag der Trophiegrad der Ostsee leicht über dem der Nordsee.

Im Makrozoobenthos konnten insgesamt 218 Taxa festgestellt werden. Die Artenzahlen schwankten zwischen den Stationen und Beprobungsterminen zwischen 23 (vor Amrum) und 65 (Nordwestliche Deutsche Bucht). Mit insgesamt 82 Arten stellte sich die Station auf der Doggerbank als artenreichste (Frühjahr und Herbstbeprobung zusammengefasst) heraus.

Während die eher flachen und exponierten Bereiche vor Amrum und Sylt mit geringen Abundanzen besiedelt waren (maximal 200 Ind./m²), wurden in den tieferen Bereichen der Nordsee höhere Dichten beobachtet. Maximale Werte von 3000 bis 4000 Ind./m² wurden an der Station südwestlich der Weißen Bank und in der zentralen Deutschen Bucht jeweils im Frühjahr registriert. Welche Art jeweils die Individuendichte dominierte, variierte zum Teil erheblich. Arten mit hohem Anteil an der Gesamtabundanz an den einzelnen Stationen waren die Muscheln *Corbula gibba* und *Nucula nitidosa*, die Polychaeten *Lanice conchilega*, *Owenia*

fusiformis, *Nephtys caeca* und *Magelona mirabilis*, der Amphipode *Bathyporeia elegans*, der Hufeisenwurm *Phoronis* sp. und der Schlangensterne *Amphiura filiformis*.

Die aschefreie Trockenmasse variierte zwischen 1,82 g/m² an der Station westlich der Weißen Bank im Frühjahr und 20,77 g/m² an der Station nördlich Borkum. Die an den Stationen biomassedominierenden Gruppen oder Arten sind recht unterschiedlich. Sowohl Muscheln wie *Ensis directus* als auch Seeigel (*Echinocardium cordatum*) und Polychaeten (*Lanice conchilega*, *Nephtys caeca* und *N. hombergii*) zeigten die größten Biomassen an den unterschiedlichen Stationen. Die Monitoringstationen repräsentieren 5 der 8 für den deutschen Bereich der Nordsee beschriebenen benthischen Lebensgemeinschaften.

Von der Roten Liste (RACHOR 1998) konnten 34 Arten der Gefährdungskategorien 1, 3, G, V während dieser Studie nachgewiesen werden, wobei *Upogebia stellata* der Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht) angehört und vier weitere Arten der Kategorie 3 (gefährdet) zuzuordnen sind.

Summary

In 2008, a complex biological monitoring was conducted in the German exclusive economical zone of the North Sea for the first time, 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*), mesozooplankton and macrozoobenthos were investigated at 12 stations (Fig.1). The plankton was sampled at 5 cruises (Tab. 1) and the zoobenthos at 2 cruises.

The phytoplankton comprised 128 taxa, most of them belonging to the diatoms (Tab. 5). The lowest diversity was found in February (20 taxa) and the highest in October (81 taxa). The 5 samples per year and station showed clear seasonal patterns (Tab. 4), but did not allow discussions on phytoplankton succession. The highest phytoplankton biomass occurred in spring and summer (cf. chl. *a*, Tab. 6, Fig. 4). The maximum of chlorophyll *a* was 12.33 mg m⁻³ on 30.5.2008 at station BRIFF. A *Phaeocystis*-bloom with 17.3 Mill. cells/L was found in the same region, i.e. in front of the Isle of Borkum, on 2.4.2008. Sound information on the duration and magnitude of phytoplankton blooms is however not possible because of the low temporal coverage. The most important species in terms of biomass were *Noctiluca scintillans*, *Rhizosolenia styliformis* and *Guinardia flaccida*.

The mesozooplankton was sampled by vertical WP-2 net tows (200 µm) over the entire water column. The successive sequence and the magnitude of the maximum abundance for different feeding types of calanoid copepods on the station closest to Helgoland Island corresponded to the local long-term average, which is a positive sign for data quality.

A total of 113 taxa of twelve phyla and a subphylum were noted. Those were about three times more than have been identified in the open Baltic Sea between the Belt Sea and the central Gotland Sea in 2008. The greatest variety was observed in the group of Crustaceans which covered 58 taxa. The twelve phyla and the subphylum Crustacea were present throughout the year except for the Nemertea and Platyhelminthes which were restricted to early spring or summer respectively, due to their temporal reproduction patterns.

Spatial patterns of species were closely related to estuarine properties. With increasing distance from river mouths (Elbe, Weser), initially the number of species decreased to a minimum. In the direction to the open North Sea, the number of species increased again, in August. Thereby the proportion of euryhaline taxa decreased, e.g. the genus *Acartia*. Conversely, the proportion of marine representatives increased, as of *Para-/Pseudocalanus* and *Oithona*.

The Elbe River plume was characterized by low salinity and high chlorophyll *a*-concentrations. It was northward oriented, while the zooplankton abundance maximum was found west of Helgoland. This suggests that there was no successive relationship between both. Zooplankton seemed to originate from more westerly regions. This was underlined by the appearance of the Mediterranean species *Penilia arivirostris* in this zone. Finally, adult calanoid copepods *Acartia* species were numerically the most ubiquitous, as in the Baltic Sea. The total maximum of adult calanoids of approximately 20,000 ind/m³ remained below the 25-30 thousand ind/m³ in the Baltic Sea. Consequently, the trophic stage of the Baltic Sea was slightly higher than that of the North Sea.

The macrozoobenthos was sampled during spring and autumn 2008. In both sampling campaigns altogether 218 species were recorded. Between the stations the species number varied from 23 (off Amrum) to 65 (northwestern German Bight). With 82 species (both campaigns added) the station at the Dogger Bank was most diverse. Whereas the shallower and exposed areas off Amrum and Sylt were settled with low individual numbers (in maximum 200 ind./m²), in the deeper parts higher abundances were observed. Maximum values of 3000 to 4000 ind./m² could be found at stations southwest of the White Bank and in the central German Bight. Partially the dominant species at stations varied significantly. Species with major percentage of the total abundance at the distinct stations were the bivalves *Corbula gibba* and *Nucula nitidosa*, the polychaetes *Lanice conchilega*, *Owenia fusiformis*, *Nephtys caeca* and *Magelona mirabilis*, the amphipod *Bathyporeia elegans*, the phoronid *Phoronis* sp. and the ophiurid *Amphiura filiformis*.

The ash free dry weight at stations ranged from 1.82 g/m² west of the White Bank in spring and 20.77 g/m² north of Borkum. Biomass dominated groups and species at the sampled stations were very different. Bivalves (*Ensis directus*), sea urchins (*Echinocardium cordatum*) and polychaetes (*Lanice conchilega*, *Nephtys caeca* and *N. hombergii*) showed the highest biomasses at the distinct stations. The monitoring stations represent five of the eight known benthic communities of the German part of the North Sea.

34 species from the Red List (RACHOR 1998) could be observed during this study. The decapod *Upogepia stellata* belongs to the category 1 (critical endangered) and 4 species to the category 3 (vulnerable).

Danksagung

Die Autoren danken den am Nordseeüberwachungsprogramm beteiligten Mitarbeitern des 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, SABINE FEISTEL, TORALF HEENE und SOLVEY HÖLZEL. Den Kapitänen und Besatzungen der Forschungsschiffe „Atair“, „Pelagia“ und „L’Atalante“ sowie den Fahrtleitern sei gedankt für die Ermöglichung der Teilnahme an den Fahrten und für die Unterstützung während der Messfahrten. Dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie gebührt Dank für die Finanzierung des vom Institut für Ostseeforschung durchgeführten Monitoring sowie für die vielfältigen logistischen und administrativen Unterstützungen. Auch die Zooplankton-Qualitätskontrolle wurde durch das BSH (Dr. RALF WASSERTHAL) sehr wohlwollend gefördert und durch JUTTA NAST (BSH) und FRANK REINERS (BSH) fachlich mit hoher Expertise durchgeführt.

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.
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE, 2009: Arbeitsplan 2009. – Hamburg, März 2009.
- 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.
- 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.
- FIEGE, D., LICHER, F., MACKIE, A.S.Y., 2000: A partial review of the European Magelonidae (Annelida: Polychaeta): *Magelona mirabilis* redefined and *M. johnstoni* sp. nov. distinguished. – Journal of Marine Biological Association U.K., **80**, 215-234.

- 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* Mecznirow 1865 in the German Bight. – J. Plankton 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.
- HELCOM, 2007: Manual for marine monitoring in the COMBINE programme of HELCOM, Part C. Internet, updated 2007:
http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en_GB/
- JGOFS, 1993: Core measurement protocol. – Scientific Committee on Oceanic Research, Bergen (JGOFS Rep. No. 6).
- 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.
- KÜHL, H., MANN, H., 1961: Vergleichende hydrochemische Untersuchungen an den Mündungen deutscher Flüsse. – Verh. Internat. Verein. Limnologie, **14**, 451-458.
- LINDLEY, J. A., GAMBLE, J.C., HUNT, H.G., 1995: A change in the zooplankton of the central North Sea (55°–58°N): a possible consequence of changes in the benthos. – Marine Ecology Progress Series, **119**, 299–303.
- LORENZEN, C.J., 1967: Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophotometric equations. – Limnology and Oceanography, **12**, 343-346.
- 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.
- POSTEL, L., FOCK, H., HAGEN, W., 2000: Biomass and abundance. pp. 83 – 192. In: ICES Zooplankton Methodology Manual. Ed. by R. HARRIS, H.R. SKJOLDAL, J. LENZ, P. WIEBE and M. HUNTLEY. Academic Press, San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo: 684 pp.
- RACHOR, E., 1998: Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. - Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **55**, 290-300
- 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., (2010): Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. (im Druck).

- RACHOR, E., NEHMER, P., 2003: Erfassung und Bewertung ökologisch wertvoller Lebensräume in der Nordsee. – Abschlussbericht für das F+E-Vorhaben FKZ 899 85 310 (Bundesamt für Naturschutz).
- REES, H.L., EGGLETON, J.D., RACHOR, E., VANDEN BERGHE, E. (Eds.), 2007: Structure and dynamics of the North Sea benthos. – ICES Cooperative Research Report No. **288**, 258 pp.
- SALZWEDEL, H., RACHOR, E., GERDES, D., 1985: Benthic macrofauna communities in the German Bight. – Veröffentlichung des Instituts für Meeresforschung Bremerhaven, **20**, 199-267.
- SCHMIDT, H.W., BÜCKMANN, D., 1971: Beobachtungen zur Lebensweise von *Pycnogonum litorale* (Ström) (Pantopoda). – Oecologia (Berl.), **7**, 242-248.
- SCHRÖDER, A., 2004: Community dynamics and development of soft bottom macrozoobenthos in the German Bight (North Sea) 1969-2000. – Dissertation Universität Bremen: 190 pp. + Anhang.
- THIENEMANN, A., 1920: Die Grundlagen der Biocoenotik und Monards faunistische Prinzipien. – Festschrift Zschokke, **4**, 1-14.
- 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.
- WASMUND, N., ALHEIT, J., POLLEHNE, F., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L., 1998: Ergebnisse des Biologischen Monitorings der Ostsee im Jahre 1997 im Vergleich mit bisherigen Untersuchungen. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **32**, 1-66.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2006 a: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2005. – Meereswiss. Ber., Warnemünde, **69**, 1-78.
- 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., POSTEL, L., ZETTLER, M.L. 2009: Biologische Bedingungen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee im Jahre 2008. – Bericht an das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).
- WASMUND, N., TOPP, I., SCHORIES, D. 2006 b: Optimising the storage and extraction of chlorophyll samples. – Oceanologia, **48**, 125-144.
- WIEKING, G., KRÖNCKE, I., 2003: Macrofauna communities of the Dogger Bank (central North Sea) in the late 1990s: spatial distribution, species composition and trophic structure. – Helgoland Marine Research, **57**, 34-46

Meereswissenschaftliche Berichte

MARINE SCIENCE REPORTS

- 1 (1990) Postel, Lutz:
Die Reaktion des Mesozooplanktons, speziell der Biomasse, auf küstennahen Auftrieb vor Westafrika (The mesozooplankton response to coastal upwelling off West Africa with particular regard to biomass)
- 2 (1990) Nehring, Dietwart:
Die hydrographisch-chemischen Bedingungen in der westlichen und zentralen Ostsee von 1979 bis 1988 – ein Vergleich (Hydrographic and chemical conditions in the western and central Baltic Sea from 1979 to 1988 – a comparison)
Nehring, Dietwart; Matthäus, Wolfgang:
Aktuelle Trends hydrographischer und chemischer Parameter in der Ostsee, 1958 – 1989 (Topical trends of hydrographic and chemical parameters in the Baltic Sea, 1958 – 1989)
- 3 (1990) Zahn, Wolfgang:
Zur numerischen Vorticityanalyse mesoskaler Strom- und Massenfelder im Ozean (On numerical vorticity analysis of mesoscale current and mass fields in the ocean)
- 4 (1992) Lemke, Wolfram; Lange, Dieter; Endler, Rudolf (Eds.):
Proceedings of the Second Marine Geological Conference – The Baltic, held in Rostock from October 21 to October 26, 1991
- 5 (1993) Endler, Rudolf; Lackschewitz, Klas (Eds.):
Cruise Report RV "Sonne" Cruise SO82, 1992
- 6 (1993) Kulik, Dmitri A.; Harff, Jan:
Physicochemical modeling of the Baltic Sea water-sediment column: I. Reference ion association models of normative seawater and of Baltic brackish waters at salinities 1–40 ‰, 1 bar total pressure and 0 to 30 C temperature
(system Na–Mg–Ca–K–Sr–Li–Rb–Cl–S–C–Br–F–B–N–Si– P–H–O)
- 7 (1994) Nehring, Dietwart; Matthäus, Wolfgang; Lass, Hans Ulrich; Nausch, Günther:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1993
- 8 (1995) Hagen, Eberhard; John, Hans-Christian:
Hydrographische Schnitte im Ostrandstromsystem vor Portugal und Marokko 1991 - 1992
- 9 (1995) Nehring, Dietwart; Matthäus, Wolfgang; Lass, Hans Ulrich; Nausch, Günther; Nagel, Klaus:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1994
Seifert, Torsten; Kayser, Bernd:
A high resolution spherical grid topography of the Baltic Sea

- 10** (1995) Schmidt, Martin:
Analytical theory and numerical experiments to the forcing of flow at isolated topographic features
- 11** (1995) Kaiser, Wolfgang; Nehring, Dietwart; Breuel, Günter; Wasmund, Norbert; Siegel, Herbert; Witt, Gesine; Kerstan, Eberhard; Sadkowiak, Birgit:
Zeitreihen hydrographischer, chemischer und biologischer Variablen an der Küstenstation Warnemünde (westliche Ostsee)
Schneider, Bernd; Pohl, Christa:
Spurenmittelkonzentrationen vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns
- 12** (1996) Schinke, Holger:
Zu den Ursachen von Salzwassereinbrüchen in die Ostsee
- 13** (1996) Meyer-Harms, Bettina:
Ernährungsstrategie calanoider Copepoden in zwei unterschiedlich trophierten Seegebieten der Ostsee (Pommernbucht, Gotlandsee)
- 14** (1996) Reckermann, Marcus:
Ultraplankton and protozoan communities and their interactions in different marine pelagic ecosystems (Arabian Sea and Baltic Sea)
- 15** (1996) Kerstan, Eberhard:
Untersuchung der Verteilungsmuster von Kohlenhydraten in der Ostsee unter Berücksichtigung produktionsbiologischer Meßgrößen
- 16** (1996) Nehring, Dietwart; Matthäus, Wolfgang; Lass, Hans Ulrich; Nausch, Günther; Nagel, Klaus:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1995
- 17** (1996) Brosin, Hans-Jürgen:
Zur Geschichte der Meeresforschung in der DDR
- 18** (1996) Kube, Jan:
The ecology of macrozoobenthos and sea ducks in the Pomeranian Bay
- 19** (1996) Hagen, Eberhard (Editor):
GOBEX - Summary Report
- 20** (1996) Harms, Andreas:
Die bodennahe Trübezone der Mecklenburger Bucht unter besonderer Betrachtung der Stoffdynamik bei Schwermetallen
- 21** (1997) Zülicke, Christoph; Hagen, Eberhard:
GOBEX Report - Hydrographic Data at IOW
- 22** (1997) Lindow, Helma:
Experimentelle Simulationen windangeregter dynamischer Muster in hochauflösenden numerischen Modellen
- 23** (1997) Thomas, Helmuth:
Anorganischer Kohlenstoff im Oberflächenwasser der Ostsee
- 24** (1997) Matthäus, Wolfgang; Nehring, Dietwart; Lass, Hans Ulrich; Nausch, Günther; Nagel, Klaus; Siegel, Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1996
- 25** (1997) v. Bodungen, Bodo; Hentzsch, Barbara (Herausgeber):
Neue Forschungslandschaften und Perspektiven der Meeresforschung - Reden und Vorträge zum Festakt und Symposium am 3. März 1997.
- 26** (1997) Lakaschus, Sönke:
Konzentrationen und Depositionen atmosphärischer Spurenmetalle an der Küstenstation Arkona

- 27 (1997) Löffler, Annekatriin:
Die Bedeutung von Partikeln für die Spurenmetallverteilung in der Ostsee, insbesondere unter dem Einfluß sich ändernder Redoxbedingungen in den zentralen Tiefenbecken
- 28 (1998) Leipe, Thomas; Eidam, Jürgen; Lampe, Reinhard; Meyer, Hinrich; Neumann, Thomas; Osadczuk, Andrzej; Janke, Wolfgang; Puff, Thomas; Blanz, Thomas; Gingele, Franz Xaver; Dannenberger, Dirk; Witt, Gesine:
Das Oderhaff. Beiträge zur Rekonstruktion der holozänen geologischen Entwicklung und anthropogenen Beeinflussung des Oder-Ästuars.
- 29 (1998) Matthäus, Wolfgang; Nausch, Günther; Lass, Hans Ulrich; Nagel, Klaus; Siegel, Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1997
- 30 (1998) Fennel, Katja:
Ein gekoppeltes, dreidimensionales Modell der Nährstoff- und Planktondynamik für die westliche Ostsee
- 31 (1998) Lemke, Wolfram:
Sedimentation und paläogeographische Entwicklung im westlichen Ostseeraum (Mecklenburger Bucht bis Arkonabecken) vom Ende der Weichselvereisung bis zur Litorinatransgression
- 32 (1998) Wasmund, Norbert; Alheit, Jürgen; Pollehne, Falk; Siegel, Herbert; Zettler, Michael L.:
Ergebnisse des Biologischen Monitorings der Ostsee im Jahre 1997 im Vergleich mit bisherigen Untersuchungen
- 33 (1998) Mohrholz, Volker:
Transport- und Vermischungsprozesse in der Pommerschen Bucht
- 34 (1998) Emeis, Kay-Christian; Struck, Ulrich (Editors):
Gotland Basin Experiment (GOBEX) - Status Report on Investigations concerning Benthic Processes, Sediment Formation and Accumulation
- 35 (1999) Matthäus, Wolfgang; Nausch, Günther; Lass, Hans Ulrich; Nagel, Klaus; Siegel, Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1998
- 36 (1999) Schernewski, Gerald:
Der Stoffhaushalt von Seen: Bedeutung zeitlicher Variabilität und räumlicher Heterogenität von Prozessen sowie des Betrachtungsmaßstabs - eine Analyse am Beispiel eines eutrophen, geschichteten Sees im Einzugsgebiet der Ostsee (Belauer See, Schleswig-Holstein)
- 37 (1999) Wasmund, Norbert; Alheit, Jürgen; Pollehne, Falk; Siegel, Herbert; Zettler, Michael L.:
Der biologische Zustand der Ostsee im Jahre 1998 auf der Basis von Phytoplankton-, Zooplankton- und Zoobenthosuntersuchungen
- 38 (2000) Wasmund, Norbert; Nausch, Günther; Postel, Lutz; Witek, Zbigniew; Zalewski, Mariusz; Gromisz, Sławomira; Łysiak-Pastuszek, Elżbieta; Olenina, Irina; Kavolyte, Rima; Jasinskaite, Aldona; Müller-Karulis, Bärbel; Ikauniece, Anda; Andrushaitis, Andris; Ojaveer, Henn; Kallaste, Kalle; Jaanus, Andres:
Trophic status of coastal and open areas of the south-eastern Baltic Sea based on nutrient and phytoplankton data from 1993 - 1997

- 39 (2000) Matthäus, Wolfgang; Nausch, Günther; Lass, Hans Ulrich; Nagel, Klaus; Siegel, Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1999
- 40 (2000) Schmidt, Martin; Mohrholz, Volker; Schmidt, Thomas; John, H.-Christian; Weinreben, Stefan; Diesterheft, Henry; Iita, Aina; Filipe, Vianda; Sangolay, Bomba-Bazik; Kreiner, Anja; Hashoongo, Victor; da Silva Neto, Domingos:
Data report of R/V "Poseidon" cruise 250 ANDEX'1999
- 41 (2000) v. Bodungen, Bodo; Dannowski, Ralf; Erbguth, Wilfried; Humborg, Christoph; Mahlburg, Stefan; Müller, Chris; Quast, Joachim; Rudolph, K.-U.; Schernewski, Gerald; Steidl, Jörg; Wallbaum, Volker:
Oder Basin - Baltic Sea Interactions (OBBSI): Endbericht
- 42 (2000) Zettler, Michael L.; Bönsch, Regine; Gosselck, Fritz:
Verbreitung des Makrozoobenthos in der Mecklenburger Bucht (südliche Ostsee) - rezent und im historischen Vergleich
- 43 (2000) Wasmund, Norbert; Alheit, Jürgen; Pollehne, Falk; Siegel, Herbert:
Der biologische Zustand der Ostsee im Jahre 1999 auf der Basis von Phytoplankton- und Zooplanktonuntersuchungen
- 44 (2001) Eichner, Christiane:
Mikrobielle Modifikation der Isotopensignatur des Stickstoffs in marinem partikulären Material
- 45 (2001) Matthäus, Wolfgang; Nausch, Günther (Editors):
The hydrographic-hydrochemical state of the western and central Baltic Sea in 1999/2000 and during the 1990s
- 46 (2001) Wasmund, Norbert; Pollehne, Falk; Postel, Lutz; Siegel, Herbert; Zettler, Michael L.:
Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2000
- 47 (2001) Lass, Hans Ulrich; Mohrholz, Volker; Nausch, Günther; Pohl, Christa; Postel, Lutz; Rüß, Dietmar; Schmidt, Martin; da Silva, Antonio; Wasmund, Norbert:
Data report of R/V "Meteor" cruise 48/3 ANBEN'2000
- 48 (2001) Schöner, Anne Charlotte:
Alkenone in Ostseesedimenten, -schwebstoffen und -algen: Indikatoren für das Paläomilieu?
- 49 (2002) Nausch, Günther; Feistel, Rainer; Lass, Hans Ulrich; Nagel, Klaus; Siegel, Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2001
Pohl, Christa; Hennings, Ursula:
Ostsee-Monitoring - Die Schwermetall-Situation in der Ostsee im Jahre 2001
- 50 (2002) Manasreh, Riyad:
The general circulation and water masses characteristics in the Gulf of Aqaba and northern Red Sea
- 51 (2002) Wasmund, Norbert; Pollehne, Falk; Postel, Lutz; Siegel, Herbert; Zettler, Michael L.:
Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2001
- 52 (2002) Reißmann, Jan Hinrich:
Integrale Eigenschaften von mesoskaligen Wirbelstrukturen in den tiefen Becken der Ostsee

- 53 (2002) Badewien, Thomas H.:
Horizontaler und vertikaler Sauerstoffaustausch in der Ostsee
- 54 (2003) Fennel, Wolfgang; Hentzsch, Barbara (Herausgeber):
Festschrift zum 65. Geburtstag von Wolfgang Matthäus
- 55 (2003) Nausch, Günther; Feistel, Rainer; Lass, Hans Ulrich; Nagel, Klaus; Siegel, Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2002
Pohl, Christa; Hennings, Ursula:
Die Schwermetall-Situation in der Ostsee im Jahre 2002
- 56 (2003) Wasmund, Norbert; Pollehne, Falk; Postel, Lutz; Siegel, Herbert; Zettler, Michael L.:
Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2002
- 57 (2004) Schernewski, Gerald; Dolch, Tobias (Editors):
The Oder estuary against the background of the European Water Framework Directive
- 58 (2004) Feistel, Rainer; Nausch, Günther; Matthäus, Wolfgang; Łysiak-Pastuszak, Elżbieta; Seifert, Torsten; Sehested Hansen, Ian; Mohrholz, Volker; Krüger, Siegfried; Buch, Erik; Hagen, Eberhard:
Background Data to the Exceptionally Warm Inflow into the Baltic Sea in late Summer of 2002
- 59 (2004) Nausch, Günther; Feistel, Rainer; Lass, Hans Ulrich; Nagel, Klaus; Siegel, Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2003
Pohl, Christa; Hennings, Ursula:
Die Schwermetall-Situation in der Ostsee im Jahre 2003
- 60 (2004) Wasmund, Norbert; Pollehne, Falk; Postel, Lutz; Siegel, Herbert; Zettler, Michael L.:
Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2003
- 61 (2004) Petry, Carolin:
Mikrobieller Abbau von partikulärem organischen Material in der tiefen Wassersäule
- 62 (2005) Nausch, Günther; Feistel, Rainer; Lass, Hans Ulrich; Nagel, Klaus; Siegel, Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2004
Pohl, Christa; Hennings, Ursula:
Die Schwermetall-Situation in der Ostsee im Jahre 2004
- 63 (2005) Umlauf, Lars; Burchard, Hans; Bolding, Karsten:
GOTM – Scientific Documentation. Version 3.2
- 64 (2005) Wasmund, Norbert; Pollehne, Falk; Postel, Lutz; Siegel, Herbert; Zettler, Michael L.:
Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2004
- 65 (2006) Matthäus, Wolfgang:
The history of investigation of salt water inflows into the Baltic Sea - from the early beginning to recent results
- 66 (2006) Nausch, Günther; Feistel, Rainer; Lass, Hans Ulrich; Nagel, Klaus; Siegel, Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2005

- Pohl, Christa; Hennings, Ursula:
Die Schwermetall-Situation in der Ostsee im Jahre 2005
- 67** (2006) Rößler, Doreen:
Reconstruction of the Littorina Transgression in the Western
Baltic Sea
- 68** (2006) Yakushev, Evgeniy V.; Pollehne, Falk; Jost, Günter; Kuznetsov, Ivan;
Schneider, Bernd; Umlauf, Lars:
Redox Layer Model (ROLM): a tool for analysis of the water column
oxic/anoxic interface processes
- 69** (2006) Wasmund, Norbert; Pollehne, Falk; Postel, Lutz; Siegel, Herbert; Zettler,
Michael L.:
Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2005
- 70** (2007) Nausch, Günther; Feistel, Rainer; Lass, Hans Ulrich; Nagel, Klaus; Siegel,
Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2006
Pohl, Christa; Hennings, Ursula:
Die Schwermetall-Situation in der Ostsee im Jahre 2006
- 71** (2007) Wasmund, Norbert; Pollehne, Falk; Postel, Lutz; Siegel, Herbert; Zettler,
Michael L.:
Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2006
- 72** (2008) Nausch, Günther; Feistel, Rainer; Umlauf, Lars; Nagel, Klaus; Siegel,
Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2007
Pohl, Christa; Hennings, Ursula:
Die Schwermetall-Situation in der Ostsee im Jahre 2007
- 73** (2008) Telesh, Irena; Postel, Lutz; Heerkloss, Reinhard; Mironova, Ekaterina;
Skarlato, Sergey:
Zooplankton of the Open Baltic Sea: Atlas
- 74** (2008) Wasmund, Norbert; Pollehne, Falk; Postel, Lutz; Siegel, Herbert; Zettler,
Michael L.:
Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2007
- 75** (2009) Hagen, Eberhard; Plüschke, Günter:
Daily Current Series in the Deep Eastern Gotland Basin (1993 – 2008)
- 76** (2009) Telesh, Irena; Postel, Lutz; Heerkloss, Reinhard; Mironova, Ekaterina;
Skarlato, Sergey:
Zooplankton of the Open Baltic Sea: Extended Atlas
- 77** (2009) Nausch, Günther; Feistel, Rainer; Umlauf, Lars; Nagel, Klaus; Siegel,
Herbert:
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2008
Pohl, Christa; Hennings, Ursula; Leipe, Thomas:
Die Schwermetall-Situation in der Ostsee im Jahre 2008
- 78** (2009) Wasmund, Norbert; Pollehne, Falk; Postel, Lutz; Siegel, Herbert; Zettler,
Michael L.:
Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2008
- 79** (2009) Wasmund, Norbert; Postel, Lutz; Zettler, Michael L.:
Biologische Bedingungen in der deutschen ausschließlichen
Wirtschaftszone der Nordsee im Jahre 2008