

Meereswissenschaftliche Berichte

Marine Science Reports



No 89 2012

Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee

im Jahre 2011

Norbert Wasmund, Falk Pollehne, Lutz Postel, Herbert Siegel
und Michael L. Zettler

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

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

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

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

ISSN 2195-657X

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

Norbert Wasmund¹, Falk Pollehne¹, Lutz Postel¹, Herbert Siegel¹, Michael L. Zettler¹:
Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2011.
Meereswiss. Ber., Warnemünde, 89 (2012)

Adressen der Autoren:

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

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

Meereswissenschaftliche Berichte

MARINE SCIENCE REPORTS

No. 89

Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2011

von

Norbert Wasmund, Falk Pollehne, Lutz Postel, Herbert Siegel
und Michael L. Zettler

Leibniz-Institut für Ostseeforschung

Warnemünde

2012

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abstract	5
Kurzfassung	6
1. Einleitung	7
2. Material und Methoden	8
2.1 Beprobungs-Strategie	8
2.2 Phytoplankton	10
2.3 Chlorophyll	11
2.4 Mesozooplankton	12
2.5 Makrozoobenthos	14
2.6 Sedimentation	15
2.7 Qualitätssicherung	15
3. Die abiotischen Verhältnisse in der Ostsee im Jahre 2011	16
4. Ergebnisse	17
4.1 Phytoplankton	17
4.1.1 Satellitengestützte Darstellung der raum-zeitlichen Phytoplanktonentwicklung	17
4.1.2 Jahresgang von Artenzusammensetzung und Biomasse	19
4.1.2.1 Frühjahrsblüte	21
4.1.2.2 Sommerblüte	23
4.1.2.3 Herbstblüte	26
4.1.3 Veränderungen der Artenzusammensetzung	31
4.1.4 Chlorophyll a	33
4.1.5 Sedimentation	36
4.2 Mesozooplankton	42
4.2.1 Artenspektrum, Wasseraustausch und Neozoen	42
4.2.2 Abundanzrückgang seit Beginn der neunziger Jahre	45
4.3 Makrozoobenthos	49
4.3.1 Sedimente und Sauerstoff	49
4.3.2 Makrozoobenthos an den Stationen	49
4.3.3 Langfristiger Trend	54
4.3.4 Rote Liste	60
4.3.5 Neozoen	62
4.3.6 Diskussion	62
Zusammenfassung	64
Summary	68
Danksagung	71
Literaturverzeichnis	72
Anhang	77

Abstract

The time series on species composition and biomass or abundance of phyto- and zooplankton as well as macrozoobenthos in Kiel Bight, Mecklenburg Bight and the Arkona Sea, existing since 1979, was continued in 2011.

The phytoplankton spring bloom developed later than usual after the cold winter; it reached its peak at the end of march/beginning of April 2011 in the western Baltic. At least in the Arkona Sea, it was a classical diatom bloom, but formed by the unusual species *Achnanthes taeniata*. In Kiel Bight, we found abundant dinoflagellates (*Peridiniella danica*) and Dictyochophyceae (*Verrucophora farcimen*). Also these species are rather new and unusual in this area. In the central Baltic, *Mesodinium rubrum* formed a bloom in May. The cyanobacteria developed already in the first half of July and reached the maximum extent on 12 July 2011. A typical summer diatom bloom could not be found during the cruise in August 2011. In autumn 2011, dinoflagellates were dominating in the western part of the investigation area and diatoms in the Baltic Proper.

The chlorophyll a concentrations were highest in spring and confirm that the spring bloom peak was nearly met.

Sedimentation records of organic matter in the Arkona Basin over the year 2010 displayed sedimentation maxima in spring and autumn. Due to the low input of resuspended material the total annual flux for the single elements were in the normal range and amounted to 515 mmol C, 59 mmol N, 78 mmol Si and 3.1 mmol P m⁻² a⁻¹ at a mass flux of 57 g dry mass m⁻² a⁻¹.

The total number of mesozooplankton taxa amounted to 56 from the beginning of the BSH-financed monitoring, with most taxa found in 2011 because of salt water inflow. New neozoans were not found and even no *Mnemiopsis leidyi*. The sum of maximum concentrations of the taxonomic groups doubled from 2010 to 2011, but the tendency of mesozooplankton abundance since the early 1990s is still declining. Especially larvae of polychaetes increased below the halocline at Darss sill and Kadet Furrow. The concentration of calanoid copepods was about 30.000 ind.*m⁻³ until 2010, but dropped by 50% in from 2010 to 2011.

The 124 species found in the macrozoobenthos in 2011 mark a medium to high diversity in comparison with previous years, because a long-lasting oxygen deficit did not occur in contrast to the years 2002, 2005, 2008 and 2010. The abundances varied in respect to the area between 388 and 7.400 ind./m². The biomass (ash free dry weight) ranged from 1 g/m² to 51 g/m². At the 8 monitoring stations altogether 17 species of the Red List could be observed. As example, the bivalve *Macoma calcarea*, threatened with extinction in German waters, was found in the Kiel Bight. 3 neozoan species were observed during the 2011 sampling, e.g. the polychaete *Marenzelleria viridis* in Pomeranian Bight with abundances of 300 – 1200 ind/m².

Kurzfassung

Die 1979 begonnene HELCOM-Datenreihe der Artenzusammensetzung und Biomasse bzw. Abundanz des Phyto- und Zooplanktons sowie des Makrozoobenthos wurde im Jahre 2011 in der Kieler Bucht, Mecklenburger Bucht und Arkonasee fortgesetzt.

Zur Phytoplankton-Frühjahrsblüte entwickelte sich nach dem kalten Winter 2011 später als sonst und erreichte ihren Höhepunkt in der westlichen Ostsee Ende März/Anfang April. Sie war zumindest in der Arkonasee als klassische Kieselalgenblüte (*Achnanthes taeniata*) ausgeprägt. In der Kieler Bucht fanden wir bereits starke Beimischungen von Dinoflagellaten (*Peridiniella danica*) und Dictyochophyceen (*Verrucophora farcimen*). Diese dominierenden Arten sind für uns relativ neu und ungewöhnlich in dem Untersuchungsgebiet. In der zentralen Ostsee bildete *Mesodinium rubrum* eine Blüte im Mai. Die Cyanobakterien entwickelten sich bereits in der ersten Juli-Hälfte und erreichten die maximale Ausdehnung am 12. Juli 2011. Eine in früheren Jahren gefundene Kieselalgen-Sommerblüte konnte im August 2011 nicht nachgewiesen werden. Im Herbst 2011 trat eine starke Dinoflagellaten-Dominanz in der westlichen Ostsee und eine Kieselalgenblüte in der eigentlichen Ostsee auf.

Die Chlorophyll-a-Konzentrationen waren am höchsten im Frühjahr und bestätigen, dass das Maximum der Blüte recht gut getroffen sein könnte.

Die Sedimentation des organischen Materials im Arkonabecken im Jahr 2011 zeigte Maxima im Frühjahr und Herbst. Wegen geringeren Eintrags von resuspendiertem Material lag der vertikale Exportfluss im Gegensatz zum Vorjahr im normalen Bereich und betrug für partikulären Kohlenstoff 515 mmol, für Stickstoff 59 mol, für Silikat 78 mmol und für Phosphor 3,1 mmol m⁻² a⁻¹ bei einem Massefluss von 57 g m⁻² a⁻¹ Trockenmasse.

Die Gesamt-Anzahl der Mesozooplankton-Taxa seit Beginn des BSH-finanzierten Monitoring betrug 56, mit dem höchsten Niveau im Jahre 2011 wegen Salzwassereinstroms. Neue Neozoen wurden nicht gefunden, auch nicht *Mnemiopsis leidyi*. Der Rückgang der Gesamtabundanz des Mesozooplanktons im Vergleich zu den frühen 90er Jahren blieb in der Tendenz erhalten, obwohl sich der Wert gegenüber dem Vorjahr verdoppelte. Einen wesentlichen Anteil hatten die Polychaeten-Larven, die im März lokal in ungewöhnlich hohen Konzentrationen auftraten, speziell unterhalb der Haloklinen an der Darsser Schwelle und in der Kadetrinne. Bei den calanoiden Copepoden schwankte die maximale Konzentration bis zum Jahre 2010 wenig um die Maximalkonzentration von ca. 30.000 Ind.*m⁻³, aber sank im Jahre 2011 auf die Hälfte ab.

Mit insgesamt 124 ist die Artenzahl des Makrozoobenthos im Jahr 2011 im Vergleich zu den Vorjahren höher, da ein anhaltender Sauerstoffmangel im Gegensatz zu den Jahren 2002, 2005, 2008 und 2010 nicht beobachtet wurde. In Abhängigkeit vom Seegebiet schwankten die Individuendichten zwischen 388 und 7.400 Ind./m². Bei den Biomassen wurden ebenfalls die zu erwartenden Unterschiede (1 g bis 51 g AFTM/m²) beobachtet. An den 8 Monitoringstationen konnten insgesamt 17 Arten der Roten Liste nachgewiesen werden. Mit *Macoma calcarea* wurde unter anderem eine im Gebiet sehr selten zu beobachtende Muschel in der Kieler Bucht lebend festgestellt. Der Anteil an Neozoen war 2011 mit 3 Arten gering. Davon ist der Polychaet *Marenzelleria viridis* hervorzuheben, der in der Pommernbucht zum Teil erhebliche Abundanzen (300 bis 1.200 Ind./m²) erreichte.

1. Einleitung

Die Erhaltung der Gewässerqualität der Ostsee ist ein wesentliches Ziel der Helsinki-Kommission (HELCOM, siehe <http://www.helcom.fi/>), an deren Monitoring-Programm das Vorgänger-Institut des IOW seit dessen Beginn im Jahre 1979 beteiligt war. Biologische Untersuchungen zur marinen Umwelt in der Ostsee am Institut in Warnemünde gehen bis in das Jahr 1966 zurück. Mit Gründung des Instituts für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) im Jahre 1992 wird der deutsche Beitrag zum Monitoring-Programm der HELCOM kontinuierlich weitergeführt. Der biologische Teil dieses Programms wurde von 1991-1995 vom Umweltbundesamt gefördert (v. BODUNGEN et al. 1996). Ab dem Jahre 1997 führt das IOW das biologische Monitoring im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) durch. Ab dem Jahre 2008 beschränkt sich das vom BSH finanzierte Programm im Wesentlichen auf die Ausschließliche Wirtschaftszone Deutschlands (AWZ).

Die gewonnenen Daten gehen in das Bund-Länder-Meßprogramm (BLMP, siehe <http://www.blmp-online.de/Seiten/Infos.html>) der deutschen Küstenländer ein. Sie werden über nationale Datenbanken (in Deutschland die Datenbank des BSH) jährlich an die HELCOM-Datenbank, die beim ICES (International Council for the Exploration of the Sea, siehe <http://www.ices.dk/indexnofla.asp>) angesiedelt ist, gemeldet (zusammen mit einem nationalen Kommentar). Im Abstand von 5 Jahren wurden die Ergebnisse in Periodischen Assessments der HELCOM zusammengefasst und in internationalen Arbeitsgruppen wissenschaftlich bewertet (HELCOM 1987, 1990, 1996, 2002). Gegenwärtig legt HELCOM verstärkt Wert auf aktuellere Berichte in Form der „Indicator Fact Sheets“ (HAJDU et al. 2006, FLEMING and KAITALA 2007, JAANUS et al. 2007, HAJDU et al. 2008, KAITALA and HÄLLFORS 2008, OLENINA et al. 2009, HANSSON AND ÖBERG 2010, OLENINA AND KOWNACKA 2010, WASMUND et al. 2012). Außerdem werden spezielle Thematische Assessments veröffentlicht, z.B. über Einflüsse klimatischer Veränderungen (HELCOM 2007) oder der Eutrophierung (HELCOM 2009). Auch im Rahmen des BLMP werden Indikatorberichte verfasst, wie der über das Chlorophyll in der deutschen AWZ der Ostsee (WASMUND et al. 2011b).

Die internationale Kooperation erhält zunehmend einen europäischen Rahmen. So entwickelte 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 (WRRL, siehe EUROPEAN UNION 2000, und <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:DE:HTML>) sowie die EG-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL, siehe EUROPEAN UNION 2008, und <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:DE:PDF>). Die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (RICHTLINIE 2008/56/EG) schafft den Ordnungsrahmen für die notwendigen Maßnahmen aller EU-Mitgliedsstaaten, um bis 2020 einen „guten Zustand der Meeresumwelt“ in allen europäischen Meeren zu erreichen oder zu erhalten. Zu ihrer Implementierung in den deutschen Bereichen von Nordsee und Ostsee muss bis 2012 u.a.

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

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

Die umfassende Auswertung der Daten wird im IOW ermöglicht durch die enge Zusammenarbeit von Ozeanographen, Meereschemikern und Biologen. Die biologischen Daten werden vor dem Hintergrund der hydrographisch-chemischen Zustandseinschätzung interpretiert, die für das Jahr 2011 bereits erschienen ist (NAUSCH et al. 2012).

Die Bearbeitung des Phytoplankton- und Chlorophyllkapitels lag in den Händen von Dr. NORBERT WASMUND. Die Zooplanktonpassagen wurden von Dr. LUTZ POSTEL und der Makrozoobenthos von Dr. MICHAEL L. ZETTLER verfasst. Die Sinkstofffallen wurden von Dr. FALK POLLEHNE und die Satellitenbilder von Dr. HERBERT SIEGEL bearbeitet.

2. Material und Methoden

2.1 Beprobungs-Strategie

Die Aufgaben des IOW sind im Arbeitsplan des BSH festgelegt (BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE 2011). Sie orientieren sich an den Vorschriften der HELCOM. Im Einzelnen umfasst das biologische Monitoring am IOW die Bestimmung der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des Phytoplanktons, Mesozooplanktons und Makrozoobenthos, die Bestimmung des Chlorophyll-a-Gehalts von Wasserproben und die Auswertung von Sinkstoff-Fallen. Die Phytoplanktonentwicklung wird auch anhand von Satellitenbildern verfolgt. Die Methoden sind in einem Handbuch (HELCOM 2010) verbindlich vorgeschrieben. Für die Auswertung der Sinkstoff-Fallen und der Satellitenbilder gibt es noch keine HELCOM-Methodenvorschriften.

Die Stationen für die biologischen Untersuchungen sind in Abb. 1 dargestellt. Seit einigen Jahren wird nicht mehr die IOW-interne Bezeichnung der Stationen, sondern die offizielle BLMP- und ICES-Nomenklatur nach ICES-Station-Dictionary verwendet. In Ausnahmefällen wird in Abbildungen und Tabellen aus Platzgründen aber auf den in diesem Bericht redundanten Präfix „OMBMP“ verzichtet. Die Entsprechungen der Stationsbezeichnungen sind aus Tab. 1 ersichtlich. Die bislang verwendeten IOW-Stationennummern sind parallel noch einmal in Tab. 2 angegeben.

Da Planktonproben möglichst sowohl auf den Hin- als auch Rückreisen genommen werden sollten, ergeben sich von den 5 Fahrten maximal 10 Proben pro Station und Jahr. Im Jahre 2011 erhielten wir keine Phytoplanktonproben der Lübecker und Mecklenburger Bucht vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) zur Bearbeitung, da das LLUR nun Kapazität hat, diese Proben selbst zu analysieren. Die bislang vom IOW für das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) genommenen Phytoplanktonproben werden auf Wunsch des LUNG nicht mehr genommen.

Die Sinkstoff-Fallen sind ab dem Jahre 2008 im Messfeld Arkonabecken (siehe Station AB in Abb. 1) installiert worden. In diesem Bericht können bereits die Daten der Sinkstoff-Fallen des Jahres 2011 gezeigt werden.

Zu den Zooplanktonproben gibt es in Tab. 2 noch eine gesonderte Statistik, aus der die Anzahl der Hols pro Station abzuleiten ist.

Makrozoobenthos-Proben werden nur einmal im Jahr (im Oktober) von insgesamt 8 Stationen (siehe Tab. 3 auf Seite 14) genommen.

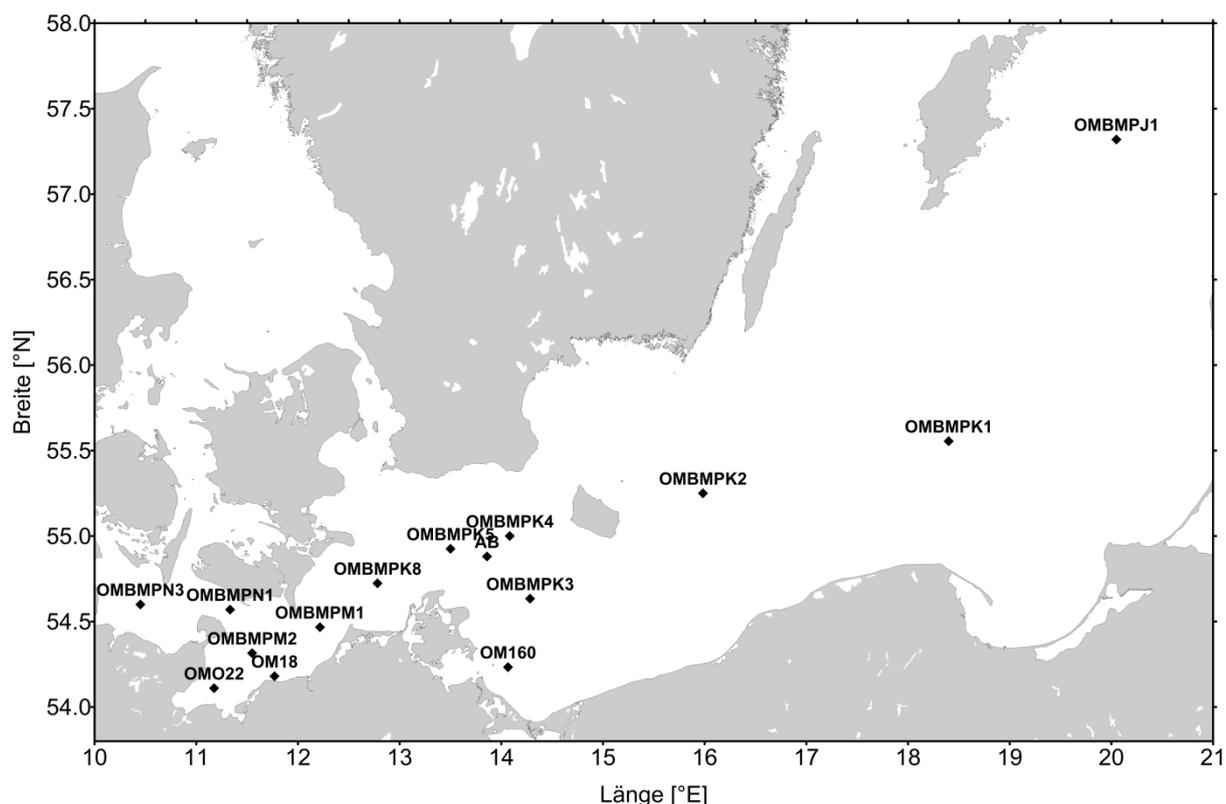


Abb. 1: Die Lage der beprobten Stationen in der Ostsee mit Darstellung der Grenze der AWZ.

Fig. 1: The station grid for biological sampling in the Baltic Sea, with depiction of the border of the exclusive economical zone of Germany.

Tab. 1

Häufigkeit der Probenahme (= Anzahl der Probentermine) zur Gewinnung der biologischen Daten des IOW im Jahre 2011. Gekürzte Stationsnummern, die teilweise in diesem Bericht verwendet werden, in Spalte 2.

Table 1

Sampling statistics for different parameters specified for sampling stations in 2011. Short name of international station number inserted in column 2.

Stationsnummer	Verkürzte Stationsnummer	Chloro- phyll	Phyto- plankton	Zoo- plankton	Zoo- benthos
Beltsee	Beltsee				
OMBMPN ₃	N ₃	5	5	5	1
OMBMPN ₁	N ₁	-	-	-	1
OMBMPM ₂	M ₂	10	10	9	1
OMO ₂₂	O ₂₂	5	5	-	-
OM ₁₈	OM ₁₈	-	-	-	1
OMBMPM ₁	M ₁	10	10	10	-
Arkonasee	Arkonasee				
OMBMPK ₈	K ₈	10	10	10	1
OMBMPK ₅	K ₅	10	10	10	-
OMBMPK ₄	K ₄	5	5	4	1
Pommernbucht	Pommernbucht				
OMBMPK ₃	K ₃	-	-	-	1
OM ₁₆₀	OM ₁₆₀	-	-	-	1
Bornholmsee	Bornholmsee				
OMBMPK ₂	K ₂	7	8	8	-
Östl. Gotlandsee	Östl. Gotlandsee				
OMBMPK ₁	K ₁	4	4	4	-
OMBMPJ ₁	J ₁	5	5	4	-

2.2 Phytoplankton

Im allgemeinen wurden an jeder Station 2 Phytoplanktonproben genommen: eine Oberflächen-Mischprobe, für die Wasser von 1 m, 2,5 m, 5 m, 7,5 m und 10 m Tiefe zu gleichen Teilen gemischt wurde sowie eine Probe unterhalb der obersten Sprungschicht (meistens aus 15 oder 20 m Tiefe). Bei Vorliegen interessanter Strukturen (z.B. markante Fluoreszenzmaxima im Tiefenprofil) wurden auch aus diesen Wassertiefen zusätzliche Proben genommen. Die Proben (200 ml) wurden mit 1 ml saurer Lugolscher Lösung fixiert und so bis zur Auswertung gelagert (max. 6 Monate).

Die Biomasse der einzelnen Phytoplanktonarten wurde mikroskopisch nach der traditionellen Methode nach UTERMÖHL (1958) bestimmt. Bei der Zählung wurden die Individuen nicht nur nach Taxa, sondern auch nach Größenklassen entsprechend der HELCOM-Vorgaben (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, 2010). Dieses wird mit der Anzahl der gezählten Individuen multipliziert, um auf das Biovolumen der jeweiligen Art zu kommen. Bei Annahme einer Dichte von 1 g cm^{-3} entspricht das Biovolumen zahlenmäßig der Biomasse (Frischmasse).

Die Berechnung und Datenausgabe erfolgte mit Hilfe des Zählprogramms OrgaCount der Firma AquaEcology und der verbindlichen Arten- und Biovolumenliste PEG_BVOL2012, siehe http://www.ices.dk/marine-data/vocabularies/Documents/PEG_BVOL.zip unter „past versions“.

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). Wegen der Variabilität der Faktoren wird im allgemeinen auf eine Umrechnung verzichtet und die Chlorophyll a-Konzentration direkt als ein Phytoplanktonparameter betrachtet.

Proben zur Bestimmung der Chlorophyll a – Konzentration wurden aus Standardtiefen (1 m, 5 m, 10 m, 15 m und 20 m), gelegentlich auch aus Sondertiefen parallel zum Phytoplankton genommen. 200-500 ml Probenwasser wurden durch Glasfaserfilter (Whatman GF/F) filtriert. Die Filter wurden dann in flüssigem Stickstoff ($-196 \text{ }^{\circ}\text{C}$) schock-gefrostet und im Institut für maximal 3 Monate bei $-80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ gelagert. Die Extraktion erfolgte mit 96 %igem Ethanol, wie es von HELCOM (2010) vorgeschrieben ist. Dadurch konnte auf Homogenisation und Zentrifugation verzichtet werden (WASMUND et al. 2006 b).

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

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

2.4 Mesozooplankton

Die Einschätzung des Jahres 2011 beruht innerhalb der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) auf insgesamt 83 Netzproben (Tab. 2, Abb. 1). Die Beprobung erfolgte entsprechend der HELCOM-Vorschrift mit einem WP-2 Netz (100 µm Maschenweite) in bis zu drei Tiefenstufen pro Station, teilweise auf der Hin- und Rückfahrt. Die Details der Probenentnahme sind dem Bericht über das Jahr 2004 zu entnehmen (Wasmund et al., 2005).

Im Labor folgte die Bestimmung der Taxa, die Zählung der Individuen und die Berechnung der Abundanz (Ind./m³). Dazu wurden Unterprobenvolumina einer Gesamtprobe mikroskopisch in einer Bogorov - Zahlkammer unter der Voraussetzung analysiert, dass die Verteilung der Organismen in der Gesamtprobe im Moment der Teilprobenherstellung ist. Das Verfahren sieht für unterschiedlich häufig auftretende Taxa eine unterschiedliche Anzahl von Teilproben vor, wobei der mit dem Verfahren verbundene Fehler statistisch von der Menge der gezählten Individuen abhängt. Die Proben wurden gemäß der gültigen HELCOM Vorschrift ausgezählt, bis bei drei Taxa (außer Nauplia, Rotatorien und *Bosmina* spp.) mindestens die Zahl von 100 Individuen erreicht worden ist. War dies nicht in der ersten Teilprobe der Fall, wurden zusätzliche Teilproben durchgemustert. Abschließend wurde der Rest der Probe vollständig mittels einer größeren Bogorov - Kammer analysiert und nur die Taxa quantitativ berücksichtigt, die in dem bisherigen Teilproben - Verfahren nicht bzw. nur als einzelne Exemplare auftraten. Nicht gezählt werden Häutungsprodukte und Phytoplankton. Bei zerbrochenen Tieren wurde jeweils nur das Kopfteil gezählt, wenn dies zweifelsfrei dem entsprechenden Taxon zuzuordnen ist. Die jeweiligen Teilprobenvolumina werden für die folgende Konzentrationsberechnung registriert. Taxonomische Bezeichnungen und Zuordnungen erfolgten gegenwärtig nach dem Integrated Taxonomic Information System (ITIS, <http://www.itis.gov/>).

Wegen taxonomischer Unsicherheiten wurde *Bosmina* spp. nur auf dem Gattungsniveau berücksichtigt. Dem Standard des „Integrated Taxonomic Information System“ folgend, wurden die Bryozoa als Gymnolaemata und die Mysidacea als Lophogastrida aufgeführt.

Tab. 2

Statistik der Zooplankton-Probenentnahme auf den in Abb.1 verzeichneten Stationen vom Februar bis Oktober 2011

Table 2

Sample statistic of zooplankton hauls on cruises between February and October 2011.

Stationsbezeichnung		Zeitraum				
IOW Bezeichnung	Internationale Bezeichnung	01.- 13.2.2011	23.03.- 01.04.	10.- 18.05.	03.- 14.08.	24.- 28.10.
		Tiefe von-bis (m)	Tiefe von-bis (m)	Tiefe von-bis (m)	Tiefe von-bis (m)	Tiefe von-bis (m)
OMTF0360	OMBMPN3	14-0	14-0	6-0	14-0	15-0
OMTF0360	OMBMPN3			15-6		
OMTF0012	OMBMPM2	6-0	8-0	14-0	13-0	21-0
OMTF0012	OMBMPM2	21-6	20-8	22-14	20-13	
OMTF0046	OMBMPM1	22-0	15-0	18-0	7-0	21-0
OMTF0046	OMBMPM1		22-15	23-18	20-7	
OMTF0030	OMBMPK8	15-0	8-0	19-0	9-0	12-0
OMTF0030	OMBMPK8	20-15	17-8		18-9	19-12
OMTF0113	OMBMPK5	15-0	23-0	43-0	17-0	18-0
OMTF0113	OMBMPK5	44-15	41-23		30-17	43-18
OMTF0113	OMBMPK5				44-30	
OMTF0109	OMBMPK4	36-0	33-0	35-0		25-0
OMTF0213	OMBMPK2	0-57	0-25	0-83	10-0	28-0
OMTF0213	OMBMPK2	57-81	25-54		45-10	38-28
OMTF0213	OMBMPK2		54-82		80-45	80-38
OMTF0259	OMBMPK1	62-0	25-0	58-0	11-0	
OMTF0259	OMBMPK1	83-58	60-25	85-58	62-11	
OMTF0259	OMBMPK1		82-60		83-62	
OMTF0271	OMBMPJ1	50-0	25-0	60-0	15-0	
OMTF0271	OMBMPJ1	122-51	58-25	135-60	60-15	
OMTF0271	OMBMPJ1		140-58		120-60	
OMTF0213	OMBMPK2		0-25	0-15	0-18	
OMTF0213	OMBMPK2		25-51	15-55	18-40	
OMTF0213	OMBMPK2		51-84	55-87	40-80	
OMTF0109	OMBMPK4	46-36	43-33	44-35		41-25
OMTF0113	OMBMPK5	34-0	20-0	23-0	18-0	29-0
OMTF0113	OMBMPK5	43-34	42-20	37-23	44-18	40-29
OMTF0113	OMBMPK5			43-37		
OMTF0030	OMBMPK8	9-0	0-10	19-0	9-0	13-0
OMTF0030	OMBMPK8	19-9	18-10		18-9	20-13
OMTF0046	OMBMPM1	22-0	19-0	17-0	5-0	21-0
OMTF0046	OMBMPM1			24-17	21-5	
OMTF0012	OMBMPM2	12-0	18-0		11-0	20-0
OMTF0012	OMBMPM2	20-12			22-11	

2.5 Makrozoobenthos

Beginnend von der Kieler Bucht wurden bis zur Pommernbucht im Oktober 2011 an 8 Stationen Benthosuntersuchungen durchgeführt. Die Übersicht in Tabelle 3 soll die Lage der Stationen verdeutlichen. Je nach Sedimenttyp wurden zwei verschiedene van-Veen-Greifer (980 cm² und 1060 cm²) mit unterschiedlichen Gewichten (38 kg bzw. 70 kg sowie 23 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 (HELCOM 2010). 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.

Die weitere Bearbeitung der Proben erfolgte im Labor. 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. Nemertea, Halacaridae) bis zur Art bestimmt. Bei der Nomenklatur wurde weitestgehend dem „World Register of Marine Species (WoRMS)“ gefolgt (<http://www.marinespecies.org/index.php>). Außerdem wurden die Abundanzen und Biomassen (Aschefreie Trockenmasse, AfTM) erfasst. Für eine vergleichbare Gewichtsbestimmung wurde der HELCOM-Richtlinie (HELCOM 2010) gefolgt und die Proben vor der Bearbeitung für 3 Monate gelagert. Alle Gewichtsbestimmungen (Feucht-, Trocken- und Aschefreie Trockenmasse) erfolgte durch Messungen auf einer Mikrowaage.

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

Tab. 3
Stationsliste über Untersuchungen am Makrozoobenthos im Oktober 2011.

Table 3
Station list of macrozoobenthic investigations in October 2011.

	Datum	Tiefe	Nord	Ost	Seegebiet
OMBMPN3	25.10.2011	18,3	54° 36,000	10° 27,000	Kieler Bucht
OMBMPN1	24.10.2011	27,6	54° 33,200	11° 20,000	Fehmarnbelt
OMBMPM2	24.10.2011	23,9	54° 18,900	11° 33,000	Mecklenburger Bucht
OM18	24.10.2011	20,3	54° 11,000	11° 46,000	Mecklenburger Bucht Süd
OMBMPK8	25.10.2011	21,9	54° 44,000	12° 47,400	Darßer Schwelle
OMBMPK4	26.10.2011	44,1	55° 00,000	14° 05,000	Arkonasee Zentral
OMBMPK3	26.10.2011	29,8	54° 38,000	14° 17,000	Pommernbucht Nord
OM160	27.10.2011	12,4	54° 14,500	14° 04,000	Pommernbucht Zentral

2.6 Sedimentation

Die Raten des vertikalen Partikelflusses (Sedimentation) wurden im Messfeld des IOW in der zentralen Arkonasee gemessen. Hier wurde zur Erfassung der Menge und Qualität des aus der Deckschicht absinkenden Materials eine automatische Sinkstofffalle des Typs SM 234 mit einer Fangfläche von 0,5 m² verankert, die 21 in programmierbaren Zeitschritten auswechselbare Fanggläser besitzt. Die Verankerung wurde bei einer Wassertiefe von 45 m mit einer Oberflächenmarkierung und einer Grundfangleine ausgelegt und nach 3 - 4 Monaten wieder aufgenommen. Die einzelnen Fangintervalle betragen zwischen 5 und 7 Tagen. In der Verankerung befand sich die Falle unter der Dichteschichtung in 35 m Tiefe im Tiefenwasser. Am aufgefangenen Material wurden Elementanalysen, Bestimmungen der natürlichen Isotopenzusammensetzung sowie mikroskopisch-taxonomische Analysen durchgeführt. Die Probengewinnung im Jahr 2011 lief ab Februar 2011 wieder nach Plan ab, nachdem ab November 2010 der automatische Probenteller durch abfallende Miesmuscheln verstopft war. Die Verankerungen konnten regulär aufgenommen werden. Durch Fischerei verzogene oder komplett gekappte Verankerungen traten nicht mehr auf. Auch in der Probenaufarbeitung traten keine Verzögerungen auf, so dass auch C, N und Isotopenwerte für das gesamte Jahr verfügbar sind. Das Jahresbudget 2011 konnte daher aus Originaldaten errechnet werden.

2.7 Qualitätssicherung

Zu Beginn des Jahres 2011 wurden die Antragsunterlagen zur Akkreditierung für die Prüfgruppen Phytoplankton, Zooplankton, Zoobenthos und Chlorophyll eingereicht.

Die qualifizierte Artbestimmung des Phytoplanktons ist wesentlich vom Kenntnisstand des Bearbeiters abhängig. Aus diesem Grunde führt die Phytoplankton-Expertengruppe (PEG) jährliche Weiterbildungsveranstaltungen und etwa in dreijährigem Abstand einen Ringtest durch, an denen die Phytoplankton-Bearbeiter teilnehmen. Der letzte HELCOM-Ringversuch fand vom November 2007 bis Januar 2008 statt. Er wurde von der Qualitätssicherungsstelle des Umwelt-Bundesamtes vorbereitet und ausgewertet (SCHILLING und UHLIG 2010). Die Teilnahme der Kolleginnen des IOW war erfolgreich. Zusätzlich zu den HELCOM-Ringtests nahmen die Ostsee-Phytoplankton-Bearbeiterin des IOW (SUSANNE BUSCH) erfolgreich am Ringtest "SYKE8/2011 Phytoplankton Proficiency Test" des Finnish Environment Institute SYKE teil [www.environment.fi/publications: ISBN 978-952-11-4007-5 (pdf)].

Im Jahre 2011 fand der jährliche Phytoplanktonkurs und -workshop der HELCOM vom 23. bis 27. April 2011 in Klaipeda statt. Hier wurde beschlossen, dass PEG im Jahre 2012 einen neuen Ringversuch durchführen wird. Dieser internationale Ringversuch wird vom IOW vorbereitet. Wie in jedem Jahr wurde die Arten- und Größenklassenliste der Biovolumendatei rückwirkend für das vorangegangene Jahr aktualisiert. Zu den Proben des Jahres 2011 gehört die offizielle ICES- und HELCOM-Biovolumendatei PEG_BIOVOL2012.

Das IOW beteiligt sich regelmäßig an den Chlorophyll-Vergleichen von AQ11 (= Chlorophyll im Meerwasser) im Rahmen von QUASIMEME. Entsprechend des Beschlusses der BLMP-UAG Qualitätssicherung Plankton vom 11.9.2008 wurde nur noch das unkorrigierte „Gesamt“-

Chlorophyll-a („Chl.a-tot-NEU“) gemeldet. In Runde 63 (Oktober 2010 – Januar 2011) lagen unsere z-scores bei 0.9 und 1.5 und in Runde 65 (April 2011-August 2011) bei 1.0, 1.2 und 0.1 und damit im akzeptierten Bereich.

Die Qualitätssicherung für die Zooplanktonarbeiten umfasste zunächst die Einweisung der technischen Mitarbeiter(innen) über die Probeentnahme vor jedem Fahrtantritt auf der Basis einer Arbeitsanweisung (SOP), die auf dem HELCOM COMBINE Manual beruht. Bei einem ostseeweiten Ringtest im Jahre 2007 wurde dem Labor ein nicht zu beanstandendes Ergebnis bescheinigt.

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

Ab Daten von 2011 werden dem BSH in einem neuen BLMP-Format übergeben. Dieses verlangt keine umfangreichen methodischen Angaben mehr. Die Methoden werden im Rahmen der Akkreditierung dokumentiert, die zwar noch nicht erteilt wurde, aber nach deren Maßgaben (SOPs) bereits gearbeitet wird.

3. Die abiotischen Verhältnisse in der Ostsee im Jahre 2011

Die klimatologischen und hydrographischen Verhältnisse beeinflussen die Entwicklung der Organismen und sollen deshalb in diesem Kapitel kurz dargestellt werden. Diese Darstellung beruht auf dem Bericht von NAUSCH et al. (2012), aus dem detaillierte Daten zu entnehmen sind.

Das Jahr 2011 war in der Wasseroberflächentemperatur (sea surface temperature = SST) der westlichen Ostsee durch vergleichsweise kalte Monate Januar bis März und einen warmen Juni gekennzeichnet. Die starke Abkühlung im Dezember 2010 setzte sich im Januar und Februar in der Mecklenburger Bucht und bis März in der Arkonasee fort. Dadurch entwickelte sich der Februar in der Mecklenburger Bucht mit Monatsmitteltemperaturen kurz unter 0°C und Anomalien von -2 K zum kältesten Monat. In der Arkonasee war das Minimum erst im März mit 0.5°C erreicht. Die maximale Eisbedeckung wurde am 24. Februar registriert. Die höchsten positiven Anomalien wurden im Juni mit bis zu +1.5 K bestimmt. Tiefdruckwetterlagen mit extremen Niederschlägen bestimmten das Wetter im Juli und August 2011. Da die nördliche Ostsee in beiden Monaten relativ warm war, waren die Monatsmittel in der gesamten Ostsee in beiden Monaten ziemlich ähnlich und homogen. Die Maximaltemperaturen wurden Anfang August mit 20-22°C in der zentralen Ostsee und mit 18-19°C in der westlichen Ostsee erreicht. Im September und Oktober dominierten anhaltende Westwinde, die zu starkem Auftrieb entlang der schwedischen Küste von der Arkonasee bis nördlich Gotland führten. Dadurch entstanden in der nördlichen Arkonasee negative Anomalien von bis zu -4 K. Im November

lagen die SST in der gesamten westlichen Ostsee im normalen Bereich und im Dezember in der Mecklenburger Bucht im Mittel 1 K über dem langjährigen Mittel.

Nach NAUSCH et al. (2012) waren im Jahre 2011 vier barotrope Einstromereignissen in die Ostsee zu verzeichnen: im Januar/Februar im März/April, im Mai und im November/Dezember. Insgesamt rangierten sie in ihrer Bedeutung hinter den zwei großen Ereignissen in den Wintern 1993 und 2003.

4. Ergebnisse

4.1 Phytoplankton

4.1.1 Satellitengestützte Darstellung der raum-zeitlichen Phytoplanktonentwicklung

Die raum-zeitliche Entwicklung des Phytoplanktons im Jahr 2011 wurde anhand von Chlorophyllkarten erarbeitet, die aus Satellitendaten der amerikanischen MODIS Sensoren auf den Satelliten Aqua und Terra sowie von MERIS auf dem europäischen Satelliten ENVISAT abgeleitet worden sind. Einbezogen wurde auch das **WAQSS - Water Quality Service System** von Brockmann Consult. Die Chlorophyllkarten haben eine räumliche Auflösung von 1 km. Für die Untersuchung der Cyanobakterienentwicklung wurden MODIS Daten mit einer Auflösung von 250 m verwendet.

Die Satellitendaten zeigten in den Monaten Januar und Februar nur wenig wolkenfreie Gebiete. Bereits am 2.1. war aber eine Szene vorhanden, die erhöhte Chlorophyll a-Konzentrationen im Bereich der Oderbucht und westlich der Darßer Schwelle zeigte. Ab 20.1. entwickelten sich erhöhte Konzentrationen im Kattegat. Vom 25.1. bis ca. 5.2.2011 lagen die Konzentrationen in der gesamten Ostsee unter 1 mg m^{-3} . Ab 10.2. passierte die Planktonentwicklung die Dänischen Belte und am 12.2. war das Gebiet westlich der Darßer Schwelle erfasst. Danach war die westliche Ostsee bis Ende des Monats komplett mit Wolken bedeckt. Erhöhte Konzentrationen westlich der Darßer Schwelle und noch höhere im Einflussbereich der Oder sowie des Flusswassers entlang der Küste der Baltischen Länder wurden bis ca. 8.3. beobachtet. In dieser Periode entwickelten sich im Kattegat besonders hohe Konzentrationen, die weiter erhalten blieben. Leicht erhöhte Konzentrationen gab es schon bis in die südliche Gotlandsee und besonders niedrige in der westlichen und nördlichen Gotlandsee. Diese Situation blieb bis ca. 19.3. erhalten. Danach lagen in der Gotlandsee ziemlich homogen $1.5\text{-}3 \text{ mg m}^{-3}$ vor. Ab 25.3. waren westlich Fehmarn und in der Mecklenburger Bucht maximale Konzentrationen von $10\text{-}20 \text{ mg m}^{-3}$ erreicht. Ab 28.3. blieben diese Werte weiterhin erhalten und auch in der Arkonasee waren $5\text{-}10 \text{ mg m}^{-3}$ zu verzeichnen. Die nächsten Satelliteninformationen lagen erst vom 10.4. vor. Die westliche Ostsee war bis Bornholm von der Blüte erfasst. Besonders hohe Konzentrationen waren im Bereich der Oder und im Transportband entlang der polnischen Küste bis in die Bucht von Gdansk zu erkennen, was durch eine Westwind erzeugt wurde. Dieser Wind hat auch das Wasser aus dem Frischen und dem Kurischen Haff entlang der Küste verteilt. In den zentralen Teilen der westlichen Ostsee verminderten sich die Konzentrationen besonders nach dem 15. April. Ab 19.4. waren ausgehend von den Küsten und vom Finnischen Meerbusen weite Teile der nördlichen und westlichen Gotlandsee beeinflusst. Ab 22.4.

verminderten sich die Konzentrationen in der westlichen Ostsee und ab 25.4. besonders westlich der Darßer Schwelle auf 1-3 mg m⁻³. Hohe Konzentrationen bis ca. 10 mg m⁻³ waren nur noch in der Pommernbucht und entlang der Küste der Baltischen Länder vorhanden. Ab 13.5. bildeten sich Gebiete mit minimalen Konzentrationen westlich der Darßer Schwelle und zwischen den Inseln Bornholm und Gotland. Der Finnische Meerbusen und die inneren Küstengewässer waren durch hohe Chlorophyll a-Werte charakterisiert. Ab 18.5. verminderten sich die Konzentrationen durch windbedingte Durchmischung langsam. Ab 2.6. gibt es noch einen Schub in der gesamten Ostsee, was ab 20.6. in einer wolkenreichen Phase beendet war.

Erste erhöhte Konzentrationen, die auf eine Cyanobakterienentwicklung hindeuten, waren von der südöstlichen Gotlandsee bis zur Danziger Bucht am 16.6. zu erkennen. Danach war es sehr stark bewölkt und in den wenigen wolkenarmen Bereichen waren keine Cyanobakterien bis zum 26.6. zu beobachten. Am 29.6. gab es auch östlich vom Rügen und in der Arkonasee erste Andeutungen von Filamenten. Nach einer Schlechtwetterphase waren dann erste Filamente wieder am 3.7. im Finnischen Meerbusen vorhanden. Danach ging die Entwicklung in einer windschwachen Periode rasant weiter. Am 7.7. hatten die Cyanobakterien die nördliche Gotlandsee erfasst und am Folgetag waren Filamente bereits vom Finnischen Meerbusen bis zur Gdänsker Bucht und Öland zu erkennen. Es folgte die Entwicklung weiter bis in die Bornholmsee, Pommernbucht und südliche Arkonasee. Am 12.7. erreichte die Cyanobakterienentwicklung ihre maximale Ausdehnung vom Finnischen Meerbusen über die Pommernbucht bis nach Bornholm (Abb. 2).

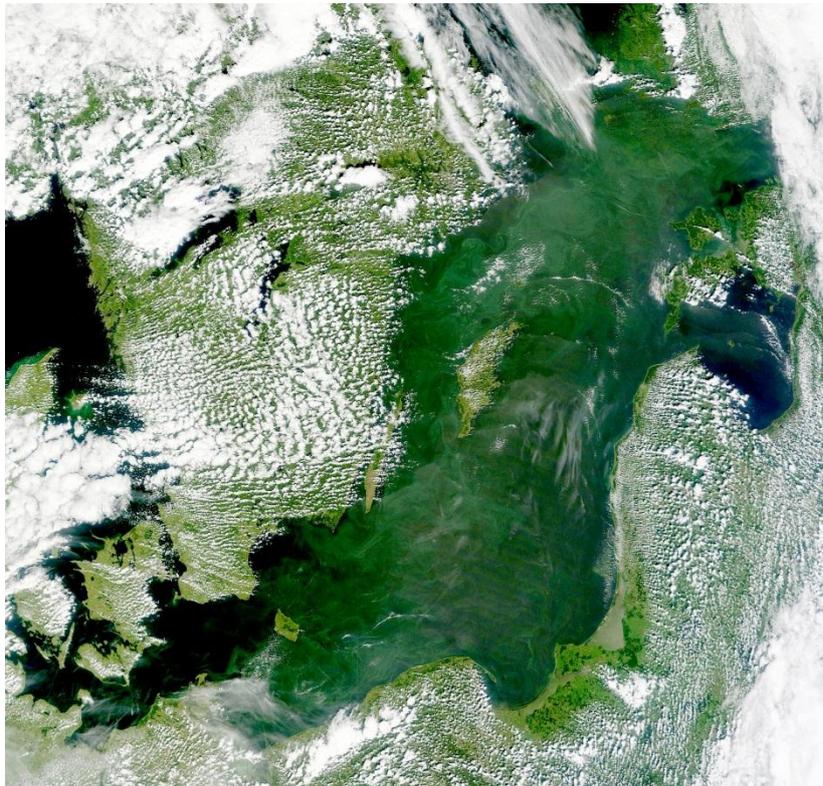


Abb. 2: Verteilung der Cyanobakterien am 12.07.2011 während der maximalen Ausdehnung. Daten: LANCE - NASA/GSFC/ESDIS.

Fig. 2: Distribution of Cyanobacteria on 12.07.2011 during there widest extension. Data: LANCE - NASA/GSFC/ESDIS.

Während des Durchzuges von Tiefdruckgebieten am 13.-14.7. mit starker Bewölkung und teilweise starkem Ostwind gab es keine verwertbaren Bilder bzw. Ausschnitte. Danach waren am 15.-17.7. kaum Filamente in der Gotland- und Bornholmsee auf den wolkenfreien Flächen zu erkennen. Das Wasser war durchmischt. Bis 18.7. setzte sich das in der westlichen Ostsee und in der östlichen Gotlandsee so fort. Am 19.7. waren dann wieder Filamente von der nördlichen über die westliche Gotlandsee bis in die Arkonasee vorhanden. In der östlichen Gotlandsee war kaum Aktivität wegen des noch anhaltenden Windes. In den folgenden 10 Tagen war es weiter sehr unbeständig. Mehrere Tiefdruckgebiete zogen durch, die in Norddeutschland zu Rekordregenmengen geführt haben. Dadurch waren nur sehr sporadisch wolkenfreie Gebiete in den Satellitendaten vorhanden. Am Eingang zum Finnischen Meerbusen waren Filamente zu erkennen, dagegen war in der östlichen Gotlandsee kaum noch etwas vorhanden. Am 27.7. waren die nördliche und westliche Gotlandsee und Arkonasee beeinflusst. Danach gab es erst wieder Informationen am 1.8.2011. Von der Bottensee bis Bornholmsee, in der Pommernbucht, im Oderhaff und im Greifswalder Bodden waren Filamente zu erkennen. Das konnte man bis zum 3.8. verfolgen. Am 4.8. waren Bottensee und westliche Ostsee bedeckt; klare Strukturen waren nur noch in der nördlichen und südlichen Gotlandsee zu beobachten. In den Folgetagen war es wieder sehr stark bewölkt, sodass es die nächsten Informationen erst vom 12.8. und 13.8. gab. Ausgeprägt Filamente waren nur noch in der Bottensee und im Oderhaff, einzelne in der Gotlandsee und keine in der westlichen Ostsee vorhanden. Die wenigen Szenen bis Ende August zeigten bis zum 29.8. Filamente in der Bottensee und Andeutungen in der südöstlichen Gotlandsee. Die Cyanobakterienblüte 2012 war durch den starken Tiefdruckeinfluss im Juli und August besonders in der südlichen Ostsee nur weniger stark ausgeprägt. Am intensivsten war sie in der nördlichen Gotlandsee. Insgesamt waren unterschiedliche Bereiche von Ende Juni bis Ende August beeinflusst.

Im September wurden erhöhte Chl_a Konzentrationen von ca. 3-6 mg m⁻³ fast durchgängig im Bereich Darßer Schwelle bis Fehmarn abgeleitet. Ansonsten verminderten sich die Konzentrationen und lagen Ende des Monats bei 1-2 mg m⁻³. Anfang Oktober sanken die Konzentrationen auf Werte um und unter 1 mg m⁻³ in den zentralen Teilen der Ostsee. Ab 12.10. änderte sich das wieder, beginnend im Bereich der Darßer Schwelle. Vom 16.-23.10 lagen in der gesamten westlichen Ostsee außer der Arkonasee Konzentrationen um 2-5 mg m⁻³ vor. Danach sanken die Konzentrationen auf Werte um 1 mg m⁻³ am Ende des Monats. Vom November und Dezember gab es keine Szenen mit wolkenfreien Gebieten.

4.1.2 Jahrgang von Artenzusammensetzung und Biomasse

Die begrenzte Anzahl an Fahrten, Stationen und Tiefenhorizonten lässt keine umfangreicheren Analysen zur Sukzession, horizontalen und vertikalen Verteilung des Phytoplanktons zu. Insbesondere die vertikale Verteilung ist jedoch, im Gegensatz zum Zooplankton, von geringerer Priorität, da sich das Phytoplankton hauptsächlich in der durchmischten Deckschicht aufhält, so dass wir uns primär auf die Mischproben aus 0-10 m Tiefe konzentrieren können. Die wegen der relativ geringen Probenfrequenz bestehenden Kenntnislücken beim aktuellen Jahresverlauf der Phytoplanktonentwicklung konnten wir für die Mecklenburger Bucht durch zusätzliche Informationen aus dem Küstenmonitoring des IOW vor Heiligendamm schließen. Die Daten des Küstenmonitorings sind auf der Homepage des IOW unter <http://www.io-warnemuende.de/algenblueten-vor-heiligendamm-2011.html> einzusehen.

Die 10 wichtigsten Phytoplankton-Taxa (nach Biomasse) aus den Oberflächenproben von den 5 Monitoringfahrten sind für die einzelnen Stationen und Jahreszeiten in Tab. A1 (Anhang) zusammengestellt, sortiert nach ihrem prozentualen Anteil an der Gesamt-Biomasse der Station und Jahreszeit. Die drei Winter/Frühjahrsfahrten sind zusammengefasst. Unbestimmte Kategorien („Unbestimmte“, „Gymnodiniales“, „Peridinales“ und „Craspedophyceae“) sind dann aus der Tabelle entfernt, wenn sie jeweils weniger als 10% der Biomasse der Probe ausmachten; dann sind die nachfolgenden Taxa aufgerückt. Tabellen gleicher Struktur sind auch schon in den vorjährigen Berichten gezeigt, so dass dem Leser ein Langzeit-Vergleich möglich ist.

Die komplette Phytoplankton-Artenliste (alle Tiefen) des Jahres 2011, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Monitoringfahrten, ist in Tab. A2 zu finden. Die Arten sind dort alphabetisch sortiert. Es sind auch die Individuen einbezogen, die der Art sehr ähnlich sind, dieser aber nicht mit Sicherheit zugeordnet werden konnten (gekennzeichnet mit „cf.“). Ebenso sind die Organismen einbezogen, die nur bis zur Gattung bestimmt werden konnten (gekennzeichnet mit „sp.“). Die Rangfolge der Taxa nach ihrer Biomasse, gemittelt über alle Stationen und Monitoringfahrten des Jahres 2011, 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. Nützliche Informationen zur taxonomischen Zugehörigkeit der Arten finden sich ebenfalls in Tab. A2. Diese mehrseitigen Tabellen sind in den Anhang gestellt.

Verwandte Arten haben oft ähnliche ökologische Ansprüche und können daher vereinfachend zu Gruppen zusammengefasst werden. Obwohl die Klasse ein hoher taxonomischer Rang ist, der durchaus ökologisch unterschiedliche Arten enthält, hat sich die Abstraktion auf der Ebene der Klasse bewährt. Die Jahresgänge der Biomasse der wichtigsten Klassen des Phytoplanktons, wie Kieselalgen (= Bacillariophyceae, Diatomeen) und Dinoflagellaten (= Dinophyceae), sind in den Abb. 3-5 für die untersuchten Stationen dargestellt.

Traditionsgemäß werden auch heterotrophe Arten und Gruppen (wie *Ebria tripartita*, *Protoperidinium* spp., Craspedophyceae und „incertae sedis“) bei der Zählung erfasst. Craspedophyceae ist der botanische Name für die Choanoflagellaten. „Incertae sedis“ ist eine Sammelgruppe von Arten, die taxonomisch noch nicht eingeordnet werden können, wie *Katablepharis*, *Leucocryptos* und *Telonema*. Wir haben sie in die Artenlisten (Tab. A1 und A2) und die Phytoplankton-Biomasseangaben (Abb. 3-5) einbezogen.

Die *Aphanizomenon*-Art der eigentlichen Ostsee ist bis Mitte der 90er Jahre als *Aphanizomenon flos-aquae* bezeichnet worden. Sie unterscheidet sich phänotypisch aber von der Original-Beschreibung der Art *A. flos-aquae*. Deshalb ist sie provisorisch als *Aphanizomenon* sp. bezeichnet worden, solange keine gültige Artbeschreibung vorliegt. Bei den Arbeiten zur gültigen Neubeschreibung dieser Art durch mehrere Wissenschaftler stellte sich aber heraus, dass sie genotypisch von der eigentlichen Süßwasserart *A. flos-aquae* nicht verschieden ist (LAAMANEN et al. 2002). Wir könnten die Ostseeart also wieder *A. flos-aquae* nennen, bleiben vorläufig aber noch bei der in den letzten Jahren auch international verwendeten Bezeichnung *Aphanizomenon* sp.

Die Gattung *Skeletonema* ist einer taxonomischen Revision unterzogen worden (SARNO et al. 2005, ZINGONE et al. 2005). Das machte eine Neubestimmung der typischen Frühjahrs-Kieselalge *Skeletonema costatum* erforderlich. Es stellte sich aufgrund elektronenmikroskopischer Untersuchungen heraus, dass die in unseren Proben gefundene Art als *S. marinoi* bezeichnet werden muss (WASMUND et al. 2006 a). Aufgrund der Entscheidung der HELCOM-Phytoplankton-Expertengruppe, sich strikt an die gemeinsame Artenliste (OLENINA et al. 2006) zu halten, belassen wir es vorerst bei dem bisher gebrauchten Namen *S. costatum*.

Die Art *Dictyocha speculum* tritt größtenteils in ihrer „nackten“ Form (ohne das typische Kieselskelett) auf. Sie ist in diesem Falle schwer zu bestimmen und kann leicht mit *Verrucophora farcimen* (zu Dictyochophyceae) und *Chattonella* spp. (zu Raphidophyceae) verwechselt werden. Als Synonym wird auch *Pseudochattonella verruculosa* diskutiert (siehe in HOPPENRATH et al. 2009). Es wurde in den Vorjahren bereits darauf hingewiesen, dass die Bestimmung nicht abgesichert ist. Nach Diskussion in der HELCOM-Phytoplankton-Expertengruppe (PEG) identifizieren wir nun viele der nackten Formen als *Verrucophora farcimen*. Die Unsicherheit ist unproblematisch wenn auf Klassenebene gearbeitet wird, denn sowohl *Verrucophora farcimen* als auch *Dictyocha speculum* gehören zur Klasse der Dictyochophyceae, die erst kürzlich von der Klasse der Chrysophyceae abgetrennt wurde. Wegen der Vergleichbarkeit mit den Vorjahren belassen wir diese Gattungen wie bisher in den Abb. 3-5 in der Klasse der Chrysophyceae; in dieser Kategorie machen *Verrucophora* und *Dictyocha* den weitaus größten Biomasse-Anteil aus.

Aus unseren langjährigen Datenreihen wissen wir, dass im Untersuchungsgebiet jährlich drei markante Blüten (Frühjahrsblüte, Sommerblüte, Herbstblüte) vorkommen, die oft noch in Phasen unterschiedlicher Artensukzession unterteilt werden können.

4.1.2.1 Frühjahrsblüte

Die bereits von WASMUND et al. (1998) und SIEGEL & GERTH (2008) ausführlich analysierte Verzögerung der Frühjahrsblüte in östliche Richtung, die für 2011 anhand der Satellitendaten in Abschnitt 4.1.1 beschrieben ist, wird auch deutlich sichtbar bei Einbeziehung der Daten der Langzeitdatenerfassung des IOW in der zentralen Ostsee. Im Februar 2011 war die Biomasse in der Kieler und Lübecker Bucht (Abb. 3 a, b) bereits deutlich höher als in der östlicheren Bereichen. Die Frühjahrsblüte hatte sich in der deutschen AWZ bis Ende März entwickelt (Abb. 3 und 4), aber noch nicht in der zentralen Ostsee (Abb. 5). Sie war damit wegen des kühlen Winters relativ spät. Innerhalb der letzten März-Woche kam es insbesondere in der Arkonasee noch zu einem mehr oder weniger starken Biomasseanstieg, womit das Biomassemaximum sicher noch nicht erreicht war. Im Jahre 2010 wurde an Station OMBMPN₃ bereits am 17.3. immerhin ein Wert von 6618 µg/l gemessen, der etwa dem Potenzial der Frühjahrsblüte entsprechen dürfte. Ungewöhnlich war der relativ hohe Anteil von Dinoflagellaten in der Kieler und Mecklenburger Bucht. Der Silikatverbrauch von 10-13 µmol/l zeigt an, dass hier durchaus eine Kieselalgenblüte gewachsen ist, aber Kieler und Mecklenburger Bucht befanden sich offenbar bereits in einem späteren Sukzessionsstatus als die Arkonasee. Im allgemeinen erscheinen nach der Dominanz von *Mesodinium rubrum* (hier im Februar) Kieselalgen, gefolgt von Dinoflagellaten. Parallel erscheinen in der Kieler Bucht und der Mecklenburger Bucht Flagellaten, die früher größtenteils als nackte Vertreter von *Dictyocha speculum* bestimmt

wurden, nun aber größtenteils als *Verrucophora farcimen* (Abb. 6a) angesprochen werden. Sie sind in Abb. 3 zu den Chrysophyceae gezählt.

Neben *Verrucophora farcimen* (1230 µg/l) wurde die Frühjahrs-Blüte an Station OMBMPN₃ (Kieler Bucht) von dem Dinoflagellaten *Peridiniella danica* (839 µg/l; Abb. 6b) gebildet. Letzterer wurde bisher nicht als diese Art bestimmt, dürfte aber schon in der Vergangenheit als „unbestimmte“ Art vorgekommen sein, allerdings nicht in dieser starken Häufigkeit. Beide Arten sind im Wesentlichen auf die Kieler und Mecklenburger Bucht beschränkt (Abb. 8a und b). Als wichtigste Kieselalge trat *Achnanthes taeniata* (bis 1766 µg/l an Station OMBMPK₈; Abb. 8c) auf. Auch das ist ungewöhnlich, denn diese Kaltwasserart ist in den 1980er Jahren in der zentralen Ostsee blütenbildend gewesen und seitdem stark rückläufig (WASMUND et al. 2011 c; vgl. Kap 4.1.3). Ihre Bedeutung nimmt in östlicher Richtung bis in die Arkonasee noch zu (Abb. 8c). Ihre Biomasse erreicht in der Lübecker Bucht am 23.3.2011 sogar das Extrem von 1430 µg/l (Abb. 3b) und in der zentralen Arkonasee 1012 µg/l (Abb. 4b). Es sind selbstverständlich noch andere Kieselalgenarten an der Blüte beteiligt. Die Kieselalgenarten, die die Frühjahrsblüte im Jahre 2010 bildeten (*Rhizosolenia setigera*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros wighamii*, *Thalassiosira* spp.) waren im Jahre 2011 ebenfalls vertreten, davon *Rhizosolenia setigera* nur schwach. Die wichtigsten Kieselalgen im März 2011 waren neben der dominanten *Achnanthes taeniata*:

Detonula confervacea (219 µg/l an Station OMBMPM₂; 392 µg/l an Station OMBMPM₁),
Thalassiosira levanderi (298 µg/l an Station OMBMPK₅, 343 µg/l an Station OMBMPK₅),
Skeletonema costatum (214 µg/l an Station OMBMPK₄, 311 µg/l an Station OMBMPK₅),
Chaetoceros wighamii (441 µg/l an Station OMBMPK₈).

Bemerkenswert ist eine Anreicherung von *Actinocyclus octonarius* an Station OMBMPK₅ in 24 m Tiefe: 1380 µg/l. Diese Art hatte Anfang Januar 2011 an unserer Küstenstation Heiligendamm dominiert und könnte ein Relikt der Herbstblüte sein. Sie trat plötzlich am 17.5.2011 im Oberflächenwasser von Station OMBMPM₁ mit 259 µg/l auf. In östliche Richtung reduziert sich der Anteil von *Verrucophora farcimen*, *Peridiniella danica*, *Detonula confervacea* (Abb. 7b) und *Dictyocha speculum* zugunsten von *Mesodinium rubrum* (Abb. 8 a-b, 9 a).

In der Bornholmsee und der östlichen Gotlandsee kommt es im Mai 2011 zu einer ausgeprägten Dominanz von *Mesodinium rubrum* (Abb. 5 a-c). Das völlige Fehlen von Kieselalgen an diesen Stationen kann mit der 6-wöchigen Lücke in der Frühjahrs-Probennahme erklärt werden. Die Silikat-Abnahme vom Winter zum späten Frühjahr deutet durchaus auf eine Kieselalgen-Frühjahrsblüte hin (siehe WASMUND et al., im Druck).

Die Sukzession von den Kieselalgen zu Dinoflagellaten (*Peridiniella danica*) wurde an Station OMBMPM₂ besonders deutlich (Abb. 3c). Auch an unserer Küstenstation in Heiligendamm konnte solch eine Abfolge verschiedener Phytoplanktongruppen gut nachgewiesen werden. Es ist zu erwarten, dass sich an die Kieselalgenblüte in der Arkonasee eine Dinoflagellatenentwicklung anschließt, die wegen fehlender Probennahmen in April nicht nachgewiesen werden konnte. Im Mai war die Frühjahrsblüte an allen Stationen vorüber und es dominierte dann meistens *Mesodinium rubrum*, das bei Mangel an anorganischen Nährstoffen auf heterotrophe Ernährung umstellen könnte.

Zur Frühjahrsblüte können wir also zusammenfassen:

Sie begann nach dem kalten Winter 2011 wahrscheinlich etwas später als sonst und erreichte ihren Höhepunkt Ende März/Anfang April. Sie war zumindest in der Arkonasee als klassische Kieselalgenblüte (*Achnanthes taeniata*) ausgeprägt. In der Kieler Bucht fanden wir bereits starke Beimischungen von Dinoflagellaten (*Peridiniella danica*) und Dictyochophyceen (*Verrucophora farcimen*). Die dominierenden Arten sind für uns relativ neu in dem Untersuchungsgebiet.

4.1.2.2 Sommerblüte

Die Sommerbeprobung beruht auf nur einer Fahrt und kann die große Vielfalt der Phytoplanktongemeinschaft nur unzureichend widerspiegeln. Dadurch könnte uns eine in anderen Jahren gefundene Kieselalgen-Sommerblüte entgangen sein. Allerdings zeigte auch die wöchentliche Probennahme vor Heiligendamm den ganzen Sommer über geringe Biomasse- und Chlorophyllwerte, so dass wir davon ausgehen können, dass zumindest in der Mecklenburger Bucht keine Kieselalgenblüte stattfand. Lediglich an den Stationen OMBMPN₃ und OMBMPM₂ fanden wir im August *Cerataulina pelagica* (Abb. 6d) mit relativ hoher Biomasse (521 bzw. 691 µg/l). Es zeigte sich entsprechend auch vor Heiligendamm. Im weiteren Verlauf entwickelten sich vor Heiligendamm *Dactyliosolen fragilissimus* und *Pseudosolenia calcar-avis* sehr stark (bis 4937 µg/l), aber diese Kieselalgenblüte konnten wir in der offenen See nicht beobachten, da im September keine Terminfahrten stattfinden.

Ansonsten dominierten Dinoflagellaten. Von denen ist *Alexandrium pseudogonyaulax* (Abb. 7a) besonders interessant, da diese Art erst im vergangenen Jahr erstmals von uns nachgewiesen wurde. Sie hat sich von Rang 92 auf Rang 10 verstärkt. Sie tritt nur in der Kieler und Mecklenburger Bucht auf, und zwar mit Biomassen bis 594 µg/l (siehe Abb. 9b). Parallel entwickelten sich im Laufe des Sommers bereits langsam die *Ceratium*-Arten, die zum Herbst normalerweise in der Kieler und Mecklenburger Bucht eine Blüte bilden. Auch *Prorocentrum minimum* ist stellenweise bedeutsam (206 µg/l an Station OMO₂₂).

Wie die Satellitendaten in Abschnitt 4.1.1 zeigten, entwickelten sich die Cyanobakterien 2011 bereits in der ersten Juli-Hälfte und erreichten die maximale Ausdehnung am 12. Juli 2011. In dieser Phase war in der westlichen Ostsee insbesondere das Gebiet östlich Rügen beeinflusst und zeitweise traten Filamente in der Mecklenburger Bucht auf. Insgesamt waren unterschiedliche Bereiche der Ostsee von Ende Juni bis Ende August von der Cyanobakterienentwicklung betroffen. Blüten stickstofffixierender Cyanobakterien sind in der Mecklenburger Bucht selten, in der eigentlichen Ostsee aber eine typische Erscheinung des Sommers. Erstaunlicherweise fanden wir in der Mecklenburger Bucht (einschl. Lübecker Bucht) höhere Cyanobakterienbiomassen als in der Arkonasee (Abb. 3 im Vergleich zu Abb. 4). Sie wurden von *Aphanizomenon* sp. (bis 108 µg/l) und *Nodularia spumigena* (bis 110 µg/l) dominiert, traten aber nicht als Blüten in Erscheinung. Auch in der zentralen Ostsee wurde während der Monitoringfahrt keine Blüte beobachtet, obwohl die Meßwerte vom 9.8.2011 aus der östlichen Gotlandsee (Abb. 5c) durchaus hohe Cyanobakterienbiomassen zeigten. Relativ hohe Biomassewerte von Cyanobakterien an Station BMP J₁ wurden auch in der HELCOM-Indikator-Faktenblatt („Baltic Sea Environment Fact Sheet“: http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2012/en_GB/CyanobacteriaBiomass/) von WASMUND et al. (2012) präsentiert.

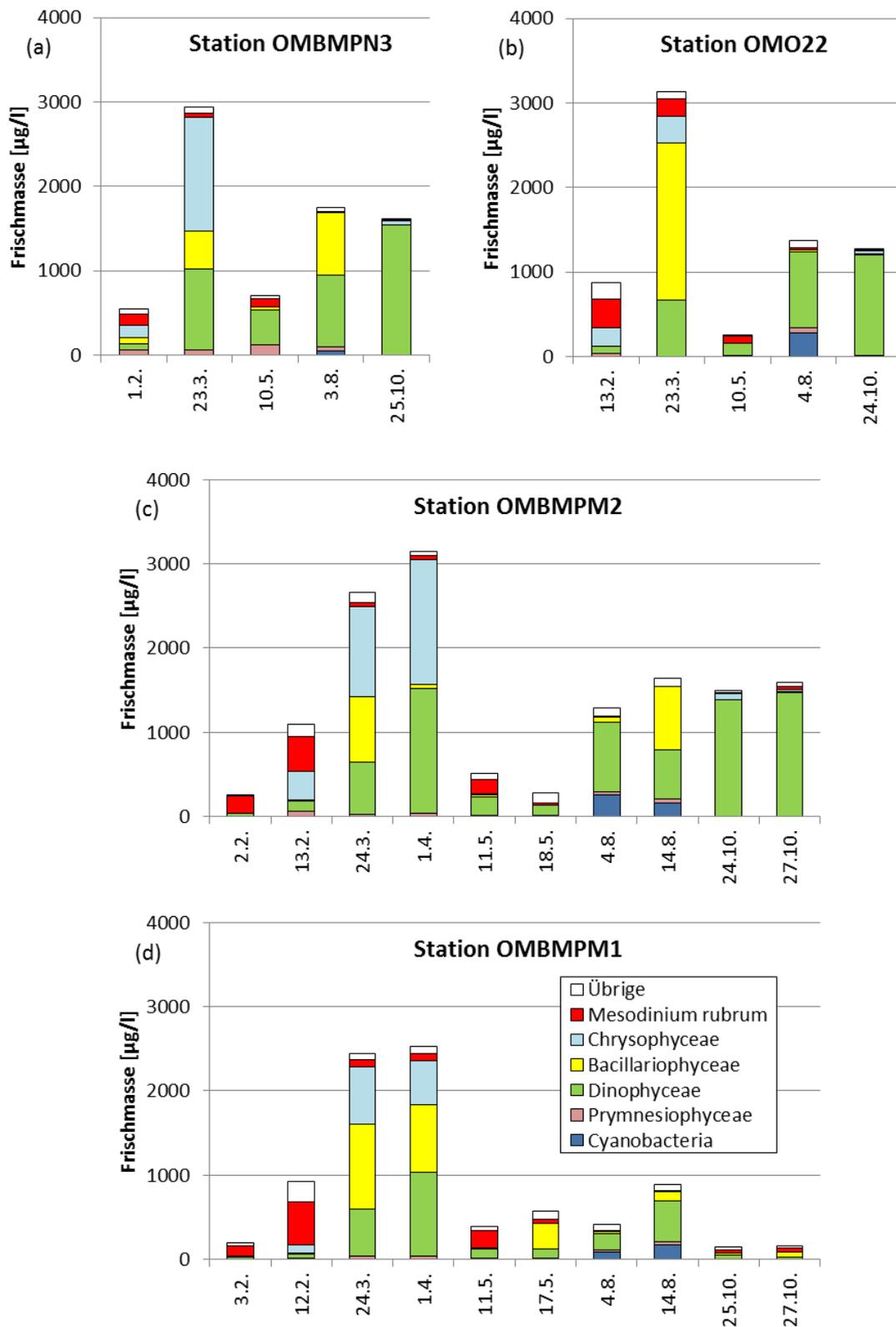


Abb. 3: Jahresgang 2011 der Phytoplanktonbiomasse (Frischmasse) in taxonomischen Gruppen in der Kieler Bucht (a), Lübecker Bucht (b) und Mecklenburger Bucht (c, d).

Fig. 3: Seasonal variation of phytoplankton wet weight, split into main taxonomical groups, in Kiel Bight (a), Lübeck Bight (b) and Mecklenburg Bight (c, d) in 2011.

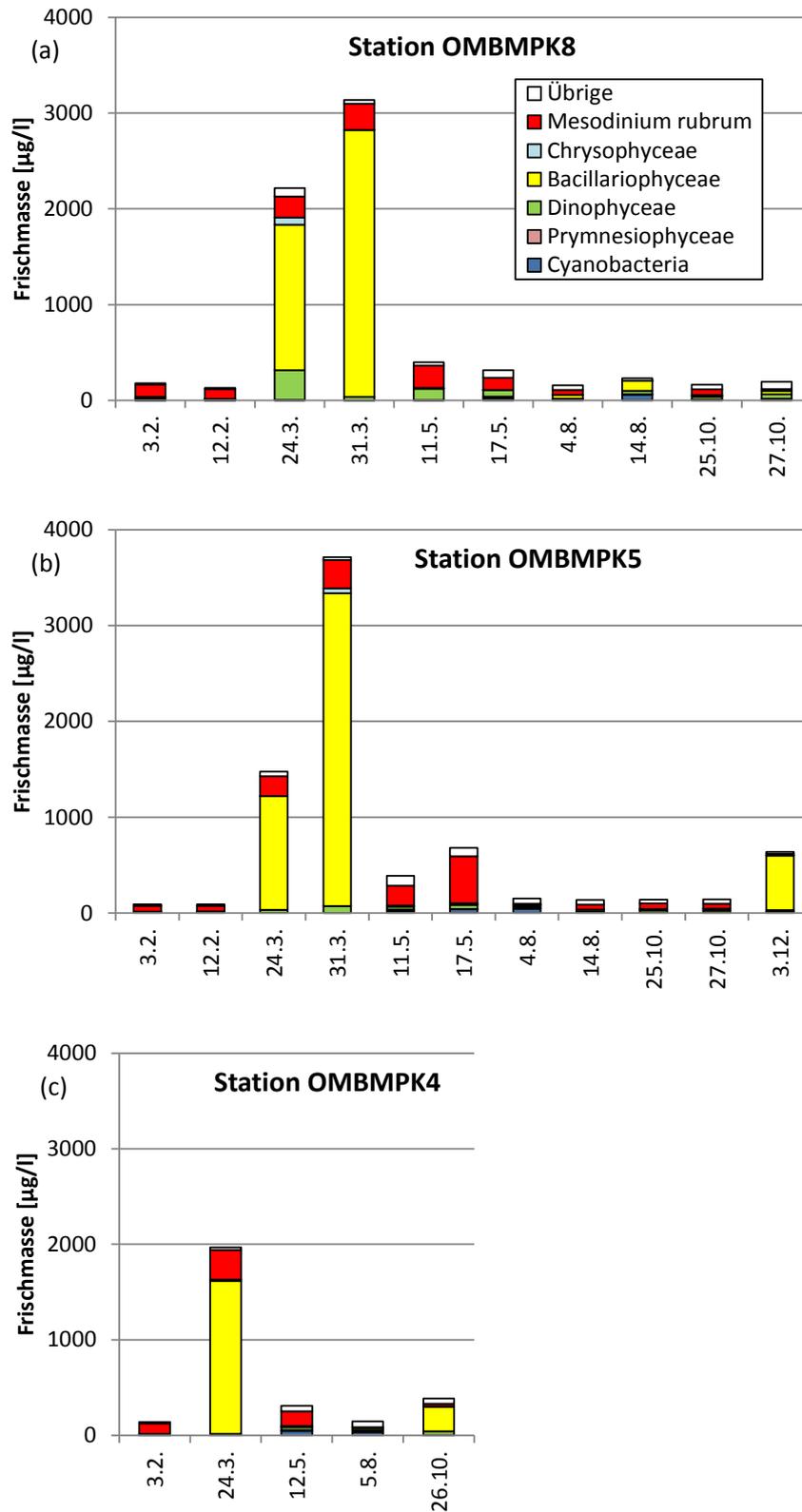


Abb. 4: Jahresgang 2011 der Phytoplanktonbiomasse (Frischmasse) in taxonomischen Gruppen in der Arkonasee (a-c).

Fig. 4: Seasonal variation of phytoplankton wet weight, split into main taxonomical groups, in the Arkona Sea (a-c) in 2011.

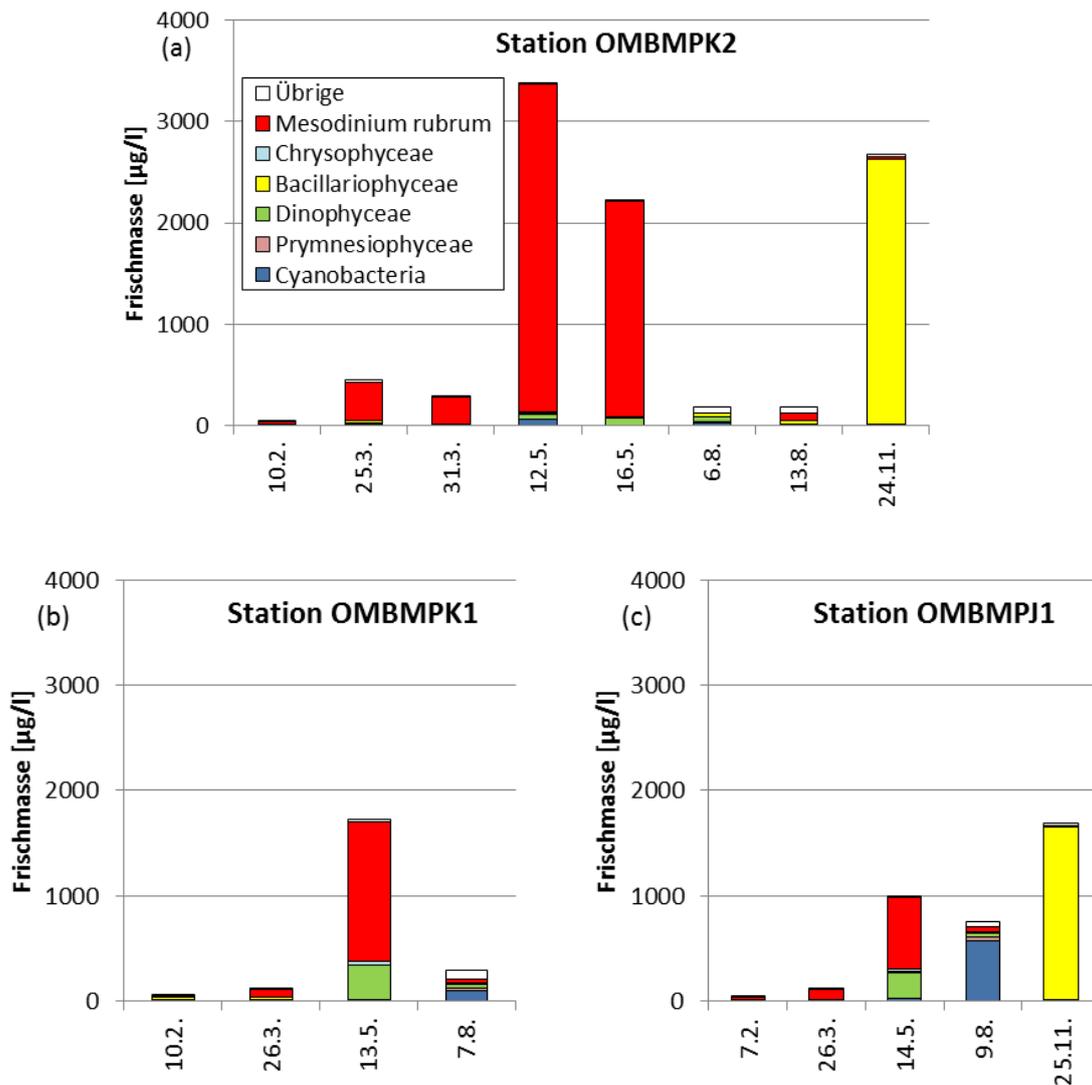


Abb. 5: Jahresgang 2011 der Phytoplanktonbiomasse (Frischmasse) in taxonomischen Gruppen in der Bornholmsee (a) und östlichen Gotlandsee (b-c).

Fig. 5: Seasonal variation of phytoplankton wet weight, split into main taxonomical groups, in the Bornholm Sea (a) and Eastern Gotland Sea (b-c) in 2011.

4.1.2.3 Herbstblüte

Im Herbst tritt im Allgemeinen eine Blüte aus Kieselalgen und/oder Dinoflagellaten auf. Wie bereits oben berichtet, wurde vor Heiligendamm eine Kieselalgenblüte von *Cerataulina pelagica* (Abb. 6d), *Dactyliosolen fragilissimus* und *Pseudosolenia calcar-avis* gefunden, aber diese war bis zum 11.10.2011 vorüber. Zur Zeit der Seereise Ende Oktober dominierte in der westlichen Ostsee bis zur Station OMBMPM2 der für den Herbst typische Dinoflagellat *Ceratium tripos* (Abb. 9c). Östlich davon war die Phytoplankton-Biomasse sehr gering. Erst an Station OMBMPK4 trat die für die zentrale Ostsee typische Kieselalge *Coscinodiscus granii* mit 241 µg/l in Erscheinung. Durch eine zusätzliche Projektfahrt Anfang Dezember konnten wir erkennen, dass sich diese Art in dem Gebiet noch entwickelte und am 3.12.2011 an Station OMBMPK5 567 µg/l erreichte. In der Bornholmsee und der östlichen Gotlandsee trafen wir während der Fahrt Ende November 2011 die Erwartete Blüte von *Coscinodiscus granii* voll entwickelt an (Abb. 6a, c; vgl. Tab. A1).

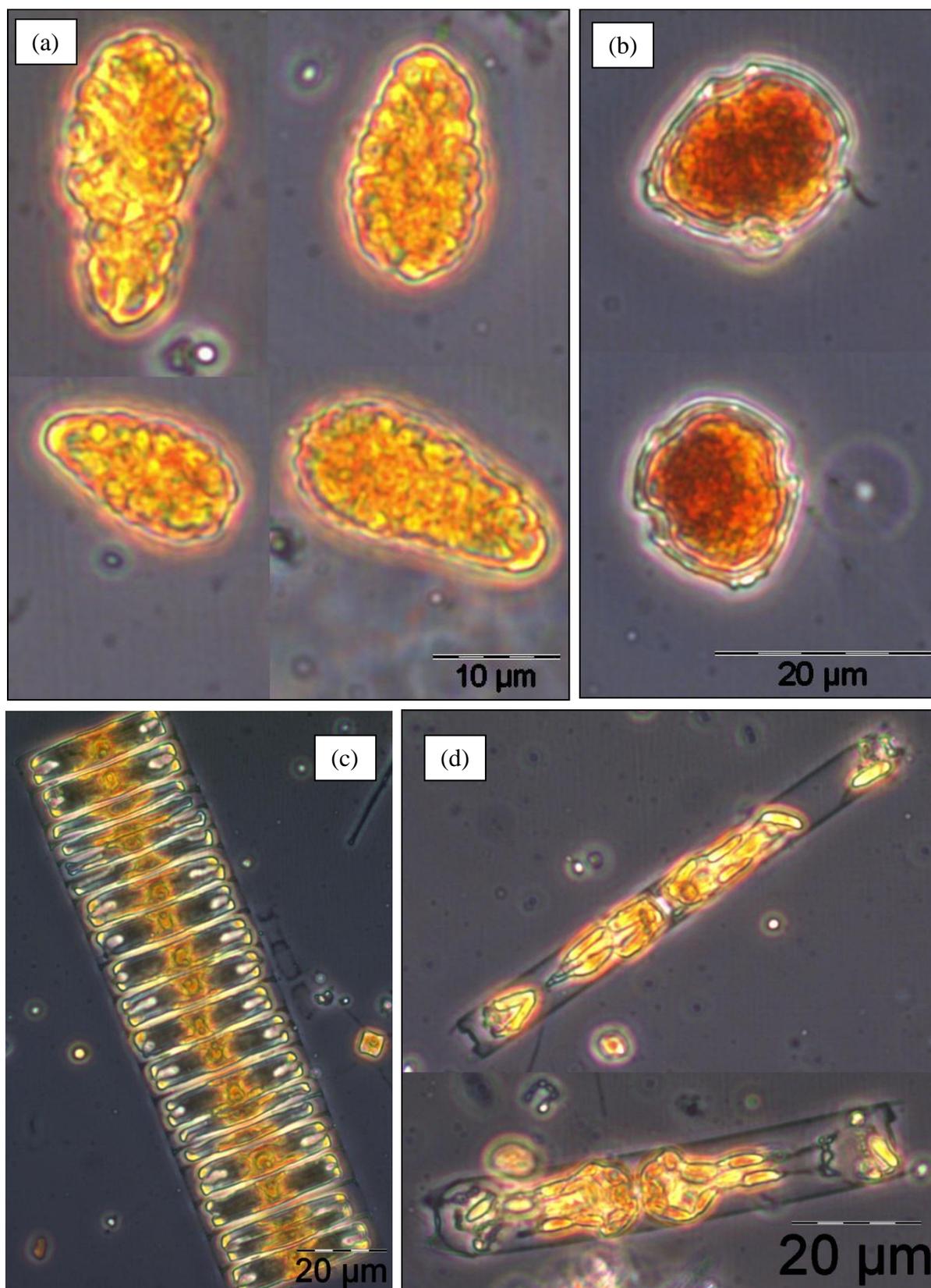


Abb. 6: Lichtmikroskopische Aufnahmen wichtiger Phytoplankter des Jahres 2011: (a) *Verrucophora farcimen*, (b) *Peridiniella danica*, (c) *Achnanthes taeniata*, (d) *Cerataulina pelagica* (Fotos: Susanne Busch).

Fig. 6: Photos of the above mentioned species (photos by Susanne Busch).

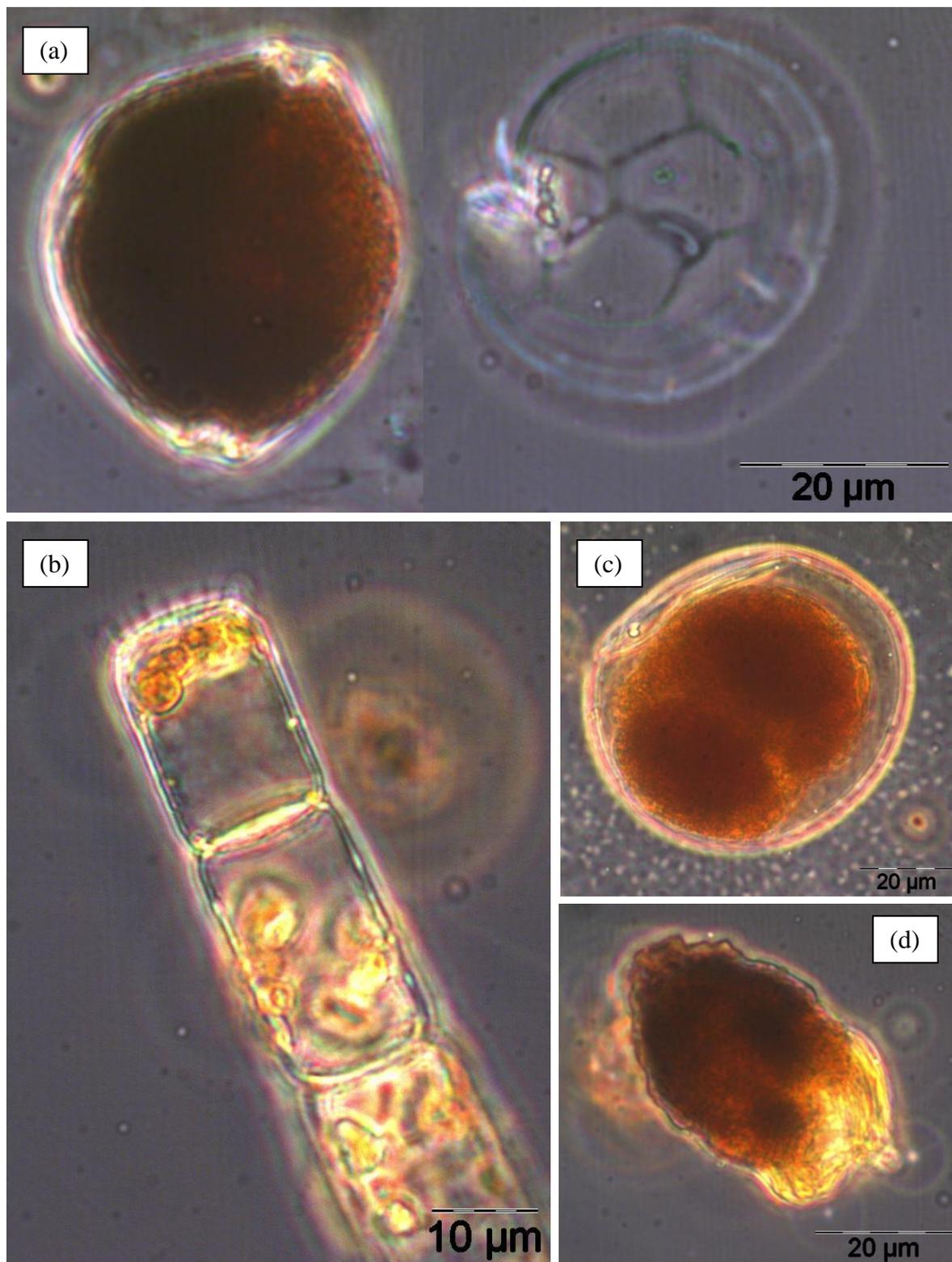


Abb. 7: Lichtmikroskopische Aufnahmen wichtiger Phytoplankter des Jahres 2011: *Alexandrium pseudogonyaulax* (a), *Detonula confervacea* (b), *Nematodinium armatum* (c), *Laboea strobila* (d) (Fotos: Susanne Busch).

Fig. 7: Fotos of specific species of the year 2011: *Alexandrium pseudogonyaulax* (a), *Detonula confervacea* (b), *Nematodinium armatum* (c), *Laboea strobila* (d) (photos by Susanne Busch).

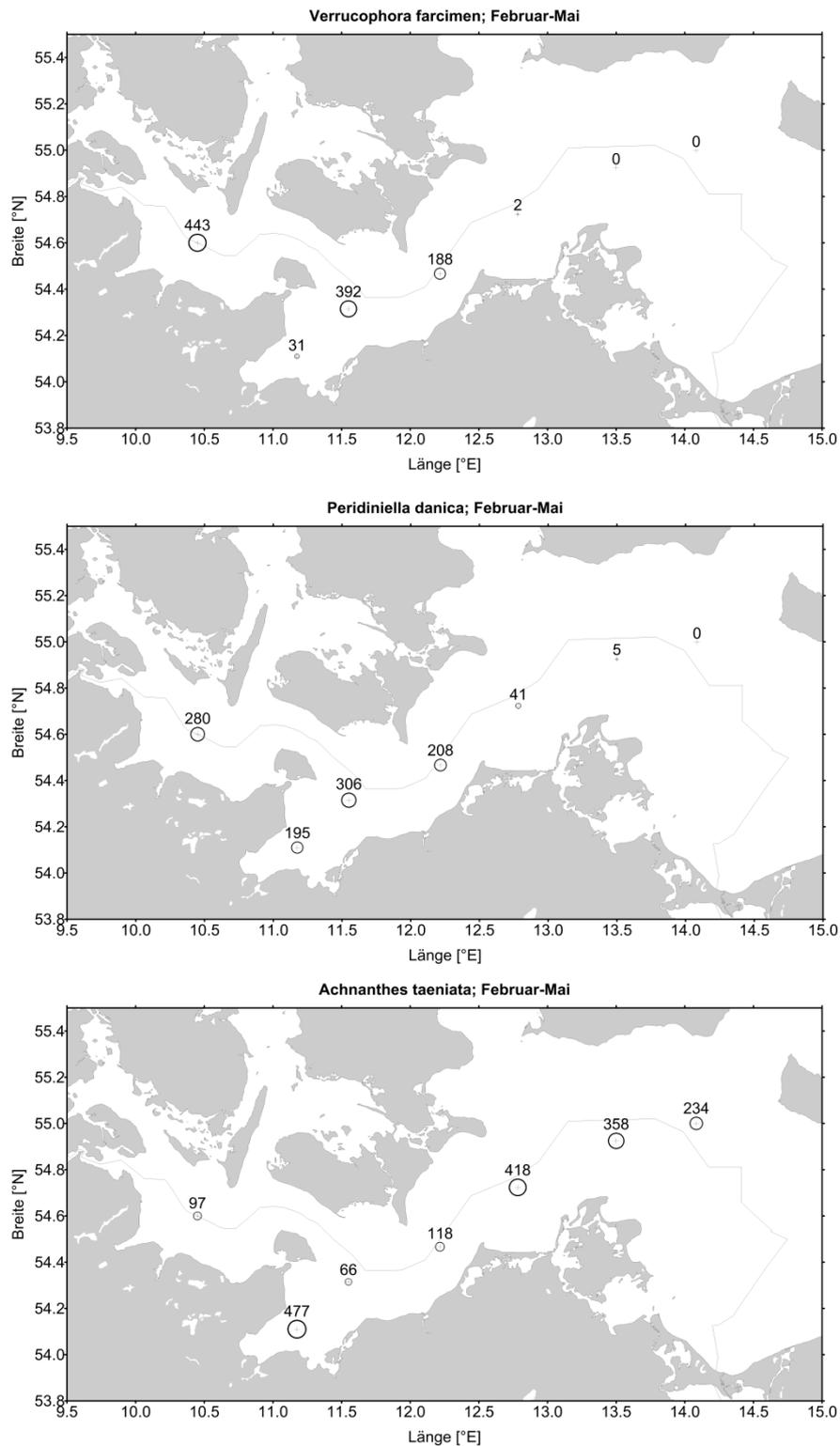


Abb. 8: Verteilung von *Verrucophora farcimen*, *Peridiniella danica* und *Achnanthes taeniata* im Untersuchungsgebiet in Jahreszeiten ihres Hauptvorkommens in 2011. Zentrale Ostsee nicht einbezogen, da die hier gezeigten Arten in der zentralen Ostsee unbedeutend waren.

Fig. 8: Distribution of *Verrucophora farcimen*, *Peridiniella danica* and *Achnanthes taeniata* in the investigation area in the seasons of their principal occurrence in 2011. The central Baltic was not included as the species shown were insignificant there.

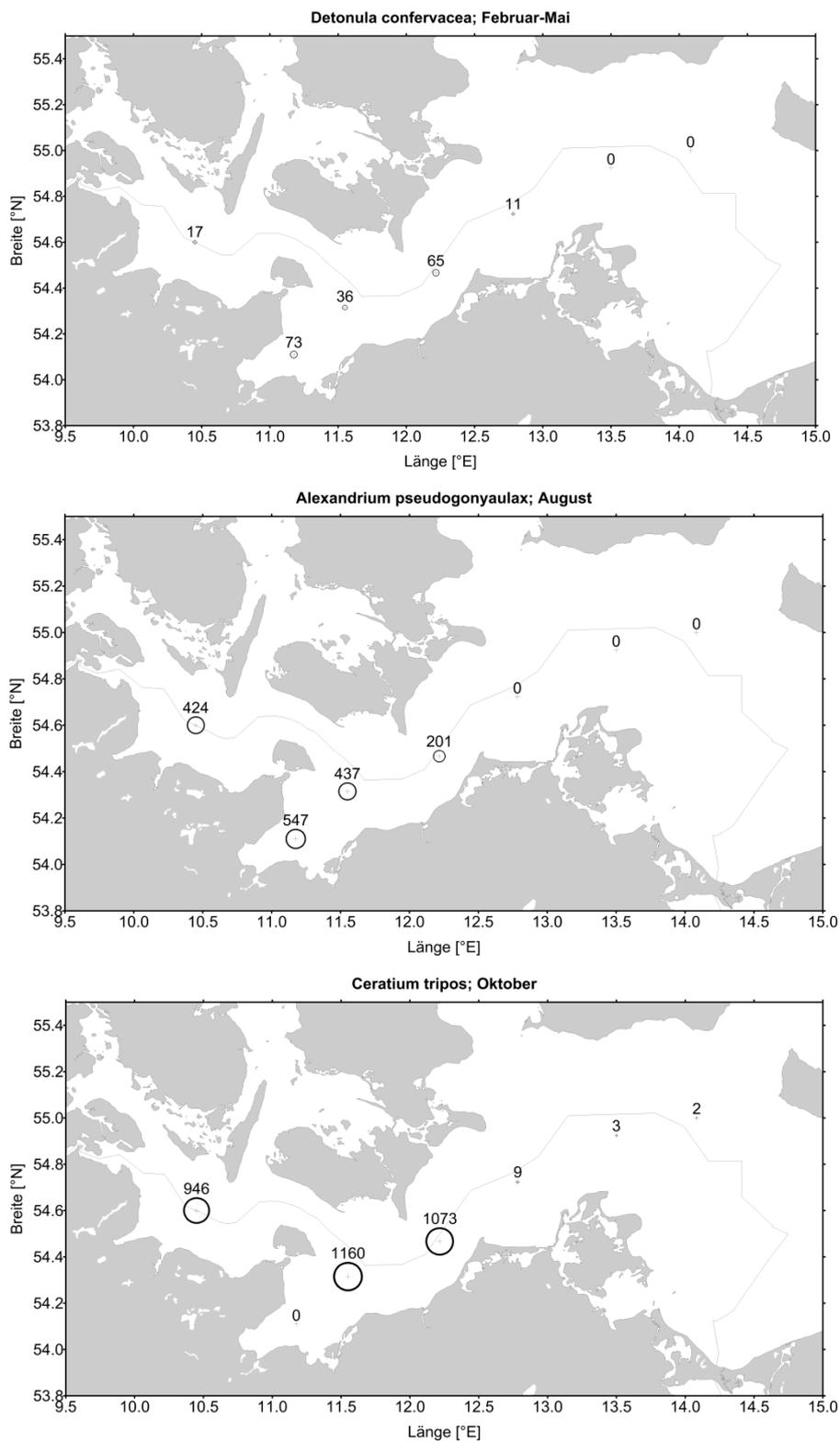


Abb. 9: Verteilung von *Detonula confervacea*, *Alexandrium pseudogonyaulax* und *Ceratium tripos* im Untersuchungsgebiet in Jahreszeiten ihres Hauptvorkommens in 2011. Zentrale Ostsee nicht einbezogen, da die diese Arten in der zentralen Ostsee unbedeutend waren.

Fig. 9: Distribution of *Detonula confervacea*, *Alexandrium pseudogonyaulax* and *Ceratium tripos* in the investigation area in the seasons of their principal occurrence in 2011. The central Baltic was not included as the species shown were insignificant there.

Das Verhältnis der Kieselalgen und Dinoflagellaten variiert in der westlichen Ostsee im Herbst oft kurzzeitig in Abhängigkeit von der Strömungssituation. Im Jahre 2008 war das Verhältnis zwischen diesen beiden Gruppen zum Beispiel recht ausgewogen, während es im Jahre 2009 und 2010 stark zugunsten der Kieselalgen verschoben wurde. Im Jahre 2011 fanden wir eine Dinoflagellaten-Dominanz. Da diese Aussagen meistens auf nur einer Fahrt beruhen, sind sie allerdings nicht repräsentativ. Aber unsere recht engabständige Probennahme vor Heiligendamm zeigte uns an, dass dort tatsächlich ab Mitte Oktober keine Kieselalgenblüte auftrat.

4.1.3 Veränderungen der Artenzusammensetzung

Der Schutz der marinen Umwelt beinhaltet nicht nur die Erreichung bzw. Erhaltung einer guten Wasserqualität und der natürlichen Produktivität eines Gewässers, sondern auch die Erhaltung der natürlichen Diversität. Die Einwanderung und Etablierung neuer Arten ist mit einem Verdrängen einheimischer Arten verbunden. Es dürfte sich dadurch sogar die Diversität vor Ort erhöhen (α -Diversität), aber die typischen biozönotischen Strukturen verschwinden und die weltweite Mannigfaltigkeit (β -Diversität) nimmt ab.

Folglich gibt es Bemühungen, das Einschleppen neuer Arten zu vermeiden. Das ist beim Phytoplankton schwierig, da es verschiedenste nicht zu blockierende Eintragswege gibt. Ein Beispiel für einen vordringenden Phytoplankter ist *Prorocentrum minimum*, das wahrscheinlich auf natürlichem Wege über das Kattegat in die Ostsee vorgedrungen ist. HAJDU et al. (2000) und OLENINA et al. (2010) haben eindrucksvoll das Vordringen dieser Art nachgezeichnet. Sie ist zeit- und stellenweise zur dominanten Art geworden. Andererseits ist die Art *Prorocentrum balticum* anscheinend verschwunden (WASMUND et al. 2008).

Es ist bekannt, dass marine Arten (z.B. *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros brevis*, *Dactyliosolen fragilissimus*) teilweise sehr weit in die Ostsee bis zur litauischen Küste transportiert werden, und zwar nicht nur mit Salzwassereinbrüchen in das Tiefenwasser, sondern auch mit warmen oberflächennahen Strömungen, die mit einfachen Salzgehaltsmessungen nicht nachgewiesen werden (HAJDU et al. 2006). Insofern sind diese Arten Indikatoren für oberflächennahe Einströme von Nordseewasser. OLENINA & KOWNACKA (2010) analysierten die Artenzusammensetzung 5 Jahre nach dem von HAJDU et al. (2006) beschriebenen ungewöhnlich weiten Eindringen mariner Arten erneut und stellten fest, dass sich einige Arten etabliert haben und andere wieder verschwanden. *Cerataulina pelagica* wird ab 2008 mit zunehmenden Biomassen in der Danziger Bucht gefunden und *Dactyliosolen fragilissimus* wird seit 2007 zum regelmäßigen Bestandteil des Herbst-Phytoplanktons in polnischen und litauischen Gewässern. *Chaetoceros brevis*, das im Jahre 2005 in Massen gefunden wurde, ist seitdem aus der südlichen Ostsee wieder verschwunden. *Chaetoceros* cf. *lorenzianus* wird seit 2003 in polnischen und seit 2006 in litauischen Gewässern regelmäßig gefunden und ist jetzt in der Danziger Bucht im November zur dominierenden Art geworden.

Der von uns im Jahre 2009 in der südlichen Gotlandsee gefundene heterotrophe Dinoflagellat *Noctiluca scintillans* konnte im Jahre 2010 und 2011 nicht mehr nachgewiesen werden. Auch die im Jahre 2009 für uns neue Arte *Lennoxia faveolata* trat im Jahre 2011 nicht mehr auf, während *Chaetoceros lorenzianus* und *Phaeodactylum tricornutum* noch ganz gering vertreten

waren. Die erstmalig im März 2010 in unseren Proben von der Kieler und Mecklenburger Bucht gefundenen Arten *Chaetoceros circinalis* und *Chaetoceros pseudobrevis* sind weiterhin präsent.

Der erstmals im Sommer 2010 von uns gefundene Dinoflagellat *Alexandrium pseudogonyaulax* (Abb. 7a) hat sich stark etabliert und erreicht in unserer Rangliste des Jahres 2011 Rang 10 (Tab. A2). Dagegen stehen die im Herbst 2010 stark aufgetretenen Kieselalgen *Pseudosolenia calcaravis* und *Chaetoceros socialis* jetzt nur noch auf Rang 63 bzw. 92.

Neu in unserer Artenliste ist der Dinoflagellat *Peridiniella danica* (Abb. 6b). Die Art dürfte laut eigener Protokoll-Kommentare aber mindestens ab 2008 in der Mecklenburger Bucht vorhanden gewesen sein, wurde aber solange als unbestimmte « Peridinales » gezählt, da nach Aussage des Dinoflagellaten-Experten MALTE ELBRÄCHTER (AWI) eine Bestimmung an unbearbeiteten fixierten Proben mit dem Lichtmikroskop unmöglich ist. LARS EDLER (SMHI) meint allerdings, die Art durchaus bestimmen zu können, so dass wir nach dem Phytoplanktonkurs der PEG vom Jahre 2011 die Artansprache vornahmen (bestätigt durch SEIJA HÄLLFORS, SYKE).

Ein ähnliches Problem besteht bei den schwer zu bestimmenden nackten Dictyochophyceae. Ab dem Jahre 2009 versuchen wir die Art *Verrucophora farcimen* (Abb. 6a) von der nackten Form von *Dictyocha speculum* abzutrennen und führen sie seitdem ebenfalls in unseren Listen. Die in vielen Jahren (2007, 2008) insbesondere in der Beltsee stark auftretende Frühjahrsart *Dictyocha speculum* war im Jahre 2010 relativ unbedeutend ohne dass wir alternativ *Verrucophora* in hohen Biomasse bestimmt hätten. Im Jahre 2011 erschienen die Dictyochophyceen mit Rang 6 besonders stark, wobei wir verstärkt *Verrucophora farcimen* bestimmten; aber diese Zunahme könnte zum Teil auch in einer Zunahme der Expertise begründet sein.

Erstmals in der Ostsee gelang uns ein Einzelfund von *Nematodinium armatum* (Abb. 7c), einer typischen Nordseeart, die durchaus mal eingeschwemmt sein kann und deshalb nicht zu hoch bewertet werden sollte.

Traditionell wird der extrem häufige mixotrophe Ciliat *Mesodinium rubrum* in den Phytoplanktonproben mitgezählt. Wesentlich seltener ist der ebenfalls mixotrophe Ciliat *Laboea strobila* (Abb. 7d), der bisher nicht erfasst wurde. Konsequenterweise zählen wir ihn ab dem Jahre 2011 mit und ließen ihn nach ausführlicher Diskussion auch in die offizielle Artenliste der Phytoplankton-Expertengruppe (PEG) aufnehmen. Diese Art war bisher nicht auffällig, aber ob sie wirklich neu ist, kann man nicht mehr sagen.

Als äußerst bemerkenswert ist das Vorkommen von *Achnanthes taeniata* (Abb. 6c) mit Rang 2 hervorzuheben. Diese Kaltwasserart ist in den 1980er Jahren in der zentralen Ostsee blütenbildend gewesen und seitdem stark rückläufig (HELCOM 1996; WASMUND et al. 2011 c). Offensichtlich haben ihr die milden Winter der 1990er Jahre geschadet, aber nach den kalten Wintern von 2010 und 2011 scheint sie sich wieder zu entwickeln (vgl. auch WASMUND et al., im Druck). Sie trat nach langer Abwesenheit erstmals in unserer Liste von 2010 wieder auf (Rang 96) und hat im Jahre 2011 bereits Rang 2 erreicht (Tab. A2).

4.1.4 Chlorophyll a

Tab. 4

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

Table 4

Depth-integrated (0-10m) concentrations of “total chlorophyll a”, analysed and calculated with the “new method” (“chl.a-tot-NEU”).

Station	Datum	Chl.a-tot-NEU (mg m ⁻³)	Station	Datum	Chl.a-tot-NEU (mg m ⁻³)
OMBMPN3	01.02.2011	4,35	OMBMPK8	04.08.2011	1,73
OMBMPN3	23.03.2011	10,44	OMBMPK8	14.08.2011	2,14
OMBMPN3	10.05.2011	2,84	OMBMPK8	25.10.2011	2,68
OMBMPN3	03.08.2011	3,05	OMBMPK8	27.10.2011	2,86
OMBMPN3	25.10.2011	3,02	OMBMPK5	03.02.2011	1,37
OMO22	13.02.2011	5,42	OMBMPK5	12.02.2011	1,28
OMO22	23.03.2011	13,45	OMBMPK5	24.03.2011	9,87
OMO22	10.05.2011	1,89	OMBMPK5	31.03.2011	14,86
OMO22	04.08.2011	3,17	OMBMPK5	11.05.2011	2,45
OMO22	24.10.2011	3,69	OMBMPK5	17.05.2011	3,34
OMBMPM2	02.02.2011	2,44	OMBMPK5	04.08.2011	1,53
OMBMPM2	13.02.2011	8,79	OMBMPK5	14.08.2011	2,24
OMBMPM2	24.03.2011	13,57	OMBMPK5	25.10.2011	1,71
OMBMPM2	01.04.2011	15,06	OMBMPK5	27.10.2011	2,33
OMBMPM2	11.05.2011	2,20	OMBMPK5)*	03.12.2011	3,45
OMBMPM2	18.05.2011	1,99	OMBMPK4	03.02.2011	0,87
OMBMPM2	04.08.2011	2,97	OMBMPK4	24.03.2011	10,34
OMBMPM2	14.08.2011	4,27	OMBMPK4	12.05.2011	2,02
OMBMPM2	24.10.2011	2,92	OMBMPK4	05.08.2011	1,70
OMBMPM2	27.10.2011	4,71	OMBMPK4	26.10.2011	2,93
OMBMPM1	03.02.2011	1,99	OMBMPK2	10.02.2011	0,72
OMBMPM1	12.02.2011	4,92	OMBMPK2	25.03.2011	1,74
OMBMPM1	24.03.2011	16,02	OMBMPK2	31.03.2011	1,75
OMBMPM1	01.04.2011	12,13	OMBMPK2	12.05.2011	13,40
OMBMPM1	11.05.2011	1,78	OMBMPK2	16.05.2011	6,51
OMBMPM1	17.05.2011	2,05	OMBMPK2	06.08.2011	1,53
OMBMPM1	04.08.2011	2,11	OMBMPK2	13.08.2011	2,57
OMBMPM1	14.08.2011	3,52	OMBMPK1	10.02.2011	0,54
OMBMPM1	25.10.2011	2,13	OMBMPK1	26.03.2011	1,22
OMBMPM1	27.10.2011	1,53	OMBMPK1	13.05.2011	6,29
OMBMPK8	03.02.2011	1,92	OMBMPK1	07.08.2011	3,21
OMBMPK8	12.02.2011	1,48	OMBMPJ1	07.02.2011	0,57
OMBMPK8	24.03.2011	12,66	OMBMPJ1	26.03.2011	0,87
OMBMPK8	31.03.2011	12,08	OMBMPJ1	14.05.2011	5,77
OMBMPK8	11.05.2011	1,14	OMBMPJ1	08.08.2011	3,22
OMBMPK8	17.05.2011	2,20	OMBMPJ1)*	25.11.2011	3,01

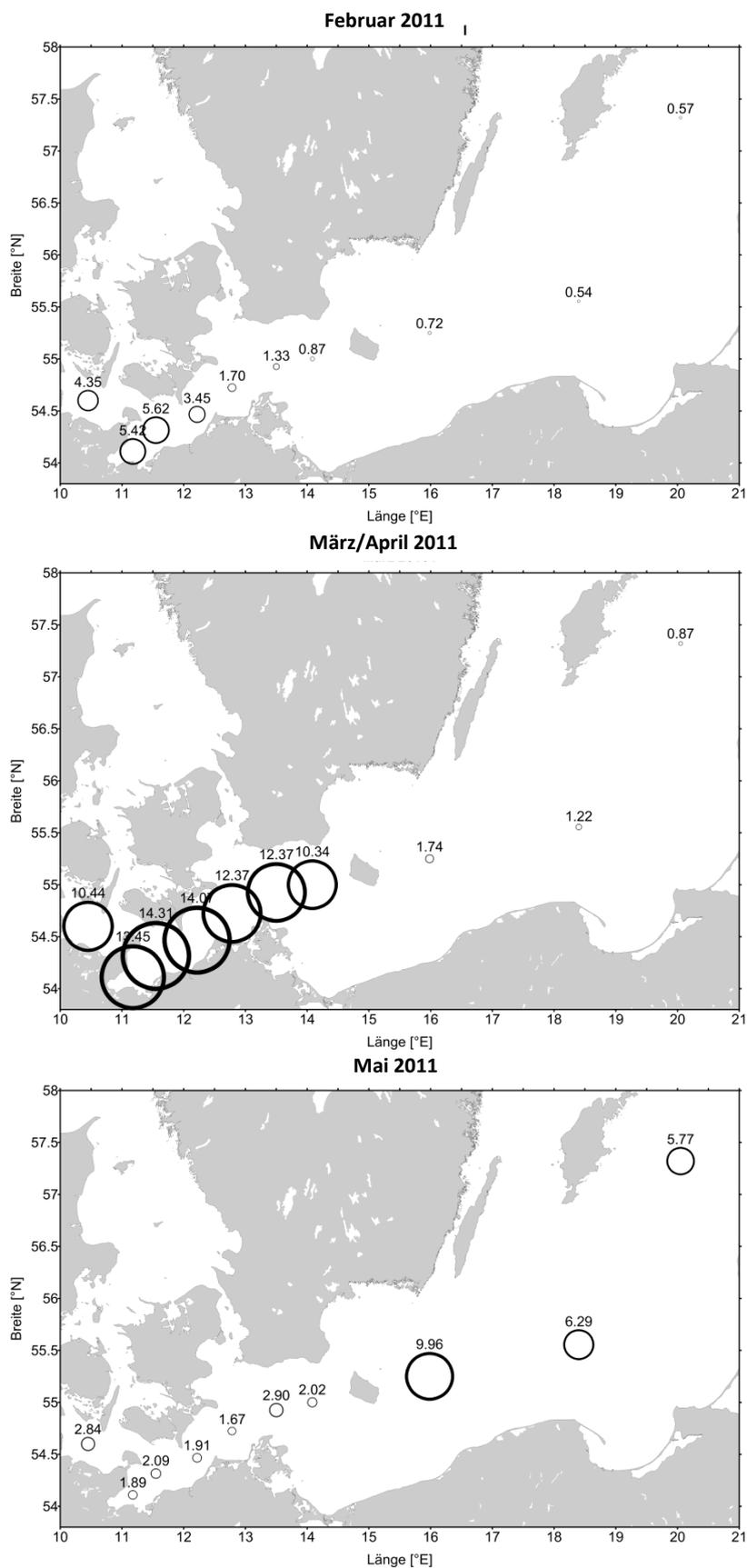


Abb. 10: Horizontale Verteilung der Chlorophyll-a-Konzentration ($\mu\text{g/L}$) auf den Stationen während der Fahrten vom Januar/Februar, März und Mai 2011.

Fig. 10: Horizontal distribution of the chlorophyll-a-concentrations ($\mu\text{g/L}$) at the stations of the cruises from January/February, March and May 2011.

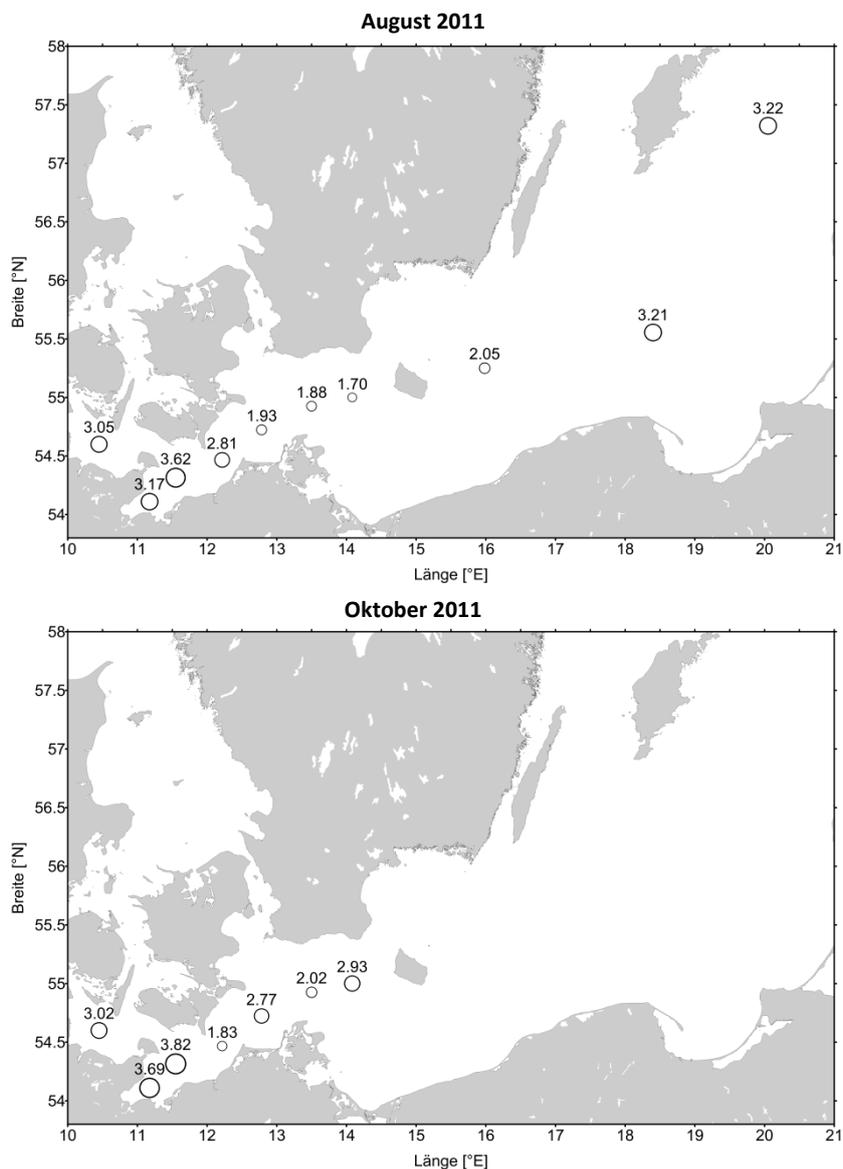


Abb. 11: Horizontale Verteilung der Chlorophyll-a-Konzentration ($\mu\text{g/L}$) auf den Stationen während der Fahrten vom August und Oktober 2011.

Fig. 11: Horizontal distribution of the chlorophyll-a-concentrations ($\mu\text{g/L}$) at the stations of the cruises from August and October 2011.

Ein grober Jahrgang der Chlorophyll a-Konzentration ist der Tab. 4 zu entnehmen. Er entspricht etwa den bereits in Abb. 3-5 dargestellten Jahrgängen der Biomasse. Es sind für jede Probenahme die Mittelwerte über die oberen 10 m gezeigt. Die Jahres-Maxima sind zur Frühlingsblüte zu finden. Der Maximalwert betrug im Jahre 2011 $16,02 \text{ mg m}^{-3}$. Er zeigt an, dass die Frühlingsblüte mit unserem Probennahmetermin im allgemeinen gut getroffen wurde.

Die horizontale Verteilung der Chlorophyll-a-Werte im Stationsnetz für die 5 Monitoringfahrten ist in Abb. 10 und 11 dargestellt. Abb. 10 a macht wiederum deutlich, dass die Phytoplankton-entwicklung in der Kieler Bucht und Mecklenburger Bucht (einschl. Lübecker Bucht) beginnt. Der Höhepunkt der Blüte ist im März zu erkennen, wogegen die Chlorophyll a-Konzentrationen auf den folgenden Fahrten relativ gering sind.

4.1.5 Sedimentation

Die mikroskopische Bearbeitung des im Arkonabecken abgesunkenen Materials zeigt innerhalb der pelagischen Wachstumsphase die saisonale Abfolge von Phytoplanktongemeinschaften (Abb. 12 a-d) die sich auch 2011 in die Absedimentation von Frühjahrsblüte, Sommerbestand und herbstlicher Algenbiomasse aufteilen läßt. Die wieder von Diatomeen (Abb. 12 a) geprägte Sedimentation der Frühjahrsblüte in der Arkonasee begann 2011 Mitte März und damit zwei Wochen später als im Vorjahr. Die Artenzusammensetzung der Schlüsselarten war im Frühjahr sehr ähnlich. Die Masse der Diatomeen wurde in beiden Jahren von verschiedenen *Thalassiosira*-Arten (*Thalassiosira levanderi*, *Thalassiosira baltica*, *Thalassiosira nordenskioeldii*, *Thalassiosira hyperborea*, *Thalassiosira nitzschioides*) sowie *Achnanthes* und *Skeletonema* spp. gestellt. Geringe Unterschiede in der Zusammensetzung der Diatomeen traten auch nur im Herbst auf. *Coscinodiscus granii*, *Cerataulina pelagica* und *Cyclotella choctawhatcheena* kamen in beiden Jahren vor, während im Jahre 2010 *Chaetoceros* spp. und *Actinocyclus octonarius* als dominante Herbstformen hinzukamen. Diese wurden 2011 durch *Skeletonema* und pennate Diatomeen ersetzt. Während des Sommers tritt ein unterschiedliches Artenspektrum mit geringen Abundanzen auf, in dem aber grundsätzlich pennate Diatomeen vorkommen. Die Diatomeenflora unterscheidet sich also im saisonalen Zyklus stärker als im gleichen saisonalen Zeitfenster zwischen den Jahren.

Der Silikatfluss (Abb. 13) zeigte 2011 gute Übereinstimmung mit dem primären Sedimentationsmuster von Diatomeen. Aufgrund geringen Eintrags von resuspendiertem Material ist er allerdings um den Faktor 8,5 geringer als im Vorjahr. Das zeigt sich ebenfalls gut am C/Si-Verhältnis das im Jahr 2011 mit 6,6 im Bereich von biogenem Material liegt, während im Vorjahr dieses Verhältnis mit 2,0 auf hohe mineralische Einträge deutete.

Das saisonale Muster des Vorkommens von Dinoflagellaten (Abb. 12 b) ähnelte für die Hauptarten dem des Vorjahres, obwohl sich die Zahl der identifizierten Gruppen/Arten von 14 auf 10, reduzierte. Eine Erklärung dafür könnte in einer veränderten Einstromdynamik salzreichen Wassers gegenüber 2010 liegen. Das Vorkommensmaximum verschiebt sich 2011 auf den Herbst (Oktober). Die frühe Gemeinschaft (April bis Juni) wird durch *Proto-peridinium* sp., *Gymnodinium corollarium*, weiteren Gymnodiniales und *Dinophysis norvegica* gestellt. Im Hochsommer sinkt die Abundanz, und Arten wie *Prorocentrum minimum* und *Prorocentrum micans* herrschen vor. Im Herbst steigt die Diversität und es kommen Arten wie *Ceratium tripos*, *Ceratium fusus* und *Dinophysis acuminata* hinzu. Über das Jahr gesehen haben Dinoflagellaten die geringste Bedeutung für den Partikelfluss im Hochsommer zwischen Juli und September, einer Periode mit insgesamt niedrigem Massentransfer zwischen Deckschicht und Sediment.

Im Gegensatz zum Vorjahr, in dem Cyanobakterien (Abb. 12 c) nur im Herbst vorkamen, waren 2011 auch wieder im Sommer Bestände von *Aphanizomenon*, *Nodularia* und *Anabaena* vorhanden. Ihr Beitrag zum Partikelfluss lässt sich am Absinken der Delta-15 N-Signaturen in diesem Zeitraum erkennen (Abb. 18). Zusätzliche, nicht-N-fixierende kockale Gruppen (*Aphanothece*, *Snowella*, *Aphanocapsa*) bilden einen Teil der Sommerpopulation und den Übergang zum Herbst, in dem dann *Merismopedia*, *Aphanocapsa* und *Snowella* dominieren. Im Frühherbst treten noch einmal Stickstofffixierer (*Aphanizomenon*, *Nodularia*) auf und führen zu einem kurzfristigen Absinken der Delta-15 N-Signaturen im Oktober (Abb. 18).

Arkonasee 2011

Arkonasee 2011

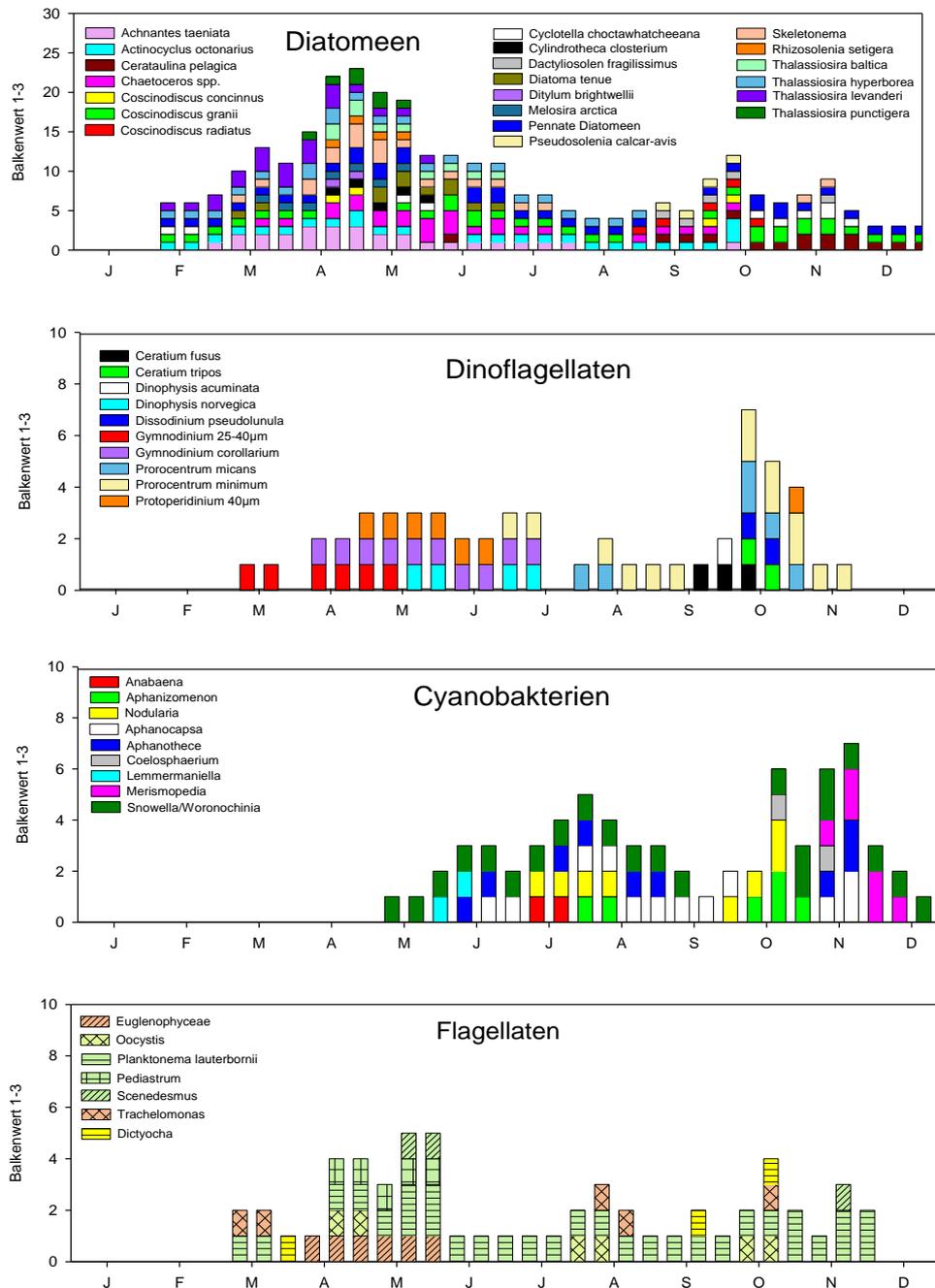


Abb. 12 a-d: Relative Häufigkeit einzelner Arten von Diatomeen, Dinoflagellaten, Cyanobakterien sowie Grünalgen im sedimentierten organischen Material im Jahre 2011.

Fig. 12 a-d: Relative frequency of selected species of diatoms, dinoflagellates, cyanobacteria and green algae in sedimented organic material in 2011.

Bei den Flagellaten (Abb. 12 d) findet sich, ähnlich wie bei den Dinoflagellaten, gegenüber 2010 eine Reduktion der identifizierten Arten/Gruppen von 10 auf 7. *Dictyocha*, *Pediastrum* und Euglenophyceen (v.a. *Trachelomonas*) stellten die Frühjahrsarten, während im Sommer und Spätsommer *Planktonema lauterbornii* und *Oocystis* sp. als Chlorophyceen mit höherer Dominanz hinzukommen, wobei diese Arten aber auch im übrigen Jahr relativ unabhängig von der Temperatur vorhanden sind. Im Gegensatz zum Vorjahr, in dem bei den Flagellaten klare saisonale Unterschiede in der Artzusammensetzung auftraten, ist 2011 nur eine geringe Veränderung der Artengemeinschaft über das Jahr zu sehen.

Im Jahre 2011 stimmten die saisonalen Muster des Vertikaltransportes der Hauptelemente Kohlenstoff (Abb. 14), Stickstoff (Abb. 15) und Phosphor (Abb. 16) mit den mikroskopischen Befunden sehr gut überein. Bis auf sehr kurze Phasen im Februar ist der sedimentäre Eintrag durch Resuspension von Bodenmaterial nur gering. Beim Betrachten des Masseflusses (Abb. 17) und der Exportraten der einzelnen Elemente fällt auf, dass in der gesamten Sommerphase zwischen Mai und September ein durchgängig geringer Eintrag gemessen wurde. Obwohl Cyanobakterien im Hochsommer dominant waren und im eingetragenen Material durch niedrige Werte der Stickstoffisotopie auffielen, waren sie für den Massefluss nicht von Belang. Das erneute Auftreten stickstofffixierender Arten im Herbst hat quantitativ viel größere Bedeutung, da hier das Jahresmaximum des Partikelflusses gemessen wurde. In diesem Zeitraum treten aber gleichzeitig auch Maxima bei Diatomeen und Dinoflagellaten auf, so dass die hohen Raten aus einer schnellen Sukzession oder einer Mischung von Gemeinschaften erfolgten. Die Hauptphasen des Partikelexports lagen im Frühjahr und Herbst, wobei die Herbstphase in diesem Jahr, mit der Ausnahme von Silikat, quantitativ bedeutender war als das Frühjahr. Die höheren Silikatwerte im Frühjahr deuten wieder auf die größere Bedeutung der Diatomeen in der Frühjahrsphase hin, während im Herbst eine gemischte Algenpopulation für den Export aus der Deckschicht verantwortlich war.

Das atomare Verhältnis von C/P (Abb. 19) zeigte 2011 ein grundsätzlich anderes Verhalten als 2010. Während im Vorjahr in den Perioden hoher sedimentärer Einträge das Verhältnis niedrig war, was am hohen (eisengebundenen) P-Gehalt der sedimentären Phasen liegt und sich ebenso an den Silikateinträgen widerspiegelt, stiegen die C/P-Verhältnisse während der sommerlichen Sedimentationsperiode extrem (bis auf 600-1000) an. Im Jahre 2011 ist gerade in der Sommerzeit zwischen Mai und Oktober ein gegenteiliger Trend zu beobachten. Das lässt sich nicht unbedingt mit einem strukturellen Unterschied der Primärproduzenten in diesem Zeitraum erklären, der in beiden Jahren den Übergang zwischen Diatomeen, Dinoflagellaten und einem Anstieg von Cyanobakterien umfasste. Es lässt sich eher vermuten, dass 2010 durch einen stärkeren Abbau des Algenmaterials schon in der Wassersäule den absinkenden Partikeln die limitierenden Elemente entzogen wurden. Dafür spricht ebenfalls ein, wenn auch nur leichter, Unterschied im C/N-Verhältnis (Abb. 20) in diesem Zeitraum. Ähnlichkeiten in diesen Variablen zwischen 2009 und 2011 lassen ebenfalls den Sommer 2010 als eine Periode abweichend starker heterotropher Aktivitäten im Pelagial sehen.

Die absoluten Flüsse von Elementen und Trockenmasse (Abb. 17) können 2011 vorwiegend auf die primäre Sedimentation pelagischen Materials mit Maxima im Frühjahr und Herbst zurückgeführt werden. Im Gegensatz zum langjährigen Mittel überwogen 2011 die herbstlichen Sedimentationsereignisse. Es wurden im Gesamtjahr Flüsse von 515 mmol C, 59 mmol N, 78

mmol Si and $3.1 \text{ mmol P m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ bei einem Massefluss von $57 \text{ g Trockenmasse m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ gemessen. Diese Werte liegen im Standardbereich für den vertikalen Partikelexport in den Ostseebecken und indizieren keine drastischen Veränderungen im Produktions/Abbaugleichgewicht des Pelagials.

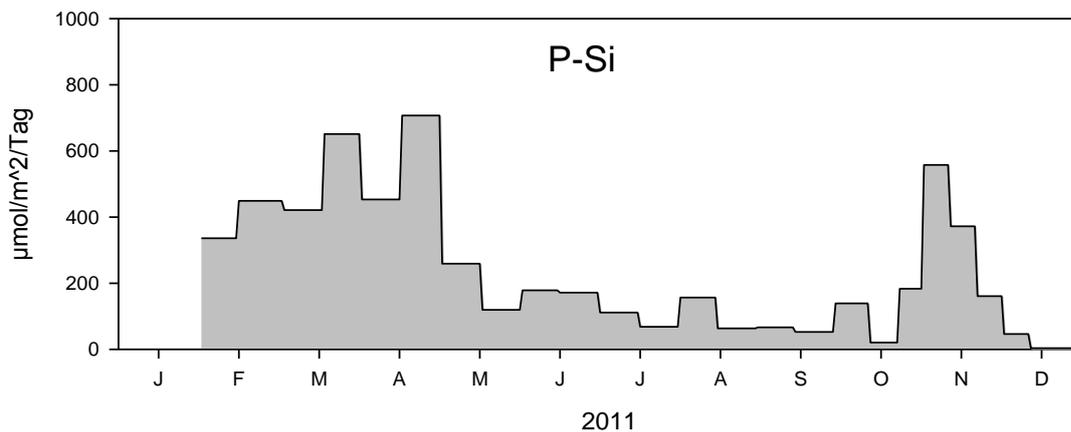


Abb. 13: Tägliche Sedimentationsraten von partikulärem biogenem Silikat im Sedimentationshorizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2011.

Fig. 13: Daily sedimentation rates of particulate biogenic silicate at 35 m depth in the central Arkona Sea in 2011.

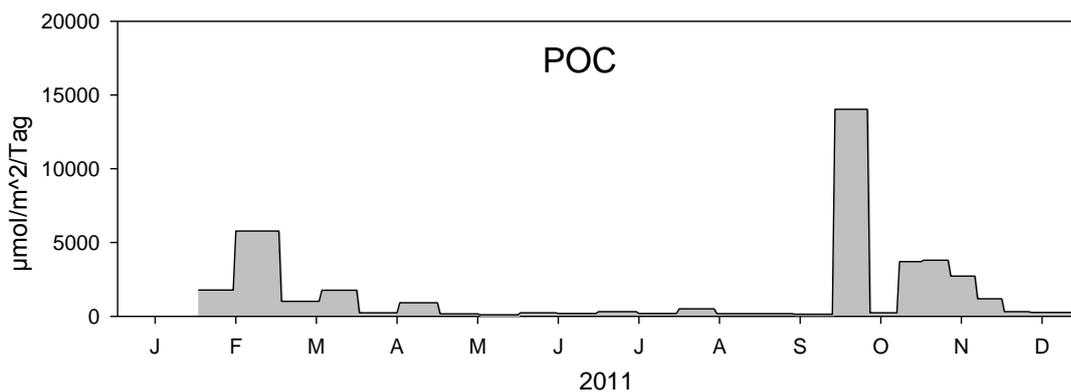


Abb. 14: Tägliche Sedimentationsraten von partikulärem organischem Kohlenstoff im Sedimentationshorizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2011.

Fig. 14: Daily sedimentation rates of particulate organic carbon at 35 m depth in the central Arkona Sea in 2011.

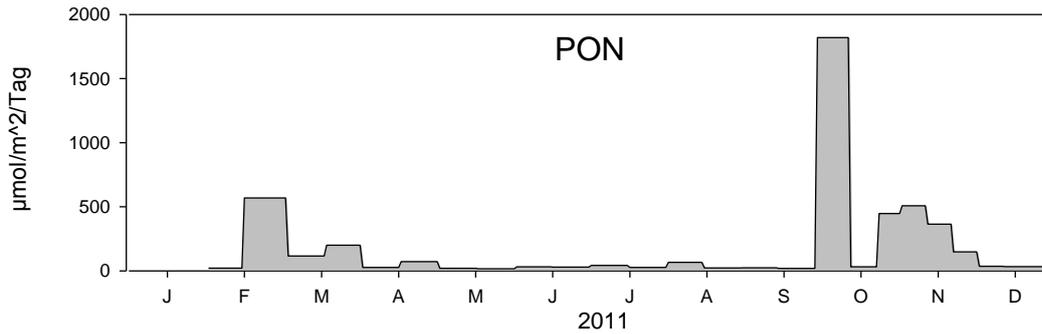


Abb. 15: Tägliche Sedimentationsraten von partikulärem organischem Stickstoff im Sedimentationshorizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2011.

Fig. 15: Daily sedimentation rates of particulate organic nitrogen at 35 m depth in the central Arkona Sea in 2011.

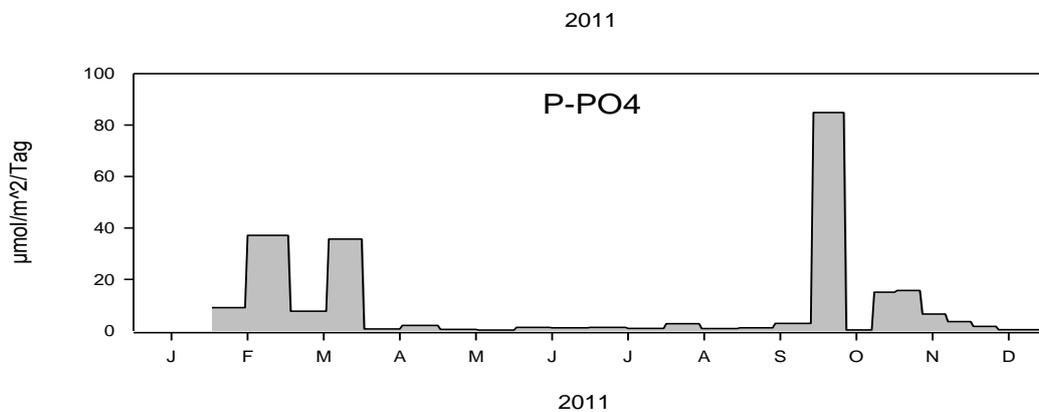


Abb. 16: Tägliche Sedimentationsraten von partikulärem Phosphor im Sedimentationshorizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2011.

Fig. 16: Daily sedimentation rates of particulate phosphorus at 35 m depth in the central Arkona Sea in 2011.

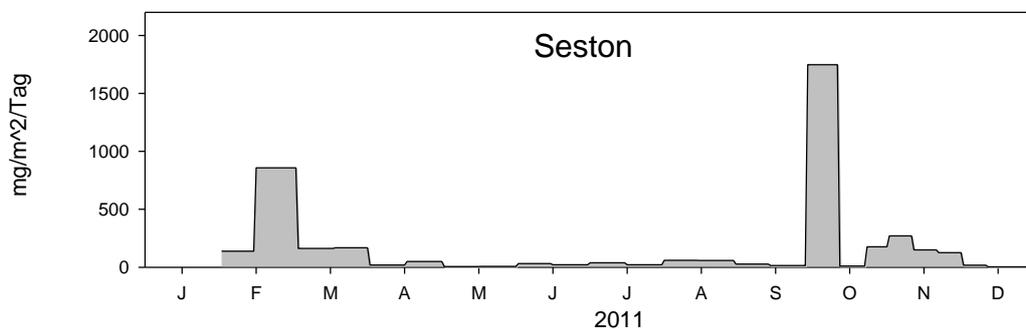


Abb. 17: Tägliche Sedimentationsraten von Trockenmasse (Seston) im Sedimentationshorizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2011.

Fig. 17: Daily sedimentation rates of dry mass (seston) at 35 m depth in the central Arkona Sea in 2011.

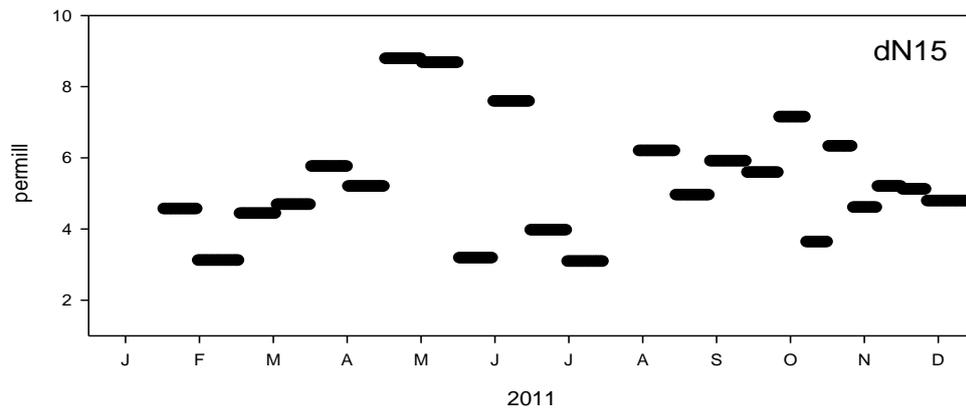


Abb. 18: Isotopie des Stickstoffs (permil delta 15 N) im Fallenmaterial im Jahr 2011.

Fig. 18: Isotopic signature of nitrogen (permil delta 15 N) in sediment trap material in 2011.

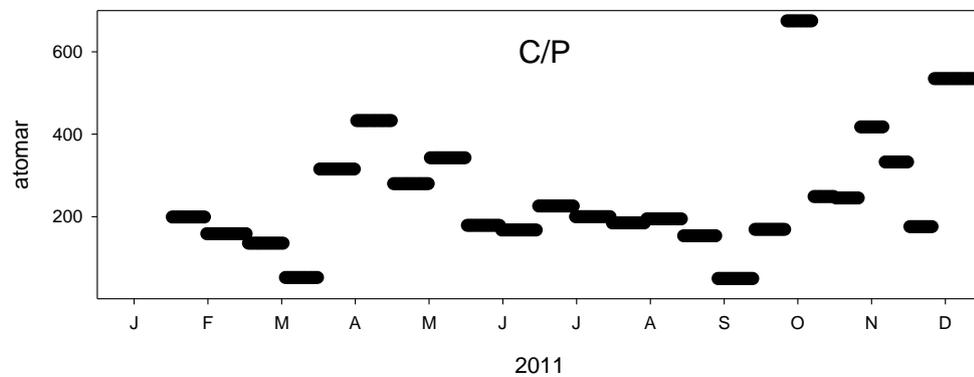


Abb. 19: Atomares Verhältnis von Kohlenstoff zu Phosphor in Partikeln im Sedimentationshorizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2011.

Fig. 19: Atomic ratio between carbon and phosphorus in sedimenting particles at at 35 m depth in the central Arkona Sea in 2011.

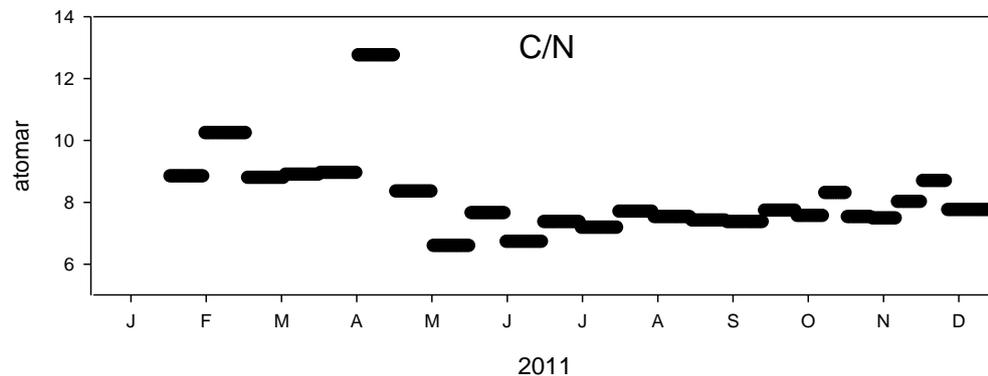


Abb. 20: Atomares Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff in Partikeln im Sedimentationshorizont 35 m auf der Station Arkonasee im Jahr 2011.

Fig. 20: Atomic ratio between carbon and nitrogen in sedimenting particles at at 35 m depth in the central Arkona Sea in 2011.

4.2 Mesozooplankton

4.2.1 Artenspektrum, Wasseraustausch und Neozoen

Seit Beginn des BSH-Monitorings im IOW wurden insgesamt 56 Taxa registriert, wobei in der zweiten Jahreshälfte stets die Zahlen aus den ersten Monaten übertroffen wurden (WASMUND et al. 2009). Die diesjährige Übersicht für die deutsche AWZ ist in Tab. 5 enthalten. Diese Tabelle gibt die Namen der Taxa mit Autor, Jahreszahl der Beschreibung und ITIS Code wieder (TNS = Taxonomic Serial Number). Gegenüber dem Vorjahr war eine Nettozunahme von 41 auf 56 Taxa zu verzeichnen das bisherige Höchnsniveau von 1998. Dies betraf vor allem marine Vertreter der calanoiden Copepoden *Calanus* spp., *Centropages typicus*, *Paracalanus parvus*, *Microsetella* spp., die Entwicklungsstadien von *Crangon crangon* sowie die Hydromedusen *Euphysa aurata*, *Obelia geniculata*, *Rathkea octopunctata*, *Sarsia tubulosa*. Ferner waren als meroplanktischer Vertreter die Larven von *Asterias* spp., *Carcinus maenas*, *Galathea* spp., von unbestimmten *Decapoda*, von *Ophiura* spp. und vom Köcherwurm *Pectinaria* spp. vereinzelt in der westlichen Ostsee und z.T. bis in die Bornholmsee zu finden. Die genannten Taxa waren das Ergebnis des Eintrags mit den Einstromereignissen aus der Nordsee wobei es sich wie üblich um wenigen Exemplare pro Kubikmeter handelte.

Tab. 5

Liste der im Jahre 2011 gefundenen Taxa mit Erstbeschreibung, taxonomischer Stellung und ITIS – Code (TNS = Taxonomic Serial Number). Fortsetzung auf S. 43.

Table 5

Compilation of taxa found in 2011 with author and year of original description, taxonomic rank, and ITIS – code (TNS = Taxonomic Serial Number). Continued on page 43.

Name	Autor, Jahr	Rang	TSN (ITIS)
Acari		Unterklasse	733321
<i>Acartia bifilosa</i>	Giesbrecht, 1881	Art	86095
<i>Acartia longiremis</i>	Lilljeborg, 1853	Art	86087
<i>Acartia tonsa</i>	Dana, 1849	Art	86088
Amphipoda	Latreille, 1816	Ordnung	93294
Anthoathecatae		Ordnung	718925
<i>Asterias</i> spp.	Linnaeus, 1758	Gattung	157215
<i>Aurelia aurita</i>	Linnaeus, 1758	Art	51701
<i>Balanus</i> spp.	Da Costa, 1778	Gattung	89600
Bivalvia	Linnaeus, 1758	Klasse	79118
<i>Bosmina</i> spp.	Baird, 1845	Gattung	83936
<i>Calanus</i> spp.	Leach, 1819	Gattung	85263
<i>Carcinus maenas</i>	Linnaeus, 1758	Art	98734
<i>Centropages hamatus</i>	Lilljeborg, 1853	Art	85766
<i>Centropages typicus</i>	Krøyer, 1849	Art	85767
<i>Crangon crangon</i>	Linnaeus, 1758	Art	97118

Ctenophora	Eschscholtz, 1829	Stamm	53856
Cyclopoida	Burmeister, 1834	Ordnung	88530
Decapoda	Latreille, 1802	Ordnung	95599
<i>Diastylis rathkei</i>	(Krøyer, 1841)	Art	90852
<i>Euphysa aurata</i>	Forbes, 1848	Art	48976
<i>Eurytemora affinis</i>	(Poppe, 1880)	Art	85863
<i>Evadne nordmanni</i>	Lovén, 1836	Art	83961
<i>Fritillaria borealis</i>	Lamarck, 1816	Art	159675
<i>Galathea</i> spp.	Fabricius, 1793	Gattung	98047
Gammaridea	Latreille, 1802	Unterordnung	93295
Gastropoda	Cuvier, 1797	Klasse	69459
Gymnolaemata		Klasse	155471
<i>Harmothoe</i> spp.	Kinberg, 1855	Gattung	64502
Harpacticoida	G. O. Sars, 1903	Ordnung	86110
<i>Keratella</i> spp.	Bory de St. Vincent, 1822	Gattung	58348
<i>Limnocalanus macrurus</i>	G. O. Sars, 1883	Art	85775
<i>Longipedia</i> spp.	Claus, 1863	Gattung	86127
Lophogastrida	Sars, 1870	Ordnung	89808
<i>Microsetella</i> spp.	Brady and Robertson, 1873	Gattung	86208
Nemertea		Stamm	57411
<i>Obelia geniculata</i>	Linnaeus, 1758	Art	49522
<i>Oikopleura doica</i>	Fol, 1872	Art	159669
<i>Oithona similis</i>	Claus, 1866	Art	88805
<i>Ophiura</i> spp.	Lamarck, 1801	Gattung	157411
<i>Paracalanus parvus</i>	Claus, 1863	Art	85323
<i>Pectinaria</i> spp.	Savigny in Lamarck, 1818	Gattung	67706
<i>Penilia avirostris</i>	Dana, 1849	Art	83836
<i>Podon leuckartii</i>	G. O. Sars, 1862	Art	83966
Podonidae	Mordukhai-Boltovskoi, 1968	Familie	621207
Polychaeta		Klasse	64358
<i>Pseudocalanus acuspes</i>	Boeck, 1872	Art	85369
<i>Rathkea octopunctata</i>	M. Sars, 1835	Art	49387
Sagittidae	Claus and Grobben, 1905	Familie	158726
<i>Sarsia tubulosa</i>	M. Sars, 1835	Art	49055
Spionidae	Grube, 1850	Familie	66781
<i>Synchaeta</i> spp.	Ehrenberg, 1832	Gattung	59255
Teleostei		Infraklasse	161105
<i>Temora longicornis</i>	O.F.Müller, 1785	Art	85877
Tintinnidae		Familie	46743
Turbellaria		Klasse	53964

Nach NAUSCH et al. (2012) waren im Jahre 2011 vier barotrope Einstromereignissen in die Ostsee zu verzeichnen: im Januar/Februar, im März/April, im Mai und im November/Dezember. Insgesamt rangierten sie in ihrer Bedeutung hinter den zwei großen Ereignissen in den Wintern 1993 und 2003. Bezüglich der eingetragenen Organismen machten sie sich unterhalb der Haloklinen allerdings nur bis in die Bornholmsee bemerkbar.

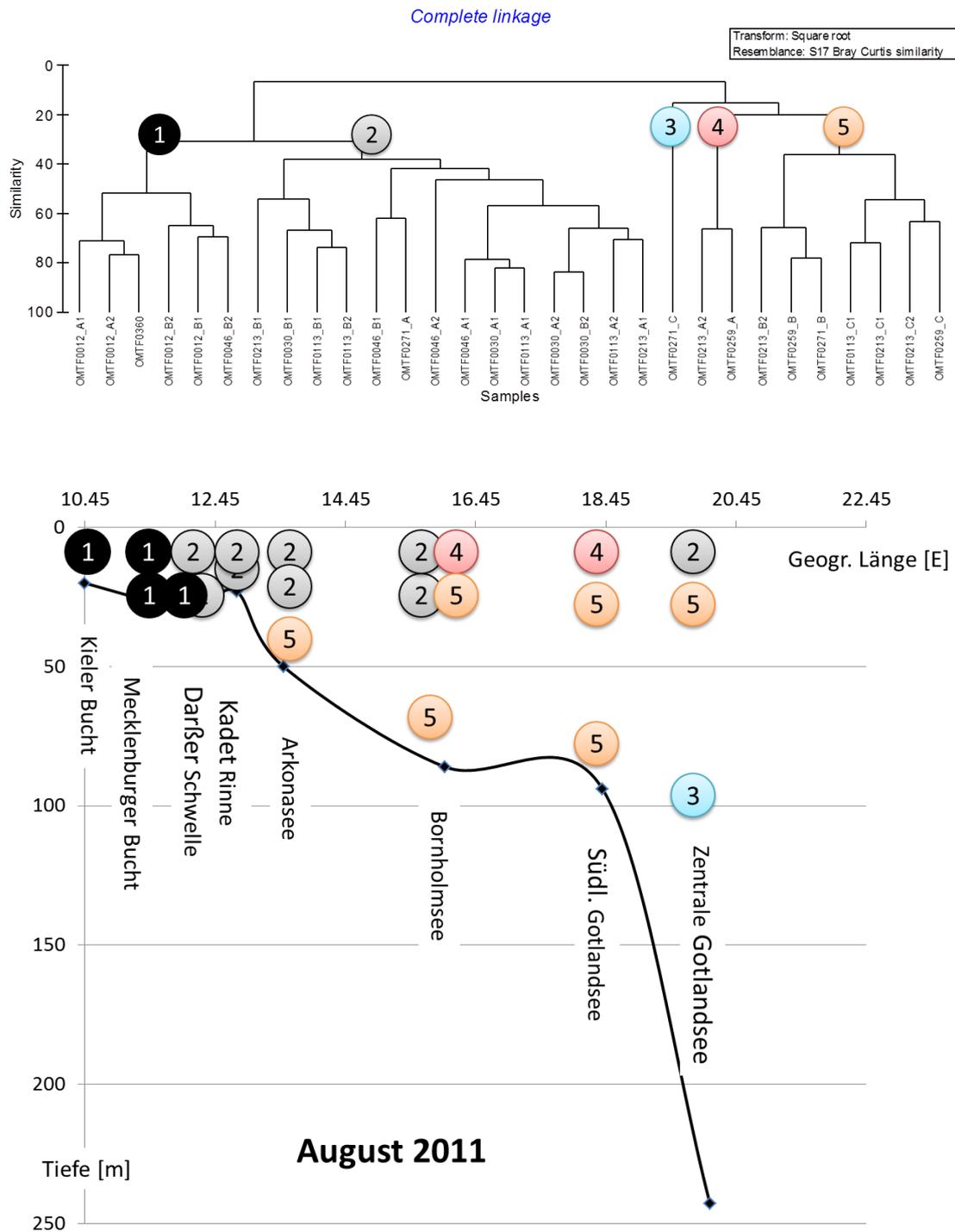


Abb. 21: Ergebnis der Clusteranalyse auf der Basis der Abundanz der Taxa unter Verwendung von PRIMER Software (CLARKE & WARWICK, 1994) (oben) und die Verteilung der Cluster in maximal drei Untersuchungshorizonten von der Kieler Bucht bis in die zentrale Gotlandsee im August 2011 (unten).

Fig. 21: Results of cluster analysis based on abundance of taxa and by using PRIMER software (CLARKE & WARWICK, 1994) (above) and two dimensional cluster distribution within three depth horizons at maximum between Kiel Bight and central Gotland Basin in August 2011 (below).

Bei diesen Indikatorarten für Salzwassereinbrüche in der westlichen Ostsee handelte es sich wie üblich um wenige Exemplare pro Kubikmeter.

Die Verteilung des Zooplanktons richtete sich, wie das Beispiel vom August 2011 zeigt, vornehmlich nach dem Salzgehalt. Das ist dem Vergleich der Clusterverteilung innerhalb der verschiedenen Tiefenstufen von der Kieler Bucht aus in östlicher Richtung (Abb. 21) und der Salzgehaltsverteilung in Abb. 22 in NAUSCH et al. (2012) zu entnehmen. Die Planktongemeinschaft des Cluster 1 ist auf die Kieler und Mecklenburger Bucht beschränkt, auf der Darßer Schwelle erfolgt, wie aus der klassischen Literatur bekannt, ein Übergang in Cluster 2, wobei es auf der Darßer Schwelle unterhalb der Haloklinen zwischen dem ersten und dem zweiten Beprobungstermin zu einer Veränderung in der Gemeinschaftsstruktur kam. Auch die Bornholmsee ist durch das Auftreten mehrere Cluster in den verschiedenen Tiefenstufen und zu unterschiedlichen Beprobungsterminen auf der gleichen Terminfahrt als Mischungsgebiet gekennzeichnet.

Neozoen traten im Berichtszeitraum nicht neu auf. Die von der amerikanischen Ostküste stammende lobate Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* überwinterte seit dem Herbst 2006 in der Kieler und in der Mecklenburger Bucht. Sie trat hauptsächlich in der zweiten Jahreshälfte auf. In den Jahren 2009 und 2010 begann diese Phase im August, wobei die Spitzenwerte in der Summe über alle Größenklassen zwei Monate später erreicht wurden (KUBE & AUGUSTIN, persönliche Mitteilung). Auf der Darßer Schwelle verringerte sich die höchste Konzentration um eine weitere Größenordnung. Das bestätigt den 2007 festgestellten West-Ost Gradienten in der Verteilung. Im Jahre 2011 war sie nicht in den Proben enthalten. Die 2008 erstmals im Hafen von Aarø am Kleinen Belt verzeichnete marine „Warmwasser“-Cladocereart *Penilia avirostris* war 2011 mit einem Exemplar in der oberen Probeentnahmeschicht auf der Station OMBMPM2 in der Mecklenburger Bucht nachweisbar.

4.2.2 Abundanzrückgang seit Beginn der neunziger Jahre

Der Rückgang in der Gesamtabundanz des Mesozooplanktons gegenüber der Periode in den frühen 90er Jahren blieb in der Tendenz erhalten (Tab. 6, Abb. 22). Abgesehen von den Jahren mit außergewöhnlich hoher Konzentration (1991-1995; 2002), schrumpfte die Summe der Maxima aller berücksichtigten Taxa in den letzten zehn Jahren von 500 000 (1999) auf 150 000 Ind.*m⁻³ im Jahre 2010. Im Jahre 2011 verdoppelte sich allerdings die Summe der jeweiligen maximalen Konzentrationen gegenüber dem Vorjahr, bedingt durch einen moderaten Anstieg der Rotatorien und wegen der Polychaeten-Larven. Diese Meroplankter traten im März lokal in einer im Untersuchungszeitraum nicht bekannten hohen Konzentration von bis zu 300 Ind./m³ auf. Das betraf vor allem die Abundanzen unterhalb der Haloklinen auf den Stationen an der Darßer Schwelle und in der Kadetrinne. Die Ursache liegt in der synchronen Freisetzung der Larven welche idealerweise mit dem Probeentnahmeterrmin zusammengefallen sein muss.

Tab. 6

Maximale Abundanz von fünf holoplanktischen (Rotatoria, Cladocera, Cyclopoida, Appendicularia) und drei meroplanktischen Gruppen (Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda) aus allen, im Jahre 2011 gewonnenen Proben, im Vergleich mit den Jahren 1991–95 und den Ergebnissen seit 1999. Die unterste Zeile erlaubt den relativen Vergleich zum Zeitraum 1991–95.

Table 6

Abundance maximum of five holoplanktonic (Rotatoria, Cladocera, Cyclopoida, Appendicularia) and three meroplanktonic taxa (Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda) of all samples collected in 2011 in comparison to the previous years and the period between 1991 and 1995. The relative numbers in comparison to the 1991 to 1995 period are shown in the last row.

Taxa	Max. Abundanz / abundance [Ind./m ³]													
	1991 – 1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Rotatoria	500000	101500	350000	135000	124000	152700	264000	92500	6100	166600	99847	140087	13200	48400
Cladocera	245000	357900	60000	130000	564600	116600	7200	55638	375600	32229	141935	66041	80800	69640
Calanoida C6	68000	24800	30400	25900	31600	30400	24940	36600	12000	15673	26443	31360	32835	16350
Cyclopoida C6	14000	8533	8000	9500	4700	35300	22800	15935	2300	6345	4551	22978	2667	1513
Appendicularia	8000	4700	3500	12000	13800	8300	8900	7540	9050	4176	10065	8476	3840	11360
Polychaeta - L	5000	3500	3000	2000	3900	53800	17600	38274	5700	53333	26953	14694	8123	287590
Bivalvia - L	4000	10200	9000	28000	12100	37300	24500	8459	19400	24635	31381	6258	2048	12301
Gastropoda - L	500	900	800	1300	2200	2000	900	2398	1100	934	514	3499	680	644
Summe/ Total	844500	512033	464700	343700	756900	436400	370840	257344	431250	303925	341689	293394	144193	447798

Tab. 7

Maximale Abundanz von sieben calanoiden Copepoden-Gattungen bzw. -Arten aus allen im Jahre 2011 gewonnenen Proben im Vergleich mit den Situationen aus den Jahren 1995 und ab 2000.

Table 7

Maximum abundance of seven calanoid copepods species and genera, respectively from all samples of 2011 in comparison to 1995 and to the period beginning with 2000.

Calanoide Copepoden (Adulti)	Max. Abundanz / abundance [Ind./m ³]												
	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Acartia tonsa</i>	11000	2000	2000	3400	2100	340	2600	200	900	300	2 300	500	135
<i>Acartia bifilosa</i>	6500	4100	9100	10900	8700	2000	3000	2100	1700	1600	2500	4500	2840
<i>Acartia longiremis</i>	5000	5500	4000	3500	1300	4600	12400	2800	13000	9600	4000	11200	4261
<i>Temora longicornis</i>	4000	12000	4500	9300	8200	4500	11800	2000	8700	10500	10500	6000	5875
<i>Centropages hamatus</i>	1500	3000	1600	2000	6200	12000	3300	2000	1400	2100	7000	5300	740
<i>Pseudocalanus</i> spp.	1000	3600	3300	1200	3300	1100	3200	2500	800	1000	5000	5000	2010
<i>Eurytemora affinis</i>	100	200	1400	1300	600	400	250	400	140	1400	60	700	489
Summe	29100	30400	25900	31600	30400	24940	36550	12000	26640	26500	29060	33200	16350

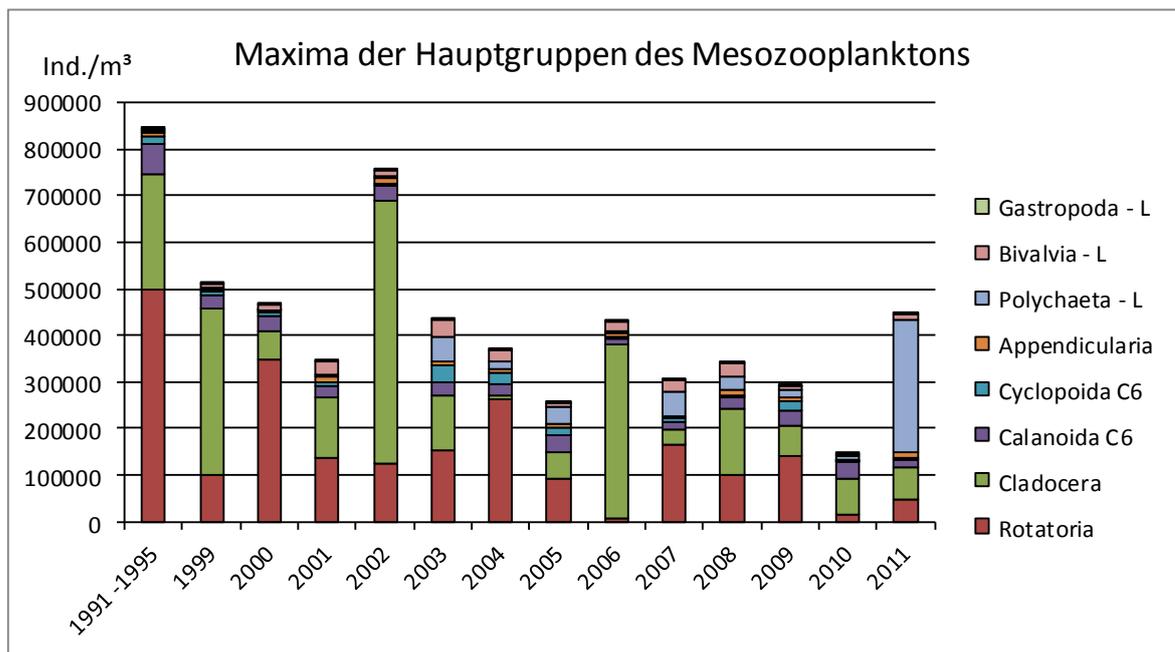


Abb. 22: Verlauf der Abundanzmaxima von fünf holoplanktischen Taxa (Rotatoria, Cladocera, Cyclopoida, Appendicularia) und drei meroplanktischen Taxa (Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda) laut Tab. 6.

Fig. 22: Course of total abundance maxima of five holoplanktonic taxa (Rotatoria, Cladocera, Cyclopoida, Appendicularia) and three meroplanktonic taxa (Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda) according to Table 6.

Bei den calanoiden Copepoden schwankte die maximale Konzentration in den letzten 16 Jahren wenig um die Maximalkonzentration von ca. 30.000 Ind.*m⁻³, wenn auch die Proportionen der einzelnen Arten von Jahr zu Jahr variierten (Tab. 7). Das galt bis 2010. Im letzten Beobachtungsjahr halbierten sich die maximal feststellbaren Abundanzen gegenüber dem Vorjahr. Ob das ein Resultat abnehmender Eutrophierung ist, kann hier nicht belegt werden, ist aber in Bezug auf mögliche Auswirkungen auf die höhere Trophieebene eine wichtige Fragestellung.

Bereits in den letzten Jahren wurde innerhalb der *Acartia*-Gattung bei *A. bifilosa* und *A. longiremis* gegenläufige Tendenzen sichtbar. Der Anteil an *A. bifilosa* nahm seit 2003/2004 deutlich ab, zugunsten von *A. longiremis* (WASMUND et al., 2010: Abb. 19). Mit Ausnahme von 2008/2009 blieb dieser Zustand auch in den Jahren 2010 und 2011 erhalten. Beide Arten unterscheiden sich in ihren Verbreitungsgrenzen und im saisonalen Auftreten. Während *A. longiremis* auf die westliche und offene Ostsee begrenzt ist, findet man *A. bifilosa* bis fast in den Süßwasserbereich so dass es sich hier um unterschiedliche ökologische Nischen handelt.

4.3 Makrozoobenthos

4.3.1 Sedimente und Sauerstoff

An den 8 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. 8). Keine der 8 Monitoringstationen war durch Sauerstoffmangelphasen im Jahr 2011 betroffen.

Tab. 8

Abiotische Parameter an den 8 Monitoringstationen im Herbst 2011 (Org=Organischer Gehalt im Sediment in %, KG=mittlere Korngröße in μm , O₂=Sauerstoffgehalt im bodennahen Wasser in ml/l, S=bodennaher Salzgehalt in g/kg).

Table 8

Abiotic parameters at 8 monitoring stations in autumn 2011 (org=organic content of sediment in %, KG=mean grain size in μm , O₂=oxygen content of near bottom water in ml/l, S=salinity at near bottom water in g/kg).

Station	Org (%)	KG (μm)	O ₂ (mg/l)	S (g/kg)	Sedimentansprache an Bord
OMBMPN3	1,54	174	6,39	20,5	Mittelsand mit Schlick
OMBMPN1	2,09	197	6,58	17,0	schlickiger Sand
OMBMPM2	8,99	12	5,94	18,1	Schlick
OM18	1,87	111	4,54	20,1	schlickiger Sand
OMBMPK8	0,17	222	5,36	10,2	Fein- und Mittelsand
OMBMPK4	11,66	9	4,64	15,3	Schlick
OMBMPK3	0,36	221	5,11	8,2	Fein- und Mittelsand
OM160	0,27	204	7,22	7,0	Feinsand

4.3.2 Makrozoobenthos an den Stationen

Im Oktober 2011 wurden an 8 Stationen je 3 Proben mit einem van-Veen-Greifer genommen und auf Makrozoobenthos untersucht. Zusätzlich kam an allen Stationen eine Dredge zum Einsatz, um die selteneren und vagilen Arten zu erfassen. An den gleichen Stationen wurden Sedimentproben zur Analyse der Korngröße und des organischen Gehaltes genommen. Mit 124 lag die Artenzahl im Vergleich zu den Jahren 1991 bis 2010 relativ hoch (Tab. A3, Abb. 23). Die Station OMBMPN₃ in der Kieler Bucht stellte sich erwartungsgemäß als die artenreichste im gesamten Untersuchungsgebiet heraus. 74 Taxa konnten dort nachgewiesen werden.

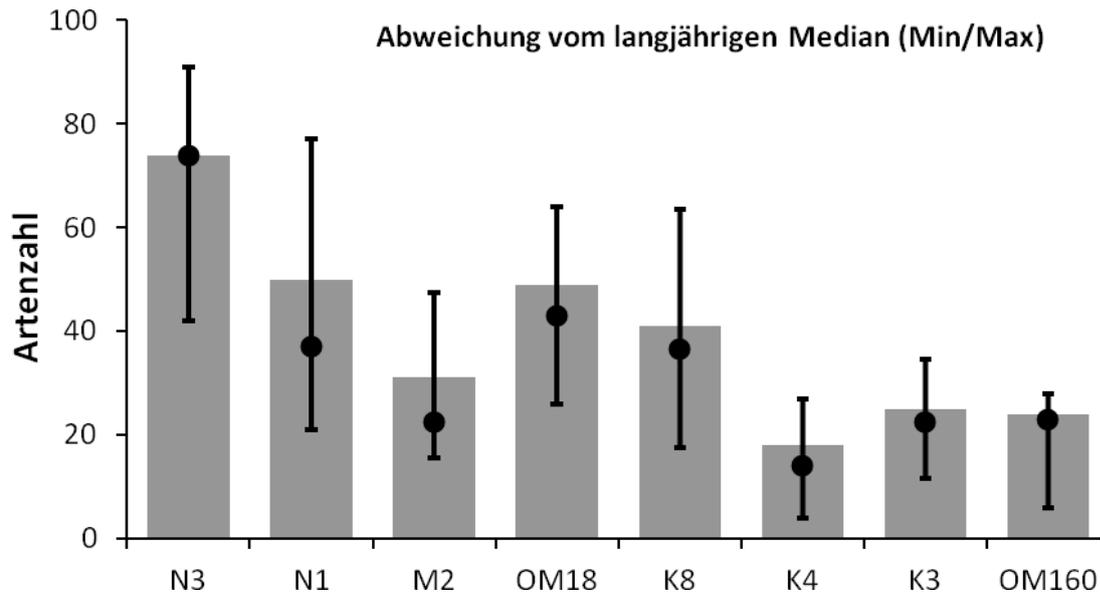


Abb. 23: Artenzahlen (Säulen) des Makrozoobenthos an 8 Monitoring-Stationen im Oktober 2011. Die Medianwerte der Jahre 1991 bis 2011 sind als Punkte und die Minimal- und Maximalwerte als Intervall dargestellt. Die Stationen sind von West (Kieler Bucht=N3) nach Ost (Pommernbucht=OM160) aufgetragen.

Fig. 23: The species number (columns) of macrozoobenthos at 8 monitoring stations in October 2011. The median values of the years 1991 to 2011 are shown as dot and the minimum and maximum values are indicated as interval. The stations are drawn from west (Kiel Bight=N3) to east (Pomeranian Bay Sea=OM160).

Vergleicht man die langjährigen Medianwerte der beobachteten Artenzahl je Station, so stellt man fest, dass im Fehmarnbelt (OMBMPN₁), in der Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂ und OM₁₈), an der Darßer Schwelle (OMBMPK₈) und in der nördlichen Pommernbucht (OMBMPK₄) die aktuelle Diversität höher liegt. An den anderen Stationen lagen die diesjährigen Werte im langjährigen Durchschnitt. Es wurde an keiner Station eine Artenreduktion nachgewiesen (s.a. Abb. 27). Offensichtlich waren die Sauerstoffverhältnisse im Jahr 2011 ausgeglichen und durch keinen Mangel gekennzeichnet.

In der Abb. 24 sind sowohl die Taxa erfasst, die 2011 an den 8 Stationen gefunden wurden als auch die seit 1991 durchgeführten Untersuchungen insgesamt gefundenen Arten. Als artenreichste Gruppen (nicht nur 2011) stellten sich die Annelida (Polychaeta und Oligochaeta) mit 90 Arten heraus. 2011 wurden 49 Arten identifiziert. Weitere artenreiche Gruppen im Jahr 2011 waren die Mollusca (21), Crustacea (23) und Cnidaria (6).

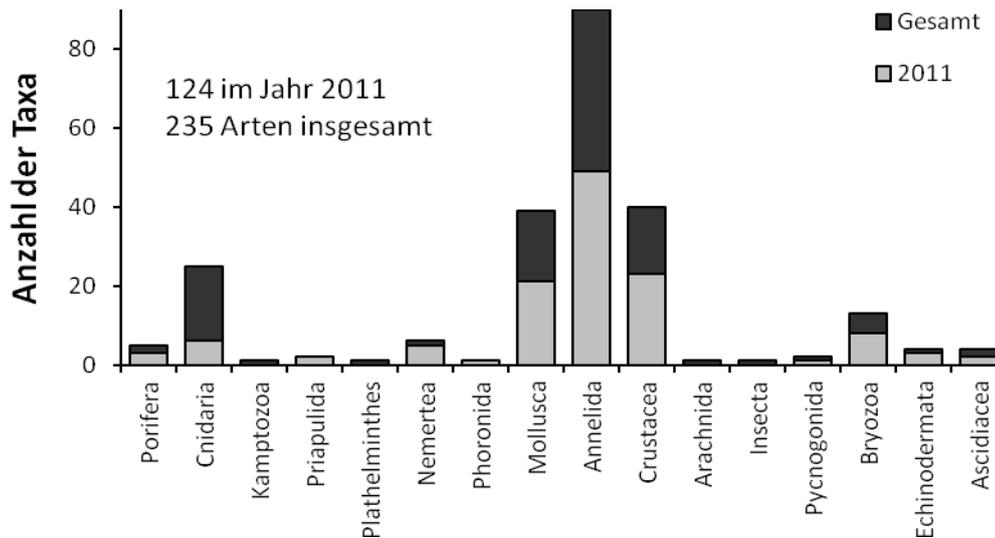


Abb. 24: Taxonomische Aufschlüsselung aller Makrozoobenthos-Vertreter, die während des Monitorings im Oktober 2011 an den 8 Stationen gefunden wurden. Zusätzlich ist die Gesamtartenzahl für den Zeitraum 1991 bis 2011 angegeben.

Fig. 24: Taxonomical classification of macrozoobenthos at 8 monitoring stations in October 2011. The species number of the whole monitoring from 1991 to 2011 is also indicated.

Die Abundanzen variierten je nach Seegebiet zwischen 388 (Arkonabecken) und 7.500 Ind./m² (Pommernbucht) (Abb. 25, Tab. A3). Die höchsten Werte wurden in der Kieler Bucht und in der Pommernbucht registriert. Die dominanten Arten an den Stationen waren jeweils verschieden. Nur die Stationen in der Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂), Arkonasee (OMBMPK₄) und in der nördlichen Pommernbucht (OMBMPK₃) erreichten Werte, die dem langjährigen Median entsprachen bzw. leicht darüber lagen (Abb. 25). Die Gesamtdichten an den anderen Stationen lagen entweder deutlich unter den Medianwerten (Kieler Bucht, OMBMPN₃) oder leicht darunter (OMBMPN₁, OM18, OM160).

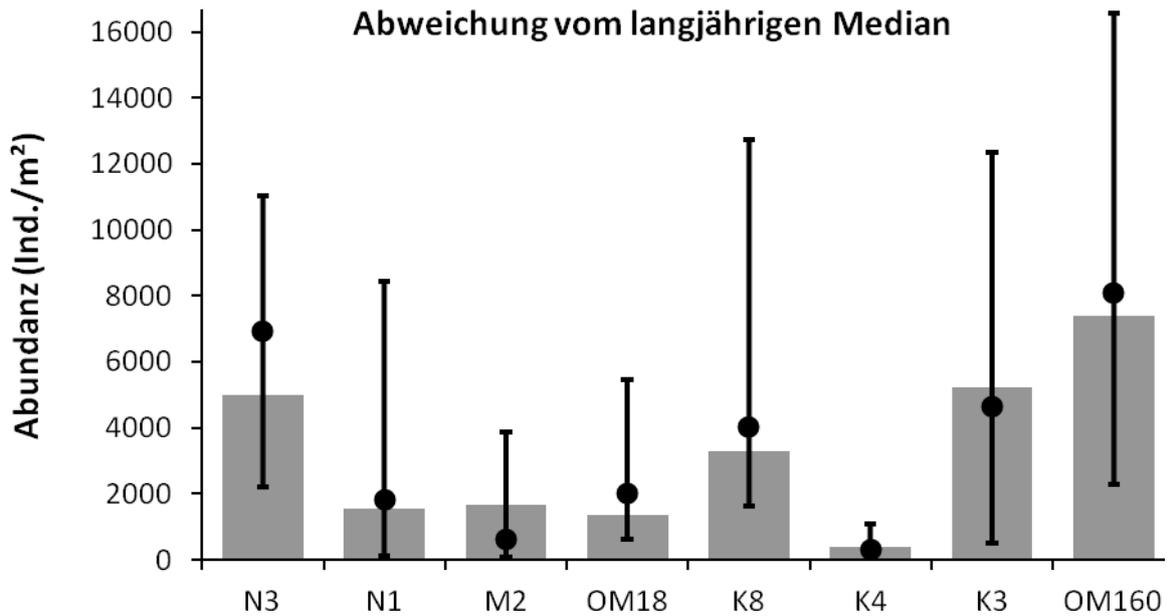


Abb. 25: Gesamtabundanzen (Säulen) des Makrozoobenthos an 8 Monitoring-Stationen im Oktober 2011. Die Medianwerte der Jahre 1991 bis 2011 sind als Punkte und die Minimal- und Maximalwerte als Intervall dargestellt.

Fig. 25: Total abundances (columns) of macrozoobenthos at 8 monitoring stations in October 2011. The median values of the years 1991 to 2011 are shown as dot and the minimum and maximum values are indicated as interval.

Welche Art in den Seegebieten jeweils dominant war, variierte sehr stark und hängt im Wesentlichen vom vorherrschenden Salzgehalt und dem Substrat ab. Während in der Kieler Bucht (OMBMPN₃) die Muschel *Kurtiella bidentata* und die Polychaeten *Dipolydora quadrilobata* und *Scoloplos armiger* über 50 % der Dichte ausmachten, waren in der nördlichen Pommernbucht (OMBMPK₃) der Polychaet *Pygospio elegans* (54 %) und die aus Nordamerika eingewanderte Spionide *Marenzelleria viridis* (22 %) für die hohen Abundanzen verantwortlich. Letztere hat in den letzten Jahren stark zugenommen und die andere *Marenzelleria*-Art (*M. neglecta*) inzwischen voll ersetzt. Die Dichte (1518 Ind./m²) im Fehmarnbelt (OMBMPN₁) dominierten die Kleine Pfeffermuschel (*Abra alba*) mit 39 % und der Polychaet *Scoloplos armiger* (37 %). In der Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂, OM18) dominierte v.a. der Polychaet *Terebellides stroemi* bzw. *Scoloplos armiger* sowie der Cumacee *Diastylis rathkei* die Dichte. Allerdings wurde das Bild durch die Anwesenheit von vielen juvenilen *Mytilus edulis* an der Station OM18 etwas verzerrt. An der Darßer Schwelle (OMBMPK₈) traten die Polychaeten *Scoloplos armiger* und *Pygospio elegans* dominant auf. In der Pommernbucht (OM160) waren es die Wattschnecke *Hydrobia ulvae* (23 %) und der Polychaet *Pygospio elegans* (22 %). *Marenzelleria viridis* wurde mit 300 Ind./m² nachgewiesen. Auch hier zu beobachten, dass *M. neglecta* inzwischen nicht mehr gefunden wird. In der zentralen Arkonasee (OMBMPK₄) wurde eine Gesamtabundanz von 381 Ind./m² beobachtet, dabei dominierte mit 62 bzw. 17 % der Polychaet *Scoloplos armiger* und die Baltische Plattmuschel *Macoma balthica*.

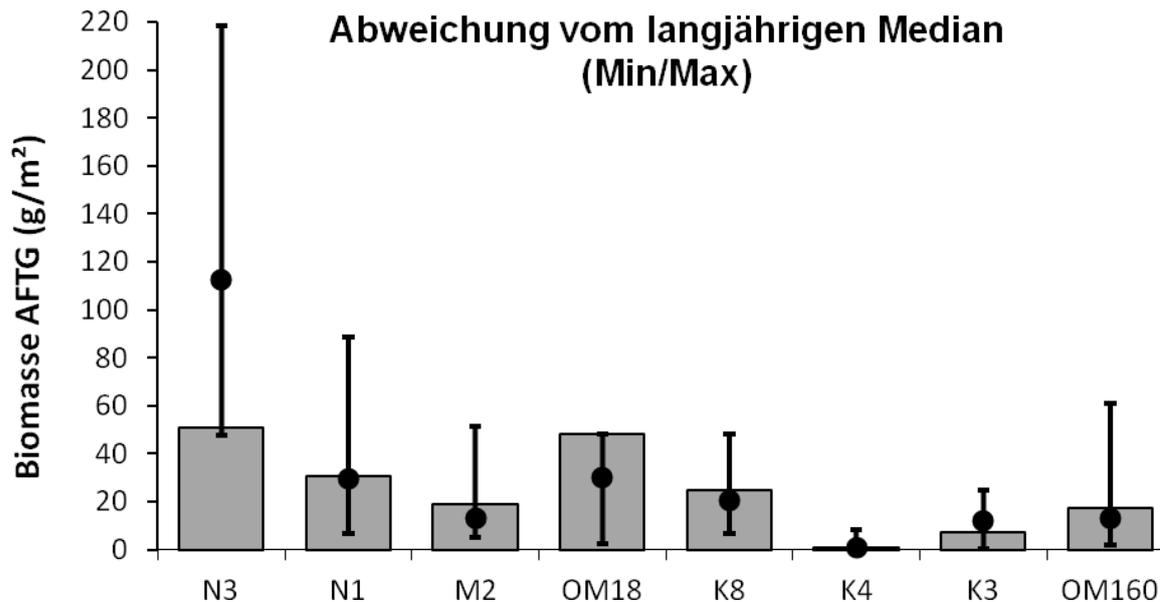


Abb. 26: Geamtbiomassen (Säulen) des Makrozoobenthos an 8 Monitoring-Stationen im Oktober 2011. Die Medianwerte der Jahre 1991 bis 2011 sind als Punkte und die Minimal- und Maximalwerte als Intervall dargestellt.

Fig. 26: Total biomasses (columns) of macrozoobenthos at 8 monitoring stations in October 2011. The median values of the years 1991 to 2011 are shown as dot and the minimum and maximum values are indicated as interval.

Die größten Biomassen wurden an den Stationen in der Kieler Bucht (OMBMPN₃) beobachtet (Abb. 26). 51 g AFTG/m² wurden festgestellt, wovon *Arctica islandica* (55 %), *Astarte borealis* (32 %) und *A. elliptica* (6 %) über 92 % ausmachten. Im Fehmarnbelt (OMBMPN₁) sowie in der Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂ und OM18) ist die Biomasse ebenfalls zu über 90 % von der Islandmuschel bestimmt (Abb. 27). Insgesamt wurden dort Werte zwischen 19 und 48 g AFTM/m² erreicht. An der Darßer Schwelle (OMBMPK₈) wurde die Biomasse (24,5 g AFTM/m²) durch die Muscheln *Astarte borealis* (44 %), *Macoma balthica* (9 %) und *Mya arenaria* (29 %) dominiert. Weiter östlich in der Pommernbucht (17 g AFTM/m²) spielte dann hauptsächlich *Macoma balthica*, *Mya arenaria* und *Marenzelleria viridis* eine Rolle. In der nördlichen Pommernbucht (7 g AFTM/m²) kam noch der Polychaet *Pygospio elegans* hinzu. In der Arkonasee (OMBMPK₄) stellten *Macoma balthica*, *Scoloplos armiger* und *Nephtys ciliata* 94 % der Biomasse (0,8 g AFTM/m²).

Im Vergleich zum langjährigen Median sind an den Stationen insgesamt die Abweichungen nicht so krass, wie am Beispiel der Abundanz aufgezeigt (vergleiche Abb. 25 und 26). Einzige Ausnahme ist die Station OMBMPN₃ in der Kieler Bucht. Hier wurde mit 51 g/m² der zweitniedrigste Wert seit Untersuchungsbeginn festgestellt. Das lag an der durchschnittlich geringeren Biomasse einiger Muschelarten (*Arctica islandica*, *Astarte borealis*, *Astarte elliptica*, *Abra alba*) sowie dem Fehlen der Abgestutzten Klaffmuschel *Mya truncata*.



Abb. 27: An einigen westlichen Stationen dominierte die Islandmuschel (*Arctica islandica*) die benthische Gemeinschaft und erreichte erhebliche Abundanzen und Biomassen. Abgebildet ist der Dredgefang an der Station OMBMPM2 (zentrale Mecklenburger Bucht).

Fig. 27: At several western stations the Ocean Quahoc (*Arctica Islandica*) dominated the benthic community and reached highest abundances and biomasses. The picture shows the dredge sample of stn. OMBMPM2 (central Mecklenburg Bight).

4.3.3 Langfristiger Trend

In der Kieler Bucht (OMBMPN3) wurde bei der Abundanz und Biomasse eine Abnahme seit zwei Jahren festgestellt, jedoch lagen diese eher in der natürlichen Variabilität und sollten nicht als Signal gedeutet werden. Die Abundanz erreichte 5.000 Ind./m² einen noch immer relativ hohen Wert (2006 und 2007 lagen darunter). Die Biomasse war mit 51 g AFTM/m² der zweitniedrigste seit dem laufenden Monitoring. Mit 74 Arten und einem Shannon-Wiener-Index von 4,1 wurden relativ hohe Diversitäten seit Untersuchungsbeginn an dieser Station angetroffen.

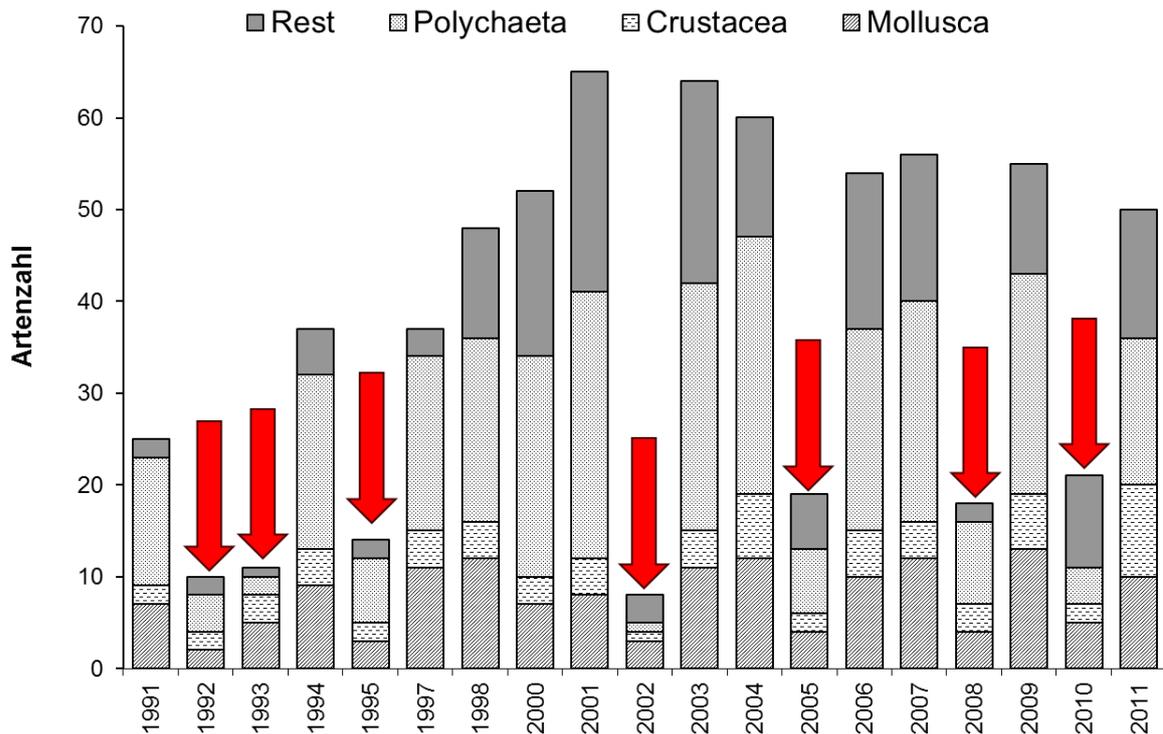


Abb. 28: Entwicklung der Artenzahl des Makrozoobenthos an der Station OMBMPN₁ (Fehmarnbelt) von 1991 bis 2011. Die Pfeile markieren sommerliche Sauerstoffmangereignisse im bodennahen Wasserkörper.

Fig. 28: Development of the species number of macrozoobenthos at station OMBMPN₁ (Fehmarnbelt) from 1991 to 2011. The arrows indicate summer events with low oxygen values at near bottom waters.

Im Fehmarnbelt (OMBMPN₁) wurde nach den starken Reduktionen durch Sauerstoffmangel in den Jahren 1992, 1993, 1995, 2002, 2005, 2008 und 2010 in den Folgejahren jeweils eine schnelle Erholung der Lebensgemeinschaft beobachtet (siehe Abb. 28). Letztes Jahr kam es zu einer erneuten Artenreduktion, bedingt durch den bereits bei WASMUND et al. (2011a) beschriebenen Sauerstoffmangel in den Monaten September und Oktober. Die benthische Gemeinschaft hat sich seitdem relativ zügig erholt, zumindest wenn man die absoluten Zahlen bei den Arten und der Individuendichte bzw. Biomasse betrachtet (Abb. 28 und 29). Dennoch kann man sagen, dass zumindest die Populationsstruktur einiger langlebiger Arten betroffen ist und solch dramatische Ereignisse erst nach vielen Jahrzehnten (z.B. bei *Arctica islandica*) nicht mehr nachweisbar ist.

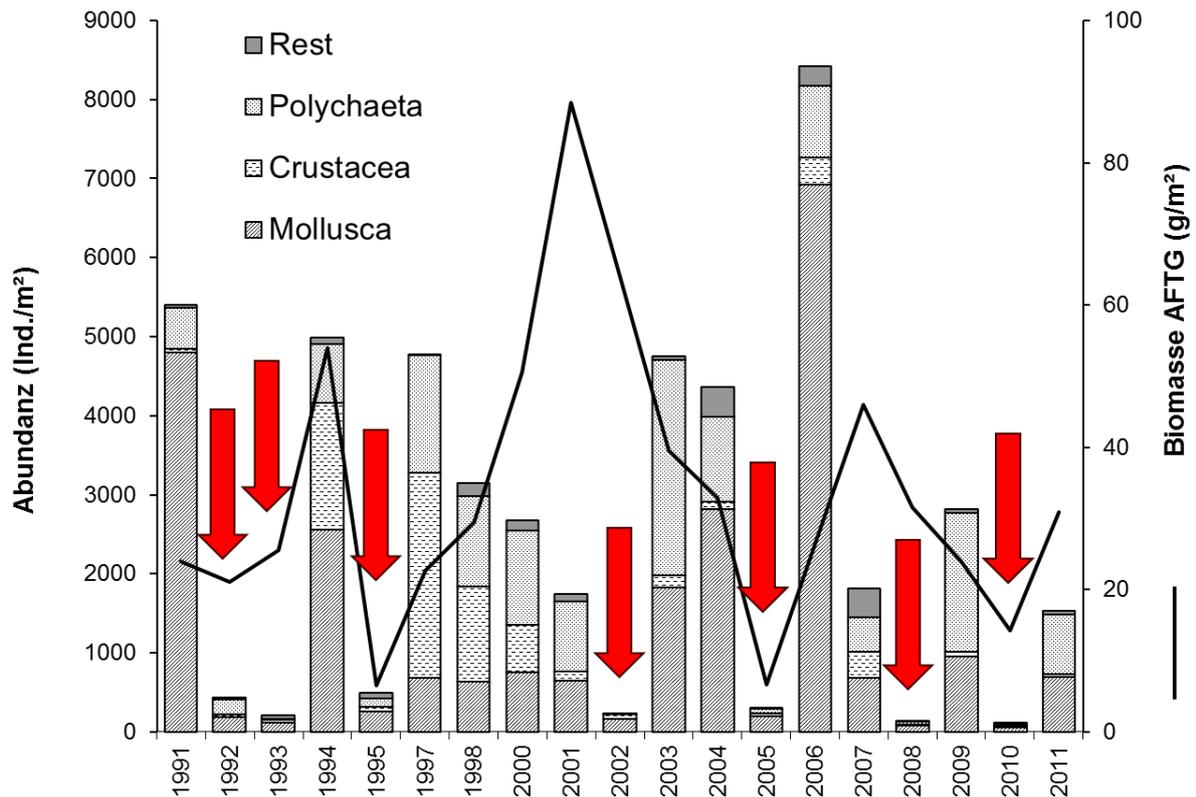


Abb. 29: Entwicklung der Abundanz und der Biomasse des Makrozoobenthos an der Stn. OMBMPN1 (Fehmarnbelt) von 1991 bis 2011. Die Pfeile markieren sommerliche Sauerstoffmangelereignisse im bodennahen Wasserkörper.

Fig. 29: Development of the abundance and biomass of macrozoobenthos at stn. OMBMPN1 (Fehmarnbelt) from 1991 to 2011. The arrows indicate summer events with low oxygen values at near bottom waters.

In der zentralen Mecklenburger Bucht (OMBMPM2) wurden mit 1.653 Ind./m² und 19 g AFTM/m² mittlere Werte bei der Abundanz bzw. Biomasse nachgewiesen (Abb. 30). Während die Dichte durch *Terebellides stroemi* und *Diastylis rathkei* bestimmt wurde, stellte die Islandmuschel 90 % der Gesamtbiomasse. Während die Artenzahl (31 Taxa) als relativ hoch zu bezeichnen ist, lag der Shannon-Wiener-Index mit 2,28 unter dem langjährigen Mittelwert von 2,53 bzw. Medianwert von 2,73.

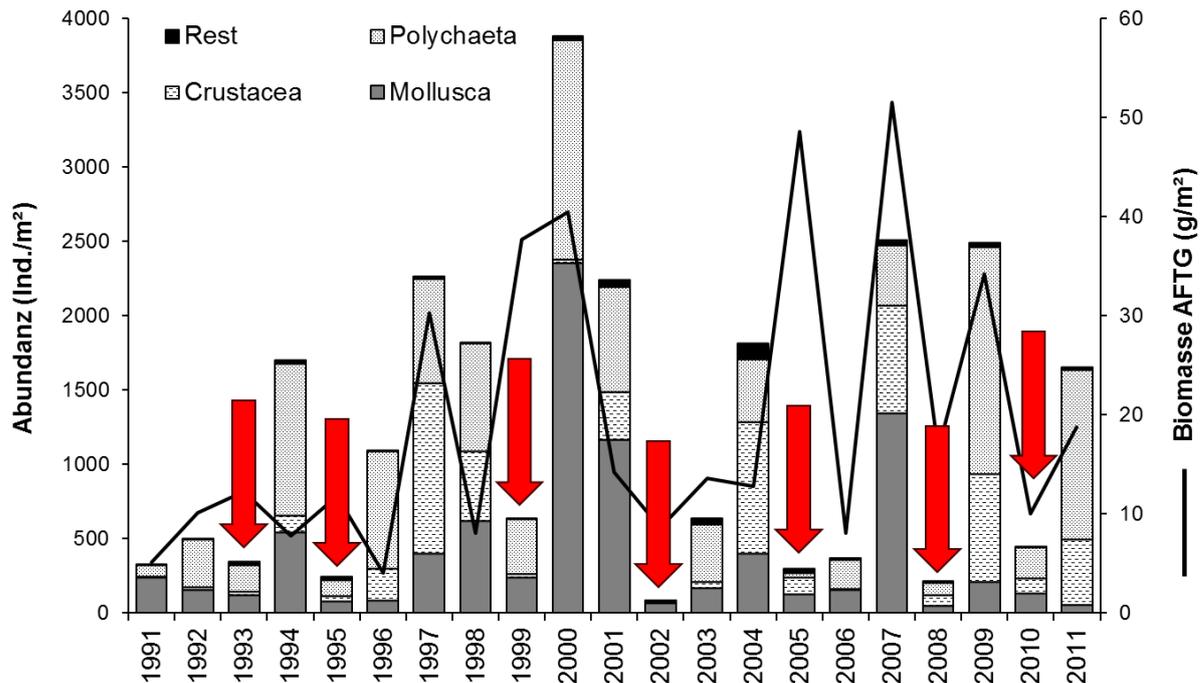


Abb. 30: Entwicklung der Abundanz und der Biomasse des Makrozoobenthos an der Stn. OMBMPM2 (Mecklenburger Bucht) von 1991 bis 2011. Die Pfeile markieren sommerliche Sauerstoffmangelereignisse im bodennahen Wasserkörper.

Fig. 30: Development of the abundance and biomass of macrozoobenthos at stn. OMBMPM2 (Mecklenburg Bight) from 1991 to 2011. The arrows indicate summer events with low oxygen values at near bottom waters.

In der südlichen Mecklenburger Bucht (OM18) waren die beobachtete Dichte mit 1.367 Ind./m² geringer und die Biomasse mit 48 g AFTM/m² höher als die langjährige Mittel (s.a. Abb. 23 und 24). Die Artenzahl (49) und der Shannon-Wiener-Index (3,68) lagen deutlich über dem langfristigen Mittel.

An der Darßer Schwelle (OMBMPK8) wurde der „Negativtrend“ der beiden Vorjahre durchbrochen und eine Zunahme der Abundanz und Biomasse festgestellt (Abb. 31). Dennoch lag die Gesamtabundanz unter dem langjährigen Durchschnitt (siehe Abb. 25 und 31), was wiederum durch die Abnahmen von *Hydrobia ulvae* (Wattschnecke) und *Pygospio elegans* (Polychaet) bedingt war. Beide Arten machen im „Normalfall“ etwa 40 bis 80 % der Gesamtabundanz aus (Abb. 32).

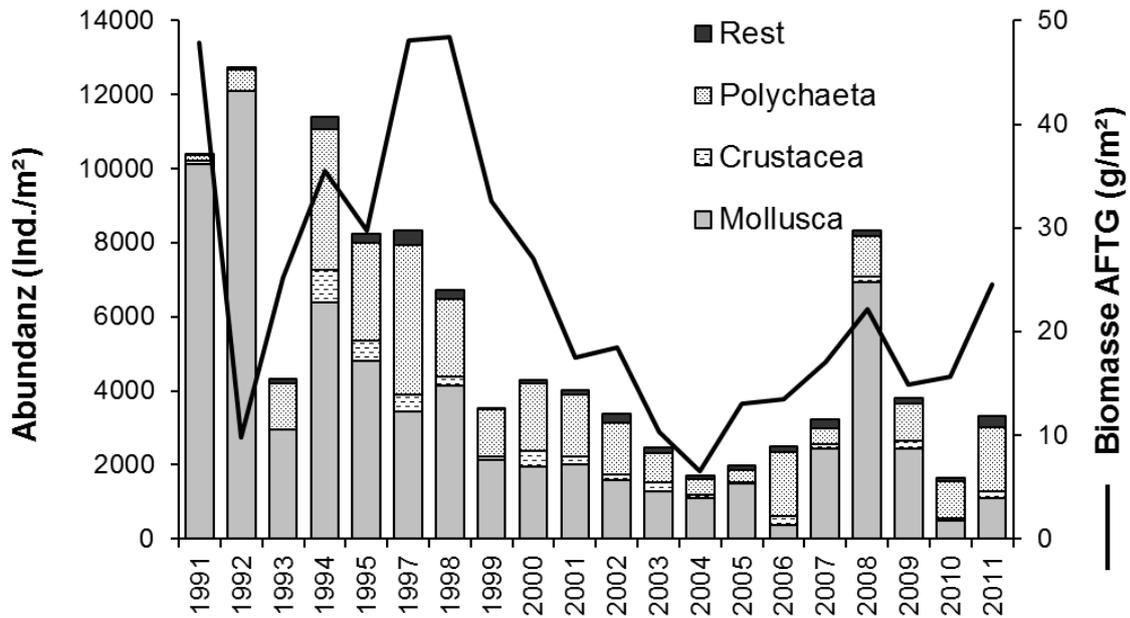


Abb. 31: Entwicklung der Abundanz und der Biomasse des Makrozoobenthos an der Stn. OMBMPK8 (Darßer Schwelle) von 1991 bis 2011.

Fig. 31: Development of the abundance and biomass of macrozoobenthos at stn. OMBMPK8 (Darss Rise) from 1991 to 2011.

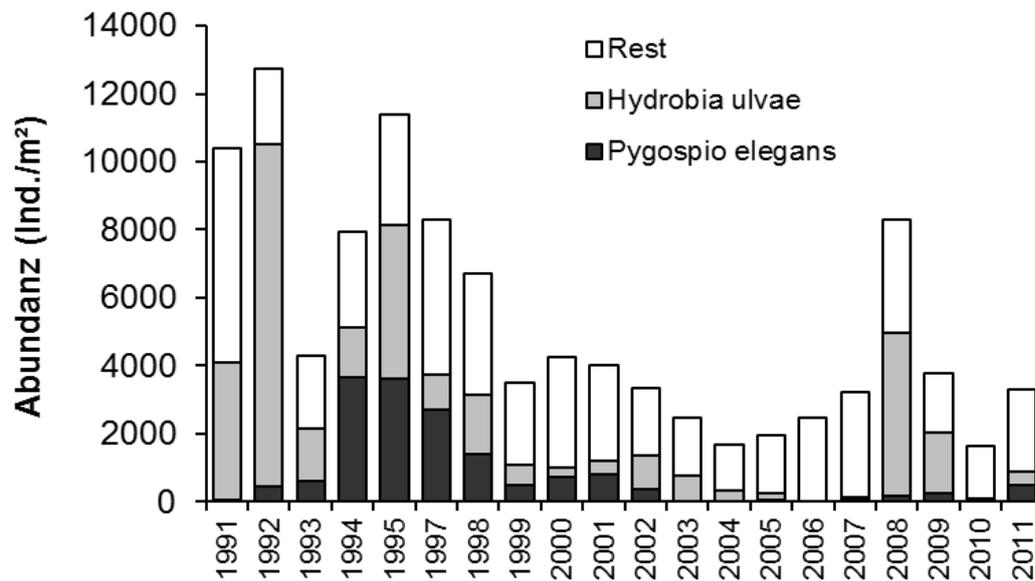


Abb. 32: Anteil von *Hydrobia ulvae* und *Pygospio elegans* an der Gesamtabundanz an der Stn. OMBMPK8 (Darßer Schwelle) von 1991 bis 2011.

Fig. 32: Density percentage of *Hydrobia ulvae* and *Pygospio elegans* at stn. OMBMPK8 (Darss Rise) from 1991 to 2011.

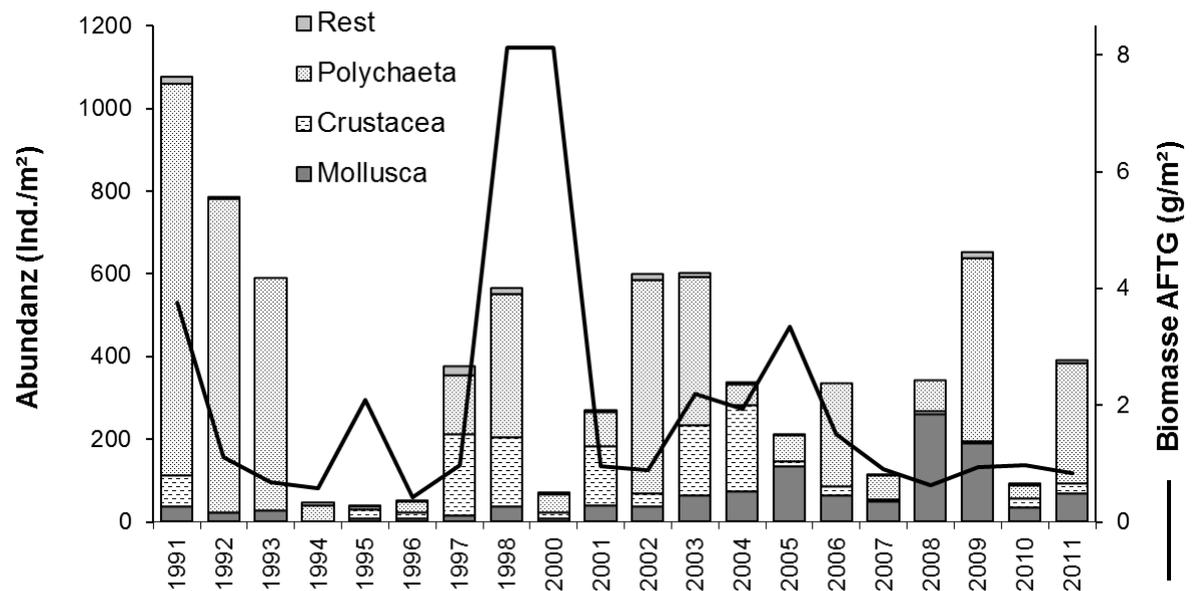


Abb. 33: Entwicklung der Abundanz und der Biomasse des Makrozoobenthos an der Stn. OMBMPK₄ (zentrale Arkonasee) von 1991 bis 2011.

Fig. 33: Development of the abundance and biomass of macrozoobenthos at stn. OMBMPK₄ (Arkona Basin) from 1991 to 2011.

In der zentralen Arkonasee (OMBMPK₄) wurde mit 388 Ind./m² eine durchschnittliche Abundanz gemessen (Abb. 33). Die Biomasse lag mit etwa 0,8 g AFTM/m² ähnlich niedrig wie in den Vorjahren. Nur 1998 und 2000 wurden mit über 8 g deutlich höhere Werte beobachtet. Das ist jedoch durch das geklumpfte Auftreten von *Arctica islandica* verursacht, wo bereits das Auffinden/Nichtauffinden von einem Tier erhebliche Biomasse-schwankungen verursachen kann. Mit 18 Arten lag die Artendiversität etwas über dem langjährigen Durchschnitt (siehe Abb. 23).

Die nördliche Pommernbucht (OMBMPK₃) zeigte mit 5.240 Ind./m² einen ähnlich hohen Wert der letzten 8 Jahre und lag im langjährigen Durchschnitt (s.a. Abb. 25), wohingegen die Biomasse mit 7,1 g AFTM/m² etwas darunter lag (Abb. 26). Bis auf wenige Ausnahmen (nur 2001 und 2002) dominiert der Polychaet *Pygospio elegans* diese Station mit über 50 % Anteil an der Gesamtabundanz seit Untersuchungsbeginn im Jahr 1991. In diesem Jahr lag der Anteil an der Gesamtabundanz bei 54 %. Mit 25 Arten lag die Artendiversität im langjährigen Durchschnitt (Abb. 23).

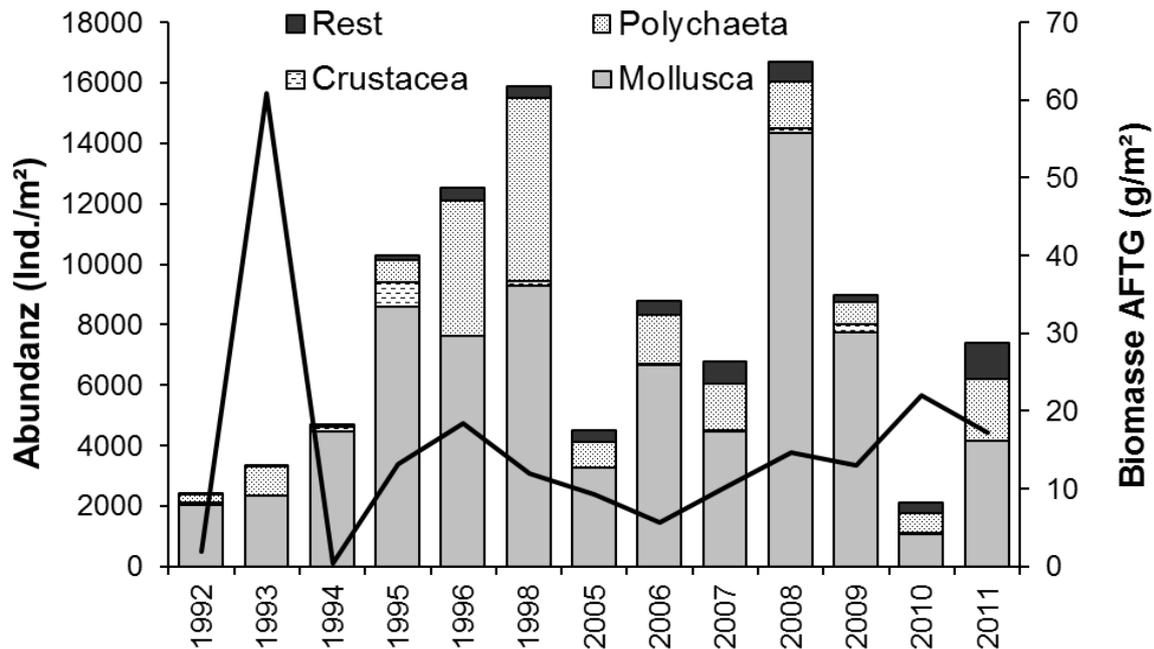


Abb. 34: Entwicklung der Abundanz und der Biomasse des Makrozoobenthos an der Stn. OM160 (Pommernbucht) von 1992 bis 2011 (bitte Zeitlücken beachten).

Fig. 34: Development of the abundance and biomass of macrozoobenthos at stn. OM160 (Pomeranian Bay) from 1992 to 2011 (please note the time gaps).

Langfristig gesehen und hinsichtlich der Biomasse und Artenvielfalt erweist sich die zentrale Pommernbucht (OM160) als relativ stabil (siehe Abb. 23 und 26). Allerdings muss betont werden, dass insbesondere die Abundanz enorme Schwankungen aufweisen kann. Sehr oft liegen die Werte jedoch zwischen 8.000 und 10.000 Ind./m², wobei die Wattschnecke *Hydrobia ulvae* in der Regel etwa 70 % der relativen Abundanz ausmacht. Die Abundanz lag in 2011 bei 7.400 Ind./m² und war somit niedriger als der langjährige Median (Abb. 25 und 34). Das ist auf den „Zusammenbruch“ der Wattschnecken-Population zurückzuführen, die weniger als 1/10 der langjährigen mittleren Populationsdichte erreichte. Bei *Cerastoderma glaucum* konnte eine Zunahme des Bestandes beobachtet werden. Bei der Biomasse von 17 g AFTM/m² im Jahr 2011 waren die drei Muscheln *Macoma balthica*, *Cerastoderma glaucum* und *Mya arenaria* zum überwiegenden Teil (89 %) beteiligt. Lediglich der Polychaet *Marenzelleria viridis* erreichte 2011 ebenfalls mit 0,6 g eine nennenswerte Biomasse. Die Artenzahl lag mit 24 ähnlich hoch wie in den beiden Vorjahren.

4.3.4 Rote Liste

Grundlage für dieses Unterkapitel ist die jüngst erscheinende Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere von RACHOR et al. (2012). Von insgesamt 124 Arten gehören 17 einer Gefährdungskategorie (1, 2, 3, G) an (Abb. 35). Weiterhin befinden sich 4 Arten in der Vorwarnliste. Für 72 Arten wird derzeit keine Gefährdung angenommen. Die Datenlage für 17 Arten ist defizitär und 14 Taxa wurden in der Roten Liste nicht bewertet.

Die vom Aussterben bedrohte Muschel *Macoma calcarea* wurde in der Kieler Bucht (OMBMPN₃) in geringen Dichten (36 Ind./m²) nachgewiesen. Die Arten der

Gefährdungskategorie 2 (stark gefährdet) wurden ebenfalls an der westlichsten Station (OMBMPN₃) gefunden. Dazu gehören die Wellhornschncke *Buccinum undatum* und der Polychaet *Euchone papillosa*. Letzterer wurde auch noch an der Darßer Schwelle angetroffen. Die Islandmuschel *Arctica islandica* und die Kugel-Astarte *Astarte montagui*, beide Kategorie 3 (gefährdet), wurden auch in der Kieler Bucht gefunden. Die Islandmuschel konnte außerdem an allen westlichen Stationen (OMBMPN₃, OMBMPN₁, OMBMPM₂, OM₁₈) bis hin zur Arkonasee (OMBMPK₄) in unterschiedlichen Dichten beobachtet werden. Der Relikt-Amphipode *Monoporeia affinis* wurde in der Nördlichen Pommernbucht (OMBMPK₃) festgestellt.

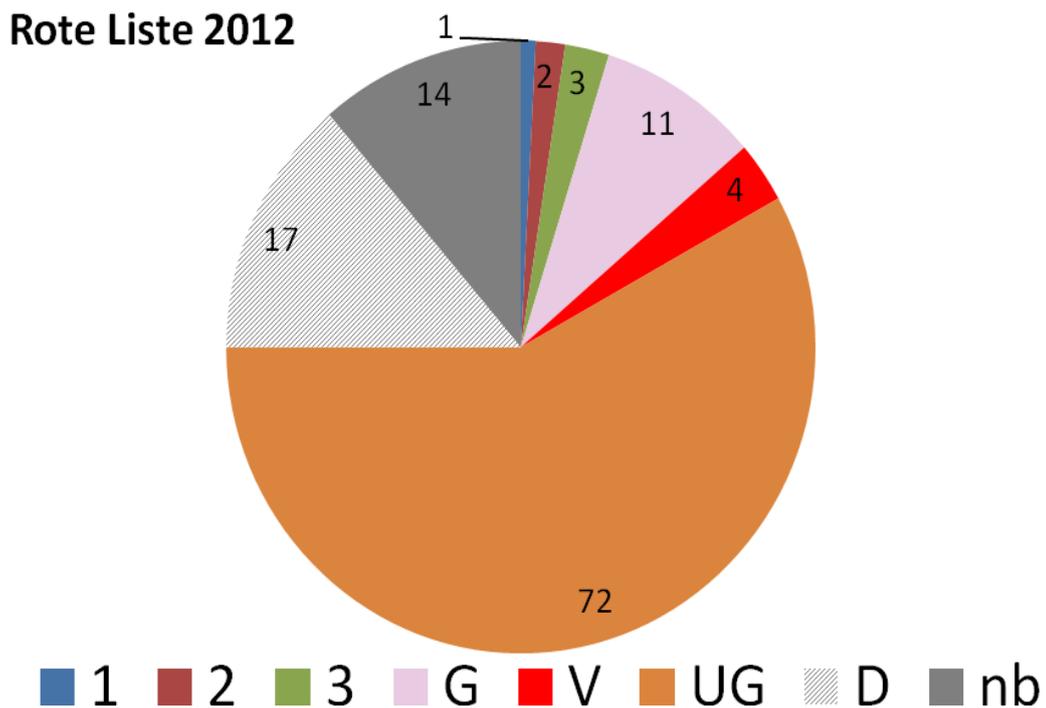


Abb. 35: Anteil der Gefährdungskategorien der Roten Liste (RACHOR et al. 2012) des Makrozoobenthos im Herbst 2011 (für Legende siehe Tab. A3).

Fig. 35: Percentage of red list categories (RACHOR et al. 2012) of macrozoobenthos in autumn 2011 (for legend see table A3).

Die Kategorie G (Gefährdung anzunehmen) beinhaltet Arten, für die nach derzeitigem Kenntnisstand keine genaue Zuordnung zu eine der o.g. Kategorien (1, 2 oder 3) erfolgen kann, jedoch eine Gefährdung als sicher gilt. Demzufolge wird eine Gefährdung ohne Einstufung deklariert. Die während der vorliegenden Studie nachgewiesenen 11 Arten verteilen sich auf fast alle Seegebiete. 9 Arten in der Kieler Bucht (OMBMPN₃), 6 Arten im Fehmarnbelt (OMBMPN₁), 4 Arten in der südlichen Mecklenburger Bucht (OM₁₈), 2 Arten an der Darßer Schwelle (OMBMPK₈) und 1 Art in der nördlichen Pommernbucht (OMBMPK₃).

4.3.5 Neozoen

Neozoen spielen offensichtlich in der offenen Ostsee kaum eine Rolle. Lediglich 3 Arten wurden an den 8 Monitoringstationen 2011 nachgewiesen. Davon sind die Seepocke *Balanus improvisus* und die Sandklaffmuschel *Mya arenaria* auf Grund ihrer schon sehr langen Anwesenheit im Ostseeraum kaum noch als Neozoen zu bezeichnen. Die beiden aus Nordamerika stammenden Polychaetenarten der Gattung *Marenzelleria* sollen etwas hervorgehoben werden. Während *M. neglecta* hauptsächlich in den inneren Küstengewässern zu finden ist und hier zum Teil erhebliche Abundanzen erreichen kann, findet *M. viridis* eher im offshore Bereich geeignete Lebensbedingungen. In der vorliegenden Studie wurde *M. viridis* in geringen Dichten (55 Ind./m²) an der Darßer Schwelle (OMBMPK8) festgestellt. In der Pommernbucht OMBMPK3 and OM160 erreichte die Art 1.173 bzw. 303 Ind./m². *M. neglecta* konnte seit 2010 im offshore-Bereich an den Monitoringstationen nicht mehr nachgewiesen werden, ist aber nach wie vor präsent.

4.3.6 Diskussion

Ein deutlicher, langfristiger Trend ist im offshore Bereich der deutschen Ostsee kaum auszumachen, sondern hängt eher von regionalen Besonderheiten ab (ZETTLER et al. 2006). In erster Linie sind hier die Sauerstoffmangelereignisse zu nennen. Diese können durch Stagnationsphasen im Hochsommer hervorgerufen werden, in denen es keinen Austausch des bodennahen Tiefenwassers unter der Halokline gibt und Sauerstoffzehrungsprozesse auf Grund der erhöhten Temperaturen beschleunigt sind. Auch Ausstromsituationen von sauerstoffarmem Tiefenwasser aus der zentralen Ostsee können zu solchen Prozessen führen. In der Vergangenheit wurde hauptsächlich im Bereich der Becken der Kieler und Mecklenburger Bucht sowie des Fehmarnbelts Sauerstoffmangelsituationen festgestellt, die dann bei langanhaltenden Phasen auch zu Absterbe- und Defaunationsereignissen geführt haben (z.B. 2002, 2005, 2008 und 2010). Durch Sturmereignisse oder durch starke Einstromsituationen aus dem Kattegat kann es dann zu einer Erneuerung des Tiefenwassers und damit zur Anreicherung mit Sauerstoff kommen und der Prozess wird abgebremst bzw. es kommt zu einer Wiederbesiedlungssukzession. Ein solches Mangelereignis lag 2011 nicht vor. Die benthischen Gemeinschaften haben sich in den betroffenen Gebieten der Kieler und Mecklenburger Bucht zum Teil erholt, obwohl bezüglich der Populationsstruktur langlebiger Arten (wie beispielsweise der Islandmuschel) ein Absterben adulter Muscheln wenn überhaupt nur langfristig kompensiert werden kann. Welchen Einfluss diesbezüglich diese Absterbeprozesse auf die Ökosystemfunktion haben können, ist bisher nicht untersucht.

Als zweiter „Meisterfaktor“ für das Besiedlungspotenzial der einzelnen Seegebiete steht ohne Zweifel der Salzgehalt im Vordergrund (JOSEFSON 2009, ZETTLER et al. 2007, 2008). Je nach Höhe des Salzgehaltes und seiner Variabilität verfügen die Seegebiete über eine gewisse „Spanne an möglichen makrozoobenthischen Besiedlern“, was wiederum von deren autökologischen Potenzial abhängt. Hierbei gibt es euryhaline Vertreter, die quasi über die gesamte Küstenlänge vorkommen (z.B. *Macoma balthica*, *Diastylis rathkei*) und stenohaline Arten, die spezifische Salzgehaltsbereiche präferieren (z.B. *Abra alba*, *Monoporeia affinis*). Der Großteil der während des Monitorings angetroffenen Spezies gehört zu den euryhalinen Arten und ist somit weit verbreitet und häufig. Deren Verbreitung

wird hauptsächlich durch die Substratqualität fixiert, vorausgesetzt, dass immer genügend Sauerstoff zur Verfügung steht (siehe oben). Insbesondere an den westlichen Stationen kann es jedoch auch immer wieder zum Auftreten einiger „Exoten“ kommen, Arten, die ihr Hauptverbreitungsgebiet in den marinen Arealen des Kattegats oder Skagerraks haben. Durch Verdriftung von Larven und Adulti gelangen diese dann gelegentlich in die südliche Beltsee. Diese Arten können sich entweder als eigene „Subpopulationen“ solange halten, wie die Salzgehalts- und Sauerstoffverhältnisse es zulassen oder sie sind immer auf „Nachschub“ aus den marinen Arealen angewiesen. Zu den bekanntesten Vertretern diese Gruppe zählen die Schlangensterne *Ophiura albida*, die ihre Verbreitungsgrenze an der Darßer Schwelle haben, gelegentlich sehr abundant im westlichen Bereich der Deutschen Ostsee auftreten, aber auch abrupt verschwinden können, um dann erst wieder als Larven erneut eingedrftet zu werden.

Mit der Einführung der europäischen Richtlinien (Wasser-Rahmenrichtlinie) und Meeres-Strategie-Rahmenrichtlinie) sind die Staaten u.a. aufgefordert, die ökologischen Zustände ihrer Küsten- und offshore-Gewässer zu bewerten und letztendlich in definierten Zeitfenstern den guten Zustand zu gewährleisten. Ein Hilfsmittel zur Bewertung stellen u.a. auch die benthischen Wirbellosen dar. Diese gilt es zu erfassen und zu bewerten. Die hierzu notwendigen „Bewertungs-Werkzeuge“ befinden sich seit Jahren in der Entwicklung. Insbesondere für die Küstengewässer sind eine Reihe von sogenannten Indices entwickelt worden, die durch die Staaten und Bundesländer angewandt werden. Im offshore-Bereich hat man sich bisher noch nicht geeinigt, welches Instrumentarium verwendet wird, um den ökologischen Zustand der benthischen Meeresfauna zu analysieren. Beispielhaft wurde in den Vorjahren durch die Autoren ein solch mögliches Verfahren (Benthic Quality Index nach ROSENBERG et al. 2004) angewendet (siehe WASMUND et al. 2010). Da durch ZETTLER et al. (2007) deutlich aufgezeigt werden konnte, dass der Index salzgehaltsabhängig ist und es insbesondere im Untersuchungsgebiet einen starken Salzgehaltsgradienten von West nach Ost gibt (siehe Tabelle 8) wurde die durch FLEISCHER & ZETTLER (2009) angepasste Variante des BQI berechnet und ausgewertet. Außerdem fand die Version von FLEISCHER et al. (2007) Eingang, wo zusätzlich noch die Probengrößenunabhängigkeit gewährleistet werden konnte. In diesem Jahr erfolgt keine Zustandsbewertung, da, wie oben angemerkt, keine definitive Methode in Deutschland bisher fixiert wurde. Es besteht erheblicher Forschungsbedarf.

Zusammenfassung

Im Rahmen des vom BSH finanzierten deutschen Beitrags zum HELCOM-Monitorings wurden Daten über die Artenzusammensetzung und Biomasse bzw. Abundanz des Phyto- und Zooplanktons sowie des Makrozoobenthos des Jahres 2011 in der Kieler Bucht, Mecklenburger Bucht und Arkonasee (Abb. 1) gewonnen. Die Datenerhebung in der Bornholmsee und östlichen Gotlandsee erfolgte mit Mitteln des IOW. Die Einbindung in die seit 1979 kontinuierlich weitergeführten Datenreihen soll Aussagen zu eventuellen Trends ermöglichen. Daten von Sinkstoff-Fallen aus der Arkonasee und von Satelliten vervollständigen saisonale Angaben zur Phytoplanktondynamik. Die allgemeine Probenstatistik ist in Tab. 1 und eine spezielle Statistik der Zooplankton-Hols in Tab. 2 sowie der Zoobenthosbeprobung in Tab. 3 gezeigt.

Phytoplankton

Quantitative Informationen über die Artenzusammensetzung und Sukzession des Phytoplanktons wurden aus Wasserproben gewonnen, die auf den Schiffsexpeditionen genommen wurden und mikroskopisch analysiert wurden. Wir konzentrieren uns primär auf die Mischproben aus 0-10 m Tiefe. Die wegen der relativ geringen Probenfrequenz bestehenden Kenntnislücken beim aktuellen Jahresverlauf der Phytoplanktonentwicklung konnten wir für die Mecklenburger Bucht durch zusätzliche Informationen aus dem Küstenmonitoring des IOW vor Heiligendamm schließen. Die Daten des Küstenmonitorings sind auf der Homepage des IOW unter <http://www.io-warnemuende.de/algenblueten-vor-heiligendamm-2011.html> einzusehen.

Die 10 wichtigsten Phytoplankton-Taxa (nach Biomasse) aus den Oberflächenproben von den 5 Monitoringfahrten sind für die einzelnen Stationen und Jahreszeiten in Tab. A1 (Anhang) zusammengestellt, sortiert nach ihrem prozentualen Anteil an der Gesamt-Biomasse der Station und Jahreszeit. Die komplette Phytoplankton-Artenliste (alle Tiefen) des Jahres 2011, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Monitoringfahrten, ist in Tab. A2 zu finden. Die Rangfolge der Taxa nach ihrer Biomasse, gemittelt über alle Stationen und Monitoringfahrten des Jahres 2011, ist ebenfalls angegeben.

Aus unseren langjährigen Datenreihen wissen wir, dass im Untersuchungsgebiet jährlich drei markante Blüten (Frühjahrsblüte, Sommerblüte, Herbstblüte) vorkommen, die oft noch in Phasen unterschiedlicher Artensukzession unterteilt werden können.

Frühjahrsblüte: Wie anhand der Satellitendaten beschrieben, deutet sich auch in den Schiffsbeobachtungen im Bereich von der Kieler Bucht bis zur Arkonasee bereits das Phänomen der Verzögerung der Frühjahrsblüte in östliche Richtung an, denn im Februar 2011 war die Biomasse in der Kieler und Lübecker Bucht (Abb. 3 a, b) bereits deutlich höher als in den östlicheren Bereichen. Die Frühjahrsblüte hatte sich in der westlichen Ostsee bis Ende März entwickelt (Abb. 3 und 4); sie war damit wegen des kühlen Winters relativ spät. Innerhalb der letzten März-Woche kam es noch zu einem mehr oder weniger starken Biomasseanstieg. Ungewöhnlich war der relativ hohe Anteil von Dinoflagellaten in der Kieler und Mecklenburger Bucht. Der Silikatverbrauch von 10-13 $\mu\text{mol/l}$ zeigt an, dass hier

durchaus eine Kieselalgenblüte gewachsen ist, aber Kieler und Mecklenburger Bucht befanden sich offenbar bereits in einem späteren Sukzessionsstatus als die Arkonasee. Parallel erschienen in der Kieler Bucht und der Mecklenburger Bucht Flagellaten, die früher größtenteils als nackte Vertreter von *Dictyocha speculum* bestimmt wurden, nun aber größtenteils als *Verrucophora farcimen* (Abb. 6a) angesprochen werden. Sie sind in Abb. 3 zu den Chrysophyceae gezählt.

Neben *Verrucophora farcimen* (1230 µg/l) wurde die Frühjahrs-Blüte von dem Dinoflagellaten *Peridiniella danica* (Abb. 6b) gebildet. Beide Arten sind im wesentlichen auf die Kieler und Mecklenburger Bucht beschränkt und hier für uns relativ neu und ungewöhnlich (Abb. 8a und b). Als wichtigste Kieselalge trat *Achnanthes taeniata* (Abb. 6c) auf. Auch das ist ungewöhnlich, denn diese Kaltwasserart ist in den 1980er Jahren in der zentralen Ostsee blütenbildend gewesen und seitdem stark rückläufig (Abb. 8c).

Die Sukzession von den Kieselalgen zu Dinoflagellaten (*Peridiniella danica*) wurde an Station OMBMPM₂ besonders deutlich (Abb. 3c). Es ist zu erwarten, dass sich an die Kieselalgenblüte in der Arkonasee eine Dinoflagellatenentwicklung anschließt, die wegen fehlender Probennahmen in April nicht nachgewiesen werden konnte. Im Mai war die Frühjahrsblüte in der westlichen Ostsee vorüber und es dominierte dann meistens *Mesodinium rubrum*, das bei Mangel an anorganischen Nährstoffen auf heterotrophe Ernährung umstellen könnte. In der zentralen Ostsee bildete *Mesodinium rubrum* im Mai eine starke Blüte. Eine Kieselalgenblüte wurde hier in den Proben nicht nachgewiesen, aber sie sollte stattgefunden haben, da Silikat während des Frühjahrs verbraucht wurde.

Sommerblüte: Die Sommerbeprobung beruht auf nur einer Fahrt und kann die große Vielfalt der Phytoplanktongemeinschaft nur unzureichend widerspiegeln. Eine typische Kieselalgen-Sommerblüte wurde nicht nachgewiesen. Lediglich an den Stationen OMBMPN₃ und OMBMPM₂ fanden wir im August *Cerataulina pelagica* (Abb. 3a, c, 6d) mit relativ hoher Biomasse. Ansonsten dominierten Dinoflagellaten. Von denen ist *Alexandrium pseudogonyaulax* besonders interessant, da diese Art erst im vergangenen Jahr erstmals von uns nachgewiesen wurde. Sie hat sich von Rang 92 auf Rang 10 verstärkt (Abb. 9b). Die Cyanobakterien entwickelten sich bereits in der ersten Juli-Hälfte und erreichten die maximale Ausdehnung am 12. Juli 2011. In dieser Phase war insbesondere die südliche Arkonasee bis Pommernbucht also das Gebiet östlich Rügen beeinflusst. Zeitweise gab es auch Filamente in der Mecklenburger Bucht. Insgesamt waren unterschiedliche Bereiche der Ostsee von Ende Juni bis Ende August von der Cyanobakterienentwicklung betroffen. Blüten stickstofffixierender Cyanobakterien sind in der Mecklenburger Bucht selten. Erstaunlicherweise fanden wir die höchsten Cyanobakterienbiomassen innerhalb der westlichen Ostsee nicht in der Arkonasee, sondern in der Mecklenburger Bucht (einschl. Lübecker Bucht). In der östlichen Gotlandsee waren die Cyanobakterien Anfang August dominant.

Herbstblüte: Im Herbst tritt im Allgemeinen eine Blüte aus Kieselalgen und/oder Dinoflagellaten auf. Zur Zeit der Seereise Ende Oktober dominierte eindeutig der für den Herbst typische Dinoflagellat *Ceratium tripos*, aber nur in der westlichen Ostsee bis zur Station OMBMPM₂ (Abb. 9c). Östlich davon war die Phytoplankton-Biomasse sehr gering.

Erst an Station OMBMPK₄ trat die für die zentrale Ostsee typische Kieselalge *Coscinodiscus granii* in Erscheinung.

Chlorophyll: Die Chlorophyll a-Konzentration sind der Tab. 4 zu entnehmen, und die horizontale Verteilung der Chlorophyll-a-Werte im Stationsnetz für die 5 Monitoringfahrten ist in Abb. 10 und 11 dargestellt. Die Jahres-Maxima sind zur Frühjahrsblüte zu finden (Spitzenwert von 16,02 mg m⁻³), wogegen die Chlorophyll a-Konzentrationen auf den folgenden Fahrten relativ gering sind.

Sedimentation: Im Jahre 2011 zeigte die Sedimentation des organischen Materials im Arkonabecken ein saisonales Muster der Exportproduktion mit deutlichen Maxima der Hauptalgengruppen im Frühjahr und Herbst. Im Gegensatz zum Vorjahr zeigten auch Cyanobakterien einen hohen Anteil am sommerlichen Exportfluss und insgesamt waren Resuspensionsereignisse in diesem Jahr weitaus weniger wichtig. Mit Ausnahme der Cyanobakterien war die Artenzusammensetzung der Mikroalgengemeinschaften, zum Teil bis auf das Artniveau herunter, im saisonalen Verlauf dem Vorjahr sehr ähnlich. Die Schlüsselarten aller Hauptgruppen zeigten dabei deutliche jahreszeitliche Abundanz-Maxima.

Aufgrund des geringen Einflusses von Resuspensionsereignissen gingen die Jahresraten der Exportflüsse für einzelne Elemente auf ein „Standardniveau“ von 515 mmol C, 59 mmol N, 78 mmol Si and 3.1 mmol P m⁻² a⁻¹ bei einem Massefluss von 57 g Trockenmasse m⁻² a⁻¹ zurück. Der unterschiedliche Beitrag frischen pelagischen und alten resuspendierten Materials in den Jahren 2010 und 2011 zeigt sich für das Gesamtjahr in einem Anstieg des (massegewichteten) C/P-Verhältnisses von 120 auf 165, des C/Si-Verhältnisses von 2,0 auf 6,6 und einer Reduktion der Isotopensignatur im Stickstoff von 5,6 auf 4,9 ‰, während das C/N-Verhältnis (8,5) und die delta¹³C Werte (-25 ‰) die unterschiedlichen Eintragsquellen nicht widerspiegelten. In der saisonalen Abfolge unterschiedlicher pelagischer Wachstumsphasen variierten diese Verhältnisse entsprechend und die isotopische Zusammensetzung der Organik wies beim Stickstoff auf unterschiedliche Quellen der Stickstoffnährsalze hin.

Zooplankton

Die Einschätzung des Jahres 2011 beruht innerhalb der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) auf insgesamt 83 Netzproben. Seit Beginn des BSH-Monitorings im IOW wurden insgesamt 56 Taxa registriert. Gegenüber dem Vorjahr war eine Nettozunahme von 41 auf 56 Taxa zu verzeichnen, das bisherige Höchstniveau von 1998. Dies betraf vor allem marine Vertreter der calanoiden Copepoden *Calanus* spp., *Centropages typicus*, *Paracalanus parvus*, *Microsetella* spp., die Entwicklungsstadien von *Crangon crangon* sowie die Hydromedusen *Euphysa aurata*, *Obelia geniculata*, *Rathkea octopunctata*, *Sarsia tubulosa*. Ferner waren als meroplanktischer Vertreter die Larven von *Asterias* spp., *Carcinus maenas*, *Galathea* spp., von unbestimmten *Decapoda*, von *Ophiura* spp. und vom Köcherwurm *Pectinaria* spp. vereinzelt in der westlichen Ostsee und z.T. bis in die Bornholmsee zu finden. Die genannten Taxa waren das Ergebnis des Eintrags mit den Einstromereignissen aus der Nordsee wobei es sich wie üblich, um nur wenige Exemplare pro Kubikmeter handelte. Neozoen traten im Berichtszeitraum nicht neu auf. Auf die von

der amerikanischen Ostküste stammende lobate Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* gab es im Jahre 2011 keinen Hinweis.

Der Rückgang in der Gesamtabundanz des Mesozooplanktons gegenüber der Periode in den frühen 90er Jahren blieb in der Tendenz erhalten. Im Jahre 2011 verdoppelte sich allerdings die Summe der jeweiligen maximalen Konzentrationen gegenüber dem Vorjahr, durch einen moderaten Anstieg der Rotatorien und der Polychaeten-Larven wegen. Die Polychaeten Larven traten im März lokal in der bisher nicht bekannt hohen Konzentration auf. Das betraf vor allem die Abundanzen unterhalb der Haloklinen auf den Stationen an der Darßer Schwelle und in der Kadetrinne. Die Ursache liegt in der synchronen Freisetzung der Larven welche idealerweise mit dem Probeentnahmeterrmin zusammengefallen sein muss.

Bei den calanoiden Copepoden schwankte die maximale Konzentration in den letzten 16 Jahren wenig um die Maximalkonzentration von ca. 30.000 Ind.*m⁻³, wenn auch die Proportionen der einzelnen Arten von Jahr zu Jahr variierten. Das galt bis 2010. Im letzten Beobachtungsjahr halbierten sich die maximal feststellbaren Abundanzen gegenüber dem Vorjahr. Ob das ein Resultat abnehmender Eutrophierung ist, kann hier nicht belegt werden, ist aber in Bezug auf mögliche Auswirkungen auf die höhere Trophieebene eine äußerst wichtige Fragestellung.

Makrozoobenthos

Die Makrozoobenthos-Gemeinschaft der 8 offshore-Stationen innerhalb der südwestlichen Ostsee im Jahre 2011 wird beschrieben. Die folgenden Gewässer wurden beprobt: Kieler Bucht (OMBMPN₃), Fehmarnbelt (OMBMPN₁), Mecklenburger Bucht (OMBMPM₂ und OM18), Darßer Schwelle (OMBMPK₈), Arkonasee (OMBMPK₄) und Pommersche Bucht (OMBMPK₃ and OM160). An jeder Station wurde die Artenzusammensetzung, Abundanz und Biomasse bestimmt. Während 6 Stationen über Dekaden bearbeitet wurden, kamen zwei weitere Stationen im Jahre 2006 hinzu. Eine „neue“ Station liegt in der Kieler Bucht bei hohem Salzgehalt (22 g/kg); sie zeigte mit 74 Arten die höchste taxonomische Diversität. Die andere repräsentiert die zentrale Pommersche Bucht mit geringem Salzgehalt (7 g/kg); sie war von 24 Arten besiedelt. Die insgesamt im Jahre 2011 gefundenen 124 Arten markieren eine hohe Diversität während der letzten 20 Jahre des vom IOW durchgeführten Monitoring. Beim Vergleich mit den Medianwerten der Langzeitdaten stellen wir fest, dass die Artendiversität im Jahre 2011 in fast allen Wasserkörpern genauso hoch oder höher war. Die Abundanzen variierten in Abhängigkeit von dem Gebiet und den spezifischen Umweltbedingungen zwischen 388 and 7.400 ind./m². Die höchsten Werte wurden in der Kieler Bucht und der nördlichen Pommerschen Bucht bestimmt. Wegen des unterschiedlichen Salzgehaltsregimes an den Stationen waren die dominierenden Taxa sehr verschieden. Während die Kieler Bucht (OMBMPN₃) zum Beispiel von der Muschel *Kurtiella bidentata* sowie den Polychaeten *Dipolydora quadrilobata* und *Scoloplos armiger* mit mehr als 50 % dominiert wurde, traten in der nördlichen Pommerschen Bucht (OMBMPK₃) meistens die Polychaeten *Pygospio elegans* und *Marenzelleria viridis* auf.

Die Biomassen (aschefreie Trockenmasse) reichten von 0,8 g/m² in der zentralen Arkonasee (OMBMPK₄) bis 51 g/m² in the Kieler Bucht (OMBMPN₃). In den meisten Fällen erreichten

Muscheln wie *Arctica islandica*, *Astarte borealis*, *Mytilus edulis* und *Mya arenaria* die höchsten Anteile am Gesamtgewicht an den Stationen.

An den 8 Monitoringstationen konnten insgesamt 17 Arten der Roten Liste (Gefährdungskategorien 1, 2, 3 und G) nachgewiesen werden. Mit *Macoma calcarea* wurde unter anderem eine im Gebiet sehr selten zu beobachtende Muschel (Rote Liste: 1=vom Aussterben bedroht) in der Kieler Bucht lebend festgestellt. Lediglich 3 Arten von Neozoen wurden im Jahre 2011 gefunden: einerseits die seit Jahrhunderten etablierten Arten wie *Balanus improvisus* (Cirripedia) und *Mya arenaria* (Bivalvia), andererseits die kürzlich (seit den 1990ern) eingewanderte Art *Marenzelleria viridis* (Polychaeta).

Summary

As part of the German contribution to the HELCOM monitoring, financed by the German Maritime and Hydrographic Agency (BSH), data on species composition and biomass or abundance of phyto- and zooplankton as well as macrozoobenthos from Kiel Bight, Mecklenburg Bight and the Arkona Sea (Fig. 1) were gathered in 2011 in order to continue the time series which exists since 1979. The extension of the cruises to the Bornholm Sea and Eastern Gotland Sea is funded by the Leibniz Institute for Baltic Sea Research (IOW). Data from sediment traps deployed in the Arkona Sea give information on particle dynamics. Also satellite data are used to trace the phytoplankton bloom development. A general sample statistics is shown in Table 1 and special statistics of the zooplankton and zoobenthos samplings are presented in Tables 2 and 3.

Phytoplankton

Quantitative information on the species composition and succession of the phytoplankton was gathered from water samples, taken during the cruises and analysed microscopically in the lab. In this report, we concentrated mainly on mixed samples from 0-10 m depth. Gaps owing to the low sampling frequency could be closed by additional information from the coastal monitoring of the IOW in front of Heiligendamm, to be found on <http://www.iowarnemuende.de/algenblueten-vor-heiligendamm-2011.html>.

The 10 most important phytoplankton taxa of each season in each sea area are compiled in Table A1 (Annex). A complete species list of the year 2011, including a seasonal indicator, is given in Table A2 (Annex). The ranking according to their biomass in 2011 is also given.

Spring bloom: Both satellite data and ship observations confirmed the phenomenon of delay of the spring bloom in easterly direction, indicated by an increased biomass in Kiel Bight and Lübeck Bight in February 2011 already (Fig. 3 a, b). The spring bloom was established in the western Baltic by the end of March (Fig. 3, 4), which was relatively late because of the severe winter. The high share of dinoflagellates in Kiel Bight and Mecklenburg Bight was unusual. The silicate consumption of 10-13 $\mu\text{mol/l}$ in these regions indicate, however, that a diatom bloom has grown there. Kiel Bight and Mecklenburg Bight were obviously in a later successional state in comparison with the Arkona Sea. In Kiel Bight and Mecklenburg Bight, flagellates appeared, which would have been counted to *Dictyocha speculum* in previous years but were specified as *Verrucophora farcimen* (Fig. 6a) now. As

already done with *Dictyocha speculum*, they are counted to Chrysophyceae in Fig. 3. Besides of *Verrucophora farcimen*, the spring bloom was formed by the dinoflagellate *Peridiniella danica* (Fig. 6b). Both species occur only in Kiel Bight and Mecklenburg Bight (Fig. 8 a, b) and are rather new and uncommon for us. Also the most abundant diatom, *Achnanthes taeniata*, is new as bloom-forming species in these waters; it was dominant in the Baltic Proper in the 1980s and almost disappeared there (Fig. 8c).

The succession from diatoms to dinoflagellates (*Peridiniella danica*) became clear at station OMBMPM₂ (Fig. 3c). Therefore we expect that the diatoms in the Arkona Sea will be followed by dinoflagellates, which could not be recorded because of lacking samplings in April. In May, the spring bloom was over and *Mesodinium rubrum* became dominant. In the central Baltic, *Mesodinium rubrum* formed a strong bloom in May. A diatom spring bloom was not recorded there, but it should have occurred as indicated by a strong decline in silicate concentrations in the water during spring.

Summer bloom: The samples from summer are based on only one cruise and cannot reflect the total diversity. Dinoflagellates were dominating, represented mainly by *Alexandrium pseudogonyaulax*, which was found for the first time in this area in 2010 and has increased to rank 10 in 2011 (Fig. 9b, cf. Table A2). The cyanobacteria developed already in the first half of July and reached the maximum extension on 12 July 2011. In this phase, in particular the southern Arkona Sea to Pomeranian Bay, the area east of Rügen, was affected. At times, there were also filaments in Mecklenburg Bight. Overall, different areas of the Baltic Sea were influenced from end of June to end of August by Cyanobacteria. A typical summer diatom bloom could not be found during the cruise in August 2011. Typical abundant diatoms (in this case *Cerataulina pelagica*) were found in August 2011 only at stations OMBMPN₃ and OMBMPM₂ (Fig. 3a, c, 6d). Blooms of nitrogen-fixing cyanobacteria (*Aphanizomenon* sp., *Nodularia spumigena*) are unusual in Mecklenburg Bight, but surprisingly their highest biomass was higher in Mecklenburg Bight (incl. Lübeck Bight) than in the Arkona Sea. In the eastern Gotland Sea, cyanobacteria were dominant in early August.

Autumn bloom: Usually a bloom of diatoms and/or dinoflagellates occurs in autumn. During the cruise at the end of October 2011, the dinoflagellate *Ceratium tripos* dominated, but only in the western Baltic (Fig. 9c). East of station OMBMPM₂, the phytoplankton biomass was unusually low. The typical diatom, *Coscinodiscus granii*, appeared from station OMBMPK₄ to station OMBMPJ₁ and formed a bloom at the end of November in the central Baltic.

Chlorophyll: The concentrations of chlorophyll *a* are compiled in Tab. 4. The horizontal distribution of chlorophyll *a* during the cruises is shown in Figs. 10 and 11. The maxima are found in spring with a peak value of 16.02 mg m⁻³.

Sedimentation: Over the year 2011 sedimentation records of organic matter in the Arkona Basin displayed a seasonal pattern of export production with distinct maxima for the major algal groups in spring and autumn. Contrary to the previous year cyanobacteria displayed high summer fluxes and resuspension events were of minor importance. With the exception of cyanobacteria, the seasonal succession of microalgal diversity was comparable to the

previous year on the family- and often on the species level. Key species of all major groups displayed distinct seasonal patterns of occurrence.

Due to the reduced influence of resuspension the total annual flux for single elements returned to a “standard level” of 515 mmol C, 59 mmol N, 78 mmol Si and 3.1 mmol P m⁻² a⁻¹ at a mass flux of 57 g dry mass m⁻² a⁻¹. The different contribution of fresh pelagic and older resuspended material between the years 2010/2011 resulted for the whole year in an increase of a (mass weighted) C/P-ratio from 120 to 165 and of the C/Si ratio from 2.0 to 6.6 and a reduction of the ¹⁵N signature of the material from 5.6 to 4.9 ‰, whereas C/N-ratio (8.5) and delta ¹³C (-25 ‰) did not mirror the change in input sources. Within the seasonal succession of pelagic growth phases all ratios varied accordingly and isotopic composition of the organic matter reflected the different sources of nitrogenous nutrients.

Zooplankton

In 2011, the zooplankton assessment within the German EEZ was based on 83 WP-2 net samples. Since the beginning of the BSH monitoring program in IOW, fifty-six mesozooplankton taxa were observed. The maximum was found in the last year as a consequence of salt water influxes. It was indicated by marine species such as the calanoid copepods *Calanus* spp., *Centropages typicus*, *Paracalanus parvus*, *Microsetella* spp., developmental stages of *Crangon crangon* as well as hydromedusae such as *Euphysa aurata*, *Obelia geniculata*, *Rathkea octopunctata*, *Sarsia tubulosa* west of Darss sill. Additionally larvae of *Asterias* spp., *Carcinus maenas*, *Galathea* spp., of ophiurids and of the trumpet worm *Pectinaria* spp. sporadically occurred in the western Baltic Sea and partly east of Bornholm Island. There were no new invasive species and no *Mnemiopsis leidyi* found in the samples in 2011.

A decreasing tendency in total maximum abundances since the 1990's was generally observed as before. However, the sum of maximum concentrations of different taxonomic groups doubled in comparison to 2010 due to a moderate increase of rotifers and a significant rise of polychaete larvae. The larvae of polychaetes increased especially below the halocline at Darss sill and Kadet Furrow. It obviously resulted in coinciding periods of simultaneous reproduction and sampling.

The total abundance of adult calanoid copepods did not change much in the last sixteen years before 2010. It remained at about 30.000 ind.*m⁻³ with proportions varying between the species. However, in 2011 the maximum concentration dropped by 50% in contrast to the previous year. In respect to potential effects on higher trophic levels, it would be important to know if this might be a result of generally decreasing eutrophication.

Macrozoobenthos

The macrozoobenthic community at 8 offshore stations within south-western Baltic waters in 2011 is described. Following water bodies were sampled: Kiel Bight (OMBMPN3), Fehmarnbelt (OMBMPN1), Mecklenburg Bight (OMBMPM2 and OM18), the Darss Rise (OMBMPK8), Arkona Sea (OMBMPK4) and the Pomeranian Bay (OMBMPK3 and OM160). At each station the species composition, their abundance and their biomass were determined. Whereas 6 stations were sampled during the last decades, 2 additional stations were

included within the monitoring programme since 2006. One “new” station is situated within the Kiel Bight with high salinity (22 g/kg) and showed with 74 species the highest taxonomical diversity. Another one represents the central Pomeranian Bay with its low salinity (7 g/kg) and was colonised by 24 species. The 124 species for all stations found in the macrozoobenthos in 2011 mark relatively high during the last 20 years at the monitoring stations sampled by the IOW. If we compare the median values of the long term data we observe that in 2011 in almost all water bodies the species diversity was the same or higher as the median.

The abundances varied in respect to the area and depending on specific environmental parameters between 388 and 7.400 ind./m². The highest values were observed in the Kiel Bight and in the northern Pomeranian Bay. Due to the different salinity regimes at the different monitoring stations the dominant taxa changed drastically. For example, whereas the Kiel Bight (OMBMPN₃) was dominated by the bivalve *Kurtiella bidentata* and the polychaetes *Dipolydora quadrilobata* and *Scoloplos armiger* with more than 50 %, the northern Pomeranian Bay (OMBMPK₃) were most represented by the polychaetes *Pygospio elegans* and *Marenzelleria viridis*.

The biomasses (ash free dry weight) ranged from 0.8 g/m² in the central Arkona Basin (OMBMPK₄) to 51 g/m² in the Kiel Bight (OMBMPN₃). In most cases bivalves like *Arctica islandica*, *Astarte borealis*, *Mytilus edulis* and *Mya arenaria* reached the highest percentages from the total weights at stations.

At the 8 monitoring stations altogether 17 species of the Red List could be observed. As example, the bivalve *Macoma calcarea*, critically endangered in German waters, was found in the Kiel Bight in low abundance. Three indigenous species were observed during 2011 sampling. On the one hand the since centuries established species like *Balanus improvisus* (Cirripedia) and *Mya arenaria* (Bivalvia) and at the other hand the recently introduced species (since 1990's) *Marenzelleria viridis* (Polychaeta).

Danksagung

Die Autoren danken den am Ostseeüberwachungsprogramm beteiligten Mitarbeitern des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung, insbesondere den mit der biologischen Probengewinnung und -bearbeitung betrauten Kolleginnen und Kollegen SUSANNE BUSCH, INES GLOCKZIN, ANNA HAGENMEIER, REGINA HANSEN, UWE HEHL, ANNEMARIE JETTER, NADINE KEISER, IRIS LISKOW, ARKADIUSZ LIZ, FRANK POHL, ANNELI POSTEL, INA TOPP, VERONA VANDIEKEN, CAROLA WAGNER, SVENJA ZIMMERMANN sowie den bei der Datenbearbeitung engagierten Kolleginnen und Kollegen Dr. STEFFEN BOCK, JAN DONATH, SABINE FEISTEL, MONIKA GERTH, TORALF HEENE und SOLVEY HÖLZEL. Den Kapitänen und Besatzungen der Forschungsschiffe „ALKOR“, „DENEK“ und „ELISABETH MANN BORGESE“ sowie den Fahrtleitern sei gedankt für die Unterstützung während der Messfahrten. Dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie gebührt Dank für die Finanzierung der vom Leibniz-Institut für Ostseeforschung durchgeführten Monitoringaufgaben sowie für die vielfältigen logistischen und administrativen Unterstützungen.

Literaturverzeichnis

- V. BODUNGEN, B., JOST, G., POSTEL, L., POWILLEIT, M., WASMUND, N., 1996: Biologisches Monitoring und wissenschaftliche Zustandseinschätzung der Ostsee im Rahmen der HELCOM. – Abschlussbericht 1991-1995 des IOW im Auftrag des Umweltbundesamtes, 183 pp.
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE, 2011: Arbeitsplan 2012. Zur Wahrnehmung meereskundlicher Aufgaben in der Ost- und Nordsee durch das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde für das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Hamburg, Dezember 2011.
- CLARKE, K.R., WARWICK, R.M. 1994: Changes in marine communities. An approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, 144 pp.
- 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.
- FLEISCHER, D., ZETTLER, M.L., 2009: An adjustment of benthic ecological quality assessment to effects of salinity. – Marine Pollution Bulletin 58, 351-357.
- FLEISCHER, D., GRÉMARE, A., LABRUNE, C., RUMOHR, H., VANDEN BERGHE, E., ZETTLER, M.L., 2007: Performance comparison of two biotic indices measuring the ecological status of water bodies in the Southern Baltic and Gulf of Lions. – Marine Pollution Bulletin 54, 1598-1606.
- FLEMING, V., KAITALA, S., 2007: Phytoplankton spring bloom biomass in the Gulf of Finland, Northern Baltic Proper and Arkona Basin in 2006. HELCOM Indicator Fact Sheets 2006. http://www.helcom.fi/environment2/ifs/ifs2006/en_GB/springbloom/
- 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.

- HAJDU, S., EDLER, L., OLENINA, I. and WITEK, B., 2000: Spreading and establishment of the potentially toxic dinoflagellate *Prorocentrum minimum* in the Baltic Sea. – *Internat. Review of Hydrobiology* **85**, 561-575.
- HAJDU, S., OLENINA, I., WASMUND, N., EDLER, L., WITEK, B., 2006: Unusual phytoplankton events in 2005. HELCOM/MONAS Indicator Fact Sheet.
http://www.helcom.fi/environment2/ifs/ifs2006/en_GB/phyto
- HAJDU, S., HÄLLFORS, S., GROMISZ, S., SKJEVIK, A.-T., BUSCH, S., KOWNACKA, J., JURGENSONE, I., OLENINA, I., HUSEBY, S., WASMUND, N., JAANUS, A., HÄLLFORS, G., RINTALA, J.-M., MAJANEVA, M., BLOMSTER, M., 2008: Unusual phytoplankton event during winter-spring 2007-2008. HELCOM Indicator Fact Sheets.
http://www.helcom.fi/environment2/ifs/ifs2008/en_GB/Phytoplankton_events/
- HANSSON, M., ÖBERG, J., 2010: Cyanobacterial blooms in the Baltic Sea. HELCOM Indicator Fact Sheet. Online.
http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2010/en_GB/Cyanobacterial_blooms/
- HELCOM, 1987: First periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea area, 1980-1985; background document. – *Baltic Sea Environment Proceedings* **17 B**, 1-351.
- HELCOM, 1990: Second periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea, 1984-1988; background document. – *Baltic Sea Environment Proceedings* **35 B**, 1-432.
- HELCOM, 1996: Third periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea, 1989-1993; background document. – *Baltic Sea Environment Proceedings* **64 B**, 1-252.
- HELCOM, 2002: Environment of the Baltic Sea area, 1994-1998. – *Baltic Sea Environment Proceedings* **82 B**, 1-215.
- HELCOM, 2007: Climate change in the Baltic Sea area. HELCOM Thematic Assessment in 2007. – *Baltic Sea Environment Proceedings* **111**, 1-49.
- HELCOM, 2009: Eutrophication in the Baltic Sea - An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region. – *Baltic Sea Environment Proceedings* **115B**, 1-148.
- HELCOM, 2010: Manual for marine monitoring in the COMBINE programme of HELCOM, Part C. – Internet, updated 2010:
http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en_GB/

- HOPPENRATH, M., ELBRÄCHTER, M., DREBES, G., 2009: Marine Phytoplankton. Selected microphytoplankton from the North Sea around Helgoland and Sylt. – Kleine Senckenberg-Reihe, 49.
- JAANUS, A., ANDERSSON, A., HAJDU, S., HUSEBY, S., JURGENSONE, I., OLENINA, I., WASMUND, N., TOMING, K., 2007: Shifts in the Baltic Sea summer phytoplankton communities in 1992-2006. HELCOM Indicator Fact Sheet.
http://www.helcom.fi/environment2/ifs/ifs2007/en_GB/Phytoplankton/
- JOSEFSON, A.B. 2009: Additive partitioning of estuarine benthic macroinvertebrate diversity across multiple spatial scales. – Marine Ecology Progress Series 396: 283–292.
- NAUSCH, G., FEISTEL, R., UMLAUF, L., MOHRHOLZ, V., SIEGEL, H., 2012: Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2011. – Meereswiss. Ber., Warnemünde 86: 1-121.
- OLENINA, I., HAJDU, S., ANDERSSON, A., EDLER, L., WASMUND, N., BUSCH, S., GÖBEL, J., GROMISZ, S., HUSEBY, S., HUTTUNEN, M., JAANUS, A., KOKKONEN, P., LEDAINE, I., NIEMKIEWICZ, E., 2006: Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea. – Baltic Sea Environment Proceedings **106**, 1-144.
- OLENINA, I., HAJDU, S., WASMUND, N., JAANUS, A., JURGENSONE, I., GROMISZ, S., KOWNACKA, J., TOMING, K., OLENIN, S., 2009: Impacts of invasive phytoplankton species on the Baltic Sea ecosystem in 1980-2008. HELCOM Indicator Fact Sheet.
http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2009/en_GB/InvasivePhytoplanktonSpecies/
- OLENINA, I., KOWNACKA, J., 2010: An unusual phytoplankton event five years later: the fate of the atypical range expansion of marine species into the south-eastern Baltic. HELCOM Indicator Fact Sheet.
http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2010/en_GB/unusual_phytoplankton_events/
- OLENINA, I., WASMUND, N., HAJDU, S., JURGENSONE, I., GROMISZ, S., KOWNACKA, J., TOMING, K., VAICIŪTĖ, D., OLENIN, S. (2010): Assessing impacts of invasive phytoplankton: the Baltic Sea case. Marine Pollution Bulletin. doi:10.1016/j.marpolbul.2010.06.046
- RACHOR, E., BÖNSCH, R., BOOS, K., GOSSELCK, F., GROTHAHN, 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., 2012: Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(2), im Druck.
- ROSENBERG, R., BLOMQUIST, M., NILSSON, H.C., CEDERWALL, H., DIMMING, A., 2004. Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Water Framework Directive. Mar. Poll. Bull. 49, 728-739.

- SARNO, D., KOOISTRA, W.H.C.F., MEDLIN, L., PERCOPO, I., ZINGONE, A.J., 2005: Diversity in the genus *Skeletonema* (Bacillariophyceae). II. An assessment of the taxonomy of *S. costatum*-like species with the description of four new species. – J. Phycol. **41**, 151-176.
- SCHILLING, P., UHLIG, S., 2010: Phytoplankton ring test 2007. Identification, counting and biomass determination of synthetic and natural phytoplankton samples. Final report. Umweltbundesamt, 198 pp.
- SIEGEL, H., GERTH, M., 2008: Optical remote sensing applications in the enclosed Baltic Sea. In: BARALE, V., GADE, M. (eds.): Remote Sensing of European Seas. Springer Science and Business Media B.V., pp. 91-102.
- STICH, H.B., BRINKER, A., 2005: Less is better: Uncorrected versus pheopigment-corrected photometric chlorophyll-a estimation. – Arch. Hydrobiol. **162**, 111-120.
- UTERMÖHL, H., 1958: Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. – Ass. intern. Limnol. théor. **9**, 1-38.
- WASMUND, N., 1984: Probleme der spektrophotometrischen Chlorophyllbestimmung. – Acta hydrochim. hydrobiol. **12**, 253-270.
- WASMUND, N., BUSCH, S., GROMISZ, S., HAJDU, S., HÖGLANDER, H., JAANUS, A., JOHANSEN, M., JURGENSONE, I., KARLSSON, C., KOWNACKA, J., KRAŚNIEWSKI, W., OLENINA, I., 2012: Cyanobacteria biomass indicator. HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheet 2012. Online.
http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2012/en_GB/CyanobacteriaBiomass/.
- WASMUND, N., GÖBEL, J., VODUNGEN, B., 2008: 100-years-changes in the phytoplankton community of Kiel Bight (Baltic Sea). – J. Mar. Syst. **73**:300-322
- WASMUND, N., NAUSCH, G., MATTHÄUS, W., 1998: Phytoplankton spring blooms in the southern Baltic Sea – spatio-temporal development and long-term trends. – J. Plankton Res., **20**, 1099-1117.
- WASMUND, N., G. NAUSCH, FEISTEL, R., im Druck: Silicate consumption - an indicator for long term trends in spring diatom development in the Baltic Sea. – J. Plankton Res.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L., 2005: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2004. – Meereswiss. Ber., Warnemünde **64**, 1-78.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2009: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2008. – Meereswissenschaftliche Berichte **78**, 1-91.

- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2010: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2009. – Meereswissenschaftliche Berichte **81**, 1-90.
- WASMUND, N., POLLEHNE, F., POSTEL, L., SIEGEL, H., ZETTLER, M.L. 2011 a: Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2010. – Meereswissenschaftliche Berichte **85**, 3-87.
- WASMUND, N., SCHÖPPE, C., GÖBEL, J., VONWEBER, M., 2011 b: Chlorophyll-a in den deutschen Ostseegewässern. Meeresumwelt Aktuell Nord- und Ostsee 2011/2. 1-8.
http://www.blmp-online.de/PDF/Indikatorberichte/2011_02_d.pdf
- WASMUND, N., TOPP, I., SCHORIES, D., 2006 b: Optimising the storage and extraction of chlorophyll samples. – Oceanologia **48**, 125-144.
- WASMUND, N., TUIMALA, J., SUIKKANEN, S., VANDEPITTE, L., KRABERG, A. 2011 c: Long-term trends in phytoplankton composition in the western and central Baltic Sea. Journal of Marine Systems 87: 145–159. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2011.03.010>
- WELSCHEMEYER, N.A., 1994: Fluorometric analysis of chlorophyll a in the presence of chlorophyll b and pheopigments. – Limnol. Oceanogr. **39**, 1985-1992.
- ZETTLER, M.L., FRANKOWSKI, J., RÖHNER, M., 2006: Long term changes of macrozoobenthos in the Arkona Basin (Baltic Sea). – Boreal Environmental Research **11**, 247-260.
- ZETTLER, M.L., SCHIEDEK, D., BOBERTZ, B., 2007: Benthic biodiversity indices versus salinity gradient in the southern Baltic Sea. – Marine Pollution Bulletin **55**, 258-270.
- ZETTLER, M.L., SCHIEDEK, D., GLOCKZIN, M., 2008: Chapter 17: Zoobenthos. In: Feistel, R., Nausch, G., Wasmund, N. (eds.) State and Evolution of the Baltic Sea, 1952 – 2005. A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment. John Wiley & Sons, Hoboken, 517-541.
- ZINGONE, A., PERCOPO, I., SIMS, P.A., SARNO, D., 2005: Diversity in the genus *Skeletonema* (Bacillariophyceae). I. A reexamination of the type material of *S. costatum* with the description of *S. grevillei* sp. nov. – J. Phycol. **41**, 140-150.

ANHANG (für mehrseitige Tabellen)

Tab. A1

Die 10 wichtigsten Phytoplankton-Taxa (in Prozent der Phytoplankton-Biomasse) in den oberen 10 m der Wassersäule: Mittelwerte der drei Fahrten von Februar bis Mai sowie der Juli- und Oktoberfahrt 2011 in den verschiedenen Seegebieten. Zu Beginn jedes Blocks ist die entsprechende durchschnittliche Phytoplanktonbiomasse (in µg/l) angegeben. „Unbestimmte“, „Gymnodinales“, „Peridinales“ und „Craspedophyceae“ wurden aus der Liste gelöscht, wenn sie jeweils <10% ausmachten. Fortsetzung auf Seite 78 !

Table A1

The 10 most abundant phytoplankton taxa (percentage of total phytoplankton biomass) in the different sea areas (upper 10 m): averages from the three cruises February-May as well as cruises from July and October 2011. The mean phytoplankton biomass (in µg/l) is given on the top of each block. „Unidentified“, „Gymnodinales“, „Peridinales“ and „Craspedophyceae“ were deleted from the list if the specimen accounted for less than 10 % of the biomass in the sample. Continued on page 78 !

Februar-Mai	(%)	Juli	(%)	October	(%)
Kieler Bucht (Stat. OMBMPN3)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	1397	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1747	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1618
Verrucophora cf. farcimen	31,7	Cerataulina pelagica	29,8	Ceratium tripos	71,7
Peridiniella danica	20,0	Alexandrium pseudogonyaulax	24,3	Ceratium lineatum	7,9
Gymnodinales	11,3	Prorocentrum micans	8,2	Ceratium fusus	7,6
Achnanthes taeniata	6,9	Ceratium tripos	6,0	Polykrikos schwartzii	4,9
Mesodinium rubrum	6,7	Chrysochromulina	2,9	Dictyocha speculum	2,7
Chrysochromulina	5,8	Protoperidinium depressum	2,6	Prorocentrum micans	1,2
Dictyocha speculum	3,8	Ditylum brightwellii	2,5	Mesodinium rubrum	0,5
Skeletonema costatum	1,4	Dactyliosolen fragilissimus	2,4	Dinophysis norvegica	0,3
Eutreptiella braarudii	1,3	Ceratium fusus	2,3	Protoperidinium	0,3
Detonula confervacea	1,2	Snowella	1,9	Chrysochromulina	0,3
Lübecker Bucht (Stat. OMO22)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	1421	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1374	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1280
Achnanthes taeniata	33,6	Alexandrium pseudogonyaulax	39,8	Ceratium tripos	73,9
Mesodinium rubrum	14,5	Prorocentrum minimum	15,0	Ceratium fusus	9,2
Peridiniella danica	13,7	Nodularia spumigena	8,0	Dictyocha speculum	3,4
Dictyocha speculum	9,8	Aphanizomenon	7,9	Ceratium lineatum	3,4
Detonula confervacea	5,1	Ceratium tripos	4,6	Polykrikos schwartzii	1,8
Eutreptiella braarudii	4,2	Chrysochromulina	4,2	Prorocentrum micans	1,7
Verrucophora cf. farcimen	2,2	Prorocentrum micans	2,4	Mesodinium rubrum	0,6
Skeletonema costatum	1,7	Cyanonephron styloides	1,4	Chrysochromulina	0,6
Gyrodinium spirale	1,4	Mesodinium rubrum	1,3	Dinophysis norvegica	0,5
Chrysochromulina	0,9	Anabaena	1,2	Peridinium steini	0,5
Zentrale Mecklenburger Bucht (Stat. OMBMPM2)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	1325	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1464	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1550
Verrucophora cf. farcimen	29,5	Alexandrium pseudogonyaulax	29,8	Ceratium tripos	69,2
Peridiniella danica	23,1	Cerataulina pelagica	23,9	Ceratium fusus	7,1
Mesodinium rubrum	11,4	Nodularia spumigena	6,0	Ceratium lineatum	5,7
Dictyocha speculum	6,0	Prorocentrum micans	4,6	Prorocentrum micans	3,6
Achnanthes taeniata	5,0	Prorocentrum minimum	4,3	Dictyocha speculum	3,2
Detonula confervacea	2,8	Ceratium tripos	3,7	Polykrikos schwartzii	3,1
Eutreptiella braarudii	2,2	Aphanizomenon	3,5	Mesodinium rubrum	1,4
Gyrodinium spirale	1,9	Chrysochromulina	2,7	Dinophysis norvegica	1,1
Chrysochromulina	1,6	Cyanonephron styloides	1,6	Teleaulax	0,5
Katodinium rotundatum	1,2	Ceratium fusus	1,1	Plagioselmis prolonga	0,4

Östliche Mecklenburger Bucht (Stat. OMBMPM1)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	1176	Phytopl.-Biomasse in µg/l	650	Phytopl.-Biomasse in µg/l	154
Peridiniella danica	17,7	Alexandrium pseudogonyaulax	30,9	Coscinodiscus granii	25,2
Verrucophora cf. farcimen	16,0	Nodularia spumigena	8,2	Mesodinium rubrum	23,0
Mesodinium rubrum	15,0	Aphanizomenon	8,2	Katodinium rotundatum	7,6
Achnanthes taeniata	10,1	Ceratium tripos	7,5	Pyramimonas	6,0
Detonula confervacea	5,6	Prorocentrum micans	4,7	Ceratium tripos	5,9
Eutreptiella braarudii	4,1	Chrysochromulina	4,0	Teleaulax	4,2
Actinocyclus	3,7	Prorocentrum minimum	4,0	Hemiselmis	3,6
Skeletonema costatum	3,1	Dactyliosolen fragilissimus	2,2	Plagioselmis prolunga	3,3
Chaetoceros wighamii	2,9	Actinocyclus	2,0	Cladopyxis claytonii	2,1
Dictyocha speculum	1,9	Pyramimonas	1,9	Prorocentrum minimum	1,5
Westliche Arkonasee (Stat. OMBMPK8)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	1062	Phytopl.-Biomasse in µg/l	195	Phytopl.-Biomasse in µg/l	178
Achnanthes taeniata	39,3	Actinocyclus	19,7	Mesodinium rubrum	21,2
Mesodinium rubrum	17,0	Mesodinium rubrum	14,6	Unidentified	12,7
Thalassiosira levanderi	8,1	Nodularia spumigena	11,9	Actinocyclus	10,6
Chaetoceros wighamii	8,1	Chaetoceros impressus	8,0	Pyramimonas	8,1
Skeletonema costatum	5,9	Teleaulax	5,1	Prorocentrum minimum	7,0
Peridiniella danica	3,9	Plagioselmis prolunga	3,1	Katodinium rotundatum	6,0
Thalassiosira	1,5	Aphanizomenon	2,7	Teleaulax	4,7
Chaetoceros	1,3	Ceratium tripos	2,2	Aphanizomenon	4,1
Dictyocha speculum	1,2	Chaetoceros danicus	2,1	Plagioselmis prolunga	4,0
Detonula confervacea	1,0	Skeletonema costatum	2,1	Ceratium tripos	2,0
Zentrale Arkonasee (Stat. OMBMPK5)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	1073	Phytopl.-Biomasse in µg/l	143	Phytopl.-Biomasse in µg/l	307
Achnanthes taeniata	33,3	Mesodinium rubrum	20,6	Coscinodiscus granii	61,6
Mesodinium rubrum	20,5	Unidentified	10,9	Mesodinium rubrum	13,6
Thalassiosira levanderi	12,5	Pyramimonas	9,1	Actinocyclus	3,3
Skeletonema costatum	8,7	Actinocyclus	9,1	Pyramimonas	2,7
Chaetoceros wighamii	5,1	Plagioselmis prolunga	7,2	Katodinium rotundatum	2,0
Thalassiosira	4,8	Nodularia spumigena	6,1	Teleaulax	1,8
Thalassiosira baltica	2,8	Aphanizomenon	5,9	Plagioselmis prolunga	1,0
Chaetoceros	1,2	Chrysochromulina	4,7	Aphanizomenon	1,0
Ebria tripartita	0,8	Chaetoceros impressus	3,2	Gyrodinium spirale	0,8
Thalassiosira hyperborea	0,6	Planktolyngbya	3,1	Ceratium tripos	0,8
Östliche Arkonasee (Stat. OMBMPK4)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	806	Phytopl.-Biomasse in µg/l	145	Phytopl.-Biomasse in µg/l	385
Achnanthes taeniata	29,0	Unidentified	15,6	Coscinodiscus granii	62,7
Mesodinium rubrum	23,8	Aphanizomenon	15,2	Mesodinium rubrum	7,2
Thalassiosira levanderi	13,6	Chrysochromulina	13,8	Actinocyclus	3,9
Skeletonema costatum	8,9	Plagioselmis prolunga	11,5	Prorocentrum minimum	2,7
Chaetoceros wighamii	6,2	Actinocyclus	10,5	Dissodinium pseudolunula	2,3
Thalassiosira baltica	5,5	Teleaulax	7,3	Katodinium rotundatum	1,7
Aphanizomenon	1,7	Pyramimonas	6,0	Cladopyxis claytonii	1,7
Thalassiosira	1,3	Mesodinium rubrum	5,8	Teleaulax	1,4
Chaetoceros	0,9	Anabaena limnetica	4,6	Plagioselmis prolunga	1,3
Cladopyxis claytonii	0,5	Aphanocapsa	1,7	Pyramimonas	1,3
Bornholmsee (Stat. OMBMPK2)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	1282	Phytopl.-Biomasse in µg/l	183	Phytopl.-Biomasse in µg/l	2674
Mesodinium rubrum	94,1	Mesodinium rubrum	20,8	Coscinodiscus granii	97,0
Aphanizomenon	1,2	Unidentified	11,6	Actinocyclus	1,0
Gyrodinium spirale	0,4	Gymnodinales	11,1	Mesodinium rubrum	0,5
Actinocyclus	0,4	Actinocyclus	11,0	Eutreptiella	0,2
Peridiniella catenata	0,3	Teleaulax acuta	10,0	Dissodinium pseudolunula	0,2
Dinobryon balticum	0,2	Actinocyclus normanii f. subsala	7,0	Teleaulax	0,1
Teleaulax	0,2	Chrysochromulina	5,4	Amphidinium sphenoides	0,0
Pyramimonas	0,1	Plagioselmis prolunga	3,8	Plagioselmis prolunga	0,0
Peridiniella danica	0,1	Pyramimonas	3,7	Hemiselmis	0,0
Plagioselmis prolunga	0,1	Teleaulax	2,6	Ebria tripartita	0,0

Südliche Gotlandsee (Stat. OMBMPK1)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	630	Phytopl.-Biomasse in µg/l	292		
Mesodinium rubrum	74,8	Aphanizomenon	18,5		
Peridiniella catenata	13,1	Nodularia spumigena	12,7		
Actinocyclus	1,7	Mesodinium rubrum	11,1		
Dinobryon balticum	1,5	Chrysochromulina	7,4		
Gymnodinium corollarium	0,9	Plagioselmis prolonga	7,0		
Cladopyxis claytonii	0,7	Pyramimonas	5,1		
Aphanizomenon	0,6	Teleaulax	4,6		
Gyrodinium spirale	0,5	Eutreptiella	3,4		
Teleaulax	0,4	Actinocyclus	3,2		
Protoperidinium	0,4	Anabaena limnetica	2,0		
Östliche Gotlandsee (Stat. OMBMPJ1)					
Phytopl.-Biomasse in µg/l	386	Phytopl.-Biomasse in µg/l	750	Phytopl.-Biomasse in µg/l	1691
Mesodinium rubrum	68,7	Nodularia spumigena	37,4	Coscinodiscus granii	95,5
Peridiniella catenata	14,7	Aphanothece	15,5	Mesodinium rubrum	1,2
Aphanizomenon	1,7	Aphanizomenon	7,0	Actinocyclus	1,0
Dinobryon balticum	1,3	Mesodinium rubrum	6,7	Teleaulax	0,2
Protoceratium cf. reticulatum	0,8	Cyanodictyon planctonicum	6,1	Chrysochromulina	0,1
Chaetoceros wighamii	0,7	Chrysochromulina	4,5	Pyramimonas	0,1
Teleaulax	0,7	Aphanothece paralleliformis	3,3	Hemiselmis	0,1
Actinocyclus	0,6	Aphanocapsa	3,2	Eutreptiella	0,1
Amylax triacantha	0,5	Cyanonephron styloides	1,8	Plagioselmis prolonga	0,0
Alexandrium pseudogonyaulax	0,5	Plagioselmis prolonga	1,3	Aphanizomenon	0,0

Tab. A2

Alphabetische Liste der im Jahre 2011 gefundenen Phytoplanktonarten und ihrer taxonomischen Zugehörigkeit mit Angabe der Rangfolge (nach Biomasse, alle Stationen, alle Tiefen) und saisonalem Vorkommen (5 Terminfahrten). Nicht aufgeführt wurden die unbestimmten Kategorien Gymnodiniales, Peridinales, Craspedophyceae, Chrysophyceae, Centrales, Pennales und Unidentified. Fortsetzung Seite 81 ff.

Table A2

Phytoplankton species list of 2011, with class affiliation, biomass rank (for all stations, all depths) and seasonal occurrence from the five monitoring cruises. The unidentified categories Gymnodiniales, Peridinales, Craspedophyceae, Chrysophyceae, Centrales, Pennales and Unidentified are not specified. Continued on page 81 ff.

Artname (Gesamtliste)	Klasse	Rang	Feb.	Mär /Apr	Mai	Aug.	Okt.
<i>Achnanthes taeniata</i>	Bacillarioph.	2	X	X	X		
<i>Actinocyclus</i> sp.	Bacillarioph.	8	X	X	X	X	X
<i>Akashiwo sanguinea</i>	Dinophyceae	113		X			
<i>Alexandrium</i> sp.	Dinophyceae	114		X			
<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i> (incl. cf.)	Dinophyceae	10		X	X	X	X
<i>Amphidinium crassum</i>	Dinophyceae	105	X	X	X	X	X
<i>Amphidinium sphenoides</i> (einschl. cf.)	Dinophyceae	87		X	X		X
<i>Amylax triacantha</i> (einschl. cf.)	Dinophyceae	90			X	X	X
<i>Anabaena</i> sp.	Cyanobact.	80			X	X	
<i>Anabaenopsis</i> sp.	Cyanobact.	145				X	
<i>Apedinella radians</i>	Chrysophyc.	66	X	X	X	X	X
<i>Aphanizomenon</i> sp.	Cyanobact.	23	X	X	X	X	X
<i>Aphanocapsa</i> sp.	Cyanobact.	41	X	X	X	X	X
<i>Aphanothece</i> sp.	Cyanobact.	44			X	X	X
<i>Aphanothece paralleliformis</i>	Cyanobact.	81	X	X	X	X	X
<i>Attheya septentrionalis</i>	Bacillarioph.	100	X	X	X	X	X
<i>Cerataulina pelagica</i>	Bacillarioph.	11				X	X
<i>Ceratium furca</i>	Dinophyceae	115					X
<i>Ceratium fusus</i>	Dinophyceae	19			X	X	X
<i>Ceratium lineatum</i>	Dinophyceae	28					X
<i>Ceratium longipes</i>	Dinophyceae	102				X	X
<i>Ceratium tripos</i>	Dinophyceae	4	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros</i> spp.	Bacillarioph.	26	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros affinis</i>	Bacillarioph.	99				X	
<i>Chaetoceros ceratosporus</i> var. <i>ceratosporus</i>	Bacillarioph.	59		X	X		
<i>Chaetoceros circinalis</i>	Bacillarioph.	76				X	
<i>Chaetoceros contortus</i>	Bacillarioph.	72		X		X	
<i>Chaetoceros convolutus</i>	Bacillarioph.	137			X	X	X
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	Bacillarioph.	98			X	X	X
<i>Chaetoceros danicus</i>	Bacillarioph.	89		X	X	X	X
<i>Chaetoceros decipiens</i>	Bacillarioph.	133				X	

<i>Chaetoceros diadema</i>	Bacillarioph.	123	X					
<i>Chaetoceros impressus</i>	Bacillarioph.	60	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros cf. lorenzianus</i>	Bacillarioph.	148					X	
<i>Chaetoceros pseudobrevis</i>	Bacillarioph.	56	X	X			X	
<i>Chaetoceros similis</i>	Bacillarioph.	85	X	X	X	X	X	
<i>Chaetoceros socialis</i>	Bacillarioph.	92		X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros subtilis v. subtilis</i>	Bacillarioph.	143					X	X
<i>Chaetoceros cf. tenuissimus</i>	Bacillarioph.	140	X					
<i>Chaetoceros thronsdensei v. thronsdensei</i>	Bacillarioph.	117					X	X
<i>Chaetoceros wighamii</i> (einschl cf.)	Bacillarioph.	14	X	X	X			
<i>Chrysochromulina</i> spp.	Prynesioph.	13	X	X	X	X	X	X
<i>Cladopyxis claytonii</i>	Dinophyceae	45			X	X	X	X
<i>Coelastrum reticulatum</i>	Chlorophyc.	135					X	
<i>Coelosphaerium minutissimum</i>	Cyanobact.	103			X	X	X	X
<i>Coscinodiscus granii</i>	Bacillarioph.	3			X			X
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	Bacillarioph.	38	X	X	X	X		
<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	Cyanobact.	69	X	X	X	X	X	X
<i>Cyanonephron</i> sp.	Cyanobact.	153	X					
<i>Cyanonephron styloides</i>	Cyanobact.	52	X	X	X	X	X	X
<i>Cyclotella</i> sp.	Bacillarioph.	88					X	X
<i>Cylindrotheca closterium</i>	Bacillarioph.	122	X		X	X	X	X
<i>Cymbomonas tetramitiformis</i>	Prasinoph.	68		X	X	X	X	X
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	Bacillarioph.	53					X	X
<i>Detonula confervacea</i>	Bacillarioph.	12	X	X				
<i>Diatoma tenuis</i>	Bacillarioph.	70			X			
<i>Dictyocha speculum</i>	Dictyochoph.	15	X	X	X	X	X	X
<i>Dictyocha cf. speculum</i> (naked form)	Dictyochoph.	101	X	X	X	X	X	X
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	Chlorophyc.	141			X			
<i>Dinobryon</i> sp.	Chrysophyc.	149		X			X	
<i>Dinobryon balticum</i>	Chrysophyc.	48	X	X	X	X		
<i>Dinobryon faculiferum</i>	Chrysophyc.	112		X	X	X		
<i>Dinophysis</i> sp.	Dinophyceae	127			X			X
<i>Dinophysis acuminata</i>	Dinophyceae	93			X	X	X	X
<i>Dinophysis acuta</i>	Dinophyceae	95		X	X			X
<i>Dinophysis norvegica</i>	Dinophyceae	27	X	X	X	X	X	X
<i>Dinophysis rotundata</i>	Dinophyceae	126			X	X	X	X
<i>Dissodinium pseudolunula</i>	Dinophyceae	97						X
<i>Ditylum brightwellii</i>	Bacillarioph.	50					X	X
<i>Ebria tripartita</i>	Ebriidea	51	X	X	X	X	X	X
<i>Euglena</i> sp.	Euglenoph.	104		X				
<i>Eutreptiella</i> sp.	Euglenoph.	47	X	X	X	X	X	X
<i>Eutreptiella braarudii</i>	Euglenoph.	16	X	X				
<i>Guinardia delicatula</i>	Bacillarioph.	78	X				X	X
<i>Guinardia flaccida</i>	Bacillarioph.	91						X
<i>Gymnodinium corollarium</i>	Dinophyceae	34			X			
<i>Gymnodinium sanguineum</i>	Dinophyceae	118					X	

<i>Gyrodinium spirale</i>	Dinophyceae	18	X	X	X	X	X
<i>Hemiselmis</i> sp.	Dinophyceae	64	X	X	X	X	X
<i>Heterocapsa rotundata</i>	Dinophyceae	29	X	X	X	X	X
<i>Heterocapsa triquetra</i>	Dinophyceae	129	X	X		X	
<i>Heterosigma akashiwo</i>	Raphidoph.	33	X	X	X		
<i>Katablepharis remigera</i>	Incertae sedis	55	X	X	X	X	X
<i>Katodinium glaucum</i>	Dinophyceae	46	X	X	X	X	X
<i>Laboea strobila</i>	Litostomatea	75		X	X	X	X
<i>Lemmermanniella pallida</i>	Cyanobact.	120			X	X	
<i>Lemmermanniella parva</i>	Cyanobact.	119	X		X	X	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	Bacillarioph.	139				X	
<i>Leptocylindrus minimus</i>	Bacillarioph.	124		X		X	
<i>Leucocryptos marina</i>	Incertae sedis	62	X	X	X	X	X
<i>Licmophora</i> sp.	Bacillarioph.	67					X
<i>Melosira arctica</i>	Bacillarioph.	42		X			
<i>Merismopedia punctata</i>	Cyanobact.	107				X	
<i>Merismopedia tenuissima</i>	Cyanobact.	154				X	
<i>Mesodinium rubrum</i>	Litostomatea	1	X	X	X	X	X
<i>Monoraphidium contortum</i>	Chlorophyc.	147	X		X	X	X
<i>Monoraphidium minutum</i>	Chlorophyc.	152	X			X	
<i>Nematodinium armatum</i>	Dinophyceae	146			X		
<i>Nitzschia paleacea</i>	Bacillarioph.	132				X	
<i>Nodularia spumigena</i>	Cyanobact.	22			X	X	X
<i>Oocystis</i> spp.	Chlorophyc.	86	X	X	X	X	X
<i>Pachysphaera</i> sp.	Prasinoph.	108	X	X	X	X	
<i>Peridiniella catenata</i>	Dinophyceae	24	X	X	X	X	
<i>Peridiniella danica</i>	Dinophyceae	5	X	X	X		
<i>Phaeodactylum</i> cf. <i>tricornutum</i>	Bacillarioph.	150				X	
<i>Plagioselmis prolonga</i>	Cryptophyc.	32	X	X	X	X	X
<i>Planctonema lauterbornii</i>	Chlorophyc.	82	X	X	X	X	X
<i>Planktolyngbya</i> sp.	Cyanobact.	111				X	
<i>Polykrikos schwartzii</i>	Dinophyceae	35					X
<i>Porosira glacialis</i>	Bacillarioph.	57	X	X			
<i>Proboscia alata</i>	Bacillarioph.	65			X	X	
<i>Pronoctiluca pelagica</i>	Dinophyceae	151	X				
<i>Prorocentrum micans</i>	Dinophyceae	21		X	X	X	X
<i>Prorocentrum minimum</i>	Dinophyceae	30	X	X	X	X	X
<i>Protoceratium reticulatum</i> cf.	Dinophyceae	110			X		
<i>Proto-peridinium</i> spp.	Dinophyceae	43	X	X	X		X
<i>Proto-peridinium bipes</i>	Dinophyceae	106	X	X	X	X	
<i>Proto-peridinium depressum</i>	Dinophyceae	77				X	
<i>Proto-peridinium pallidum</i> (einschl. cf.)	Dinophyceae	79		X			
<i>Proto-peridinium pellucidum</i> (einschl. cf.)	Dinophyceae	54	X	X	X	X	X
<i>Proto-peridinium steini</i>	Dinophyceae	96			X		X
<i>Pseudanabaena</i> sp.	Cyanobact.	136			X	X	
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	Cyanobact.	61	X		X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	Bacillarioph.	142		X	X		

<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> group	Bacillarioph.	134	X		X		
<i>Pseudopedinella</i> sp.	Chrysophyc.	73	X	X	X	X	X
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	Bacillarioph.	63				X	
<i>Pterosperma</i> sp.	Prasinoph.	128	X			X	
<i>Pyramimonas</i> sp.	Prasinoph.	31	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i>	Bacillarioph.	131		X			
<i>Rhizosolenia pungens</i>	Bacillarioph.	144			X		
<i>Rhizosolenia setigera</i>	Bacillarioph.	36	X	X	X		
<i>Rhodomonas</i> sp.	Cryptophyc.	116		X			
<i>Rhodomonas</i> cf. <i>baltica</i>	Cryptophyc.	71		X	X		X
<i>Romeria</i> sp.	Cyanobact.	125				X	X
<i>Scenedesmus</i> spp.	Chlorophyc.	138			X		
<i>Skeletonema costatum</i>	Bacillarioph.	9	X	X	X	X	X
<i>Snowella</i> sp.	Cyanobact.	39	X	X	X	X	X
<i>Teleaulax</i> sp.	Cryptophyc.	25	X	X	X	X	X
<i>Teleaulax acuta</i>	Cryptophyc.	74				X	
<i>Telonema</i> sp.	Incertae sedis	40	X	X	X	X	X
<i>Tetrastrum</i> sp.	Chlorophyc.	130	X	X	X	X	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	Bacillarioph.	58	X	X		X	X
<i>Thalassiosira</i> sp.	Bacillarioph.	17	X	X	X	X	X
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	Bacillarioph.	37		X			
<i>Thalassiosira baltica</i>	Bacillarioph.	20	X	X	X		
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	Bacillarioph.	94					X
<i>Thalassiosira hyperborea</i> v. <i>pelagica</i>	Bacillarioph.	49		X	X		
<i>Thalassiosira levanderi</i>	Bacillarioph.	7		X			
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	Bacillarioph.	109		X			
<i>Thalassiosira rotula</i>	Bacillarioph.	121		X			
<i>Trachelomonas</i>	Euglenoph.	84		X	X	X	X
<i>Verrucophora</i> cf. <i>farciimen</i>	Dictyochoph.	6	X	X			
<i>Woronichinia</i> sp.	Cyanobact.	83	X	X	X	X	X
Anzahl der Taxa: insgesamt 154			71	87	95	104	82

Tab. A3

Verbreitung des Makrozoobenthos an den 8 Stationen im Oktober 2011. In der rechten Spalte sind die Arten der Roten Liste (RACHOR et al. 2012) indiziert (1=vom Aussterben bedroht, 2=stark gefährdet, 3=gefährdet, G=Gefährdung anzunehmen, V=Vorwarnliste, D=Daten defizitär, *=ungefährdet, nb=nicht bewertet).

Table A3

Distribution of macrozoobenthos at 8 stations in October 2011. In the right column the red list (RACHOR et al. 2012) species are indicated (1=critically endangered, 2=endangered, 3=vulnerable, G=probably vulnerable, V=near threatened, D=data deficient, *=least concern, nb=not evaluated).

Taxa	N3	N1	M2	OM18	K8	K4	K3	OM160	RL2012
PORIFERA									
<i>Haliclona oculata</i>	x								D
<i>Halichondria panicea</i>	x								G
<i>Leucosolenia</i> sp.	x								nb
CNIDARIA									
<i>Bougainvillia muscus</i>		x							D
<i>Edwardsia danica</i>				x					D
<i>Eudendrium rameum</i>		x							D
<i>Hartlaubella gelatinosa</i>	x	x		x	x	x		x	D
<i>Metridium senile</i>		x							G
<i>Sertularia cupressina</i>	x	x		x					G
PRIAPULIDA									
<i>Halicyptus spinulosus</i>			x				x		nb
<i>Priapulus caudatus</i>		x							nb
NEMATHELMINTHES									
<i>Cyanophthalma obscura</i>					x				nb
<i>Lineus ruber</i>	x		x		x				nb
<i>Malacobdella grossa</i>	x	x		x					nb
Nemertea	x				x				nb
<i>Tubulanus polymorphus</i>	x								nb
PHORONIDA									
Phoronis sp.	x								nb
MOLLUSCA									
<i>Abra alba</i>	x	x	x						*
<i>Arctica islandica</i>	x	x	x	x		x			3
<i>Astarte borealis</i>	x			x	x				G
<i>Astarte elliptica</i>	x	x		x					G
<i>Astarte montagui</i>	x								3
<i>Buccinum undatum</i>	x								2
<i>Cerastoderma glaucum</i>					x			x	*
<i>Corbula gibba</i>	x	x		x					*
<i>Facelina bostoniensis</i>	x								*
<i>Hiatella arctica</i>	x								*
<i>Hydrobia ulvae</i>				x	x		x	x	*
<i>Kurtiella bidentata</i>	x		x	x	x				*
<i>Macoma balthica</i>	x	x		x	x	x	x	x	*
<i>Macoma calcarea</i>	x								1
<i>Modiolarca subpicta</i>	x	x							G
<i>Musculus niger</i>	x								G
<i>Mya arenaria</i>	x		x	x	x		x	x	*

<i>Carcinus maenas</i>		x							*
<i>Crangon crangon</i>	x	x		x	x		x	x	*
<i>Crassikorophium crassicorne</i>					x				*
<i>Diastylis rathkei</i>	x	x	x	x	x	x	x		*
<i>Gammarus oceanicus</i>				x	x		x		*
<i>Gammarus salinus</i>					x		x	x	*
<i>Gastrosaccus spinifer</i>		x	x	x	x				nb
<i>Hyperia galba</i>		x							*
<i>Idotea balthica</i>				x	x				*
<i>Idotea chelipes</i>				x					D
<i>Jaera albifrons</i>				x	x	x			*
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>		x		x					*
<i>Monocorophium inidiosum</i>				x					*
<i>Mysis mixta</i>		x		x			x		nb
<i>Monoporeia affinis</i>							x		3
<i>Neomysis integer</i>				x	x	x	x	x	nb
<i>Palaemon elegans</i>		x							*
<i>Pontoporeia femorata</i>							x		V
<i>Praunus felxuosus</i>							x	x	nb
PYCNOGONIDA									
<i>Nymphon brevistre</i>				x					*
BRYOZOA									
<i>Alcyonidium diaphanum</i>			x			x			*
<i>Alcyonidium polyoum</i>					x		x	x	D
<i>Callopora lineata</i>				x			x	x	*
<i>Einhornia crustulenta</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	*
<i>Electra pilosa</i>		x							*
<i>Eucratea loricata</i>	x		x	x					V
<i>Farrella repens</i>	x								D
<i>Flustra foliacea</i>	x								*
ECHINODERMATA									
<i>Asterias rubens</i>	x	x	x	x					*
<i>Ophiura albida</i>	x	x							*
<i>Psammechinus miliaris</i>	x								*
TUNICATA									
<i>Dendrodoa grossularia</i>	x	x							V
<i>Molgula manhattensis</i>	x			x	x				D
Summe	124 Taxa	74	50	31	49	41	18	25	24
Abundanz (Ind./m²)	5006	1535	1653	1367	3305	388	5240	7413	
Biomasse (g AFTG/m²)	50,8	30,9	18,8	48,3	24,5	0,8	7,2	17,2	

Wasmund, N.; Pollehne, F.; Postel, L.;
Siegel, H.; Zettler, M.L.:
Biologische Zustandseinschätzung
der Ostsee im Jahre 2011.

CONTENT

Abstract/Kurzfassung

- 1 Introduction
- 2 Material and methods
- 3 The abiotic situation in 2011
- 4 Results
 - 4.1 Phytoplankton
 - 4.2 Mesozooplankton
 - 4.3 Macrozoobenthos

Zusammenfassung/Summary

Acknowledgements

References

Annex

